DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

SUPERINTENDÊNCIA TÉCNICA – SUTEC

DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS – DITEC

GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

Projeto de Restauração da DF-009 (EPPN) – Trecho: DF-003 até o Parque das Garças em ambos os sentidos.

Brasília-DF

Julho 2023

Sumário

1.0 Objetivo..... 22

2.0 Introdução..... 23

3.0 Atividades Desenvolvidas..... 24
3.1 Estudos Preliminares..... 24
3.1.1 Demarcação das Estações de Trabalho..... 24
3.2 Levantamentos de Campo..... 24
3.2.1 Estudo do Tráfego – Contagem e Estudo de Tráfego – km 1,8 e km 8,8..... 24
3.2.2 Determinações das Deflexões Recuperáveis..... 25
3.2.3 Estudos das Camadas do Pavimento (Sondagem)..... 25
3.2.4 Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos..... 26

4.0 Análises dos Dados Coletados..... 27
4.1 Detalhamento do Estudo do Tráfego..... 27
4.1.1 Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego – km 1,8)..... 28
4.2 Cálculo do Número N – Sentido 1 – Contagem e Estudo de Tráfego – km 1,8..... 29
4.2.1 Cálculo do Fator de Veículos (FV) – km 1,8 30
4.2.1.1 Fator de Veículos – USACE – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8..... 31
4.2.1.2 Fator de Veículos – AASHTO – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8..... 34
4.3 Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego – km 8,0)..... 36
4.3.1 Cálculo do Fator de Veículos (FV) – km 8,0..... 37
4.3.1.1 Fator de Veículos – USACE – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8..... 38
4.3.2 Fator de Veículos – USACE – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0..... 39
4.4 Fator de Veículos – AASHTO – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças

(Contagem de Tráfego realizada no km 8,0)..... 42
4.5 Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 (Contagem
e Estudo de Tráfego km 7,1)..... 44
4.5.1 Cálculo do Fator de Veículos (FV) – km 7,1..... 44
4.5.1.1 Fator de Veículos – USACE – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003
(Contagem e Estudo de Tráfego – km 7,1)..... 44
4.6 Fator de Veículos – AASHTO – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003
(Contagem e Estudo de Tráfego km 7,1)..... 47
4.7 Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 (Contagem e Estudo de
Tráfego – km 8,8..... 49
4.7.1 Cálculo do Fator de Veículos (FV) – km 8,8..... 50
4.7.1.1 Fator de Veículos – USACE – Sentido 2: Pq. das Garças/
DF-003 (Contagem de Estudo de Tráfego – km 8,8)..... 50
4.8 Fator de Veículos – AASHTO – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003
(Contagem e Estudo de Tráfego – km 8,8)..... 52
4.8.1 Número N – AASHTO – km 8,8..... 54
4.9 Análise Estatística das Deflexões Recuperáveis..... 54

5.0 Subtrechos Homogêneos – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças..... 56

6.0 Subtrechos Homogêneos – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003..... 56

7.0 Estudo das Camadas do Pavimento..... 59
7.1 Avaliação Objetiva da Superfície do Pavimento..... 59
7.1.1 Avaliação Objetiva do Pavimento – Subtrechos Homogêneos –
Sentido 1: DF-003/Parque das Garças..... 60
7.2 Avaliação Objetiva do Pavimento – Subtrechos Homogêneos –
Sentido 2: Parque das Garças/DF-003..... 64

8.0 Análise Geral..... 68
8.1 Dimensionamento do Reforço do Pavimento – (DNER-PRO 11/79)..... 68
8.1.1 Dimensionamento do Reforço do Pavimento – Sentido 1:
DF-003/Pq. das Garças – Subtrechos 1 ao 7 – (DNER-PRO 11/79)..... 69
8.2 Dimensionamento do Reforço do Pavimento – Sentido 2:

Pq. das Garças/DF-003 – Subtrechos 8 ao 13 – (DNER-PRO 11/79)..... 75

9.0 Parâmetros Mecanísticos para o Pavimento da Rodovia DF-009, trecho: DF-003/Parque das Garças..... 83

9.1 Programa de Computador Modelos de Previsão de Desempenho Utilizados..... 83

9.2 Parâmetros de Resistência dos Materiais..... 83

10.0 Propostas de Restauração do Pavimento 92

10.1 Parâmetros para o Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrechos 1 ao 7..... 92

10.1. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 1 – (km 0+000 ao km 1+320)..... 92

10.1.2 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 92

10.1.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 93

10.1.4 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 93

10.1.5 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 1..... 94

10.1.5.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 1 – Reforço CAUQ Convencional..... 94

10.1.5.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 1 – Reforço AMP 60/85-E..... 98

10.2. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 2 – (km 1+320 ao km 2+300)..... 100

10.2.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 100

10.2.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 100

10.2.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 101

10.2.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 2..... 102

10.2.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 2 – Reforço CAUQ Convencional..... 102

10.2.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 2 – Reforço AMP 60/85-E..... 103

10.3. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 3 – (km 2+300 ao km 4+560)..... 106

10.3.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 106

10.3.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 106
10.3.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 107
10.3.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 3..... 108
10.3.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 3 – Reforço CAUQ Convencional..... 108
10.3.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 3 – Reforço AMP 60/85-E..... 111
10.4. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 4 – (km 4+560 ao km 6+900)..... 114
10.4.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 114
10.4.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 114
10.4.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 115
10.4.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 4..... 116
10.4.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 4 – Reforço CAUQ Convencional..... 116
10.4.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 4 – Reforço AMP 60/85-E..... 117
10.5. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 5 – (km 6+900 ao km 8+420)..... 119
10.5.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 119
10.5.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 119
10.5.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 120
10.5.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 5..... 121
10.5.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 5 – Reforço CAUQ Convencional..... 121
10.5.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 5 – Reforço AMP 60/85-E..... 122
10.6. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 6 – (km 8+420 ao km 9+600)..... 124
10.6.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 124
10.6.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 124
10.6.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 125
10.6.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 6..... 126
10.6.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho

Homogêneo 6 – Reforço CAUQ Convencional..... 126
10.6.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 6 – Reforço AMP 60/85-E..... 127
10.7. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 7 – (km 9+600 ao km 10+780)..... 129
10.7.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 129
10.7.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 129
10.7.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 130
10.7.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 7..... 131
10.7.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 7 – Reforço CAUQ Convencional..... 131
10.7.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 7 – Reforço AMP 60/85-E..... 134

11.0 Parâmetros para o Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrechos 8 ao 13..... 135
11.1. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 8 – (km 0+000 ao km 1+320)..... 135
11.1.2 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 136
11.1.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 136
11.1.4 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 136
11.1.5 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 8..... 137
11.1.5.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 8 – Reforço CAUQ Convencional..... 137
11.1.5.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 8 – Reforço AMP 60/85-E..... 141
11.2. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 9 – (km 1+140 ao km 2+860)..... 142
11.2.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 142
11.2.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 142
11.2.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 143
11.2.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 9..... 144
11.2.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 9 – Reforço CAUQ Convencional..... 144

11.2.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 9 – Reforço AMP 60/85-E..... 145
11.3. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 10 – (km 2+860 ao km 5+300)..... 147
11.3.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 147
11.3.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 147
11.3.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 148
11.3.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 10..... 149
11.3.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 10 – Reforço CAUQ Convencional..... 149
11.3.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 10 – Reforço AMP 60/85-E..... 151
11.4. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 11 – (km 5+300 ao km 7+300)..... 153
11.4.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 153
11.4.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 153
11.4.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 153
11.4.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 11..... 154
11.4.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 11 – Reforço CAUQ Convencional..... 154
11.4.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 11 – Reforço AMP 60/85-E..... 158
11.5. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 12 – (km 7+300 ao km 9+300)..... 160
11.5.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 160
11.5.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 160
11.5.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 161
11.5.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 12..... 162
11.5.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 12 – Reforço CAUQ Convencional..... 162
11.5.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 12 – Reforço AMP 60/85-E..... 165
11.6. Parâmetros do Subtrechos Homogêneo 13 – (km 9+300 ao km 10+960)..... 167

11.6.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito..... 168
11.6.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base..... 168
11.6.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base..... 168
11.6.4 Análise Mecanística – Subtrecho Homogêneo 13..... 169
11.6.4.1 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 13 – Reforço CAUQ Convencional..... 169
11.6.4.2 Solução de Restauração – Subtrecho Homogêneo 13 – Reforço AMP 60/85-E..... 173

12.0 Observações Importantes..... 175

13.0 Resumo das Soluções de Pavimento Possíveis para a Rodovia DF-009..... 176
13.1 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 1 – (Km 0+000 ao km 1+320) – CAUQ Convencional..... 176
13.1.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 1 – Reforço em CAUQ Convencional..... 176
13.2 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 2 – (Km 1+320 ao km 2+300) – CAUQ Convencional..... 178
13.2.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 2 – Reforço em CAUQ Convencional..... 178
13.3 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 3 – (Km 2+300 ao km 4+560) – CAUQ Convencional..... 180
13.3.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 3 – Reforço em CAUQ Convencional..... 180
13.4 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 4 – (Km 4+560 ao km 6+900) – CAUQ Convencional..... 182
13.4.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 4 – Reforço em CAUQ Convencional..... 182
13.5 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 5 – (Km 6+900 ao km 8+420) – CAUQ

Convencional..... 184
13.5.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 5 – Reforço em CAUQ Convencional..... 184
13.6 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 6 – (Km 8+420 ao km 9+600) – CAUQ Convencional..... 186
13.6.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 6 – Reforço em CAUQ Convencional..... 186
13.7 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 7 – (Km 9+600 ao km 10+780) – CAUQ Convencional..... 188
13.7.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 7 – Reforço em CAUQ Convencional..... 188
13.8 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 1 – (Km 0+000 ao km 1+320) – CAUQ AMP 60/85-E..... 190
13.8.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 1 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 190
13.9 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 2 – (Km 1+320 ao km 2+300) – CAUQ AMP 60/85-E..... 192
13.9.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 2 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 192
13.10 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 3 – (Km 2+300 ao km 4+560) – CAUQ AMP 60/85-E..... 194
13.10.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 3 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 194
13.11 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 4 – (Km 4+560 ao km 6+900) – CAUQ AMP 60/85-E..... 196
13.11.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 4 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 196
13.12 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças –

Subtrecho Homogêneo 5 – (Km 6+900 ao km 8+420) – CAUQ AMP 60/85-E..... 198

13.12.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 5 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 198

13.13 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 6 – (Km 8+420 ao km 9+600) – CAUQ AMP 60/85-E..... 200

13.13.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 6 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 200

13.14 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Pq. das Garças – Subtrecho Homogêneo 7 – (Km 9+600 ao km 10+780) – CAUQ AMP 60/85-E..... 202

13.14.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 7 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 202

14.0 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 8 – (Km 0+000 ao km 1+140) – CAUQ Convencional..... 204

14.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 8 – Reforço em CAUQ Convencional..... 204

14.2 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 9 – (Km 1+140 ao km 2+860) – CAUQ Convencional..... 206

14.2.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 9 – Reforço em CAUQ Convencional..... 206

14.3 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 10 – (Km 2+860 ao km 5+300) – CAUQ Convencional..... 208

14.3.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 10 – Reforço em CAUQ Convencional..... 208

14.4 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 11 – (Km 5+300 ao km 7+300) – CAUQ Convencional..... 210

14.4.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 11 – Reforço em

CAUQ Convencional..... 210
14.5 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 12 – (Km 7+300 ao km 9+300) – CAUQ Convencional..... 213
14.5.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 12 – Reforço em CAUQ Convencional..... 213
14.6 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 13 – (Km 9+300 ao km 10+960) – CAUQ Convencional..... 214
14.6.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 13 – Reforço em CAUQ Convencional..... 214
14.7 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 8 – (Km 0+000 ao km 1+140) – CAUQ AMP 60/85-E..... 216
14.7.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 8 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 216
14.8 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 9 – (Km 1+140 ao km 2+860) – CAUQ AMP 60/85-E..... 218
14.8.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 9 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 218
14.9 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 10 – (Km 2+860 ao km 5+300) – CAUQ AMP 60/85-E..... 220
14.9.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 10 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 220
14.10 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 11 – (Km 5+300 ao km 7+300) – CAUQ AMP 60/85-E..... 222
14.10.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 11 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 222
14.11 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 12 – (Km 7+300 ao km 9+300) – CAUQ AMP 60/85-E..... 224

14.11.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 12 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 224
14.12 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Pq. das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 13 – (Km 9+300 ao km 10+960) – CAUQ AMP 60/85-E..... 226
14.12.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 9 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E..... 226

15.0 Conclusão..... 228

ANEXOS:
ANEXO A – Estudo de Tráfego
ANEXO B – Deflexões Recuperáveis
ANEXO C – Estudos das Camadas do Pavimento
ANEXO D – Avaliação Objetiva da Superfície do Pavimento
ANEXO E – Método das Diferenças Acumuladas
ANEXO F – Espessuras do Revestimento Asfáltico Existente

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Quantidades de veículos comerciais de carga – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8..... 28
Tabela 2 – Tipos de Veículos Comerciais e Quantidade de Eixos..... 28
Tabela 3 – Percentuais de cada tipo de veículo..... 29
Tabela 4 – Fatores de Equivalência de Carga: AASHTO e USACE..... 30
Tabela 5 – Fator de Veículos USACE – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças..... 31
Tabela 6 – Fator de Veículos – USACE – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças..... 32
Tabela 7 – Número N – USACE – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças..... 33
Tabela 8 – Fator de veículos – AASHTO – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8..... 34
Tabela 9 – Fator de Veículos – AASHTO – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8..... 34
Tabela 10 – Número N AASHTO – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego realizada no km 1,8)..... 35
Tabela 11 – Quantidades de veículos comerciais de carga – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0..... 36
Tabela 12 – Tipos de Veículos Comerciais e Quantidade de Eixos..... 36
Tabela 13 – Percentuais de cada tipo de veículo..... 37
Tabela 14 – Fatores de Equivalência de Carga: AASHTO e USACE..... 38
Tabela 15 – Fator de Veículos – USACE – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0..... 39
Tabela 16 – Fator de Veículos – USACE – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0..... 40
Tabela 17 – Número N – USACE – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego realizada no km 8,0)..... 41
Tabela 18 – Fator de Veículos – AASHTO – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0..... 42
Tabela 19 – Fator de Veículos – AASHTO – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0..... 42
Tabela 20 – Número N – AASHTO – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego realizada no km 8,0)..... 43
Tabela 21 – Quantidades de veículos comerciais de carga – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 7,1..... 44

Tabela 22 – Fator de Veículos – USACE – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 7,1..... 44
Tabela 23 – Fator de Veículos – USACE – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003– km 7,1..... 45
Tabela 24 – Número N – USACE – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem de Tráfego realizada no km 7,1)..... 46
Tabela 25 – Fator de Veículos – AASHTO – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003– km 7,1..... 47
Tabela 26 – Fator de Veículos – AASHTO – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003– km 7,1..... 47
Tabela 27 – Número N – AASHTO – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem de Tráfego realizada no km 7,1)..... 48
Tabela 28 – Quantidades de veículos comerciais de carga – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 8,8..... 49
Tabela 29 – Fator de Veículos – USACE – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 8,8..... 50
Tabela 30 – Fator de Veículos – USACE – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003– km 8,8..... 50
Tabela 31 – Número N – USACE – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem de Tráfego realizada no km 8,8)..... 51
Tabela 32 – Fator de Veículos – AASHTO – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003– km 8,8..... 52
Tabela 33 – Fator de Veículos – AASHTO – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003– km 8,8..... 53
Tabela 34 – Número N – AASHTO – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem de Tráfego realizada no km 8,8)..... 54
Tabela 35 – Determinação do Z em função de N..... 58
Tabela 36 – Fator de Correção Sazonal..... 58
Tabela 37 – Avaliação da Superfície do Pavimento 1º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 0+000 ao km 1+320)..... 60
Tabela 38 – Avaliação da Superfície do Pavimento 2º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 1+340 ao km 2+300)..... 61
Tabela 39 – Avaliação da Superfície do Pavimento 3º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 2+320 ao km 4+560)..... 61
Tabela 40 – Avaliação da Superfície do Pavimento 4º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 4+580 ao km 6+900)..... 62
Tabela 41 – Avaliação da Superfície do Pavimento 5º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 6+920 ao km 8+420)..... 62

Tabela 42 – Avaliação da Superfície do Pavimento 6º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 8+440 ao km 9+600)..... 63
Tabela 43 – Avaliação da Superfície do Pavimento 7º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 9+620 ao km 10+780)..... 63
Tabela 44 – Avaliação da Superfície do Pavimento 8º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 0+000 ao km 1+140)..... 64
Tabela 45 – Avaliação da Superfície do Pavimento 9º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 1+160 ao km 2+860)..... 64
Tabela 46 – Avaliação da Superfície do Pavimento 10º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 2+880 ao km 5+300)..... 65
Tabela 47 – Avaliação da Superfície do Pavimento 11º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 5+320 ao km 7+300)..... 65
Tabela 48 – Avaliação da Superfície do Pavimento 12º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 7+320 ao km 9+300)..... 66
Tabela 49 – Avaliação da Superfície do Pavimento 13º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 9+320 ao km 10+960)..... 66
Tabela 50 – Conceitos de Degradação..... 67
Tabela 51 – Critérios para Análise de Necessidade de Reforço..... 67
Tabela 52 – Espessura Necessária de Reforço – 1º Subtrecho Homogêneo (0+000 ao 1+320)..... 69
Tabela 53 – Espessura Necessária de Reforço – 2º Subtrecho Homogêneo (1+340 ao 2+300)..... 70
Tabela 54 – Espessura Necessária de Reforço – 3º Subtrecho Homogêneo (2+320 ao 4+560)..... 71
Tabela 55 – Espessura Necessária de Reforço – 4º Subtrecho Homogêneo (4+580 ao 6+900)..... 72
Tabela 56 – Espessura Necessária de Reforço – 5º Subtrecho Homogêneo (6+920 ao 8+420)..... 73
Tabela 57 – Espessura Necessária de Reforço – 6º Subtrecho Homogêneo (8+440 ao 9+600)..... 74
Tabela 58 – Espessura Necessária de Reforço – 7º Subtrecho Homogêneo (9+620 ao 10+780)..... 75
Tabela 59 – Espessura Necessária de Reforço – 8º Subtrecho Homogêneo (0+000 ao 1+140)..... 76
Tabela 60 – Espessura Necessária de Reforço – 9º Subtrecho Homogêneo (1+160 ao 2+860)..... 77
Tabela 61 – Espessura Necessária de Reforço – 10º Subtrecho Homogêneo (2+880 ao 5+300)..... 78

Tabela 62 – Espessura Necessária de Reforço – 11º Subtrecho Homogêneo (5+320 ao 7+300)..... 79
Tabela 63 – Espessura Necessária de Reforço – 12º Subtrecho Homogêneo (7+320 ao 9+300)..... 80
Tabela 64 – Espessura Necessária de Reforço – 13º Subtrecho Homogêneo (9+320 ao 10+960)..... 81
Tabela 65 – Resumo das Espessuras Necessárias de Reforço – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças..... 82
Tabela 66 – Resumo das Espessuras Necessárias de Reforço – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003..... 83
Tabela 67 – Pontos Analisados/Defeitos..... 86
Tabela 68 – Valores Usuais de Coeficiente de Poisson..... 88
Tabela 69 – Valores Típicos de Módulos de Resiliência..... 89
Tabela 70 – Estimativas dos Módulos de Resiliência..... 90
Tabela 71 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 1..... 94
Tabela 72 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,00 cm – Subtrecho 1 – Critério Deflectométrico..... 95
Tabela 73 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,00 cm – Subtrecho 1..... 96
Tabela 74 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,50 cm – Aprovada Subtrecho 1..... 97
Tabela 75 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,50 cm – Subtrecho 1..... 98
Tabela 76 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 4,00 cm – Subtrecho 1 - Aprovada..... 99
Tabela 77 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 2..... 101
Tabela 78 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 8,00 cm – Aprovada - Subtrecho 2 – Critério Deflectométrico..... 103
Tabela 79 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 6,00 cm – Subtrecho 2..... 104
Tabela 80 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 6,50 cm – Subtrecho 2 - Aprovada..... 105
Tabela 81 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 3..... 107
Tabela 82 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 6,50 cm –

Subtrecho 3 – Critério Deflectométrico..... 109
Tabela 83 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 7,50 cm – Subtrecho 3..... 110
Tabela 84 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 8,00 cm – Aprovada Subtrecho 3..... 111
Tabela 85 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 5,50 cm – Subtrecho 3..... 112
Tabela 86 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 6,00 cm – Subtrecho 3 - Aprovada..... 113
Tabela 87 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 4..... 115
Tabela 88 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 4 – Critério Deflectométrico..... 117
Tabela 89 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 4 - Aprovada..... 118
Tabela 90 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 5..... 120
Tabela 91 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 5 – Critério Deflectométrico - Aprovada..... 122
Tabela 92 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 5 - Aprovada..... 123
Tabela 93 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 6..... 125
Tabela 94 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,50 cm – Subtrecho 6 – Critério Deflectométrico..... 127
Tabela 95 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 6 - Aprovada..... 128
Tabela 96 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 7..... 130
Tabela 97 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 7 – Critério Deflectométrico.....132
Tabela 98 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,00 cm – Subtrecho 7..... 133
Tabela 99 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,50 cm – Aprovada – Subtrecho 7..... 134
Tabela 100 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 7 - Aprovada..... 135
Tabela 101 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise –

Subtrecho 8..... 137
Tabela 102 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 8 – Critério Deflectométrico..... 138
Tabela 103 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,50 cm – Subtrecho 8..... 139
Tabela 104 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,00 cm – Aprovada Subtrecho 8..... 140
Tabela 105 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 8 – Aprovada..... 141
Tabela 106 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 9..... 143
Tabela 107 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,50 cm – Subtrecho 9 – Critério Deflectométrico - Aprovada..... 145
Tabela 108 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 9 - Aprovada..... 146
Tabela 109 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 10..... 148
Tabela 110 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 10 – Critério Deflectométrico..... 150
Tabela 111 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,50 cm – Aprovada – Subtrecho 10..... 151
Tabela 112 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 10 – Aprovada..... 152
Tabela 113 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 11..... 154
Tabela 114 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,00 cm – Subtrecho 11 – Critério Deflectométrico..... 155
Tabela 115 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,50 cm – Subtrecho 11..... 156
Tabela 116 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 6,00 cm – Aprovada – Subtrecho 11..... 157
Tabela 117 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 4,00 cm – Subtrecho 11..... 158
Tabela 118 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 4,50 cm – Subtrecho 11 - Aprovada..... 159
Tabela 119 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 12..... 161
Tabela 120 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 6,50 cm – Subtrecho 12 – Critério Deflectométrico..... 163

Tabela 121 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 7,50 cm – Subtrecho 12..... 164
Tabela 122 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 8,00 cm – Aprovada – Subtrecho 12..... 165
Tabela 123 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 5,50 cm – Subtrecho 12..... 166
Tabela 124 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 6,00 cm – Subtrecho 12 – Aprovada..... 167
Tabela 125 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 13..... 169
Tabela 126 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 13 – Critério Deflectométrico..... 170
Tabela 127 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,00 cm – Subtrecho 13..... 171
Tabela 128 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,50 cm – Aprovada – Subtrecho 13..... 172
Tabela 129 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,50 cm – Subtrecho 13..... 173
Tabela 130 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 4,00 cm – Subtrecho 13 – Aprovada..... 174
Tabela 131 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 1..... 176
Tabela 132 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 2..... 178
Tabela 133 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 3..... 180
Tabela 134 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 4..... 182
Tabela 135 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 5..... 184
Tabela 136 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 6..... 186
Tabela 137 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 7..... 188
Tabela 138 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 1..... 190
Tabela 139 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E –

Subtrecho 2..... 192
Tabela 140 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 3..... 194
Tabela 141 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 4..... 196
Tabela 142 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 5..... 198
Tabela 143 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 6..... 200
Tabela 144 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 7..... 202
Tabela 145 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 8..... 204
Tabela 146 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 9..... 206
Tabela 147 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 10..... 208
Tabela 148 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 11..... 210
Tabela 149 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 12..... 212
Tabela 150 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 13..... 214
Tabela 151 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 8..... 216
Tabela 152 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 9..... 218
Tabela 153 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 10..... 220
Tabela 154 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 11..... 222
Tabela 155 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 12..... 224
Tabela 156 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 13..... 226

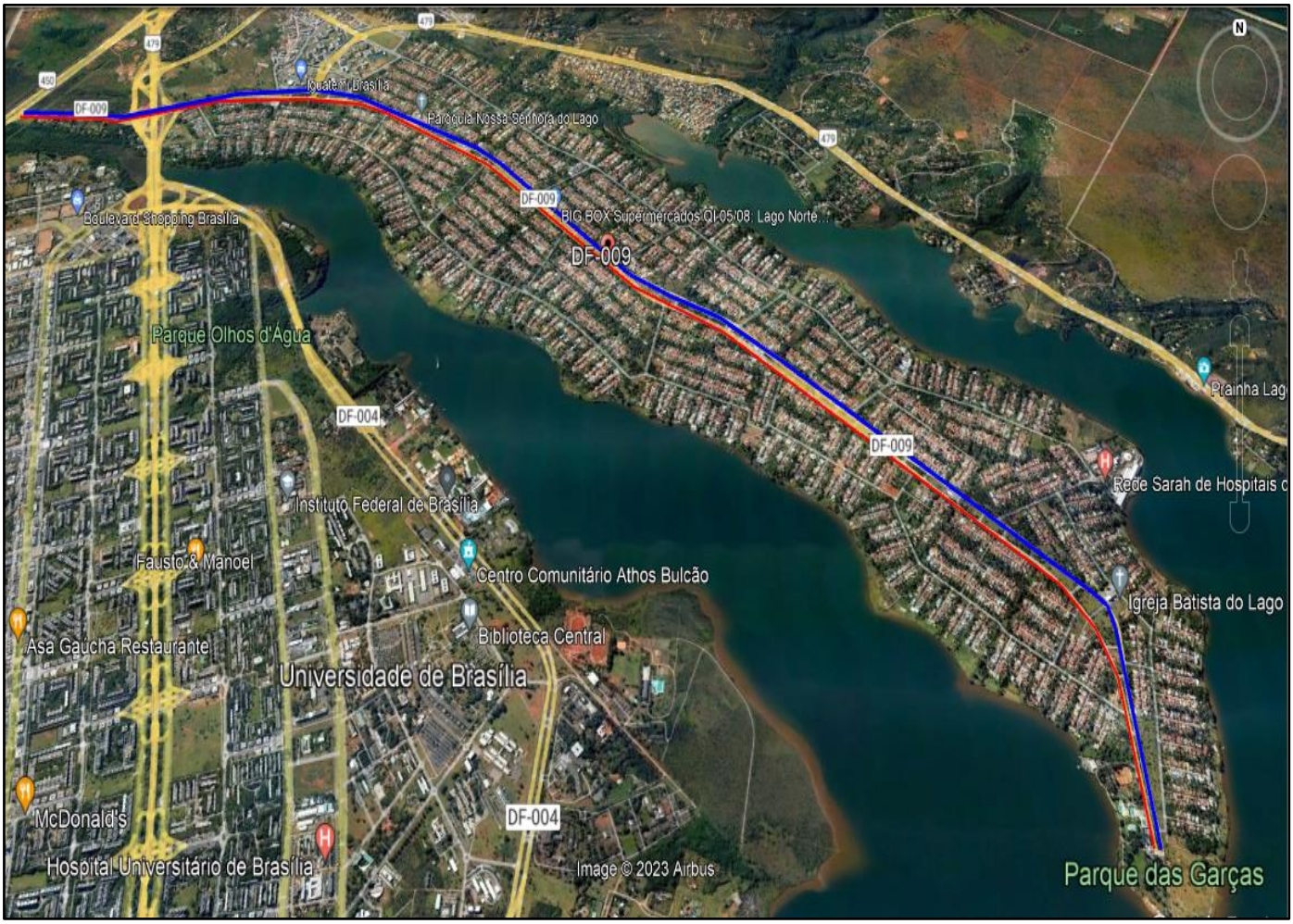
Lista de Figuras e Gráficos

Figura 1 – Localização do Trecho de Restauração..... 22
Gráfico 1 – Método das Diferenças Acumuladas – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças..... 56
Gráfico 2 – Método das Diferenças Acumuladas – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003..... 57
Figura 2 – Tipo de Carregamento – Eixo Padrão..... 85

1.0 Objetivo

O presente relatório tem como objetivo indicar os parâmetros a serem utilizados na restauração da infraestrutura do pavimento asfáltico da DF-009 (EPPN), no trecho compreendido entre a DF-003 até o Parque das Garças, em ambos os sentidos, tendo sido motivado por meio do **Despacho DER-DF/PRESI/SUTEC** (112240023) anexado ao **Processo SEI Nº 00149-00000232/2023-23**.

Figura 1 – Localização do Trecho de Restauração



Fonte: do Autor

- **Sentido 1: DF-003/Parque das Garças**
- **Sentido 2: Parque das Garças/DF-003**

A Rodovia DF-009 (EPPN) é dotada de pista duplicada, onde a estrutura do pavimento passará por restauração, sendo uma extensão de aproximadamente 10,8 km no Sentido

1: DF-003/Parque das Garças e 11,0 km no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, totalizando aproximadamente 21,8 km.

2.0 Introdução

De acordo com o Sistema Rodoviário do Distrito Federal – SRDF e confirmado com visita ao local, o revestimento encontrando é composto por Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), possui trecho com pista simples de duplo sentido, trecho com duas faixas e trechos com três faixas de tráfego, o revestimento asfáltico de maneira geral se apresenta em bom estado com alguns trechos contendo remendos no revestimento asfáltico e trechos com sinais de deterioração em estágio leve a médio.

De acordo com a visita realizada até o local, foi constatada a ocorrência de alguns defeitos no pavimento, causados principalmente pelas cargas de tráfego também pelas intempéries. Os tipos e intensidades dos defeitos poderão ser mais bem visualizados em planilhas específicas que fornecem os locais e quantidade de defeitos existentes. Assim sendo, foi necessária a realização de uma quantidade reduzida de janelas de inspeção, sendo realizadas três janelas em cada sentido para melhor conhecimento das condições estruturais do pavimento.

As Normas utilizadas para elaboração deste projeto de restauração foram:

– DNIT-PRO 006/03 – Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos;
– DNER-PRO 011/79 – Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis;
– DNER-ME 024/94 – Determinação das Deflexões pela Viga Benkelman;
– DNIT 172/2016 – ME – Determinação do Índice de Suporte Califórnia Utilizando Amostras não Trabalhadas;
– DNIT 164/2013-ME – Compactação Utilizando Amostras não Trabalhadas;
– DNER-PRO 175/94 – Aferição de Viga Benkelman;
– DNIT – IPR-719/2006 – Manual de Pavimentação;
– DNIT– IPR-720/2006 – Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos
– Método da AASHTO de Dimensionamento - (1986 e 1993);
– IP – 08/2004 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento (PMSP);

3.0 Atividades Desenvolvidas

As atividades foram divididas de acordo com os seguintes estudos preliminares e de campo:

a) Levantamento histórico da rodovia;
b) Demarcação das estações de trabalho;
c) Levantamentos de Campo:
   – Estudo de Tráfego;
   – Determinação das Deflexões Recuperáveis;
   – Estudos das Camadas do Pavimento;
   – Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis;
   – Levantamento das Áreas Danificadas na Superfície do Pavimento.
d) Análise dos dados coletados;
e) Soluções de restauração adotadas.

3.1 Estudos Preliminares

3.1.1 Demarcação das Estações de Trabalho

Sendo a rodovia dotada de um trecho de pista simples com duplo sentido de tráfego e trecho com pista dupla, as estações destinadas à determinação das deflexões, foram demarcadas na faixa mais carregada pelo tráfego de veículos comerciais de carga e ônibus de acordo com o Procedimento DNER-PRO 011/79, de forma cada sentido de tráfego foi executado de maneira individualizada, sendo que tanto no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças e vice-versa, o espaçamento longitudinal entre duas estações consecutivas localizadas na faixa de tráfego de mais carregada foi igual a 40 m nos trechos de pista simples com duplo sentido e de 20,0 m nos trecho em pista duplicada.

3.2 Levantamentos de Campo

3.2.1 Estudo de Tráfego – Contagem e Estudo de Tráfego – km 1,8 e km 8,8

Primeiramente foi realizada contagem manual foi realizada por técnicos do Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD), DER-DF. A aferição foi feita no dia 15/06/2023,

no km 1,8 da DF-009 via principal, para o Sentido 1: DF-003/Parque das Garças e no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 foi realizada no km 8,8. O período contabilizado corresponde aos horários de 06 h às 10 h e das 16 h às 20 h. A expansão dos dados para 24 horas se dará com a utilização da proporção horária de um equipamento de fiscalização, localizado na DF-009, quilômetro 1.8, sentido Ponte do Braghetto.

Por motivo da quantidade de tráfego de veículos comerciais de carga e ônibus em diferentes pontos da rodovia foi necessária uma nova contagem manual de realizada por técnicos por técnicos do Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD), DER-DF. A aferição foi feita no dia 04/07/2023, no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, no km 8,0 e no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, no km 7,1 da DF-009, via principal. O período contabilizado corresponde aos horários de 06 h às 10 h e das 16 h às 20 h. A expansão dos dados para 24 horas se dará com a utilização da proporção horária de um equipamento de fiscalização, localizado na DF-009, quilômetro 7.1, sentido Clube do Congresso.

As contagens e as expansões do tráfego estão anexadas no Processo SEI Nº 00113-00012206/2020-76. **Anexo A**

3.2.2 Determinações das Deflexões Recuperáveis

Anteriormente à realização dos serviços foram tomados os cuidados necessários. A Viga Benkelman foi aferida em laboratório, empregando-se o método proposto pelo Eng.° Salomão Pinto (DNER-PRO 175/94), obtendo-se a constante k da viga. No início dos serviços, foi pesado o caminhão a ser usado nas medições, em balança apropriada e calibrados os pneus. Foram determinadas as deflexões recuperáveis, nas trilhas de rodas externas, sendo 528 estações no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças e 525 estações no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, demarcadas ao longo dos trechos em estudo, conforme **Anexo B**.

3.2.3 Estudos das Camadas do Pavimento (Sondagem)

Para a caracterização da resistência dos materiais constituintes das camadas do pavimento e do subleito, foram elaborados estudos de campo e de laboratório para

conhecimento das características físicas e mecânicas dos materiais, para duas situações distintas: as condições reais que prevalecem no campo (In situ) e as condições ideais de trabalho (em laboratório).

Nesta etapa dos Estudos Geotécnicos foram realizados ensaios de Densidade In Situ e prospecções da estrutura do pavimento existente (Base, Sub-base e Subleito). Também foram elaborados boletins de sondagem, nos quais constam os locais de prospecção (estacas/coordenadas), posição em relação ao eixo, profundidades sondadas e classificação expedita dos materiais das camadas.

Tais amostras foram encaminhadas para ao laboratório para execução de ensaios de granulometria por peneiramento, limites de liquidez e plasticidade, compactação, ISC e expansão, conforme **Anexo C.**

3.2.4 Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos

Para a avaliação objetiva do estado da superfície do pavimento foi elaborado inventário das degradações superficiais e geométricas existentes, dentro das áreas de observação demarcadas no pavimento (com 6 m x 3,5 m, largura de faixa de tráfego), a cada 20 m da faixa de tráfego mais carregada, em ambos os sentidos. Foi seguida a metodologia proposta pelo Procedimento DNIT 006/2003 – PRO. Neste inventário foram avaliados e quantificados os tipos de defeitos superficiais ocorrentes: trincas, panelas, remendos, desgastes, exsudação entre outros. Relativo às deformações em perfil, os defeitos foram avaliados por dois processos:

a) Para irregularidade longitudinal, foram quantificados os corrugamentos, ondulações e afundamentos;
b) A irregularidade transversal foi obtida executando-se medidas das flechas nas trilhas de roda interna e externa, utilizando-se treliça de alumínio com 1,20 m de base (utilizou-se a treliça especificada no DNIT-PRO 006/2003). **Anexo D**

4.0 Análises dos Dados Coletados

4.1 Detalhamento do Estudo do Tráfego

Conforme dados contidos no relatório fornecido pelo Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD-DER), que versa sobre a classificação da região e perspectivas de crescimento da mesma, têm-se a seguinte taxa de crescimento geométrico anual igual a 4,24%; para as contagens e estudo de tráfego realizadas nos km 1,8 – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças e no km 8,8 – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003. E, temos outra taxa de crescimento geométrico anual com valor igual a 4,34%; para as contagens e estudo de tráfego realizadas no km 8,0 – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças e no km 7,1 – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, com isto, temos a previsão dos dados de tráfego da DF-009, nos trechos compreendidos entre DF-003/Parque das Garças e vice-versa.

Como isto, o Projeto de Restauração da Estrutura do Pavimento da DF-009, será desenvolvido em etapas: para o Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizada no km 1,8 – terá abrangência para os cálculos para a restauração do pavimento, com início no km 0+000 até o km 4+560. Para a continuidade no Sentido 1, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizada no km 8,0 – terá abrangência para os cálculos da restauração do pavimento com início no km 4+560 até o km 10+780. De igual modo, para o Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizada no km 7,1 – terá abrangência para os cálculos para a restauração do pavimento, com início no km 0+000 até o km 7+300. Para a continuidade no Sentido 2, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizada no km 8,8 – terá abrangência para os cálculos para a restauração da estrutura do pavimento com início no km 7+300 até o km 10+560.

Será iniciado pelo Sentido 1, levando em consideração os veículos comerciais de carga e os ônibus, primeiramente com a Contagem e Estudo de Tráfego realizada no km 1,8 e logo em seguida com os dados auferidos no km 8,0.

4.1.1 Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego – km 1,8)

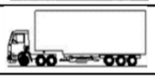
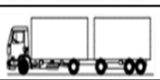
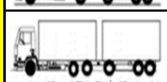
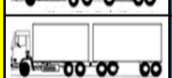
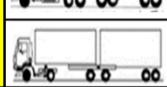
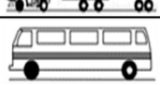
Tabela 1 – Quantidades de veículos comerciais de carga – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8

Médios	Pesados	Semirreboques	Reboques	Ônibus
483	161	25	0	393

Fonte: do Autor

De acordo com a contagem de tráfego fornecida pelo Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD), onde os veículos foram separados pelas características de carga e não pela tipologia de cada veículo, diante disto, foram realizadas observações em campo e a critério do Projetista foi feita a seguinte divisão, detalhando os tipos de veículos que serão utilizados, bem como a quantidade de eixos que cada um possui, conforme a tabela abaixo:

Tabela 2 – Tipos de Veículos Comerciais e Quantidade de Eixos

Detalhamento dos Eixos								
Veículos			Quantidade de Eixos					
			ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)
Médios		2C	1		1			
Pesados		3C	1			1		
		4CD		1		1		
Semi-reboques		2S2	1		1	1		
		2S3	1		1		1	
		3S2	1			2		
		3S3	1			1	1	
Reboques		2C3	1		2	1		
		3C3	1		1	2		
		3D4	1			3		
		2J4	1		3	1		
Ônibus		2CB	1		1			
		3CB	1					1

Fonte: do Autor

Com o intuito em dar prosseguimento ao presente Relatório de Restauração do Pavimento da DF-009 (EPPN), nos dois sentidos, primeiramente para o Sentido 1, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizado no km 1,8 no sentido DF-003/Parque das Garças, de maneira a possibilitar o desenvolvimento dos cálculos foi necessário fazer uma divisão percentual de cada tipo de veículo dentro de sua classificação. Com isto, a divisão ficou da seguinte maneira: **Médios: 2C = 100%; Pesados: 3C = 50% e 4CD = 50%; Semirreboques: 2S2 = 15%, 2S3 = 15%, 3S2 = 35% e 3S3 = 35%; Reboques: 2C3 = 35%, 3C3 = 35%, 3D4 = 15% e 2J4 = 15%; Ônibus: 2CB = 80% e 3CB = 20%**, conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Percentuais de cada tipo de veículo

Classificação	Veículos	Percentual
Médios	2C	100%
Pesados	3C	50%
	4CD	50%
Semirreboques	2S2	15%
	2S3	15%
	3S2	35%
	3S3	35%
Reboques	2C3	35%
	3C3	35%
	3D4	15%
	2J4	15%
Ônibus	2CB	80%
	3CB	20%

Fonte: do Autor

4.2 Cálculo do Número N – Sentido 1 – Contagem e Estudo de Tráfego – km 1,8

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 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: American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) e Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE). Conforme demostradas a seguir:

Tabela 4 – Fatores de Equivalência de Carga: AASHTO e USACE

AASHTO

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simples de rodagem simples	$FC = (P / 7{,}77)^{4.32}$
Simples de rodagem dupla	$FC = (P / 8{,}17)^{4.32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 15{,}08)^{4.14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 22{,}95)^{4.22}$

P = Peso bruto total sobre o eixo

USACE

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2{,}0782 \times 10^{-4} \times P^{4.0175}$
	≥ 8	$FC = 1{,}8320 \times 10^{-6} \times P^{6.2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1{,}5920 \times 10^{-4} \times P^{3.472}$
	≥ 11	$FC = 1{,}5280 \times 10^{-6} \times P^{5.484}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8{,}0359 \times 10^{-5} \times P^{3.3549}$
	≥ 18	$FC = 1{,}3229 \times 10^{-7} \times P^{5.5789}$

P = peso bruto total sobre o eixo

Fonte: Manual de Estudos de Tráfego – DNIT – Publicação IPR – 723/2006

4.2.1 Cálculo do Fator de Veículos (Fv) – km 1,8

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 x FC

Onde:

FE = fator de eixo;

FC = fator de equivalência de carga.

Para proceder a composição do fluxo de veículos comerciais de carga na faixa de projeto, o mesmo será dividido em: 60% com carregamento máximo legal, 40% sem carga (vazios) de acordo com Resolução do CONTRAN.

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 de rodagem dupla, tandem duplo e tandem triplo traseiros, respectivamente. E, também contemplando a Lei 14.229/2021. 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.

4.2.1.1 Fator de Veículos – USACE – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8

Tabela 5 – Fator de Veículos USACE – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças

Cálculo do FV - USACE (Veículos Carregados) - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (km 1,8)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,2779		3,2895				3,5674	45,48	**1,6225**
Pesados	3C	0,2779			8,5488			8,8267	7,58	**0,6691**
	4CD	0,5558			8,5488			9,1046	7,58	**0,6901**
Semi-reboques	2S2	0,2779		3,2895	8,5488			12,1162	0,35	**0,0428**
	2S3	0,2779		3,2895		9,2998		12,8672	0,35	**0,0454**
	3S2	0,2779			17,0976			17,3755	0,82	**0,1432**
	3S3	0,2779			8,5488	9,2998		18,1265	0,82	**0,1493**
Reboques	2C3	0,2779		6,5789	8,5488			15,4056	0,00	**0,0000**
	3C3	0,2779		3,2895	17,0976			20,6650	0,00	**0,0000**
	3D4	0,2779			25,6464			25,9243	0,00	**0,0000**
	2J4	0,2779		9,8684	8,5488			18,6951	0,00	**0,0000**
Ônibus	2CB	0,2779		3,2895				3,5674	29,60	**1,0561**
	3CB	0,2779					2,4148	2,6927	7,40	**0,1993**
TOTAL								165,3669	100,00	4,6178
60% do Total										2,7707

Fonte: do Autor

Tabela 6 – Fator de Veículos – USACE – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8

Cálculo do FV - USACE (Veículos Vazios) - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 1,8)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,0172		0,0431				0,0603	45,48	0,0274
Pesados	3C	0,0172			0,0801			0,0973	7,58	0,0074
	4CD	0,0343			0,0801			0,1144	7,58	0,0087
Semi-reboques	2S2	0,0172		0,0431	0,0801			0,1404	0,35	0,0005
	2S3	0,0172		0,0431		0,1278		0,1880	0,35	0,0007
	3S2	0,0172			0,1602			0,1774	0,82	0,0015
	3S3	0,0172			0,0801	0,1278		0,2250	0,82	0,0019
Reboques	2C3	0,0172		0,0862	0,0801			0,1835	0,00	0,0000
	3C3	0,0172		0,0431	0,1602			0,2205	0,00	0,0000
	3D4	0,0172			0,2403			0,2575	0,00	0,0000
	2J4	0,0172		0,1293	0,0801			0,2266	0,00	0,0000
Ônibus	2CB	0,0172		0,0431				0,0603	29,60	0,0178
	3CB	0,0172					0,0425	0,0597	7,40	0,0044
TOTAL								1,9504	100,00	0,0702
40% do Total										0,0281

Fonte: do Autor

FV = FV (60% Carregado) + FV (40% Vazios) → <u>FV = 2,7987</u> – km 1,8

Com o volume de tráfego coletado por técnicos do Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD) – no km 1,8 e aplicando-se a taxa de crescimento geométrico anual de 4,24%, foi considerado que o ano de 2023 será destinado a elaboração do projeto de engenharia, processo licitatório e execução das obras de restauração da infraestrutura do pavimento da referida rodovia, e que a abertura da rodovia ao tráfego, ocorrerá em 2024. Sendo que o ano de 2033 será o final do horizonte de projeto.

Seguiu-se, então, com a determinação dos valores do número “N”, no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, tendo em vista a metodologia preconizada pela USACE, calculado pela seguinte expressão:

N = 365 x VDM x Fv x Fr

Onde:

N = número equivalente de operações do eixo padrão;

VDM = volume diário médio de tráfego;

Fv = fator de veículo;

Fr = fator climático regional (FR = 1,0);

Tabela 7 – Número N – USACE – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego realizada no km 1,8)

Projeção de Tráfego e Cálculo do Número N - USACE - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (km 1,8)																	
Ano	Volume Diário Médio (VDM)												VDM Comercial	FV	FR	N	N Acumulado
	Médios	Pesados		Semirreboques				Reboques				Ônibus						
	2C	3C	4CD	2S2	2S3	3S2	3S3	2C3	3C3	3D4	2J4	2CB	3CB				
2023	483	80,5	80,5	3,75	3,75	8,75	8,75	0,00	0,00	0,00	0,00	314,4	78,6	1062	2,7987	1,0	1,08E+06	1,08E+06
2024	503,48	83,91	83,91	3,91	3,91	9,12	9,12	0,00	0,00	0,00	0,00	327,73	81,93	1107	2,7987	1,0	1,13E+06	2,22E+06
2025	524,83	87,47	87,47	4,07	4,07	9,51	9,51	0,00	0,00	0,00	0,00	341,63	85,41	1154	2,7987	1,0	1,18E+06	3,39E+06
2026	547,08	91,18	91,18	4,25	4,25	9,91	9,91	0,00	0,00	0,00	0,00	356,11	89,03	1203	2,7987	1,0	1,23E+06	4,62E+06
2027	570,28	95,05	95,05	4,43	4,43	10,33	10,33	0,00	0,00	0,00	0,00	371,21	92,80	1254	2,7987	1,0	1,28E+06	5,90E+06
2028	594,46	99,08	99,08	4,62	4,62	10,77	10,77	0,00	0,00	0,00	0,00	386,95	96,74	1307	2,7987	1,0	1,34E+06	7,24E+06
2029	619,66	103,28	103,28	4,81	4,81	11,23	11,23	0,00	0,00	0,00	0,00	403,36	100,84	1362	2,7987	1,0	1,39E+06	8,63E+06
2030	645,93	107,66	107,66	5,02	5,02	11,70	11,70	0,00	0,00	0,00	0,00	420,46	105,11	1420	2,7987	1,0	1,45E+06	1,01E+07
2031	673,32	112,22	112,22	5,23	5,23	12,20	12,20	0,00	0,00	0,00	0,00	438,29	109,57	1480	2,7987	1,0	1,51E+06	1,16E+07
2032	701,87	116,98	116,98	5,45	5,45	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	456,87	114,22	1543	2,7987	1,0	1,58E+06	1,32E+07
2033	731,63	121,94	121,94	5,68	5,68	13,25	13,25	0,00	0,00	0,00	0,00	476,24	119,06	1609	2,7987	1,0	1,64E+06	1,48E+07

Fonte: do Autor

Para o ano de 2024 – Ano de Abertura:

$N_{USACE} = 2{,}22 \times 10^6$ – km 1,8

Para o ano de 2033 – Horizonte de Projeto:

$N_{USACE} = 1{,}48 \times 10^7$ – km 1,8

4.2.1.2 Fator de Veículos – AASHTO – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego realizada no km 1,8)

Tabela 8 – Fator de Veículos – AASHTO – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8

Cálculo do FV - AASHTO (Veículos Carregados) - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (km 1,8)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,3273		2,3944				2,7218	45,48	1,2379
Pesados	3C	0,3273			1,6424			1,9697	7,58	0,1493
	4CD	0,6547			1,6424			2,2971	7,58	0,1741
Semi-reboques	2S2	0,3273		2,3944	1,6424			4,3642	0,35	0,0154
	2S3	0,3273		2,3944		2,1453		4,8670	0,35	0,0172
	3S2	0,3273			3,2848			3,6121	0,82	0,0298
	3S3	0,3273			1,6424	2,1453		4,1150	0,82	0,0339
Reboques	2C3	0,3273		4,7888	1,6424			6,7586	0,00	0,0000
	3C3	0,3273		2,3944	3,2848			6,0065	0,00	0,0000
	3D4	0,3273			4,9272			5,2545	0,00	0,0000
	2J4	0,3273		7,1833	1,6424			9,1530	0,00	0,0000
Ônibus	2CB	0,3273		2,3944				2,7218	29,60	0,8058
	3CB	0,3273					0,6324	0,9597	7,40	0,0710
TOTAL								52,0792	100,0	2,5343
60% do Total										1,5206

Fonte: do Autor

Tabela 9 – Fator de Veículos - AASHTO – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 1,8

Cálculo do FV - AASHTO (Veículos Vazios) - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Pq das Garças (km 1,8)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,0164		0,1199				0,1363	45,48	0,0620
Pesados	3C	0,0164			0,0220			0,0384	7,58	0,0029
	4CD	0,0328			0,0220			0,0548	7,58	0,0042
Semi-reboques	2S2	0,0164		0,1199	0,0220			0,1583	0,35	0,0006
	2S3	0,0164		0,1199		0,0192		0,1555	0,35	0,0005
	3S2	0,0164			0,0441			0,0604	0,82	0,0005
	3S3	0,0164			0,0220	0,0192		0,0577	0,82	0,0005
Reboques	2C3	0,0164		0,2398	0,0220			0,2782	0,00	0,0000
	3C3	0,0164		0,1199	0,0441			0,1803	0,00	0,0000
	3D4	0,0164			0,0661			0,0825	0,00	0,0000
	2J4	0,0164		0,3596	0,0220			0,3981	0,00	0,0000
Ônibus	2CB	0,0164		0,1199				0,1363	29,60	0,0403
	3CB	0,0164					0,0104	0,0267	7,40	0,0020
TOTAL								1,6272	100,00	0,1134
40% do Total										0,0454

Fonte: do Autor

FV = FV (60% Carregado) + FV (40% Vazios) → <u>FV = 1,5660</u> (km 1,8)

Seguiu-se, então, com a determinação dos valores do número “N”, no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizada no km 1,8; tendo em vista a metodologia preconizada pela AASHTO:

Tabela 10 – Número N – AASHTO – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego realizada no km 1,8)

Projeção de Tráfego e Cálculo do Número N - AASHTO - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (km 1,8)																		
Ano	Volume Diário Médio (VDM)													VDM Comercial	FV	FR	N	N Acumulado
	Médios	Pesados		Semi Reboques				Reboques				Ônibus						
	2C	3C	4CD	2S2	2S3	3S2	3S3	2C3	3C3	3D4	2J4	2CB	3CB					
2023	483	80,5	80,5	3,75	3,75	8,75	8,75	0,00	0,00	0,00	0,00	314,4	78,6	1062	1,5660	1,0	6,07E+05	6,07E+05
2024	503,48	83,91	83,91	3,91	3,91	9,12	9,12	0,00	0,00	0,00	0,00	327,73	81,93	1107	1,5660	1,0	6,33E+05	1,24E+06
2025	524,83	87,47	87,47	4,07	4,07	9,51	9,51	0,00	0,00	0,00	0,00	341,63	85,41	1154	1,5660	1,0	6,60E+05	1,90E+06
2026	547,08	91,18	91,18	4,25	4,25	9,91	9,91	0,00	0,00	0,00	0,00	356,11	89,03	1203	1,5660	1,0	6,88E+05	2,59E+06
2027	570,28	95,05	95,05	4,43	4,43	10,33	10,33	0,00	0,00	0,00	0,00	371,21	92,80	1254	1,5660	1,0	7,17E+05	3,30E+06
2028	594,46	99,08	99,08	4,62	4,62	10,77	10,77	0,00	0,00	0,00	0,00	386,95	96,74	1307	1,5660	1,0	7,47E+05	4,05E+06
2029	619,66	103,28	103,28	4,81	4,81	11,23	11,23	0,00	0,00	0,00	0,00	403,36	100,84	1362	1,5660	1,0	7,79E+05	4,83E+06
2030	645,93	107,66	107,66	5,02	5,02	11,70	11,70	0,00	0,00	0,00	0,00	420,46	105,11	1420	1,5660	1,0	8,12E+05	5,64E+06
2031	673,32	112,22	112,22	5,23	5,23	12,20	12,20	0,00	0,00	0,00	0,00	438,29	109,57	1480	1,5660	1,0	8,46E+05	6,49E+06
2032	701,87	116,98	116,98	5,45	5,45	12,72	12,72	0,00	0,00	0,00	0,00	456,87	114,22	1543	1,5660	1,0	8,82E+05	7,37E+06
2033	731,63	121,94	121,94	5,68	5,68	13,25	13,25	0,00	0,00	0,00	0,00	476,24	119,06	1609	1,5660	1,0	9,19E+05	8,29E+06

Fonte: do Autor

Para o ano de 2024 – Ano de Abertura:

$\underline{N_{AASHTO} = 1,24x10^6}$ – km 1,8

Para o ano de 2033 – Horizonte de Projeto:

$\underline{N_{AASHTO} = 8,29x10^6}$ – km 1,8

4.3 Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego – km 8,0)

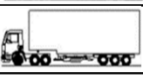
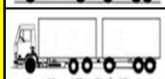
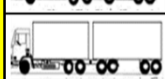
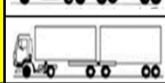
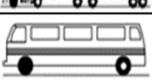
Tabela 11 – Quantidades de veículos comerciais de carga – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0

Médios	Pesados	Semirreboques	Reboques	Ônibus
60	18	0	0	216

Fonte: do Autor

De acordo com a contagem de tráfego fornecida pelo Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD), onde os veículos foram separados pelas características de carga e não pela tipologia de cada veículo, diante disto, foram realizadas observações em campo e a critério do Projetista foi feita a seguinte divisão, detalhando os tipos de veículos que serão utilizados, bem como a quantidade de eixos que cada um possui, conforme a tabela abaixo:

Tabela 12 – Tipos de Veículos Comerciais e Quantidade de Eixos

Detalhamento dos Eixos								
Veículos			Quantidade de Eixos					
			ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)
Médios		2C	1		1			
Pesados		3C	1			1		
		4CD		1		1		
Semi-reboques		2S2	1		1	1		
		2S3	1		1		1	
		3S2	1			2		
		3S3	1			1	1	
Reboques		2C3	1		2	1		
		3C3	1		1	2		
		3D4	1			3		
		2J4	1		3	1		
Ônibus		2CB	1		1			
		3CB	1					1

Fonte: do Autor

Com o intuito em dar prosseguimento ao presente Relatório de Restauração do Pavimento da DF-009 (EPPN), nos dois sentidos, primeiramente para o Sentido 1, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizado no km 8,0 - Sentido DF-003/Parque das Garças, de maneira a possibilitar o desenvolvimento dos cálculos foi necessário fazer uma divisão percentual de cada tipo de veículo dentro de sua classificação. Com isto, a divisão ficou da seguinte maneira: **Médios: 2C = 100%; Pesados: 3C = 50% e 4CD = 50%; Semirreboques: 2S2 = 15%, 2S3 = 15%, 3S2 = 35% e 3S3 = 35%; Reboques: 2C3 = 35%, 3C3 = 35%, 3D4 = 15% e 2J4 = 15%; Ônibus: 2CB = 80% e 3CB = 20%**, conforme a tabela 3.

Tabela 13 – Percentuais de cada tipo de veículo

Classificação	Veículos	Percentual
Médios	2C	100%
Pesados	3C	50%
	4CD	50%
Semirreboques	2S2	15%
	2S3	15%
	3S2	35%
	3S3	35%
Reboques	2C3	35%
	3C3	35%
	3D4	15%
	2J4	15%
Ônibus	2CB	80%
	3CB	20%

Fonte: do Autor

4.3.1 Cálculo do Número N – Sentido 1 – Contagem e Estudo de Tráfego – km 8,0

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 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: American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) e Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE). Conforme demostradas a seguir:

Tabela 14 – Fatores de Equivalência de Carga: AASHTO e USACE

AASHTO

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simples de rodagem simples	$FC = (P / 7{,}77)^{4.32}$
Simples de rodagem dupla	$FC = (P / 8{,}17)^{4.32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 15{,}08)^{4.14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 22{,}95)^{4.22}$

P = Peso bruto total sobre o eixo

USACE

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2{,}0782 \times 10^{-4} \times P^{4.0175}$
	≥ 8	$FC = 1{,}8320 \times 10^{-6} \times P^{6.2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1{,}5920 \times 10^{-4} \times P^{3.472}$
	≥ 11	$FC = 1{,}5280 \times 10^{-6} \times P^{5.484}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8{,}0359 \times 10^{-5} \times P^{3.3549}$
	≥ 18	$FC = 1{,}3229 \times 10^{-7} \times P^{5.5789}$

P = peso bruto total sobre o eixo

Fonte: Manual de Estudos de Tráfego – DNIT – Publicação IPR – 723/2006

4.3.1.1 Cálculo do Fator de Veículos (Fv) – km 8,0

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 x FC

Onde:

FE = fator de eixo;

FC = fator de equivalência de carga.

Para proceder a composição do fluxo de veículos comerciais de carga na faixa de projeto, o mesmo será dividido em: 60% com carregamento máximo legal, 40% sem carga (vazios) de acordo com Resolução do CONTRAN.

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 de rodagem dupla, tandem duplo e tandem triplo traseiros, respectivamente. E, também contemplando a Lei 14.229/2021. 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.

4.3.2 Fator de Veículos – USACE – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0

Tabela 15 – Fator de Veículos USACE – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0

Cálculo do FV - USACE (Veículos Carregados) - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (km 8,0)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,2779		3,2895				3,5674	20,41	**0,7280**
Pesados	3C	0,2779			8,5488			8,8267	3,06	**0,2702**
	4CD	0,5558			8,5488			9,1046	3,06	**0,2787**
Semi-reboques	2S2	0,2779		3,2895	8,5488			12,1162	0,00	**0,0000**
	2S3	0,2779		3,2895		9,2998		12,8672	0,00	**0,0000**
	3S2	0,2779			17,0976			17,3755	0,00	**0,0000**
	3S3	0,2779			8,5488	9,2998		18,1265	0,00	**0,0000**
Reboques	2C3	0,2779		6,5789	8,5488			15,4056	0,00	**0,0000**
	3C3	0,2779		3,2895	17,0976			20,6650	0,00	**0,0000**
	3D4	0,2779			25,6464			25,9243	0,00	**0,0000**
	2J4	0,2779		9,8684	8,5488			18,6951	0,00	**0,0000**
Ônibus	2CB	0,2779		3,2895				3,5674	58,78	**2,0967**
	3CB	0,2779					2,4148	2,6927	14,69	**0,3957**
TOTAL								**165,3669**	**100,00**	**3,7694**
60% do Total										**2,2616**

Fonte: do Autor

Tabela 16 – Fator de Veículos – USACE – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0

Cálculo do FV - USACE (Veículos Vazios) - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 8,0)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,0172		0,0431				0,0603	20,41	**0,0123**
Pesados	3C	0,0172			0,0801			0,0973	3,06	**0,0030**
	4CD	0,0343			0,0801			0,1144	3,06	**0,0035**
Semi-reboques	2S2	0,0172		0,0431	0,0801			0,1404	0,00	**0,0000**
	2S3	0,0172		0,0431		0,1278		0,1880	0,00	**0,0000**
	3S2	0,0172			0,1602			0,1774	0,00	**0,0000**
	3S3	0,0172			0,0801	0,1278		0,2250	0,00	**0,0000**
Reboques	2C3	0,0172		0,0862	0,0801			0,1835	0,00	**0,0000**
	3C3	0,0172		0,0431	0,1602			0,2205	0,00	**0,0000**
	3D4	0,0172			0,2403			0,2575	0,00	**0,0000**
	2J4	0,0172		0,1293	0,0801			0,2266	0,00	**0,0000**
Ônibus	2CB	0,0172		0,0431				0,0603	58,78	**0,0354**
	3CB	0,0172					0,0425	0,0597	14,69	**0,0088**
TOTAL								**1,9504**	**100,00**	**0,0630**
40% do Total										**0,0252**

Fonte: do Autor

FV = FV (60% Carregado) + FV (40% Vazios) → <u>FV = 2,2868</u> – km 8,0

Com o volume de tráfego coletado por técnicos do Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD) – no km 8,0 e aplicando-se a taxa de crescimento geométrico anual de 4,34%, foi considerado que o ano de 2023 será destinado a elaboração do projeto de engenharia, processo licitatório e execução das obras de restauração da infraestrutura do pavimento da referida rodovia, e que a abertura da rodovia ao tráfego, ocorrerá em 2024. Sendo que o ano de 2033 será o final do horizonte de projeto.

Seguiu-se, então, com a determinação dos valores do número “N”, no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0; tendo em vista a metodologia preconizada pela USACE, calculado pela seguinte expressão:

N = 365 x VDM x Fv x Fr

Onde:

N = número equivalente de operações do eixo padrão;

VDM = volume diário médio de tráfego;

Fv = fator de veículo;

Fr = fator climático regional (FR = 1,0);

Tabela 17 – Número N – USACE – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego realizada no km 8,0)

Projeção de Tráfego e Cálculo do Número N - USACE - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (km 8,0)																		
Ano	Volume Diário Médio (VDM)													VDM Comercial	FV	FR	N	N Acumulado
	Médios	Pesados		Semirreboques				Reboques				Ônibus						
	2C	3C	4CD	2S2	2S3	3S2	3S3	2C3	3C3	3D4	2J4	2CB	3CB					
2023	60	9,0	9,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,8	43,2	294	2,2868	1,0	2,45E+05	2,45E+05
2024	62,54	9,38	9,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180,13	45,03	306	2,2868	1,0	2,56E+05	5,01E+05
2025	65,20	9,78	9,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	187,76	46,94	319	2,2868	1,0	2,67E+05	7,68E+05
2026	67,96	10,19	10,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	195,73	48,93	333	2,2868	1,0	2,78E+05	1,05E+06
2027	70,84	10,63	10,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	204,02	51,01	347	2,2868	1,0	2,90E+05	1,34E+06
2028	73,85	11,08	11,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	212,67	53,17	362	2,2868	1,0	3,02E+05	1,64E+06
2029	76,98	11,55	11,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	221,69	55,42	377	2,2868	1,0	3,15E+05	1,95E+06
2030	80,24	12,04	12,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	231,09	57,77	393	2,2868	1,0	3,28E+05	2,28E+06
2031	83,64	12,55	12,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	240,89	60,22	410	2,2868	1,0	3,42E+05	2,62E+06
2032	87,19	13,08	13,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	251,10	62,78	427	2,2868	1,0	3,57E+05	2,98E+06
2033	90,89	13,63	13,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	261,75	65,44	445	2,2868	1,0	3,72E+05	3,35E+06

Fonte: do Autor

Para o ano de 2024 – Ano de Abertura:

$N_{USACE} = 5{,}01 \times 10^5$ – km 8,0

Para o ano de 2033 – Horizonte de Projeto:

$N_{USACE} = 3{,}35 \times 10^6$ – km 8,0

4.4 Fator de Veículos – AASHTO – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego realizada no km 8,0)

Tabela 18 – Fator de Veículos – AASHTO – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0

Cálculo do FV - AASHTO (Veículos Carregados) - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (km 8,0)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,3273		2,3944				2,7218	20,41	0,5555
Pesados	3C	0,3273			1,6424			1,9697	3,06	0,0603
	4CD	0,6547			1,6424			2,2971	3,06	0,0703
Semi-reboques	2S2	0,3273		2,3944	1,6424			4,3642	0,00	0,0000
	2S3	0,3273		2,3944		2,1453		4,8670	0,00	0,0000
	3S2	0,3273			3,2848			3,6121	0,00	0,0000
	3S3	0,3273			1,6424	2,1453		4,1150	0,00	0,0000
Reboques	2C3	0,3273		4,7888	1,6424			6,7586	0,00	0,0000
	3C3	0,3273		2,3944	3,2848			6,0065	0,00	0,0000
	3D4	0,3273			4,9272			5,2545	0,00	0,0000
	2J4	0,3273		7,1833	1,6424			9,1530	0,00	0,0000
Ônibus	2CB	0,3273		2,3944				2,7218	58,78	1,5997
	3CB	0,3273					0,6324	0,9597	14,69	0,1410
TOTAL								52,0792	100,0	2,4268
60% do Total										1,4561

Fonte: do Autor

Tabela 19 – Fator de Veículos - AASHTO – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – km 8,0

Cálculo do FV - AASHTO (Veículos Vazios) - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Pq das Garças (km 8,0)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,0164		0,1199				0,1363	20,41	0,0278
Pesados	3C	0,0164			0,0220			0,0384	3,06	0,0012
	4CD	0,0328			0,0220			0,0548	3,06	0,0017
Semi-reboques	2S2	0,0164		0,1199	0,0220			0,1583	0,00	0,0000
	2S3	0,0164		0,1199		0,0192		0,1555	0,00	0,0000
	3S2	0,0164			0,0441			0,0604	0,00	0,0000
	3S3	0,0164			0,0220	0,0192		0,0577	0,00	0,0000
Reboques	2C3	0,0164		0,2398	0,0220			0,2782	0,00	0,0000
	3C3	0,0164		0,1199	0,0441			0,1803	0,00	0,0000
	3D4	0,0164			0,0661			0,0825	0,00	0,0000
	2J4	0,0164		0,3596	0,0220			0,3981	0,00	0,0000
Ônibus	2CB	0,0164		0,1199				0,1363	58,78	0,0801
	3CB	0,0164					0,0104	0,0267	14,69	0,0039
TOTAL								1,6272	100,00	0,1147
40% do Total										0,0459

Fonte: do Autor

FV = FV (60% Carregado) + FV (40% Vazios) → FV = 1,5020 (km 8,0)

Seguiu-se, então, com a determinação dos valores do número "N", no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizada no km 8,0; tendo em vista a metodologia preconizada pela AASHTO:

Tabela 20 – Número N – AASHTO – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Contagem de Tráfego realizada no km 8,0)

Projeção de Tráfego e Cálculo do Número N - AASHTO - DF-009 - Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (km 8,0)																	
Ano	Volume Diário Médio (VDM)													VDM Comercial	FV	FR	N	N Acumulado
	Médios	Pesados		Semi Reboques				Reboques				Ônibus						
	2C	3C	4CD	2S2	2S3	3S2	3S3	2C3	3C3	3D4	2J4	2CB	3CB					
2023	60	9,0	9,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,8	43,2	294	1,5020	1,0	1,61E+05	1,61E+05
2024	62,60	9,39	9,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180,30	45,07	307	1,5020	1,0	1,68E+05	3,29E+05
2025	65,32	9,80	9,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	188,12	47,03	320	1,5020	1,0	1,75E+05	5,05E+05
2026	68,16	10,22	10,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	196,29	49,07	334	1,5020	1,0	1,83E+05	6,88E+05
2027	71,11	10,67	10,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	204,81	51,20	348	1,5020	1,0	1,91E+05	8,79E+05
2028	74,20	11,13	11,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	213,70	53,42	364	1,5020	1,0	1,99E+05	1,08E+06
2029	77,42	11,61	11,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	222,97	55,74	379	1,5020	1,0	2,08E+05	1,29E+06
2030	80,78	12,12	12,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	232,65	58,16	396	1,5020	1,0	2,17E+05	1,50E+06
2031	84,29	12,64	12,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	242,75	60,69	413	1,5020	1,0	2,26E+05	1,73E+06
2032	87,94	13,19	13,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	253,28	63,32	431	1,5020	1,0	2,36E+05	1,97E+06
2033	91,76	13,76	13,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	264,27	66,07	450	1,5020	1,0	2,46E+05	2,21E+06

Fonte: do Autor

Para o ano de 2024 – Ano de Abertura:

$N_{AASHTO} = 3,29x10^5$ – km 8,0

Para o ano de 2033 – Horizonte de Projeto:

$N_{AASHTO} = 2,21x10^6$ – km 8,0

Para o Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, levando em consideração os veículos comerciais de carga e os ônibus, primeiramente com a Contagem e Estudo de Tráfego realizada no km 7,1 e logo em seguida com os dados auferidos no km 8,8.

4.5 Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem e Estudo de Tráfego km 7,1)

Tabela 21 – Quantidades de veículos comerciais de carga – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 7,1

Médios	Pesados	Semirreboques	Reboques	Ônibus
77	24	0	0	218

Fonte: do Autor

Com relação à tipologia, classificação e percentual de distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus serão idênticos aos utilizados para o cálculo no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças.

4.5.1 Cálculo do Fator de Veículos (FV) – km 7,1

4.5.1.1 Fator de Veículos – USACE – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem e Estudo de Tráfego km 7,1)

Tabela 22 – Fator de Veículos – USACE – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 7,1

Cálculo do FV - USACE (Veículos Carregados) - DF-009 - Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (km 7,1)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,2779		3,2895				3,5674	24,14	0,8611
Pesados	3C	0,2779			8,5488			8,8267	3,76	0,3320
	4CD	0,5558			8,5488			9,1046	3,76	0,3425
Semi-reboques	2S2	0,2779		3,2895	8,5488			12,1162	0,00	0,0000
	2S3	0,2779		3,2895		9,2998		12,8672	0,00	0,0000
	3S2	0,2779			17,0976			17,3755	0,00	0,0000
	3S3	0,2779			8,5488	9,2998		18,1265	0,00	0,0000
Reboques	2C3	0,2779		6,5789	8,5488			15,4056	0,00	0,0000
	3C3	0,2779		3,2895	17,0976			20,6650	0,00	0,0000
	3D4	0,2779			25,6464			25,9243	0,00	0,0000
	2J4	0,2779		9,8684	8,5488			18,6951	0,00	0,0000
Ônibus	2CB	0,2779		3,2895				3,5674	54,67	1,9503
	3CB	0,2779					2,4148	2,6927	13,67	0,3680
TOTAL								165,3669	100,00	3,8540
60% do Total										2,3124

Fonte: do Autor

Tabela 23 – Fator de Veículos – USACE – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 7,1

Cálculo do FV - USACE (Veículos Vazios) - DF-009 - Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 7,1)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,0172		0,0431				0,0603	24,14	**0,0145**
Pesados	3C	0,0172			0,0801			0,0973	3,76	**0,0037**
	4CD	0,0343			0,0801			0,1144	3,76	**0,0043**
Semi-reboques	2S2	0,0172		0,0431	0,0801			0,1404	0,00	**0,0000**
	2S3	0,0172		0,0431		0,1278		0,1880	0,00	**0,0000**
	3S2	0,0172			0,1602			0,1774	0,00	**0,0000**
	3S3	0,0172			0,0801	0,1278		0,2250	0,00	**0,0000**
Reboques	2C3	0,0172		0,0862	0,0801			0,1835	0,00	**0,0000**
	3C3	0,0172		0,0431	0,1602			0,2205	0,00	**0,0000**
	3D4	0,0172			0,2403			0,2575	0,00	**0,0000**
	2J4	0,0172		0,1293	0,0801			0,2266	0,00	**0,0000**
Ônibus	2CB	0,0172		0,0431				0,0603	54,67	**0,0329**
	3CB	0,0172					0,0425	0,0597	13,67	**0,0082**
TOTAL								**1,9504**	**100,00**	**0,0636**
40% do Total										**0,0254**

Fonte: do Autor

FV = FV (60% Carregado) + FV (40% Vazios) → <u>FV = 2,3378</u> – km 7,1

Com o volume de tráfego coletado por técnicos do Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD), aplicando-se a taxa de crescimento geométrico anual de 4,34%, foi considerado que o ano de 2023 será destinado a elaboração do projeto de engenharia, processo licitatório e execução das obras de restauração da infraestrutura do pavimento da referida rodovia, e que a abertura da rodovia ao tráfego, ocorrerá em 2024. Sendo que o ano de 2033 será o final do horizonte de projeto.

Seguiu-se, então, com a determinação dos valores do número “N”, no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizado no km 7,1; tendo em vista a metodologia preconizada pela USACE, calculado pela seguinte expressão:

N = 365 x VDM x Fv x Fr

Onde:

N = número equivalente de operações do eixo padrão;

VDM = volume diário médio de tráfego;

Fv = fator de veículo;

Fr = fator climático regional (FR = 1,0);

Tabela 24 – Número N – USACE – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem e Estudo de Tráfego km 7,1)

Projeção de Tráfego e Cálculo do Número N - USACE - DF-009 - Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (km 7,1)																		
Ano	Volume Diário Médio (VDM)													VDM Comercial	FV	FR	N	N Acumulado
	Médios	Pesados		Semirreboques				Reboques				Ônibus						
	2C	3C	4CD	2S2	2S3	3S2	3S3	2C3	3C3	3D4	2J4	2CB	3CB					
2023	77	12,0	12,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	174,4	43,6	319	2,3378	1,0	2,72E+05	2,72E+05
2024	80,34	12,52	12,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	181,97	45,49	333	2,3378	1,0	2,84E+05	5,56E+05
2025	83,83	13,06	13,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	189,87	47,47	347	2,3378	1,0	2,96E+05	8,53E+05
2026	87,47	13,63	13,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	198,11	49,53	362	2,3378	1,0	3,09E+05	1,16E+06
2027	91,26	14,22	14,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	206,70	51,68	378	2,3378	1,0	3,23E+05	1,48E+06
2028	95,22	14,84	14,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	215,68	53,92	394	2,3378	1,0	3,37E+05	1,82E+06
2029	99,36	15,48	15,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	225,04	56,26	412	2,3378	1,0	3,51E+05	2,17E+06
2030	103,67	16,16	16,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	234,80	58,70	429	2,3378	1,0	3,66E+05	2,54E+06
2031	108,17	16,86	16,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	244,99	61,25	448	2,3378	1,0	3,82E+05	2,92E+06
2032	112,86	17,59	17,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,63	63,91	468	2,3378	1,0	3,99E+05	3,32E+06
2033	117,76	18,35	18,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	266,72	66,68	488	2,3378	1,0	4,16E+05	3,74E+06

Fonte: do Autor

Para o ano de 2024 – Ano de Abertura:

$N_{USACE} = 5{,}56 \times 10^5$ – km 7,1

Para o ano de 2033 – Horizonte de Projeto:

$N_{USACE} = 3{,}74 \times 10^6$ – km 7,1

4.6 Fator de Veículos – AASHTO – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem e Estudo de Tráfego km 7,1)

Tabela 25 – Fator de Veículos – AASHTO – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 7,1

Cálculo do FV - AASHTO (Veículos Carregados) - DF-009 - Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (km 7,1)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,3273		2,3944				2,7218	24,14	0,6570
Pesados	3C	0,3273			1,6424			1,9697	3,76	0,0741
	4CD	0,6547			1,6424			2,2971	3,76	0,0864
Semi-reboques	2S2	0,3273		2,3944	1,6424			4,3642	0,00	0,0000
	2S3	0,3273		2,3944		2,1453		4,8670	0,00	0,0000
	3S2	0,3273			3,2848			3,6121	0,00	0,0000
	3S3	0,3273			1,6424	2,1453		4,1150	0,00	0,0000
Reboques	2C3	0,3273		4,7888	1,6424			6,7586	0,00	0,0000
	3C3	0,3273		2,3944	3,2848			6,0065	0,00	0,0000
	3D4	0,3273			4,9272			5,2545	0,00	0,0000
	2J4	0,3273		7,1833	1,6424			9,1530	0,00	0,0000
Ônibus	2CB	0,3273		2,3944				2,7218	54,67	1,4880
	3CB	0,3273					0,6324	0,9597	13,67	0,1312
TOTAL								52,0792	100,0	2,4367
60% do Total										1,4620

Fonte: do Autor

Tabela 26 – Fator de Veículos – AASHTO – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 7,1

Cálculo do FV - AASHTO (Veículos Vazios) - DF-009 - Sentido 2: Pq das Garças/DF-003 (km 7,1)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,0164		0,1199				0,1363	24,14	0,0329
Pesados	3C	0,0164			0,0220			0,0384	3,76	0,0014
	4CD	0,0328			0,0220			0,0220	3,76	0,0008
Semi-reboques	2S2	0,0164		0,1199	0,0220			0,1583	0,00	0,0000
	2S3	0,0164		0,1199		0,0192		0,1555	0,00	0,0000
	3S2	0,0164			0,0441			0,0604	0,00	0,0000
	3S3	0,0164			0,0220	0,0192		0,0577	0,00	0,0000
Reboques	2C3	0,0164		0,2398	0,0220			0,2782	0,00	0,0000
	3C3	0,0164		0,1199	0,0441			0,1803	0,00	0,0000
	3D4	0,0164			0,0661			0,0825	0,00	0,0000
	2J4	0,0164		0,3596	0,0220			0,3981	0,00	0,0000
Ônibus	2CB	0,0164		0,1199				0,1363	54,67	0,0745
	3CB	0,0164					0,0104	0,0267	13,67	0,0037
TOTAL								1,5944	100,00	0,1133
40% do Total										0,0453

Fonte: do Autor

FV = FV (60% Carregado) + FV (40% Vazios) → <u>FV = 1,5073</u> – km 7,1

Com o volume de tráfego coletado por técnicos do Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD), aplicando-se a taxa de crescimento geométrico anual de 4,34%, foi considerado que o ano de 2023 será destinado a elaboração do projeto de engenharia, processo licitatório e execução das obras de restauração da infraestrutura do pavimento da referida rodovia, e que a abertura da rodovia ao tráfego, ocorrerá em 2024. Sendo que o ano de 2033 será o final do horizonte de projeto.

Seguiu-se, então, com a determinação dos valores do número "N", no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizado no km 7,1; tendo em vista a metodologia preconizada pela AASHTO, calculado pela seguinte expressão:

N = 365 x VDM x Fv x Fr

Onde:

N = número equivalente de operações do eixo padrão;
VDM = volume diário médio de tráfego;
Fv = fator de veículo;
Fr = fator climático regional (FR = 1,0);

Tabela 27 – Número N – AASHTO – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Km 7,1

Projeção de Tráfego e Cálculo do Número N - AASHTO - DF-009 - Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (km 7,1)																		
Ano	Volume Diário Médio (VDM)													VDM Comercial	FV	FR	N	N Acumulado
	Médios	Pesados		Semi Reboques				Reboques				Ônibus						
	2C	3C	4CD	2S2	2S3	3S2	3S3	2C3	3C3	3D4	2J4	2CB	3CB					
2023	77	12,0	12,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	174,4	43,6	319	1,5073	1,0	1,76E+05	1,76E+05
2024	80,34	12,52	12,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	181,97	45,49	333	1,5073	1,0	1,83E+05	3,59E+05
2025	83,83	13,06	13,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	189,87	47,47	347	1,5073	1,0	1,91E+05	5,50E+05
2026	87,47	13,63	13,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	198,11	49,53	362	1,5073	1,0	1,99E+05	7,49E+05
2027	91,26	14,22	14,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	206,70	51,68	378	1,5073	1,0	2,08E+05	9,57E+05
2028	95,22	14,84	14,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	215,68	53,92	394	1,5073	1,0	2,17E+05	1,17E+06
2029	99,36	15,48	15,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	225,04	56,26	412	1,5073	1,0	2,26E+05	1,40E+06
2030	103,67	16,16	16,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	234,80	58,70	429	1,5073	1,0	2,36E+05	1,64E+06
2031	108,17	16,86	16,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	244,99	61,25	448	1,5073	1,0	2,47E+05	1,88E+06
2032	112,86	17,59	17,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	255,63	63,91	468	1,5073	1,0	2,57E+05	2,14E+06
2033	117,76	18,35	18,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	266,72	66,68	488	1,5073	1,0	2,68E+05	2,41E+06

Fonte: do Autor

Para o ano de 2024 – Ano de Abertura:

$N_{AASHTO} = 3{,}59x10^5$ – km 7,1

Para o ano de 2033 – Horizonte de Projeto:

$N_{AASHTO} = 2{,}41x10^6$ – km 7,1

4.7 Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem e Estudo de Tráfego km 8,8)

Tabela 28 – Quantidades de veículos comerciais de carga – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003

Médios	Pesados	Semirreboques	Reboques	Ônibus
318	151	17	17	369

Fonte: do Autor

Com relação à tipologia, classificação e percentual de distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus serão idênticos aos utilizados para o cálculo no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças.

4.7.1 Cálculo do Fator de Veículos (FV) – km 8,8

4.7.1.1 Fator de Veículos – USACE – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem e Estudo de Tráfego km 8,8)

Tabela 29 – Fator de Veículos – USACE – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 8,8

Cálculo do FV - USACE (Veículos Carregados) - DF-009 - Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (km 8,8)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,2779		3,2895				3,5674	36,47	1,3009
Pesados	3C	0,2779			8,5488			8,8267	8,66	0,7642
	4CD	0,5558			8,5488			9,1046	8,66	0,7883
Semi-reboques	2S2	0,2779		3,2895	8,5488			12,1162	0,29	0,0354
	2S3	0,2779		3,2895		9,2998		12,8672	0,29	0,0376
	3S2	0,2779			17,0976			17,3755	0,68	0,1186
	3S3	0,2779			8,5488	9,2998		18,1265	0,68	0,1237
Reboques	2C3	0,2779		6,5789	8,5488			15,4056	0,68	0,1051
	3C3	0,2779		3,2895	17,0976			20,6650	0,68	0,1410
	3D4	0,2779			25,6464			25,9243	0,29	0,0758
	2J4	0,2779		9,8684	8,5488			18,6951	0,29	0,0547
Ônibus	2CB	0,2779		3,2895				3,5674	33,85	1,2077
	3CB	0,2779					2,4148	2,6927	8,46	0,2279
TOTAL								165,3669	100,00	4,9810
60% do Total										2,9886

Fonte: do Autor

Tabela 30 – Fator de Veículos – USACE – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 8,8

Cálculo do FV - USACE (Veículos Vazios) - DF-009 - Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 8,8)										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,0172		0,0431				0,0603	36,47	0,0220
Pesados	3C	0,0172			0,0801			0,0973	8,66	0,0084
	4CD	0,0343			0,0801			0,1144	8,66	0,0099
Semi-reboques	2S2	0,0172		0,0431	0,0801			0,1404	0,29	0,0004
	2S3	0,0172		0,0431		0,1278		0,1880	0,29	0,0005
	3S2	0,0172			0,1602			0,1774	0,68	0,0012
	3S3	0,0172			0,0801	0,1278		0,2250	0,68	0,0015
Reboques	2C3	0,0172		0,0862	0,0801			0,1835	0,68	0,0013
	3C3	0,0172		0,0431	0,1602			0,2205	0,68	0,0015
	3D4	0,0172			0,2403			0,2575	0,29	0,0008
	2J4	0,0172		0,1293	0,0801			0,2266	0,29	0,0007
Ônibus	2CB	0,0172		0,0431				0,0603	33,85	0,0204
	3CB	0,0172					0,0425	0,0597	8,46	0,0051
TOTAL								1,9504	100,00	0,0736
40% do Total										0,0295

Fonte: do Autor

FV = FV (60% Carregado) + FV (40% Vazios) → <u>FV = 3,0180</u>

Com o volume de tráfego coletado por técnicos do Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD), aplicando-se a taxa de crescimento geométrico anual de 4,24%, foi considerado que o ano de 2023 será destinado a elaboração do projeto de engenharia, processo licitatório e execução das obras de restauração da infraestrutura do pavimento da referida rodovia, e que a abertura da rodovia ao tráfego, ocorrerá em 2024. Sendo que o ano de 2033 será o final do horizonte de projeto.

Seguiu-se, então, com a determinação dos valores do número "N", no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizado no km 8,8; tendo em vista a metodologia preconizada pela USACE, calculado pela seguinte expressão:

N = 365 x VDM x Fv x Fr

Onde:

N = número equivalente de operações do eixo padrão;

VDM = volume diário médio de tráfego;

Fv = fator de veículo;

Fr = fator climático regional (FR = 1,0);

Tabela 31 – Número N – USACE – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem e Estudo de Tráfego km 8,8)

Projeção de Tráfego e Cálculo do Número N - USACE - DF-009 - Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (km 8,8)																		
Ano	Volume Diário Médio (VDM)													VDM Comercial	FV	FR	N	N Acumulado
	Médios	Pesados		Semirreboques				Reboques				Ônibus						
	2C	3C	4CD	2S2	2S3	3S2	3S3	2C3	3C3	3D4	2J4	2CB	3CB					
2023	318	75,5	75,5	2,55	2,55	5,95	5,95	5,95	5,95	2,55	2,55	295,2	73,8	872	3,018	1,0	9,61E+05	9,61E+05
2024	331,48	78,70	78,70	2,66	2,66	6,20	6,20	6,20	6,20	2,66	2,66	307,72	76,93	909	3,0180	1,0	1,00E+06	1,96E+06
2025	345,54	82,04	82,04	2,77	2,77	6,47	6,47	6,47	6,47	2,77	2,77	320,76	80,19	948	3,0180	1,0	1,04E+06	3,01E+06
2026	360,19	85,52	85,52	2,89	2,89	6,74	6,74	6,74	6,74	2,89	2,89	334,36	83,59	988	3,0180	1,0	1,09E+06	4,09E+06
2027	375,46	89,14	89,14	3,01	3,01	7,03	7,03	7,03	7,03	3,01	3,01	348,54	87,14	1030	3,0180	1,0	1,13E+06	5,23E+06
2028	391,38	92,92	92,92	3,14	3,14	7,32	7,32	7,32	7,32	3,14	3,14	363,32	90,83	1073	3,0180	1,0	1,18E+06	6,41E+06
2029	407,97	96,86	96,86	3,27	3,27	7,63	7,63	7,63	7,63	3,27	3,27	378,72	94,68	1119	3,0180	1,0	1,23E+06	7,64E+06
2030	425,27	100,97	100,97	3,41	3,41	7,96	7,96	7,96	7,96	3,41	3,41	394,78	98,70	1166	3,0180	1,0	1,28E+06	8,93E+06
2031	443,30	105,25	105,25	3,55	3,55	8,29	8,29	8,29	8,29	3,55	3,55	411,52	102,88	1216	3,0180	1,0	1,34E+06	1,03E+07
2032	462,10	109,71	109,71	3,71	3,71	8,65	8,65	8,65	8,65	3,71	3,71	428,97	107,24	1267	3,0180	1,0	1,40E+06	1,17E+07
2033	481,69	114,36	114,36	3,86	3,86	9,01	9,01	9,01	9,01	3,86	3,86	447,16	111,79	1321	3,0180	1,0	1,46E+06	1,31E+07

Fonte: do Autor

Para o ano de 2024 – Ano de Abertura:

N_{USACE}= 1,96x10^6 – km 8,8

Para o ano de 2033 – Horizonte de Projeto:

N_{USACE}= 1,31x10^7 – km 8,8

4.8 Fator de Veículos – AASHTO – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Contagem e Estudo de Tráfego km 8,8)

Tabela 32 – Fator de Veículos – AASHTO – 60% com Carregamento Máximo Legal – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 8,8

Cálculo do FV - AASHTO (Veículos Carregados) - DF-009 - Sentido 2: Parque das Garças/DF-003										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,3273		2,3944				2,7218	36,47	0,9926
Pesados	3C	0,3273			1,6424			1,9697	8,66	0,1705
	4CD	0,6547			1,6424			2,2971	8,66	0,1989
Semi-reboques	2S2	0,3273		2,3944	1,6424			4,3642	0,29	0,0128
	2S3	0,3273		2,3944		2,1453		4,8670	0,29	0,0142
	3S2	0,3273			3,2848			3,6121	0,68	0,0246
	3S3	0,3273			1,6424	2,1453		4,1150	0,68	0,0281
Reboques	2C3	0,3273		4,7888	1,6424			6,7586	0,68	0,0461
	3C3	0,3273		2,3944	3,2848			6,0065	0,68	0,0410
	3D4	0,3273			4,9272			5,2545	0,29	0,0154
	2J4	0,3273		7,1833	1,6424			9,1530	0,29	0,0268
Ônibus	2CB	0,3273		2,3944				2,7218	33,85	0,9214
	3CB	0,3273					0,6324	0,9597	8,46	0,0812
TOTAL								52,0792	100,0	2,5736
60% do Total										1,5441

Fonte: do Autor

Tabela 33 – Fator de Veículos – AASHTO – 40% Vazios (sem carga) – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – km 8,8

Cálculo do FV - AASHTO (Veículos Vazios) - DF-009 - Sentido 2: Pq das Garças/DF-003										
Veículos		Quantidade de Eixo por Veículo						FV	% de Veículos	FV*%/100
		ESRS	CED	ESRD	TD	TT	TD(6p)			
Médios	2C	0,0164		0,1199				0,1363	36,47	0,0497
Pesados	3C	0,0164			0,0220			0,0384	8,66	0,0033
	4CD	0,0328			0,0220			0,0220	8,66	0,0019
Semi-reboques	2S2	0,0164		0,1199	0,0220			0,1583	0,29	0,0005
	2S3	0,0164		0,1199		0,0192		0,1555	0,29	0,0005
	3S2	0,0164			0,0441			0,0604	0,68	0,0004
	3S3	0,0164			0,0220	0,0192		0,0577	0,68	0,0004
Reboques	2C3	0,0164		0,2398	0,0220			0,2782	0,68	0,0019
	3C3	0,0164		0,1199	0,0441			0,1803	0,68	0,0012
	3D4	0,0164			0,0661			0,0825	0,29	0,0002
	2J4	0,0164		0,3596	0,0220			0,3981	0,29	0,0012
Ônibus	2CB	0,0164		0,1199				0,1363	33,85	0,0461
	3CB	0,0164					0,0104	0,0267	8,46	0,0023
TOTAL								1,5944	100,00	0,1096
40% do Total										0,0438

Fonte: do Autor

FV = FV (60% Carregado) + FV (40% Vazios) → <u>FV = 1,5880</u>

Com o volume de tráfego coletado por técnicos do Núcleo de Pesquisa e Coleta de Dados (NUPCD), aplicando-se a taxa de crescimento geométrico anual de 4,24%, foi considerado que o ano de 2023 será destinado a elaboração do projeto de engenharia, processo licitatório e execução das obras de restauração da infraestrutura do pavimento da referida rodovia, e que a abertura da rodovia ao tráfego, ocorrerá em 2024. Sendo que o ano de 2033 será o final do horizonte de projeto.

Seguiu-se, então, com a determinação dos valores do número “N”, no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, com a Contagem e Estudo de Tráfego realizado no km 8,8; tendo em vista a metodologia preconizada pela AASHTO, calculado pela seguinte expressão:

N = 365 x VDM x Fv x Fr

Onde:

N = número equivalente de operações do eixo padrão;
VDM = volume diário médio de tráfego;
Fv = fator de veículo;
Fr = fator climático regional (FR = 1,0);

Tabela 34 – Número N – AASHTO – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Km 8,8

Projeção de Tráfego e Cálculo do Número N - AASHTO - DF-009 - Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (km 8,8)																		
Ano	Volume Diário Médio (VDM)													VDM Comercial	FV	FR	N	N Acumulado
	Médios	Pesados		Semi Reboques				Reboques				Ônibus						
	2C	3C	4CD	2S2	2S3	3S2	3S3	2C3	3C3	3D4	2J4	2CB	3CB					
2023	318	75,5	75,5	2,55	2,55	5,95	5,95	5,95	5,95	2,55	2,55	295,2	73,8	872	1,5880	1,0	5,05E+05	5,05E+05
2024	331,48	78,70	78,70	2,66	2,66	6,20	6,20	6,20	6,20	2,66	2,66	307,72	76,93	909	1,5880	1,0	5,27E+05	1,03E+06
2025	345,54	82,04	82,04	2,77	2,77	6,47	6,47	6,47	6,47	2,77	2,77	320,76	80,19	948	1,5880	1,0	5,49E+05	1,58E+06
2026	360,19	85,52	85,52	2,89	2,89	6,74	6,74	6,74	6,74	2,89	2,89	334,36	83,59	988	1,5880	1,0	5,72E+05	2,15E+06
2027	375,46	89,14	89,14	3,01	3,01	7,03	7,03	7,03	7,03	3,01	3,01	348,54	87,14	1030	1,5880	1,0	5,97E+05	2,75E+06
2028	391,38	92,92	92,92	3,14	3,14	7,32	7,32	7,32	7,32	3,14	3,14	363,32	90,83	1073	1,5880	1,0	6,22E+05	3,37E+06
2029	407,97	96,86	96,86	3,27	3,27	7,63	7,63	7,63	7,63	3,27	3,27	378,72	94,68	1119	1,5880	1,0	6,48E+05	4,02E+06
2030	425,27	100,97	100,97	3,41	3,41	7,96	7,96	7,96	7,96	3,41	3,41	394,78	98,70	1166	1,5880	1,0	6,76E+05	4,70E+06
2031	443,30	105,25	105,25	3,55	3,55	8,29	8,29	8,29	8,29	3,55	3,55	411,52	102,88	1216	1,5880	1,0	7,05E+05	5,40E+06
2032	462,10	109,71	109,71	3,71	3,71	8,65	8,65	8,65	8,65	3,71	3,71	428,97	107,24	1267	1,5880	1,0	7,34E+05	6,14E+06
2033	481,69	114,36	114,36	3,86	3,86	9,01	9,01	9,01	9,01	3,86	3,86	447,16	111,79	1321	1,5880	1,0	7,66E+05	6,90E+06

Fonte: do Autor

Para o ano de 2024 – Ano de Abertura:

4.8.1 Número N - AASHTO – km – 8,8

$N_{AASHTO} = 1,03x10^6$ – km 8,8

Para o ano de 2033 – Horizonte de Projeto:

$N_{AASHTO} = 6,90x10^6$ – km 8,8

4.9 Análise Estatística das Deflexões Recuperáveis

A princípio como se trata de uma rodovia duplicada, os trechos definidos para a execução do Projeto de Restauração, são: Sentido 1: DF-003/Parque das Garças e o Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, sendo que o Sentido 1, com extensão aproximada de 10,6 e o Sentido 2 com extensão aproximada de 10,6 km, totalizando aproximadamente 21,2 km. Para o Sentido 1, foram determinados 7,0 (sete) trechos de características

homogêneas e para o Sentido 2, foram determinados 6,0 (seis) trechos com características homogêneas.

Para isso, utilizou-se o Método das Diferenças Acumuladas indicado pela AASHTO (1993) que tem como abordagem a comparação da sequência de somas cumulativas reais em uma série de medições com os valores resultantes da adição de médias. Ainda de acordo com AASHTO (1993) um limite de seção é indicado sempre que existir "Tendência" na série de diferenças de alterações cumulativas de positiva para negativa ou vice-versa. Esse procedimento consiste na seguinte sequência de cálculo:

- Calcula-se o valor médio da deflexão para todo o trecho (D);

- Calcula-se a diferença entre cada valor individual e o valor médio;

- Calculam-se os valores acumulados das diferenças;

- Gera-se em um gráfico, nas abscissas as distâncias e nas ordenadas os valores acumulados das diferenças.

- Cada variação de coeficiente angular da curva obtida indica uma mudança do comportamento médio de um determinado segmento para outro, delimitando as extremidades dos segmentos homogêneos.

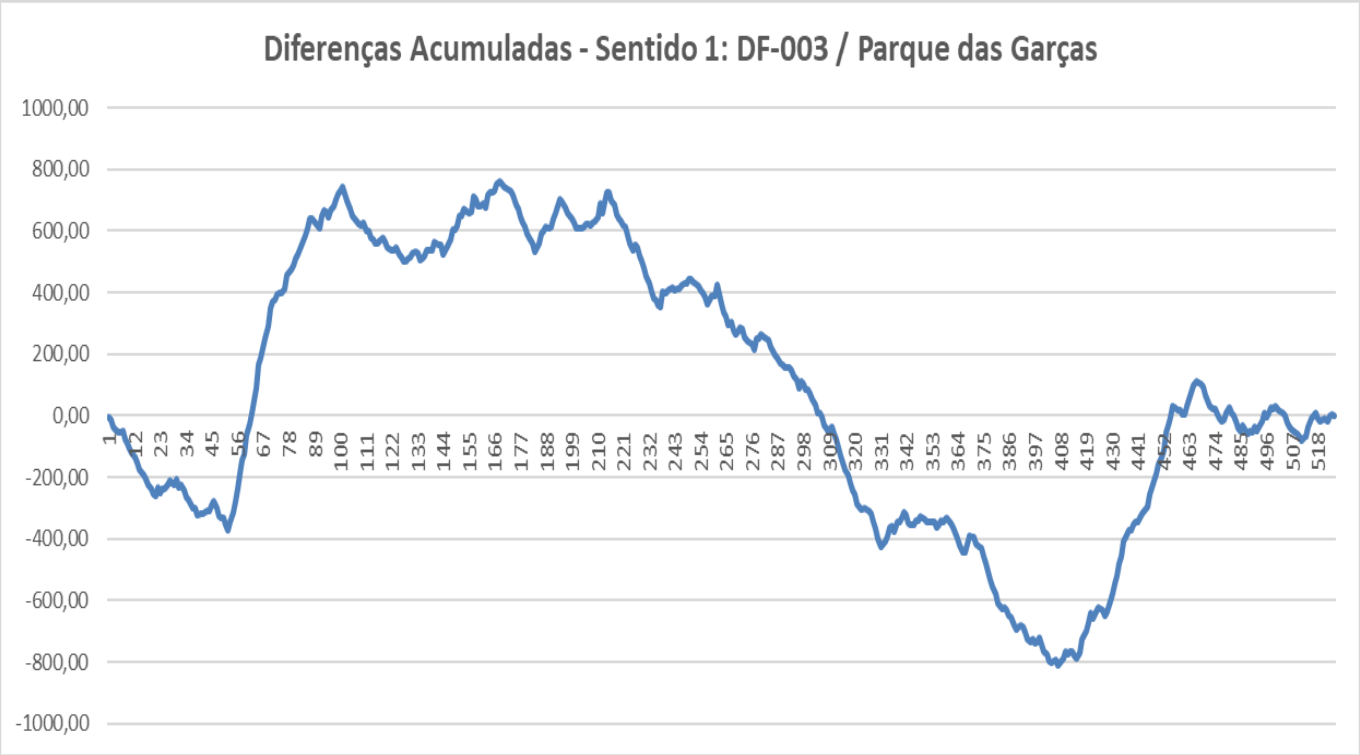
5.0 Subtrechos Homogêneos – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças

Para o Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, temos os seguintes subtrechos homogêneos definidos pelo critério deflectométrico:

- 1º Trecho Homogêneo: Km 0+000 até 1+320;
- 2º Trecho Homogêneo: Km 1+320 até 2+300;
- 3º Trecho Homogêneo: Km 2+300 até 4+560;
- 4º Trecho Homogêneo: Km 4+560 até 6+900;
- 5º Trecho Homogêneo: Km 6+900 até 8+420;
- 6º Trecho Homogêneo: Km 8+420 até 9+600, e;
- 7º Trecho Homogêneo: Km 9+600 até 10+780;

Analisando a Planilha contida no **Anexo E**, chegou-se ao seguinte valor médio das deflexões: ($52x10^{-2}$ mm) 52 centésimos de milímetros (0,01 mm).

Gráfico 1: Método das Diferenças Acumuladas – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças



Fonte: do Autor

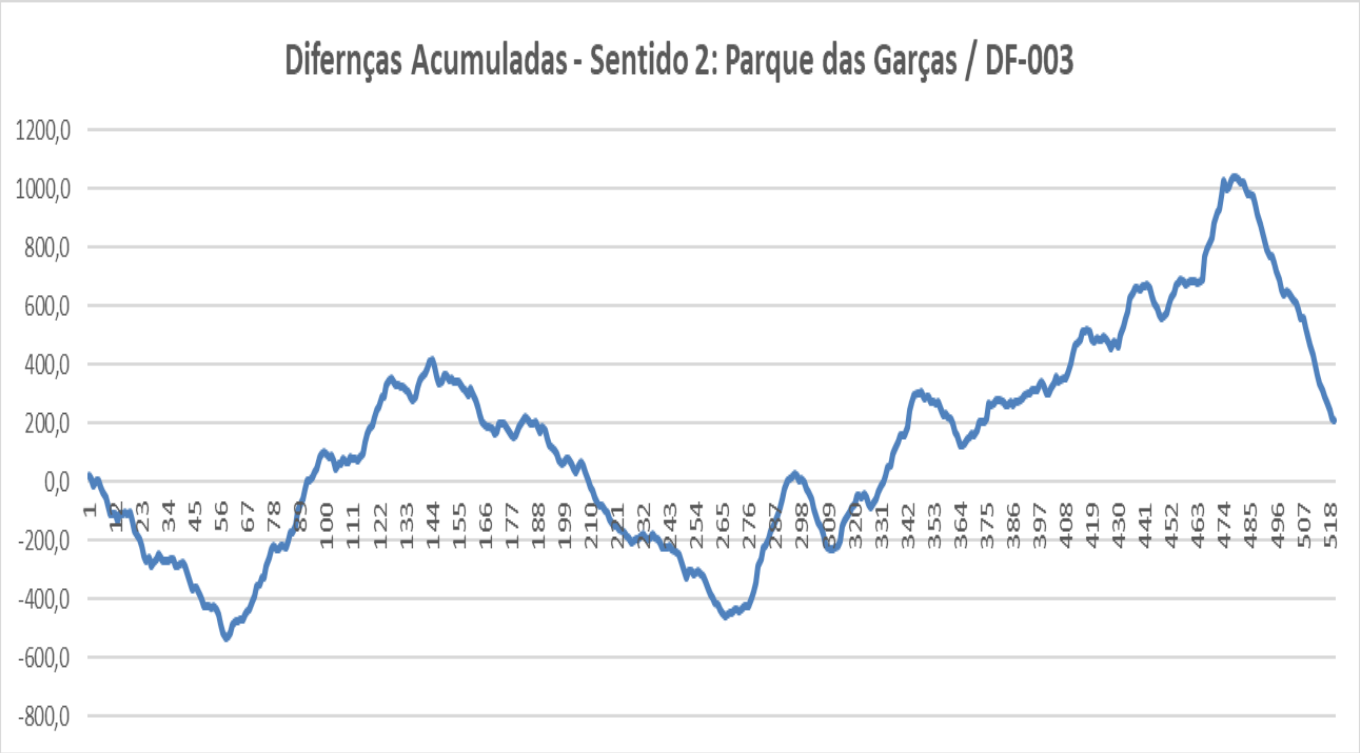
6.0 Subtrechos Homogêneos – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003

Para o Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, temos os seguintes subtrechos homogêneos definidos pelo critério deflectométrico:

- 8º Trecho Homogêneo: Km 0+000 até 1+140;
- 9º Trecho Homogêneo: Km 1+140 até 2+860;
- 10º Trecho Homogêneo: Km 2+860 até 5+300;
- 11º Trecho Homogêneo: Km 5+300 até 7+300;
- 12º Trecho Homogêneo: Km 7+300 até 9+300, e;
- 13º Trecho Homogêneo: Km 9+300 até 10+560.

Analisando a Planilha contida no **Anexo E**, chegou-se ao seguinte valor médio das deflexões: ($52x10^{-2}$ mm) 52 centésimos de milímetros (0,01 mm).

Gráfico 2: Método das Diferenças Acumuladas – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003



Fonte: do Autor

Após a definição dos trechos de características homogêneas e número de solicitações “N” de projeto, foram realizados estudos estatísticos (iterações) para cada trecho, de acordo com a norma DNER-PRO 11/79.

Para isso:

– Foram tabulados os valores individuais das deflexões recuperáveis encontradas (D_i);

– Calculou-se a média aritmética, D, dos valores individuais (média da amostra)

– Determinou-se o desvio padrão, σ;

– Foi estabelecido o intervalo de aceitação para os valores individuais, definindo-o através dos limites $D_o \pm z\ \sigma$, onde z será estimado em função de n (número de valores individuais – amostras), mediante o critério constante da tabela apresentada a seguir:

Tabela 35 – Determinação do Z em função de N

n	z
3	1
4	1,5
5 - 6	2
7 - 19	2,5
≥ 20	3

Fonte: DNER-PRO 11/79

Segue-se a eliminação de todos os valores individuais da distribuição situados fora do intervalo anteriormente definido, procedendo-se a um novo cálculo de D_o e σ com os valores remanescentes bem como a fixação dos novos limites do intervalo de aceitação $D_o \pm z\ \sigma$, para uma nova situação.

– O valor da deflexão característica é determinado, para cada uma das distribuições.

Tendo em vista que o solo do subleito em questão é argiloso/arenoso, e pelo fato do levantamento ter sido realizado no período seco, adotou-se o fator de correção sazonal de 1,20 (vide Tabela 23).

Tabela 36 – Fator de Correção Sazonal

Natureza do Subleito	Fator de Correção Sazonal	
	Estação Seca	Estação Chuvosa
Arenoso e Permeável	1,10 – 1,30	1,00
Argiloso e sensível à Umidade	1,20 – 1,40	1,00

Fonte: DNER-PRO 11/79

Para evitar o aparecimento de trincas no revestimento, foi necessário manter a deflexão do pavimento abaixo de um determinado valor (Deflexão Admissível – D_{adm}). Este valor

foi obtido pela seguinte expressão (correspondente às deflexões medidas com a carga padrão de 8,2 t por eixo):

$$\log D_{adm} = 3{,}01 - 0{,}176 \times \log N^{(USACE,\ AASHT0)}$$

7.0 Estudos das Camadas do Pavimento

Os ensaios realizados para as camadas de Base, Sub-base e Subleito estão descritos na sequência, podem ser observados em sua plenitude no **Anexo C**:

a) Determinação da massa específica aparente, “in situ” com emprego do Frasco de Areia Método de Ensaio DNER-ME 092/94;

b) Ensaios de Caracterização (Granulometria por Peneiramento, Limite de Liquidez e Plasticidade) pelos métodos DNER-ME 083/98, 122/94 e 082/94 respectivamente;

c) Compactação, de acordo com o método de ensaio 164/2013-ME, sendo 4,0 (quatro) pontos com energia do Proctor Modificado para Base, 4,0 (quatro) pontos com energia do Proctor Intermediário para Sub-base e 4,0 (quatro) pontos com energia do Proctor Normal para Subleito;

d) Índice de Suporte Califórnia (ISC) e Expansão, de acordo com a metodologia de ensaio DNIT 172/2016-ME, com energia do Proctor Modificado para Base e Proctor Intermediário para Sub-base e Proctor Normal para o Subleito.

7.1 Avaliação Objetiva da Superfície do Pavimento

A avaliação objetiva da superfície de pavimento consiste na classificação e levantamento das ocorrências aparentes na superfície do pavimento e na medida das deformações permanentes nas trilhas de roda. A avaliação permitiu determinar os seguintes parâmetros:

– *fa*: frequência absoluta, que corresponde ao número de vezes em que as ocorrências ou defeitos são verificados;

– *fr*: frequência relativa, que é a relação entre a frequência absoluta, *fa*, e o número n de estações inventariadas, multiplicada por 100;

– IGI: índice de gravidade individual, que é o resultado da multiplicação da frequência relativa, *fr*, pelo fator de ponderação, *fp*, adotado para cada tipo de ocorrência;

- IGG: índice de gravidade global, que é o somatório dos índices de gravidade individuais para cada segmento definido como homogêneo.

Nas planilhas a seguir encontram-se os resultados da Avaliação Objetiva da Superfície do Pavimento para o Sentido 1: DF-003/Parque das Garças com os 7 (sete) subtrechos de características homogêneas e para o Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 com os 6 (seis) subtrechos com características homogêneas.

7.1.1 Avaliação Objetiva do Pavimento - Subtrechos Homogêneos – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças

Tabela 37 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 1º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 0+000 ao km 1+320)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE TECNOLOGIA - GETEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 1		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): CLÁUDIA / TOLENTINO / SINVAL		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	DF - 003 / PARQUE DAS GARÇAS	REVESTIMENTO:	DATA: 02/06/2023	00+000	1+320

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2		FC-3		ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI	TRE	
									J	TB	JE	TBE											mm	mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
	fa		5	2	2	0	2	1	1	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12	100		
	fa considerada		4	1	1	0	1	0	1	0	7	5													SOMA
	n		52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	1,9		MEDIA
	fr		8	2	2	0	2	0	2	0	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	19	23	1,7		DESVIO
	fp		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
	IGI		2	0	0	0	0	0	1	0	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14	2,6		

IGG: **42** SITUAÇÃO: **REGULAR**

Página 3

Fonte: do Autor

Tabela 38 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 2º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 1+340 ao km 2+300)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE TECNOLOGIA - GETEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 2		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): CLÁUDIA / TOLENTINO / SINVAL		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	DF - 003 / PARQUE DAS GARÇAS	REVESTIMENTO:	DATA: 02/06/2023	1+340	2+300

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
		fa	14	4	1	2	9	5	4	0	13	1	1	0	2	1	0	0	5	0	0	7	444		
		fa considerada	9	3	1	0	2	3	4	0	12	1													SOMA
		n	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	9,1		MEDIA
		fr	18	6	2	0	4	6	8	0	24	2	2	0	4	2	0	0	10	0	0	14	8,8		DESVIO
		fp	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
		IGI	4	1	0	0	1	1	4	0	20	2	2	0	4	2	0	0	10	0	0	9	12,1		

Página 3

IGG: **59** SITUAÇÃO: **REGULAR**

Fonte: do Autor

Tabela 39 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 3º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 2+320 ao km 4+560)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE TECNOLOGIA - GETEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 3		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): CLÁUDIA / TOLENTINO / SINVAL		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	DF - 003 / PARQUE DAS GARÇAS	REVESTIMENTO:	DATA: 02/06/2023	2+320	4+560

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
4+560						X	X																2	0	"
		fa	18	12	5	13	23	25	3	0	47	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	42	466		
		fa considerada	8	2	1	2	6	12	3	0	47	0													SOMA
		n	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	4,1		MEDIA
		fr	7	2	1	2	5	11	3	0	42	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	37	3,3		DESVIO
		fp	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
		IGI	1	0	0	0	1	2	1	0	33	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	22	5,5		

Página 5

IGG: **63** SITUAÇÃO: **REGULAR**

Fonte: do Autor

Tabela 40 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 4º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 4+580 ao km 6+900)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 4		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): CLÁUDIA / TOLENTINO / SINVAL		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	DF - 003 / PARQUE DAS GARÇAS	REVESTIMENTO:	DATA: 02/06/2023	4+580	6+900

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
fa			2	7	10	7	7	14	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	354		
fa considerada			0	1	1	0	2	0	0	0	8	0													SOMA
n			117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	3,0		MEDIA
fr			0	1	1	0	2	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	2,1		DESVIO
fp			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
IGI			0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	4,0		

Página 5

IGG: **21** | SITUAÇÃO: **BOM**

Fonte: do Autor

Tabela 41 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 5º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 6+920 ao km 8+420)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 5		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): CLÁUDIA / TOLENTINO / SINVAL		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	DF - 003 / PARQUE DAS GARÇAS	REVESTIMENTO:	DATA: 02/06/2023	6+920	8+420

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
8+420											X												6	0	"
fa			0	8	1	8	6	14	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	199		
fa considerada			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													SOMA
n			76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	2,6		MEDIA
fr			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1,8		DESVIO
fp			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
IGI			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3,5		

Página 4

IGG: **6** | SITUAÇÃO: **ÓTIMO**

Fonte: do Autor

Tabela 42 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 6º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 8+440 ao km 9+600)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 6		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): CLÁUDIA / TOLENTINO / SINVAL		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	DF - 003 / PARQUE DAS GARÇAS	REVESTIMENTO:	DATA: 02/06/2023	8+440	9+600

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
fa considerada			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	120		SOMA
n			59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	2,1		MEDIA
fr			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	8	8	4,1		DESVIO
fp			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
IGI			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	5	2,8		

IGG: **9** SITUAÇÃO: **ÓTIMO**

Página 3

Fonte: do Autor

Tabela 43 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 7º Subtrecho Homogêneo – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças (Km 9+620 ao km 10+780)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 7		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): CLÁUDIA / TOLENTINO / SINVAL		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	DF - 003 / PARQUE DAS GARÇAS	REVESTIMENTO:	DATA: 02/06/2023	9+620	10+780

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
10+760											X											X	1	0	"
fa			0	1	2	0	4	6	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0		
fa considerada			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													SOMA
n			58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	0,0		MEDIA
fr			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12	1,8		DESVIO
fp			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
IGI			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0,0		

IGG: **8** SITUAÇÃO: **ÓTIMO**

Página 3

Fonte: do Autor

7.2 Avaliação Objetiva do Pavimento – Subtrechos Homogêneos – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003

Tabela 44 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 8º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 0+000 ao km 1+140)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE TECNOLOGIA - GETEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 8		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): SINVAL / TOLENTINO / CLÁUDIA		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	PARQUE DAS GARÇAS / DF - 003	REVESTIMENTO:	DATA: 31/05/2023 A 05/06/2023	00+000	1+140

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
1+140																							0	0	"
fa			6	4	3	7	4	8	1	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	72		
fa considerada			4	1	1	5	1	1	0	0	12	0													SOMA
n			58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	1,2		MEDIA
fr			7	2	2	9	2	2	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	1,8		DESVIO
fp			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
IGI			1	0	0	2	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1,7		

IGG: **27** SITUAÇÃO: **BOM**

Página 3

Fonte: do Autor

Tabela 45 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 9º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 1+160 ao km 2+860)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE TECNOLOGIA - GETEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 9		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): SINVAL / TOLENTINO / CLÁUDIA		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	PARQUE DAS GARÇAS / DF - 003	REVESTIMENTO:	DATA: 31/05/2023 A 05/06/2023	1+160	2+860

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
fa			15	8	2	8	6	6	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	17	204		
fa considerada			8	4	2	5	1	4	0	0	39	0													SOMA
n			86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	2,4		MEDIA
fr			9	5	2	6	1	5	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	20	1,9		DESVIO
fp			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
IGI			2	1	0	1	0	1	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	3,2		

IGG: **65** SITUAÇÃO: **REGULAR**

Página 4

Fonte: do Autor

Tabela 46 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 10º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 2+880 ao km 5+300)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE TECNOLOGIA - GETEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 10		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): SINVAL / TOLENTINO / CLÁUDIA		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	PARQUE DAS GARÇAS / DF - 003	REVESTIMENTO:	DATA: 31/05/2023 A 05/06/2023	2+880	5+300

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
5+280																							4	1	"
5+300																							5	1	"
fa			1	5	2	6	9	7	6	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	21	609		
fa considerada			0	3	0	4	4	3	6	0	23	0													SOMA
n			122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	5,0		MEDIA
fr			0	2	0	3	3	2	5	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	17	3,1		DESVIO
fp			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
IGI			0	0	0	1	1	0	2	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	6,7		

Página 5

IGG: **33** SITUAÇÃO: **BOM**

Fonte: do Autor

Tabela 47 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 11º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 5+320 ao km 7+300)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE TECNOLOGIA - GETEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 11		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): SINVAL / TOLENTINO / CLÁUDIA		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	PARQUE DAS GARÇAS / DF - 003	REVESTIMENTO:	DATA: 31/05/2023 A 05/06/2023	5+320	7+300

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
7+280			X	X																			6	0	"
7+300				X																			4	2	"
fa			1	4	6	4	12	5	3	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	586		
fa considerada			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													SOMA
n			101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	5,8		MEDIA
fr			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	2,1		DESVIO
fp			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
IGI			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	7,7		

Página 4

IGG: **26** SITUAÇÃO: **BOM**

Fonte: do Autor

Tabela 48 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 12º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 7+320 ao km 9+300)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE TECNOLOGIA - GETEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 12		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): SINVAL / TOLENTINO / CLÁUDIA		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	PARQUE DAS GARÇAS / DF - 003	REVESTIMENTO:	DATA: 31/05/2023 A 05/06/2023	7+320	9+300

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
9+300											X												6	3	"
fa			19	22	3	3	8	42	11	0	29	1	0	0	1	0	0	0	11	0	0	23	834		
fa considerada			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													SOMA
n			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	8,3		MEDIA
fr			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11	0	0	23	8,0		DESVIO
fp			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
IGI			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11	0	0	14	11,1		

Página 4

IGG: **26** | SITUAÇÃO: **BOM**

Fonte: do Autor

Tabela 49 – Avaliação da Superfície do Pavimento – 13º Subtrecho Homogêneo – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 (Km 9+320 ao km 10+960)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

DIRETORIA DE TECNOLOGIA - GETEC

NÚCLEO DE LABORATÓRIO DE ASFALTO E CONCRETO

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - DNIT 006/2003-PRO

PARA:	DITEC	SUBTRECHO: 13		PISTA DIREITA	FOLHA:
RODOVIA:	DF-009	OPERADOR(ES): SINVAL / TOLENTINO / CLÁUDIA		ESTACA / KM	ESTACA / KM
TRECHO:	PARQUE DAS GARÇAS / DF - 003	REVESTIMENTO:	DATA: 31/05/2023 A 05/06/2023	9+320	10+560

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTO				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS RODAS		OBSERVAÇÕES
			ISOLADA						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI mm	TRE mm	
			1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8			
fa			2	7	0	0	1	6	1	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10	205		
fa considerada			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													SOMA
n			55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	3,7		MEDIA
fr			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	18	3,9		DESVIO
fp			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	1,3		
IGI			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11	5,0		

IGG: **16** | SITUAÇÃO: **ÓTIMO**

Página 3

Fonte: do Autor

A tabela 50 extraída da Norma DNIT 006/2003 – PRO, classifica o pavimento em função do IGG.

Tabela 50 – Conceitos de Degradação

Conceitos	Limites
Ótimo	0<IGG≤20
Bom	20<IGG≤40
Regular	40<IGG≤80
Ruim	80<IGG≤160
Péssimo	IGG>160

Fonte: DNER-PRO 006/2003

Na tabela 51 constam os critérios para o cálculo do reforço da restauração conforme especifica a norma do DNER-PRO 11/79.

Tabela 51 – Critérios para Análise de Necessidades de Reforço

Situação	Deflexões	Qualidade Estrutural	Realizar estudos Complementares?	Critério de Cálculo de h_r	Medidas Corretivas
I	$D_p \leq d_{adm}$ R ≥100 m	Boa	Não	Dispensável	Apenas Superfície
II	$D_p > d_{adm}$ R ≥ 100 m	Regular caso $D_p \leq 3 \times D_{adm}$	Não	Deflectométrico	Reforço
		Má caso $D_p > 3 \times D_{adm}$	Sim	Deflectométrico e Resistência (CBR)	Reforço ou Reconstrução
III	$D_p \leq d_{adm}$ R < 100 m	Regular para Má	Sim	Deflectométrico e Resistência (CBR)	Reforço ou Reconstrução
IV	$D_p > d_{adm}$ R < 100 m	Má	Sim	Resistência (CBR)	Reforço ou Reconstrução
V	-	Má se IGG > 180	Sim	Resistência (CBR)	Reconstrução

Fonte: DNER-PRO 11/79

8. Análise Geral

De posse dos resultados dos ensaios acima estudados e seguindo as recomendações do Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos DNIT– IPR-720 e da IS-212 – Avaliação Estrutural, o Projeto de Reabilitação da estrutura do pavimento da rodovia DF-483, foi estudado preliminarmente por uma abordagem empírica baseando-se na análise deflectométrica abordado pela metodologia DNER-PRO 11/79 – Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis – Procedimento B, e, logo após, dando continuidade através de Verificação Mecanística.

8.1 Dimensionamento do Reforço do Pavimento – (DNER-PRO 11/79)

O dimensionamento em si é precedido de deflectometria, inventário dos defeitos, sondagens através da execução de janelas de inspeção com o objetivo de conhecer a estrutura do pavimento a ser restaurado, retirada de amostras e ensaios de laboratório.

Faz-se o tratamento estatístico das deflexões do trecho homogêneo; toma-se a deflexão característica como igual à média aritmética mais um desvio padrão. Calcula-se o número previsto de repetições de carga do eixo padrão de 8,2 tf e verifica-se qual a parcela da espessura do atual revestimento pode ser incorporada à espessura de reforço calculada; leva-se em conta a natureza e extensão das trincas (MEDINA e MOTTA, 2015).

A espessura necessária de reforço do pavimento em revestimento em Concreto Asfáltico Usinado a Quente - CAUQ foi calculada por meio dos resultados do Levantamento Deflectométrico executado para a avaliação estrutural, pela expressão retirada da Norma DNER-PRO 11/79 e chegou-se aos seguintes valores:

$$h_{cb} = 40xLog\left(\frac{D_p}{D_{Adm}}\right)$$

Para o cálculo da espessura de reforço para os subtrechos com características homogêneas do Sentido 1: DF-003/Parque das Garças serão da seguinte forma: para o Subtrecho 1 será considerado 50% do tráfego de veículos comerciais de carga e ônibus que trafegam no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, a partir da contagem e estudo de tráfego realizados no km 1,8; após observações realizadas em campo pelo Projetista, optou-se por utilizar os números N_{USACE} = 7,40x10^6 e N_{AASHTO} = 4,15x10^6. Para os

Subtrecho 2 e 3 serão utilizados os números N_{USACE} = 1,48x10^7 e N_{USACE} = 8,29x10^6, auferidos após contagem e estudo de tráfego no Sentido 1, localizada no km 1,8. Já para os Subtrechos: 4, 5, 6 e 7 serão utilizados os números N_{USACE} = 3,35x10^6 e N_{AASHTO} = 2,21X10^6, números estes obtidos a partir da contagem e estudo de tráfego realizado no km 8,0.

8.1.1 Dimensionamento do Reforço do Pavimento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrechos 1 ao 7 – (DNER-PRO 11/79)

Tabela 52 – Espessura Necessária de Reforço – 1º Subtrecho Homogêneo (0+000 ao 1+320)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA:	DF-009	TRECHO:	DF-003 / Parque das Garças

1º Subtrecho Homogêneo (Km 0+000 até 01+320)

Dados Iniciais

N	7,40E+06	USACE		N	4,15E+06	AASHTO	
LogN	6,87			LogN	6,62		
log(Dadm)	1,80	(0,01mm)		log(Dadm)	1,85	(0,01mm)	
Dadm	63,24	(0,01mm)		Dadm	70,02	(0,01mm)	

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
0+00	58	0+680	48	1+100	62								
0+20	52	0+720	78	1+120	58								
0+40	55	0+740	44	1+140	64								
0+60	53	0+760	64	1+160	63								
0+80	53	0+780	52	1+180	70								
0+100	55	0+800	66	1+200	66								
0+120	56	0+820	68	1+220	65								
0+160	56	0+840	58	1+240	68								
0+200	55	0+860	55	1+260	69								
0+240	48	0+880	68	1+280	70								
0+280	49	0+900	59	1+300	65								
0+320	48	0+920	58	1+320	68								
0+360	52	0+940	58										
0+360	56	0+960	55										
0+440	52	0+980	56										
0+480	48	1+000	58										
0+520	53	1+020	60										
0+560	57	1+040	60										
0+600	58	1+060	63										
0+640	58	1+080	62										

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	58,7	Média (Do)	59,8	Média (Do)	57,9	Média (Do)	
Dc	65,7	Dc	66,9	Dc	65,0	Dc	
σ	7,0	σ	7,1	σ	7,0	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	86,8	Dc + Z*σ	88,1	Dc + Z*σ	86,1	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	44,6	Dc - Z*σ	45,7	Dc - Z*σ	43,8	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final					
Média (Do)	57,9	(0,01mm)	Dc	65,0	
Desv Pad	7,0	(0,01mm)	Dp	77,9	
Fs	1,20		Dp>Dadm	Caso II	
Dp/Dadm 1,23	USACE	Dp/Dadm	1,11	AASHTO	

REFORÇO ENCONTRADO			
USACE		AASHTO	
Hr (cm)	3,63	Hr (cm)	1,86

Fonte: do Autor

Tabela 53 – Espessura Necessária de Reforço – 2º Subtrecho Homogêneo (1+340 ao 2+300)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA: DF-009 **TRECHO:** DF-003 / Parque das Garças

2º Subtrecho Homogêneo (Km 1+340 até 2+300)

Dados Iniciais

N	1,48E+07	USACE		N	8,29E+06	AASHTO	
LogN	7,17			LogN	6,92		
log(Dadm)	1,75	(0,01mm)		log(Dadm)	1,79	(0,01mm)	
Dadm	55,98	(0,01mm)		Dadm	61,99	(0,01mm)	

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
1+340	66	1+740	60	2+140	58								
1+360	66	1+760	55	2+160	50								
1+380	68	1+780	50	2+180	32								
1+400	78	1+800	56	2+200	54								
1+420	75	1+820	70	2+220	52								
1+440	72	1+840	60	2+240	68								
1+460	65	1+860	58	2+260	62								
1+480	78	1+880	56	2+280	52								
1+500	80	1+900	66	2+300	62								
1+520	72	1+920	54										
1+540	75	1+940	68										
1+560	73	1+960	65										
1+580	72	1+980	65										
1+600	65	2+000	66										
1+620	66	2+020	65										
1+640	63	2+040	50										
1+660	78	2+060	42										
1+680	75	2+080	42										
1+700	60	2+100	40										
1+720	52	2+120	69										

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	62,2	Média (Do)	60,0	Média (Do)	63,0	Média (Do)	
Dc	72,9	Dc	70,5	Dc	73,6	Dc	
σ	10,8	σ	10,5	σ	10,7	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	105,3	Dc + Z*σ	101,9	Dc + Z*σ	105,7	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	40,6	Dc - Z*σ	39,1	Dc - Z*σ	41,6	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)	63,0	(0,01mm)	Dc	73,6	
Desv Pad	10,7	(0,01mm)	Dp	88,4	
Fs	1,20		Dp>Dadm	Caso II	
Dp/Dadm 1,58	USACE		Dp/Dadm	1,43	AASHTO

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	7,93	Hr (cm)	6,16

Fonte: do Autor

Tabela 54 – Espessura Necessária de Reforço – 3º Subtrecho Homogêneo (2+320 ao 4+560)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA: DF-009 **TRECHO:** DF-003/Parque das Garças

3º Subtrecho Homogêneo (Km 2+320 até 4+560)

Dados Iniciais

N	1,48E+07	USACE		N	5,24E+06	AASHTO	
LogN	7,17			LogN	6,72		
log(Dadm)	1,75	(0,01mm)		log(Dadm)	1,83	(0,01mm)	
Dadm	55,98	(0,01mm)		Dadm	67,20	(0,01mm)	

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
2+320	30	2+720	48	3+120	48	3+520	38	3+920	34	4+320	56		
2+340	28	2+740	50	3+140	54	3+540	84	3+940	24	4+340	48		
2+360	26	2+760	60	3+160	20	3+560	58	3+960	66	4+360	60		
2+380	30	2+780	30	3+180	68	3+580	54	3+980	64	4+380	62		
2+400	44	2+800	42	3+200	64	3+600	56	4+000	84	4+400	48		
2+420	42	2+820	40	3+220	72	3+620	74	4+020	62	4+420	50		
2+440	40	2+840	52	3+240	84	3+640	60	4+040	66	4+440	60		
2+460	50	2+860	60	3+260	52	3+660	44	4+060	46	4+460	56		
2+480	60	2+880	60	3+280	68	3+680	44	4+080	58	4+480	68		
2+500	24	2+900	62	3+300	84	3+700	48	4+100	66	4+500	96		
2+520	56	2+920	58	3+320	52	3+720	48	4+120	70	4+520	22		
2+540	26	2+940	48	3+340	72	3+740	46	4+140	72	4+540	84		
2+560	48	2+960	32	3+360	46	3+760	38	4+160	74	4+560	86		
2+580	40	2+980	56	3+380	46	3+780	24	4+180	44				
2+600	54	3+000	60	3+400	56	3+800	38	4+200	36				
2+620	60	3+020	70	3+420	80	3+820	24	4+220	34				
2+640	58	3+040	52	3+440	44	3+840	32	4+240	44				
2+660	42	3+060	52	3+460	32	3+860	42	4+260	40				
2+680	34	3+080	80	3+480	52	3+880	28	4+280	38				
2+700	48	3+100	44	3+500	60	3+900	40	4+300	34				

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	51,5	Média (Do)	52,1	Média (Do)	51,3	Média (Do)	
Dc	67,8	Dc	68,6	Dc	67,8	Dc	
σ	16,3	σ	16,5	σ	16,5	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	116,8	Dc + Z*σ	118,0	Dc + Z*σ	117,3	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	18,9	Dc - Z*σ	19,2	Dc - Z*σ	18,3	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)	51,3	(0,01mm)	Dc	67,8	
Desv Pad	16,5	(0,01mm)	Dp	81,4	
Fs	1,20		Dp>Dadm	Caso II	
Dp/Dadm	1,45	USACE	Dp/Dadm	1,21	AASHTO

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	6,49	Hr (cm)	3,32

Fonte: do Autor

Tabela 55 – Espessura Necessária de Reforço – 4º Subtrecho Homogêneo (4+580 ao 6+900)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA: DF-009 **TRECHO:** DF-003 / Parque das Garças

4º Subtrecho Homogêneo (Km 4+580 até 6+900)

Dados Iniciais

N	3,35E+06	USACE		N	2,21E+06	AASHTO	
LogN	6,53			LogN	6,34		
log(Dadm)	1,86	(0,01mm)		log(Dadm)	1,89	(0,01mm)	
Dadm	72,71	(0,01mm)		Dadm	78,23	(0,01mm)	

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
4+580	52	4+980	44	5+380	44	5+780	50	6+180	38	6+580	32		
4+600	24	5+000	38	5+400	40	5+800	44	6+200	26	6+600	28		
4+620	38	5+020	46	5+420	28	5+820	38	6+220	72	6+620	34		
4+640	20	5+040	100	5+440	64	5+840	88	6+240	42	6+640	26		
4+660	42	5+060	48	5+460	66	5+860	50	6+260	38	6+660	28		
4+680	40	5+080	62	5+480	54	5+880	66	6+280	50	6+680	38		
4+700	40	5+100	56	5+500	86	5+900	44	6+300	38	6+700	22		
4+720	48	5+120	58	5+520	24	5+920	44	6+320	34	6+720	44		
4+740	24	5+140	44	5+540	20	5+940	48	6+340	36	6+740	40		
4+760	28	5+160	54	5+560	26	5+960	32	6+360	24	6+760	58		
4+780	30	5+180	52	5+580	36	5+980	40	6+380	52	6+780	48		
4+800	68	5+200	68	5+600	26	6+000	38	6+400	38	6+800	50		
4+820	44	5+220	56	5+620	60	6+020	40	6+420	26	6+820	40		
4+840	24	5+240	50	5+640	24	6+040	36	6+440	44	6+840	28		
4+860	36	5+260	64	5+660	40	6+060	46	6+460	36	6+860	26		
4+880	28	5+280	52	5+680	60	6+080	44	6+480	72	6+880	24		
4+900	24	5+300	44	5+700	66	6+100	54	6+500	28	6+900	24		
4+920	32	5+320	50	5+720	50	6+120	50	6+520	36				
4+940	24	5+340	42	5+740	26	6+140	44	6+540	26				
4+960	32	5+360	38	5+760	36	6+160	36	6+560	24				

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	42,2	Média (Do)	42,4	Média (Do)	41,4	Média (Do)	
Dc	57,3	Dc	57,4	Dc	56,3	Dc	
σ	15,1	σ	15,1	σ	14,9	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	102,4	Dc + Z*σ	102,6	Dc + Z*σ	101,1	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	12,1	Dc - Z*σ	12,2	Dc - Z*σ	11,5	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)		41,4	(0,01mm)	Dc	56,3
Desv Pad		14,9	(0,01mm)	Dp	67,6
Fs		1,20		Dp>Dadm	Caso II
Dp/Dadm	0,93	USACE		Dp/Dadm	0,86	AASHTO	

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	-1,28	Hr (cm)	-2,55

Fonte: do Autor

Tabela 56 – Espessura Necessária de Reforço – 5º Subtrecho Homogêneo (6+920 ao 8+420)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA:	DF-009	TRECHO:	DF-003 / Parque das Garças

5º Subtrecho Homogêneo (Km 6+920 até 8+420)

Dados Iniciais

N	3,35E+06	USACE		N	2,21E+06	AASHTO
LogN	6,53			LogN	6,34	
log(Dadm)	1,86	(0,01mm)		log(Dadm)	1,89	(0,01mm)
Dadm	72,71	(0,01mm)		Dadm	78,23	(0,01mm)

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
6+920	62	7+320	48	7+720	32	8+120	48						
6+940	58	7+340	54	7+740	42	8+140	34						
6+960	72	7+360	52	7+760	46	8+160	28						
6+980	78	7+380	34	7+780	28	8+180	44						
7+000	56	7+400	60	7+800	28	8+200	60						
7+020	34	7+420	66	7+820	26	8+220	40						
7+040	86	7+440	50	7+840	22	8+240	56						
7+060	52	7+460	64	7+860	34	8+260	66						
7+080	66	7+480	42	7+880	26	8+280	30						
7+100	68	7+500	46	7+900	24	8+300	28						
7+120	44	7+520	38	7+920	42	8+320	44						
7+140	26	7+540	32	7+940	44	8+340	32						
7+160	48	7+560	36	7+960	56	8+360	44						
7+180	52	7+580	30	7+980	40	8+380	60						
7+200	62	7+600	28	8+000	36	8+400	54						
7+220	56	7+620	54	8+020	48	8+420	36						
7+240	64	7+640	76	8+040	26								
7+260	46	7+660	82	8+060	40								
7+280	50	7+680	48	8+080	58								
7+300	44	7+700	50	8+100	58								

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	47,0	Média (Do)	46,5	Média (Do)	48,0	Média (Do)	
Dc	61,9	Dc	60,8	Dc	62,2	Dc	
σ	14,9	σ	14,2	σ	14,3	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	106,4	Dc + Z*σ	103,5	Dc + Z*σ	105,0	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	17,3	Dc - Z*σ	18,0	Dc - Z*σ	19,4	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)	48,0	(0,01mm)	Dc	62,2	
Desv Pad	14,3	(0,01mm)	Dp	74,7	
Fs	1,20		Dp>Dadm	Caso II	
Dp/Dadm 1,03	USACE		Dp/Dadm 0,95	AASHTO	

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	0,47	Hr (cm)	-0,81

Fonte: do Autor

Tabela 57 – Espessura Necessária de Reforço – 6º Subtrecho Homogêneo (8+440 ao 9+600)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA:	DF-009	TRECHO:	DF-003 / Parque das Garças

6º Subtrecho Homogêneo (Km 8+440 até 9+600)

Dados Iniciais

N	3,35E+06	USACE		N	2,21E+06	AASHTO
LogN	6,53			LogN	6,34	
log(Dadm)	1,86	(0,01mm)		log(Dadm)	1,89	(0,01mm)
Dadm	72,71	(0,01mm)		Dadm	78,23	(0,01mm)

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
8+440	60	8+840	68	9+240	76								
8+460	66	8+860	74	9+260	72								
8+480	72	8+880	86	9+280	86								
8+500	46	8+900	84	9+300	72								
8+520	62	8+920	78	9+320	74								
8+540	48	8+940	84	9+340	90								
8+560	40	8+960	76	9+360	76								
8+580	44	8+980	88	9+380	78								
8+600	70	9+000	66	9+400	78								
8+620	78	9+020	74	9+420	48								
8+640	68	9+040	52	9+440	46								
8+660	62	9+060	70	9+460	52								
8+680	82	9+080	64	9+480	38								
8+700	72	9+100	52	9+500	52								
8+720	38	9+120	66	9+520	76								
8+740	65	9+140	64	9+540	78								
8+760	64	9+160	64	9+560	72								
8+780	48	9+180	64	9+580	74								
8+800	48	9+200	82	9+600	68								
8+820	32	9+220	63										

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	65,9	Média (Do)	66,4	Média (Do)	64,4	Média (Do)	
Dc	80,0	Dc	80,5	Dc	78,4	Dc	
σ	14,1	σ	14,1	σ	14,1	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	122,2	Dc + Z*σ	122,6	Dc + Z*σ	120,6	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	37,8	Dc - Z*σ	38,3	Dc - Z*σ	36,3	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)		64,4	(0,01mm)	Dc	78,4
Desv Pad		14,1	(0,01mm)	Dp	94,1
Fs		1,20		Dp>Dadm	Caso II
Dp/Dadm	1,29	USACE		Dp/Dadm	1,20	AASHTO

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	4,48	Hr (cm)	3,21

Fonte: do Autor

Tabela 58 – Espessura Necessária de Reforço – 7º Subtrecho Homogêneo (9+620 ao 10+780)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA:	DF-009	TRECHO:	DF-003 / Parque das Garças

7º Subtrecho Homogêneo (Km 9+620 até 10+780)

Dados Iniciais

N	3,35E+06	USACE		N	2,21E+06	AASHTO	
LogN	6,53			LogN	6,34		
log(Dadm)	1,86	(0,01mm)		log(Dadm)	1,89	(0,01mm)	
Dadm	72,71	(0,01mm)		Dadm	78,23	(0,01mm)	

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
9+620	48	10+020	32	10+420	40								
9+640	46	10+040	46	10+440	44								
9+660	42	10+060	60	10+460	46								
9+680	26	10+080	48	10+480	44								
9+700	34	10+100	68	10+500	40								
9+720	36	10+120	40	10+520	60								
9+740	40	10+140	64	10+540	58								
9+760	54	10+160	70	10+560	84								
9+780	32	10+180	80	10+580	76								
9+800	40	10+200	40	10+600	64								
9+820	44	10+220	66	10+620	58								
9+840	56	10+240	66	10+640	38								
9+860	74	10+260	50	10+660	40								
9+880	70	10+280	60	10+680	56								
9+900	36	10+300	40	10+700	56								
9+920	40	10+320	46	10+720	44								
9+940	34	10+340	48	10+740	70								
9+960	30	10+360	44	10+760	56								
9+980	44	10+380	28	10+780	50								
10+000	72	10+400	42										

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	50,2	Média (Do)	50,4	Média (Do)	49,8	Média (Do)	
Dc	64,1	Dc	64,4	Dc	64,0	Dc	
σ	13,9	σ	14,0	σ	14,2	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	106,0	Dc + Z*σ	106,6	Dc + Z*σ	106,7	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	22,3	Dc - Z*σ	22,3	Dc - Z*σ	21,4	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)	49,8	(0,01mm)	Dc	64,0	
Desv Pad	14,2	(0,01mm)	Dp	76,8	
Fs	1,20		Dp>Dadm	Caso II	
Dp/Dadm	1,06	USACE	Dp/Dadm	0,98	AASHTO

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	0,96	Hr (cm)	-0,31

Fonte: do Autor

8.2 Dimensionamento do Reforço do Pavimento – Sentido 2: Parque das Garças /DF-003 - Subtrechos 8 ao 13 – (DNER-PRO 11/79)

Para o cálculo da espessura de reforço para os subtrechos com características homogêneas do Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, serão da seguinte forma: Para os Subtrechos: 8, 9, 10 e 11 serão utilizados os números N_{USACE} = 3,74x10^6 e N_{AASHTO} =

2,41X10^6, números estes obtidos a partir da contagem e estudo de tráfego realizado no km 7,1. Para o Subtrecho 12 serão considerados os números N_{USACE} = 1,31x10^7 e N_{AASHTO} = 6,90X10^6, números estes obtidos a partir da contagem e estudo de tráfego realizado no km 8,8. Para o Subtrecho 13 serão considerados os mesmos números N_{USACE} = 7,40x10^6 e N_{USACE} = 4,15x10^6 utilizados para o Subtrecho 1.

Tabela 59 – Espessura Necessária de Reforço – 8º Subtrecho Homogêneo (0+000 ao 1+140)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA:	DF-009	TRECHO:	Parque das Garças / DF-003

8º Subtrecho Homogêneo (Km 0+000 até 01+140)

Dados Iniciais

N	3,74E+06	USACE		N	2,41E+06	AASHTO
LogN	6,57			LogN	6,38	
log(Dadm)	1,85	(0,01mm)		log(Dadm)	1,89	(0,01mm)
Dadm	71,31	(0,01mm)		Dadm	77,05	(0,01mm)

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
0+00	70	0+400	36	0+800	40								
0+20	40	0+420	38	0+820	28								
0+40	32	0+440	26	0+840	26								
0+60	68	0+460	20	0+860	20								
0+80	52	0+480	34	0+880	60								
0+100	30	0+500	62	0+900	48								
0+120	32	0+520	24	0+920	30								
0+140	36	0+540	60	0+940	34								
0+160	22	0+560	66	0+960	30								
0+180	24	0+580	70	0+980	52								
0+200	52	0+600	40	1+000	50								
0+220	54	0+620	38	1+020	46								
0+240	28	0+640	50	1+040	58								
0+260	74	0+660	54	1+060	40								
0+280	48	0+680	56	1+080	34								
0+300	60	0+700	56	1+100	18								
0+320	48	0+720	28	1+120	22								
0+340	54	0+740	48	1+140	36								
0+360	24	0+760	58										
0+380	20	0+780	60										

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	42,5	Média (Do)	43,6	Média (Do)	42,9	Média (Do)	
Dc	57,8	Dc	58,4	Dc	57,5	Dc	
σ	15,3	σ	14,8	σ	14,6	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	103,7	Dc + Z*σ	102,7	Dc + Z*σ	101,3	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	11,9	Dc - Z*σ	14,0	Dc - Z*σ	13,6	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)	42,9	(0,01mm)	Dc	57,5	
Desv Pad	14,6	(0,01mm)	Dp	69,0	
Fs	1,20		Dp>Dadm	Caso II	
Dp/Dadm 0,97	USACE		Dp/Dadm 0,90	AASHTO	

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	-0,58	Hr (cm)	-1,92

Fonte: do Autor

Tabela 60 – Espessura Necessária de Reforço – 9º Subtrecho Homogêneo (1+160 ao 2+860)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA: DF-009 **TRECHO:** Parque das Garças / DF-003

9º Subtrecho Homogêneo (Km 1+160 até 2+860)

Dados Iniciais

N	3,74E+06	USACE		N	2,41E+06	AASHTO	
LogN	6,57			LogN	6,38		
log(Dadm)	1,85	(0,01mm)		log(Dadm)	1,89	(0,01mm)	
Dadm	71,31	(0,01mm)		Dadm	77,05	(0,01mm)	

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
1+160	58	1+560	40	1+960	58	2+360	60	2+760	78				
1+180	64	1+580	52	1+980	44	2+380	84	2+780	60				
1+200	80	1+600	66	2+000	42	2+400	74	2+800	66				
1+220	60	1+620	48	2+020	54	2+420	64	2+820	68				
1+240	52	1+640	50	2+040	36	2+440	84	2+840	74				
1+260	58	1+660	74	2+060	26	2+460	50	2+860	58				
1+280	54	1+680	76	2+080	68	2+480	92						
1+300	68	1+700	52	2+100	50	2+500	72						
1+320	64	1+720	76	2+120	68	2+520	56						
1+340	58	1+740	78	2+140	44	2+540	38						
1+360	78	1+760	68	2+160	52	2+560	40						
1+380	70	1+780	76	2+180	66	2+580	54						
1+400	77	1+800	77	2+200	46	2+600	46						
1+420	60	1+820	76	2+220	54	2+620	52						
1+440	72	1+840	52	2+240	42	2+640	40						
1+460	54	1+860	64	2+260	62	2+660	46						
1+480	80	1+880	68	2+280	66	2+680	32						
1+500	77	1+900	62	2+300	82	2+700	42						
1+520	67	1+920	85	2+320	78	2+720	62						
1+540	64	1+940	62	2+340	70	2+740	86						

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	61,7	Média (Do)	61,3	Média (Do)	62,5	Média (Do)	
Dc	75,7	Dc	75,9	Dc	77,0	Dc	
σ	14,0	σ	14,6	σ	14,5	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	117,9	Dc + Z*σ	119,8	Dc + Z*σ	120,4	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	33,6	Dc - Z*σ	32,1	Dc - Z*σ	33,5	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)	62,5	(0,01mm)	Dc	77,0	
Desv Pad	14,5	(0,01mm)	Dp	92,4	
Fs	1,20		Dp>Dadm	Caso II	
Dp/Dadm 1,30	USACE	Dp/Dadm	1,20	AASHTO	

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	4,49	Hr (cm)	3,15

Fonte: do Autor

Tabela 61 – Espessura Necessária de Reforço – 10º Subtrecho Homogêneo (2+880 ao 5+300)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA: DF-009 **TRECHO:** Parque das Garças / DF-003

10º Subtrecho Homogêneo (Km 2+880 até 5+300)

Dados Iniciais

N	3,74E+06	USACE		N	2,41E+06	AASHTO	
LogN	6,57			LogN	6,38		
log(Dadm)	1,85	(0,01mm)		log(Dadm)	1,89	(0,01mm)	
Dadm	71,31	(0,01mm)		Dadm	77,05	(0,01mm)	

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
2+880	26	3+280	35	3+680	44	4+080	78	4+480	38	4+880	46	5+280	38
2+900	30	3+300	45	3+700	50	4+100	62	4+500	44	4+900	48	5+300	42
2+920	42	3+320	46	3+720	58	4+120	42	4+520	36	4+920	42		
2+940	58	3+340	50	3+740	32	4+140	24	4+540	56	4+940	30		
2+960	74	3+360	46	3+760	36	4+160	28	4+560	60	4+960	32		
2+980	50	3+380	36	3+780	70	4+180	28	4+580	52	4+980	35		
3+000	34	3+400	60	3+800	38	4+200	38	4+600	60	5+000	72		
3+020	60	3+420	78	3+820	26	4+220	32	4+620	58	5+020	54		
3+040	40	3+440	52	3+840	28	4+240	35	4+640	40	5+040	40		
3+060	52	3+460	54	3+860	44	4+260	46	4+660	50	5+060	56		
3+080	48	3+480	40	3+880	44	4+280	48	4+680	56	5+080	60		
3+100	42	3+500	40	3+900	40	4+300	38	4+700	60	5+100	38		
3+120	42	3+520	42	3+920	26	4+320	44	4+720	42	5+120	46		
3+140	46	3+540	46	3+940	40	4+340	32	4+740	48	5+140	32		
3+160	34	3+560	58	3+960	56	4+360	40	4+760	38	5+160	39		
3+180	76	3+580	78	3+980	64	4+380	40	4+780	36	5+180	34		
3+200	34	3+600	66	4+000	50	4+400	52	4+800	52	5+200	38		
3+220	26	3+620	58	4+020	36	4+420	38	4+820	48	5+220	34		
3+240	32	3+640	68	4+040	38	4+440	46	4+840	60	5+240	48		
3+260	31	3+660	36	4+060	36	4+460	48	4+860	40	5+260	34		

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	45,3	Média (Do)	45,3	Média (Do)	45,2	Média (Do)	
Dc	57,6	Dc	57,9	Dc	57,9	Dc	
σ	12,3	σ	12,6	σ	12,7	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	94,6	Dc + Z*σ	95,9	Dc + Z*σ	95,9	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	20,7	Dc - Z*σ	20,0	Dc - Z*σ	19,9	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)	45,2	(0,01mm)	Dc	57,9	
Desv Pad	12,7	(0,01mm)	Dp	69,5	
Fs	1,20		Dp>Dadm	Caso II	
Dp/Dadm	0,97	USACE	Dp/Dadm	0,90	AASHTO

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	-0,46	Hr (cm)	-1,80

Fonte: do Autor

Tabela 62 – Espessura Necessária de Reforço – 11º Subtrecho Homogêneo (5+320 ao 7+300)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA: DF-009 **TRECHO:** Parque das Garças / DF-003

11º Subtrecho Homogêneo (Km 5+320 até 7+300)

Dados Iniciais

N	3,74E+06	USACE		N	2,41E+06	AASHTO	
LogN	6,57			LogN	6,38		
log(Dadm)	1,85	(0,01mm)		log(Dadm)	1,89	(0,01mm)	
Dadm	71,31	(0,01mm)		Dadm	77,05	(0,01mm)	

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
5+320	60	5+720	72	6+120	26	6+520	36	6+920	54				
5+340	56	5+740	78	6+140	18	6+540	68	6+940	56				
5+360	48	5+760	76	6+160	40	6+560	66	6+960	32				
5+380	66	5+780	80	6+180	48	6+580	72	6+980	58				
5+400	50	5+800	84	6+200	52	6+600	74	7+000	48				
5+420	50	5+820	78	6+220	54	6+620	66	7+020	36				
5+440	52	5+840	62	6+240	60	6+640	72	7+040	54				
5+460	68	5+860	58	6+260	70	6+660	80	7+060	46				
5+480	48	5+880	58	6+280	98	6+680	62	7+080	56				
5+500	54	5+900	50	6+300	70	6+700	90	7+100	22				
5+520	80	5+920	32	6+320	70	6+720	66	7+120	32				
5+540	74	5+940	58	6+340	66	6+740	78	7+140	60				
5+560	80	5+960	40	6+360	64	6+760	74	7+160	38				
5+580	110	5+980	32	6+380	68	6+780	52	7+180	46				
5+600	76	6+000	38	6+400	76	6+800	50	7+200	38				
5+620	88	6+020	26	6+420	56	6+820	84	7+220	24				
5+640	56	6+040	20	6+440	46	6+840	104	7+240	36				
5+660	76	6+060	26	6+460	60	6+860	84	7+260	20				
5+680	84	6+080	34	6+480	40	6+880	72	7+280	50				
5+700	60	6+100	34	6+500	32	6+900	56	7+300	56				

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	57,5	Média (Do)	56,6	Média (Do)	58,3	Média (Do)	
Dc	77,0	Dc	75,9	Dc	77,6	Dc	
σ	19,5	σ	19,3	σ	19,3	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	135,6	Dc + Z*σ	133,8	Dc + Z*σ	135,5	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	18,5	Dc - Z*σ	18,0	Dc - Z*σ	19,8	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)	58,3	(0,01mm)	Dc	77,6	
Desv Pad	19,3	(0,01mm)	Dp	93,2	
Fs	1,20		Dp>Dadm	Caso II	
Dp/Dadm 1,31	USACE		Dp/Dadm 1,21	AASHTO	

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	4,64	Hr (cm)	3,30

Fonte: do Autor

Tabela 63 – Espessura Necessária de Reforço – 12º Subtrecho Homogêneo (7+320 ao 9+300)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA: DF-009 **TRECHO:** Parque das Garças / DF-003

12º Subtrecho Homogêneo (Km 7+320 até 9+300)

Dados Iniciais

N	1,31E+07	USACE		N	6,90E+06	AASHTO
LogN	7,12			LogN	6,84	
log(Dadm)	1,76	(0,01mm)		log(Dadm)	1,81	(0,01mm)
Dadm	57,20	(0,01mm)		Dadm	64,03	(0,01mm)

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
7+320	72	7+720	60	8+120	56	8+520	38	8+940	28				
7+340	56	7+740	50	8+140	56	8+540	74	8+960	40				
7+360	64	7+760	60	8+160	68	8+560	42	8+980	56				
7+380	48	7+780	56	8+180	75	8+600	44	9+000	62				
7+400	68	7+800	62	8+200	77	8+620	92	9+020	80				
7+420	80	7+820	60	8+220	76	8+640	80	9+040	74				
7+440	52	7+840	52	8+240	60	8+660	72	9+060	68				
7+460	48	7+860	60	8+260	61	8+680	60	9+080	69				
7+480	68	7+880	52	8+280	80	8+700	78	9+100	55				
7+500	98	7+900	56	8+300	50	8+720	70	9+120	60				
7+520	48	7+920	64	8+320	54	8+740	62	9+140	48				
7+540	60	7+940	68	8+340	48	8+760	54	9+160	42				
7+560	58	7+960	40	8+360	24	8+780	46	9+180	56				
7+580	56	7+980	22	8+380	48	8+800	60	9+200	58				
7+600	52	8+000	52	8+400	62	8+820	52	9+220	52				
7+620	46	8+020	66	8+420	44	8+840	58	9+240	50				
7+640	40	8+040	70	8+440	50	8+860	40	9+260	44				
7+660	48	8+060	72	8+460	68	8+880	24	9+280	60				
7+680	64	8+080	40	8+480	36	8+900	28	9+300	58				
7+700	44	8+100	54	8+500	40	8+920	38						

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	56,5	Média (Do)	55,6	Média (Do)	55,6	Média (Do)	
Dc	70,7	Dc	69,4	Dc	69,3	Dc	
σ	14,2	σ	13,8	σ	13,7	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	113,3	Dc + Z*σ	110,8	Dc + Z*σ	110,5	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	28,1	Dc - Z*σ	28,0	Dc - Z*σ	28,1	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)		55,6	(0,01mm)	Dc	69,3
Desv Pad		13,7	(0,01mm)	Dp	83,2
Fs		1,20		Dp>Dadm	Caso II
Dp/Dadm	1,45	USACE		Dp/Dadm	1,30	AASHTO

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	6,50	Hr (cm)	4,54

Fonte: do Autor

Tabela 64 – Espessura Necessária de Reforço – 13º Subtrecho Homogêneo (9+320 ao 10+960)

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL
DIRETORIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - DITEC
GERÊNCIA DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS - GETEC

REFORÇO ESTRUTURAL - NORMA DNER PRO 011/79

Data:

RODOVIA: DF-009 **TRECHO:** Parque das Garças / DF-003

13º Subtrecho Homogêneo (Km 9+320 até 10+560)

Dados Iniciais

N	7,40E+06	USACE		N	4,15E+06	AASHTO	
LogN	6,87			LogN	6,62		
log(Dadm)	1,80	(0,01mm)		log(Dadm)	1,85	(0,01mm)	
Dadm	63,24	(0,01mm)		Dadm	70,02	(0,01mm)	

Dados Coletados

Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do	Estaca	Do
9+320	122	9+740	42	10+540	24								
9+340	60	9+780	22	10+580	50								
9+360	74	9+820	16	10+620	20								
9+380	68	9+860	20	10+660	22								
9+400	76	9+900	22	10+700	20								
9+420	76	9+940	20	10+740	18								
9+440	50	9+980	24	10+780	20								
9+460	78	10+020	32	10+820	18								
9+480	82	10+060	48	10+860	24								
9+500	26	10+100	32	10+900	24								
9+520	60	10+140	22	10+940	32								
9+540	66	10+180	20	10+960	30								
9+560	52	10+220	22										
9+580	42	10+260	36										
9+600	42	10+300	45										
9+620	40	10+340	46										
9+640	45	10+380	40										
9+660	45	10+420	45										
9+680	48	10+460	46										
9+700	42	10+500	30										

Análise inicial		1ª Interação		2ª Interação		3ª Interação	
Média (Do)	40,9	Média (Do)	37,4	Média (Do)	41,8	Média (Do)	
Dc	62,5	Dc	57,9	Dc	62,5	Dc	
σ	21,6	σ	20,5	σ	20,7	σ	
Z	3	Z	3	Z	3	Z	
Dc + Z*σ	127,2	Dc + Z*σ	119,3	Dc + Z*σ	124,7	Dc + Z*σ	
Dc - Z*σ	-2,3	Dc - Z*σ	-3,5	Dc - Z*σ	0,3	Dc - Z*σ	
Nova interação	SIM	Nova interação	SIM	Nova interação	NÃO	Nova interação	

Resultado Final

Média (Do)	41,8	(0,01mm)	Dc	62,5	
Desv Pad	20,7	(0,01mm)	Dp	75,0	
Fs	1,20		Dp>Dadm	Caso II	
Dp/Dadm 1,19	USACE		Dp/Dadm 1,07	AASHTO	

REFORÇO ENCONTRADO

USACE		AASHTO	
Hr (cm)	2,96	Hr (cm)	1,20

Fonte: do Autor

Com base na tabela 51, extraída da Norma DNER-PRO 11/79, a DF-009, em ambos os sentidos foram enquadradas na hipótese II ($D_p \leq 3 \times D_{adm}$) - critério de cálculo é o deflectométrico e as medidas corretivas auferidas através da aplicação da especificação citada acima seria a aplicação de reforço do revestimento. Mesmo o método de cálculo exigindo apenas o critério deflectométrico, foram realizadas janelas de inspeção, em

ambos os sentidos, para promover a verificação das condições das camadas do pavimento e também do subleito. De modo a promover o refinamento das soluções de reforço, será objeto de estudo individualizado de cada subtrecho levando em consideração os critérios mecanicistas empíricos. Será calculado de maneira individual o reforço e os demais serviços necessários ao processo de restauração da infraestrutura do pavimento da referida rodovia, tendo como primeira proposta a solução encontrada através da aplicação das fórmulas para encontrar o reforço pelo critério deflectométrico, considerando a metodologia da USACE. Caso este não seja aprovado, será realizada a continuação até que se encontre o reforço necessário para atender ambos os critérios.

Foram identificados através dos estudos funcionais do revestimento asfáltico, que este é constituído por Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), em alguns pontos foram executados recapeamentos utilizando Concreto Asfáltico, foram detectados alguns defeitos funcionais, tais como: trincas longitudinais e transversais, remendos, trincas em "couro de jacaré", desgaste etc.

Após análise dos resultados auferidos através dos cálculos das espessuras dos reforços em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), utilizando a metodologia que consta na Especificação Técnica DNER - PRO 011/1979, levando em consideração o critério deflectométrico, tanto no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças quanto no Sentido 2: Parque das Garças, resultou nas seguintes espessuras, considerando os números de repetições (N de projeto) USACE e AASHTO, no Sentido 1, conforme descrito na tabela 40. E, também no Sentido 2, de acordo com a tabela 41.

Tabela 65 – Resumo das Espessuras Necessárias de Reforço – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças

Espessuras do Reforço (cm)				
	SUBTRECHO HOMOGÊNEOS			
	Sentido 1: DF-003/Pq das Garças			
USACE	1	3,63 cm	5	0,47 cm
AASHTO	1	1,86 cm	5	- 0,81 cm
USACE	2	7,93 cm	6	4,48 cm
AASHTO	2	6,16 cm	6	3,21 cm
USACE	3	6,49 cm	7	0,96 cm
AASHTO	3	3,32 cm	7	- 0,31 cm
USACE	4	- 1,28 cm		
AASHTO	4	- 2,55 cm		

Fonte: do Autor

Tabela 66 – Resumo das Espessuras Necessárias de Reforço – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003

Espessuras do Reforço (cm)				
	SUBTRECHO HOMOGÊNEOS			
	Sentido 2: Pq das Garças/DF-003			
USACE	8	- 0,58 cm	11	4,64 cm
AASHTO	8	- 1,92 cm	11	3,30 cm
USACE	9	4,49 cm	12	6,50 cm
AASHTO	9	3,15 cm	12	4,54 cm
USACE	10	- 0,46 cm	13	2,96 cm
AASHTO	10	- 1,80 cm	13	1,19 cm

Fonte: do Autor

Diante das constatações através dos resultados dos ensaios de sondagem executados em laboratório, serão avaliadas em cada subtrecho homogêneo, as condições de grau de compactação das camadas do pavimento e da camada de subleito, bem como se haverá necessidade ou não de remover o revestimento asfáltico existente para aplicar a nova camada de reforço.

Com o intuito de proceder as devidas correções das anomalias funcionais e estruturais presentes no pavimento da referida via, em algum dos subtrechos poderá haver a necessidade de fazer a incorporação de agregados britados, aglomerantes para a estabilização e recompactação de camadas do pavimento e também poderá ocorrer eventualmente a melhoria de capacidade de suporte das camadas do pavimento.

9.0 Parâmetros Mecanísticos para o Pavimento da Rodovia DF-009, trecho: DF-003/Parque das Garças

9.1 Programa de Computador Modelos de Previsão de Desempenho Utilizados

Tendo sido utilizado a metodologia presente na Norma (DNER-PRO 011/79), para o desenvolvimento dos cálculos para o dimensionamento das espessuras da camada de reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), de modo que será feito para cada subtrecho homogêneo separadamente a verificação mecanicista empírica da estrutura do pavimento.

Diante dos dados expostos e dos ensaios executados e para uma avaliação mecanicista empírica da solução com base granular, foram obtidos os módulos de resiliência das camadas de subleito, sub-base, pela metodologia descrita na IP-08/2004 da PMSP e/ou descrita na IP-DE-P00/001 do DER-SP.

A análise mecanística de pavimentos consiste na avaliação das tensões e deformações em pontos específicos da estrutura, provocadas pelo carregamento do tráfego, e na aplicação de modelos de previsão de desempenho.

De acordo com Medina e Motta (2005), no dimensionamento mecanístico, parte-se de espessuras admitidas para as camadas do pavimento e calcula-se o estado de tensões e deformações com o objetivo de comparar com valores limites estabelecidos.

Para o cálculo das tensões, deformações e deslocamentos na estrutura de pavimento admitida são utilizados programas computacionais. Os valores obtidos são então comparados com valores admissíveis calculados por meio dos modelos de fadiga e deformações permanentes disponíveis na literatura, até se chegar a uma estrutura compatível com o tráfego previsto para o período de projeto.

De forma geral, adota-se um modelo estrutural para as camadas do pavimento e para o carregamento do tráfego e, com o auxílio do software específico AEMC – Módulo de Cálculo de Tensões e Deformações – v. 2.4.2 (Jun/2020), programa desenvolvido por Filipe Augusto Cinque de Proença Franco, D. Sc., feito download a partir do site do DNIT – IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Trata-se de um programa desenvolvido com base teoria das camadas elásticas e no método das diferenças finitas, considerando modelagem do tipo elástico linear. Neste tipo de modelagem os valores dos módulos de resiliência dos materiais são constantes, isto é, não variam com o estado de tensões aplicado, são calculadas as tensões e deformações em determinados pontos da estrutura. Os valores calculados são então comparados com valores admissíveis obtidos mediante a aplicação de modelos de previsão de desempenho.

Para pavimentos flexíveis normalmente são verificados os seguintes critérios:

– **Deflexão**: verifica-se o deslocamento vertical recuperável na superfície do revestimento;

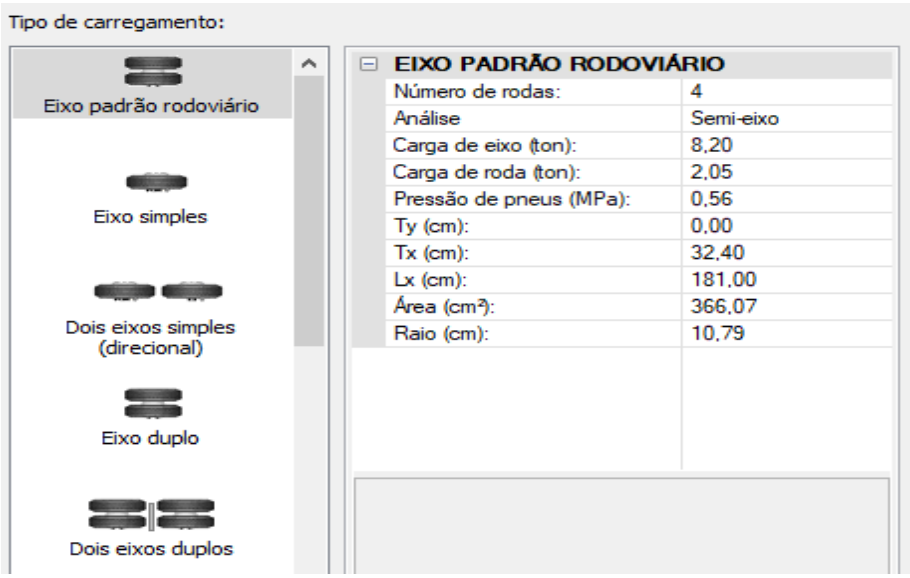
– **Fadiga do revestimento asfáltico**: verifica-se a deformação específica horizontal de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico;

– **Subleito**: verifica-se a deformação específica vertical no topo do solo de fundação (subleito).

No caso de pavimentos semirrígidos, além dos critérios listados anteriormente, verifica-se também o problema do trincamento por fadiga na camada de base cimentada, que costuma ser o problema mais crítico neste tipo de pavimento.

De acordo com a instrução de Projeto de Pavimentação do DER/SP (IP-DE-P00/001), as cargas a serem inseridas na análise mecanicista devem simular o eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN (8,2 toneladas), utilizando quatro pontos de aplicação de carga de 20 kN (2,05 toneladas) cada e pressão de contato pneu pavimento de 0,560 MPa (5,60 kgf/cm²).

Figura 2: Tipo de Carregamento – Eixo Padrão



Fonte: Quadro Software AEMC

Para verificação das tensões e deformações na estrutura do pavimento foram tomados dois pontos de análise:

– (X=0 cm; Y=0 cm);
– (X=17 cm; Y=0 cm);

Na tabela 48 é apresentada a relação entre o ponto analisado e o tipo de defeito que se deseja avaliar na estrutura do pavimento.

Tabela 67 – Pontos Analisados/Defeitos

Localização do Ponto	Resultado de Interesse	Defeito Avaliado
Topo da superfície da camada de revestimento	Deslocamento/Deflexão (D)	Trincamento do revestimento por fadiga
Fibra inferior da camada de revestimento	Tensão ou deformação de tração (σ_t e ε_t)	Trincamento do revestimento por fadiga
Topo da superfície da camada de subleito	Tensão ou deformação de compressão (σ_v e ε_v)	Deformação permanente

Fonte: do Autor

Nesta análise será utilizado o programa AEMC – Análise Elástica de Múltiplas Camadas, para o cálculo das tensões e deformações solicitantes na estrutura do pavimento.

Para a seleção dos modelos de avaliação de desempenho considerados nas análises, recorreu-se às orientações da Instrução de Projeto de Pavimentação do DER/SP (IP-DE-P00/001 – Jan/2016). Assim, foram selecionados os seguintes modelos:

a) Deslocamento Vertical Recuperável (Deflexão).

O deslocamento vertical recuperável máximo da superfície do pavimento que também é denominado deflexão. Para a verificação deste critério foi considerada a equação do método ***DNER-PRO 11/79***.

– DNER-PRO 11/79

$$log\ D_{Adm} = 3{,}01 - 0{,}176 x log\ N^{(USACE)}$$

Sendo:

N = número equivalente de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN acumulado para o período de projeto, segundo a metodologia do **USACE**;

D_{Adm} = deflexão admissível, em 0,01 mm.

b) Deformação Específica de Tração (εt) da Fibra Inferior da Camada de Concreto Asfáltico.

Dentre as inúmeras equações de fadiga desenvolvida por pesquisadores em estudos nacionais e internacionais, recomenda-se para a camada de revestimento de concreto asfáltico o emprego de umas das expressões matemáticas cujos parâmetros são indicados nas seguintes equações:

$$N = K \times (1/\varepsilon t)^n$$

Onde:
N: número equivalente de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN acumulado para o período de projeto;
εt: deformação específica horizontal na tração;
K e n: coeficientes determinados por regressões lineares.

– FHWA (1976):

$$N = 1{,}092 \times 10^{-6} \times (1/\varepsilon_t)^{3{,}512}$$

Obs: Deve-se considerar que o número *N* resultante é o obtido pela metodologia da ***AASHTO.***

c) Deformação Vertical no Topo da Camada de Subleito.

Para análise da deformação específica vertical de compressão atuante no topo do subleito foi utilizada a equação desenvolvida por *Dormon & Metcalf* (1965), constante da Instrução de Pavimentação do DER-SP, expressos pelas seguintes equações:

$$N = K \times (1/\varepsilon_V)^n \text{ (Equação 07)}$$

– Dormon & Metcalf (1965):

$$N = 6{,}069 \times 10^{-10} \times (1/\varepsilon_v)^{4{,}762} \text{ (Equação 08)}$$

Sendo:

N = número equivalente de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de *80 KN*. Acumulado para o período de projeto, segundo metodologia do *USACE;*

$\boldsymbol{\varepsilon_v}$ = deformação específica de compressão no topo do subleito.

9.2 Parâmetros de Resistência dos Materiais

O cálculo das tensões e deformações atuantes na estrutura do pavimento, resultantes da aplicação das cargas solicitantes, exige o conhecimento das características elásticas dos materiais, como Módulo de Resiliência e Coeficiente de Poisson.

Estes parâmetros podem ser obtidos por meio da realização de ensaios de laboratório específicos para os materiais constituintes das camadas do pavimento. Entretanto, como não se dispõe dos referidos ensaios para os materiais indicados para a estrutura do pavimento, os valores dos módulos de resiliência e coeficientes de Poisson foram obtidos mediante consulta à valores típicos disponíveis em fontes bibliográficas.

A Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – apresenta alguns valores típicos de coeficientes de Poisson, também são apresentados valores típicos de módulo de resiliência ou elasticidade para os materiais das camadas de pavimentos, conforme Tabelas 68 e 69.

Tabela 68 – Valores Usuais de Coeficiente de Poisson

Material	Intervalo de Valores de Coeficiente de *Poisson*	Valor Recomendado de Coeficiente de *Poisson*
Concreto de cimento *Portland*	0,10 – 0,20	0,15
Materiais estabilizados com cimento	0,15 – 0,30	0,20
Misturas asfálticas	0,15 – 0,45	0,30
Materiais granulares	0,30 – 0,40	0,35
Solos do subleito	0,30 – 0,50	0,40

Fonte: Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006

Tabela 69 – Valores Típicos de Módulos de Resiliência

Materiais	Intervalo de Valores de Módulos de Resiliência (Mpa)
Concretos Asfálticos:	
Revestimento (CAP 50/70)	2000 – 5000
Revestimento (CAP 30 /45)	2500 – 4500
Binder (CAP 50/70)	2000 – 3000
Binder (CAP 30 /45)	2500 – 4000
Materiais Granulares:	
Brita Graduada	150 – 300
Macadame Hidráulico	250 – 450
Materiais Estab. Quimicamente	
Solo Cimento	5000 – 10000
Brita Graduada Tratada com Cimento	7000 – 18000
Concreto Compactado com Rolo	7000 – 22000
Concreto de Cimento Portland	30000 – 35000
Solos Finos em Base e Sub-base	150 – 300
Solos Finos em Subleito e Reforço do Subleito	
Solos de Comportamento Laterítico LA, LA', LG'	100 – 200
Solos de Comportamento não Laterítico	25 – 75
Solos Finos Melhorados com Cimento para Reforço de Subleito	200 – 400
Concreto de Cimento Portland	28000 – 45000

Fonte: Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006

Na IP–08/2004 PMSP Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento também são apresentados valores típicos de módulo de resiliência ou elasticidade para os materiais das camadas de pavimentos, conforme Tabela 70.

Tabela 70 – Estimativas dos Módulos de Resiliência

CAMADAS	TIPOS	ESTIMATIVAS EM MPa
SUBLEITO	LATERÍTICO (LA' e LG')	$E_{SL} = 22,0\ (CBR)^{0,8}$
	NÃO LATERÌTICO (NS' e NG')	$E_{SL} = 18.0\ (CBR)^{0,64}$
	ARENOSO *POUCO OU* NÃO COESIVO (LA, NA e NA')	$E_{SL} = 14,0\ (CBR)^{0,7}$
REFORÇO	LATERÍTICO (LA' e LG')	$E_{REF} = 22.0\ (CBR)^{0,8}$
	NÃO LATERÍTICO (NA' e NG')	$E_{REF} = 18,0(CBR_{REF})^{0,64} \times \sqrt[3]{\frac{3CBR_{SL}}{CBR_{REF}}}$
SUB-BASE	GRANULAR	$E_{REF} = 18,0(CBR_{SB})^{0,64} \times \sqrt[3]{\frac{3CBR_{SL}}{CBR_{SB}}}$
BASE	GRANULAR	$100 \leq E_B \leq 500$
	BETUMINOSA	$800 \leq E_B \leq 1.000$
	CIMENTADA (BGTC)	$5.000 \leq E_B \leq 15.000$
MISTURAS BETUMINOSAS	CONCRETO ASFÁLTICO (C.A.)	$3.000 \leq E_{CA} \leq 5.000$
	PRÉ-MISTURADO A QUENTE (PMQ)	$2.000 \leq E_{PMQ} \leq 2.500$
	BINDER	$1.400 \leq E_{BD} \leq 1.800$
	PRÉ-MISTURADO A FRIO (PMF) *OU* MACADAME BETUMINOSO SELADO	$1.000 \leq E_{PMF} \leq 1.400$

Fonte: Prefeitura Municipal de São Paulo – IP-08/2004- PMSP

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

Para a composição da camada de base, composta por Material Granular Terroso (cascalho), tendo como referência valores compreendidos no intervalo de 100 a 500 MPa e também a IP–08/2004-PMSP – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

Para as camadas de Concreto Asfáltico Usinado a Quente *(CAUQ),* que estão executadas atualmente nos Subtrechos 1 ao 13, adotou-se o Módulo de Resiliência igual a **2500 *MPa***, para a execução de retroanálise da estrutura do pavimento. Já para as Camadas de Reforço, que serão executas posteriormente, no momento da execução obra de restauração do pavimento asfáltico, com revestimento em Concreto Asfáltico Usinado a Quente *(CAUQ)* faixa "C" *DNIT,* adotou-se o Módulo de Resiliência igual a ***3500 MPa***, valor este também compreendido entre os limites informados pela Instrução de Projeto de Pavimentos do DER-SP (2000 a 5000 Mpa – CAP 50/70). Será adotada a Densidade igual a 2,4 g/cm^3 e Coeficiente de Poisson igual a 0,30.

Para a camada de revestimento em **Concreto Asfáltico Usinado a Quente *(CAUQ)* faixa "C" *DNIT,* Asfalto Modificado por Polímero (AMP) – 60/85-E**, adotou-se o módulo de resiliência igual a ***5500 Mpa***, valor este também compreendido entre os limites obtidos através de trabalhos científicos e publicações da ABEDA – Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto. Será adotada densidade igual 2,4 g/cm^3 e Coeficiente de Poisson igual a 0,30.

10.0 Propostas de Restauração do Pavimento

Conforme detalhado anteriormente, as proposições para promover a restauração do pavimento da rodovia em questão serão realizadas por subtrecho homogêneo, com análises individuais, sendo que serão analisados os dados oriundos da Gerência de Geotecnia por intermédio dos Relatórios de autoria do NULSO/GETEC/DITEC, os dados referentes às camadas do pavimento estudado, bem como condições de grau de compactação, umidade das camadas e capacidade de suporte, entre outros. **Anexo C**

10.1 Parâmetros para o Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrechos 1 ao 7

10.1.1 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 1 - (km 0+000 ao km 1+320)

Para o Subtrecho 1 será utilizado 50% da quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, após observações realizadas em campo pelo Projetista, com isso, o Número N_{USACE} = 7,40x10^6 e N_{AASHTO} = 4,15x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção 01, localizada no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

10.1.2 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,380 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

10.1.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,670 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

10.1.4 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,850 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 71 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 1

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

10.1.5 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 1.

10.1.5.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 1 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 65, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, foi de 3,63 cm de espessura, pela impossibilidade de aplicação de uma espessura tão esbelta, iniciaremos os cálculos com a espessura de reforço em CAUQ igual a 4,0 cm. O reforço será calculado considerando a espessura apresentada de concreto asfáltico existente na faixa mais carregada **(Anexo F),** que neste caso, tem

espessura igual a 5,50 cm. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 4,00 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);

- Revestimento em CAUQ, e = 5,50 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 13,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 10,00 cm;

- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 72 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,0 cm – Subtrecho 1 (Km 0+000 ao km 1+320) – Critério Deflectométrico

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	7,40E+06							
N AASHTO	4,15E+06							
ESTRUTURA 1 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 1 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	4,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	13,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	10,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	4,15E+06	2,62E-04	2,92E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	7,40E+06	4,19E-04	2,15E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	7,40E+06	63,24	54,22	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 5,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 5,50 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 13,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 10,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 73 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,00 cm – Subtrecho 1

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	7,40E+06							
N AASHTO	4,15E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA-3 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 1								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	5,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	13,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	10,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (εT) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo εt	Solicitante AEMC εt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	4,15E+06	2,62E-04	2,70E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (εV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo εt	Solicitante AEMC εv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	7,40E+06	4,19E-04	1,99E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	7,40E+06	63,24	51,78	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados obtidos, podemos constatar que a estrutura verificada foi reprovada na deformação de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 5,50 cm (Reforço);

- Revestimento em CAUQ, e = 5,50 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 13,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 10,00 cm;

- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 74 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,50 cm – Aprovada – Subtrecho 1

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA							
N USACE	7,40E+06						
N AASHTO	4,15E+06						
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA-3' - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 1							
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson			
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	5,50	35000	0,30			
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,50	25000	0,30			
Base	Mat. Granular Terroso	13,00	3000	0,35			
Sub-base	Material Granular Terroso	10,00	2000	0,37			
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40			
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO							
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	4,15E+06	**2,62E-04**	**2,61E-04**	**Aprovado**
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO							
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	7,40E+06	**4,19E-04**	**1,91E-04**	**Aprovado**
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO							
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	7,40E+06	**63,24**	**50,62**	**Aprovado**

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos.

10.1.5.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 1 – Reforço – AMP 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,50 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 5,50 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 13,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 10,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 75 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,50 cm – Subtrecho 1

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	7,40E+06							
N AASHTO	4,15E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 20 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 1								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	3,50	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	13,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	10,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	4,15E+06	2,62E-04	2,71E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	7,40E+06	4,19E-04	2,01E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	7,40E+06	63,24	52,73	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados obtidos, podemos constatar que a estrutura verificada foi reprovada na deformação de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 4,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 5,50 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 13,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 10,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 76 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 4,00 cm – Subtrecho 1 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA							
N USACE	7,40E+06						
N AASHTO	4,15E+06						
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 19 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 1							
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson			
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	4,00	50000	0,30			
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,50	25000	0,30			
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	13,00	3000	0,35			
Sub-base	Material Granular Terroso	10,00	2000	0,37			
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40			
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO							
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	4,15E+06	**2,62E-04**	**2,60E-04**	**Aprovado**
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO							
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	7,40E+06	**4,19E-04**	**1,88E-04**	**Aprovado**
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO							
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	7,40E+06	**63,24**	**51,42**	**Aprovado**

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos.

10.2 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 2 - (km 1+320 ao km 2+300)

Para o Subtrecho 2 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, com isso, o Número N_{USACE} = 1,48x10^7 e N_{AASHTO} = 8,29x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

10.2.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,380 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

10.2.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,670 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

10.2.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,850 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 77 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 2

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

10.2.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 2.

10.2.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 2 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 65, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, foi de 7,93 cm de espessura, iniciaremos os cálculos com a espessura de CAUQ igual a 8,00 cm. O reforço será calculado considerando o valor médio das espessuras das faixas 1 e 2 de concreto asfáltico existente **(Anexo E)**. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- **Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 8,00 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 6,50 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Subleito em Material Granular Terroso.**

Tabela 78 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 8,00 cm – Aprovada – Subtrecho 2

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	1,48E+07							
N AASHTO	8,29E+06							
ESTRUTURA 4 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 2 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	8,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	6,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (εT) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo εt	Solicitante AEMC εt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	8,29E+06	2,15E-04	1,99E-04	Aprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (εV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo εt	Solicitante AEMC εv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	1,48E+07	3,62E-04	1,05E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	1,48E+07	55,98	42,63	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atende aos critérios quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

10.2.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 2 – Reforço – AMP – 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura de reforço necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa “C”, e = 6,00 cm (Reforço);

- Revestimento em CAUQ, e = 6,50 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 79 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 6,00 cm – Subtrecho 2

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	1,48E+07							
N AASHTO	8,29E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 10 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 2								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	6,00	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	6,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	8,29E+06	2,15E-04	2,20E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	1,48E+07	3,62E-04	1,14E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	1,48E+07	55,98	42,99	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa “C”, e = 6,50 cm (Reforço);

- Revestimento em CAUQ, e = 6,50 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 80 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 6,50 cm – Subtrecho 2 – Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	1,48E+07							
N AASHTO	8,29E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 9 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 2								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	6,50	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	6,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (ET) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Et	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	8,29E+06	2,15E-04	2,12E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (EV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Ev	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	1,48E+07	3,62E-04	1,10E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	1,48E+07	55,98	42,12	Aprovado

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos.

10.3 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 3 - (km 2+300 ao km 4+560)

Para o Subtrecho 3 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, com isso, o Número N_{USACE} = 1,48x10^7 e N_{AASHTO} = 8,29x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

10.3.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,380 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

10.3.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,670 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

10.3.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,850 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 81 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 3

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

10.3.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 3.

10.3.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 3 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 65, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, foi de 6,49 cm de espessura, neste caso iniciaremos os cálculos com a espessura de CAUQ igual a 6,50 cm. O reforço será calculado considerando a espessura igual a 8,00 cm; de concreto asfáltico existente na faixa mais carregada **(Anexo E)**. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 6,50 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);
- Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 82 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 6,50 cm – Subtrecho 3 (Critério Deflectométrico)

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA							
N USACE	1,48E+07						
N AASHTO	8,29E+06						
ESTRUTURA 5 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 3 - Critério Deflectométrico							
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson			
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	6,50	35000	0,30			
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30			
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35			
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37			
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40			
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (εT) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO							
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo εt	Solicitante AEMC εt	Verificação
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	8,29E+06	2,15E-04	2,88E-04	Reprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (εV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO							
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo εt	Solicitante AEMC εv	Verificação
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	1,48E+07	3,62E-04	1,50E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO							
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	1,48E+07	55,98	47,48	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliado pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- **Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 7,50 cm (Reforço);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Subleito em Material Granular Terroso.**

Tabela 83 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 7,50 cm – Subtrecho 3

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	1,48E+07							
N AASHTO	8,29E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 7 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 3								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	7,50	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	8,29E+06	2,15E-04	2,38E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	1,48E+07	3,62E-04	1,40E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	1,48E+07	55,98	45,67	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados obtidos, podemos constatar que a estrutura verificada foi reprovada na deformação de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 8,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 84 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 8,0 cm – Subtrecho 3 – Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	1,48E+07							
N AASHTO	8,29E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 8 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 3								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	8,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	8,29E+06	2,15E-04	2,13E-04	Aprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	1,48E+07	3,62E-04	1,35E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	1,48E+07	55,98	39,89	Aprovado	

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos.

10.3.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 3 – Reforço – AMP – 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura de reforço necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 5,50 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 85 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 5,50 cm – Subtrecho 3

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	1,48E+07							
N AASHTO	8,29E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 12 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 3								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	5,50	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	8,29E+06	2,15E-04	2,16E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	1,48E+07	3,62E-04	1,13E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	1,48E+07	55,98	41,43	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 6,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 86 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 6,00 cm – Subtrecho 3 – Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA							
N USACE	1,48E+07						
N AASHTO	8,29E+06						
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 11 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 3							
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson			
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	6,00	50000	0,30			
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30			
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35			
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37			
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40			
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (ET) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO							
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Et	Verificação
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	8,29E+06	2,15E-04	2,07E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (EV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO							
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Ev	Verificação
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	1,48E+07	3,62E-04	1,06E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO							
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	1,48E+07	55,98	43,89	Aprovado

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos.

10.4 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 4 - (km 4+560 ao km 6+900)

Para o Subtrecho 4 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, com isso, o Número N_{USACE} = 3,35x10^6 e N_{AASHTO} = 2,21x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

10.4.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***
Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,410 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

10.4.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,690 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

10.4.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,885 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 87 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 4

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

10.4.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 4.

10.4.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 4 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 65, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, neste caso se for levado apenas em consideração a espessura obtida através da Norma DNER o trecho não precisaria de intervenções de reforço, pois apresentou como resultado de reforço uma espessura com sinal negativo, igual a – 1,28 cm, a partir destas informações, iniciaremos os cálculos com a espessura de reforço em CAUQ igual a 3,0 cm, que a menor espessura capaz de ser aplicada. O reforço será calculado considerando a espessura apresentada de concreto asfáltico existente na faixa mais carregada **(Anexo E),** que neste caso, será considerado uma espessura igual a 8,0 cm. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em CAUQ, Faixa “C”, e = 3,00 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);
- Revestimento em CAUQ, e = 8,0 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 88 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 4 (Km 4+560 ao km 6+900) – Critério Deflectométrico

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,35E+06							
N AASHTO	2,21E+06							
ESTRUTURA 21 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 4 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	3,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,21E+06	3,13E-04	2,78E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,35E+06	4,95E-04	1,91E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,35E+06	72,71	48,78	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

10.4.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 4 – Reforço – AMP 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa “C”, e = 3,00 cm (Reforço);

- Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 89 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 4 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,35E+06							
N AASHTO	2,21E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 22 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 4								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	3,00	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,21E+06	**3,13E-04**	**2,56E-04**	**Aprovado**	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,35E+06	**4,95E-04**	**1,75E-04**	**Aprovado**	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,35E+06	**72,71**	**47,93**	**Aprovado**	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

10.5 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 5 - (km 6+900 ao km 8+420)

Para o Subtrecho 5 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, com isso, o Número N_{USACE} = 3,35x10^6 e N_{AASHTO} = 2,21x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

10.5.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***
Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,410 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

10.5.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,690 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

10.5.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,885 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 90 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 5

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

10.5.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 5.

10.5.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 5 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 65, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, foi de 0,47 cm de espessura, pela impossibilidade de aplicação de uma espessura tão esbelta, iniciaremos os cálculos com a espessura de reforço em CAUQ igual a 3,0 cm. O reforço será calculado considerando a espessura apresentada de concreto asfáltico existente na faixa mais carregada **(Anexo E),** que neste caso, tem espessura igual a 5,50 cm. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- **Revestimento em CAUQ, Faixa “C”, e = 3,00 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 5,50 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Subleito em Material Granular Terroso.**

Tabela 91 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,0 cm – Subtrecho 5 (Km 6+900 ao km 8+420) – Critério Deflectométrico - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,35E+06							
N AASHTO	2,21E+06							
ESTRUTURA 23 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 5 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	3,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (ET) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Et	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,21E+06	3,13E-04	2,86E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (EV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Ev	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,35E+06	4,95E-04	1,81E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,35E+06	72,71	51,63	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

10.5.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 5 – Reforço – AMP 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- **Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm (Reforço);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 5,50 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Subleito em Material Granular Terroso.**

Tabela 92 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 5 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,35E+06							
N AASHTO	2,21E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 24 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 5								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	3,00	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,21E+06	**3,13E-04**	**2,69E-04**	**Aprovado**	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,35E+06	**4,95E-04**	**1,70E-04**	**Aprovado**	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,35E+06	**72,71**	**50,60**	**Aprovado**	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

10.6 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 6 - (km 8+420 ao km 9+600)

Para o Subtrecho 6 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, com isso, o Número N_{USACE} = 3,35x10^6 e N_{AASHTO} = 2,21x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

10.6.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***
Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,410 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

10.6.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.
Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,690 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

10.6.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,885 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 93 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 6

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

10.6.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 6.

10.6.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 6 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 65, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, foi de 4,48 cm de espessura, iniciaremos os cálculos com a espessura de reforço em CAUQ igual a 4,50 cm. O reforço será calculado considerando a espessura apresentada de concreto asfáltico existente na faixa mais carregada **(Anexo E),** que neste caso, tem espessura igual a 5,50 cm. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- **Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 4,50 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 5,50 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Subleito em Material Granular Terroso.**

Tabela 94 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,50 cm – Subtrecho 6 (Km 8+420 ao km 9+600) – Critério Deflectométrico

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA							
N USACE	3,35E+06						
N AASHTO	2,21E+06						
ESTRUTURA 25 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 6 - Critério Deflectométrico							
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson			
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	4,50	35000	0,30			
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,50	25000	0,30			
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35			
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37			
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40			
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO							
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,21E+06	3,13E-04	2,63E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO							
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,35E+06	4,95E-04	1,41E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO							
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,35E+06	72,71	48,71	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

10.6.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 6 – Reforço – AMP 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- **Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa “C”, e = 3,00 cm (Reforço);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 5,50 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Subleito em Material Granular Terroso.**

Tabela 95 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 6 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,35E+06							
N AASHTO	2,21E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 26 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 6								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	3,00	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,21E+06	3,13E-04	2,88E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,35E+06	4,95E-04	1,60E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,35E+06	72,71	50,88	Aprovado

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos.

10.7 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 7 - (km 9+600 ao km 10+780)

Para o Subtrecho 7 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, com isso, o Número N_{USACE} = 3,35x10^6 e N_{AASHTO} = 2,21x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

10.7.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***
Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,410 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

10.7.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,690 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

10.7.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,885 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 96 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 7

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

10.7.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 7.

10.7.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 7 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 65, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, foi de 0,96 cm de espessura, como existe a impossibilidade de aplicar uma camada esbelta, iniciaremos os cálculos com a espessura de reforço em CAUQ igual a 3,00 cm. O reforço será calculado considerando a espessura apresentada de concreto asfáltico existente na faixa mais carregada **(Anexo E),** que neste caso, tem espessura igual a 3,50 cm. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- **Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 3,00 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 3,50 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Subleito em Material Granular Terroso.**

Tabela 97 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 7 (Km 9+600 ao km 10+780) – Critério Deflectométrico

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,35E+06							
N AASHTO	2,21E+06							
ESTRUTURA 27 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 7 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	3,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	3,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (ƐT) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,21E+06	3,13E-04	4,00E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (ƐV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,35E+06	4,95E-04	1,41E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,35E+06	72,71	48,71	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- **Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 4,00 cm (Reforço);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 3,50 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Subleito em Material Granular Terroso.**

Tabela 98 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,00 cm – Subtrecho 7

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,35E+06							
N AASHTO	2,21E+06							
ESTRUTURA 29 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 7								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	4,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	3,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,21E+06	3,13E-04	3,40E-04	Reprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,35E+06	4,95E-04	2,27E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,35E+06	72,71	61,78	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 4,50 cm (Reforço);

- Revestimento em CAUQ, e = 3,50 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 99 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,50 cm – Subtrecho 7 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA							
N USACE	3,35E+06						
N AASHTO	2,21E+06						
ESTRUTURA 30 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 7							
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson			
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	4,50	35000	0,30			
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	3,50	25000	0,30			
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35			
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37			
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40			
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (ET) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO							
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Et	Verificação
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,21E+06	3,13E-04	3,11E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (EV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO							
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Ev	Verificação
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,35E+06	4,95E-04	2,18E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO							
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,35E+06	72,71	54,87	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

10.7.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 7 – Reforço – AMP 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 3,50 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 100 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 7 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,35E+06							
N AASHTO	2,21E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 26 - DF-009 - Trecho: DF-003/Pq das Garças - Subtrecho 7								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	3,00	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	3,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,21E+06	3,13E-04	3,09E-04	Aprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,35E+06	4,95E-04	2,08E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,35E+06	72,71	53,58	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

11.0 Parâmetros para o Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrechos 8 ao 13

11.1 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 8 - (km 0+000 ao km 1+140)

Para o Subtrecho 8 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, com isso, o Número N_{USACE} = 3,74x10^6 e N_{AASHTO} = 2,41x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

11.1.2 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***
Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,400 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

11.1.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,690 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

11.1.4 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,890 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 101 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 8

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

11.1.5 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 8.

11.1.5.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 8 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 66, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, pela Norma DNER o trecho não precisaria de intervenções de

reforço, pois apresentou como resultado de reforço uma espessura com sinal negativo, igual a – 0,58 cm, a partir destas informações, iniciaremos os cálculos com a espessura de reforço em CAUQ igual a 3,0 cm, que a menor espessura capaz de ser aplicada. O reforço será calculado considerando a espessura apresentada de concreto asfáltico existente na faixa mais carregada **(Anexo E),** que neste caso, tem espessura igual a 5,00 cm. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 3,00 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);

- Revestimento em CAUQ, e = 5,00 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Subleito em Argila.

Tabela 102 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 8 (Km 0+000 ao km 1+140) – Critério Deflectométrico

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
ESTRUTURA 32 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 8 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	3,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	3,45E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	2,30E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	62,02	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 3,50 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 5,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Argila.

Tabela 103 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,50 cm – Subtrecho 8

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
ESTRUTURA 33 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 8								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	3,50	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (ƐT) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	3,25E-04	Reprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (ƐV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	2,19E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	60,90	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados obtidos, podemos constatar que a estrutura verificada foi reprovada na deformação de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 4,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 5,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Argila.

Tabela 104 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,00 cm – Aprovada – Subtrecho 8

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
ESTRUTURA 34 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 8								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	4,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	3,05E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	2,08E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	53,84	Aprovado

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos.

11.1.5.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 8 – Reforço – AMP 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 5,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Argila.

Tabela 105 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 8 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 35 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 8								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	3,00	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	3,04E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	2,05E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	54,98	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

11.2 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 9 - (km 1+140 ao km 2+860)

Para o Subtrecho 9 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, com isso, o Número N_{USACE} = 3,74x10^6 e N_{AASHTO} = 2,41x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

11.2.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***
Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,400 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

11.2.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,690 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

11.2.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,890 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 106 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 9

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

11.2.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 9.

11.2.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 9 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 66, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, igual 4,49 cm, iniciaremos os cálculos com a espessura de reforço em CAUQ igual a 4,50 cm. O reforço será calculado considerando a espessura apresentada de concreto asfáltico existente na faixa mais carregada **(Anexo E),** que neste caso, tem espessura igual a 5,00 cm. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 4,50 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);
- Revestimento em CAUQ, e = 5,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Argila.

Tabela 107 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 4,50 cm – Subtrecho 9 (Km 1+140 ao km 2+860) – Critério Deflectométrico - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
ESTRUTURA 36 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 9 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	4,50	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (ET) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Et	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	2,81E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (EV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Ev	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	2,10E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	49,64	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

11.2.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 9 – Reforço – AMP 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa “C”, e = 3,00 cm (Reforço);

- Revestimento em CAUQ, e = 5,00 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Subleito em Argila.

Tabela 108 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 9 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 37 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 9								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	3,00	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	5,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt		Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04		2,93E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt		Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04		1,60E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)		Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31		51,58	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

11.3 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 10 - (km 2+860 ao km 5+300)

Para o Subtrecho 10 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, com isso, o Número N_{USACE} = 3,74x10^6 e N_{AASHTO} = 2,41x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

11.3.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***
Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,400 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

11.3.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,690 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

11.3.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,890 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 109 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 10

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

11.3.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 10.

11.3.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 10 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 66, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, pela Norma DNER o trecho não precisaria de intervenções de reforço, pois apresentou como resultado de reforço uma espessura com sinal negativo, igual a – 0,46 cm, a partir destas informações, iniciaremos os cálculos com a espessura de reforço em CAUQ igual a 3,0 cm, que a menor espessura capaz de ser aplicada. O reforço será calculado considerando a espessura apresentada de concreto asfáltico existente na faixa mais carregada **(Anexo E),** que neste caso, tem espessura igual a 6,00 cm. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 3,00 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);
- Revestimento em CAUQ, e = 6,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Argila.

Tabela 110 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 10 (Km 2+860 ao km 5+300) – Critério Deflectométrico

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
ESTRUTURA 38 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 10 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	3,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	6,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	3,25E-04	Reprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	2,17E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	52,79	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, na deformação específica de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- **Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 3,50 cm (Reforço);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 6,00 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;**
- **Subleito em Argila.**

Tabela 111 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,50 cm – Subtrecho 10 Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
ESTRUTURA 39 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 10								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	3,50	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	6,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (ET) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Et	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	3,03E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (EV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Ev	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	1,98E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	50,02	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

11.3.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 10 – Reforço – AMP 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 6,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Argila.

Tabela 112 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,00 cm – Subtrecho 10 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 40 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 10								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	3,00	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	6,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	**3,06E-04**	**2,88E-04**	**Aprovado**
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	**4,83E-04**	**1,57E-04**	**Aprovado**
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,74E+06	**71,31**	**49,63**	**Aprovado**

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

11.4 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 11 - (km 5+300 ao km 7+300)

Para o Subtrecho 11 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego, com isso, o Número N_{USACE} = 3,74x10^6 e N_{AASHTO} = 2,41x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

11.4.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***
Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,400 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

11.4.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,690 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

11.4.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,890 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 113 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 11

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

11.4.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 11.

11.4.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 11 – Reforço – CAUQ Convencional.

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 66, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma

DNER – PRO 11/79, igual 4,64 cm, iniciaremos os cálculos com a espessura de reforço em CAUQ igual a 5,00 cm. O reforço será calculado considerando a espessura apresentada de concreto asfáltico existente na faixa mais carregada **(Anexo E),** que neste caso, tem espessura igual a 7,00 cm. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 5,00 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);
- Revestimento em CAUQ, e = 7,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Argila.

Tabela 114 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,00 cm – Subtrecho 11 (Km 5+300 ao km 7+300) – Critério Deflectométrico

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
ESTRUTURA 41 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 11 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	5,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	7,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (ET) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Et	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	3,46E-04	Reprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (EV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Et	Solicitante AEMC Ev	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	1,79E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	52,81	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, na deformação específica de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 5,50 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 7,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Argila.

Tabela 115 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,50 cm – Subtrecho 11

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
ESTRUTURA 42 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 11								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	5,50	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	7,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	3,25E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	1,72E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	51,61	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura testada, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, na deformação específica de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 6,00 cm (Reforço);

- Revestimento em CAUQ, e = 7,00 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Subleito em Argila.

Tabela 116 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 6,00 cm – Subtrecho 11 Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
ESTRUTURA 43 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 11								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	6,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	7,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	3,04E-04	Aprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	1,66E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	44,58	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

11.4.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 11 – Reforço – AMP 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 4,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 7,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;
- Subleito em Argila.

Tabela 117 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 4,00 cm – Subtrecho 11

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 44 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 11								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	4,00	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	7,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	**3,06E-04**	**3,17E-04**	**Reprovado**
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	**4,83E-04**	**1,89E-04**	**Aprovado**
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,74E+06	**71,31**	**53,85**	**Aprovado**

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura testada, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, na deformação específica de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 4,50 cm (Reforço);

- Revestimento em CAUQ, e = 7,00 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 20,00 cm;

- Subleito em Argila.

Tabela 118 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 4,50 cm – Subtrecho 11 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 45 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 11								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	4,50	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	7,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	20,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	20,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	3,01E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	1,77E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	46,52	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico.

11.5 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 12 - (km 7+300 ao km 9+300)

Para o Subtrecho 12 será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, auferidos na contagem de tráfego realizada no km 8,8; com isso, o N_{USACE} = $1{,}31x10^7$ e N_{AASHTO} = $6{,}90x10^6$. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

11.5.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP - IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,300 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

11.5.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.
Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,600 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

11.5.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

$$100\ MPa \leq MR \leq 500\ MPa$$

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,800 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 119 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 12

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

11.5.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 12.

11.5.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 12 – Reforço – CAUQ Convencional (km 7+300 ao km 9+300).

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 66, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, foi de 6,50 cm de espessura, iniciaremos os cálculos com a espessura de CAUQ igual a 6,50 cm. O reforço será calculado considerando o valor médio das espessuras das faixas 1 e 2 de concreto asfáltico existente **(Anexo E)**. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- **Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 6,50 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 15,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 12,00 cm;**
- **Subleito em Material Terroso Fino Argiloso.**

Tabela 120 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 6,50 cm – Subtrecho 12

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	1,31E+07							
N AASHTO	6,90E+06							
ESTRUTURA 13 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 12 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	6,50	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	15,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	12,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	6,90E+06	2,27E-04	2,89E-04	Reprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	1,31E+07	3,71E-04	1,81E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	1,31E+07	57,20	48,06	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliado pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- **Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 7,50 cm (Reforço);**
- **Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);**
- **Base em Material Granular Terroso, e = 15,00 cm;**
- **Sub-base em Material Granular Terroso, e = 12,00 cm;**
- **Subleito em Material Terroso Fino Argiloso.**

Tabela 121 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 7,50 cm – Subtrecho 12

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	1,31E+07							
N AASHTO	6,90E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA- 15 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 12								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	7,50	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	15,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	12,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	6,90E+06	2,27E-04	2,47E-04	Reprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	1,31E+07	3,71E-04	1,67E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	1,31E+07	57,20	46,04	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados obtidos, podemos constatar que a estrutura verificada foi reprovada na deformação de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 8,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 15,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 12,00 cm;
- Subleito em Material Terroso Fino Argiloso.

Tabela 122 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 8,0 cm – Subtrecho 12 – Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	1,31E+07							
N AASHTO	6,90E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA- 16 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 12								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	8,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso	15,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	12,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	6,90E+06	2,27E-04	2,26E-04	Aprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	1,31E+07	3,71E-04	1,61E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	1,31E+07	57,20	42,58	Aprovado

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos.

11.5.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 12 – Reforço – AMP – 60/85-E.

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura de reforço necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 5,50 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 15,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 12,00 cm;
- Subleito em Material Terroso Fino Argiloso.

Tabela 123 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 5,50 cm – Subtrecho 12

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	1,31E+07							
N AASHTO	6,90E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 17 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 12								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	5,50	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	15,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	12,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor		Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)		1976	1,092E-06	3,512	6,90E+06	2,27E-04	2,29E-04	Reprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf		1965	6,069E-10	4,762	1,31E+07	3,71E-04	1,86E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento		Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79		1979	3,01	0,176	1,31E+07	57,20	48,77	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 6,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 8,00 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 15,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 12,00 cm;
- Subleito em Material Terroso Fino Argiloso.

Tabela 124 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 6,00 cm – Subtrecho 12 – Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA							
N USACE	1,31E+07						
N AASHTO	6,90E+06						
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 18 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 12							
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson			
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	6,00	50000	0,30			
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	8,00	25000	0,30			
Base	Mat. Granular Terroso	15,00	3000	0,35			
Sub-base	Material Granular Terroso	12,00	2000	0,37			
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40			
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO							
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	6,90E+06	**2,27E-04**	**2,18E-04**	**Aprovado**
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO							
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	1,31E+07	**3,71E-04**	**1,78E-04**	**Aprovado**
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO							
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	1,31E+07	**57,20**	**47,57**	**Aprovado**

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos.

11.6 Parâmetros do Subtrecho Homogêneo 13 - (km 9+300 ao km 10+960)

Para o Subtrecho 13, como este trecho trata-se de uma pista simples de duplo sentido de tráfego, será utilizado a quantidade de veículos comerciais de carga e ônibus, semelhante a utilizada no Subtrecho 1; com isso, o N_{USACE} = 7,40x10^6 e N_{AASHTO} = 4,15x10^6. Com os dados da estrutura do pavimento, obtidos através da abertura da Janela de Inspeção, localizada no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, **(Anexo C)** serão calculados os parâmetros para a realização da Verificação Mecanística.

11.6.1 Cálculo do Módulo de Resiliência do Subleito

Para os solos do Subleito a Instrução de Projeto do DER-SP IP-DE-P00/001 de Jan 2006, recomenda as seguintes correlações entre Módulo de Resiliência e Capacidade de Suporte ISC:

– Solos lateríticos arenosos (LA') e lateríticos argilosos (LG'):

100 MPa ≤ MR ≤ 200 MPa

$MR_{Subleito}$= ***100 MPa***

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,380 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,40.

11.6.2 Cálculo do Módulo de Resiliência da Sub-base

Para os solos que compõem a camada de Sub-base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

150MPa ≤ MR ≤ 300 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 200 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,670 g/cm^3.

Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,37.

11.6.3 Cálculo do Módulo de Resiliência da Base

Para os solos que compõem a camada de Base, a Instrução de Projeto de Pavimentação – IP-DE-P00/001 - DER/SP – Jan/2006 – Análise Mecanicista à Fadiga de Estruturas de Pavimento recomenda as seguintes correlações entre módulo de resiliência:

100 MPa ≤ MR ≤ 500 MPa

$MR_{sub\text{-}base}$ = 300 MPa.

Massa Específica Média Aparente Seca igual a 1,850 g/cm^3.
Coeficiente de Poisson adotado igual a 0,35.

Tabela 125 – Resumo dos Módulos Utilizados Para Esta Análise – Subtrecho 13

Camada	Material	Módulo de Resiliência (MPa)	Coeficiente de Poisson
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ Faixa C – CAP 50/70	3500	0,30
Revestimento (Camada de Reforço a ser executada)	CAUQ AMP – Faixa C – CAP 60/85-E	5000	0,30
Concreto Asfáltico Usinado a Quente Existente	CAUQ	2500	0,30
Base	Material Granular Terroso	300	0,35
Sub-base	Material Granular Terroso	200	0,37
Subleito	Material Granular Terroso	100	0,40

Fonte: do Autor

11.6.4 Análise Mecanística Subtrecho Homogêneo 13.

11.6.4.1 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 13 – Reforço – CAUQ Convencional (km 9+300 ao km 10+960).

Iniciaremos a análise mecanística com a solução de restauração obtida através do critério deflectométrico, conforme tabela 66, tendo como base a metodologia USACE, como o revestimento asfáltico atual da rodovia se trata de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, este será considerado estruturalmente na verificação mecanicista, considerando a espessura do reforço em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) obtido através

do critério deflectométrico advindo da utilização da metodologia presente na Norma DNER – PRO 11/79, foi de 2,96 cm de espessura, iniciaremos os cálculos com a espessura de CAUQ igual a 3,00 cm. O reforço será calculado considerando o valor da faixa única no Sentido 2, com espessura de 3,50 cm de concreto asfáltico existente **(Anexo E)**. Informo ainda que a verificação mecanística será realizada por meio de tentativas, até se obter a estrutura ideal, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 3,00 cm (Reforço – Critério Deflectométrico);

- Revestimento em CAUQ, e = 3,50 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 13,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 10,00 cm;

- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 126 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 3,00 cm – Subtrecho 13 – Critério Deflectométrico

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	7,40E+06							
N AASHTO	4,15E+06							
ESTRUTURA 46 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 13 - Critério Deflectométrico								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	3,00	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	3,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	13,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	10,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	4,15E+06	2,62E-04	3,56E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	7,40E+06	4,19E-04	3,62E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	7,40E+06	63,24	61,95	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a primeira estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atende aos critérios quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 5,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 3,50 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 13,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 10,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 127 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,00 cm – Subtrecho 13

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA							
N USACE	7,40E+06						
N AASHTO	4,15E+06						
ESTRUTURA 48 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 13							
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson			
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	5,00	35000	0,30			
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	3,50	25000	0,30			
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	13,00	3000	0,35			
Sub-base	Material Granular Terroso	10,00	2000	0,37			
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40			
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO							
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	4,15E+06	2,62E-04	2,76E-04	Reprovado
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO							
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	7,40E+06	4,19E-04	2,90E-04	Aprovado
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO							
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	7,40E+06	63,24	56,67	Aprovado

Fonte: do Autor

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em CAUQ, Faixa "C", e = 5,50 cm (Reforço);

- Revestimento em CAUQ, e = 3,50 cm (Existente);

- Base em Material Granular Terroso, e = 13,00 cm;

- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 10,00 cm;

- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 128 – Verificação Mecanística – Reforço em CAUQ Convencional = 5,50 cm – Subtrecho 13 - Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	7,40E+06							
N AASHTO	4,15E+06							
ESTRUTURA 49 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças-DF-003 - Subtrecho 13								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em CAUQ	CAUQ (FAIXA C)	5,50	35000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	3,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	13,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	10,00	2000	0,37				
Subleito	Material Granular Terroso	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (ƐT) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	4,15E+06	2,62E-04	2,60E-04	Aprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (ƐV) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	7,40E+06	4,19E-04	2,52E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	7,40E+06	63,24	50,12	Aprovado	

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos.

11.6.4.2 Solução de Restauração - Subtrecho Homogêneo 13 – Reforço – AMP – 60/85-E (km 9+300 ao km 10+960).

Os cálculos para a verificação mecanística com o objetivo de obter a espessura de reforço necessária de Concreto Asfáltico Modificado por Polímero – AMP 60/85-E serão realizados por tentativas, iniciando com a seguinte estrutura:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,50 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 3,50 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 13,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 10,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 129 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 3,50 cm – Subtrecho 13

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	7,40E+06							
N AASHTO	4,15E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 50 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 13								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	3,50	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	3,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	13,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	10,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	4,15E+06	2,62E-04	2,78E-04	Reprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	7,40E+06	4,19E-04	2,65E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	7,40E+06	63,24	58,59	Aprovado	

Fonte: do Autor

Diante dos resultados apresentados acima, verificou-se que a estrutura proposta, baseada no critério deflectométrico, não atendeu, quando avaliada pelo Método Mecanicista Empírico, ao critério de deformação específica na fibra inferior do revestimento asfáltico.

Diante do exposto, prosseguiremos com a verificação mecanística da estrutura de pavimento a seguir:

- Revestimento em AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 4,00 cm (Reforço);
- Revestimento em CAUQ, e = 3,50 cm (Existente);
- Base em Material Granular Terroso, e = 13,00 cm;
- Sub-base em Material Granular Terroso, e = 10,00 cm;
- Subleito em Material Granular Terroso.

Tabela 130 – Verificação Mecanística – Reforço em AMP 60/85-E = 4,00 cm – Subtrecho 13 – Aprovada

VERIFICAÇÃO MECANÍSTICA								
N USACE	3,74E+06							
N AASHTO	2,41E+06							
DADOS DA ESTRUTURA ANALISADA 51 - DF-009 - Trecho: Pq das Garças/DF-003 - Subtrecho 13								
CAMADA	MATERIAL	ESP. (cm)	MR (Kgf/cm²)	Poisson				
Reforço em AMP 60/85-E	AMP 60/85-E (FAIXA C)	4,00	50000	0,30				
Revestimento Existente	CAUQ (FAIXA C)	3,50	25000	0,30				
Base	Mat. Granular Terroso (Cascalho)	13,00	3000	0,35				
Sub-base	Material Granular Terroso	10,00	2000	0,37				
Subleito	Argila	Infinita	1000	0,40				
1 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE TRAÇÃO (Ɛt) DA FIBRA INFERIOR DO REVESTIMENTO ASFÁLTICO								
Autor	Ano	K	n	N-AASHTO	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛt	Verificação	
FHWA (1976)	1976	1,092E-06	3,512	2,41E+06	3,06E-04	2,60E-04	Aprovado	
2 - DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DE COMPRESSÃO (Ɛv) DO TOPO DA CAMADA DE SUBLEITO								
Autor	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Ɛt	Solicitante AEMC Ɛv	Verificação	
Dormon & Metcalf	1965	6,069E-10	4,762	3,74E+06	4,83E-04	2,52E-04	Aprovado	
3 - DEFLEXÃO NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO								
Procedimento	Ano	K	n	N-USACE	Admissível Modelo Dadm (x0,01 mm)	Solicitante AEMC Daemc	Verificação	
DNER - PRO 11/79	1979	3,01	0,176	3,74E+06	71,31	51,12	Aprovado	

Fonte: do Autor

Pelo resultado exposto acima, demonstra-se que a estrutura de pavimento testada, atende aos critérios mecanicistas empíricos

12.0 Observações Importantes

- Com relação à orientação através do estaqueamento das pistas, informo que no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças, o início do trecho – km 0+000 está na DF-003 e para o Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, o início do trecho – km 0+000 está localizado no Parque das Garças.

- Informo ainda que, as faixas de rolamento são numeradas a partir do canteiro central em ambos sentidos da seguinte forma, a faixa 1 é mais próxima ao canteiro central e a numeração das demais cresce no sentido da faixa mais externa.

Critérios para os Ensaios de Deflectometria – Viga Benkelman:

Os ensaios visando a obtenção das deflexões recuperáveis, deverão ser executados na última camada de subleito e nas camadas do pavimento (reforço de subleito, sub-base, base e camada(s) de revestimento asfáltico). Onde estes ensaios deverão ser executados em todas as faixas de rolamento e em todas as estacas (ou seja a cada 20 (vinte) metros), devendo ser observado o posicionamento do eixo simples de roda dupla do veículo a ser utilizado para tal ação, de modo que a leitura da deflexão recuperável em cada estaca, seja realizada na “trilha de roda” mais carregada, para isto deverá ser observado pelo executor/operador do ensaio a inclinação transversal da faixa em que está sendo realizada a medição da deflexão.

Os critérios de aceitação de trecho(s) avaliado(s) serão os seguintes:

- 10% da quantidade de leituras feitas nas estacas ensaiadas, poderão estar acima do valor especificado de deflexão recuperável para a respectiva camada avaliada;

- Desde que o valor(es) que está(ão) acima do valor especificado em projeto, não supere(m) em 15% o valor especificado para a deflexão recuperável para a camada que está sendo avaliada.

13.0 Resumo das Soluções de Pavimento Possíveis para a Rodovia DF-009

13.1 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 1 - (km 0+000 ao km 1+320) – CAUQ Convencional.

13.1.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 1 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 131 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 1

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho 1
Número N (USACE) = 7,40x10^6
Número N (AASHTO) = 4,15x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 5,50 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 13,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 10,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 0+000 ao km 1+320). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 5,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 0+180 ao km 0+200 (Pista simples) - (Comprimento = 20 m); - km 0+240 ao km 0+300 (Pista simples) - (Comprimento = 60 m); - km 0+330 ao km 0+400 (Pista simples) - (Comprimento = 70 m); - km 0+460 ao km 0+480 (Pista simples) - (Comprimento = 20 m); - km 0+500 ao km 0+520 (Pista simples) - (Comprimento = 20 m); - km 0+560 ao km 0+570 (Pista simples) - (Comprimento = 10 m); - km 0+620 ao km 0+640 (Pista simples) - (Comprimento = 20 m);

- km 0+690 ao km 0+900 (Faixa 2) - (Comprimento = 210 m);
- km 0+800 ao km 0+880 (Faixa 1) - (Comprimento = 80 m).

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a Pintura de Ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 5,50 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 51 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.2 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 2 - (km 1+320 ao km 2+300) – CAUQ Convencional.

13.2.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 2 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 132 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 2

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho 2
Número N (USACE) = $1,48x10^7$
Número N (AASHTO) = $8,29x10^6$
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 8,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 6,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 1+320 ao km 2+300). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 5,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 1+400 ao km 1+760 (Faixa 3) - (Comprimento = 360 m); - km 1+800 ao km 1+820 (Faixa 1) - (Comprimento = 20 m); - km 1+820 ao km 1+900 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m); - km 1+820 ao km 1+900 (Faixa 3) - (Comprimento = 80 m); - km 2+200 ao km 2+240 (Faixa 1) - (Comprimento = 40 m); Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser

aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,00 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 48 centésimos de milímetros.

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,0 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 43 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.3 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 3 - (km 2+300 ao km 4+560) – CAUQ Convencional.

13.3.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 3 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 133 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 3

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho 3
Número N (USACE) = $1,48x10^7$
Número N (AASHTO) = $8,29x10^6$
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 8,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 8,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 2+300 ao km 4+560). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 5,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 2+300 ao km 2+340 (Faixa 3) - (Comprimento = 40 m); - km 2+440 ao km 2+520 (Faixa 3) - (Comprimento = 80 m); - km 2+510 ao km 2+620 (Faixa 2) - (Comprimento = 110 m); - km 2+860 ao km 3+020 (Faixa 1) - (Comprimento = 160 m); - km 2+860 ao km 3+020 (Faixa 2) - (Comprimento = 160 m); - km 3+060 ao km 3+100 (Faixa 1) - (Comprimento = 40 m); - km 3+140 ao km 3+200 (Faixa 1) - (Comprimento = 60 m); - km 3+140 ao km 3+580 (Faixa 2) - (Comprimento = 440 m);

- km 3+680 ao km 3+760 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m);
- km 3+960 ao km 4+020 (Faixa 1) - (Comprimento = 60 m);
- km 3+960 ao km 4+020 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 4+120 ao km 4+180 (Faixa 1) - (Comprimento = 60 m);
- km 4+120 ao km 4+180 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 4+240 ao km 4+280 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m);
- km 4+340 ao km 4+560 (Faixa 2) - (Comprimento = 220 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- - Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,00 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 46 centésimos de milímetros.

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,0 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP. - A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 40 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.4 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 4 - (km 4+560 ao km 6+900) – CAUQ Convencional.

13.4.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 4 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 134 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 4

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho 4
Número N (USACE) = 3,35x10^6
Número N (AASHTO) = 2,21x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 3,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 8,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 4+560 ao km 6+900). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo:

Fresagem e Recomposição de espessura igual a 5,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70.

- km 4+700 ao km 4+740 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m);
- km 5+060 ao km 5+260 (Faixa 1) - (Comprimento = 200 m);
- km 5+060 ao km 5+260 (Faixa 2) - (Comprimento = 200 m);
- km 5+420 ao km 5+520 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m);
- km 5+560 ao km 5+600 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m);
- km 5+640 ao km 5+700 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 5+820 ao km 5+880 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 5+940 ao km 5+980 (Faixa 1) - (Comprimento = 40 m);
- km 5+940 ao km 5+980 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m);
- km 6+140 ao km 6+200 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 6+300 ao km 6+360 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 6+500 ao km 6+560 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 6+680 ao km 6+800 (Faixa 2) - (Comprimento = 120 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,00 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 49 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.5 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 5 - (km 6+900 ao km 8+420) – CAUQ Convencional.

13.5.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 5 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 135 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 5

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho 5
Número N (USACE) = 3,35x10^6
Número N (AASHTO) = 2,21x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 3,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 6+900 ao km 8+420). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 5,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 6+960 ao km 7+000 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 7+040 ao km 7+120 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m); - km 7+180 ao km 7+240 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 7+400 ao km 7+540 (Faixa 2) - (Comprimento = 140 m); - km 7+920 ao km 7+960 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 8+000 ao km 8+060 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 8+160 ao km 8+220 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 8+380 ao km 8+420 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,00 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 52 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.6 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 6 - (km 8+420 ao km 9+600) – CAUQ Convencional.

13.6.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 6 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 136 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 6

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho 6
Número N (USACE) = 3,35x10^6
Número N (AASHTO) = 2,21x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 4,50 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 8+420 ao km 9+600). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 4,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 8+420 ao km 8+560 (Faixa 1) - (Comprimento = 140 m); - km 8+420 ao km 8+560 (Faixa 2) - (Comprimento = 140 m); - km 8+620 ao km 9+100 (Faixa 2) - (Comprimento = 480 m); - km 9+160 ao km 9+420 (Faixa 1) - (Comprimento = 260 m); - km 9+300 ao km 9+400 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m); - km 9+520 ao km 9+600 (Faixa 1) - (Comprimento = 80 m); - km 9+520 ao km 9+600 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 5,50 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 49 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.7 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 7 - (km 9+600 ao km 10+780) – CAUQ Convencional.

13.7.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 7 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 137 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 7

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho 7
Número N (USACE) = 3,35x10^6
Número N (AASHTO) = 2,21x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 4,50 cm
CAUQ Faixa C – e = 3,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 9+600 ao km 10+780). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 3,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 9+700 ao km 9+820 (Faixa 1) - (Comprimento = 120 m); - km 9+700 ao km 9+820 (Faixa 2) - (Comprimento = 120 m); - km 9+880 ao km 10+200 (Faixa 1) - (Comprimento = 320 m); - km 10+640 ao km 10+780 (Faixa 1) - (Comprimento = 140 m); - km 10+640 ao km 10+780 (Faixa 2) - (Comprimento = 140 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,50 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 55 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.8 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 1 - (km 0+000 ao km 1+320) – CAUQ AMP 60/85-E.

13.8.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 1 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E.

Tabela 138 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 1

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças) – Subtrecho 1
Número N (USACE) = 7,40x10^6
Número N (AASHTO) = 4,15x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 4,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 13,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 10,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 0+000 ao km 1+320). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 5,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 0+180 ao km 0+200 (Pista simples) - (Comprimento = 20 m); - km 0+240 ao km 0+300 (Pista simples) - (Comprimento = 60 m); - km 0+330 ao km 0+400 (Pista simples) - (Comprimento = 70 m); - km 0+460 ao km 0+480 (Pista simples) - (Comprimento = 20 m); - km 0+500 ao km 0+520 (Pista simples) - (Comprimento = 20 m); - km 0+560 ao km 0+570 (Pista simples) - (Comprimento = 10 m); - km 0+620 ao km 0+640 (Pista simples) - (Comprimento = 20 m); - km 0+690 ao km 0+900 (Faixa 2) - (Comprimento = 210 m);

- km 0+800 ao km 0+880 (Faixa 1) - (Comprimento = 80 m).

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E, Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999 - ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 52 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.9 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 2 - (km 1+320 ao km 2+300) – CAUQ AMP 60/85-E.

13.9.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 2 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E.

Tabela 139 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 2

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças) – Subtrecho 2
Número N (USACE) = 1,48x10^{7}
Número N (AASHTO) = 8,29x10^{6}
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 6,50 cm
CAUQ Faixa C – e = 6,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 1+320 ao km 2+300). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 5,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 1+400 ao km 1+760 (Faixa 3) - (Comprimento = 360 m); - km 1+800 ao km 1+820 (Faixa 1) - (Comprimento = 20 m); - km 1+820 ao km 1+900 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m); - km 1+820 ao km 1+900 (Faixa 3) - (Comprimento = 80 m); - km 2+200 ao km 2+240 (Faixa 1) - (Comprimento = 40 m); Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser

aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,50 cm de CAUQ AMP 60/85-E Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999 - ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 47 centésimos de milímetros.

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999 - ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 43 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.10 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 3 - (km 2+300 ao km 4+560) – CAUQ AMP 60/85-E.

13.10.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 3 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E.

Tabela 140 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 3

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças) – Subtrecho 3
Número N (USACE) = 1,48x10^{7}
Número N (AASHTO) = 8,29x10^{6}
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 6,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 8,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 2+300 ao km 4+560). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 5,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 2+300 ao km 2+340 (Faixa 3) - (Comprimento = 40 m); - km 2+440 ao km 2+520 (Faixa 3) - (Comprimento = 80 m); - km 2+510 ao km 2+620 (Faixa 2) - (Comprimento = 110 m); - km 2+860 ao km 3+020 (Faixa 1) - (Comprimento = 160 m); - km 2+860 ao km 3+020 (Faixa 2) - (Comprimento = 160 m); - km 3+060 ao km 3+100 (Faixa 1) - (Comprimento = 40 m); - km 3+140 ao km 3+200 (Faixa 1) - (Comprimento = 60 m); - km 3+140 ao km 3+580 (Faixa 2) - (Comprimento = 440 m);

- km 3+680 ao km 3+760 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m);
- km 3+960 ao km 4+020 (Faixa 1) - (Comprimento = 60 m);
- km 3+960 ao km 4+020 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 4+120 ao km 4+180 (Faixa 1) - (Comprimento = 60 m);
- km 4+120 ao km 4+180 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 4+240 ao km 4+280 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m);
- km 4+340 ao km 4+560 (Faixa 2) - (Comprimento = 220 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a Pintura de Ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 6,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 44 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.11 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 4 - (km 4+560 ao km 6+900) – CAUQ AMP 60/85-E.

13.11.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 4 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E.

Tabela 141 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 4

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças) – Subtrecho 4
Número N (USACE) = 3,35x10^6
Número N (AASHTO) = 2,21x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 8,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 4+560 ao km 6+900). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 5,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 4+700 ao km 4+740 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 5+060 ao km 5+260 (Faixa 1) - (Comprimento = 200 m); - km 5+060 ao km 5+260 (Faixa 2) - (Comprimento = 200 m); - km 5+420 ao km 5+520 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m); - km 5+560 ao km 5+600 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 5+640 ao km 5+700 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 5+820 ao km 5+880 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 5+940 ao km 5+980 (Faixa 1) - (Comprimento = 40 m); - km 5+940 ao km 5+980 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m);

- km 6+140 ao km 6+200 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 6+300 ao km 6+360 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 6+500 ao km 6+560 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 6+680 ao km 6+800 (Faixa 2) - (Comprimento = 120 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a Pintura de Ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E – Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 48 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.12 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 5 - (km 6+900 ao km 8+420) – CAUQ AMP 60/85-E.

13.12.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 5 – Reforço em AMP 60/85-E

Tabela 142 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 5

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças) – Subtrecho 5
Número N (USACE) = 3,35x10^6
Número N (AASHTO) = 2,21x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 6+900 ao km 8+420). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 5,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 6+960 ao km 7+000 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 7+040 ao km 7+120 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m); - km 7+180 ao km 7+240 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 7+400 ao km 7+540 (Faixa 2) - (Comprimento = 140 m); - km 7+920 ao km 7+960 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 8+000 ao km 8+060 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 8+160 ao km 8+220 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 8+380 ao km 8+420 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 51 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.13 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 6 - (km 8+420 ao km 9+600) – CAUQ AMP 60/85-E.

13.13.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 6 – Reforço em AMP 60/85-E

Tabela 143 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 6

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças) – Subtrecho 6
Número N (USACE) = 3,35x10^6
Número N (AASHTO) = 2,21x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 8+420 ao km 9+600). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 4,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 8+420 ao km 8+560 (Faixa 1) - (Comprimento = 140 m); - km 8+420 ao km 8+560 (Faixa 2) - (Comprimento = 140 m); - km 8+620 ao km 9+100 (Faixa 2) - (Comprimento = 480 m); - km 9+160 ao km 9+420 (Faixa 1) - (Comprimento = 260 m); - km 9+300 ao km 9+400 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m); - km 9+520 ao km 9+600 (Faixa 1) - (Comprimento = 80 m); - km 9+520 ao km 9+600 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 51 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

13.14 Soluções de Dimensionamento – Sentido 1: DF-003/Parque das Garças – Subtrecho Homogêneo 7 - (km 9+600 ao km 10+780) – CAUQ AMP 60/85-E.

13.14.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 7 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E

Tabela 144 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 7

Rodovia – DF-009 (Sentido 1: DF-003/Parque das Garças) – Subtrecho 7
Número N (USACE) = 3,35x10^6
Número N (AASHTO) = 2,21x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 9+600 ao km 10+780). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 3,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 9+700 ao km 9+820 (Faixa 1) - (Comprimento = 120 m); - km 9+700 ao km 9+820 (Faixa 2) - (Comprimento = 120 m); - km 9+880 ao km 10+200 (Faixa 1) - (Comprimento = 320 m); - km 10+640 ao km 10+780 (Faixa 1) - (Comprimento = 140 m); - km 10+640 ao km 10+780 (Faixa 2) - (Comprimento = 140 m); Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser

aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 54 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.0 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 8 - (km 0+000 ao km 1+140) – CAUQ Convencional.

14.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 8 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 145 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 8

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças/DF-003) – Subtrecho 8
Número N (USACE) = 3,74x10^6
Número N (AASHTO) = 2,41x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 4,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 0+000 ao km 1+140). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 3,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 0+000 ao km 0+060 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 0+560 ao km 0+600 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,00 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 54 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.2 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 9 - (km 1+140 ao km 2+860) – CAUQ Convencional.

14.2.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 9 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 146 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 9

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças/DF-003) – Subtrecho 9
Número N (USACE) = 3,74x10^6
Número N (AASHTO) = 2,41x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 4,50 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 1+140 ao km 2+860). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 3,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 1+180 ao km 1+240 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 1+480 ao km 1+520 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 2+100 ao km 2+380 (Faixa 2) - (Comprimento = 280 m); - km 2+340 ao km 2+500 (Faixa 1) - (Comprimento = 160 m); - km 2+740 ao km 2+860 (Faixa 2) - (Comprimento = 120 m); Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser

aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,50 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 50 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.3 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 10 - (km 2+860 ao km 5+300) – CAUQ Convencional.

14.3.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 10 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 147 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 10

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças/DF-003) – Subtrecho 10
Número N (USACE) = 3,74x10^6
Número N (AASHTO) = 2,41x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 3,50 cm
CAUQ Faixa C – e = 6,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 2+860 ao km 5+300). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 4,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 2+860 ao km 2+900 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 2+960 ao km 3+060 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m); - km 3+180 ao km 3+200 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m); - km 3+320 ao km 3+360 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 3+420 ao km 3+500 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m); - km 3+560 ao km 3+620 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 3+680 ao km 3+780 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m); - km 3+910 ao km 3+930 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m); - km 4+020 ao km 4+040 (Faixa 1) - (Comprimento = 20 m);

- km 4+060 ao km 4+120 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 4+220 ao km 4+240 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m);
- km 4+320 ao km 4+460 (Faixa 1) - (Comprimento = 140 m);
- km 4+320 ao km 4+460 (Faixa 2) - (Comprimento = 140 m);
- km 4+520 ao km 4+560 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m);
- km 4+680 ao km 4+700 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m);
- km 4+850 ao km 4+860 (Faixa 2) - (Comprimento = 10 m);
- km 4+900 ao km 4+960 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 5+000 ao km 5+060 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 5+100 ao km 5+180 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,50 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 51 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.4 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/ DF-003 – Subtrecho Homogêneo 11 - (km 5+300 ao km 7+300) – CAUQ Convencional.

14.4.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 11 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 148 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 11

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças DF-003) – Subtrecho 11
Número N (USACE) = 3,74x10^6
Número N (AASHTO) = 2,41x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 6,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 7,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 5+300 ao km 7+300). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 4,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 5+300 ao km 5+880 (Faixa 2) - (Comprimento = 580 m). - km 5+360 ao km 5+500 (Faixa 1) - (Comprimento = 140 m); - km 6+200 ao km 6+300 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m); - km 6+360 ao km 6+400 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 6+440 ao km 6+460 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m); - km 6+620 ao km 6+720 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m). - km 6+860 ao km 6+920 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m). - km 7+020 ao km 7+040 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m); - km 7+110 ao km 7+140 (Faixa 2) - (Comprimento = 30 m);

- km 7+180 ao km 7+220 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m).

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 6,00 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 45 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.5 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 12 - (km 7+300 ao km 9+300) – CAUQ Convencional.

14.5.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 12 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 149 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 12

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças/DF-003) – Subtrecho 12
Número N (USACE) = $1{,}31 \times 10^{7}$
Número N (AASHTO) = $6{,}90 \times 10^{6}$
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 8,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 8,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 15,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 12,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 7+300 ao km 9+300). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 4,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 7+420 ao km 7+540 (Faixa 2) - (Comprimento = 120 m). - km 7+580 ao km 7+600 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m); - km 7+640 ao km 7+700 (Faixa 1) - (Comprimento = 60 m); - km 7+740 ao km 7+780 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 7+840 ao km 7+920 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m); - km 7+980 ao km 8+100 (Faixa 2) - (Comprimento = 120 m). - km 8+580 ao km 8+640 (Faixa 3) - (Comprimento = 60 m). - km 8+740 ao km 8+840 (Faixa 3) - (Comprimento = 100 m). - km 8+880 ao km 8+900 (Faixa 3) - (Comprimento = 20 m); - km 9+000 ao km 9+200 (Faixa 3) - (Comprimento = 200 m);

Fresagem e Recomposição de espessura igual a 8,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70.

- km 8+160 ao km 8+500 (Faixa 3) - (Comprimento = 340 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,00 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 48 centésimos de milímetros.

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,00 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 43 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.6 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 13 - (km 9+300 ao km 10+960) – CAUQ Convencional.

14.6.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 13 – Reforço em CAUQ Convencional

Tabela 150 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ Convencional – Subtrecho 13

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças/DF-003) – Subtrecho 13
Número N (USACE) = 7,40x10^6
Número N (AASHTO) = 4,15x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ Faixa C – e = 5,50 cm
CAUQ Faixa C – e = 3,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 13,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 10,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 9+300 ao km 10+960). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 4,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 9+300 ao km 9+400 (Faixa 3) - (Comprimento = 100 m). - km 9+420 ao km 9+620 (Faixa 2) - (Comprimento = 200 m); - km 9+420 ao km 9+620 (Faixa 3) - (Comprimento = 200 m); - km 9+640 ao km 9+800 (Faixa 1) - (Comprimento = 160 m); - km 9+640 ao km 9+800 (Faixa 2) - (Comprimento = 160 m); - km 10+240 ao km 10+300 (Faixa Simples) - (Comprimento = 60 m); - km 10+520 ao km 10+640 (Faixa Simples) - (Comprimento = 120 m); - km 10+900 ao km 10+960 (Faixa Simples) - (Comprimento = 60).

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 5,50 cm de CAUQ Faixa C – CAP 50/70, em toda a plataforma, conforme Especificações: DNIT 031/2006 – ES e ET-DE P00/027 – Jul/2005 – Rev. A - DER-SP.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 51 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.7 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 8 - (km 0+000 ao km 1+140) – CAUQ – AMP 60/85-E.

14.7.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 8 – Reforço em AMP 60/85-E

Tabela 151 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 8

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças/DF-003) – Subtrecho 8
Número N (USACE) = 3,74x10^6
Número N (AASHTO) = 2,41x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 0+000 ao km 1+140). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 3,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 0+000 ao km 0+060 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 0+560 ao km 0+600 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 55 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.8 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 9 - (km 1+140 ao km 2+860) – CAUQ AMP 60/85-E.

14.8.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 9 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E

Tabela 152 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 9

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças/DF-003) – Subtrecho 9
Número N (USACE) = 3,74x10^{6}
Número N (AASHTO) = 2,41x10^{6}
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 5,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 1+140 ao km 2+860). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 3,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 1+180 ao km 1+240 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 1+480 ao km 1+520 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 2+100 ao km 2+380 (Faixa 2) - (Comprimento = 280 m); - km 2+340 ao km 2+500 (Faixa 1) - (Comprimento = 160 m); - km 2+740 ao km 2+860 (Faixa 2) - (Comprimento = 120 m); Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser

aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 52 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.9 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 10 - (km 2+860 ao km 5+300) – CAUQ AMP 60/85-E.

14.9.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 10 – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E

Tabela 153 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 10

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças/DF-003) – Subtrecho 10
Número N (USACE) = 3,74x10^6
Número N (AASHTO) = 2,41x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 3,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 6,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 2+860 ao km 5+300). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 4,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 2+860 ao km 2+900 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 2+960 ao km 3+060 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m); - km 3+180 ao km 3+200 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m); - km 3+320 ao km 3+360 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 3+420 ao km 3+500 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m); - km 3+560 ao km 3+620 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m); - km 3+680 ao km 3+780 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m); - km 3+910 ao km 3+930 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m); - km 4+020 ao km 4+040 (Faixa 1) - (Comprimento = 20 m);

- km 4+060 ao km 4+120 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 4+220 ao km 4+240 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m);
- km 4+320 ao km 4+460 (Faixa 1) - (Comprimento = 140 m);
- km 4+320 ao km 4+460 (Faixa 2) - (Comprimento = 140 m);
- km 4+520 ao km 4+560 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m);
- km 4+680 ao km 4+700 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m);
- km 4+850 ao km 4+860 (Faixa 2) - (Comprimento = 10 m);
- km 4+900 ao km 4+960 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 5+000 ao km 5+060 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m);
- km 5+100 ao km 5+180 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 3,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 50 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.10 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/ DF-003 – Subtrecho Homogêneo 11 - (km 5+300 ao km 7+300) – CAUQ AMP 60/85-E.

14.10.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 11 – Reforço – CAUQ AMP 60/85-E

Tabela 154 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 11

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças DF-003) – Subtrecho 11
Número N (USACE) = 3,74x10^6
Número N (AASHTO) = 2,41x10^6
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 4,50 cm
CAUQ Faixa C – e = 7,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 20,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 5+300 ao km 7+300). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 4,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 5+300 ao km 5+880 (Faixa 2) - (Comprimento = 580 m). - km 5+360 ao km 5+500 (Faixa 1) - (Comprimento = 140 m); - km 6+200 ao km 6+300 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m); - km 6+360 ao km 6+400 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 6+440 ao km 6+460 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m); - km 6+620 ao km 6+720 (Faixa 2) - (Comprimento = 100 m). - km 6+860 ao km 6+920 (Faixa 2) - (Comprimento = 60 m). - km 7+020 ao km 7+040 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m); - km 7+110 ao km 7+140 (Faixa 2) - (Comprimento = 30 m);

- km 7+180 ao km 7+220 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m).

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,50 cm de CAUQ AMP 60/85-ES Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 47 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.11 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 12 - (km 7+300 ao km 9+300) – CAUQ AMP 60/85-E.

14.11.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 12 – Reforço – CAUQ AMP 60/85-E

Tabela 155 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 60/85-E – Subtrecho 12

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças/DF-003) – Subtrecho 12
Número N (USACE) = 1,31x10^{7}
Número N (AASHTO) = 6,90x10^{6}
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 6,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 8,00 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 15,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 12,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 7+300 ao km 9+300). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 4,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 7+420 ao km 7+540 (Faixa 2) - (Comprimento = 120 m). - km 7+580 ao km 7+600 (Faixa 2) - (Comprimento = 20 m); - km 7+640 ao km 7+700 (Faixa 1) - (Comprimento = 60 m); - km 7+740 ao km 7+780 (Faixa 2) - (Comprimento = 40 m); - km 7+840 ao km 7+920 (Faixa 2) - (Comprimento = 80 m); - km 7+980 ao km 8+100 (Faixa 2) - (Comprimento = 120 m). - km 8+580 ao km 8+640 (Faixa 3) - (Comprimento = 60 m). - km 8+740 ao km 8+840 (Faixa 3) - (Comprimento = 100 m). - km 8+880 ao km 8+900 (Faixa 3) - (Comprimento = 20 m);

- km 9+000 ao km 9+200 (Faixa 3) - (Comprimento = 200 m);

Fresagem e Recomposição de espessura igual a 8,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70.

- km 8+160 ao km 8+500 (Faixa 3) - (Comprimento = 340 m);

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 6,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 48 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

14.12 Soluções de Dimensionamento – Sentido 2: Parque das Garças/DF-003 – Subtrecho Homogêneo 13 - (km 9+300 ao km 10+960) – CAUQ AMP 60/85-E.

14.12.1 Intervenções Necessárias – Subtrecho 13 – Reforço – CAUQ AMP 60/85-E

Tabela 156 – Solução de Dimensionamento – Reforço em CAUQ AMP 6+0/85-E – Subtrecho 13

Rodovia – DF-009 (Sentido 2: Parque das Garças/DF-003) – Subtrecho 13
Número N (USACE) = $7,40x10^6$
Número N (AASHTO) = $4,15x10^6$
Estrutura do Pavimento
Reforço em CAUQ AMP 60/85-E, Faixa "C", e = 4,00 cm
CAUQ Faixa C – e = 3,50 cm (Existente)
Base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 13,00 cm
Sub-base (Material Granular Terroso) (Existente) – e = 10,00 cm.
Subleito
Intervenções Necessárias
- (km 9+300 ao km 10+960). - As fresagens e recomposições a serem executadas no revestimento asfáltico das faixas de rolamento estão detalhadas abaixo: Fresagem e Recomposição de espessura igual a 4,0 cm (Largura da Faixa = 3,50m) – CAUQ Convencional CAP 50/70. - km 9+300 ao km 9+400 (Faixa 3) - (Comprimento = 100 m). - km 9+420 ao km 9+620 (Faixa 2) - (Comprimento = 200 m); - km 9+420 ao km 9+620 (Faixa 3) - (Comprimento = 200 m); - km 9+640 ao km 9+800 (Faixa 1) - (Comprimento = 160 m); - km 9+640 ao km 9+800 (Faixa 2) - (Comprimento = 160 m); - km 10+240 ao km 10+300 (Faixa Simples) - (Comprimento = 60 m); - km 10+520 ao km 10+640 (Faixa Simples) - (Comprimento = 120 m); - km 10+900 ao km 10+960 (Faixa Simples) - (Comprimento = 60 m).

Nos locais que passarem por procedimentos de fresagem, antes da aplicação da recomposição com Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), deverá ser aplicada a pintura de ligação de acordo com a informação que se encontra abaixo;

- O material fresado deverá ser encaminhado para o local adequado conforme consta no Edital;

- Após os procedimentos de fresagem e recomposição;

- Executar Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica diluída com água com proporção de 1:1, tipo RR-1C, taxa de aplicação de 0,8 a 1,0 l/m^2 e taxa residual entre 0,4 e 0,5 l/m^2, conforme Especificação DNIT 145/2014 – ES;

- Executar 4,00 cm de CAUQ AMP 60/85-E Faixa C, em toda a plataforma, largura variável, conforme Especificação DNER 385/1999-ES.

- A deflexão recuperável a ser obtida sobre a superfície acabada deverá ser de 52 centésimos de milímetros.

Fonte: do Autor

15.0 Conclusão

Diante dos estudos executados nas pistas de rolamento da DF-009 (EPPN), tanto no Sentido 1: DF-003/Parque das Garças quanto no Sentido 2: Parque das Garças/DF-003, constatou-se que a mesma se encontra com grau médio de patologias em alguns pontos e em outros apresenta grau leve.

Por ser uma rodovia de médio fluxo de veículos, é imprescindível a recuperação da mesma de forma a dotá-la das condições de conforto e segurança adequadas ao tráfego dos usuários.

Faz necessário, ainda, a elaboração dos estudos de drenagem superficial e sinalização (vertical e horizontal) não previstos neste projeto de restauração.

Ressaltamos, ainda que, a deterioração do pavimento da rodovia é contínua.

Brasília-DF, 16 de julho de 2023.

Eng. Civil Willkerson Victor da Silva
Gerente de Estudos Tecnológicos
SUTEC/DITEC/GETEC
Mat. 221.148-3