



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
**GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA**

**PROJETO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA  
SISTEMA VIÁRIO INTERNO E PÁTIOS DE  
ESTACIONAMENTO DO CEASA**

**Fase de Projeto Final de Engenharia  
Parte 2: Impressão Definitiva**

**VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO**

Empresa: Iguatemi – Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.

**AGOSTO – 2025**



# SUMÁRIO

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>Apresentação.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2</b>	<b>Mapa de Localização.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>ESTUDOS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Estudo de Tráfego .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Estudo Topográfico.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3</b>	<b>Estudo Geológico.....</b>	<b>29</b>
<b>2.4</b>	<b>Estudo Hidrológico .....</b>	<b>32</b>
<b>2.5</b>	<b>Estudo Geotécnico.....</b>	<b>47</b>
<b>3</b>	<b>PROJETOS.....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Projeto Geométrico .....</b>	<b>55</b>
<b>3.2</b>	<b>Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes.....</b>	<b>57</b>
<b>3.3</b>	<b>Projeto de Pavimentação e Restauração .....</b>	<b>72</b>
<b>4</b>	<b>RESUMO DAS QUANTIDADES E MEMÓRIA DE CÁLCULO.....</b>	<b>101</b>
<b>4.1</b>	<b>Quadro de Quantidades .....</b>	<b>102</b>
<b>4.2</b>	<b>Origem dos Materiais .....</b>	<b>105</b>
<b>5</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES.....</b>	<b>107</b>
<b>5.1</b>	<b>Especificações .....</b>	<b>108</b>
<b>6</b>	<b>ART .....</b>	<b>109</b>
<b>7</b>	<b>TERMO DE ENCERRAMENTO.....</b>	<b>111</b>
<b>7.1</b>	<b>Termo de Encerramento .....</b>	<b>112</b>



# 1 APRESENTAÇÃO



## 1.1 Apresentação

O presente relatório, intitulado **VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO** é parte integrante da **READEQUAÇÃO DO PROJETO DE ENGENHARIA RODOVIÁRIA PARA SISTEMA VIÁRIO INTERNO E PÁTIOS DE ESTACIONAMENTO DO CEASA**.

O relatório foi elaborado pela empresa **IGUATEMI - Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.** em conformidade com o Contrato celebrado com a Centrais de Abastecimento do Estado de Santa Catarina S.A. - CEASA, cujos elementos principais estão relacionados a seguir.

Dados do contrato:

**Número do Contrato : 2025.08**

**Data de Assinatura do Contrato : 20/08/2025**

**Número da Ordem de Serviço : 579/2025**

**Data de Assinatura da Ordem de Serviço : 19/08/2025**

Florianópolis, agosto de 2025.

### 1.2 Mapa de Localização





## 2 ESTUDOS



# Estudo de Tráfego



## 2.1 Estudo de Tráfego

### 2.1.1 Considerações Iniciais

O objetivo do estudo de tráfego é obter, através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos aos cinco elementos fundamentais do tráfego (motorista, pedestre, veículo, via e meio ambiente) e seu inter-relacionamento.

Por meio dos estudos de tráfego é possível conhecer o número de veículos que circula por uma via em um determinado período, suas velocidades, suas ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacioná-los, os locais onde se concentram os acidentes de trânsito, etc. Permitem a determinação quantitativa da capacidade das vias e, em consequência, o estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação ou das características de seu projeto.

O estudo de tráfego fornecerá dados importantes para o Projeto Geométrico, necessário para a classificação da via, definição da seção transversal, projeto das interseções e para definir os parâmetros básicos para o dimensionamento da estrutura do pavimento.

Os estudos foram elaborados de acordo com as seguintes referências:

- Instrução de Estudo de Tráfego IS-02 (DER-SC, 1998);
- Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006).

### 2.1.2 Coleta de Dados

Os dados foram obtidos por meio de contagens volumétricas classificatórias realizadas em 1 (um) posto, no mês de janeiro de 2021, de acordo com o plano de contagem aprovado pela fiscalização.

#### **Postos de Contagem Volumétrica Classificatória**

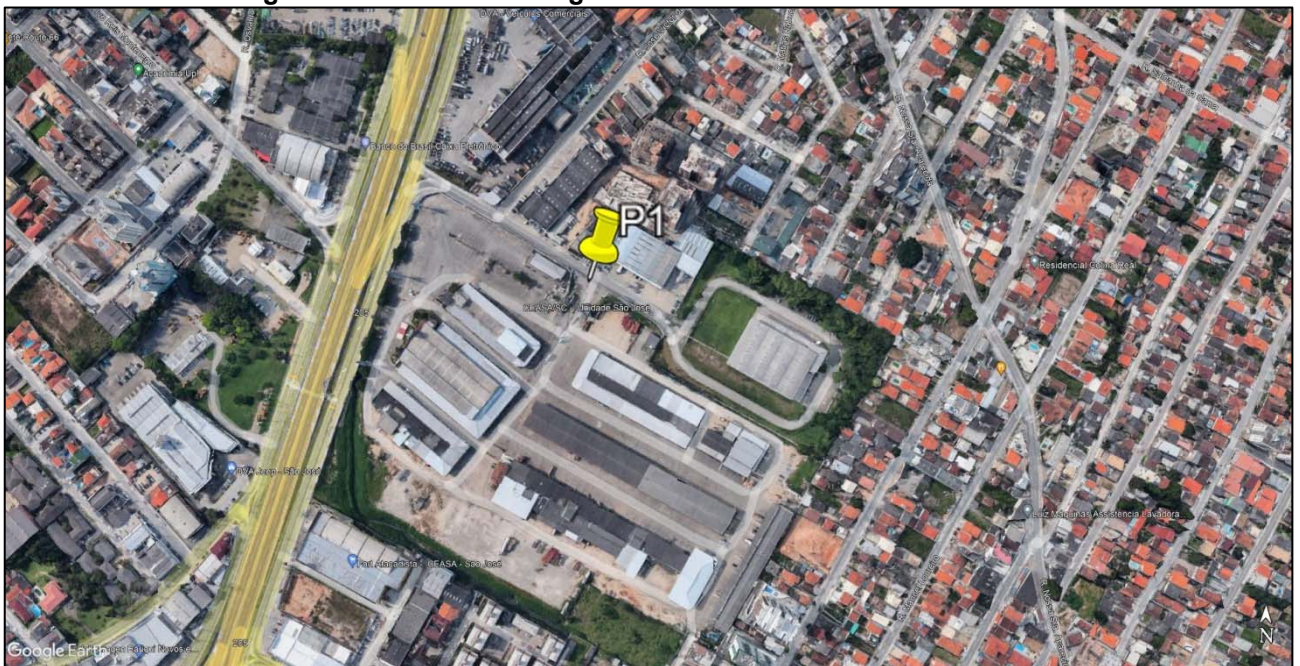
- Posto 1 (P1): Localizado na Rua Francisco Pedro Machado em frente ao acesso do CEASA/SC – Unidade São José. Contagem de 1 (um) dia com duração de 13 horas no dia 24/01/2021.

O período e a duração das contagens foram estabelecidos de maneira a permitir a caracterização adequada dos volumes de tráfego, assim como o comportamento geral

dos fluxos na área de interesse direto do projeto, bem como a definição dos horários de maior concentração de tráfego (hora de pico). Nesse sentido, as contagens foram realizadas no período entre 03:00 e 16:00 correspondente ao horário em que ocorre o maior fluxo de veículos, conforme relatado pela direção responsável pela operação do CEASA

A seguir é apresentada a imagem aérea com a localização do posto de contagem definido.

**Figura 1 – Posto de Contagem P1 situado na entrada do CEASA**



### 2.1.3 Metodologia Adotada nas Contagens Volumétricas Classificatórias

Foram utilizadas câmeras desenvolvidas para a captação de imagens em rodovias. Para a captação de imagens durante o período noturno há um sistema de holofotes que emitem luz na frequência de infravermelho, que é programado para funcionar durante o período noturno, a fim de possibilitar a identificação dos veículos que trafegam durante o período sem iluminação natural.

O uso de câmeras diferencia-se das demais por possuir as seguintes características:

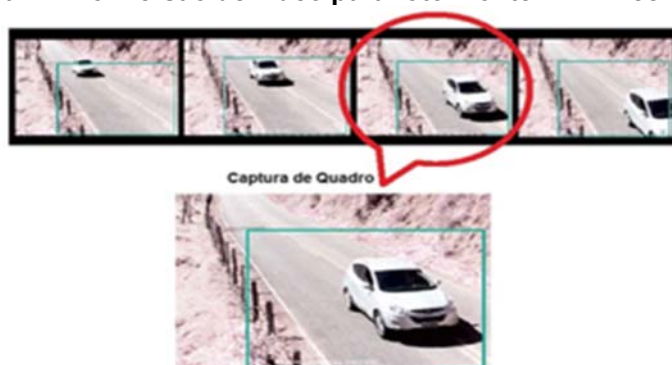
- Instalação e operação não-invasivas;
- Não necessita a quebra do pavimento; e,
- Mobilidade e flexibilidade na operação.

A câmera de vídeo armazena digitalmente os arquivos em cartão de memória. O equipamento pode ser instalado lateralmente, não sendo necessária a interrupção do trânsito.

O equipamento deve ser instalado em uma reta, preferencialmente não inclinada, em um trecho onde os veículos costumam trafegar com velocidade constante, evitando saídas ou entradas de curvas. Deve ser fixado em um poste em boas condições, entre 3 e 4 metros de altura e no máximo a 5 metros do acostamento ou 8 metros do bordo da pista.

O sistema de vídeo analítico processa todo o tempo das filmagens captadas através da câmera de vídeo e captura as imagens estáticas de todos os veículos que passaram na via.

**Figura 2 – Conversão de vídeo para foto. Fonte: DBA Tecnologia**



Utilizando um aplicativo para ordenar as informações das imagens, ocorre a classificação manual de cada foto associando-a às categorias de veículo específicas (moto, passeio, ônibus e carga), e também de acordo com o tipo, disposição e número de eixos dos veículos comerciais.

Figura 3 – Aplicativo de classificação. Fonte: DBA Tecnologia



As contagens volumétricas e classificatórias foram realizadas por processo automatizado apurando-se todos os movimentos de tráfego permitidos nos locais pesquisados e separando-se esses volumes de tráfego em intervalos de 15 minutos.

Os resultados das contagens realizadas seguem anexados ao final deste relatório.

Os veículos pesquisados foram classificados da seguinte forma:

**a) Motos (M)**

Todos os tipos de motociclos (motocicletas, triciclos, “scooters”, etc.);

**b) Veículos de Passeio (VP)**

Automóveis e utilitários diversos (caminhonetes, furgões, “pick-ups”, “vans”, dentre outros veículos leves com capacidade de carga inferior a 3,0 toneladas);

**c) Ônibus (ON)**

Coletivos urbanos, ônibus intermunicipais, “Tribus” (ônibus com eixo simples de rodas simples dianteiro e um eixo tandem duplo de seis rodas traseiro) e os micro-ônibus;

**d) Veículos de Carga Leves e Médios (VC1)**

Caminhões diversos de somente 2 eixos; e,

**e) Veículos de Carga Pesados (VC2)**

Caminhões diversos de 3 eixos ou mais.

Os veículos comerciais (ônibus e caminhões) foram classificados de acordo com o número, tipo e disposição dos eixos, conforme orientação do Manual de Estudos de Tráfego (2006) e do Quadro de Fabricantes de Veículos (2008), ambos do DNIT:

#### 2.1.4 Resumo das Contagens Volumétricas Classificatórias

A contagem volumétrica classificatória foi realizada separadamente para os sentidos de entrada e saída do pátio do CEASA. O resumo das contagens volumétricas classificatórias de tráfego realizadas no Posto P1 é apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 1 – Resumo das contagens de tráfego (P1)**

Tipos de Veículos		24-01-2022		Total
		SAÍDA	ENTRADA	
Motos	M	216	242	458
Passeio	P	1083	1369	2452
Coletivo	2CB	4	3	7
Carga	2C	489	413	902
	2CC	98	84	182
	2I2	1	0	1
	2S2	2	1	3
	2S3	3	4	7
	3C	130	102	232
	3I3	4	1	5
	3M6	1	0	1
	3S3	11	7	18
	4CD	48	12	60
	X	1	1	2
<b>Total Motos</b>		<b>216</b>	<b>242</b>	<b>458</b>
<b>Total Passeio</b>		<b>1083</b>	<b>1369</b>	<b>2452</b>
<b>Total Coletivo</b>		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>7</b>
<b>Total Carga</b>		<b>788</b>	<b>625</b>	<b>1413</b>
<b>Total</b>		<b>2091</b>	<b>2239</b>	<b>4330</b>

#### 2.1.5 Fatores de Correção

Quando não se dispõe de informações contínuas de contagens de tráfego ao longo do ano, recomenda-se fazer a correção dos dados obtidos nas contagens realizadas em períodos isolados, haja vista que o tráfego varia ao longo das horas do dia, dos dias da semana e dos meses do ano. Geralmente, são utilizados os fatores de expansão horária (FH), correção diária (FD), e sazonalidade mensal (FM) aos volumes de tráfego obtidos nas contagens. Todavia, como o fluxo de trabalho do CEASA é rotineiro e apresenta



uniformidade ao longo do ano, orientou-se a fazer a contagem na segunda-feira, dia 24/01/2022, e entre o horário das 03:00 às 16:00 que corresponde ao período de maior movimento. Os respectivos fatores de correção adotados são descritos a seguir.

#### a) Fator de Expansão Horária (FH)

As contagens de tráfego normalmente são executadas por um período de 13 horas ao longo do dia, o qual deve abranger os horários de pico da manhã e da tarde. Segundo informações do CEASA, o horário das 03:00 às 16:00 concentra o maior volume de carga, descarga e circulação de veículos dentro do pátio. Para tanto, considerou-se que o volume de tráfego compreendido neste intervalo representa 2/3 do volume diário total, ou seja, o fator de expansão horária admitido para os volumes da contagem de 13 horas será igual a 1,50.

#### b) Fator de Variação Diária (FD)

Os fatores de variação diária corrigem as alterações do tráfego existente entre os diferentes dias da semana. O funcionamento do CEASA é ininterrupto para recepção de cargas, 24 horas por dia e 7 dias por semana, todavia o atendimento ao público para comércio é fechado no sábado a tarde e domingo o dia todo. Nesse sentido, foram definidas algumas proporções para o volume médio diário de tráfego para cada dia da semana, com o objetivo de calcular o fator de variação diária. Para tanto, de segunda a sexta foi adotada a proporção de 100% do tráfego normal, já para o sábado considerou-se 75% e para o domingo apenas 50%. A seguir é apresentada a tabela com as proporções adotadas e os fatores de variação de cada dia da semana.

**Tabela 2 – Cálculo dos fatores de variação diária**

DIA	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	MÉDIA
VMD	100%	100%	100%	100%	100%	75%	50%	89%
FD	<b>0,893</b>	0,893	0,893	0,893	0,893	1,190	1,786	

#### c) Fator de Sazonalidade Mensal (FM)

Estes fatores têm como objetivo corrigir as variações do tráfego existente entre os diferentes meses do ano. Entretanto, conforme mencionado anteriormente, o volume de tráfego no pátio do CEASA é bastante linear ao longo do ano e, portanto, o fator de sazonalidade mensal admitido é igual a 1,0.



### 2.1.6 Taxas de Crescimento de Tráfego

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes recomenda que, na ausência de estudo socioeconômico ou de projeções econômicas predefinidas, o estudo de tráfego e capacidade adote o valor de 3% para a taxa de crescimento anual, conforme o Manual de Estudo de Tráfego - DNIT, 2006, página 234:

“A experiência mostra que o tráfego costuma crescer a taxas de crescimento anuais de variação relativamente lenta. Ultimamente tem sido comum adotar, à falta de informações de variáveis socioeconômicas, uma taxa de crescimento anual de 3%, próxima da taxa de crescimento econômico do país como um todo”.

### 2.1.7 Volume Médio Diário Anual (VMDA)

A determinação Volume Média Diário Anual (VMDA) de tráfego se dá através da aplicação dos fatores de correção sobre os volumes de tráfego obtidos a partir das contagens. Nesse sentido, o cálculo do Volume Médio Diário Anual (VMDA) de tráfego é dado pela seguinte equação, de acordo com a IS 02/98 (DER-SC):

$$VMDA = \frac{VMD \times FH}{FD \times FM}$$

Onde:

VMDA = Volume Médio Diário Anual;

VMD = Volume Médio Diário das contagens realizadas ou tráfego futuro;

FH = Fator de Expansão Horária;

FD = Fator de Correção Diária;

FM = Fator de Sazonalidade Mensal.

A tabela a seguir apresenta o cálculo do Volume Médio Diário Anual de tráfego referente ao ano da contagem, 2022.



**Tabela 3 – Cálculo do Volume Médio Diário Anual (2022)**

VOLUME MÉDIO DIÁRIO ANUAL (VMDA)																
DATA	DURAÇÃO	CATEGORIA DE VEÍCULO														TOTAL
		M	P	2CB	2C	2CC	2I2	2S2	2S3	3C	3I3	3M6	3S3	4CD	X	
24/01/2022	13H	458	2452	7	902	182	1	3	7	232	5	1	18	60	2	4330
FH		1,500														
VMD	24H	687	3678	10	1353	273	1	4	10	348	7	1	27	90	3	6492
FD		0,893														
FM		1,000														
VMDA	2022	613	3283	8	1208	243	0	3	8	310	6	0	24	80	2	5788

### 2.1.8 Determinação do Número N

#### a) Generalidades

Os valores do número de operações do eixo-padrão de 8,2 t (N) foram obtidos a partir da aplicação da fórmula preconizada pelo Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER/1996 desenvolvida pelo Engenheiro Civil Murillo Lopes de Souza, a saber:

$$N_i = 365 \times VMDA_{ci} \times F_P \times F_R \times F_V$$

Onde:

$N_i$  = número equivalente de operações do eixo-padrão de 8,2 t para o ano “i”;

$TMDA_{ci}$  = somatório do volume de tráfego comercial (ônibus + veículos de carga) ocorrente no trecho até o ano “i”;

$F_P$  = fator de pista  $F_P = 0,50$ ;

$F_R$  = fator climático regional  $F_R = 1,00$ ; e,

$F_V$  = fator de veículos.

#### b) Cálculo dos Fatores de Veículos (FV)

Os fatores de veículos foram determinados pelos 2 (dois) métodos usuais de dimensionamento de pavimentos, a saber:

- Pavimentos Novos / Reconstrução: Método do Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE); e,
- Restauração / Reforço do Pavimento: Método da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Para o cálculo dos Fatores de Veículo - FV foram considerados:

- Os Fatores Equivalentes Operacionais (FEO), para cada tipo de eixo, foram calculados adotando as fórmulas preconizadas pelas metodologias do “USACE” e da “AASHTO”;
- Os valores dos “Fatores de Veículo Individuais - FVi” da frota de veículos foram determinados, para cada tipo de veículo, considerando-se a frota com 100% dos veículos carregados;
- Para os veículos carregados, consideraram-se os limites de cargas máximas previstos pela Lei da Balança com a tolerância de 5,0% para o Peso Bruto Total (PBT) ou Peso Bruto Total Combinado (PBTC) de cada veículo conforme previsto pela Lei Federal nº 7.408/85. Para este estudo não foi considerada a tolerância de 12,5% por eixo conforme alteração da Lei através da MP 1.050/21.

A seguir são apresentados os critérios adotados para o cálculo dos Fatores de Veículos - FV.

**Tabela 4 – Fórmulas para o cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais (USACE)**

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



**Tabela 5 – Fórmulas para o cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais (AASHTO)**

Tipos de Eixos	Fórmulas
Eixo Dianteiro Simples de Rodas Simples	$FEO = (P / 7,77)^{4,32}$
Eixo Dianteiro Simples de Rodas Duplas	$FEO = (P / 8,17)^{4,32}$
Eixo Traseiro <i>Tandem</i> Duplo de Rodas Duplas	$FEO = (P / 15,08)^{4,14}$
Eixo Traseiro <i>Tandem</i> Triplo de Rodas Duplas	$FEO = (P / 22,95)^{4,22}$

Para o caso específico das vias de circulação interna do CEASA, considerou-se que a frota de veículos de carga deverá transitar ora vazia e ora 100% carregada, uma vez que os veículos chegam carregados e saem vazios após a entrega dos produtos, ou chegam vazios e saem carregados após a aquisição dos produtos. Sendo assim, considerou-se que a frota de veículos comerciais deverá transitar pelo pátio na seguinte proporção: 50% carregada e 50% vazia.

A tabela a seguir apresenta o resumo do cálculo dos Fatores de Veículos para ambas as metodologias, USACE e AASHTO, considerando os veículos comerciais 50% vazios e 50% carregados, estes com 100% da capacidade de carga mais a tolerância 5% para o PBT e PBTC.

**Tabela 6 – Resumo do cálculo dos Fatores de Veículos – Vias de Circulação**

VEÍCULOS	CONFIGURAÇÃO	COMPOSIÇÃO DA FROTA				USACE			AASHTO		
						Vazio	100% CARREG.	$\Sigma \% VMD \times Fvi$	Vazio	100% CARREG.	$\Sigma \% VMD \times Fvi$
							PBT +5%			PBT +5%	
		VMDA	% TOTAL	Vazio	Carregado	FVi	FVi		FVi	FVi	
ÔNIBUS	2CB	8	0,42%	0,21%	0,21%	0,0401	4,8013	0,010	0,0331	3,3604	0,007
	3CB	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,1687	3,4937	0,000	0,0736	1,1781	0,000
CAMINHÃO	2CC	243	12,84%	6,42%	6,42%	0,0254	0,6762	0,045	0,0238	0,8083	0,053
	X	2	0,11%	0,05%	0,05%	0,0973	0,1158	0,000	0,0384	0,0472	0,000
	2C	1208	63,85%	31,92%	31,92%	0,0490	4,8013	1,548	0,0421	3,3604	1,086
	3C	310	16,38%	8,19%	8,19%	0,1687	11,5095	0,957	0,0736	2,4142	0,204
	4CD	80	4,23%	2,11%	2,11%	0,1144	11,8476	0,253	0,0548	2,8183	0,061
SEMI-REBOQUE	2S2	3	0,16%	0,08%	0,08%	0,2682	15,9727	0,013	0,1987	5,3704	0,004
	2S3	8	0,42%	0,21%	0,21%	0,2281	17,0105	0,036	0,1445	5,2769	0,011
	3S3	24	1,27%	0,63%	0,63%	0,2740	23,7187	0,152	0,1535	4,3307	0,028
	3I3	6	0,32%	0,16%	0,16%	0,3316	24,8991	0,040	0,2187	11,2829	0,018
<b>TOTAL</b>		<b>5788</b>	<b>100,00%</b>	<b>50,00%</b>	<b>50,00%</b>	<b>FV<sub>USACE</sub></b>		<b>3,055</b>	<b>FV<sub>AASHTO</sub></b>		<b>1,474</b>



Já para o caso específico do estacionamento, como os veículos costumam estacionar enquanto aguardam para fazer o carregamento, considerou-se a frota de veículos comerciais na seguinte proporção: 10% carregada e 90% vazia.

A tabela a seguir apresenta o resumo do cálculo dos Fatores de Veículos para ambas as metodologias, USACE e AASHTO, considerando os veículos comerciais 10% vazios e 90% carregados, estes com 100% da capacidade de carga mais a tolerância 5% para o PBT e PBTC.

**Tabela 7 – Resumo do cálculo dos Fatores de Veículos – Estacionamento**

VEÍCULOS	CONFIGURAÇÃO	COMPOSIÇÃO DA FROTA				USACE			AASHTO		
						Vazio	100% CARREG.	Σ % VMD x FVi	Vazio	100% CARREG.	Σ % VMD x FVi
							PBT +5%			PBT +5%	
VMDA	% TOTAL	Vazio	Carregado	FVi	FVi		FVi	FVi			
ÔNIBUS	2CB	8	0,42%	0,38%	0,04%	0,0401	4,8013	0,002	0,0331	3,3604	0,002
	3CB	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,1687	3,4937	0,000	0,0736	1,1781	0,000
CAMINHÃO	2CC	243	12,84%	11,56%	1,28%	0,0254	0,6762	0,012	0,0238	0,8083	0,013
	X	2	0,11%	0,10%	0,01%	0,0973	0,1158	0,000	0,0384	0,0472	0,000
	2C	1208	63,85%	57,46%	6,38%	0,0490	4,8013	0,335	0,0421	3,3604	0,239
	3C	310	16,38%	14,75%	1,64%	0,1687	11,5095	0,213	0,0736	2,4142	0,050
	4CD	80	4,23%	3,81%	0,42%	0,1144	11,8476	0,054	0,0548	2,8183	0,014
SEMI-REBOQUE	2S2	3	0,16%	0,14%	0,02%	0,2682	15,9727	0,003	0,1987	5,3704	0,001
	2S3	8	0,42%	0,38%	0,04%	0,2281	17,0105	0,008	0,1445	5,2769	0,003
	3S3	24	1,27%	1,14%	0,13%	0,2740	23,7187	0,033	0,1535	4,3307	0,007
	3I3	6	0,32%	0,29%	0,03%	0,3316	24,8991	0,009	0,2187	11,2829	0,004
<b>TOTAL</b>		<b>5788</b>	<b>100,00%</b>	<b>90,00%</b>	<b>10,00%</b>	<b>FV<sub>USACE</sub></b>		<b>0,670</b>	<b>FV<sub>AASHTO</sub></b>		<b>0,333</b>

### 2.1.9 Projeção do VMDA e do Número N

A Projeção do VMDA foi obtida aplicando-se a fórmula de crescimento geométrico, a saber:

$$VMDA_N = VMDA_0 \times (1 + i)^n$$

Onde:

TMDA<sub>n</sub> = Tráfego médio diário anual final;

TMDA<sub>0</sub> = Tráfego médio diário anual inicial;

i = Taxa de crescimento geométrico médio anual; e,

n = Número de anos do Período de Projeto.



Foram consideradas as seguintes condições para a determinação dos parâmetros intervenientes:

- Ano da contagem de tráfego: 2022;
- 1º Ano de abertura ao tráfego: 2023;
- Período de projeto para fins de pavimentação: 5 anos
- Ano final da vida útil do pavimento: 2027.

A Projeção do Número “N” foi efetuada considerando-se a projeção do VMDA e os fatores intervenientes ( $F_P$ ,  $F_R$  e  $F_V$ ).

Para fins de dimensionamento, as áreas pavimentadas foram divididas em três segmentos, a saber:

- Eixo 0** – corresponde à via principal do pátio do CEASA interligando todos os demais ramos ao portão de entrada e saída. Neste sentido, foi considerado para este segmento o volume total de veículos, com 50% dos veículos carregados e 50% dos veículos vazios, e fator de pista igual a 0,50 para pistas simples de duplo sentido;
- Ramos** – correspondem às demais vias de circulação do pátio do CEASA. Para estes segmentos, especificamente, foi considerado que a parcela de 20% do volume total de veículos deverá trafegar pelos ramos, com 50% dos veículos carregados e 50% dos veículos vazios, e fator de pista igual a 0,50;
- Estacionamento** – para o caso específico do pátio de estacionamento foi considerada que a proporção de 50% do volume total de veículos deverá utilizar esta área, sendo 10% dos veículos carregados e 90% dos veículos vazios, e fator de pista igual a 1,00, pois não há divisão de fluxos;

As Projeções do VMDA e do Número N para cada um dos segmentos do projeto em questão são apresentadas nas tabelas a seguir.



Tabela 8 – Projeção do VMDA e cálculo do Número N – Eixo 0

NÚMERO "N" - EIXO 0											
ANO	PROJEÇÃO DO VMDA						VALORES DO NÚMERO N				Observações
	MOTO	CARROS DE PASSEIO	ÔNIBUS	VEÍCULOS DE CARGA		TOTAL	USACE		AASHTO		
				CAMINHÕES LEVES	CAMINHÕES PESADOS		Ano a ano	Acumulado	Ano a ano	Acumulado	
2022	613	3283	8	1453	431	5.788	1,05E+06		5,09E+05		Contagem
2023	631	3381	8	1497	444	5.962	1,09E+06	1,09E+06	5,24E+05	5,24E+05	1º Ano - Abertura
2024	650	3483	8	1541	457	6.140	1,12E+06	2,21E+06	5,40E+05	1,06E+06	2º Ano
2025	670	3587	9	1588	471	6.325	1,15E+06	3,36E+06	5,56E+05	1,62E+06	3º Ano
2026	690	3695	9	1635	485	6.514	1,19E+06	4,55E+06	5,73E+05	2,19E+06	4º Ano
<b>2027</b>	<b>711</b>	<b>3806</b>	<b>9</b>	<b>1684</b>	<b>500</b>	<b>6.710</b>	<b>1,22E+06</b>	<b>5,77E+06</b>	<b>5,90E+05</b>	<b>2,78E+06</b>	<b>5º Ano</b>
2028	732	3920	10	1735	515	6.911	1,26E+06	7,03E+06	6,08E+05	3,39E+06	6º Ano
2029	754	4038	10	1787	530	7.119	1,30E+06	8,33E+06	6,26E+05	4,02E+06	7º Ano
2030	777	4159	10	1841	546	7.332	1,34E+06	9,66E+06	6,45E+05	4,66E+06	8º Ano
2031	800	4284	10	1896	562	7.552	1,38E+06	1,10E+07	6,64E+05	5,33E+06	9º Ano
2032	824	4412	11	1953	579	7.779	1,42E+06	1,25E+07	6,84E+05	6,01E+06	10º Ano

Tabela 9 – Projeção do VMDA e cálculo do Número N – Ramos

NÚMERO "N" - DEMAIS RAMOS											
ANO	PROJEÇÃO DO VMDA						VALORES DO NÚMERO N				Observações
	MOTO	CARROS DE PASSEIO	ÔNIBUS	VEÍCULOS DE CARGA		TOTAL	USACE		AASHTO		
				CAMINHÕES LEVES	CAMINHÕES PESADOS		Ano a ano	Acumulado	Ano a ano	Acumulado	
2022	123	657	2	291	86	1.158	2,11E+05		1,02E+05		Contagem
2023	126	676	2	299	89	1.192	2,17E+05	2,17E+05	1,05E+05	1,05E+05	1º Ano - Abertura
2024	130	697	2	308	91	1.228	2,24E+05	4,41E+05	1,08E+05	2,13E+05	2º Ano
2025	134	717	2	318	94	1.265	2,31E+05	6,72E+05	1,11E+05	3,24E+05	3º Ano
2026	138	739	2	327	97	1.303	2,37E+05	9,09E+05	1,15E+05	4,39E+05	4º Ano
<b>2027</b>	<b>142</b>	<b>761</b>	<b>2</b>	<b>337</b>	<b>100</b>	<b>1.342</b>	<b>2,45E+05</b>	<b>1,15E+06</b>	<b>1,18E+05</b>	<b>5,57E+05</b>	<b>5º Ano</b>
2028	146	784	2	347	103	1.382	2,52E+05	1,41E+06	1,22E+05	6,78E+05	6º Ano
2029	151	808	2	357	106	1.424	2,59E+05	1,67E+06	1,25E+05	8,03E+05	7º Ano
2030	155	832	2	368	109	1.466	2,67E+05	1,93E+06	1,29E+05	9,32E+05	8º Ano
2031	160	857	2	379	112	1.510	2,75E+05	2,21E+06	1,33E+05	1,07E+06	9º Ano
2032	165	882	2	391	116	1.556	2,84E+05	2,49E+06	1,37E+05	1,20E+06	10º Ano

Tabela 10 – Projeção do VMDA e cálculo do Número N – Estacionamento

NÚMERO "N" - ESTACIONAMENTO											
ANO	PROJEÇÃO DO VMDA						VALORES DO NÚMERO N				Observações
	MOTO	CARROS DE PASSEIO	ÔNIBUS	VEÍCULOS DE CARGA		TOTAL	USACE		AASHTO		
				CAMINHÕES LEVES	CAMINHÕES PESADOS		Ano a ano	Acumulado	Ano a ano	Acumulado	
2022	307	1642	4	727	216	2.894	2,31E+05		1,15E+05		Contagem
2023	316	1691	4	748	222	2.981	2,38E+05	2,38E+05	1,19E+05	1,19E+05	1º Ano - Abertura
2024	325	1741	4	771	229	3.070	2,45E+05	4,83E+05	1,22E+05	2,41E+05	2º Ano
2025	335	1794	4	794	235	3.162	2,53E+05	7,36E+05	1,26E+05	3,66E+05	3º Ano
2026	345	1848	5	818	243	3.257	2,60E+05	9,96E+05	1,30E+05	4,96E+05	4º Ano
<b>2027</b>	<b>355</b>	<b>1903</b>	<b>5</b>	<b>842</b>	<b>250</b>	<b>3.355</b>	<b>2,68E+05</b>	<b>1,26E+06</b>	<b>1,33E+05</b>	<b>6,29E+05</b>	<b>5º Ano</b>
2028	366	1960	5	867	257	3.456	2,76E+05	1,54E+06	1,37E+05	7,67E+05	6º Ano
2029	377	2019	5	894	265	3.559	2,84E+05	1,82E+06	1,42E+05	9,08E+05	7º Ano
2030	388	2079	5	920	273	3.666	2,93E+05	2,12E+06	1,46E+05	1,05E+06	8º Ano
2031	400	2142	5	948	281	3.776	3,02E+05	2,42E+06	1,50E+05	1,20E+06	9º Ano
2032	412	2206	5	976	290	3.889	3,11E+05	2,73E+06	1,55E+05	1,36E+06	10º Ano



## CONTAGENS VOLUMÉTRICAS CLASSIFICATÓRIAS – P1







# Estudo Topográfico



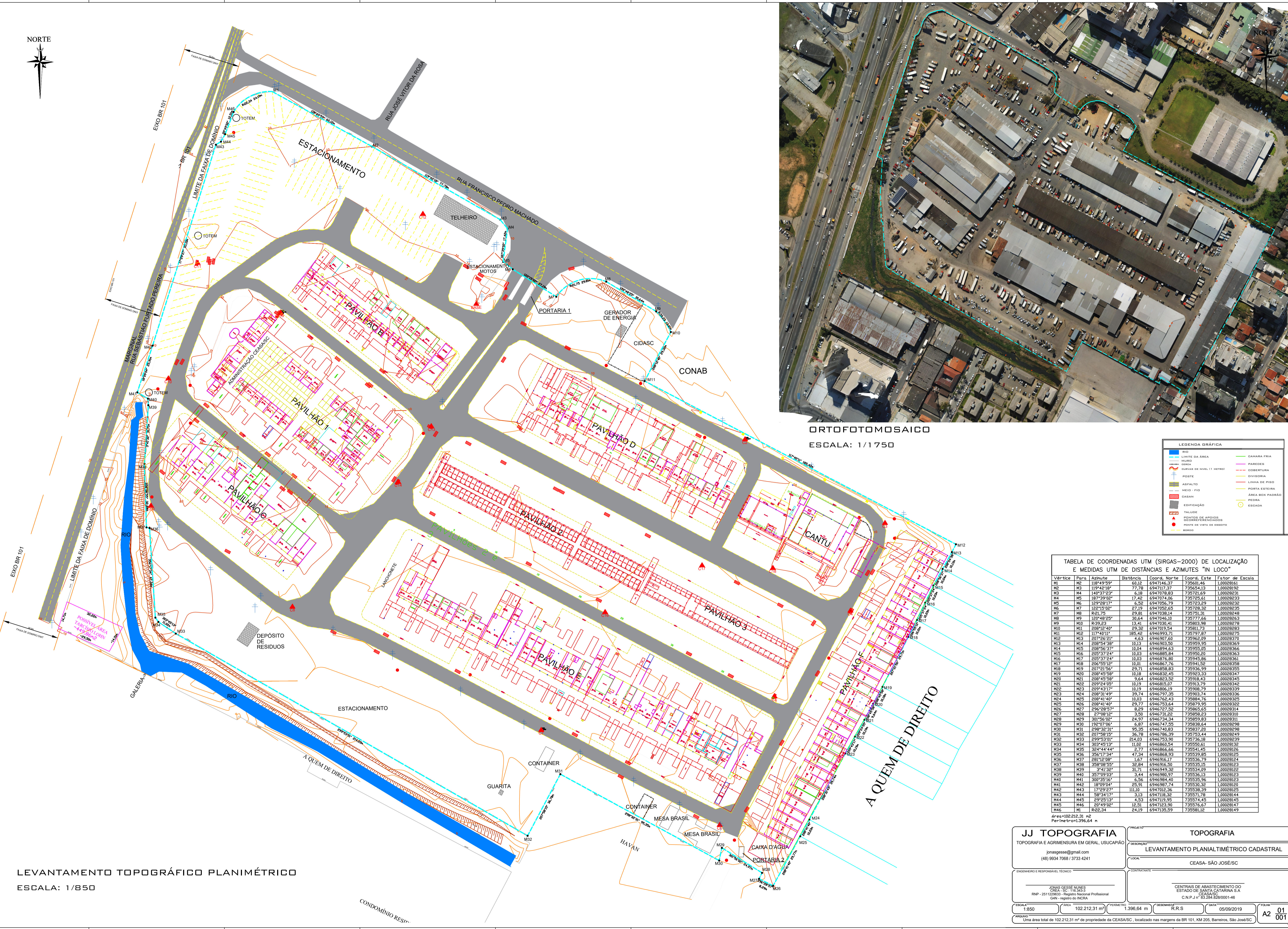
---

## 2.2 Estudo Topográfico

A restituição topográfica adotada para o presente projeto foi obtida junto ao CEASA, por se tratar de levantamento planialtimétrico cadastral recente.

Para o levantamento foi utilizado o sistema SIRGAS 2000 com a obtenção de coordenadas na projeção UTM.

A seguir é apresentada a planta de restituição topográfica.



ORTOFOTOMOSAICO  
ESCALA: 1/1750

**LEGENDA GRÁFICA**

	RIO		CANALADA FRIA
	LIMITE DA ÁREA		PARCELES
	MURO		COBERTURA
	CURVAS DE NÍVEL 1:1 METRO		DIVISÓRIA
	POSTE		LINHA DE FIDG
	ASFALTO		PORTA ESTERNA
	MEIO-FIO		ÁREA BOM PADRÃO
	CANAL		PERÍMETRO
	EDIFICAÇÃO		ESCALDA
	TALUDE		
	PONTOS DE APÍCIO		
	SEMI-ESTACIONAMENTOS		
	PONTE DE VISTA DE ESBORTO		
	BOQUE		

TABELA DE COORDENADAS UTM (SIRGAS-2000) DE LOCALIZAÇÃO E MEDIDAS UTM DE DISTÂNCIAS E AZIMUTES "IN LOCO"

Vértice	Para	Azimute	Distância	Coord. Norte	Coord. Este	Fator de Escala
M1	M2	118°49'59"	60,12	6947146,37	735601,46	1,0008161
M2	M3	119°42'18"	77,78	6947117,37	735654,13	1,0008198
M3	M4	140°37'23"	6,18	6947078,83	735721,69	1,0008231
M4	M5	187°39'02"	17,42	6947074,06	735725,61	1,0008233
M5	M6	129°28'17"	6,52	6947056,79	735723,29	1,0008232
M6	M7	125°15'00"	27,19	6947032,63	735729,32	1,0008235
M7	M8	82°1,75	29,81	6947038,14	735751,31	1,0008248
M8	M9	120°48'25"	30,64	6947046,10	735777,66	1,0008263
M9	M10	82°8'23	13,41	6947033,41	735782,98	1,0008278
M10	M11	208°12'40"	29,32	6947019,54	735811,73	1,0008283
M11	M12	117°40'11"	185,42	6946993,71	735797,87	1,0008275
M12	M13	207°26'21"	4,63	6946987,60	735792,99	1,0008270
M13	M14	208°54'38"	10,13	6946903,50	735959,95	1,0008369
M14	M15	208°56'37"	10,04	6946894,63	735955,05	1,0008366
M15	M16	205°37'24"	10,03	6946885,84	735950,20	1,0008363
M16	M17	205°37'24"	10,03	6946876,80	735945,86	1,0008361
M17	M18	206°55'12"	10,01	6946867,76	735941,52	1,0008358
M18	M19	207°21'36"	29,71	6946858,83	735936,99	1,0008355
M19	M20	208°45'58"	10,18	6946832,43	735931,33	1,0008347
M20	M21	208°45'58"	9,64	6946823,32	735918,43	1,0008345
M21	M22	209°24'05"	10,19	6946815,07	735913,79	1,0008342
M22	M23	209°41'17"	10,19	6946806,19	735908,79	1,0008339
M23	M24	208°31'49"	39,74	6946797,35	735903,74	1,0008336
M24	M25	208°41'40"	10,03	6946762,43	735884,76	1,0008325
M25	M26	208°41'40"	29,77	6946753,64	735879,95	1,0008322
M26	M27	296°28'57"	8,29	6946727,52	735865,65	1,0008314
M27	M28	27°08'12"	3,50	6946731,82	735859,23	1,0008310
M28	M29	301°56'02"	24,97	6946734,34	735859,83	1,0008311
M29	M30	192°07'06"	6,87	6946747,55	735863,64	1,0008308
M30	M31	298°32'31"	95,35	6946740,83	735837,20	1,0008298
M31	M32	207°08'19"	36,78	6946786,39	735753,44	1,0008249
M32	M33	299°59'01"	214,83	6946753,90	735746,18	1,0008239
M33	M34	303°45'13"	11,02	6946860,54	735550,61	1,0008132
M34	M35	324°44'44"	2,77	6946866,66	735541,45	1,0008126
M35	M36	252°17'34"	47,34	6946868,93	735539,85	1,0008125
M36	M37	281°12'08"	1,67	6946916,17	735536,79	1,0008124
M37	M38	358°08'55"	32,84	6946916,50	735535,15	1,0008123
M38	M39	174°41'32"	31,71	6946949,32	735534,09	1,0008122
M39	M40	357°09'03"	5,44	6946980,97	735536,13	1,0008123
M40	M41	300°39'16"	6,56	6946984,40	735535,96	1,0008123
M41	M42	18°09'04"	25,91	6946987,74	735530,32	1,0008120
M42	M43	179°59'27"	11,10	6947012,26	735538,29	1,0008125
M43	M44	58°34'17"	3,13	6947118,32	735571,78	1,0008144
M44	M45	29°29'13"	4,53	6947119,95	735574,45	1,0008145
M45	M46	20°49'02"	12,51	6947123,90	735576,67	1,0008147
M46	M1	82°2,34	24,19	6947135,59	735581,12	1,0008149

Área=102.212,31 m<sup>2</sup>  
Perímetro=1.396,64 m

<b>JJ TOPOGRAFIA</b> TOPOGRAFIA E AGRIMENSURA EM GER. USUCAPIÃO jonasgessa@gmail.com (48) 9934 7068 / 3733 4241		<b>TOPOGRAFIA</b>	
PROJETO		TOPOGRAFIA	
DESCRIÇÃO		LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO CADASTRAL	
LOCAL		CEASA- SÃO JOSÉ/SC	
ENGENHEIRO E RESPONSÁVEL TÉCNICO		CONTRATANTE	
JONAS GESSÉ NUNES CREA - SC - 116.343 RNP - 251122633 - Registro Nacional Profissional CNPJ nº 03.284.828/0001-46		CENTRAL DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SANTA CATARINA S.A CEASA C.N.P.J nº 03.284.828/0001-46	
ESCALA 1:850	ÁREA 102.212,31 m <sup>2</sup>	PERÍMETRO 1.396,64 m	DESENHISTA R.R.S
DATA 05/09/2019		FOLHA 01 001	

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO  
ESCALA: 1/850



# Estudo Geológico



## 2.3 Estudo Geológico

### 2.3.1 Introdução

Os Estudos Geológicos tiveram por base consultas a dados existentes

A região do local de projeto desenvolve-se na borda continental dominada pela Planície Costeira. Pequenos trechos cortam rochas cristalinas e cristalofílicas do Embasamento, que formam as Serras do Leste Catarinense.

As rochas cristalinas são representadas pelo batolito granítico da Suite Intrusiva Pedras Grandes, enquanto que a Planície Costeira é composta por sedimentos arenosíltico-argilosos de origem diversas, desde marinha até continental, formando vários ambientes deposicionais.

A Planície Costeira caracteriza-se por um ambiente com topografia suave, plana a levemente ondulada, de origem sedimentar composta por depósitos arenosos, areno-siltosos e areno-argilosos de origem continental e marinha, depositados durante o Período Quaternário, formando vários ambientes.

Os sedimentos de origem marinha foram depositados pela ação das correntes marinhas, em épocas de mar transgressivo e regressivo, isto é, quando o nível do mar esteve em cotas mais altas durante o período Holoceno inferior. Nessa época, o mar foi retrabalhando os sedimentos de origem continental, depositados na plataforma submersa na forma de leques e cones de dejeção, trazidos pelas drenagens formando deltas afogados, que hoje estão representados pelos Terraços Marinheiros areno-argilosos (QHt1).

Intercalados aos períodos transgressivos, houve épocas regressivas, onde as correntes marinhas retrabalharam esses depósitos. Esses períodos regressivos permitiram a formação de vários ambientes transicionais tais como: mangues (QHm); depósitos flúvio-lagunares (QHfl); depósitos lagunares antigos em níveis mais elevados (QHi). Por outro lado, o movimento gradual de descida do nível do mar formou cordões arenosos alinhados, sucessivos, paralelos a linha de costa, pró-gradantes, aumentando a planície costeira.

A ação dos ventos ressecou parte dos sedimentos marinheiros transportando-os e depositando-os na forma de dunas antigas (QHd1) marrons a avermelhadas, fixas, e dunas recentes, brancas amareladas, móveis (QHd2).



Os sedimentos de ambientes continentais podem ser classificados conforme os locais de deposição. Assim, tem-se os aluviões atuais, depositados em planícies de inundação durante os períodos de elevação dos níveis dos rios além de seus limites, gerando lagoas e pântanos. São depósitos arenosos finos com alguma argila (QH<sub>p</sub>). Depósitos de calha dos rios são formados por areias médias a grossas e cascalhos (QH<sub>a</sub>).

A dinâmica dos rios de planície obriga que o traçado do leito fluvial mude constantemente de direção, fazendo com que os meandros cresçam até encontrarem-se capturando uns aos outros, mudando o regime e direção dos mesmos. Nas curvas dos meandros surgem feições erosivas, como terraços fluviais (TF) e feições deposicionais, na forma de cordões fluviais (QH<sub>f</sub>).

Por último, como depósitos continentais indivisos de idade indeterminada, ocorrem os sedimentos argilo-arenosos gerados através da ação do intemperismo sobre as rochas cristalinas, e que, por movimentação gravitacional e pelo escoamento superficial nas encostas, formam depósitos coluviais na forma de tálus com blocos e seixos angulosos, sobre matriz argilo-arenosa, depositados nas porções inferiores das encostas (QH<sub>c</sub>).

As rochas magmáticas plutônicas constituem a Suite Intrusiva Pedras Grandes. Esta Suite está constituída por granitos isótopos, eqüigranulares médios a grossos, ocasionalmente porfiríticos com cores variando de cinza médio a róseo, apresentando fácies que variam desde Monzogranitos a Sienogranitos. Localmente ocorre a presença do Granito Serra do Tabuleiro, segundo Zanini e outros autores registraram em 1997, que forma a serra do Tabuleiro, onde se destaca o pico do Cambirela. A constituição desta rocha é de Sienogranito, com granulometria grossa e presença de feldspatos alcalinos, quartzo e plagioclásios.



# Estudo Hidrológico



## 2.4 Estudo Hidrológico

Visando a obtenção de elementos para a verificação das obras de arte correntes e dispositivos de drenagem superficial e profunda para implantação de ciclovia, no que se relaciona à condução das águas provenientes do escoamento superficial para locais afastados do corpo estradal e a transposição de cursos de água permanentes ou temporários foi desenvolvido o presente estudo hidrológico.

Este estudo consiste na determinação do regime pluviométrico para a região atravessada pelo projeto, na caracterização fitogeomorfológica das bacias de contribuição e na obtenção das vazões de projeto para cada seção de controle.

Para tanto, se fez necessário a obtenção de dados de pluviometria aos quais se deu tratamento estatístico, chegando assim, às curvas de intensidade-duração-frequência.

O desenvolvimento de todos esses passos tem o objetivo final de determinar as descargas nos pontos de controle.

### 2.4.1 Coleta de Dados

As informações pluviométricas utilizadas dizem respeito a Estação Meteorológica de Florianópolis, localizada no Município de São José. As informações pluviométricas disponíveis neste posto são as que melhor representam a região do projeto.

Os dados do posto meteorológico de Florianópolis foram fornecidos por sua operadora, Agência Nacional de Águas - ANA, por meio de leitura de pluviômetro, sendo correspondentes às precipitações mensais, números de dias de chuva e precipitações máximas diárias anuais para o período de observação compreendido entre os anos de 1988 a 2018.

#### 2.4.1.1 Processamento dos Dados Pluviométricos

Os dados de chuvas foram processados estatisticamente para fornecer os valores máximos, médios e mínimos das precipitações mensais, número de dias de chuva e precipitações máximas diárias anuais.



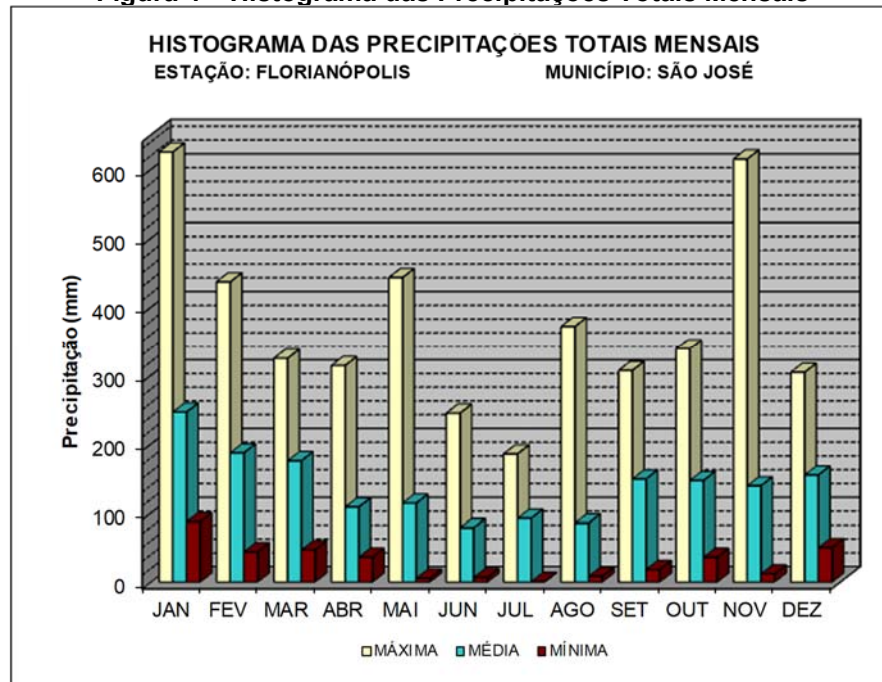
## 2.4.1.2 Precipitações Mensais

A partir das precipitações totais mensais obtidas durante o período de observação, calculou-se a precipitação total máxima, média e mínima mensal.

<b>ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS TOTAIS MENSAIS</b>															
Fonte:	ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS								Lat:	-27,6					
Estação:	FLORIANÓPOLIS				Código:	2748006				Long:	-48,62				
Local:	SÃO JOSÉ								Uf:	SC					
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	MÁXIMA	
1.988	103,90	85,50	191,30	82,00	71,80	29,50	4,40	8,50	87,10	93,60	11,90	61,60	831,10	191,30	
1.989	365,70	177,20	125,50	108,40	164,70	38,80	61,30	24,30	170,90	66,30	49,00	144,50	1.496,60	365,70	
1.990	270,40	283,60	154,20	195,70	64,70	80,10	175,80	117,70	142,90	174,90	143,50	145,50	1.949,00	283,60	
1.991	123,70	44,00	46,80	52,10	72,10	63,40	42,70	28,70	79,50	137,70	324,90	127,90	1.143,50	324,90	
1.992	243,30	138,10	240,00	36,40	200,20	69,50	143,60	122,60	64,60	36,10	136,30	50,10	1.480,80	243,30	
1.993	247,20	206,00	136,90	122,90	105,00	69,30	185,60	12,70	229,40	123,60	23,20	182,00	1.643,80	247,20	
1.994	111,70	211,00	244,00	133,60	221,90	82,20	117,80	12,60	18,40	109,20	134,50	231,30	1.628,20	244,00	
1.995	367,60	247,20	239,30	36,40	5,70	103,80	56,00	60,20	106,20	138,20	115,80	190,80	1.667,20	367,60	
1.996	206,80	247,70	249,70	49,70	7,40	153,80	108,90	91,60	222,90	103,30	62,30	163,70	1.667,80	249,70	
1.997	625,00	227,00	50,00	109,50	46,70	38,20	87,10	55,90	181,90	339,00	233,60	180,00	2.173,90	625,00	
1.998	305,60	186,30	135,70	67,60	72,60	79,20	90,10	226,30	255,70	147,70	131,60	114,70	1.813,10	305,60	
1.999	260,90	218,30	75,90	94,10	51,00	116,50	161,50	27,70	89,40	230,10	231,30	94,30	1.651,00	260,90	
2.000	269,30	189,30	157,40	90,70	90,30	77,00	102,90	65,70	137,40	141,60	133,20	140,50	1.595,30	269,30	
2.001	-	-	-	-	-	-	-	-	41,00	259,10	141,30	76,80	518,20	259,10	
2.002	229,90	116,40	117,20	207,40	88,00	35,80	98,80	110,60	86,50	173,80	133,60	180,80	1.578,80	229,90	
2.003	113,50	78,20	126,10	75,40	46,30	84,20	23,30	10,00	109,80	111,30	108,50	255,90	1.142,50	255,90	
2.004	375,30	196,00	207,80	127,80	204,20	92,50	83,10	28,50	127,80	134,70	130,10	260,60	1.968,40	375,30	
2.005	211,90	238,10	134,00	164,30	202,00	31,00	76,00	163,60	307,10	202,70	89,00	90,60	1.910,30	307,10	
2.006	183,20	174,20	67,80	68,10	49,20	35,20	41,40	56,50	44,00	95,90	242,40	83,70	1.141,60	242,40	
2.007	87,30	140,10	213,70	41,20	142,00	6,90	174,30	89,70	137,00	147,80	102,80	141,40	1.424,20	213,70	
2.008	354,90	436,80	243,00	207,80	71,90	68,60	8,90	60,70	230,40	286,50	614,90	304,50	2.888,90	614,90	
2.009	216,70	141,80	219,60	314,20	81,80	33,90	114,90	127,80	219,10	100,70	121,30	112,50	1.804,30	314,20	
2.010	223,00	174,10	267,20	123,50	443,00	85,40	96,20	67,00	156,40	134,00	156,30	114,70	2.040,80	443,00	
2.011	296,40	284,80	284,90	52,30	111,80	81,00	125,10	371,90	256,60	79,70	87,50	228,10	2.260,10	371,90	
2.012	353,50	72,70	110,40	80,70	118,00	140,80	161,90	60,70	64,20	107,40	103,40	86,80	1.460,50	353,50	
2.013	92,40	197,20	324,90	167,20	54,00	121,40	0,80	130,60	224,40	65,70	107,90	90,90	1.577,40	324,90	
2.014	201,80	124,70	129,00	106,10	85,50	244,70	55,30	90,20	153,30	138,90	22,30	-	1.351,80	244,70	
2.015	189,60	300,10	148,60	67,50	203,10	90,70	131,60	73,90	261,30	295,40	165,10	230,90	2.157,80	300,10	
2.016	242,90	229,40	281,40	104,90	73,50	42,90	117,50	77,60	112,90	177,90	47,40	252,80	1.761,10	281,40	
2.017	200,70	133,40	226,40	105,30	231,70	108,50	9,40	116,30	104,10	100,00	102,50	-	1.438,30	231,70	
2.018	315,20	116,60	121,30	63,40	46,40	58,00	110,90	70,00	202,50	101,60	108,90	154,90	1.469,70	315,20	
MÉDIA	246,31	187,19	175,67	108,54	114,22	78,76	92,24	85,34	149,18	146,92	139,24	154,92	1.633,42	311,52	
MÍNIMA	87,30	44,00	46,80	36,40	5,70	6,90	0,80	8,50	18,40	36,10	11,90	50,10	518,20	191,30	
MÁXIMA	625,00	436,80	324,90	314,20	443,00	244,70	185,60	371,90	307,10	339,00	614,90	304,50	2.888,90	625,00	

Pelo histograma da Figura 4, pode-se concluir que os meses de janeiro e fevereiro constituem os meses com maior precipitação, apresentando uma média mensal de 246,31 mm para o mês de janeiro e 187,19 para o mês de fevereiro. Ao longo do ano não se tem um período de estiagem característico, pois as médias mensais situam-se acima de 78 mm. Analisando-se os valores médios, a ocorrência de uma seca sempre é possível, mas a probabilidade é pequena.

**Figura 4 – Histograma das Precipitações Totais Mensais**



#### 2.4.1.3 Número de Dias de Chuva

Com os dados de dias de chuva foram calculados os valores máximos, médios e mínimos que geraram o histograma da Figura 5.



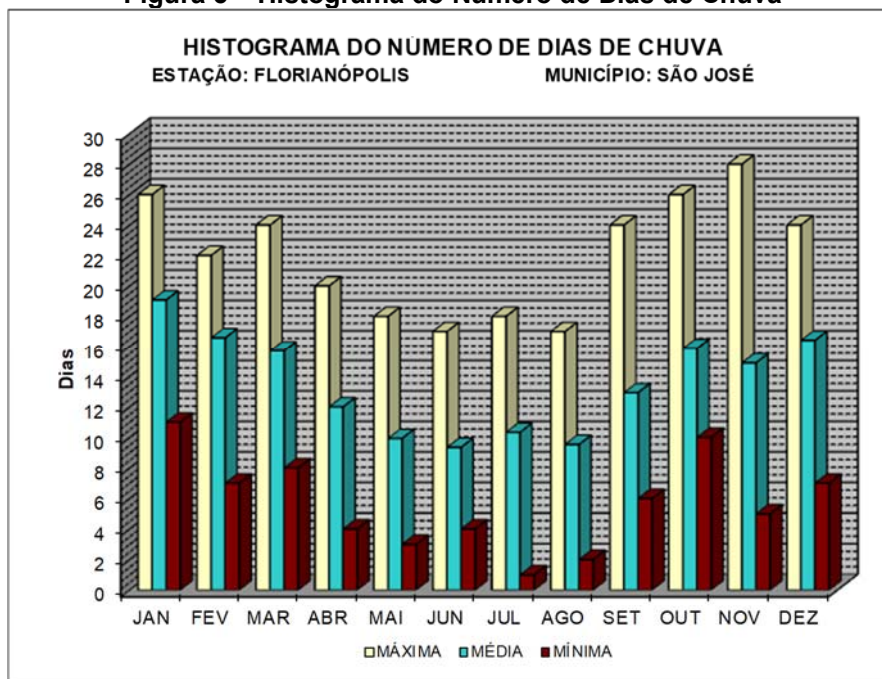
### NÚMERO DE DIAS DE CHUVA

Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS  
 Estação: FLORIANÓPOLIS Código: 2849022  
 Local: SÃO JOSÉ Uf: SC

Lat: -27,6  
 Long: -48,62  
 Altitude:

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1.988	13	18	10	10	13	4	6	5	10	13	8	16	126
1.989	23	16	17	13	10	11	-	-	-	11	-	-	101
1.990	23	14	19	19	6	11	13	13	17	17	18	12	182
1.991	11	7	8	6	4	6	6	6	10	14	12	7	97
1.992	17	14	16	9	14	8	18	16	14	13	15	11	165
1.993	22	21	18	15	8	10	14	6	18	10	9	21	172
1.994	17	-	17	14	13	10	10	2	8	17	15	17	140
1.995	22	22	11	5	3	11	9	12	13	17	18	-	143
1.996	23	22	23	10	3	13	12	9	17	15	16	20	183
1.997	23	18	11	11	12	6	11	10	8	26	20	20	176
1.998	20	20	15	-	6	8	12	15	20	21	17	13	167
1.999	20	15	19	14	11	9	17	7	14	18	21	15	180
2.000	20	17	15	11	9	9	12	9	14	16	15	15	162
2.001	-	-	-	-	-	-	-	-	6	14	12	11	43
2.002	16	18	12	19	11	9	-	-	10	18	-	-	113
2.003	-	-	-	-	8	10	-	-	10	-	-	-	28
2.004	-	16	15	15	14	-	15	6	-	12	-	-	93
2.005	-	-	-	-	8	7	11	7	24	17	10	13	97
2.006	15	19	15	10	7	7	7	7	7	15	17	16	142
2.007	19	14	11	13	13	5	9	8	11	16	11	15	145
2.008	26	22	17	12	6	12	4	15	16	23	28	15	196
2.009	19	15	15	10	11	9	16	11	16	15	16	19	172
2.010	22	14	19	13	17	11	11	6	17	11	13	24	178
2.011	19	20	23	10	9	11	14	17	10	16	13	18	180
2.012	17	14	12	14	11	11	15	10	11	12	17	18	162
2.013	14	15	19	9	5	14	1	13	13	15	18	17	153
2.014	15	13	15	16	10	17	7	7	16	12	5	-	133
2.015	23	19	15	4	18	8	14	7	17	24	22	23	194
2.016	17	17	13	10	12	7	5	13	6	18	13	23	154
2.017	20	-	24	20	16	9	4	11	6	12	8	-	130
2.018	-	11	-	-	10	8	6	-	16	18	15	15	99
MÉDIA	19,1	16,6	15,7	12,0	9,9	9,3	10,3	9,5	12,9	15,9	14,9	16,4	142,1
MÍNIMA	11	7	8	4	3	4	1	2	6	10	5	7	28
MÁXIMA	26	22	24	20	18	17	18	17	24	26	28	24	196

Figura 5 – Histograma do Número de Dias de Chuva





Comparando-se os histogramas de precipitações mensais e o número de dias de chuva, observa-se que há uma coerência entre o índice pluviométrico médio mensal com o correspondente número médio de dias de chuva. O período de maio a junho mostrou-se como o bimestre menos chuvoso.

Os índices médios extremos correspondem a 19,1 e 9,3 dias de chuva, referentes aos meses de janeiro e junho, tendo-se para a média anual um total de 142,1 dias.

#### 2.4.1.4 Precipitações Diárias Máximas Anuais

Com base nas precipitações diárias máximas mensais observadas determinaram-se as precipitações diárias máximas anuais para o período de observação. A partir destes valores, calculou-se a média das máximas anuais, bem como seu desvio padrão.

Para a estação de Florianópolis foram utilizados, nesta determinação, dados referentes a 31 anos, cujo período corresponde aos períodos de 1988 a 2018. Os resultados obtidos foram:

- $\bar{h}$  = 103,85 mm;
- $\sigma$  = 42,73 mm;
- n = 31 anos.

**Tabela 11 - Precipitações Diárias Máximas Anuais Observadas (mm). Estação Pluviométrica de Florianópolis/SC**

Ano	H máx.(mm)	Ano	H máx.(mm)	Ano	H máx.(mm)
1988	95,60	1999	76,30	2010	253,00
1989	94,40	2000	58,40	2011	144,40
1990	99,60	2001	118,00	2012	82,00
1991	70,00	2002	65,40	2013	82,80
1992	84,20	2003	68,00	2014	66,00
1993	75,70	2004	142,00	2015	106,80
1994	116,00	2005	103,30	2016	110,60
1995	115,20	2006	61,70	2017	91,20
1996	81,50	2007	74,20	2018	144,90
1997	116,00	2008	216,40		



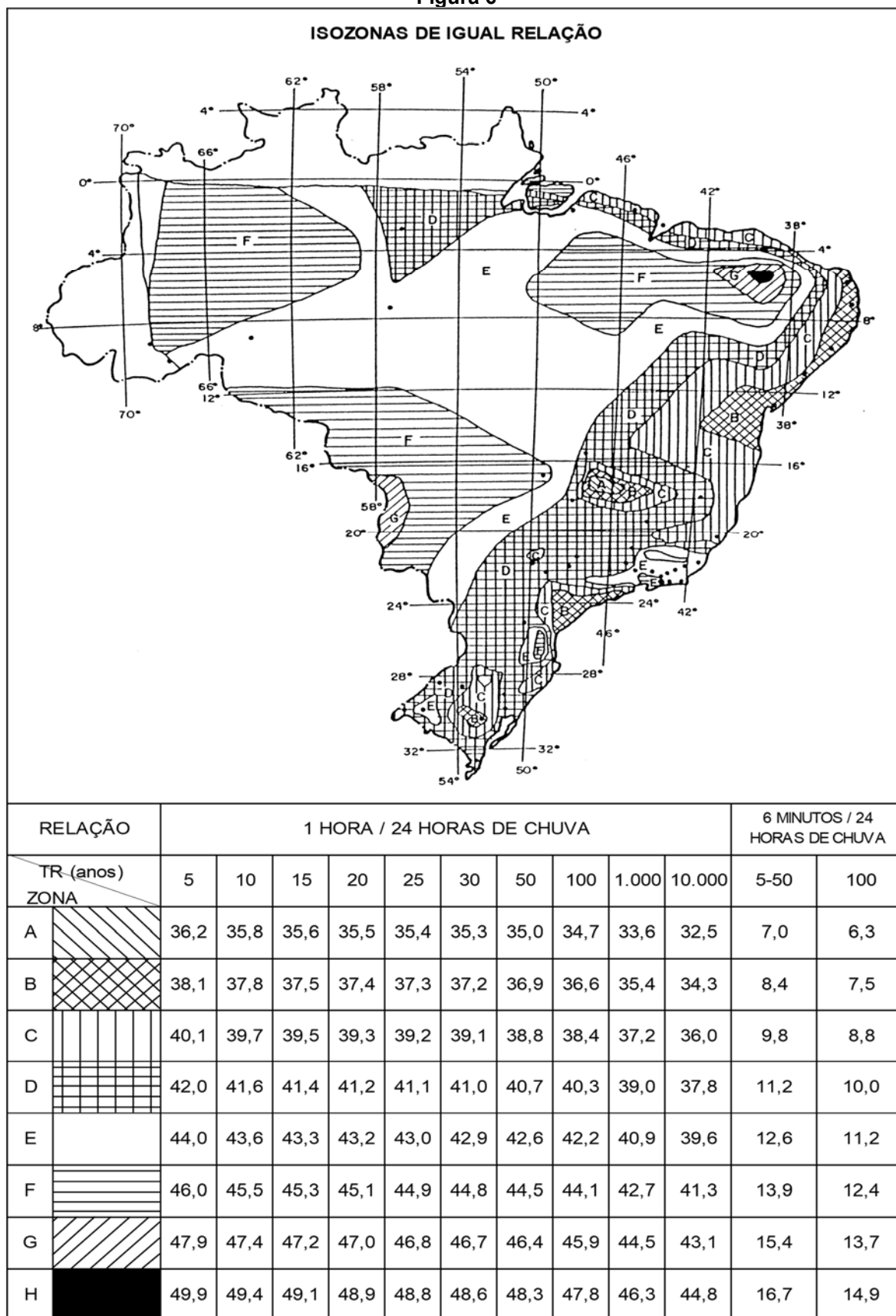
Ano	H máx.(mm)	Ano	H máx.(mm)	Ano	H máx.(mm)
1998	85,00	2009	120,80		

#### 2.4.1.5 Curvas Intensidade-Duração-Frequência

Para a obtenção das curvas que relacionam altura de precipitação em função do tempo de duração e o tempo de recorrência, utilizou-se o método proposto pelo Eng.º Jorge Jaime Taborga Torrico.

Em síntese, este método consiste em se efetuar a correlação entre as precipitações de 24 horas, 1 hora e 6 minutos de duração dentro das isozonas homogêneas, observadas estatisticamente com base nos dados da publicação "Chuvas Intensas no Brasil" do Eng.º Otto Pfafstetter, segundo a Figura 6 disposta à continuação:

Figura 6





Para o cálculo da máxima precipitação de 1 dia, para tempos de recorrência de 5,10, 15, 25, 50, e 100 anos, utilizou-se a equação de Ven Te Chow com os coeficientes probabilísticos de Gumbel.

$$h = \bar{h} + k_m * \sigma$$

Onde:

$h$  = precipitação para o tempo de recorrência especificado;

$\bar{h}$  = precipitação média das máximas diárias;

$\sigma$  = desvio padrão das máximas;

$k_m$  = fator de frequência, pelo método de Gumbel. Depende do número de anos de observação.

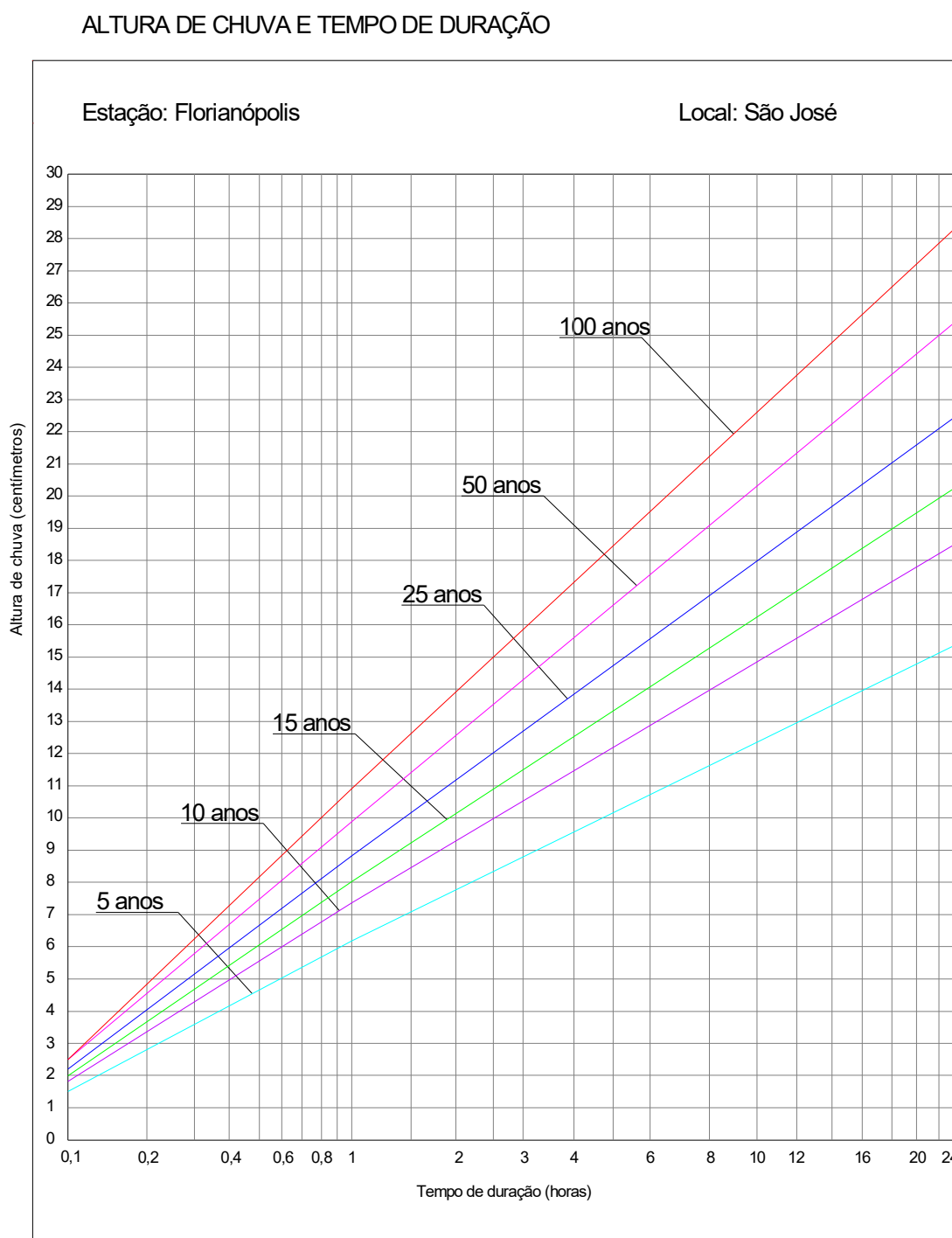
O valor obtido para a máxima precipitação de 1 dia foi corrigido para a precipitação de 24 horas multiplicando-se por 1,095, adotando procedimento recomendado pelo Eng.º Pfafstetter na publicação citada. Em seguida, determinou-se a isozona do projeto como sendo a “C” e calcularam-se as chuvas com duração de 1 hora e 6 minutos. Esses valores foram calculados para os tempos de recorrência de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos e constam na Tabela 12.

**Tabela 12 - Determinação das Curvas de Altura de Chuva-Duração**

Estação: <b>FLORIANÓPOLIS</b>		Município: <b>SÃO JOSÉ</b>		Uf: <b>SC</b>	
Nº de anos observados: <b>31</b>		Precip. Média (mm): <b>103,85</b>			
Isozona: <b>C</b>		Desvio Padrão: <b>42,73</b>			
<b>DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE ALTURA DE CHUVA-DURAÇÃO</b>					
TR = 5		P1dia(Chow-Gumbel) = 140,73		TR = 10	
Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)
0,1	0,098	151,01	0,1	0,098	181,83
1,0	0,401	61,79	1,0	0,397	73,66
24,0	1,095	6,42	24,0	1,095	7,73
P1dia(Chow-Gumbel) = 140,73		P1dia(Chow-Gumbel) = 169,44			
TR = 15		P1dia(Chow-Gumbel) = 185,47		TR = 25	
Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)
0,1	0,098	199,02	0,1	0,098	220,80
1,0	0,395	80,22	1,0	0,392	88,32
24,0	1,095	8,46	24,0	1,095	9,39
P1dia(Chow-Gumbel) = 185,47		P1dia(Chow-Gumbel) = 205,76			
TR = 50		P1dia(Chow-Gumbel) = 232,68		TR = 100	
Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)	Duração (h)	Coefficiente de Ajuste	Intensidade (mm/h)
0,1	0,098	249,69	0,1	0,088	249,99
1,0	0,388	98,86	1,0	0,384	109,09
24,0	1,095	10,62	24,0	1,095	11,84
P1dia(Chow-Gumbel) = 232,68		P1dia(Chow-Gumbel) = 259,43			

Com esses valores, foram então traçadas no papel de probabilidades de Hershfield e Wilson, as retas das precipitações, onde se pode ler a altura de chuva para qualquer tempo de duração de chuva entre 6 minutos e 24 horas, Figura 7. A Tabela 13 mostra os resultados obtidos a partir de várias leituras para a Estação de Florianópolis, nos tempos de recorrência de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos.

**Figura 7 – Altura de Chuva e Tempo de Duração**



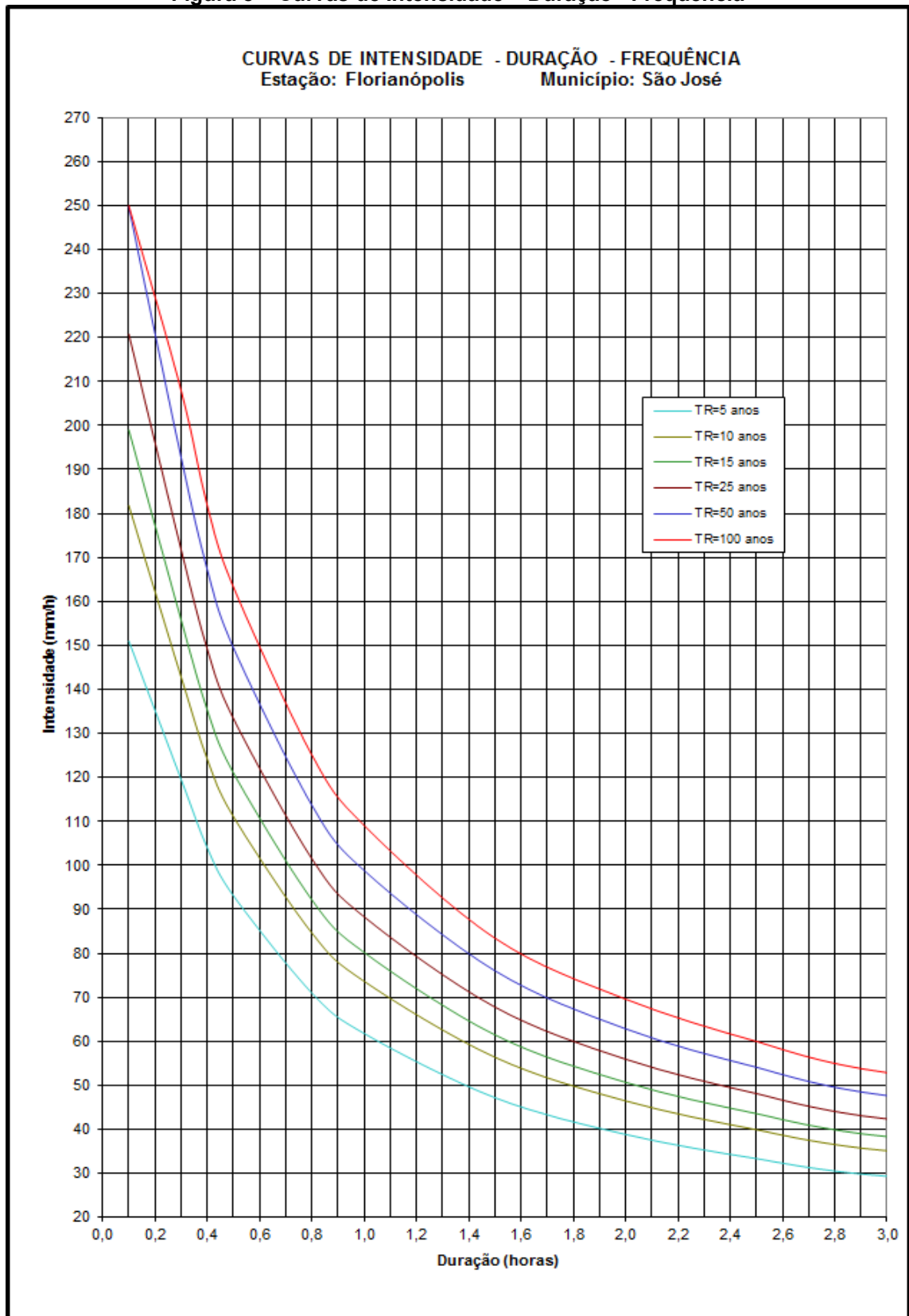
**Tabela 13 – Determinação das Curvas de Altura de Chuva - Duração  
 DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA**

Duração (horas)	TR=5 anos		TR=10 anos		TR=15 anos		Duração		TR=25 anos		TR=50 anos		TR=100 anos	
	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	(horas)	(minutos)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)
0,1	15,10	151,01	18,18	181,83	19,90	199,02	0,1	6	22,08	220,80	24,97	249,69	25,00	249,99
0,3	35,88	119,60	42,87	142,90	46,76	155,87	0,3	18	51,56	171,87	57,85	192,83	62,42	208,07
0,4	41,61	104,03	49,68	124,20	54,15	135,38	0,4	24	59,69	149,23	66,93	167,33	72,75	181,88
0,5	46,56	93,12	55,56	111,12	60,54	121,08	0,5	30	66,71	133,42	74,76	149,52	81,66	163,32
0,8	56,79	70,99	67,72	84,65	73,76	92,20	0,8	48	81,23	101,54	90,95	113,69	100,09	125,11
1,0	61,79	61,79	73,66	73,66	80,22	80,22	1,0	60	88,32	88,32	98,86	98,86	109,09	109,09
1,5	70,79	47,19	84,57	56,38	92,20	61,47	1,5	90	101,68	67,79	114,07	76,05	125,16	83,44
2,0	77,66	38,83	92,90	46,45	101,35	50,68	2,0	120	111,87	55,94	125,67	62,84	139,18	69,59
2,5	83,33	33,33	99,77	39,91	108,90	43,56	2,5	150	120,29	48,12	135,25	54,10	149,93	59,97
3,0	87,91	29,30	105,32	35,11	114,99	38,33	3,0	180	127,09	42,36	142,99	47,66	158,61	52,87
6,0	107,26	17,88	128,77	21,46	140,75	23,46	6,0	360	155,80	25,97	175,67	29,28	195,29	32,55
12,0	129,58	10,80	155,82	12,99	170,45	14,20	12,0	720	188,92	15,74	213,37	17,78	237,60	19,80
16,0	139,57	8,72	167,93	10,50	183,75	11,48	16,0	960	203,75	12,73	230,25	14,39	256,54	16,03
20,0	147,86	7,39	177,98	8,90	194,79	9,74	20,0	1200	216,06	10,80	244,26	12,21	272,26	13,61
24,0	154,10	6,42	185,54	7,73	203,09	8,46	24,0	1440	225,31	9,39	254,79	10,62	284,08	11,84



As curvas de INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA, apresentadas na Figura 8, foram traçadas segundo os pontos obtidos no papel de probabilidades, acima citado. A partir delas, pode-se obter a intensidade de chuva para qualquer tempo de duração.

Figura 8 – Curvas de Intensidade – Duração - Frequência





#### 2.4.1.6 Tempo de Recorrência

Tempo de recorrência ou frequência é o período máximo provável para um evento ser igualado ou superado. No caso de drenagem, esse evento seria a ocorrência da combinação da intensidade e duração de uma chuva, com uma determinada frequência. A determinação do valor a ser usado leva em consideração a importância da rodovia no que tange:

- Ao risco ou perigo à vida humana;
- Aos prejuízos a propriedades limítrofes;
- À interrupção do tráfego nas vias da área;
- À importância das vias de tráfego de veículos da área.

Assim, de acordo também com tipo de dispositivo de drenagem, foi definido o seguinte valor para tempos de recorrência:

- Obras de drenagem superficial: 10 anos.



# Estudo Geotécnico



## 2.5 Estudo Geotécnico

### 2.5.1 Introdução

O objetivo do Estudo Geotécnico para a fase de anteprojeto tem por objetivo realizar o detalhamento completo das condições geotécnicas da região do projeto, visando a caracterização qualitativa e quantitativa das condicionantes e problemas geotécnicos existentes para a elaboração de projetos técnica e economicamente apropriados à implantação da rodovia.

Também faz parte deste estudo a investigação do pavimento existente por meio das sondagens de poço de inspeção.

A fim de avaliar as condições estruturais do pavimento foi realizado o levantamento deflectométrico em todo o trecho, utilizando a Viga Benkelman e também foi realizado o Inventário do Estado da Superfície do Pavimento conforme a norma DNIT 006/2003-PRO.

Para o presente estudo adotaram-se como referência as instruções contidas na Instrução de Serviço para Estudo Geotécnico IS 07/98.

### 2.5.2 Estudo do Pavimento Existente

Para conhecimento da estrutura do pavimento existente, foram realizadas sondagens de poço de inspeção de modo a caracterizar o material e espessuras das camadas.

Foram executados dez furos de sondagem de poço de inspeção, conforme plano de sondagem apresentado na Tabela 13. As amostras do subleito coletadas para a realização dos seguintes ensaios de caracterização e resistência:

- Limite de Liquidez e Plasticidade;
- Granulometria;
- Sedimentação;
- ISC (Índice de Suporte Califórnia); e
- Expansão.



Tabela 14 - Plano de Sondagem Poço de Inspeção

<b>PLANO DE SONDAAGEM</b>		
Obra: CEASA		
Furo	km	Ramo
PI - 01	10 + 480	Ramo 10
PI - 02	20 + 160	Ramo 20
PI - 03	15 + 100	Ramo 15
PI - 04	0 + 150	Ramo 0
PI - 05	10 + 160	Ramo 10
PI - 06	5 + 080	Ramo 5
PI - 07	Estacionamento	
PI - 08	5 + 310	Ramo 05
PI - 09	25 + 060	Ramo 25
PI - 10	30 + 080	Ramo 30

Os boletins de sondagem, resumo e resultados de todos os ensaios são apresentados no Volume 1A – Estudos Geotécnicos.

#### 2.5.2.1 Análise Estatística do Subleito

Para a análise estatística dos resultados dos ensaios foi utilizado o plano de amostragem indicado no Manual de Pavimentação de 2006 do DNIT, conforme a equação abaixo:

$$X = \bar{X} \pm \frac{1,29 \sigma}{\sqrt{N}} \pm 0,68 \sigma$$

Onde:

X = Valores máximos e mínimos do parâmetro estudado a uma determinada probabilidade;

$\bar{X}$  = Média aritmética dos valores amostrais;

N = Número de amostras; e,

$\sigma$  = Desvio padrão.

Estão sendo eliminados da amostragem os valores de ISC (CBR) inferior a 2%, expansão superior ou igual a 2% e os valores espúrios.



Foram coletadas 10 amostras e posteriormente foi realizada a análise estatística para a determinação dos valores do Índice de Suporte Califórnia como apresentado a seguir:

$$\bar{X} = 9,9$$

$$\sigma = 3,3$$

$$N = 10$$

$$ISC_{\text{mín}} = 6,3\%$$

$$ISC_{\text{máx}} = 13,5\%$$

**O CBR de projeto adotado no projeto de restauração foi igual a 6,3%.**



### 2.5.3 Levantamento Deflectométrico

A avaliação estrutural tem como objetivo avaliar as características das várias camadas que compõem o pavimento quanto a sua rigidez e deformabilidade mediante a ação do tráfego, que por sua vez dependem das propriedades dos materiais e das espessuras das camadas.

Neste estudo, para a avaliação das características estruturais do pavimento foram realizados levantamentos deflectométricos com a Viga Benkelman, conforme a metodologia de ensaio DNER-ME 024/94.

No Volume 1A – Estudos Geotécnicos são apresentados os resultados do levantamento deflectométrico e da bacia de deflexão.

A calibração do equipamento é apresentada a seguir.

		AFERIÇÃO DE VIGA BENKELMAN		CÓDIGO	FORMLAB-113		
				REVISÃO	011		
				DATA	25/10/2021		
<b>Normas de referência:</b> DNER-PRO 175/94 - Aferição de Viga Benkelman DNER-ME 024/94 - Determinação das deflexões pela viga Benkelman							
CÓDIGO DO EQUIPAMENTO:	Viga 01						
RELAÇÃO ENTRE BRAÇOS (a/b):	2 : 1						
DATA DA AFERIÇÃO:	26/10/2021						
Leituras efetuadas (0,01 mm)			Relação entre as leituras				
Prensa de CBR	$X_{p_i}$	Viga Benkelman		$x_i = \frac{X_{p_i}}{X_v}$			
		1ª Determinação	2ª Determinação	1ª Determinação	2ª Determinação		
10		6	6	1,67	1,67		
20		7	8	2,86	2,50		
30		13	14	2,31	2,14		
40		17	18	2,35	2,22		
50		23	23	2,17	2,17		
60		28	28	2,14	2,14		
70		38	39	1,84	1,80		
80		46	45	1,74	1,78		
100		58	57	1,72	1,75		
120		65	64	1,85	1,88		
140		73	74	1,92	1,89		
160		81	80	1,98	2,00		
180		90	91	2,00	1,98		
200		105	106	1,91	1,89		
220		115	116	1,91	1,90		
INTERVALO DE CONFIANÇA:				$\alpha_i =$	1,90	$\beta_i =$	2,10
<b>DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO</b>							
$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$		2,00		$\varepsilon_0 = 2,045 * \sigma(\bar{X})$		0,10	
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$		0,26		$L_i = \bar{X} - \varepsilon_0$		1,90	
$\sigma(\bar{X}) = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$		0,05		$L_s = \bar{X} + \varepsilon_0$		2,10	
Conforme item 8.0 da Norma DNER-PRO 175/94 a viga esta aceita por estar dentro do intervalo de confiança definido no item 6.				$L_i \geq \alpha_i$ e $L_s \leq \beta_i$			
<b>CONSTANTE PARA CÁLCULOS DE DEFLEXÃO:</b>				$K - \alpha_i + \frac{\beta_i - \alpha_i}{2}$		<b>2,00</b>	
<b>Dados adicionais</b>							
<b>DIMENSÕES DO EQUIPAMENTO</b>							
a) Distância entre a articulação e a ponta de prova		2,440					
b) Distância entre o extensômetro e a articulação		1,22					
c) Distância entre a articulação e os pés dianteiros		0,250					
c) Distância entre os pés dianteiros e os pés traseiros		1,150					
 <b>Valdenei Nogueira</b> Técnico Responsável pelo laboratório							



#### 2.5.4 Avaliação Objetiva da Superfície do Pavimento

A condição da superfície do pavimento foi avaliada utilizando a norma DNIT 006/2003-PRO - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos – Procedimento. Este procedimento tem por objetivo fornecer subsídio para o cálculo do, o Índice de Gravidade Global (IGG), derivado do "Severity Index" utilizado no Canadá pelo "Saskatchewan Department of Highways and Transportation", e adaptado pelo Engenheiro Armando Martins Pereira, para as condições de pavimentos brasileiros.

O inventário com a frequência e defeitos do pavimento é apresentado no Volume 1A – Estudos Geotécnicos.

#### 2.5.5 Ocorrência de Materiais para a Pavimentação

Os agregados para utilização em camadas de sub-base, base, misturas asfálticas serão provenientes de areais, pedreiras e usinas de asfalto comerciais, tendo em vista que se trata de uma obra de restauração do pavimento, a qual necessita destes materiais desde o início.

##### 2.5.5.1 Pedreiras

As pedreiras e usinas de asfalto pesquisadas e indicadas para este projeto são:

- Pedrita Planejamento e Construções Ltda, localizada na Rodovia Antônio Luiz Moura, 2146 – Rio Tavares – Florianópolis/SC. Distante 20,6 km do local do projeto. Pedreira esta que foi a vencedora do binômio para a usinagem de concreto asfáltico.
- Qualidade Mineração Ltda, localizada na Rodovia BR-101,s/n – Canto da Penha – Garopaba/SC. Distante 58,9 km do local do projeto.
- Sulcatarinense Mineração, Artefatos de Cimento, Britagem e Construções Ltda, localizada na Rua Treze de Maio, 2.900 - km 03 - Saudade – Biguaçu/SC. Distante 17,3 km do local do projeto. Pedreira esta que foi vencedora do binômio para fornecimento dos materiais pétreos.
- Britagem Vogelsanger Ltda, localizada na Avenida São Cristóvão, s/n – Aririú – Palhoça/SC. Distante 17,3 km do local do projeto.



- SBM Sul Brasileira de Mineração Ltda, localizada na Estrada Geral - km 0,8 – Rio Maior – Urussanga/SC. Distante 172 km do local do projeto.

No Volume 1A – Estudos Geotécnicos são apresentados os resultados dos ensaios de laboratório (durabilidade, índice de forma, adesividade e abrasão “Los Angeles”) e as licenças ambientais de todas as pedreiras.

#### 2.5.5.2 *Materiais Asfálticos*

Para emprego na imprimação recomenda-se a utilização de EAI, e para a pintura de ligação indica-se emulsão asfáltica tipo ruptura rápida RR-1C, ambos com fonte na cidade de Curitiba/PR, distante 313 km da usina indicada.

Indica-se que o CAP 50/70 deverá provir da cidade de Canoas/RS distante 470 km da usina indicada.



# 3 PROJETOS



# Projeto Geométrico



### 3.1 Projeto Geométrico

O Projeto Geométrico foi elaborado tomando-se como base as pistas internas existentes do CEASA.

Para as diversas pistas foram criados ramos com as seguintes nomenclaturas e estaqueamentos:

- Ramo 0 – km 0 ao km 0+100 – pista esquerda e pista direita;
- Ramo 0 – km 0+100 ao km 0+239,63;
- Ramo 5 – km 5 ao km 5+407,09;
- Ramo 10 – km 10 ao km 10+640,73;
- Ramo 15 – km 15 ao km 15+236,12;
- Ramo 20 – km 20 ao km 20+239,43;
- Ramo 25 – km 25 ao km 25+142,86;
- Ramo 30 – km 30 ao km 30+126,97;
- Ramo 35 – km 35 ao km 35+059,04.

No Volume 2 – Projeto de Execução é apresentada a planta geral bem como o projeto planialtimétrico de cada ramo.



# Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes



### 3.2 Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes

O Projeto de Drenagem consiste na definição, detalhamento e posicionamento do sistema de drenagem a ser implantado, bem como a avaliação da suficiência hidráulica dos dispositivos existentes, considerando substituições dos mesmos, quando a capacidade não for suficiente para escoamento das águas pluviais, garantindo a estabilidade da via, além de minimizar a manutenção e conservação.

Este projeto consiste no dimensionamento, posicionamento e detalhamento dos seguintes elementos:

- Caixas coletoras e de ligação;
- Drenos Profundos.

#### 3.2.1 Caixas Coletoras e de Ligação

As caixas coletoras como o próprio nome indica têm a função de coletar as águas provenientes das sarjetas e meio fio, quando os comprimentos críticos das mesmas são atingidos, conduzindo-as para galerias ou a um dispositivo de deságue seguro. Com função de caixa de passagem, devem ser executadas onde houver mudanças na declividade, direção ou dimensão de um bueiro, ou ainda onde ocorrer o encontro de mais de um bueiro num mesmo local.

As caixas foram projetadas com tampas para possibilitar a verificação a eficiência hidráulica e o estado de conservação de bueiros ou drenos profundos. Terão, portanto, função de caixa de inspeção.

Para este projeto foram adotadas bocas de lobo com grelha de ferro e caixas de ligação em função de sua altura e diâmetro do bueiro.

#### 3.2.2 Drenagem Subterrânea

A drenagem profunda foi projetada com a finalidade de remover as águas infiltradas no corpo da via, bem como rebaixar o nível do lençol freático evitando que, por ascensão capilar, a água subterrânea afete a estabilidade do subleito, comprometendo o desempenho do pavimento.



Os drenos profundos foram indicados onde a análise do pavimento identificou problemas de deflexão alta no pavimento, assim foram indicados DPS-02, conforme Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.

### 3.2.3 Cadastro e Diagnóstico dos Dispositivos Existentes

Para avaliar o sistema de drenagem pluvial urbano existente foram realizados os seguintes serviços:

- Levantamento Topográfico da Rede Existente
- Registro Fotográfico

Atualmente o sistema de drenagem existente é composto por caixas com grelha de ferro com bueiros tubulares de concreto com diâmetro mínimo de 0,40m e máximo de 0,60m, drenagem característica de segmentos inseridos em perímetro urbano.

Quanto o estado de conservação, a rede existente pode ser considerada em estado ruim, necessitando de limpeza e desobstrução de todas as caixas e tubos, a seguir são apresentados o diagnóstico da situação atual de alguns dispositivos.

Figura 1 – Caixa Existente – Necessário Limpeza



Figura 2 – Caixa Existente – Necessário limpeza e substituir grelha de ferro



Figura 3 – Caixa Existente – Necessário Limpeza



Figura 4 – Caixa Existente – Necessário Limpeza e Desobstrução



Figura 5 – Caixa Existente – Necessário Limpeza e Desobstrução



Figura 6 – Caixa Existente – Necessário Limpeza, Desobstrução e Substituir grelha



Figura 7 – Caixa Existente – Necessário Limpeza e Desobstrução



Figura 8 – Caixa Existente – Necessário Limpeza e Desobstrução



Figura 9 – Caixa Existente – Necessário Limpeza



Figura 10 – Caixa Existente - Necessário Limpeza e Desobstrução



Figura 11 – Bueiro Existente - Necessário Limpeza e Construção de Ala



Figura 12 – Bueiro Existente - Necessário Limpeza e Construção de Ala

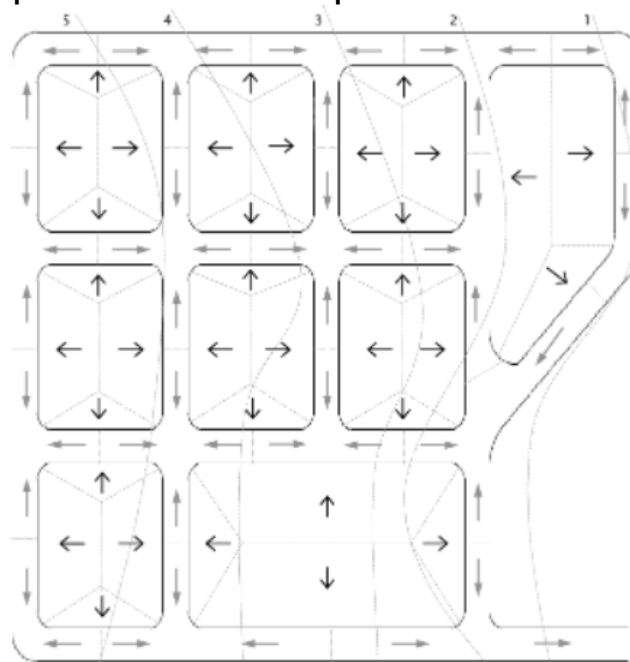


### 3.2.4 Dimensionamento Hidráulico dos Bueiros Existentes

A verificação hidráulica dos dispositivos existentes foi realizada conforme as Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários, Especificações de Serviço- DNIT e Manual de Drenagem de Rodovias-DNIT.

Por estar inserido em um segmento urbano, foi necessária delimitar a microdrenagem da região, onde o escoamento superficial é organizado para dirigir-se por caminhos pré-definidos. Os divisores de água foram traçados ao longo das quadras, considerando seu escoamento em subdivisões de quarteirões e a topografia da região, conforme é demonstrado na Figura 9. Desta forma, foram delimitadas as áreas de contribuição a montante de cada ponto de análise.

Figura 9 - Esquema de Subdivisão de quarteirões em áreas de contribuição.



O coeficiente de escoamento superficial foi adotado em função do tipo de cobertura, quando existe mais de um tipo faz-se a média ponderada dos vários coeficientes, sendo adotado os seguintes valores:

- ✓ Áreas pavimentadas: **0,90**;
- ✓ Superfícies em taludes: **0,70**;
- ✓ Área industrial esparsa: **0,50**



- ✓ Área industrial densa: **0,75**
- ✓ Área gramada e vegetação capoeira: **0,15**
- ✓ Área residencial múltiplas unidades: **0,75**
- ✓ Área residencial esparsa: **0,60**

Para contribuição da pista foi considerado caimento em telhado, com largura de 3,20 para cada lado da via.

A avaliação da rede existente considerou que as obras que se encontram implantadas, apenas serão substituídas quando ocorrer insuficiência hidráulica ou quando seu estado de conservação estiver precário (quebrado ou danificado).

Para a rede de drenagem existente, os dispositivos deverão ser limpos e desobstruídos possibilitando um contínuo escoamento das águas que incidem no corpo estradal, ou que se deslocam de um lado para o outro através dos mesmos. Este procedimento deve seguir a NORMA DNIT/028/2004-ES – Drenagem- Limpeza e desobstrução de dispositivos de drenagem- Especificação de serviço.

No anexo I é apresentado a tabela com a verificação hidráulica da drenagem existente.

### 3.2.5 Dimensionamento Hidráulico dos Bueiros

Para o dimensionamento dos bueiros utilizou-se a vazão obtida através do método racional, como é mostrado a seguir. A metodologia adotada para o dimensionamento dos dispositivos é dada pela verificação da capacidade de vazão da seção em função do comprimento crítico, ou seja, o ponto em que a capacidade de vazão da seção é atingida.

A vazão de contribuição é calculada pelo Método Racional.

$$Q = \frac{C \times i \times A}{3,6 \times 10^6} \quad (1)$$

- $Q$  - vazão (m<sup>3</sup>/s);  
 $C$  - coeficiente de escoamento superficial (adimensional);  
 $i$  - intensidade pluviométrica (mm/min);

A - área de contribuição (ha).

O coeficiente de escoamento é fixado em função do recobrimento da área de contribuição, quando existe mais de um tipo faz-se a média ponderada dos vários coeficientes.

Para o dimensionamento dos bueiros, adota-se como tempo de concentração inicial ( $t_c$ ) de 6 minutos e para cada trecho de galeria a jusante, após a sua captação, é calculado o tempo de percurso ( $t_p$ ) que é somado ao tempo de concentração inicial gerando um novo tempo ( $t_c + t_p$ ).

O tempo de percurso no trecho será igual a

$$t_p = \frac{L}{60 \times V_{plena}} \quad (2)$$

Onde:

$t_p$  = tempo de percurso, em min;

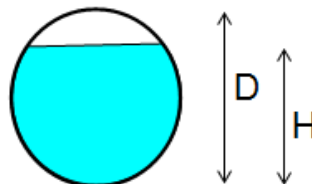
L = comprimento do trecho, em m.

A intensidade de precipitação utilizada para a drenagem superficial é dada pelo tempo de recorrência de 10 anos e tempo de concentração inicial de 6 minutos.

Para o dimensionamento, utilizou-se a fórmula de Manning aliada a equação da continuidade.

A máxima vazão do tubo se verifica com a tubulação funcionando a uma relação de  $h/D$ , onde  $h$  é a altura da lâmina d'água e  $D$  o diâmetro da tubulação.

Desta relação, obteve-se:



Para tanto, elaborou-se o dimensionamento hidráulico dos bueiros que apresentam a sua declividade e a área de contribuição, mediante a concepção do projeto de drenagem em específico.

Tendo a vazão de projeto assim como dados de entrada, é possível calcular o diâmetro da tubulação a ser adotada.



Utilizando a fórmula de Manning (4) e a Equação da Continuidade (5) onde:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{(2/3)} \times I^{(1/2)}(4)$$

$$Q = V \times A(5)$$

e substituindo (5) em (4), obtemos:

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{(2/3)} \times I^{(1/2)} \times A$$

Utilizando os valores da relação acima:

$$D \geq \frac{0,739 \times Q_p^{3/8}}{I^{3/16}}$$

Onde:

$D$  - diâmetro mínimo da galeria (m);

$Q_p$  - vazão de projeto (m<sup>3</sup>/s);

$I$  - declividade longitudinal da galeria (%).

Após o diâmetro calculado, precisa-se verificar a relação h/D para a vazão de projeto dentro da tubulação adotada, que é única para cada relação. Neste caso, utilizou-se o coeficiente de rugosidade de 0,015 para tubos de concreto, sendo a velocidade máxima admissível de 4,5 m/s.

Por estar inserido em um segmento urbano, foi considerado a implantação de redes de drenagem urbana, visando captar a água escoada nas plataformas e terrenos adjacentes. O diâmetro mínimo empregado neste caso foi de 0,60m para redes de saídas principais e 0,40m para ligações. Nos pontos onde foram identificados acúmulo de água, foram indicadas novas ligações e/ou novas caixas para coleta das águas.

As redes foram indicadas de forma a proporcionar um plano de obra com menos interrupções e demolições de pista. É importante ressaltar que o segmento possui interferências com elementos de infraestrutura existente (rede de abastecimento de água, rede de esgoto). Dessa forma, recomenda-se a verificação dessas interferências, antecedendo as obras de drenagem.



## **ANEXO 1 – VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA DA DRENAGEM EXISTENTE**

**REDE COLETORA**
**VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA DRENAGEM EXISTENTE - CEASA**

IDENTIFICAÇÃO	REDE	DISPOSITIVO TIPO		COTA DA REDE		L (m)	i (%)	ÁREA (ha)		tc (minutos)	F (anos)	i (mm/min)	C (run off)	Q (m³/s) (prevista)	n	D (m) (diâmetro)	V (m/s) (velocidade seção plena)	Q (m³/s) (calculada seção plena)
		(montante)	(jusante)	h (m) (montante)	h (m) (jusante)			(trecho)	(acumulada)									
1	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,916	9,312	84,00	0,7	0,21	0,21	6,00	10	3,03	0,90	0,094	1,000	0,40	1,22	0,15
2	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,312	8,831	16,00	3,0	0,32	0,53	7,15	10	3,03	0,90	0,239	1,000	0,40	2,49	0,31
3	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,831	9,604	17,00	4,5	0,07	0,60	7,26	10	3,03	0,90	0,271	1,000	0,40	3,05	0,38
4	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,604	8,900	14,00	5,0	0,07	0,67	7,35	10	3,03	0,90	0,303	1,000	0,40	3,22	0,40
5	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,900	8,150	19,00	3,9	0,06	0,73	7,42	10	3,03	0,90	0,330	1,000	0,40	2,85	0,36
7	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,198	9,000	41,00	0,5	0,01	0,01	6,00	10	3,03	0,90	0,006	1,000	0,40	1,00	0,13
8	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,000	8,995	26,00	0,02	0,01	0,02	6,68	10	3,03	0,90	0,010	1,000	0,40	0,20	0,03
9	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,995	8,215	21,00	3,71	0,01	0,03	8,86	10	3,03	0,90	0,013	1,000	0,40	2,77	0,35
10	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,593	9,543	15,00	0,33	0,10	0,10	6,00	10	3,03	0,90	0,045	1,000	0,40	0,83	0,10
12	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,054	9,051	2,00	0,15	0,12	0,12	6,00	10	3,03	0,90	0,055	1,000	0,40	0,56	0,07
13	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,051	8,955	41,00	0,23	0,01	0,13	6,06	10	3,03	0,90	0,061	1,000	0,40	0,70	0,09
14	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,955	8,951	1,00	0,40	0,00	0,13	7,04	10	3,03	0,90	0,061	1,000	0,40	0,91	0,11
15	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,951	8,565	55,00	0,70	0,02	0,15	7,06	10	3,03	0,90	0,069	1,000	0,40	1,20	0,15

**REDE COLETORA**
**VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA DRENAGEM EXISTENTE - CEASA**

IDENTIFICAÇÃO	REDE	DISPOSITIVO TIPO		COTA DA REDE		L (m)	i (%)	ÁREA (ha)		tc (minutos)	F (anos)	i (mm/min)	C (run off)	Q (m³/s) (prevista)	n	D (m) (diâmetro)	V (m/s) (velocidade seção plena)	Q (m³/s) (calculada seção plena)
		(montante)	(jusante)	h (m) (montante)	h (m) (jusante)			(trecho)	(acumulada)									
16	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,565	8,621	27,00	0,21	0,01	0,16	7,82	10	3,03	0,85	0,069	1,000	0,40	0,66	0,08
17	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,631	8,621	9,00	0,11	0,12	0,28	8,51	10	3,03	0,79	0,112	1,000	0,60	0,63	0,18
18	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,621	7,974	32,00	2,02	0,13	0,41	8,75	10	3,03	0,82	0,172	1,000	0,60	2,68	0,76
19	BOCA	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	7,974	7,800	14,00	1,24	0,04	0,46	8,95	10	3,03	0,83	0,192	1,000	0,60	2,10	0,59
20	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,209	7,753	39,00	1,17	0,11	0,11	6,00	10	3,03	0,90	0,049	1,000	0,40	1,55	0,20
21	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	7,753	8,300	9,00	6,00	0,07	0,18	6,42	10	3,03	0,90	0,081	1,000	0,40	3,52	0,44
22	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,300	8,062	26,00	0,92	0,01	0,19	6,46	10	3,03	0,90	0,085	1,000	0,40	1,37	0,173
23	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,062	7,004	25,00	4,23	0,05	0,24	6,78	10	3,03	0,90	0,108	1,000	0,40	2,95	0,37
24	BOCA	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	7,004	6,800	55,00	0,37	0,07	0,31	6,92	10	3,03	0,90	0,141	1,000	0,60	1,15	0,32
26	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	7,338	7,307	69,00	0,04	0,02	0,02	6,00	10	3,03	0,90	0,010	1,000	0,40	0,30	0,04
27	PROJETADA	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	7,307	7,190	8,00	1,46	0,00	0,02	9,78	10	3,03	0,90	0,011	1,000	0,40	1,74	0,22
29	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	7,741	7,610	8,00	1,64	0,09	0,09	6,00	10	3,03	0,90	0,042	1,000	0,40	1,84	0,23
36	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,727	8,583	30,00	3,81	0,05	0,05	6,00	10	3,03	0,90	0,022	1,000	0,40	2,80	0,35

REDE COLETORA

VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA DRENAGEM EXISTENTE - CEASA

IDENTIFICAÇÃO	REDE	DISPOSITIVO TIPO		COTA DA REDE		L (m)	i (%)	ÁREA (ha)		tc (minutos)	F (anos)	i (mm/min)	C (run off)	Q (m³/s) (prevista)	n	D (m) (diâmetro)	V (m/s) (velocidade seção plena)	Q (m³/s) (calculada seção plena)
		(montante)	(jusante)	h (m) (montante)	h (m) (jusante)			(trecho)	(acumulada)									
35	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,583	8,441	23,00	0,62	0,07	0,12	6,18	10	3,03	0,90	0,054	1,000	0,40	1,13	0,14
34	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,441	8,143	37,00	0,81	0,07	0,19	6,52	10	3,03	0,90	0,084	1,000	0,40	1,29	0,16
33	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,143	7,943	39,00	0,51	0,07	0,26	7,00	10	3,03	0,90	0,117	1,000	0,40	1,03	0,13
32	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	7,943	7,709	39,00	0,60	0,05	0,31	7,63	10	3,03	0,90	0,139	1,000	0,40	1,11	0,14
31	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	7,709	7,078	27,00	2,34	0,08	0,38	8,21	10	3,03	0,90	0,174	1,000	0,40	2,20	0,28
30	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	7,078	7,610	45,00	1,20	0,05	0,43	8,42	10	3,03	0,90	0,197	1,000	0,40	1,57	0,20
28	PROJETADA	CAIXA COM GRELHA	CLP02	7,610	7,190	32,00	1,31	0,01	0,44	8,89	10	3,03	0,90	0,201	1,000	0,40	1,65	0,21
28A	PROJETADA	CLP02	CAIXA COM GRELHA	7,190	7,000	56,00	0,34	0,02	0,46	9,22	10	3,03	0,90	0,209	1,000	0,60	1,10	0,31
37	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,061	8,799	10,00	2,6	0,09	0,09	6,00	10	3,03	0,90	0,042	1,000	0,40	2,32	0,29
38	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,799	8,657	25,00	0,57	0,01	0,10	6,07	10	3,03	0,90	0,045	1,000	0,40	1,08	0,14
39	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,657	8,300	19,00	1,88	0,09	0,19	6,46	10	3,03	0,90	0,089	1,000	0,40	1,97	0,25
40	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,300	7,699	43,00	1,40	0,04	0,24	6,62	10	3,03	0,90	0,108	1,000	0,40	1,70	0,21
42	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,923	8,355	5,00	11,36	0,11	0,11	6,00	10	3,03	0,90	0,050	1,000	0,40	4,84	0,61

**REDE COLETORA**
**VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA DRENAGEM EXISTENTE - CEASA**

IDENTIFICAÇÃO	REDE	DISPOSITIVO TIPO		COTA DA REDE		L (m)	i (%)	ÁREA (ha)		tc (minutos)	F (anos)	i (mm/min)	C (run off)	Q (m³/s) (prevista)	n	D (m) (diâmetro)	V (m/s) (velocidade seção plena)	Q (m³/s) (calculada seção plena)
		(montante)	(jusante)	h (m) (montante)	h (m) (jusante)			(trecho)	(acumulada)									
43	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,355	8,300	23,00	0,10	0,01	0,12	6,02	10	3,03	0,90	0,053	1,000	0,40	0,45	0,06
44	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,300	7,699	24,00	2,50	0,04	0,15	6,86	10	3,03	0,90	0,069	1,000	0,40	2,27	0,29
48	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,620	8,295	23,00	1,4	0,09	0,09	6,00	10	3,03	0,90	0,040	1,000	0,40	1,71	0,21
47	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,295	7,082	32,00	3,79	0,10	0,19	6,22	10	3,03	0,90	0,086	1,000	0,40	2,80	0,35
49	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,079	7,814	12,00	2,2	0,06	0,06	6,00	10	3,03	0,90	0,027	1,000	0,40	2,13	0,27
50	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	7,814	7,837	11,00	0,20	0,03	0,09	6,09	10	3,03	0,90	0,042	1,000	0,40	0,64	0,08
51	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	7,837	7,725	26,00	0,43	0,07	0,17	6,38	10	3,03	0,90	0,075	1,000	0,40	0,94	0,12
53	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,391	8,099	20,00	1,5	0,05	0,05	6,00	10	3,03	0,90	0,021	1,000	0,40	1,74	0,22
54	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,099	7,544	30,00	1,85	0,04	0,08	6,19	10	3,03	0,90	0,038	1,000	0,40	1,95	0,25
55	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	7,725	7,544	3,00	6,03	0,00	0,08	6,45	10	3,03	0,90	0,039	1,000	0,40	3,53	0,44
56	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,234	9,210	9,00	0,3	0,00	0,00	6,00	10	3,03	0,90	0,001	1,000	0,40	0,74	0,09
57	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,210	9,208	21,00	0,01	0,01	0,01	6,20	10	3,03	0,90	0,004	1,000	0,40	0,14	0,02
58	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,208	9,133	18,00	0,42	0,04	0,05	8,70	10	3,03	0,90	0,021	1,000	0,40	0,93	0,12

**REDE COLETORA**
**VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA DRENAGEM EXISTENTE - CEASA**

IDENTIFICAÇÃO	REDE	DISPOSITIVO TIPO		COTA DA REDE		L (m)	i (%)	ÁREA (ha)		tc (minutos)	F (anos)	i (mm/min)	C (run off)	Q (m³/s) (prevista)	n (linhas)	D (m) (diâmetro)	V (m/s) (velocidade seção plena)	Q (m³/s) (calculada) seção plena
		(montante)	(jusante)	h (m) (montante)	h (m) (jusante)			(trecho)	(acumulada)									
59	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,133	9,182	19,00	0,30	0,02	0,06	9,02	10	3,03	0,90	0,028	1,000	0,40	0,79	0,10
60	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,182	9,156	9,00	0,29	0,06	0,12	9,43	10	3,03	0,90	0,055	1,000	0,40	0,77	0,10
61	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,156	9,011	12,00	1,21	0,03	0,15	9,62	10	3,03	0,90	0,070	1,000	0,40	1,58	0,20
62	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,011	8,942	40,00	0,17	0,01	0,17	9,75	10	3,03	0,90	0,070	1,000	0,40	0,60	0,075
63	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,131	9,095	16,00	0,2	0,05	0,05	6,00	10	3,03	0,90	0,023	1,000	0,40	0,68	0,09
64	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	9,095	8,930	17,00	0,97	0,10	0,15	6,39	10	3,03	0,32	0,025	1,000	0,40	1,42	0,18
65	EXISTENTE	CAIXA COM GRELHA	CAIXA COM GRELHA	8,930	8,312	40,00	1,55	0,10	0,25	6,59	10	3,03	0,55	0,070	1,000	0,40	1,79	0,22



# Projeto de Pavimentação e Restauração



### 3.3 Projeto de Pavimentação e Restauração

#### 3.3.1 Considerações Iniciais

O presente projeto de restauração tem por conceito básico a determinação da estrutura mais adequada para a restauração da rodovia, do ponto de vista técnico e econômico.

O projeto foi desenvolvido de acordo com o Termo de Referência do Edital e com base nas seguintes instruções de serviço citadas a seguir: a) Instrução de Serviço IS-12/1998, vigente na Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade (SIE); b) Manual de Pavimentação (DNIT, 2006); c) Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006).

O projeto de reforço para todo o sistema viário do CEASA, que é compreendido do Ramos 0 ao Ramo 35, foi projetada para um período de projeto de 5 anos. A decisão tomada foi a partir da solicitação do cliente em virtude da possibilidade da mudança do local nos próximos 5 anos.

Foi proposta também uma solução de pavimentação para o estacionamento principal do complexo e o estacionamento em frente ao pavilhão D. A solução de pavimentação para estes locais teve como propósito apenas a **Reabilitação Funcional do Pavimento** e não a restauração. A decisão pela reabilitação também foi uma solicitação do cliente devido a redução dos custos no orçamento e também da possível mudança das instalações do CEASA. Desta forma, nestes locais foi considerada apenas a execução de uma nova camada asfáltica, sem a execução de uma nova estrutura de base e sub-base.



### 3.3.2 Parâmetros para o Dimensionamento

Os parâmetros adotados no dimensionamento do pavimento flexível são os seguintes:

#### a) Número N

Ante ao apresentado nas considerações iniciais e no estudo de tráfego, a vida útil de projeto adotada foi de 5 anos, no qual o ano de 2023 foi considerado como o ano de abertura da rodovia e, conseqüentemente, 2027 como o último ano de projeto.

Sendo assim, o estudo de tráfego apontou um número de solicitações de eixo padrão igual a 5,77E6 para o Ramo 0,  $N = 1,15E6$  para os demais ramos e  $N = 1,26E6$  estacionamento.

#### b) CBR de Projeto

O CBR adotado para todo o projeto foi igual a 6,3%.

### 3.3.3 Projeto de Restauração

O projeto de restauração tem por objetivo geral reabilitar e recuperar um pavimento com alto grau de deterioração, cujas medidas de conservação de caráter preventivo e/ou corretivo já não são econômicas e eficazes. A solução técnica e economicamente viável de restauração advém da avaliação do comportamento da estrutura.

Procura-se, desta maneira, maximizar a vida útil do pavimento como um todo, efetuando-se a ponderação de estruturas harmônicas e compatíveis com as cargas, em termos de tensões e deformações atuantes e admissíveis.

Da mesma forma, a interação do nível de deformabilidade da estrutura com os defeitos observados na superfície permitirá a adoção de medidas mitigadoras dos efeitos danosos da estrutura danificada quando da adoção de técnicas de restauração e ampliação da capacidade, tendo em conta os elevados carregamentos induzidos pelo tráfego.

Nesta etapa, foram avaliadas as condições de superfície do pavimento existente e por fim calculado o reforço do pavimento utilizando as metodologias contidas no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006).



### 3.3.3.1 Avaliação Estrutural do Pavimento Existente

A avaliação estrutural tem como objetivo avaliar as características das várias camadas que compõem o pavimento quanto a sua rigidez e deformabilidade mediante a ação do tráfego.

A fim de verificar as características estruturais da pista de rolamento foram realizados levantamentos deflectométricos por meio da Viga Benkelman, seguindo as recomendações da norma DNER-ME 024/94.

A avaliação e o cálculo do reforço do pavimento seguiram as diretrizes apresentadas no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do Departamento Nacional de Infraestrutura dos Transportes (DNIT) de 2006.

O método empírico-mecanicista DNER-PRO 269/94, por adotar o grau de trincamento como um critério no cálculo da espessura efetiva do pavimento existente, foi a metodologia escolhida para calcular o reforço dos segmentos homogêneos do projeto.

#### 3.3.3.1.1 Metodologia de Dimensionamento

O método da Tecnapav, proposto pelos engenheiros Salomão Pinto e Ernesto Preussler, é respaldado em modelos de fadiga de misturas betuminosas, no comportamento resiliente típico de solos finos e materiais granulares e no cálculo de tensões e deformações tendo em consideração a teoria da elasticidade não linear.

A seguir serão apresentadas as principais etapas para o cálculo do reforço:

#### **a) Espessura Efetiva ( $h_{ef}$ ) do Revestimento Betuminoso**

O cálculo da espessura efetiva do revestimento betuminoso é dado pela seguinte equação:

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

Onde:

$h_{ef}$  = espessura efetiva (cm);

$D_c$  = a deflexão característica (0,01 mm);



As constantes  $I_1$  e  $I_2$  estão relacionadas com as características resilientes da camada do subleito da estrutura e de acordo com os seguintes casos:

CASO 1 – espessura da camada granular inferior ou igual a 45 cm

- Quando a 3ª camada for do tipo I  $\rightarrow I_1 = 0$  e  $I_2 = 0$
- Quando a 3ª camada for do tipo II  $\rightarrow I_1 = 1$  e  $I_2 = 0$
- Quando a 3ª camada for do tipo III  $\rightarrow I_1 = 0$  e  $I_2 = 1$

CASO 2 – espessura da camada granular é maior que 45 cm

- Adotar  $\rightarrow I_1 = 0$  e  $I_2 = 1$

CASO 3 – espessura efetiva compreendida entre  $0 \leq h_{ef} \leq h_e$

- Se  $h_{ef} < 0$ , adotar  $\rightarrow h_{ef} = 0$
- Se  $h_{ef} > h_e$ , adotar  $\rightarrow h_{ef} = h_e$

CASO 4 – se o grau de trincamento do revestimento existente for superior a 50% ou (FC-2 + FC-3 > 80%) ou (FC-3 > 30%), então é conveniente adotar  $h_{ef} = 0$  e considerar a solução de recapeamento em camadas integradas de CAUQ e PMF.

### **b) Deflexão Máxima Permissível**

O critério da deflexão máxima permissível utiliza como único parâmetro o número  $N$ , número de solicitações do eixo padrão de 8,2 tf, calculado com base em fatores de equivalência da USACE. A deflexão máxima é calculada por meio da seguinte equação:

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

Onde:

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

$N_p$  = número de solicitações de eixo padrão de 8,2 t durante a vida do projeto.

A deflexão máxima admissível para o projeto foi de  $65 \times 10^{-2}$  mm.



### c) Cálculo da Espessura do Reforço

A espessura de reforço é calculada em função da deflexão máxima admissível, espessura efetiva calculada e características resilientes do subleito, dada pela seguinte expressão:

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

Onde:

HR = espessura do reforço;

D = máxima permissível;

$h_{ef}$  = espessura efetiva.

#### 3.3.3.1.2 Raio de Curvatura

Para se ter uma melhor compreensão do comportamento estrutural do pavimento fez-se uma análise conjunta da deflexão máxima com o raio de curvatura de cada segmento.

Este parâmetro é afetado essencialmente pelas características elásticas das camadas do revestimento e a base da estrutura do pavimento e é definido pela equação:

$$R = \frac{6250}{2(D_0 - D_{25})}$$

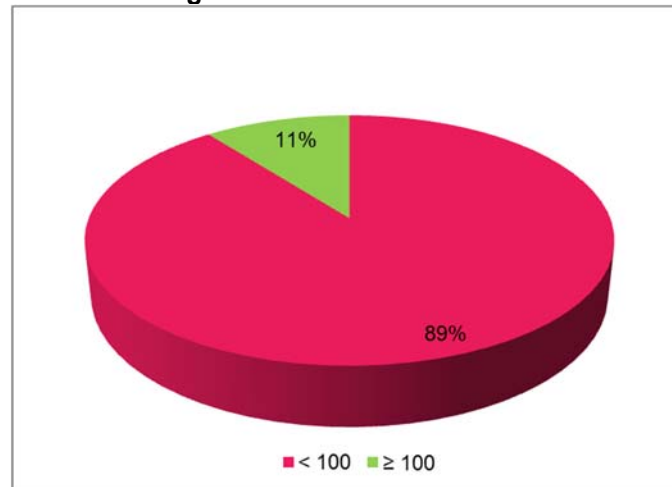
Onde:

$D_0$  = deflexão real;

$D_{25}$  = deflexão a 25 cm do ponto de prova.

Um baixo raio de curvatura baixo é indicativo de uma condição estrutural crítica, e pode indicar que os módulos elásticos das camadas superiores do pavimento apresentam valores aquém dos desejáveis. De modo geral, raios de curvatura inferiores a 100 m são considerados críticos, no entanto são necessários ensaios complementares para um diagnóstico mais assertivo. No segmento em estudo, 89% do trecho possui um raio de curvatura menor que 100, como mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Raio de Curvatura



Após o levantamento deflectométrico, para cada ramo foi calculada a deflexão característica ( $D_c$ ).

Para cada ramo foi calculado o Índice de Gravidade Global (IGG), como apresentado nas tabelas seguir.

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

### SEGMENTO HOMOGÊNEO 1

**CLIENTE:** SIE - SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

**OBRA:** Ceasa

**TRECHO:** Ramo 0 (Lado Direito)

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	Trincas isoladas - (FC-1) F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	0		0,0	0,2	0,0	
2	(FC-2) J, TB	4		80,0	0,5	40,0	
3	(FC-3) JE, TBE	1		20,0	0,8	16,0	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	2		40,0	0,9	36,0	
5	O, P, E	1		20,0	1,0	20,0	
6	Ex	0		0,0	0,5	0,0	
7	D	5		100,0	0,3	30,0	
8	R	0		0,0	0,6	0,0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,0 mm	TRI = 0,0 mm	F = 0,0 mm	Caso: 1 A	0,0	
10	Média aritmética das variações das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,0 mm	TRlv = 0,0 mm	FV = 0,0 mm	Caso: 2 A	0,0	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 5		Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG) =		142	<b>RUIM</b>

Casos: 1 A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30

1 B) IGI = 40 quando F > 30

2 A) IGI = FV quando FV ≤ 50

2 B) IGI = 50 quando FV > 50

OPERADOR: Edson e João

CÁLCULO: Eng. Civil Bárbara Ribeiro Costa

VISTO:

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

### SEGMENTO HOMOGÊNEO 2

**CLIENTE:** SIE - SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

**OBRA:** Ceasa

**TRECHO:** Ramo 0 (Pista Única)

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQÜÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	Trincas Isoladas - (FC-1) F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	4		57,1	0,2	11,4	
2	(FC-2) J, TB	0		0,0	0,5	0,0	
3	(FC-3) JE, TBE	3		42,9	0,8	34,3	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	1		14,3	0,9	12,9	
5	O, P, E	0		0,0	1,0	0,0	
6	Ex	0		0,0	0,5	0,0	
7	D	7		100,0	0,3	30,0	
8	R	1		14,3	0,6	8,6	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,0 mm	TRI = 0,0 mm	F = 0,0 mm	Caso: 1 A	0,0	
10	Média aritmética das variações das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,0 mm	TRlv = 0,0 mm	FV = 0,0 mm	Caso: 2 A	0,0	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 7		Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG) =		97	<b>RUIM</b>

Casos: 1 A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30

1 B) IGI = 40 quando F > 30

2 A) IGI = FV quando FV ≤ 50

2 B) IGI = 50 quando FV > 50

OPERADOR: Edson e João

CÁLCULO: Eng. Civil Bárbara Ribeiro Costa

VISTO:

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

### SEGMENTO HOMOGÊNEO 3

**CLIENTE:** SIE - SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

**OBRA:** Ceasa

**TRECHO:** Ramo 0 (Lado Esquerdo)

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	Trincas isoladas - (FC-1) F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	4		80,0	0,2	16,0	
2	(FC-2) J, TB	0		0,0	0,5	0,0	
3	(FC-3) JE, TBE	1		20,0	0,8	16,0	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	2		40,0	0,9	36,0	
5	O, P, E	1		20,0	1,0	20,0	
6	Ex	0		0,0	0,5	0,0	
7	D	5		100,0	0,3	30,0	
8	R	0		0,0	0,6	0,0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,0 mm	TRI = 0,0 mm	F = 0,0 mm	Caso: 1 A	0,0	
10	Média aritmética das variações das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,0 mm	TRlv = 0,0 mm	FV = 0,0 mm	Caso: 2 A	0,0	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 5		Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG) =		118	<b>RUIM</b>

Casos:  
1 A)  $IGI = F \times 4/3$  QUANDO  $F \leq 30$   
1 B)  $IGI = 40$  quando  $F > 30$

2 A)  $IGI = FV$  quando  $FV \leq 50$   
2 B)  $IGI = 50$  quando  $FV > 50$

OPERADOR: Edson e João

CÁLCULO: Eng. Civil Bárbara Ribeiro Costa

VISTO:

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

### SEGMENTO HOMOGÊNEO 1

**CLIENTE:** SIE - SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

**OBRA:** Ceasa

**TRECHO:** Ramo 5

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	Trincas Isoladas - (FC-1) F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	14		82,4	0,2	16,5	
2	(FC-2) J, TB	3		17,6	0,5	8,8	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,0	0,8	0,0	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0		0,0	0,9	0,0	
5	O, P, E	2		11,8	1,0	11,8	
6	Ex	0		0,0	0,5	0,0	
7	D	17		100,0	0,3	30,0	
8	R	3		17,6	0,6	10,6	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,0 mm	TRI = 0,0 mm	F = 0,0 mm	Caso: 1 A	0,0	
10	Média aritmética das variações das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,0 mm	TRlv = 0,0 mm	FV = 0,0 mm	Caso: 2 A	0,0	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 17		Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG) =		78	<b>REGULAR</b>

Casos: 1 A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30

1 B) IGI = 40 quando F > 30

2 A) IGI = FV quando FV ≤ 50

2 B) IGI = 50 quando FV > 50

OPERADOR: Edson e João

CÁLCULO: Eng. Civil Bárbara Ribeiro Costa

VISTO:

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

### SEGMENTO HOMOGÊNEO 1

**CLIENTE:** SIE - SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

**OBRA:** Ceasa

**TRECHO:** Ramo 10

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	Trincas Isoladas - (FC-1) F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	24		75,0	0,2	15,0	
2	(FC-2) J, TB	8		25,0	0,5	12,5	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,0	0,8	0,0	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	1		3,1	0,9	2,8	
5	O, P, E	4		12,5	1,0	12,5	
6	Ex	0		0,0	0,5	0,0	
7	D	32		100,0	0,3	30,0	
8	R	9		28,1	0,6	16,9	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,0 mm	TRI = 0,0 mm	F = 0,0 mm	Caso: 1 A	0,0	
10	Média aritmética das variações das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,0 mm	TRlv = 0,0 mm	FV = 0,0 mm	Caso: 2 A	0,0	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 32		Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG) =		90	<b>RUIM</b>

Casos: 1 A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30

1 B) IGI = 40 quando F > 30

2 A) IGI = FV quando FV ≤ 50

2 B) IGI = 50 quando FV > 50

OPERADOR: Edson e João

CÁLCULO: Eng. Civil Bárbara Ribeiro Costa

VISTO:

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

### SEGMENTO HOMOGÊNEO 1

**CLIENTE:** SIE - SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

**OBRA:** Ceasa

**TRECHO:** Ramo 15

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	Trincas Isoladas - (FC-1) F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	6		54,5	0,2	10,9	
2	(FC-2) J, TB	0		0,0	0,5	0,0	
3	(FC-3) JE, TBE	5		45,5	0,8	36,4	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0		0,0	0,9	0,0	
5	O, P, E	2		18,2	1,0	18,2	
6	Ex	0		0,0	0,5	0,0	
7	D	11		100,0	0,3	30,0	
8	R	3		27,3	0,6	16,4	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,0 mm	TRI = 0,0 mm	F = 0,0 mm	Caso: 1 A	0,0	
10	Média aritmética das variações das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,0 mm	TRlv = 0,0 mm	FV = 0,0 mm	Caso: 2 A	0,0	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 11		Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG) =		112	<b>RUIM</b>

Casos: 1 A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30

1 B) IGI = 40 quando F > 30

2 A) IGI = FV quando FV ≤ 50

2 B) IGI = 50 quando FV > 50

OPERADOR: Edson e João

CÁLCULO: Eng. Civil Bárbara Ribeiro Costa

VISTO:

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

### SEGMENTO HOMOGÊNEO 1

**CLIENTE:** SIE - SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

**OBRA:** Ceasa

**TRECHO:** Ramo 20

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	Trincas Isoladas - (FC-1) F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	2		18,2	0,2	3,6	
2	(FC-2) J, TB	7		63,6	0,5	31,8	
3	(FC-3) JE, TBE	2		18,2	0,8	14,5	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0		0,0	0,9	0,0	
5	O, P, E	3		27,3	1,0	27,3	
6	Ex	0		0,0	0,5	0,0	
7	D	11		100,0	0,3	30,0	
8	R	2		18,2	0,6	10,9	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,0 mm	TRI = 0,0 mm	F = 0,0 mm	Caso: 1 A	0,0	
10	Média aritmética das variações das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,0 mm	TRlv = 0,0 mm	FV = 0,0 mm	Caso: 2 A	0,0	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 11		Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG) =		118	<b>RUIM</b>

Casos: 1 A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30

1 B) IGI = 40 quando F > 30

2 A) IGI = FV quando FV ≤ 50

2 B) IGI = 50 quando FV > 50

OPERADOR: Edson e João

CÁLCULO: Eng. Civil Bárbara Ribeiro Costa

VISTO:

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

### SEGMENTO HOMOGÊNEO 1

CLIENTE: SIE - SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

OBRA: Ceasa

TRECHO: Ramo 25

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	Trincas Isoladas - (FC-1) F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	2		33,3	0,2	6,7	
2	(FC-2) J, TB	4		66,7	0,5	33,3	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,0	0,8	0,0	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	1		16,7	0,9	15,0	
5	O, P, E	0		0,0	1,0	0,0	
6	Ex	0		0,0	0,5	0,0	
7	D	6		100,0	0,3	30,0	
8	R	0		0,0	0,6	0,0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,0 mm	TRI = 0,0 mm	F = 0,0 mm	Caso: 1 A	0,0	
10	Média aritmética das variações das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,0 mm	TRlv = 0,0 mm	FV = 0,0 mm	Caso: 2 A	0,0	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 6		Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG) =		85	<b>RUIM</b>

Casos: 1 A)  $IGI = F \times 4/3$  QUANDO  $F \leq 30$

1 B)  $IGI = 40$  quando  $F > 30$

2 A)  $IGI = FV$  quando  $FV \leq 50$

2 B)  $IGI = 50$  quando  $FV > 50$

OPERADOR: Edson e João

CÁLCULO: Eng. Civil Bárbara Ribeiro Costa

VISTO:

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

### SEGMENTO HOMOGÊNEO 1

**CLIENTE:** SIE - SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

**OBRA:** Ceasa

**TRECHO:** Ramo 30

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	Trincas Isoladas - (FC-1) F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	4		66,7	0,2	13,3	
2	(FC-2) J, TB	2		33,3	0,5	16,7	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,0	0,8	0,0	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	1		16,7	0,9	15,0	
5	O, P, E	0		0,0	1,0	0,0	
6	Ex	0		0,0	0,5	0,0	
7	D	6		100,0	0,3	30,0	
8	R	0		0,0	0,6	0,0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,0 mm	TRI = 0,0 mm	F = 0,0 mm	Caso: 1 A	0,0	
10	Média aritmética das variações das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,0 mm	TRlv = 0,0 mm	FV = 0,0 mm	Caso: 2 A	0,0	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 6		Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG) =		75	<b>REGULAR</b>

Casos: 1 A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30

1 B) IGI = 40 quando F > 30

2 A) IGI = FV quando FV ≤ 50

2 B) IGI = 50 quando FV > 50

OPERADOR: Edson e João

CÁLCULO: Eng. Civil Bárbara Ribeiro Costa

VISTO:

## CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

### SEGMENTO HOMOGÊNEO 1

**CLIENTE:** SIE - SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE

**OBRA:** Ceasa

**TRECHO:** Ramo 35

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	Trincas Isoladas - (FC-1) F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	3		100,0	0,2	20,0	
2	(FC-2) J, TB	0		0,0	0,5	0,0	
3	(FC-3) JE, TBE	0		0,0	0,8	0,0	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0		0,0	0,9	0,0	
5	O, P, E	0		0,0	1,0	0,0	
6	Ex	0		0,0	0,5	0,0	
7	D	3		100,0	0,3	30,0	
8	R	0		0,0	0,6	0,0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,0 mm	TRI = 0,0 mm	F = 0,0 mm	Caso: 1 A	0,0	
10	Média aritmética das variações das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,0 mm	TRlv = 0,0 mm	FV = 0,0 mm	Caso: 2 A	0,0	
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 3		Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG) =		50	<b>REGULAR</b>

Casos: 1 A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30

1 B) IGI = 40 quando F > 30

2 A) IGI = FV quando FV ≤ 50

2 B) IGI = 50 quando FV > 50

OPERADOR: Edson e João

CÁLCULO: Eng. Civil Bárbara Ribeiro Costa

VISTO:



Como grau de trincamento do revestimento existente de todos os subtrecho homogêneos foi superior a 50% e pela metodologia de dimensionamento se enquadra no Caso 4, onde a espessura efetiva do revestimento betuminoso ( $h_{ef}$ ) deve ser igual a zero. Desta forma, foi calculado o reforço para cada segmento homogêneo considerando esta condição, cujo resultado é apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Cálculo do Reforço

## PLANILHA DE CÁLCULO DE REFORÇO - MÉTODO DNER-PRO 269/94

OBRA:		CÁLCULO DAS ESPESSURAS DE REFORÇO										
Ceasa		MÉTODO DNER-PRO 269/94										
Ramo	N	Tipo de Solo	$h_{e\text{ exist.}}$ (cm)	Deflexão Admissível (0,01mm)	$D_c$ ( $10^{-2}$ mm)	ATR (%)	FC-2 + FC-3 (%)	FC-3 (%)	IGG	$h_{ef}$ (cm)	$H_R$ (cm)	$H_R$ Adotado (cm)
0 (Direita)	5,77E+06	II	12,0	75	75	100	100	20	142	0,0	9,4	10,0
0 (Única)	5,77E+06	II	12,0	75	127	100	43	43	97	0,0	9,4	10,0
0 (Esquerda)	5,77E+06	II	12,0	75	94	100	20	20	118	0,0	9,4	10,0
5	1,15E+06	II	5,0	102	63	100	18	0	78	0,0	5,6	6,0
10	1,15E+06	II	7,0	102	84	100	25	0	90	0,0	5,6	6,0
15	1,15E+06	II	10,0	102	83	100	46	46	112	0,0	5,6	6,0
20	1,15E+06	II	12,0	102	118	100	82	18	118	0,0	5,6	6,0
25	1,15E+06	II	7,0	102	108	100	67	0	85	0,0	5,6	6,0
30	1,15E+06	II	12,0	102	102	100	33	0	75	0,0	5,6	6,0
35	1,15E+06	II	7,0	102	66	100	0	0	50	0,0	5,6	6,0



### 3.3.3.2 *Análise Mecanicista*

Para verificação do dimensionamento do reforço empregou-se modelos mecanicistas na análise das tensões, deformações e deflexões em diversos pontos críticos do pavimento. As análises foram realizadas em função das cargas, espessuras e módulos elásticos dos materiais constituintes da estrutura do pavimento.

Para a determinação das tensões, deslocamentos e deformações recuperáveis da superfície das camadas do pavimento utilizou-se o programa computacional AEMC - Módulo de Cálculo de Tensões e Deformações, versão 2.4.2, que considera características elásticas constantes para cada camada da estrutura do pavimento.

Um dos principais parâmetros na análise é a definição dos módulos resilientes das camadas do pavimento. A dissertação de Fernando Dekeper Boeira intitulada *Estudo do Comportamento de Concretos Asfálticos com Diferentes Tipos de Agregados e Cales*, verificou que os módulos resilientes do revestimento asfáltico de algumas rodovias federais do sul do país variam de 3.625 MPA a 8.478 MPa.

Já o documento IP-8 *Análise mecanicista a fadiga de estruturas de pavimento*, integrante do catálogo de normas técnicas da Prefeitura de São Paulo, traz valores indicativos de módulos de resiliência para a verificação do comportamento elástico das estruturas de diversos tipos de pavimento e recomenda valores entre 3000 e 5000 MPa para concreto asfáltico. Este mesmo documento recomenda módulos de resiliência entre 100 MPa e 500 MPa para bases granulares.

De posse das espessuras das camadas de cada ramo, e a partir das bacias de deflexão medidas em campo, foi realizada a retroanálise através do software AEMC para estabelecer os módulos resilientes do revestimento existente, das camadas granulares e do subleito. Após definidos os módulos de cada ramo, e de modo a otimizar as análises mecânicas, foi realizada uma média entre os módulos do revestimento, base, sub-base e subleito encontrados. O módulo resiliente da nova camada de revestimento foi obtido com base nos estudos e recomendações citadas acima.

Posteriormente verificou-se o comportamento em relação à fadiga do Ramo 0 e do Ramo 25 que possui a estrutura granular menos robusta. As espessuras e módulos resilientes e coeficiente de Poisson das camadas de cada estrutura são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 – Estrutura e Módulos Resilientes do Ramo 0

Camada	Espessura (cm)	Módulo Resiliente (MPa)	Coefficiente de Poisson
Revestimento (Reforço)	10,0	5.000	0,30
Remanescente	5,0	1.625	0,30
Base	15,0	163	0,35
Sub-base	11,0	110	0,35
Subleito	-	55	0,40

Tabela 17 – Estrutura e Módulos Resilientes do Ramo 25

Camada	Espessura (cm)	Módulo Resiliente (MPa)	Coefficiente de Poisson
Revestimento (Reforço)	6,0	5.000	0,30
Remanescente	4,0	1.625	0,30
Base	12,0	163	0,35
Subleito	-	55	0,40

### 3.3.3.2.1 Verificação da Deformação na Fibra Inferior no Revestimento

A verificação das deformações horizontais de tração nas fibras inferiores das camadas asfálticas é de suma importância, pois quando excessivas podem gerar a ruptura por fadiga no pavimento.

Para a verificação da fadiga do revestimento pelo critério da máxima deformação específica de tração ( $\varepsilon_t$ ) foi utilizado o modelo do FHWA (Federal Highway Administration), de 1976, dado pela seguinte expressão:

$$N = 2,961 \times 10^{-5} \left( \frac{1}{\varepsilon_t} \right)^{3,291}$$

Onde:

N: número equivalente de operações de eixo simples padrão (AASHTO);

$\varepsilon_t$ : deformação específica horizontal na tração.



No Ramo 0, para um tráfego  $N_{AASHTO} = 2,78 \times 10^6$  a tensão máxima na fibra inferior do revestimento deve ser igual ou inferior a  $2,90 \times 10^{-4}$  cm/cm.

Nos demais ramos, com um tráfego  $N_{AASHTO} = 5,57 \times 10^5$  a tensão máxima na fibra inferior do revestimento deve ser igual ou inferior a  $4,60 \times 10^{-4}$  cm/cm.

### 3.3.3.2.2 Verificação da Tensão Vertical no Topo do Subleito

O modelo de fadiga reacionado a tensão vertical no topo da camada do subleito foi o proposto por Yoder e Witczak, que leva em consideração a deformação de compressão na face superior do subleito, que pode levar a formação de trilhas de roda.

A equação que calcula a tensão no topo da camada é dada pela seguinte expressão:

$$\sigma_{adm} = 3,871 \times 10^{-2} \cdot CBR \times 10^{1,5}$$

onde:

$\sigma_{adm}$ : tensão admissível máxima no topo do subleito;

CBR: Índice de suporte do subleito.

Para o CBR de projeto, igual a 6,3%, a tensão vertical admissível no topo do subleito é igual a 0,60 MPa.

### 3.3.3.2.3 Resultados

Na Tabela 18 e Tabela 19 são destacadas em vermelho os maiores valores de deformações de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico – ( $\epsilon_t$ ) encontrados e maior deformação de tração na base e subleito.

Tabela 18 - Análise do Ramo 0

RESULTADOS													
Ponto	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Ux (µm)	Uy (µm)	Uz (µm)	Sx (MPa)	Sy (MPa)	Sz (MPa)	Ex (m/m)	Ey (m/m)	Ez (m/m)	
1	0	0	0,01	0,00E+00	0,00E+00	5,62E+02	6,25E-01	1,20E+00	0,00E+00	5,30E-05	2,02E-04	-1,09E-04	
2	2,7	0	0,01	-1,51E+00	0,00E+00	5,62E+02	6,78E-01	1,22E+00	0,00E+00	6,30E-05	2,02E-04	-1,14E-04	
3	5,4	0	0,01	-3,93E+00	0,00E+00	5,65E+02	9,42E-01	1,39E+00	0,00E+00	1,05E-04	2,21E-04	-1,40E-04	
4	9	0	0,01	-7,28E+00	0,00E+00	<b>5,66E+02</b>	1,28E+00	1,61E+00	5,60E-01	1,25E-04	2,13E-04	-6,10E-05	
5	12,5	0	0,01	-1,20E+01	0,00E+00	5,62E+02	1,35E+00	1,61E+00	5,60E-01	1,39E-04	2,08E-04	-6,50E-05	
6	16,2	0	0,01	-1,72E+01	0,00E+00	5,53E+02	1,34E+00	1,58E+00	5,60E-01	1,40E-04	2,02E-04	-6,30E-05	
7	0	0	11,49	0,00E+00	0,00E+00	5,63E+02	-1,34E-01	-2,73E-01	8,02E-02	-4,70E-05	-1,58E-04	1,25E-04	
8	2,7	0	11,49	1,31E+00	0,00E+00	5,62E+02	-1,41E-01	-2,75E-01	8,54E-02	-5,20E-05	-1,59E-04	1,29E-04	
9	5,4	0	11,49	2,86E+00	0,00E+00	5,62E+02	-1,59E-01	-2,79E-01	9,86E-02	-6,50E-05	-1,61E-04	1,42E-04	
10	9	0	11,49	5,58E+00	0,00E+00	5,60E+02	-1,90E-01	-2,85E-01	1,19E-01	-8,60E-05	-1,62E-04	1,61E-04	
11	12,5	0	11,49	8,90E+00	0,00E+00	5,55E+02	-2,11E-01	-2,87E-01	1,32E-01	-1,02E-04	<b>-1,62E-04</b>	1,73E-04	
12	16,2	0	11,49	1,28E+01	0,00E+00	5,47E+02	-2,16E-01	-2,81E-01	1,35E-01	-1,06E-04	-1,58E-04	1,75E-04	
13	0	0	60,51	0,00E+00	0,00E+00	3,68E+02	2,19E-04	-2,43E-04	<b>1,90E-02</b>	-1,33E-04	-1,44E-04	3,46E-04	
14	2,7	0	60,51	3,51E+00	0,00E+00	3,68E+02	2,25E-04	-2,45E-04	1,90E-02	-1,32E-04	-1,44E-04	3,46E-04	
15	5,4	0	60,51	7,06E+00	0,00E+00	3,67E+02	2,48E-04	-2,49E-04	1,89E-02	-1,31E-04	-1,44E-04	3,44E-04	
16	9	0	60,51	1,17E+01	0,00E+00	3,66E+02	3,08E-04	-2,50E-04	1,88E-02	-1,29E-04	-1,43E-04	3,41E-04	
17	12,5	0	60,51	1,62E+01	0,00E+00	3,64E+02	3,98E-04	-2,44E-04	1,85E-02	-1,25E-04	-1,42E-04	3,35E-04	
18	16,2	0	60,51	2,07E+01	0,00E+00	3,60E+02	5,22E-04	-2,32E-04	1,81E-02	-1,21E-04	-1,40E-04	3,27E-04	

**Tabela 19 - Análise do Ramo 25**

RESULTADOS													
Ponto	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Ux (µm)	Uy (µm)	Uz (µm)	Sx (MPa)	Sy (MPa)	Sz (MPa)	Ex (m/m)	Ey (m/m)	Ez (m/m)	
1	0	0	0,01	0,00E+00	0,00E+00	7,52E+02	8,45E-01	1,17E+00	4,81E-01	7,00E-05	1,55E-04	-2,50E-05	
2	2,7	0	0,01	-1,95E+00	0,00E+00	7,52E+02	9,01E-01	1,20E+00	5,19E-01	7,70E-05	1,54E-04	-2,20E-05	
3	5,4	0	0,01	-4,13E+00	0,00E+00	<b>7,54E+02</b>	1,01E+00	1,30E+00	7,99E-01	7,50E-05	1,51E-04	2,10E-05	
4	9	0	0,01	-6,65E+00	0,00E+00	7,53E+02	1,17E+00	1,46E+00	1,15E+00	7,70E-05	1,53E-04	7,20E-05	
5	12,5	0	0,01	-9,66E+00	0,00E+00	7,46E+02	1,29E+00	1,52E+00	1,22E+00	9,30E-05	1,53E-04	7,60E-05	
6	16,2	0	0,01	-1,32E+01	0,00E+00	7,31E+02	1,30E+00	1,51E+00	1,23E+00	9,70E-05	1,49E-04	7,70E-05	
7	0	0	11,49	0,00E+00	0,00E+00	7,77E+02	6,66E-03	-2,98E-02	9,81E-02	-1,06E-04	-4,07E-04	6,51E-04	
8	2,7	0	11,49	2,96E+00	0,00E+00	7,77E+02	5,41E-03	-2,98E-02	9,99E-02	-1,17E-04	-4,09E-04	6,65E-04	
9	5,4	0	11,49	6,52E+00	0,00E+00	7,75E+02	2,02E-03	-2,99E-02	1,05E-01	-1,49E-04	-4,13E-04	7,03E-04	
10	9	0	11,49	1,29E+01	0,00E+00	7,71E+02	-4,19E-03	-2,99E-02	1,14E-01	-2,06E-04	-4,18E-04	7,70E-04	
11	12,5	0	11,49	2,10E+01	0,00E+00	7,63E+02	-9,50E-03	-2,95E-02	1,20E-01	-2,53E-04	<b>-4,19E-04</b>	8,22E-04	
12	16,2	0	11,49	3,08E+01	0,00E+00	7,47E+02	-1,13E-02	-2,82E-02	1,20E-01	-2,66E-04	-4,05E-04	8,19E-04	
13	0	0	23,51	0,00E+00	0,00E+00	6,91E+02	8,13E-03	8,00E-04	<b>6,28E-02</b>	-3,15E-04	-5,01E-04	1,08E-03	
14	2,7	0	23,51	8,52E+00	0,00E+00	6,90E+02	8,04E-03	8,04E-04	6,28E-02	-3,16E-04	-5,00E-04	1,08E-03	
15	5,4	0	23,51	1,71E+01	0,00E+00	6,87E+02	7,86E-03	7,95E-04	6,26E-02	-3,18E-04	-4,98E-04	1,08E-03	
16	9	0	23,51	2,85E+01	0,00E+00	6,81E+02	7,52E-03	7,92E-04	6,20E-02	-3,20E-04	-4,91E-04	1,07E-03	
17	12,5	0	23,51	3,97E+01	0,00E+00	6,72E+02	7,24E-03	7,87E-04	6,09E-02	-3,17E-04	-4,81E-04	1,05E-03	
18	16,2	0	23,51	5,12E+01	0,00E+00	6,58E+02	7,19E-03	8,14E-04	5,88E-02	-3,03E-04	-4,65E-04	1,01E-03	



#### 3.3.3.2.4 Conclusões

Ambos os segmentos apresentaram uma deformação de tração na fibra inferior no revestimento e tensão vertical no topo do subleito iguais ou menores que as admissíveis.

Desta forma, a avaliação mecanicista permitiu concluir que, para os respectivos tráfegos calculados para horizonte de 5 anos as estruturas de reforço dimensionadas pelo Método da Resiliência (TECNAPAV) são suficientes para resistir aos esforços oriundos do tráfego sem sofrer ruptura por fadiga.

#### 3.3.4 Análise do Estacionamento Principal

Por meio do levantamento visual realizado no estacionamento principal do CEASA, observou-se que o mesmo possui trincas interligadas, panelas, desgaste, e trincas transversais e longitudinais isoladas. De acordo com o poço de inspeção, a estrutura do estacionamento é composta por 3,0 cm de revestimento e 12,0 cm de base em brita graduada. O revestimento encontra-se totalmente deteriorado e muitas das trincas que estão ali são reflexo da espessura da granular existente, que é esbelta. Junto a isto a carga estática

Visualmente, cerca de **60%** da área do estacionamento, aproximadamente 6.300 m<sup>2</sup>, apresenta trincas interligadas com erosão acentuada nas bordas (Figura 11 a Figura 13), sendo este tipo de fenda classificada como **FC-3**. Segundo a Norma PRO-269/94 – Projeto de Restauração de Pavimentos Flexíveis – TECNAPAV “se o grau de trincamento do revestimento existente for superior a 50% ou (FC-2 + FC-3 > 80%) ou (**FC-3 > 30%**), então é conveniente adotar hef = 0 e considerar a solução de recapeamento em camadas integradas de CBUQ e PMF”. Desta forma, conclui-se que o revestimento presente na estrutura do estacionamento não possui função estrutural.

**Figura 11 - Superfície do pavimento do estacionamento**



**Figura 12 - Superfície do pavimento do estacionamento**



**Figura 13 - Superfície do pavimento do estacionamento**



Como o revestimento existente do estacionamento principal não possui função estrutural devido ao alto grau de trincamento recomenda-se que esta camada seja removida e que seja recomposta por outra camada com 6,0 cm de espessura.

### 3.3.5 Soluções Adotadas para a Restauração

a) Ramo 0

Fresagem de 7,0 cm e execução do reforço com 10,0 cm de espessura.

b) Ramo 5 ao Ramo 35

Fresagem de 3,0 cm e execução do reforço com 6,0 cm de espessura.

c) Estacionamento Principal

Fresagem de 3,0 cm e execução de uma nova camada de revestimento com 6,0 cm de espessura.



#### d) Estacionamento Pavilhão D

Fresagem de 3,0 cm e execução de uma nova camada de revestimento com 5,0 cm de espessura.

### 3.3.6 Detalhamento Executivo

#### 3.3.6.1 Restauração Ramo 0

- Fresagem de 7,0 cm do revestimento asfáltico existente;
- Pintura de Ligação: Emulsão Asfáltica do tipo RR-1C, taxa 0,45 L/m<sup>2</sup> sobre a camada remanescente;
- Revestimento: Deverá ser executado em duas camadas sendo: a primeira camada composta por Concreto Asfáltico Usinado a Quente com CAP 50/70 com 5,0 cm de espessura; a segunda camada composta por CAUQ 50/70 com 5,0 cm de espessura;
- Pintura de Ligação: Emulsão Asfáltica do tipo RR-1C, taxa 0,45 L/m<sup>2</sup> entre as camadas.

#### 3.3.6.2 Restauração Ramo 5 ao Ramo 35

- Fresagem de 3,0 cm do revestimento asfáltico existente;
- Pintura de Ligação: Emulsão Asfáltica do tipo RR-1C, taxa 0,45 L/m<sup>2</sup> sobre a camada remanescente;
- Revestimento: Deverá ser executado em uma única camada composta por Concreto Asfáltico Usinado a Quente com CAP 50/70 com 6,0 cm de espessura.

#### 3.3.6.3 Estacionamento Principal

- Fresagem de 3,0 cm do revestimento asfáltico existente;
- Pintura de Ligação: Emulsão Asfáltica do tipo RR-1C, taxa 0,45 L/m<sup>2</sup> sobre a camada remanescente;



- Revestimento: Deverá ser executado em uma única camada composta por Concreto Asfáltico Usinado a Quente com CAP 50/70 com 6,0 cm de espessura.

#### 3.3.6.4 Estacionamento Pavilhão D

- Fresagem de 3,0 cm do revestimento asfáltico existente;
- Pintura de Ligação: Emulsão Asfáltica do tipo RR-1C, taxa 0,45 L/m<sup>2</sup> sobre o pavimento existente;
- Revestimento: Deverá ser executado em uma única camada composta por Concreto Asfáltico Usinado a Quente com CAP 50/70 com 5,0 cm de espessura.



### 3.3.6.5 Remendo Profundo

- Remoção da estrutura existente;
- Sub-base: Execução da camada com Macadame Seco (MS);
- Base: Execução da camada com Brita Graduada Simples (BGS);
- Imprimação: Emulsão Asfáltica do tipo EAI sobre a camada remanescente, taxa de 1,3 L/m;
- Pintura de Ligação: Emulsão Asfáltica do tipo RR-1C, taxa 0,45 L/m<sup>2</sup> sobre o pavimento existente;
- Revestimento: Deverá ser executado da camada composta por Concreto Asfáltico Usinado a Quente com CAP 50/70.

### 3.3.7 Especificações

Durante a execução deverão ser atendidas as recomendações presentes nas seguintes especificações:

- DEINFRA-SC ES-P-01/16 - Regularização do Subleito;
- DEINFRA-SC ES-P 05/16 - Camadas de Misturas Asfálticas Usinadas a Quente;
- DEINFRA-SC ES-P-04/15 – Pinturas Asfálticas.



## **4 RESUMO DAS QUANTIDADES E MEMÓRIA DE CÁLCULO**



## 4.1 Quadro de Quantidades

**QUADRO DE QUANTIDADES**

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
1	CPU43487	Administração Local	UN	1,000
2	CPU43488	Mobilização e Desmobilização	UN	1,000
3	CPU43489	Canteiro de Obras	UN	1,000
<b>4</b>	<b>PAVIMENTAÇÃO</b>			
<b>4.1</b>	<b>SISTEMA VIÁRIO</b>			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
4.1.1	4915655	Fresagem contínua de revestimento asfáltico - espessura de 3 cm	M3	720,000
4.1.2	4915659	Fresagem contínua de revestimento asfáltico - espessura de 7 cm	M3	195,000
4.1.3	4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico	M3	71,000
4.1.4	4915669	Remoção mecanizada de camada granular do pavimento	M3	299,000
4.1.5	CPU46251	Espalhamento e compactação de material fresado	M3	915,000
4.1.6	4011209	Regularização do subleito	M2	785,000
4.1.7	CPU102313	Base ou sub-base de macadame seco com brita comercial - exclusive material pétreo	M3	157,000
4.1.8	CPU102314	Aquisição de Macadame Seco Comercial	M3	157,000
4.1.9	CPU43490	Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial - excluso material pétreo	M3	142,000
4.1.10	CPU43492	Aquisição de brita graduada comercial	M3	142,000
4.1.11	4011352	Imprimação com emulsão asfáltica	M2	785,000
4.1.12	4011353	Pintura de ligação	M2	31.134,000
4.1.13	4011464	Concreto asfáltico - massa comercial	T	4.294,000
4.1.14	CPU43493	Usinagem de concreto asfáltico - Exclusive Cap	T	4.294,000
4.1.15	CPU136896	Aquisição de CAP 50 70	T	258,000
4.1.16	CPU43498	Aquisição de RR-1C	T	14,000
4.1.17	CPU43497	Aquisição de EAI	T	1,100
4.1.18	CPU136897	Transporte de CAP 50 70	T	258,000
4.1.19	CPU136763	Transporte de RR-1C	T	14,000
4.1.20	CPU136762	Transporte de EAI	T	1,100
<b>4.2</b>	<b>ESTACIONAMENTO PAVILHÃO D</b>			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
4.2.1	4915655	Fresagem contínua de revestimento asfáltico - espessura de 3 cm	M3	31,000
4.2.2	4011353	Pintura de ligação	M2	1.024,000
4.2.3	4011464	Concreto asfáltico - massa comercial	T	123,000
4.2.4	CPU43493	Usinagem de concreto asfáltico - Exclusive Cap	T	123,000
4.2.5	CPU43498	Aquisição de RR-1C	T	0,500
4.2.6	CPU136896	Aquisição de CAP 50 70	T	7,400
4.2.7	CPU136763	Transporte de RR-1C	T	0,500
4.2.8	CPU136897	Transporte de CAP 50 70	T	7,400
<b>4.3</b>	<b>TRANSPORTES - PAVIMENTAÇÃO</b>			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
4.3.1	5914389	Transporte com caminhão basculante de 10 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada	TKM	102.835,608
4.3.2	5914344	Transporte com caminhão basculante de 6 m <sup>3</sup> - rodovia pavimentada	TKM	236,171
<b>5</b>	<b>DRENAGEM</b>			
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
5.1	4805749	Escavação manual de vala em material de 1ª categoria	M3	46,680
5.2	4805754	Compactação manual com soquete vibratório	M3	392,000
5.3	4805757	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria	M3	389,000
5.4	2003644	Caixa de ligação e passagem - CLP 02 - areia e brita comerciais	UN	1,000
5.5	0804015	Corpo de BSTC D = 0,40 m PA2 - areia, brita e pedra de mão comerciais	M	345,000
5.6	0804023	Corpo de BSTC D = 0,60 m PA2 - areia, brita e pedra de mão comerciais	M	152,000
5.7	0804377	Boca de BSTC D = 0,60 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas esconsas	UN	3,000

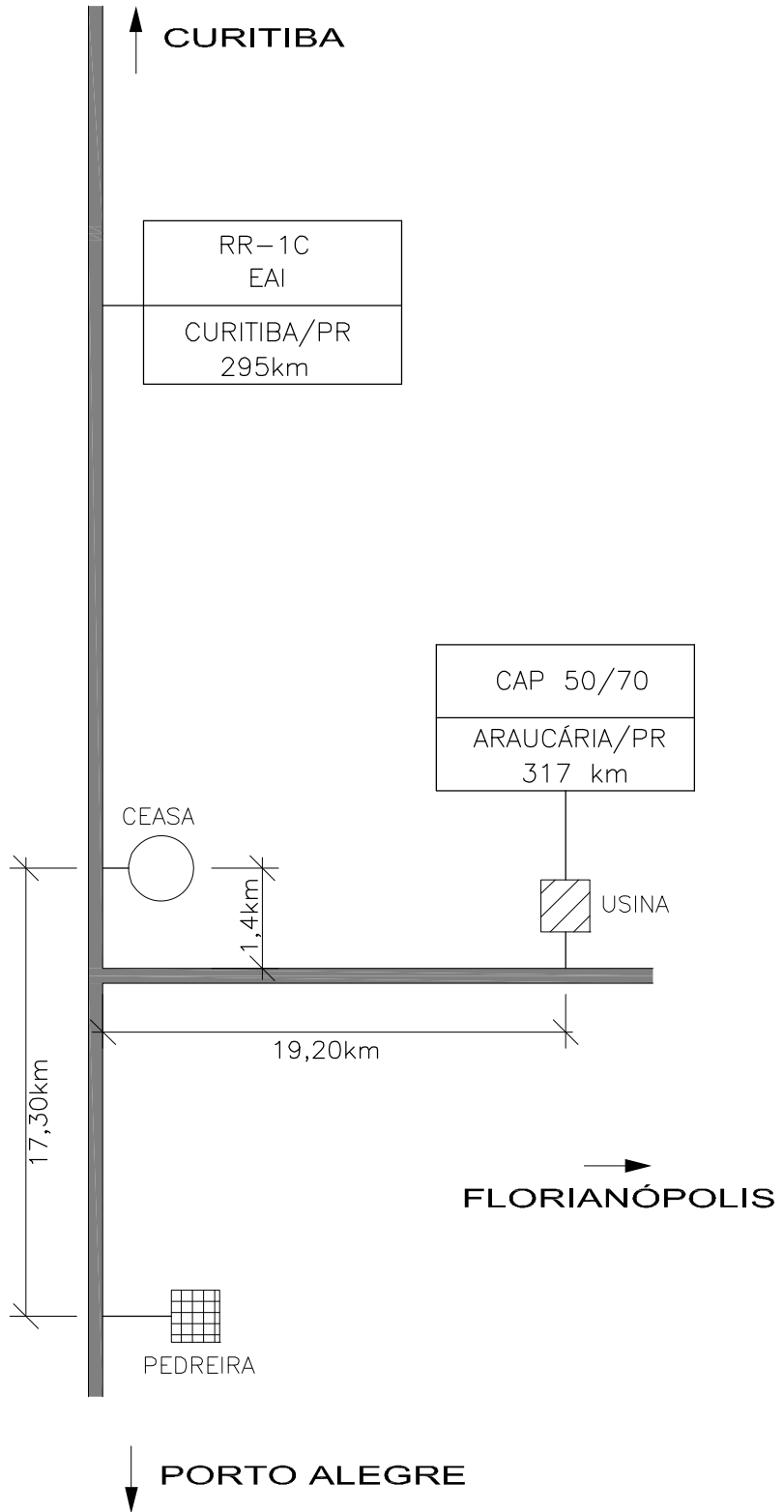
### QUADRO DE QUANTIDADES

5.8	2003573	Dreno longitudinal profundo para corte em solo - DPS 02 - tubo PEAD e areia comercial	M	249,000
5.9	CPU43653	Boca de Lobo Simples com grelha metálica	UN	25,000
5.10	1505879	Enrocamento de pedra arrumada manualmente - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	M3	60,800
5.11	1107892	Concreto fck = 20 MPa - confecção em betoneira e lançamento manual - areia e brita comerciais	M3	60,800
5.12	3106119	Fôrmas de tábuas de pinho - utilização de 1 vez - confecção, instalação e retirada	M2	6,080
5.13	2003850	Lastro de brita comercial compactado com soquete vibratório - espalhamento manual	M3	6,080
6	<b>SINALIZAÇÃO</b>			
6.1	<b>SINALIZAÇÃO DEFINITIVA</b>			
<b>ITEM</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANTIDADE</b>
6.1.1	5213408	Pintura de faixa com termoplástico por aspersão - espessura de 1,5 mm	M2	798,380
6.1.2	5213409	Pintura de setas e zebrações com termoplástico por extrusão - espessura de 3,0 mm	M2	65,000
6.1.3	5219609	Tacha refletiva em plástico injetado - bidirecional tipo III - fornecimento e colocação	UN	797,000
6.1.4	5216111	Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação	UN	23,000
6.1.5	5213465	Placa de advertência em aço, lado de 0,80 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação	UN	2,000
6.1.6	5213441	Placa de regulamentação em aço D = 0,80 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação	UN	7,000
6.1.7	5213445	Placa de regulamentação em aço, R1 lado 0,331 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação	UN	14,000
6.2	<b>SINALIZAÇÃO DE OBRAS</b>			
<b>ITEM</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANTIDADE</b>
6.2.1	5213835	Cone plástico para canalização de trânsito - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	UNID/D	6.085,000
6.2.2	5212560	Placa de advertência para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel, lado 1,00 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	UNID/D	13,000
6.2.3	5213348	Dispositivo de direcionamento ou bloqueio tipo tela plástica com suporte móvel afixado em bloco de concreto - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	m²/dia	15.772,000
6.2.4	5213848	Luz de advertência e bateria para dispositivos de sinalização - utilização de 200 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	UNID/D	113,000



## 4.2 Origem dos Materiais

# ORIGEM DOS MATERIAIS



 RODOVIA PAVIMENTADA



# 5 ESPECIFICAÇÕES



## 5.1 Especificações

As Especificações aqui apresentadas correspondem às especificações vigentes da SIE (antigo DER/SC e DEINFRA/SC) ou, na ausência destas, às especificações do DNIT, acrescidas, sempre que necessário, daquelas características próprias da obra que se pretende realizar, fruto do projeto apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução.

Na Tabela abaixo estão relacionadas as Especificações Gerais e Particulares que serão utilizadas no presente projeto.

DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO
Pavimentação – pinturas asfálticas	DEINFRA-SC-ES-P-04/15
Pavimentação – camadas de misturas asfálticas usinadas a quente	DEINFRA-SC ES-P-05/16
Emulsões asfálticas para pavimentação	DNIT 165/2013-EM
Cimentos asfálticos de petróleo	DNIT 095/2006-EM





1. Responsável Técnico

**ALINE SELAU SANTOS**

Título Profissional: Engenheira Civil

RNP: 2507190728  
Registro: 093344-8-SC

Empresa Contratada: IGUATEMI CONSULTORIA E SERVICOS D

Registro: 006134-8-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: CEASA - CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE SC  
Endereço: RODOVIA BR 101 KM 205

CPF/CNPJ: 83.284.828/0001-46  
Nº: SN

Complemento:  
Cidade: SAO JOSE  
Valor: R\$ 60.000,00  
Contrato: 2025.08

Bairro: BARREIROS  
UF: SC

CEP: 88117-900

Celebrado em: 19/08/2025 Vinculado à ART:

Ação Institucional:  
Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Público

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: CEASA - CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE SC  
Endereço: RODOVIA BR 101 KM 205

CPF/CNPJ: 83.284.828/0001-46  
Nº: SN

Complemento:  
Cidade: SAO JOSE  
Data de Início: 20/08/2025  
Finalidade: Infra-estrutura

Bairro: BARREIROS  
UF: SC

CEP: 88117-900

Previsão de Término: 31/12/2025

Coordenadas Geográficas:

Código:

4. Atividade Técnica

Coordenação

**Coordenação de Projetos**

Projeto	Orçamento	Dimensão do Trabalho:	2,30	Quilômetros(s)
<b>Pavimentação Asfáltica</b>		Dimensão do Trabalho:	2,30	Quilômetros(s)
<b>Drenagem</b>		Dimensão do Trabalho:	2,30	Quilômetros(s)
<b>Sinalização</b>		Dimensão do Trabalho:	2,30	Quilômetros(s)

5. Observações

Atualização e readequação do projeto executivo para o sistema viário interno e pátios de estacionamento com a pavimentação da Unidade de São José da CEASA/SC

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

- A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
- Situação do pagamento da taxa da ART em 27/08/2025: TAXA DA ART A PAGAR
- Valor ART: R\$ 271,47 | Data Vencimento: 08/09/2025 | Registrada em:  
Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.crea-sc.org.br/art](http://www.crea-sc.org.br/art).
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Florianópolis - SC, 27 de Agosto de 2025

Documento assinado digitalmente



**ALINE SELAU SANTOS**

Data: 27/08/2025 11:09:10-0300

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

ALINE SELAU SANTOS  
042.994.039-40





## **7 TERMO DE ENCERRAMIENTO**



## 7.1 Termo de Encerramento

O presente documento, intitulado “Volume 1 – Relatório do Projeto”, possui 112 folhas numeradas sequencialmente, incluindo esta.

Florianópolis, agosto de 2025.