



## ANEXO I.4 PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DE ESTRADAS DO DISTRITO DE SANTA TEREZA



- I. APRESENTAÇÃO
- II. EQUIPE TÉCNICA
- III. LOCALIZAÇÃO
- IV. MEMORIAL DESCRITIVO
- V. CONDIÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO DA OBRA
- VI. PREMISSA PARA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO
- VII. ORÇAMENTO BÁSICO
- VIII. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO
- IX. MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES
- X. COMPOSIÇÕES DE PREÇOS
- XI. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
- XII. ANEXOS - ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART
- XIII. PEÇAS GRÁFICAS

RELAÇÃO DE DESENHOS

**ESTRADA BR-304 – SANTA TEREZA**

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO  
01/01 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO  
Planta de Localização

PROJETO GEOMÉTRICO  
01/04 – GEOMÉTRICO – SANTA TEREZA – BR-304  
Planta Baixa 01 e Perfil longitudinal.  
02/04 – GEOMÉTRICO – SANTA TEREZA – BR-304  
Planta Baixa 01 e Perfil longitudinal.  
03/04 – GEOMÉTRICO – SANTA TEREZA – BR-304  
Planta Baixa 01 e Perfil longitudinal.



04/04 – GEOMÉTRICO – SANTA TEREZA – BR-304  
Planta Baixa 01 e Perfil longitudinal.

PROJETO DE TERRAPLENAGEM

01/02 – TERRAPLENAGEM - BR-304 – SANTA TEREZA  
Seções transversais.

02/02 – TERRAPLENAGEM - BR-304 – SANTA TEREZA  
Seções transversais.

PROJETO DE TERRAPLENAGEM

01/05 – SEÇÕES TIPO DE TERRAPLENAGEM

02/05 – DETALHE CONSTRUTIVO DE ARRASAMENTO

03/05 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Gráfico linear de dimensionamento

04/05 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Planta da localização das ocorrências

05/05 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Seção tipo pavimentação

PROJETO DE DRENAGEM

01/01 – DESCIDA D'ÁGUA

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

01/07 – GEOMÉTRICO – SANTA TEREZA – BR-304

Planta Baixa 01, Planta Baixa 02 e Planta Baixa 03

02/07 – GEOMÉTRICO – SANTA TEREZA – BR-304

Planta Baixa 04 e Planta Baixa 05

03/07 – SÍMBOLOS NO PAVIMENTO

04/07 – SINALIZAÇÃO VERTICAL INFORMATIVO

05/07 – SINALIZAÇÃO VERTICAL INFORMATIVO

06/07 – SINALIZAÇÃO VERTICAL INFORMATIVO

07/07 – PLACAS INFORMATIVAS

### **ESTRADA SANTA TEREZA – PEIXOTO**

PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

01/02 – GEOMÉTRICO – PEIXOTO – SANTA TEREZA

Planta Baixa e Perfil longitudinal

02/02 – GEOMÉTRICO – PEIXOTO – SANTA TEREZA

Planta Baixa e Perfil longitudinal

PROJETO DE TERRAPLENAGEM

01/01 – TERRAPLENAGEM – PEIXOTO – SANTA TEREZA

Seções transversais





- PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
01/05 – SEÇÕES TIPO DE TERRAPLENAGEM  
02/05 – DETALHE CONSTRUTIVO DE ARRASAMENTO  
03/05 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO  
Gráfico linear de dimensionamento  
04/05 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO  
Planta da localização das ocorrências  
05/05 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO  
Seção tipo pavimentação



- PROJETO DE DRENAGEM  
01/01 – DESCIDA D'ÁGUA

- PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO  
01/01 – BUEIRO TRIPLO CAPEADO DE CONCRETO (1,50 X 1,50)m  
Planta de localização, Corte AA, Vista e Corte BB

- PROJETO DE SINALIZAÇÃO  
01/07 – SINALIZAÇÃO – PEIXOTO - SANTA TEREZA  
Planta Baixa 01 e Planta Baixa 02  
02/07 – DETALHE DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL  
03/07 – SÍMBOLOS NO PAVIMENTO  
04/07 – SINALIZAÇÃO VERTICAL INFORMATIVO  
05/07 – SINALIZAÇÃO VERTICAL INFORMATIVO  
06/07 – SINALIZAÇÃO VERTICAL INFORMATIVO  
07/07 – PLACAS INFORMATIVAS

### **ESTRADA SANTA TEREZA - TEOBALDO**

- PROJETO GEOMÉTRICO  
01/02 – GEOMÉTRICO – TEOBALDO – SANTA TEREZA  
Planta Baixa e Perfil longitudinal  
02/02 – GEOMÉTRICO – TEOBALDO – SANTA TEREZA  
Planta Baixa e Perfil longitudinal

- PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
01/01 – TERRAPLENAGEM – TEOBALDO – SANTA TEREZA  
Seções transversais

- PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
01/05 – SEÇÕES TIPO DE TERRAPLENAGEM  
02/05 – DETALHE CONSTRUTIVO DE ARRASAMENTO  
03/05 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO  
Gráfico linear de dimensionamento  
04/05 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO  
Planta da localização das ocorrências

  
  
fabiano



PREFEITURA DO  
**ARACATI**

AS PESSOAS EM PRIMEIRO LUGAR

Rua Coronel Alexanzito, 1272 - Farias Brito  
Cep: 62800-000 • Aracati - CE, Brasil  
Contato: +55 (88) 3421.2789



05/05 – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO  
Seção tipo pavimentação

PROJETO DE DRENAGEM  
01/01 – DESCIDA D'ÁGUA

PROJETO DE SINALIZAÇÃO  
01/07 – SINALIZAÇÃO – TEOBALDO - SANTA TEREZA  
Planta Baixa 01 e Planta Baixa 02  
02/07 – DETALHE DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL  
03/07 – SÍMBOLOS NO PAVIMENTO  
04/07 – SINALIZAÇÃO VERTICAL INFORMATIVO  
05/07 – SINALIZAÇÃO VERTICAL INFORMATIVO  
06/07 – SINALIZAÇÃO VERTICAL INFORMATIVO  
07/07 – PLACAS INFORMATIVAS



*Fabiano*

Objeto:

**PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA EM ESTRADAS DO DISTRITO DE SANTA TEREZA NO MUNICÍPIO DE ARACATI/CE**



Trechos:

**BR-304 - SANTA TEREZA | SANTA TEREZA - PEIXOTO |  
SANTA TEREZA - TEOBALDO**

## MEMORIAL DESCRITIVO

Elaboração:

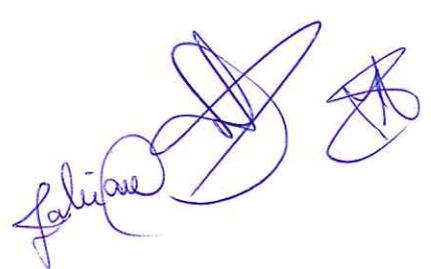


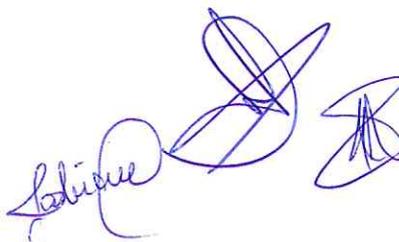
Proprietário:



<b>I. APRESENTAÇÃO</b>	<b>3</b>
Descrição Sumária do Projeto	4
<b>II. EQUIPE TÉCNICA</b>	<b>5</b>
<b>III. LOCALIZAÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>IV. MEMORIAL DESCRITIVO</b>	<b>9</b>
CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
ESTUDOS BÁSICOS	11
Levantamento Topográfico	11
Estudos Geotécnicos e Geológicos	12
Estudo de Tráfego	14
Estudos Hidrológicos – Região Metropolitana	15
PROJETOS DESENVOLVIDOS	18
Projeto Geométrico	18
Projeto de Terraplenagem	19
Projeto de Pavimentação	20
Projeto de Drenagem	24
Projeto de Sinalização	27
<b>V. CONDIÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO DA OBRA</b>	<b>28</b>
Execução dos Serviços	29
Normas	29
Materiais	29
Mão de Obra	29
Assistência Técnica e Administrativa	30
Despesas Indiretas e Encargos Sociais	30
Condições de Trabalho e Segurança da Obra	30
<b>VI. PREMISSAS PARA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO</b>	<b>31</b>
Fonte de Preços	32
Composição do BDI	32
Encargos Sociais	33
<b>VII. ORÇAMENTO BÁSICO</b>	<b>34</b>
<b>VIII. CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO</b>	<b>43</b>
<b>IX. MEMÓRIA DE CÁLCULO DE QUANTIDADES, QUADRO DE CUBAÇÃO E RESUMO DE MOVIMENTO DE TERRA</b>	<b>45</b>
<b>X. COMPOSIÇÕES DE PREÇO</b>	<b>60</b>
<b>XI. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS</b>	<b>78</b>
<b>XII. ANEXOS</b>	<b>80</b>

/





**I. APRESENTAÇÃO**

### Descrição Sumária do Projeto

Este trabalho se propõe a descrever adequadamente os Projetos de Pavimentação Asfáltica em estradas do distrito de Santa Tereza. Contemplando os trechos que liga a BR 304 a Santa Tereza, Santa Tereza a Peixoto e Santa Tereza a Teobaldo no município de Aracati-CE, fornecendo informações importantes para execução da obra.

O relatório tem como finalidades:

- Apresentar soluções econômicas e viáveis para o problema ao nível de projeto preliminar;
- Fornecer estimativas das quantidades dos serviços e custos das obras definidas para o Projeto da referida área;
- Fornecer peças gráficas (plantas baixas, cortes, seções e detalhes), memorial de cálculo e especificações técnicas.

O presente Relatório foi elaborado de acordo com as normas e diretrizes da ABNT – Associação brasileira de normas Técnicas e contém os seguintes capítulos:

- ▶ **Apresentação:** Apresenta a estrutura do Relatório;
- ▶ **Equipe Técnica:** Elenca os profissionais envolvidos;
- ▶ **Localização:** Apresenta Localização do Município e/ou das obras projetadas;
- ▶ **Memorial Descritivo:** Descreve os Projetos Elaborados e as Condições Gerais para Execução da Obra;
- ▶ **Premissas para Elaboração do Orçamento:** Define a Fonte de Preços Básicos, o BDI utilizado a estrutura dos Orçamentos e quantitativos.
- ▶ **Orçamentos:** Apresenta o Orçamento da obra
- ▶ **Cronograma Físico-Financeiro:** Mostra o cronograma e estabelece valores para desembolso mensal.
- ▶ **Composições de Preço:** Apresenta as composições analítica de Preço dos Serviços;
- ▶ **Cotações de Preços:** Preços de itens coletados no mercado.
- ▶ **Especificações Técnicas:** Apresenta as especificações técnicas de materiais e serviços;
- ▶ **Anexos:** ART de Projeto.

Atenciosamente,



**Leonardo Silveira Lima**  
Engenheiro Civil  
RNP 060158106-7



Fabiano



**II. EQUIPE TÉCNICA**

**Produto:**

Pavimentação Asfáltica de estradas no distrito de Santa Tereza. Contemplando os seguintes trechos: BR 304 / Santa Tereza, Santa Tereza / Peixoto e Santa Tereza / Teobaldo no município de Aracati-CE

**Empresa:**

Geopac Engenharia e Consultoria Eireli - EPP

**Endereço:**

Rua Ricardo Castro Macedo, 861 sala 03 Luciano Cavalcante Fortaleza-CE

**Contato:**

Fone: 85 3241 3147 | e-mail: [geopac@geopac.com.br](mailto:geopac@geopac.com.br)

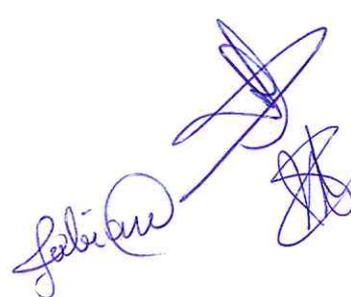
**Engenheiro Responsável:**

Eng.º Leonardo Silveira Lima

**Contato:**

Celular: 85 98678 8694 | e-mail: [leonardo@geopac.com.br](mailto:leonardo@geopac.com.br)

✓





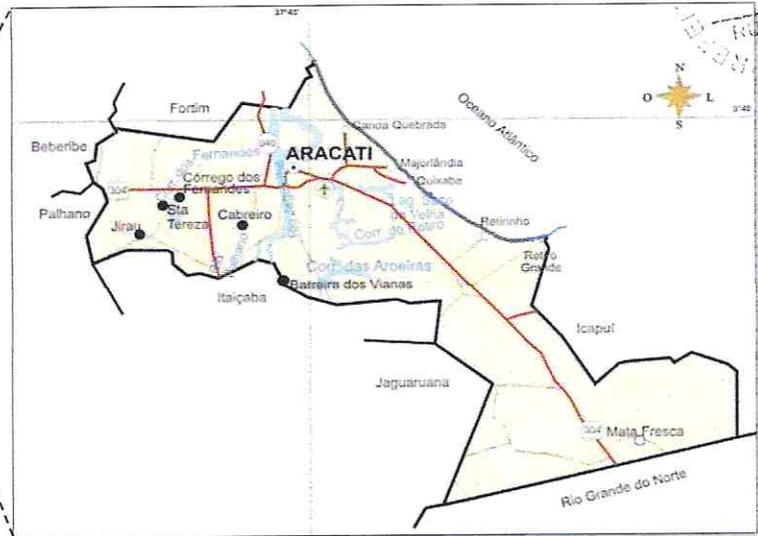
*falcão*   *r*

**III. LOCALIZAÇÃO**

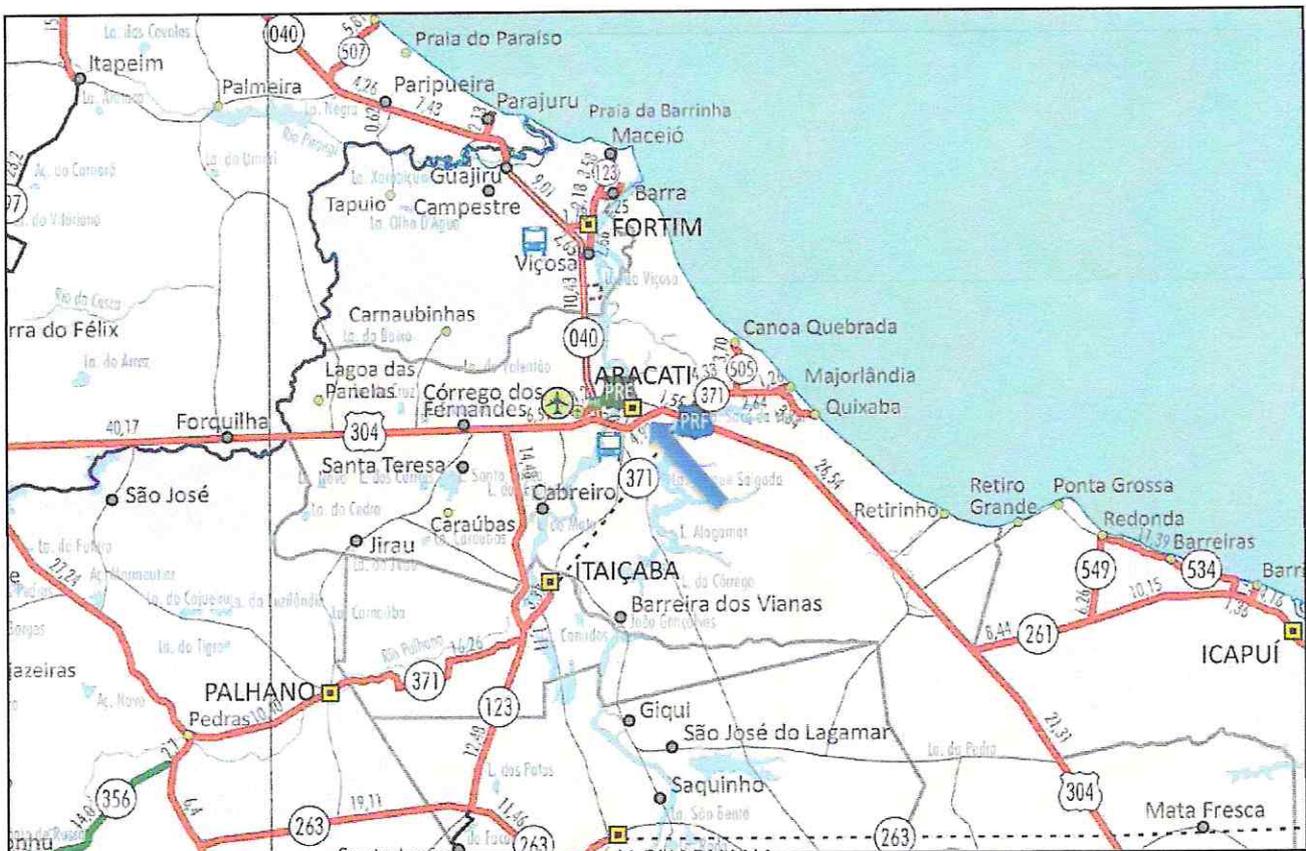
PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACATI  
FLS. 393  
RUBRICA



Localização do Município



Situação do Município



Acessos ao Município

*Handwritten signatures in blue ink.*



MUNICIPAL  
394  
FLS  
2

*fabiano*   \*

**IV. MEMORIAL DESCRITIVO**

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

Trata-se de um projeto que tem por objetivo a Pavimentação Asfáltica, Drenagem e Sinalização de estradas no distrito de Santa Tereza no Município de Aracati/CE.

A via deverá ser pavimentada de acordo com as Larguras e extensões projetadas podendo estas dimensões ser observadas nas Peças Gráficas da via, com a Planta com Estaqueamento, as dimensões da seção da via, bem como perfil longitudinal. As dimensões também poderão ser observadas no quadro de memória de quantitativos das estradas. Na memória de cálculo encontramos precisamente, em conformidade com a planta baixa, as larguras e suas variações em cada estaca ou ponto de transição.

Existe uma variação de largura, pois a Prefeitura não possui recursos para desapropriações e também devido a vários fatores, entre eles os postes da Rede Pública de Energia ou o fato de que as construções não obedecem a um padrão na via. O construtor, para executar a obra, deverá levar em consideração esta peça.

Para melhor organizar as peças gráficas e planejamento existe uma prancha de Localização onde é identificada a localidade onde acontecerão intervenções.

Serão executados os serviços de Pavimentação de via conforme descrição abaixo:

- Pavimentação Asfáltica (TSD) Drenagem e Sinalização dos Trechos: BR 304 / Santa Tereza, Santa Tereza / Peixoto e Santa Tereza / Teobaldo no município de Aracati-CE



**Leonardo Silveira Lima**  
Engenheiro Civil  
RNP 060158106-7



## ESTUDOS BÁSICOS

### Levantamento Topográfico

O Projeto Básico de Engenharia, quanto ao aspecto dos estudos topográficos, consistiu na locação de toda a rodovia em estudo, no levantamento dos locais de cruzamento com rodovias existentes, com o objetivo de subsidiar os projetos de interseções, no nivelamento de eixo e seccionamento a cada 20m para elaboração das notas de serviço, do quadro de cubação.

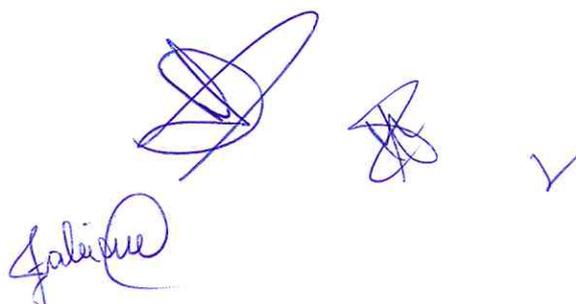
Os estudos topográficos foram realizados sobre toda extensão do mesmo. O traçado se desenvolve em região plana.

Os serviços executados nos estudos topográficos obedeceram às prescrições contidas na IS-06 - Instruções de Serviço para Estudo Topográfico de Projeto de Pavimentação, do Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários do DER.

No estudo do traçado os trechos localizados no distrito de Santa Tereza no Município de Aracati/CE foi materializada no eixo da pista de rolamento a locação das estacas a cada 0+020m. No trecho Santa Tereza / BR-304 a estaca inicial 0+000, possui as seguintes coordenadas; (623.890; 9.491.628) e a estaca final 2+106 m, localizado nas seguintes coordenadas; (624.535; 9.493.606). No trecho Santa Tereza / Peixoto a estaca inicial 0+000, possui as seguintes coordenadas; (623.019; 9.490.319) e a estaca final 0+784 m, as coordenadas são; (623.525; 9.490.872). No trecho Santa Tereza / Teobaldo a estaca inicial 0+000, possui as seguintes coordenadas; (624.435; 9.490.281) e a estaca final 0+729 m, as coordenadas são; (625.141; 9.490.184),

As seções transversais do terreno foram levantadas através de nivelamento geométrico, em todas as estacas locadas, com extensão de 20m para cada lado (maior quando se fez necessário para atingir o limite da faixa de domínio, ou menor dentro do perímetro urbano). Foram detalhados nestes levantamentos todos os elementos indispensáveis ao projeto, tais como: conformação e natureza do terreno, dimensões e características da rodovia existente, dispositivo de drenagem, cursos d'água, etc.

O levantamento cadastral das edificações, monumentos e outros, ao longo da rodovia, foram realizados através de planialtimetria.



## Estudos Geotécnicos e Geológicos

Os estudos geotécnicos foram realizados segundo as recomendações das instruções pertinentes do DER, compreendendo:

- ▶ Estudo do subleito da rodovia;
- ▶ Estudo de ocorrências de materiais para terraplenagem e pavimentação.

Os estudos envolveram levantamentos e serviços de prospecção de campo, cálculos pertinentes e ensaios de laboratório das amostras coletadas. Para os levantamentos de campo relativos aos serviços de prospecção e pesquisa de materiais, a consultora contou com uma equipe que atuou sob a supervisão de um engenheiro civil.

### Estudo do Subleito da Rodovia

Esses estudos consistiram na execução de sondagens a pá e picareta, espaçados de 400 em 400 metros até 1,00m abaixo do pavimento. Em cada furo de sondagem, foi coletada uma amostra de cada horizonte atravessado. Sobre as amostras coletadas foram realizados os seguintes ensaios:

- ▶ Granulometria (por peneiramento); Limite de Liquidez;
- ▶ Limite de Plasticidade; Compactação e
- ▶ CBR.

Os ensaios de compactação foram realizados nas amostras do subleito com 12 golpes.

### Estudo de Ocorrências de Materiais para Terraplenagem e Pavimentação

Nas peças gráficas são indicadas às localizações de cada uma das ocorrências.

As ocorrências de materiais foram estudadas através da execução de sondagens a pá e picareta nos vértices de uma malha quadrada com espaçamento variado entre os furos, dependendo da homogeneidade do material encontrado.

Em cada furo de sondagem, relativos às jazidas e empréstimos, foram coletadas amostras de solo para serem submetidas aos seguintes ensaios:

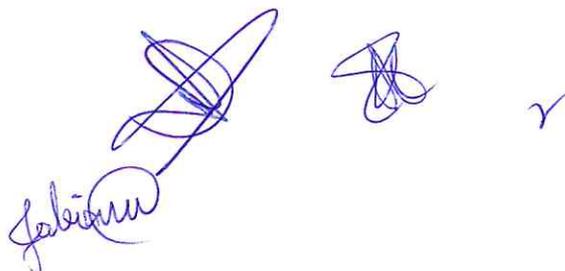
- ▶ Granulometria (por peneiramento);
- ▶ Limite de Liquidez;
- ▶ Limite de Plasticidade;
- ▶ Compactação (Proctor Intermediário) e
- ▶ CBR.

A areia que será utilizada nas obras de artes correntes e nos dispositivos de drenagem superficial foi coletada e submetida aos seguintes ensaios:

- ▶ Granulometria (por peneiramento);
- ▶ Massa específica aparente;
- ▶ Massa específica real e
- ▶ Equivalente de Areia.

A Pedreira estudada foi a mais próxima do trecho. Foram executados os seguintes ensaios com as amostras coletadas:

- ▶ Massa específica aparente;
- ▶ Massa específica real; e
- ▶ Desgaste Los Angeles.



Handwritten signatures in blue ink, including a large signature that appears to be 'Fabiano' and a smaller signature to its right.

### Cálculos Elaborados

Sobre os resultados dos ensaios geotécnicos das ocorrências foi procedido um tratamento estatístico usual, cuja metodologia é apresentada a seguir:

Seja **X** a variável em estudo, logo, tem-se:

Média da Amostra >>	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$
Desvio Padrão >>	$\sigma = \frac{\sqrt{(X_i - \bar{X})^2}}{N - 1}$
Valor Mínimo >>	$X_{MIN} = \bar{X} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} - 0,68 \cdot \sigma$
Valor Máximo >>	$X_{MAX} = \bar{X} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}} + 0,68 \cdot \sigma$
Valor de Projeto >>	$\mu = \bar{X} - \frac{1,29 \cdot \sigma}{\sqrt{N}}$

onde:

- ▶ N = o número de valores.

Quando N < 9 o tratamento pode se resumir ao cálculo da média.

### Resultados Obtidos

#### Estudo do Subleito da Rodovia

Os estudos consistiram na execução de sondagens a pá e picareta, espaçadas de 400 em 400 metros até 1,00m abaixo do pavimento. Em cada furo de sondagem, foi coletada uma amostra de cada horizonte atravessado.

Nos anexos seguem os resultados estatísticos das sondagens. Conforme quadros do anexo o CBR do subleito de projeto é dado de acordo com quadro abaixo:

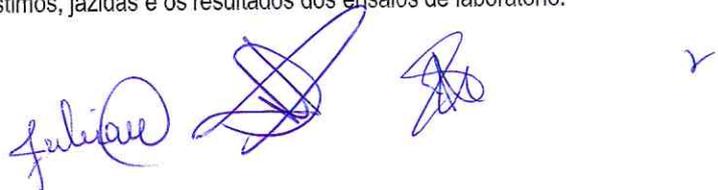
Trecho	CBR
BR-304 – Santa Tereza	14%
Santa Tereza – Teobaldo	20%
Santa Tereza – Peixoto	12%

#### Estudo de Ocorrências de Materiais para Terraplenagem e Pavimentação

Foi estudada uma jazida de material que servirá tanto para subbase como para mistura da base em solo brita.

Os resultados dos estudos geotécnicos são apresentados da seguinte forma:

- ▶ As plantas das ocorrências com contendo esquema de Localização dos empréstimos e jazidas e croquis da malha Sondada
- ▶ Boletins de sondagem do subleito, empréstimos, jazidas e os resultados dos ensaios de laboratório.



## Estudo de Tráfego

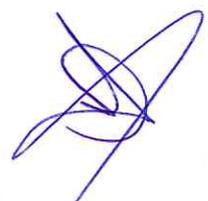
---

O Estudo de tráfego tem a finalidade básica de caracterizar o tráfego previsto para o sistema viário da localidade, fornecendo parâmetros e embasamento para as soluções a serem adotadas no projeto.

Por falta de informações sobre as projeções de tráfego, ou seja, a estimativa do volume e composição do tráfego que se prevê para o sistema viário em estudo, por falta de dados históricos para determinar o tráfego gerado que utilizará as vias de acesso da localidade ficamos impossibilitados de fazer um estudo onde se possa detalhar o tráfego local.

Para efeito de dimensionamento consideramos as vias de tráfego muito leve e de acordo com o manual de dimensionamento de pavimentos flexíveis do estado de São Paulo para uma vida de Projeto de 10 anos podemos considerar o número N característico de **10<sup>5</sup>**.

  
**Leonardo Silveira Lima**  
ENGENHEIRO CIVIL  
RNP: 060158106-7


## Estudos Hidrológicos – Região Metropolitana

Os estudos hidrológicos foram realizados com a finalidade de avaliar as vazões dos córregos e riachos que interceptam o traçado da rodovia e avaliar a suficiência das obras de arte correntes com problemas, no caso das existentes, como também dimensionar as que se fazem necessário e as obras de drenagem auxiliares tais como valetas, sarjetas, calhas, entradas e saídas d'água.

Este estudo abrangeu as seguintes etapas:

- Determinação das características das bacias hidrográficas;
- Elaboração de cálculos, a partir dos dados obtidos e das determinações feitas, para conhecimento das condições em que se verificam o escoamento superficial.

A finalidade da orientação adotada no estudo é obter os elementos de natureza hidrológica que permitam:

- ▶ Dimensionamento hidráulico das pequenas obras de drenagem a serem construídas.

### **Intensidade da Chuva**

O conhecimento das intensidades das precipitações, para diversas durações de chuva e período de retorno, é fundamental para dimensionamento de sistemas de drenagem urbana.

A equação utilizada para o cálculo da Intensidade de Chuva foi a mesma utilizada para a Região Metropolitana de Fortaleza que pode ser utilizada para toda região do litoral do Ceará.

$$i = \frac{528,076 \cdot T^{0,148}}{(t_c + 6)^{0,62}} \text{ para } t \leq 120 \text{ min}$$

Onde:

$i$  = Intensidade de chuva em mm/h;

$t_c$  = Tempo de concentração (min);

$T$  = Tempo de recorrência em anos.

$$i = \frac{54,70 \cdot T^{0,194}}{(t_c + 1)^{0,86}} \text{ para } t > 2 \text{ h}$$

Onde:

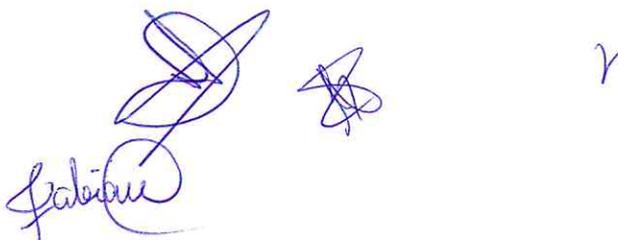
$t_c$  = Tempo de concentração (horas).

$T$  = Tempo de recorrência em anos.

### **Tempo de Recorrência**

Foram adotados os seguintes tempos de recorrência para verificação e dimensionamento das obras:

- Obras de drenagem superficial:  $Tr = 05$  anos
- Obras de arte correntes:  $Tr = 15$  anos, como canal
- $Tr = 25$  anos, como orifício



### Tempo de Concentração

O Tempo de Concentração é o intervalo de tempo da duração da chuva necessário para que toda a bacia hidrográfica passe a contribuir para a vazão na seção de drenagem. Seria também o tempo de percurso, até a seção de drenagem, de uma porção caída no ponto mais distante da bacia.

A Intensidade de chuva (I) para cada bacia foi obtida considerando a duração da chuva igual ao Tempo de Concentração (Tc) da bacia. Como parâmetro de dimensionamento utilizamos um tempo de concentração mínimo de 15 minutos.

Os tempos de concentração (Tc) foram calculados usando-se a expressão proposta pelo "Califórnia Highways and Public Roads":

$$T_c = 57 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

Tc = tempo de concentração, em minuto;

L = comprimento de linha de fundo (Talvegue), em Km;

H = Diferença de nível, em metro.

### Características Topográficas

Características topográficas da região, para fins de estudos hidrológicos, tais como áreas das bacias, forma e declividade, foram obtidas das cartas da SUDENE na escala 1:100.000 e através de levantamento topográfico.

São considerados como pequenas bacias aquelas cujas áreas de contribuição são inferiores a 5 ha (5x10<sup>-2</sup> km<sup>2</sup>) e correspondem em geral às obras auxiliares de drenagem.

São consideradas como bacias médias aquelas cujas áreas estão compreendidas entre 5 ha (5x10<sup>-2</sup> km<sup>2</sup>) e 1.000 ha (10 km<sup>2</sup>), correspondem às obras de artes correntes (bueiros).

São consideradas como grandes bacias aquelas que apresentam área superior a 1.000 ha (10 km<sup>2</sup>).

### Vazões de Projeto

O cálculo das vazões das bacias foi realizado considerando a área de contribuição, conforme segue:

- ▶ **Pequenas bacias** - áreas de contribuição inferiores a 10,0 km<sup>2</sup> e correspondem em geral às obras de drenagem superficial como sarjetas, banquetas, descidas d'água e bueiros tubulares, cujas vazões são calculadas pelo **Método Racional**, com a fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,60}$$

Onde:

Q = vazão de projeto (m<sup>3</sup>/s)

I = intensidade de precipitação (mm/h), para uma duração igual ao tempo de concentração.

A = área da bacia (km<sup>2</sup>)

C = coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial (coeficiente de "RUN-OFF"), cujos valores estão representados nos Quadro 01 e 02.



r



**Quadro 01 (Áreas Rurais)**

Tipos de Superfície	Coefficientes "C", de "RUN-OFF"
Revestimento asfáltico	0,8 - 0,9
Terra compactada	0,4 - 0,6
Solo natural	0,2 - 0,4
Solo com cobertura vegetal	0,3 - 0,4

**Quadro 02 (Áreas Urbanas)**

Tipos de Superfície	Coefficientes "C", de "RUN-OFF"
Pavimentos de concreto de cimento Portland ou concreto betuminoso	0,75 a 0,95
Pavimentos de macadame betuminoso	0,65 a 0,80
Acostamentos ou revestimentos primários	0,40 a 0,60
Solo sem revestimento	0,20 a 0,90
Taludes gramados (2:1)	0,50 a 0,70
Prados gramados	0,10 a 0,40
Áreas florestais	0,10 a 0,30
Campos cultivados	0,20 a 0,40
Áreas comerciais, zonas de centro da cidade	0,70 a 0,95
<b>Zonas moderadamente inclinadas com aproximadamente</b>	
50% de área impermeável	0,60 a 0,70
Zonas planas com aproximadamente 60% de área impermeável	0,50 a 0,60
Zonas planas com aproximadamente 30% de área impermeável	0,35 a 0,45






## PROJETOS DESENVOLVIDOS

### Projeto Geométrico

O Projeto Geométrico foi elaborado de acordo com as Instruções de serviços para Projeto Geométrico (IS-11) do manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

O projeto contempla os trechos que liga a BR 304 a Santa Tereza, Santa Tereza a Peixoto e Santa Tereza a Teobaldo no município de Aracati-CE.

Vale salientar que os trechos, atualmente, estão praticamente intransitáveis, pois a conservação é bastante precária e sofrem com a incidência de um grande número de buracos, dificultando a vida de quem deles precisa para trabalhar e, até mesmo, para prestar socorro às pessoas necessitadas de atendimento médico.

O projeto geométrico foi desenvolvido de acordo com as características geométricas definidas pelo DER, que normalmente adota para as suas vias como Rodovia Classe III conforme as Normas para Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem do DER/CE, cujos valores desejáveis são apresentados a seguir:

O projeto em planta está apresentado na escala 1:1000, nas peças Gráficas, onde são indicados o estaqueamento, os pontos notáveis de curva, PC/TS, SC, CS e ST/PT, os elementos das curvas, tais como ângulo central, raios de curvatura, comprimento de transição, desenvolvimento, etc., bem como, a localização dos bueiros, da rede de referência de nível e das amarrações implantadas em campo. Vale salientar que algumas curvas que necessitam de transição serão mantidas como circulares para evitar que alguns imóveis sejam desapropriados, pois as mesmas localizam-se nas travessias urbanas existentes ao longo do traçado.

O perfil do trecho está apresentado nas escalas 1:1000 na horizontal e 1:100 na vertical, nas peças gráficas. São indicados nas curvas de concordância vertical os seguintes elementos:

- ▶ Y - Projeção horizontal da parábola da concordância;
- ▶ PCV - Ponto de concordância vertical;
- ▶ PIV - Ponto de inflexão vertical;
- ▶ PTV - Ponto de tangência vertical;
- ▶ e - Ordenada máxima da parábola.

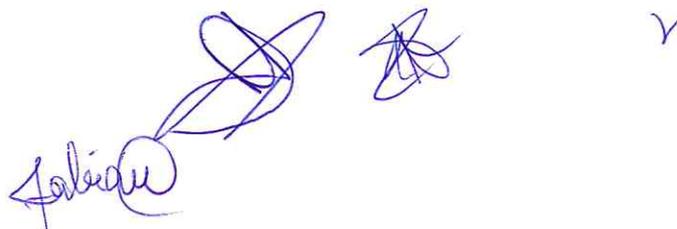
A seção transversal tipo da plataforma acabada de pavimentação da rodovia é apresentada nas peças gráficas, para os segmentos em tangente e em curva com as seguintes dimensões:

- ▶ Semi-pista de rolamento: 3,00m
- ▶ Acostamento: 1,00m para cada lado.
- ▶ Dimensão total da plataforma: 9,0m para aterros com dispositivos de drenagem e 10,0m para cortes com dispositivos de drenagem.
- ▶ Superelevações: calculada para velocidade de 40km/h e raio específico de cada curva.

As taxas de superelevações adotadas assumiram valores máximos de 8%. A distribuição da superelevação foi feita em torno do eixo da rodovia.

A via está implantada em uma região muito plana. O Greide de projeto obedeceu ao terreno para evitar grandes cortes e aterros.

Segue nos anexos o relatório horizontal do eixo.



## Projeto de Terraplenagem

O projeto de terraplenagem foi elaborado de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Terraplenagem (IS-12) do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza serão executados com 20,00m de largura, para cada lado da via, em toda a extensão do trecho.

Para todos os volumes geométricos de aterro, foi considerado um fator de acréscimo de 25%.

Na execução das camadas de aterro deverá ser observada a seguinte sequência construtiva:

- ▶ A espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 20 cm;
- ▶ Não será permitido o uso de solo com ISC < 3% e expansão > 2%;
- ▶ A compactação deverá atingir no mínimo, 100% da MEAS máxima obtida pelo ensaio DNIT-ME\_47/64 (Proctor Normal)
- ▶ A espessura mínima da camada compactada não deverá ser inferior a 10cm.

Em aterro com mais de 0,20m de altura, a camada final superior (última camada) deverá ser executada de acordo com as tolerâncias da DER-ES-P-01/2.000 – Regularização do Subleito.

A compactação dos solos nas proximidades das obras de drenagem ou áreas de difícil acesso, será feita com uso de equipamento adequado, como soquetes manuais e compactadores manuais vibratórios e pneumáticos, com espessuras das camadas compatíveis com o controle da MEAS e umidade.

Os controles geométricos e geotécnicos serão executados de acordo com as Especificações DER-ES-T-06/2.000.

As seções tipo para complementação do aterro são apresentadas nas peças gráficas.

Os taludes deverão ter as seguintes inclinações:

- ▶ Aterros: 1,5(H) : 1,0(V)
- ▶ Cortes: 1,0(H) : 1,50(V)

Foram elaboradas notas de serviço de terraplenagem para a devida demarcação dos serviços de elevação de greide.

Os volumes de terraplenagem foram obtidos a partir do cálculo dos volumes de aterros para os eixos projetados.

O cálculo dos volumes foi realizado a partir da diferença entre volumes das superfícies do Terreno Natural, através de um modelo digital do terreno (MDT) obtido a partir do levantamento topográfico, e a superfície projetada obtida pelas Cotas das vias projetadas.

Estes volumes foram processados pelo software licenciado Autodesk Civil 3D versão 2010.

Os cálculos dos volumes efetuados encontram-se apresentados no “Quadro de Cubação”, através do emprego da seguinte expressão:

$$V = [S_n + (S_{n+1})] D / 2$$

Sendo:

V: Volume em m<sup>3</sup>;

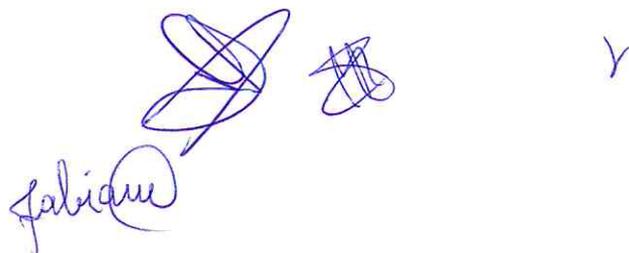
S<sub>n</sub>: Área da Seção na posição n, em m<sup>2</sup>;

D: Distância entre as posições n e (n + 1).

O Projeto de Terraplenagem é apresentado nas peças gráficas, contendo os seguintes elementos:

- ▶ Seção transversal tipo para o alargamento da plataforma;
- ▶ Detalhe de execução das correções de erosões através de escalonamento dos aterros.

Segue nos anexos as notas de serviço de terraplenagem.



## Projeto de Pavimentação

O Projeto de Pavimentação foi elaborado de acordo com as recomendações contidas nos termos de Referência e nas Normas de Procedimento para Projetos de Pavimentação do DER. O mesmo é apresentado abordando os seguintes tópicos:

- ▶ Elementos Básicos;
- ▶ Concepção do Projeto de Pavimentação;
- ▶ Dimensionamento

### Elementos Básicos

Os elementos, considerados básicos para o dimensionamento do pavimento a ser implantado neste segmento de rodovia, são os seguintes:

- ▶ Estudos de Tráfego
- ▶ Estudos Geotécnicos

#### *Estudos de Tráfego*

Para efeito de dimensionamento consideramos as vias de tráfego muito leve e de acordo com o manual de dimensionamento de pavimentos flexíveis do estado de São Paulo para uma vida de Projeto de 10 anos podemos considerar o número N característico de  $10^5$ .

#### *Estudos Geotécnicos*

Dos estudos geotécnicos, foram obtidas as informações relativas ao comportamento do subleito, dos empréstimos, das ocorrências, areal e pedreira. Com os resultados obtidos nestes ensaios será possível escolher a solução a ser empregada na pavimentação deste segmento de rodovia.

#### **Concepção do Projeto de Pavimentação**

Do ponto de vista geotécnico, o valor a ser considerado para o CBR do subleito, para efeito de dimensionamento das camadas do pavimento será o valor de projeto, ver quadro resumo no item estudos geotécnicos.

Dos dados referentes ao tráfego, o valor a ser considerado para o Número "N", visando o cálculo do dimensionamento das camadas do pavimento, é  $1,4 \times 10^5$ .

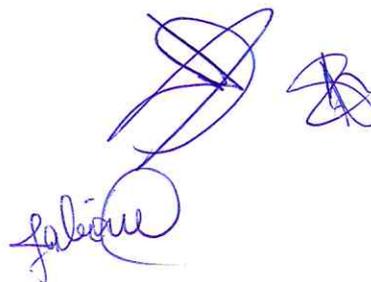
Efetuando-se a correspondência entre os estudos geotécnicos e o valor do Número "N" dimensionam-se as camadas do pavimento.

#### **Dimensionamento do Pavimento**

##### **Trecho BR304 - Santa Tereza**

O dimensionamento do pavimento obedeceu aos critérios estabelecidos no método empírico do DNIT e obedecendo aos critérios estabelecidos nos itens 9.2 e 9.3, tem-se a seguinte constituição para o pavimento:

- ▶ CBR do Sub-leito = 14% (Xmin)
- ▶ Número "N" =  $1,4 \times 10^5$
- ▶ Hn = 29 cm
- ▶ H20 = 20 cm



#### Memória de cálculo do dimensionamento:

▶ **Espessura da camada de base:**

Como número N é igual a  $1,4 \times 10^5$  adotar, segundo Tabela de dimensionamento do Manual de Pavimentação do DNIT de 2006, como revestimento asfáltico para a pista e acostamentos o Tratamento Superficial Duplo. Sendo assim, utilizar como coeficiente de equivalência Estrutural  $KR = 1,2$ . Para a base e sub-base serão adotados coeficientes de equivalência estrutural, K, iguais a 1,0, respectivamente.

Sendo assim, tem-se;

$$RKR + BKB \geq H20$$

$$2,50 \times 1,20 \times B \times 1,00 \geq 20$$

$$B = 20 - 3$$

$$B = 17 \text{ cm}$$

Adotaremos  $B = 15 \text{ cm}$ .

▶ **Espessura da camada de Sub-base:**

$$RKR + BKB + h20 \times Ksb \geq Hn$$

$$2,50 \times 1,20 + 15,00 \times 1,00 + h20 \times 1 > 29$$

$$h20 = 29 - 3 - 15$$

$$h20 = 11 \text{ cm}$$

Adotaremos  $SB = 15 \text{ cm}$ .

#### Constituição das camadas do pavimento:

- ▶ Sub-Base: Regularização do Subleito e Solo estabilizado granulometricamente, com 15 cm de espessura;
- ▶ Sub-Base: Solo com 30% de adição de brita, com 15 cm de espessura;
- ▶ Imprimação da camada de base;
- ▶ Revestimento em Tratamento Superficial Duplo para a pista de rolamento.
- ▶ Revestimento em Tratamento Superficial Simples para os acostamentos.

As seções transversais tipos das soluções discriminadas anteriormente serão apresentadas nas peças gráficas.

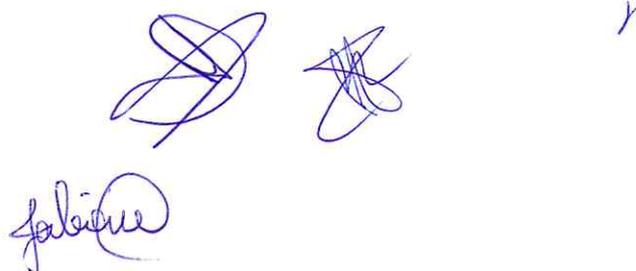
#### Trecho Santa Tereza - Teobaldo

O dimensionamento do pavimento obedeceu aos critérios estabelecidos no método empírico do DNIT e obedecendo aos critérios estabelecidos nos itens 9.2 e 9.3, tem-se a seguinte constituição para o pavimento:

- ▶ **CBR do Sub-leito = 20% (Xmin)**
- ▶ **Número "N" =  $1,4 \times 10^5$**
- ▶ **Hn = 20 cm**
- ▶ **H20 = 20 cm**

#### Memória de cálculo do dimensionamento:

- ▶ **Espessura da camada de base:**



Como número N é igual a  $1,4 \times 10^5$  adotar, segundo Tabela de dimensionamento do Manual de Pavimentação do DNIT de 2006, como revestimento asfáltico para a pista e acostamentos o Tratamento Superficial Duplo. Sendo assim, utilizar como coeficiente de equivalência Estrutural  $KR = 1,2$ . Para a base e sub-base serão adotados coeficientes de equivalência estrutural, K, iguais a 1,0, respectivamente.

Sendo assim, tem-se;

$$RKR + BKB \geq H20$$

$$2,50 \times 1,20 \times B \times 1,00 \geq 20$$

$$B = 20 - 3$$

$$B = 17 \text{ cm}$$

Adotaremos  $B = 15 \text{ cm}$ .

#### Constituição das camadas do pavimento:

- ▶ Sub-Base: Regularização do Subleito existente
- ▶ Base: Solo com 30% de adição de brita, com 15 cm de espessura;
- ▶ Imprimação da camada de base;
- ▶ Revestimento em Tratamento Superficial Duplo para a pista de rolamento.
- ▶ Revestimento em Tratamento Superficial Simples para os acostamentos.

As seções transversais tipos das soluções discriminadas anteriormente serão apresentadas nas peças gráficas.

#### Trecho Santa Tereza - Peixoto

O dimensionamento do pavimento obedeceu aos critérios estabelecidos no método empírico do DNIT e obedecendo aos critérios estabelecidos nos itens 9.2 e 9.3, tem-se a seguinte constituição para o pavimento:

- ▶ **CBR do Sub-leito = 12% (Xmin)**
- ▶ **Número "N" =  $1,4 \times 10^5$**
- ▶ **Hn = 30 cm**
- ▶ **H20 = 20 cm**

#### Memória de cálculo do dimensionamento:

- ▶ **Espessura da camada de base:**

Como número N é igual a  $1,4 \times 10^5$  adotar, segundo Tabela de dimensionamento do Manual de Pavimentação do DNIT de 2006, como revestimento asfáltico para a pista e acostamentos o Tratamento Superficial Duplo. Sendo assim, utilizar como coeficiente de equivalência Estrutural  $KR = 1,2$ . Para a base e sub-base serão adotados coeficientes de equivalência estrutural, K, iguais a 1,0, respectivamente.

Sendo assim, tem-se;

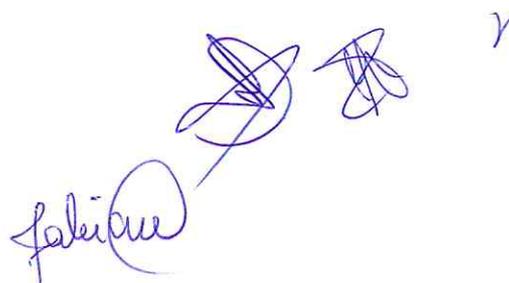
$$RKR + BKB \geq H20$$

$$2,50 \times 1,20 \times B \times 1,00 \geq 20$$

$$B = 20 - 3$$

$$B = 17 \text{ cm}$$

Adotaremos  $B = 15 \text{ cm}$ .





▶ **Espessura da camada de Sub-base:**

$$RKR + BKB + h_{20} \times K_{sb} \geq H_n$$

$$2,50 \times 1,20 + 15,00 \times 1,00 + h_{20} \times 1 > 30$$

$$h_{20} = 30 - 3 - 15$$

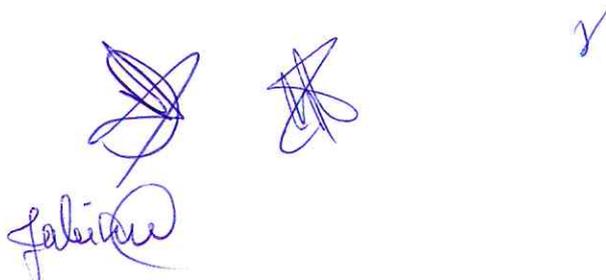
$$h_{20} = 12 \text{ cm}$$

Adotaremos  $SB = 15 \text{ cm}$ .

**Constituição das camadas do pavimento:**

- ▶ Sub-Base: Regularização do Subleito e Solo estabilizado granulometricamente, com 15 cm de espessura;
- ▶ Sub-Base: Solo com 30% de adição de brita, com 15 cm de espessura;
- ▶ Imprimação da camada de base;
- ▶ Revestimento em Tratamento Superficial Duplo para a pista de rolamento.
- ▶ Revestimento em Tratamento Superficial Simples para os acostamentos.

As seções transversais tipos das soluções discriminadas anteriormente serão apresentadas nas peças gráficas.



## Projeto de Drenagem

O Projeto de Drenagem foi elaborado com o objetivo de as vias de um sistema de drenagem eficiente, capaz de suportar as precipitações pluviométricas que caem na região.

As obras de drenagem têm por objetivos:

- Interceptar e captar as águas que chegam e se precipitam nos acessos principais e nas vias de serviços e conduzi-las para local de deságue seguro, resguardando-se a estabilidade dos maciços terrosos;
- Conduzir o fluxo d'água de um lado para outro dos acessos e das vias de serviços, quando interceptado o talvegue, bem como captar as águas que escoam pelos dispositivos de drenagem superficial;
- Os elementos básicos utilizados para a elaboração do projeto originaram-se dos estudos hidrológicos, topográficos e geotécnicos, além de observações em campo.

Para alcançar o objetivo proposto, foram adotados os procedimentos metodológicos definidos pelas Normas do DNIT, que constitui referência básica, tanto no que toca ao cálculo hidráulico como na definição das obras tipo.

### Sarjetas e Meio-fio

A capacidade teórica de vazão das sarjetas e meio-fio determinada pela fórmula de Manning modificado por IZZARD, ou seja:

$$Q = 0,375 * \left( \frac{Z}{n} \right) * i^{1/2} * y^{8/3}$$

Onde:

Q = vazão em m<sup>3</sup>/s;

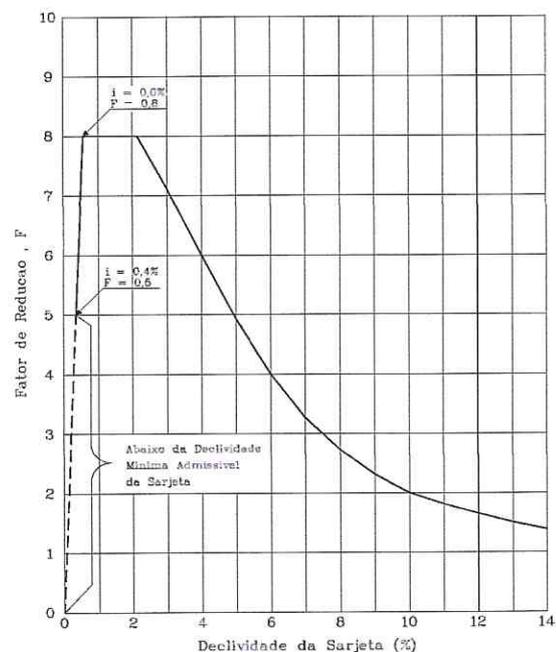
Z = inverso da declividade transversal;

i = declividade longitudinal;

y = profundidade da lâmina d'água;

n = coeficiente de rugosidade.

A descarga teórica obtida da expressão anterior foi corrigida pelo fator F, obtido em função da declividade longitudinal, do gráfico ao lado.



O cálculo da velocidade nas sarjetas é feito a partir da fórmula de Izzard, associada a equação da continuidade, onde temos:

$$V_0 = 0,958 * \frac{1}{Z^{1/4}} * \left( \frac{i^{1/2}}{n} \right)^{3/4} * Q^{1/4}$$

*(Handwritten signatures and marks)*



Onde:

$n$  = coeficiente de Manning;

$i$  = declividade da sarjeta.

$Z$  = Inverso da declividade transversal

$Q$  = Vazão na sarjeta.

O tempo de percurso na sarjeta pode ser determinado através da equação:

$$t_p = \frac{d}{60 \cdot v_0}$$

Onde:

$t_p$  = tempo de percurso na sarjeta, em min;

$d$  = comprimento da sarjeta, em m.

$v_0$  = velocidade de escoamento em m/s

Para as seções das vias do projeto em questão, foi calculada a vazão afluyente, a vazão admissível no final do segmento e a distância de captação para determinar as intervenções cabíveis, considerando um tirante d'água junto a guia de 6cm, para as declividades de 0,5% a 12,0%.

### **Bueiros**

Os bueiros foram dimensionados como canal considerando a Energia Específica do fluxo crítico igual a profundidade do canal (diâmetro ou altura).

As vazões máximas admissíveis foram calculadas para o fluxo crítico.

Tem-se:

$$E_c = H$$

$$E_c = (3 / 2) h_c$$

$$V_c = \sqrt{g \cdot h_c}$$

$$I_c = (n_2 V_2 / R_c)^{4/3}$$

$$Q_c = (1 / n) \times A_c \times R_c^{2/3} \times I_c^{1/2}$$

Onde:

- $E_c$  = energia específica do fluxo crítico;
- $H$  = profundidade do canal;
- $V_c$  = velocidade crítica;
- $I_c$  = declividade crítica;
- $Q_c$  = vazão crítica (máxima);
- $h_c$  = profundidade crítica;
- $R_c$  = raio hidráulico crítico;

O cálculo, além de ser feito funcionando como canal, considerou-se também o bueiro funcionando como orifício. Nesta situação deve-se ter:

$$H_w > 1,2 D \text{ ou } H_w > 1,2 H$$

Onde:

- $H_w$  = nível d'água a montante;
- $D$  = diâmetro (bueiros tubulares);





- H = altura (bueiros capeados).

A vazão é dada pela expressão abaixo:

$$Q = CxA\sqrt{2gh}$$

Onde:

- Q = vazão do bueiro (m<sup>3</sup>/s);
- A = área do bueiro (m<sup>2</sup>);
- g = aceleração da gravidade igual a 9,81 m/s<sup>2</sup>;
- h = carga hidráulica tomada a partir do eixo de seção do bueiro, (m);
- C = coeficiente de vazão igual a 0,60 (adimensional).

### Trecho BR-304 - Santa Tereza

A via possui alguns pontos baixos para onde as águas da via serão drenadas por meio fios e retiradas da via por descidas d'água em concreto.

Não foram encontradas pela topografia a ocorrência de leitos ou riachos.

### Trecho Santa Tereza - Peixoto

A via possui alguns pontos baixos para onde as águas da via serão drenadas por meio fios e retiradas da via por descidas d'água em concreto.

Foi encontrada pela topografia a ocorrência de um bueiro por onde escoam as águas provenientes do sangradouro da lagoa de Santa Tereza. Neste trecho o bueiro existente não suporta a vazão calculada, portanto foi feito o dimensionamento e o projeto do novo bueiro.

### Trecho Santa Tereza - Teobaldo

A via possui alguns pontos baixos para onde as águas da via serão drenadas por meio fios e retiradas da via por descidas d'água em concreto.

Não foram encontradas pela topografia a ocorrência de leitos ou riachos.

  
**Leonardo Silveira Lima**  
ENGENHEIRO CIVIL  
RNP: 060158106-7


## Projeto de Sinalização

---

O Projeto de Sinalização e Obras Complementares foi desenvolvido de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Sinalização e Dispositivos de Segurança (IS-18), de Defensas (IS-19) e de Cercas (IS-20) do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

O Projeto foi elaborado para uma velocidade de diretriz de 60km/h, um TMD menor que 2000 veículos e vida útil de 2 anos.

O Projeto de Sinalização Vertical indicou a implantação das seguintes placas:

- ▶ Placas Regulamentares
- ▶ Placas de Advertência
- ▶ Placas Indicativas
- ▶ Placas Educativas

As placas serão afixadas em suportes de madeira e confeccionadas em chapas de aço zincado especial.

O Projeto de sinalização horizontal indicou a execução dos seguintes elementos:

- ▶ Faixa Amarela Contínua
- ▶ Faixa Amarela Intercalada
- ▶ Faixa Branca de Bordo
- ▶ Símbolos no Pavimento

A sinalização horizontal será executada com pintura de faixas e marcas no pavimento, empregando-se a cor branca para canalização e a cor amarela para proibição, podendo ser intercaladas ou contínuas, executadas em comprimento múltiplos de 4,00 metros e largura de 12 cm.

As faixas de bordo serão contínuas em toda a extensão do trecho.

Em função do Tráfego Médio Diário ser menor que 2000 veículos/dia, a tinta a ser utilizada deverá ser de materiais retro-refletivos a base de resina acrílica emulsionada em água, conforme norma NBR-13.699.

  
**Leonardo Silveira Lima**  
Engenheiro Civil  
RNP 060158106-7