

# **PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ**

**SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS - SEMOB**



## **PROJETO DE ENGENHARIA RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DA PONTE SOBRE O RIBEIRÃO DO CRUZEIRO**

**OBRA: Recuperação estrutural da ponte sobre o Ribeirão do Cruzeiro**

**LOCAL: Guaraná – Aracruz - ES**

**EXTENSÃO: 0,178 Km**

**VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO**

**ABRIL-2015**

# **PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ**

**SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS - SEMOB**



## **PROJETO DE ENGENHARIA RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DA PONTE SOBRE O RIBEIRÃO DO CRUZEIRO**

**OBRA: Recuperação estrutural da ponte sobre o Ribeirão do Cruzeiro**

**LOCAL: Guaraná – Aracruz - ES**

**EXTENSÃO: 0,178 Km**

### **VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO**

**Elaboração:**



**Serviços e Projetos de Engenharia LTDA**

**ABRIL-2015**

## *1.0- ÍNDICE*

## 1.0 - ÍNDICE

1.0– ÍNDICE .....	1
2.0 – APRESENTAÇÃO .....	3
3.0 – CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO .....	5
4.0 – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO .....	7
5.0 – ESTUDOS .....	9
5.1 – Estudos Topográficos .....	10
5.2 – Estudos Geotécnicos .....	14
Boletim de Sondagem do Subleito .....	17
Croqui de Localização dos Materiais .....	22
5.3 – Estudos Hidrológicos .....	24
6.0 – PROJETOS .....	35
6.1 – Projeto Geométrico .....	36
6.2 – Projeto de Terraplenagem .....	38
6.3 – Projeto de Pavimentação .....	41
Quadro Demonstrativo dos Quantitativos de Pavimentação .....	44
Quadro de Densidades .....	47
Quadro das Distâncias de Transporte .....	49
6.4 – Projeto de Drenagem .....	51
6.5 – Projeto de Obras de Arte Especiais .....	56
6.6 – Projeto de Sinalização e Obras Complementares .....	60

## *2.0 – APRESENTAÇÃO*

## **2.0 – APRESENTAÇÃO**

A **SERPENG – Serviços e Projetos de Engenharia Ltda EPP**, em atendimento às disposições do Contrato nº. 232/2013, firmado com a Prefeitura Municipal de Aracruz - PMA, conforme processo nº. 5057/2013 apresenta neste Volume os elementos utilizados na elaboração do Projeto de Engenharia para Obras de Recuperação estrutural da ponte sobre o Ribeirão do Cruzeiro, localizado no Distrito de Guaraná, numa extensão total de 178,00 metros, considerando a ponte e ruas adjacentes.

O Projeto Executivo está apresentado em 03 Volumes, a saber:

- Volume 1 – Relatório do Projeto;
- Volume 2 – Projeto de Execução;
- Volume 3 – Orçamento e Plano de Execução da Obra.

Neste Volume 1 – Relatório do Projeto está apresentado todas as informações referentes aos critérios e definições utilizadas na elaboração dos Estudos e dos Projetos bem como as informações de apresentação dos demais elementos de detalhamento do Projeto.

Os estudos e projetos apresentados neste volume são:

- Estudos Topográficos;
- Estudos Geotécnicos;
- Estudos Hidrológicos;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Obra de Arte Especial;
- Projeto de Sinalização e Obras Complementares.

Os projetos foram desenvolvidos em conformidade com as Normas e Instruções preconizadas pelos Órgãos Rodoviários no que diz respeito à Geometria, Terraplenagem, Drenagem e Pavimentação e demais normas e instruções que balizam este tipo de trabalho de Engenharia, tais como as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e Orientação Técnica do Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas – IBRAOP.

### *3.0 – CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO*

### *3.0 – CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO*

A Ponte sobre o Córrego Ribeirão do Cruzeiro está situada no Distrito de Guaraná, Município de Aracruz, e compreende numa extensão de 11,25 metros. O atual estado da mesma é precário e intrafegável devido aos danos causados na sua estrutura pelas fortes chuvas ocorridas no período de novembro e dezembro de 2014.

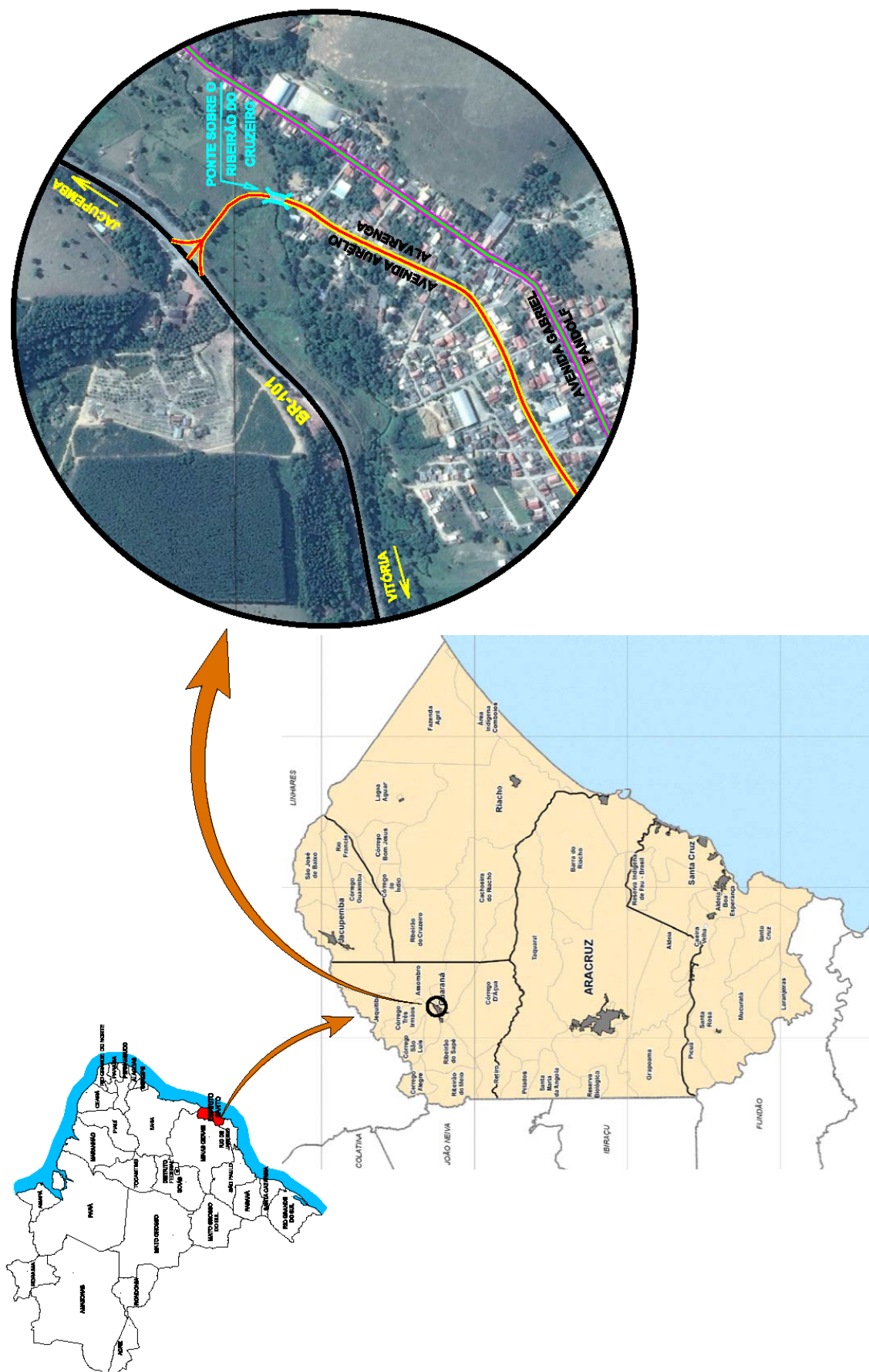
As obras de recuperação da ponte serão realizadas em duas etapas: a primeira de execução imediata para retorno do tráfego com segurança e a segunda um aumento do comprimento da ponte, para adequação do seu dimensionamento de acordo com os estudos de vazões do Córrego Ribeirão do Cruzeiro. Nesta etapa inicial também está previsto correções no greide e reperfilamentos da Avenida Aurélio Alvarenga, incluindo obras de pavimentação, drenagem, terraplanagem, urbanização, sinalização, etc. Verificou-se a necessidade de elevação do greide da ponte em aproximadamente 1,00m para aumento da seção de escoamento do Córrego, atendendo a vazão de projeto para um período de retorno de 25 anos. Para elevação do greide da ponte, serão recuperados os encontros e a concordância vertical com a via será executado com o encabeçamento em aterro. A extensão aproximada das intervenções na Avenida é de 167,00 metros.

Para as obras de urbanização serão construídos passeios de concreto com larguras de 1,50m e piso tátil numa faixa de 0,20m. A pavimentação indicada no projeto é a já existente de blocos de concreto. Os detalhes das geometrias horizontal, vertical e transversal de cada projeto serão melhores abordados nos capítulos referentes ao Projeto Geométrico. O projeto de Obras de Arte Especiais contempla os estudos da recuperação da ponte.

O projeto foi desenvolvido de acordo com as orientações da fiscalização da Secretaria de Obras e baseado nos estudos efetuados em campo tais como: estudos topográficos, estudos geotécnicos, estudos hidrológicos, etc. descritos adiante.



#### *4.0 – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO*



## *5.0 – ESTUDOS*

## *5.1 – Estudos Topográficos*

## *5.1 – Estudos Topográficos*

Os Estudos Topográficos foram executados com o objetivo de se obter os elementos planialtimétrico e cadastral da Ponte sobre o Córrego Ribeirão do Cruzeiro, para o fornecimento de todos os parâmetros necessários a definição métrica e detalhamento dos demais projetos a serem desenvolvidos, bem como, suas quantificações.

O equipamento utilizado nos serviços topográficos foi um teodolito eletro-eletrônico (tipo estação total) e que dotado de memória interna, permite uma integração com micro computadores e a utilização de softwares específicos para elaboração de desenhos e projetos rodoviários.

Basicamente os serviços foram executados da seguinte forma;

- Numa primeira etapa, foi implantada uma poligonal de apoio, materializada com Marcos de Concreto com pinos metálicos estrategicamente implantados na região da via os quais foram referenciados em coordenadas ao sistema georreferenciado da Prefeitura Municipal de Aracruz (PMA) e nivelados geometricamente. Essa Poligonal além de apoiar geometricamente todos os levantamentos topográficos servirão de base para implantação e execução das obras do projeto.

Com os dados e pontos topográficos obtidos e a utilização de software específicos, foi possível a obtenção do modelo digital de toda a superfície topográfica do eixo das vias e do terreno atingido pelo projeto e assim, os desenhos e desenvolvimento dos projetos Geométricos, de Terraplanagem, Drenagem e demais parâmetros necessários.

Com o objetivo de orientar e ajustar o projeto geométrico horizontal, vertical e transversal das vias foram cadastradas todas as soleiras residenciais existentes ao longo das ruas do loteamento bem como elementos de importância significativa restritiva ao projeto.




### **- Apresentação**

O desenho resultante dos estudos topográficos está apresentado nas Plantas dos Projetos Geométricos, no seu item específico, na escala de 1: 750, que uma vez digital pode ser impressa em quaisquer escalas desejadas.

A seguir é apresentada a monografia contendo os elementos analíticos dos Marcos da Poligonal utilizados:

 <b>MONOGRAFIA DE MARCOS</b>		
Nome da Estação: V 19=RN 19		Obra / Ano: 840/07
DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO – UTM	COORDENADAS
Município: Aracruz Localidade: Guarani Linha: 01 Folha: SE-24-Y-D-IV-1-SE-D-II-3 Foto/Faixa: 049/08 Data: 03/2008	Meridiano Central = 39° W Origem N (Equador) = 10000000 m Origem E (MC 39° W) = 500000 m K0 = 0.9996 DATUM H SIRGAS 2000 DATUM V Imbituba/SC	LAT. = 19° 40' 21.23475" S LONG. = 40° 15' 27.83366" W N = 7824264.755 m E = 368156.560 m H (ORTO.)* = 29.4068 m
Descrição: Marco de concreto, medindo 10 cm x 20 cm x 60 cm, encimado por Chapa de alumínio, com as seguintes inscrições: V 19=RN 19; "PM ARACRUZ", Protegido Por Lei – Engefoto – Curitiba; Data 02/08.		
CROQUIS	ITINERÁRIO	
	<p>Parte-se de frente a Igreja Matriz e segue-se pela Avenida Gabriel Pandolf em direção a Jacupemba. Com 0,20km segue-se a esquerda pela Rua Odilon Carlos. Com 0,30km segue-se a direita pela Rua Aurélio Alvarenga. Com 0,60km trevo da BR101, segue-se a Direita. Com 0,62km chega-se ao local da Estação V 19=RN 19, localizada a esquerda próxima do ponto de ônibus no canteiro.</p> <p>* Altitude obtida por nivelamento geométrico</p>	
	FOTO	
		
MARCOS INTERVISÍVEIS		
VT 02=V 20=RN 20		



 <b>MONOGRAFIA DE MARCOS</b>		
Nome da Estação: V 20=RN 20		Obra / Ano: 840/07
DADOS GERAIS	SISTEMA DE PROJEÇÃO – UTM	COORDENADAS
Município: Aracruz Localidade: Guaraná Linha: 01 Folha: SE-24-Y-D-IV-1-SE-D-II-5 Foto/Faixa: 033/07 Data: 03/2008	Meridiano Central = 39° W Origem N (Equador) = 10000000 m Origem E (MC 39° W) = 500000 m K0 = 0.9996 DATUM H SIRGAS 2000 DATUM V Imbituba/SC	LAT. = 19° 41' 01.38508" S LONG. = 40° 15' 47.26437" W N = 7823026.198 m E = 367599.862 m H (ORTO.)* = 80.4258 m
Descrição: Marco de concreto, medindo 10 cm x 20 cm x 60 cm, encimado por Chapa de alumínio, com as seguintes inscrições: V 20=RN 20; "PM ARACRUZ", Protegido Por Lei – Engefoto – Curitiba; Data 02/08.		
CROQUIS	ITINERÁRIO	
	<p>A Estação VT 02=V 20=RN 20 está localizada a direita da Rua Quinze, 14m além da Rua Nove, no Bairro Recanto Feliz.</p> <p>* Altitude obtida por nivelamento geométrico</p>	
	FOTO	
		
MARCOS INTERVISÍVEIS		
V 19=RN 19		

## *5.2 – Estudos Geotécnicos*



## **5.2 – Estudos Geotécnicos**

Os Estudos Geotécnicos consistiram na pesquisa, verificação da qualidade e características físico-mecânicas dos solos e materiais pétreos que estarão envolvidos nas obras de recuperação da Ponte sobre o Córrego Ribeirão do Cruzeiro, bem como a localização das fontes de fornecimento dos materiais a serem indicados nos projetos e utilizados nas obras de pavimentação, terraplanagem e drenagem.

A qualidade e características dos materiais envolvidos no projeto foram obtidas através de prospecção e inspeção por sondagem SPT, enquanto que, a localização indica a distância de transporte de cada material para a escolha mais racional daquele a ser empregado.

### **5.2.1 – Estudos do Subleito**

Foram realizados 4 furos de sondagem do tipo SPT nas regiões próximas aos encontros da ponte para verificação das espessuras e características das camadas que compõe o subleito local. A predominância do tipo de solo ficou observada como uma argila arenosa, conforme será apresentado a seguir nos relatórios de sondagem.

### **5.2.2 – Ocorrência de Materiais**

Com objetivo de selecionarem-se materiais a serem empregados nas obras de recuperação e nas obras de uma maneira geral foram pesquisadas e estudadas ocorrências de materiais disponíveis na região tanto de fontes comerciais como “in natura” e estão descritas a seguir:

Foi constatada a ausência de materiais granulares disponíveis “in natura” na região e sendo notórias as dificuldades ambientais para exploração dessas eventuais jazidas, quando ocorrem, as fontes encontradas e indicadas para as obras são de origem comercial e encontram-se devidamente licenciadas ambientalmente.

Foi encontrada uma jazida próxima a quadra poliesportiva com acesso pela Avenida Gabriel Pandolf, que foi indicada para utilização com material de terraplanagem e base da pavimentação.

As fontes de materiais indicadas e computadas nos preços são as seguintes:

#### **– Pedreira**

O material pétreo foi indicado para a pavimentação e para as obras de drenagem em concreto de cimento, tais como: bueiros, sarjetas, valetas, meio-fio, calçadas, etc..

As pedreiras indicadas são de exploração comercial denominada SANTUR e está localizada às margens da rodovia ES-257 (rodovia que liga a cidade de Aracruz à BR 101) e a outra é denominada TRÊS IRMÃOS e está localizada às margens da rodovia BR-259 em João Neiva.

O material é de constituição granito-gnaiss de boa qualidade e têm sido utilizados em diversas obras rodoviárias da região.

#### **– Areal**

A fonte comercial de fornecimento de areia para as obras está localizada próximo a localidade de Vila do Riacho distante aproximadamente 40,00 km das obras de recuperação da ponte sobre o Córrego Ribeirão do Cruzeiro.

**5.2.3 - Apresentação**

A seguir são apresentados os resultados dos Estudos Geotécnicos de cada projeto, assim:

- Boletins de Sondagens do Subleito;
- Croquis de Localização dos materiais.

*Boletim de Sondagem do Subleito*

CLIENTE: SERPENGÊ

OBRA: PONTE PARA TRAVESSIA DO RIBEIRÃO DO CRUZEIRO

LOCAL: GUARANÁ, ARACRUZ - ES

FURO Nun. : SP 01

N. A INICIAL: 2,80

N. A FINAL: -

DATA: 17/12/2014

AMOSTRADOR PADRÃO

MARTELO

REVESTIMENTO

PROFUNDIDADE(M)

Diam. Interno: 34,9 mm  
Diam. Externo: 50,8 mmPeso: 65 kg  
Queda: 75 cmDiâmetro: 2 1/2"  
Profundidade: 4,00 m

23,45

## PENETRAÇÃO

Nº DE GOLPES/15 cm

1 Peso p/ 45

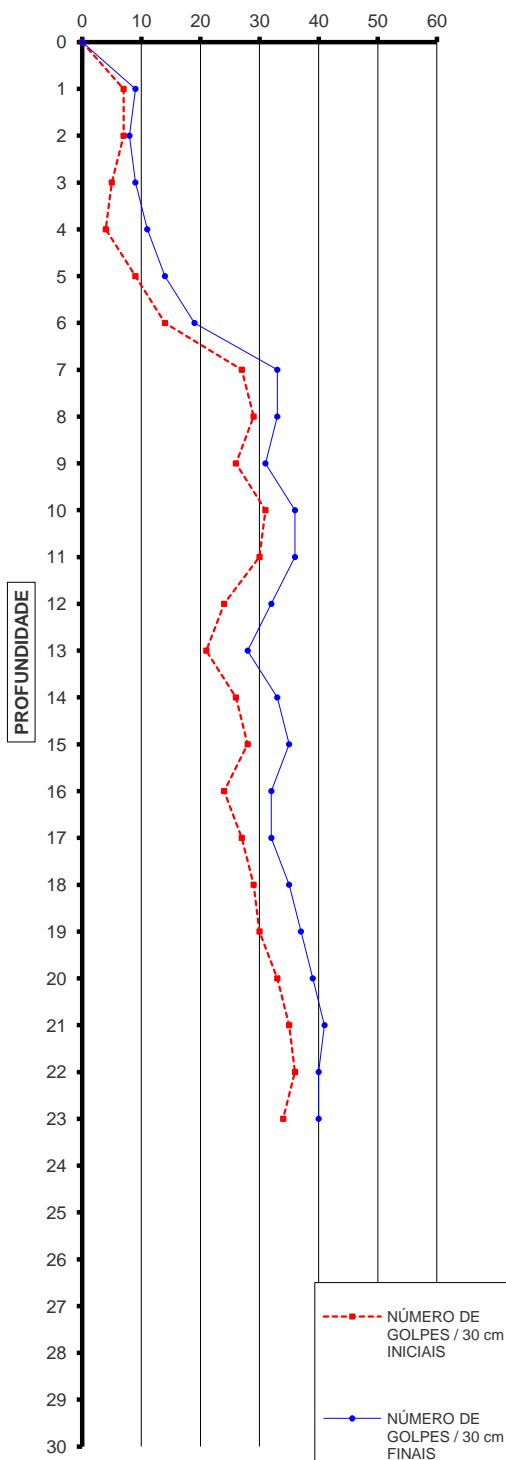
Peso p/ 45

3	4	5
3	4	4
2	3	6
2	2	9
4	5	9
6	8	11
12	15	18
13	16	17
11	15	16
14	17	19
13	17	19
10	14	18
9	12	16
11	15	18
12	16	19
10	14	18
12	15	17
13	16	19
13	17	20
15	18	21
16	19	22
17	19	21
16	18	22

Limite de Sondagem:  
23,45 m

## GRÁFICO DA PENETRAÇÃO

NÚMERO DE GOLPES



AMOSTRA

PROFUND

DA

CAMADA

(m)

CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL

0,00

Bloquete

0,10

Argila com areia média cor amarela com material de aterro

0,60

Argila com areia média cor amarela

1,70

Argila cor cinza

3,50

Argila com areia fina cor cinza

6,80

Argila com areia média cor cinza

14,70

Argila com areia fina cor variegada com veios de arenito

COORDENADAS (UTM) :

368240  
7824090

SONDADOR:

AMERCINDO LOPES DA SILVA

OBSERVAÇÕES:

ENG<sup>o</sup>

RESPONSÁVEL

LUIZ CLAUDIO KELLER - ENG. CIVIL

CLIENTE: SERPENGE

OBRA: PONTE PARA TRAVESSIA DO RIBEIRÃO DO CRUZEIRO

LOCAL: GUARANÁ, ARACRUZ - ES

FURO Nun. : SP 02

N. A INICIAL: 2,85

N. A FINAL: -

DATA: 18/12/2014

**AMOSTRADOR PADRÃO**Diam. Interno: 34,9 mm  
Diam. Externo: 50,8 mm**MARTELO**Peso: 65 kg  
Queda: 75 cm**REVESTIMENTO**Diâmetro: 2 1/2"  
Profundidade: 3,00 m**PROFUNDIDADE(M)**

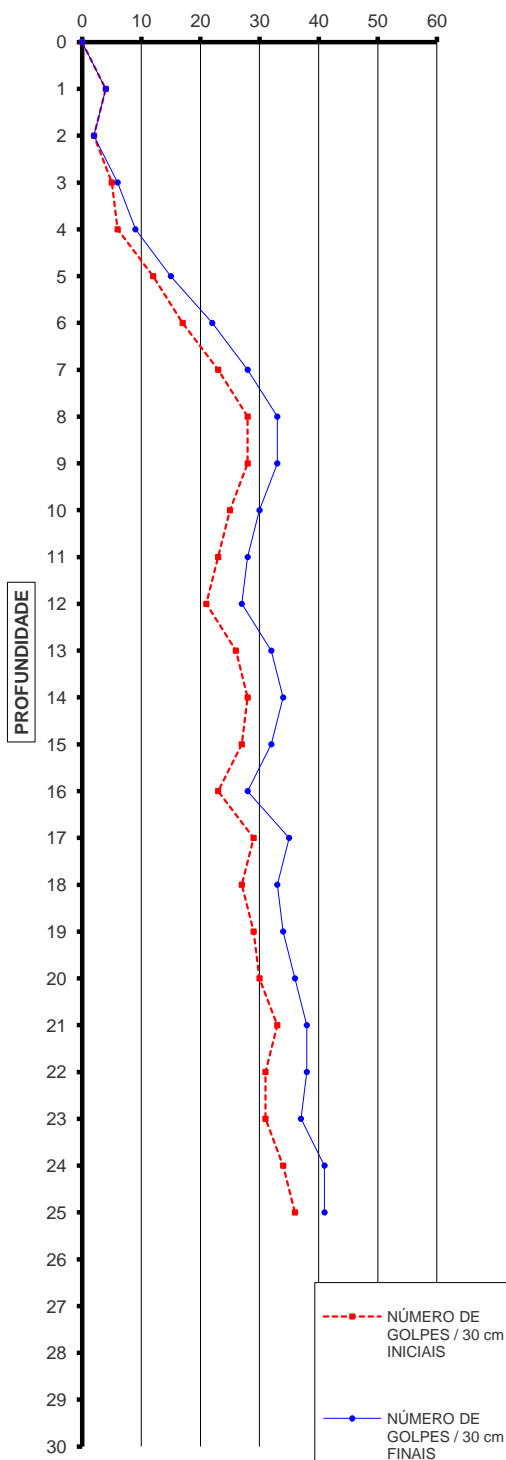
25,45

**PENETRAÇÃO****Nº DE GOLPES/15 cm**

1 Peso p/ 45

Peso p/ 45

2	2	2
1	1	1
2	3	3
2	4	5
5	7	8
7	10	12
10	13	15
12	16	17
13	15	18
11	14	16
10	13	15
9	12	15
11	15	17
12	16	18
12	15	17
10	13	15
13	16	19
12	15	18
13	16	18
13	17	19
15	18	20
14	17	21
13	18	19
15	19	22
17	19	22

Limite de Sondagem:  
25,45 m**GRÁFICO DA PENETRAÇÃO****NÚMERO DE GOLPES****AMOSTRA****PROFUND DA CAMADA (m)****CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL**

0,00	Bloquete
0,10	Argila com areia média cor escura com material de aterro
3,50	Argila com areia média cor cinza
5,60	Argila com areia fina cor cinza
7,50	Argila com areia média cor cinza
16,70	Argila com areia fina cor variegada com veios de arenito

**COORDENADAS (UTM) :****368240  
7824078**

SONDADOR:

AMERCINDO LOPES DA SILVA

OBSERVAÇÕES:

ENG<sup>o</sup>

RESPONSÁVEL

LUIZ CLAUDIO KELLER - ENG. CIVIL

CLIENTE: SERPENGÊ

OBRA: PONTE PARA TRAVESSIA DO RIBEIRÃO DO CRUZEIRO

LOCAL: GUARANÁ, ARACRUZ - ES

FURO Nun. : SP 03

N. A INICIAL: 2,80

N. A FINAL: -

DATA: 19/12/2014

AMOSTRADOR PADRÃO

Diam. Interno: 34,9 mm  
Diam. Externo: 50,8 mm

MARTELO

Peso: 65 kg  
Queda: 75 cm

REVESTIMENTO

Diâmetro: 2 1/2"  
Profundidade: 3,00 m

PROFUNDIDADE(M)

22,45

## PENETRAÇÃO

Nº DE GOLPES/15 cm

1 Peso p/ 45

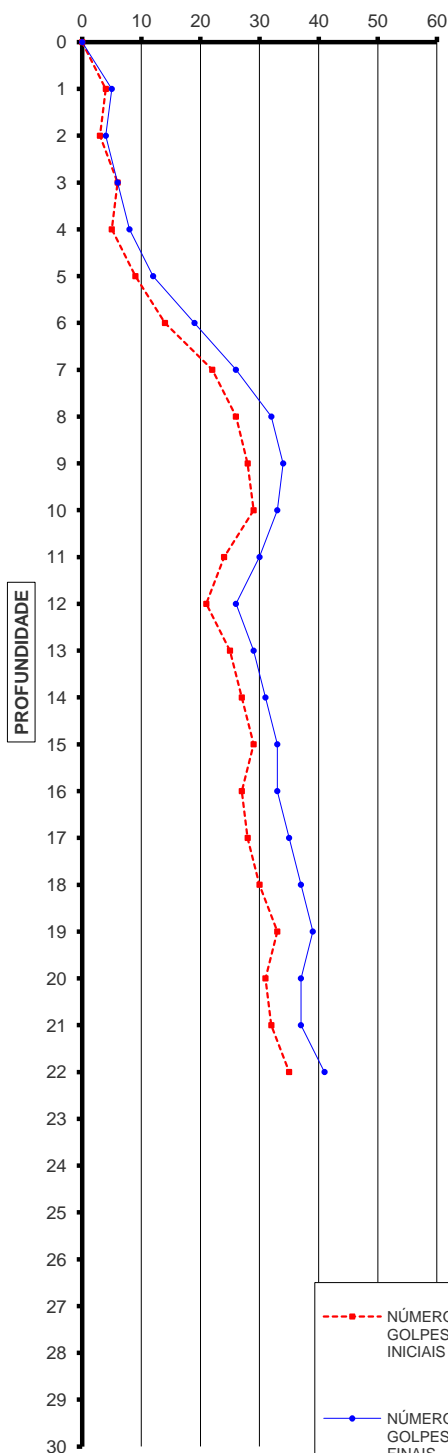
Peso p/ 45

2	2	3
1	2	2
3	3	3
2	3	5
4	5	7
6	8	11
10	12	14
11	15	17
12	16	18
13	16	17
10	14	16
9	12	14
11	14	15
12	15	16
13	16	17
12	15	18
12	16	19
13	17	20
15	18	21
14	17	20
14	18	19
16	19	22

Limite de Sondagem:  
22,45 m

## GRÁFICO DA PENETRAÇÃO

NÚMERO DE GOLPES



AMOSTRA

PROFUND.  
DA  
CAMADA  
(m)CLASSIFICAÇÃO  
DO MATERIAL

0,00

Bloquete

0,10

Argila com areia média cor  
escura com material de  
aterro

3,70

Argila com areia média cor  
cinza

5,60

Argila com areia fina cor  
cinza

7,60

Argila com areia média cor  
cinza

15,80

Argila com areia fina cor  
variegada com veios de  
arenito

COORDENADAS (UTM) :

368237  
7824072

SONDADOR:

AMERCINDO LOPES DA SILVA

OBSERVAÇÕES:

ENG<sup>o</sup>

RESPONSÁVEL

LUIZ CLAUDIO KELLER - ENG. CIVIL

CLIENTE: SERPENGÊ

OBRA: PONTE PARA TRAVESSIA DO RIBEIRÃO DO CRUZEIRO

LOCAL: GUARANÁ, ARACRUZ - ES

FURO Nun. : SP 04

N. A INICIAL: 2,90

N. A FINAL: -

DATA: 22/12/2014

AMOSTRADOR PADRÃO

Diam. Interno: 34,9 mm  
Diam. Externo: 50,8 mm

MARTELO

Peso: 65 kg  
Queda: 75 cm

REVESTIMENTO

Diâmetro: 2 1/2"  
Profundidade: 4,00 m

PROFUNDIDADE(M)

24,45

## PENETRAÇÃO

Nº DE GOLPES/15 cm

1 Peso p/ 45

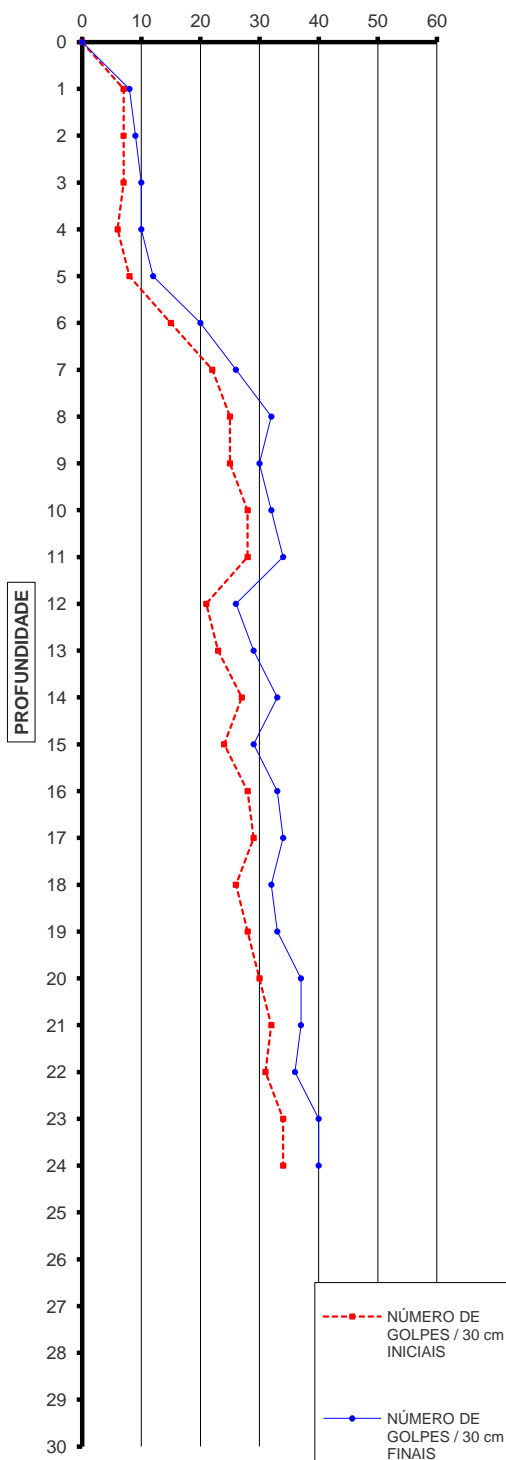
Peso p/ 45

3	4	4
3	4	5
3	4	6
3	3	7
4	4	8
7	8	12
10	12	14
10	15	17
11	14	16
13	15	17
12	16	18
9	12	14
10	13	16
12	15	18
10	14	15
12	16	17
13	16	18
11	15	17
13	15	18
13	17	20
14	18	19
14	17	19
15	19	21
16	18	22

Limite de Sondagem:  
24,45 m

## GRÁFICO DA PENETRAÇÃO

NÚMERO DE GOLPES



AMOSTRA

PROFUND.

DA

CAMADA

(m)

CLASSIFICAÇÃO

DO MATERIAL

0,00	Bloquete
0,10	Argila com areia média cor amarela com material de aterro
0,80	Argila com areia média cor amarela
1,90	Argila cor cinza
3,50	Argila com areia fina cor cinza
6,60	Argila com areia média cor cinza
15,60	Argila com areia fina cor variegada com veios de arenito

COORDENADAS (UTM) :

368246  
7824095

SONDADOR:

AMERCINDO LOPES DA SILVA

OBSERVAÇÕES:

ENG<sup>o</sup>

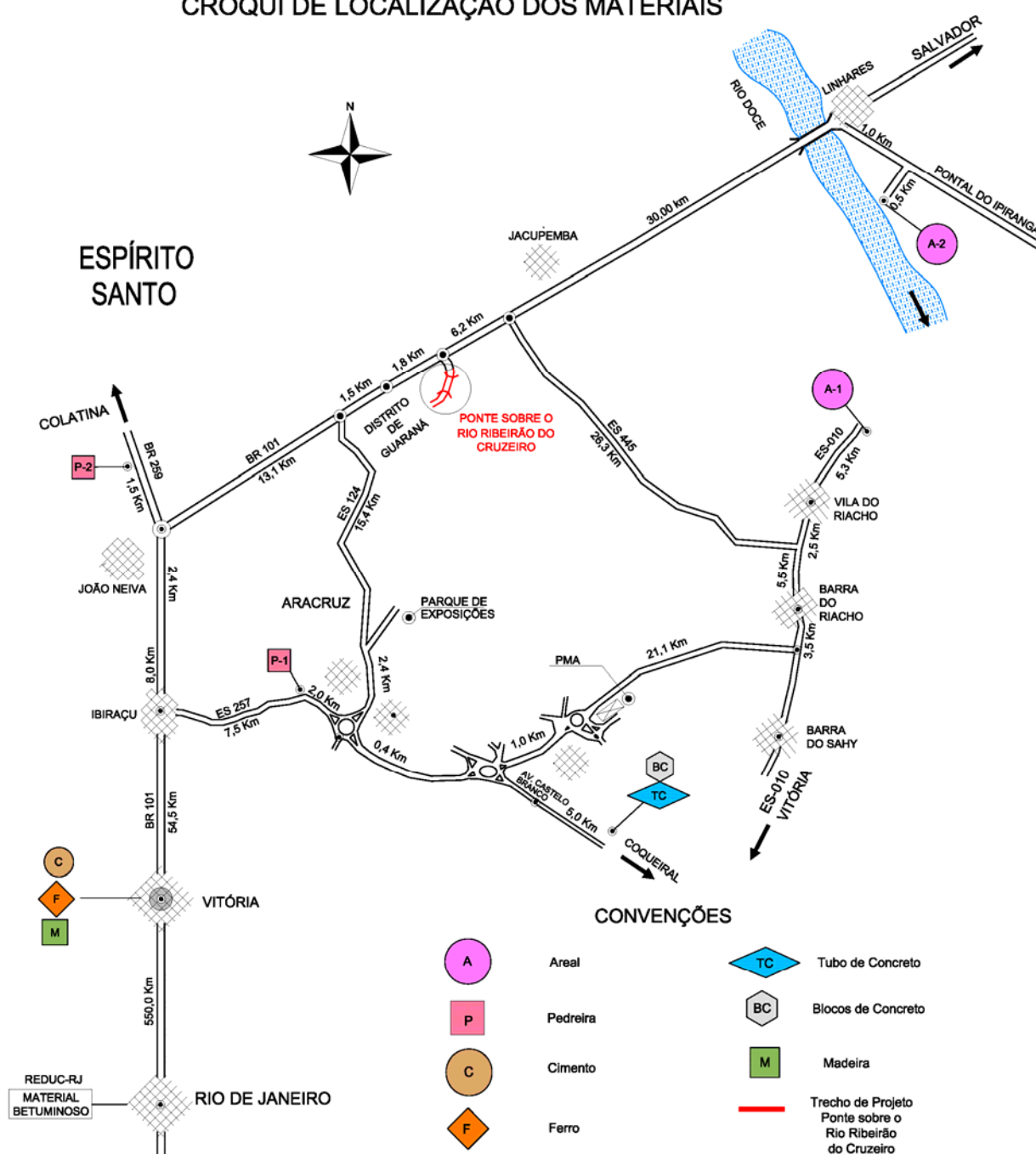
RESPONSÁVEL

LUIZ CLAUDIO KELLER - ENG. CIVIL

*Croqui de Localização dos Materiais*



## CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DOS MATERIAIS



### *5.3 – Estudos Hidrológicos*

### 5.3 – Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos têm como objetivo a obtenção de parâmetros necessários para a determinação das características do regime pluviométrico e da natureza das precipitações intensas da região, a determinação das descargas máximas das bacias afluentes que interceptam a área em estudo, permitindo assim fornecer parâmetros para o dimensionamento seguro das obras do sistema de drenagem a ser implantado. Os parâmetros, critérios e metodologias de cálculos utilizadas são apresentados a seguir.

#### 5.3.1 Dados Utilizados

Em apoio aos Estudos Hidrológicos foram também utilizados os dados fornecidos pela consulta a cartas topográficas (esc. 1:100.000 - FIBGE), bibliografia existente e também as informações obtidas diretamente de levantamentos topográficos.

Carta topográfica utilizada neste estudo:

a) Aracruz

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SÃO GABRIEL DA PALHA	LINHARES	RIO DOCE
COLATINA	ARACRUZ	REGÊNCIA
SF-24-V-A-III	SF-24-V-B-1	

##### 5.3.1.1 Clima

O clima da região em estudo, segundo W. Köppen é do tipo AW, definido como clima de regiões tropicais, com chuvas de elevada intensidade, de curta duração, semelhante ao regime de monções.

Sob o ponto de vista pluviométrico, enquadra-se na faixa de região quente e úmida. Complementando ainda o aspecto climático da região verifica-se, de acordo com as informações contidas nas normas climáticas da área em questão, os seguintes indicadores:

##### 5.3.1.2 Vegetação

A vegetação da região é caracterizada predominantemente por pastagens e algumas áreas com mata atlântica.

### 5.3.1.3 Relevô

O relevo integra-se ao domínio morto-pertencente a grande província do complexo cristalino brasileiro, mais precisamente aos planaltos cristalinos rebaixados, com modelados inerentes a este complexo.

### 5.3.1.4 Hidrografia

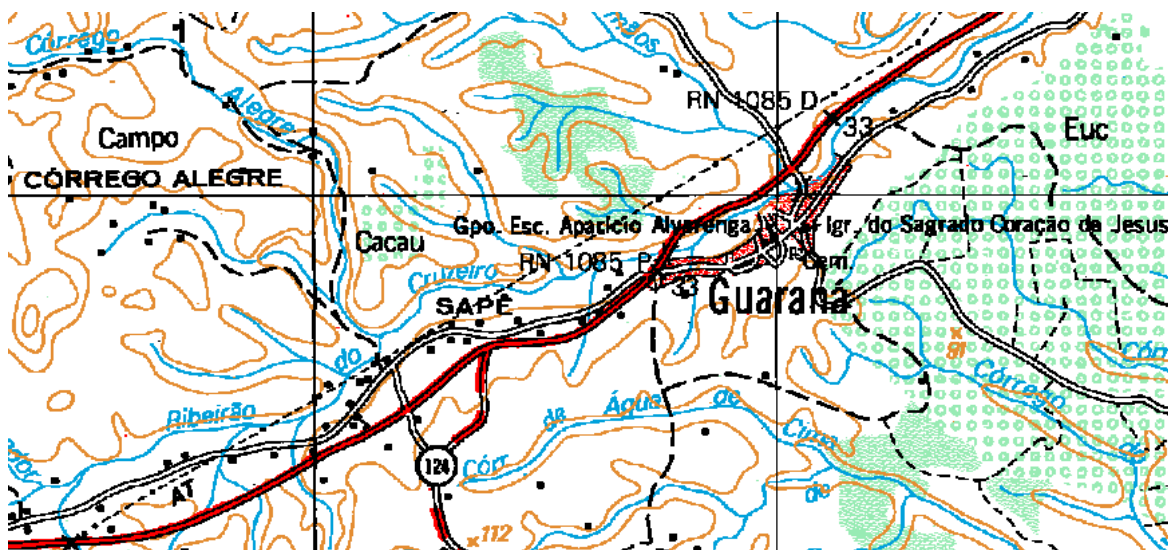
A rede hidrográfica regional é composta por alguns cursos d'água, de caudais pouco expressivos, que forma o Córrego Ribeirão Cruzeiro. Esse Córrego Ribeirão Cruzeiro, desagua no Córrego Riacho, que segue em direção ao mar.

Assumem basicamente uma orientação sudoeste-nordeste, e em sua grande maioria procedem nas baixadas da região litorânea. O curso principal desse sistema hidrográfico em estudo, Córrego Ribeirão Cruzeiro, é um afluente de 3ª ordem, formado por algumas grotas de fluxo contínuo, e outras de filetes d'água nos meses chuvosos.

#### Características Físicas da Bacia do Córrego Ribeirão Cruzeiro

- Área de contribuição = 84,91 km<sup>2</sup>
- Perímetro = 53.914m
- Comprimento do Talvegue = 19,01 km
- Diferença de altitude = 120 m
- Curso d'água principal: Córrego Ribeirão Cruzeiro
- Fator de Forma – Kf = 0,23
- Coeficiente de Compacidade – Kc = 1,64
- Densidade de Drenagem – Dd = 0,0011 m/m<sup>2</sup>
- Extensão média do escoamento superficial –  $\bar{L}$  = 1,117 km
- Sinuosidade do curso d'água – Sin = 1,17

Imagem da bacia do Córrego Ribeirão Cruzeiro.



### 5.3.1.5 Pluviometria

A determinação do comportamento do regime pluviométrico na região atravessada do entorno da área deu-se através do estudo dos postos pluviométricos instalados e operantes, dos quais foram obtidas séries históricas que permitiram o conhecimento do micro-clima regional e a natureza das precipitações.

Para a caracterização pluviométrica da região, após análise dos postos existentes, utilizou-se o Posto de Guaraná, localizado no município de Aracruz. Obtendo-se os parâmetros regionais da equação do tipo IDF – intensidade, duração e frequência. A seguir a equação:

$$i_m = \frac{K T^a}{(t + b)^c}$$

Onde:

$i_m$  = intensidade máxima média de precipitação, mm/h;

$T$  = período de retorno, anos;

$t$  = duração da precipitação, min; e

$K, a, b, c$  = parâmetros relativos à localidade.

Os valores encontrados para os parâmetros são:

$K = 1298,686$

$a = 0,200$

$b = 20,980$

$c = 0,786$

### 5.3.2 Estudo das Chuvas Intensas

O estudo das chuvas intensas incidentes na região do projeto foi baseado na análise das máximas precipitações mensais da estação pluviométrica selecionada.

A seleção desta estação deve-se a ampla série histórica disponível e de razoável confiabilidade, como também pelo fato de ser próxima a área de estudo.

#### 5.3.2.1 Metodologia Utilizada no Cálculo dos Valores de Frequência-Intensidade-Duração

##### a) Método De Vem Te Chow

Os valores de frequência-intensidade-duração foram obtidos a partir da análise dos dados de precipitação diária contidos na amostragem do posto selecionado. As informações existentes foram pesquisadas com o objetivo de proporcionar a maior abrangência temporal possível.

Assim os dados foram coletados e manipulados de modo, numa primeira fase obter a soma das precipitações mensais e a precipitação máxima observada no mês. Os valores desta forma extraídos foram listados em impresso apropriado. Cada impressão corresponde a 1 ano de precipitações pluviométricas diárias registradas no posto.

Assim, estando os valores de alturas de chuva e frequência compilados, aplicou-se a metodologia exposta pelo Engº José J. Torga Torrico na sua publicação “Práticas Hidrológicas”.

O seu trabalho parte da observação que para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil e prolongando-se as respectivas retas de altura de precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto. Esta tendência significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência é constante e independente das alturas de precipitações. A estas áreas homólogas, o autor denomina de Isozonas, relacionando as alturas de precipitação máxima com duração de 1 a 24 horas, para tempos de recorrência de 5 a 10.000 anos, e com duração de 6 minutos a 24 horas para tempos de recorrência de 5 a 50 anos.

### 5.3.3 - Cálculo das Descargas de Projeto

O estudo das vazões afluentes da bacia hidrográfica da área em estudo, permite aferir a grandeza das descargas máximas possibilitando então estabelecer a suficiência das obras ora existentes ou o dimensionamento de novas obras de drenagem, porventura necessárias ao escoamento de tais descargas.

### 5.3.4 - Tempo de Concentração

Foi adotado para a determinação do tempo de concentração da bacia hidrográfica ocorrente na área, a fórmula de Dooge, cuja expressão é a seguinte:

$$T_c = 0,365 A^{0,41} S^{-0,17}$$

$t_c$  = tempo de concentração, em horas;

$A$  = área de bacia, em quilômetros;

$S$  = declividade do talvegue principal, em m/m;

0,365 = coeficiente unificador de unidades;

### 5.3.5 - Classificação das Bacias por Área de Contribuição

As bacias hidrográficas são classificadas, segundo as suas áreas de contribuição, o que permite o cálculo de suas descargas de forma mais adequada.

Tal classificação deu-se da seguinte forma:

- a) **Sub-bacias:** Nesta categoria incluem-se as bacias com áreas até 1,0 km<sup>2</sup>.
- b) **Bacias pequenas:** São bacias com áreas compreendidas entre 1,0 e 4,0 km<sup>2</sup>;
- c) **Bacias médias:** São bacias com áreas compreendidas entre 4,0 e 10,0 km<sup>2</sup>;
- d) **Bacias grandes:** Neste caso incluem-se as bacias com áreas superiores a 10,0 km<sup>2</sup>.

### 5.3.6 - Metodologia para o Cálculo das Descargas de Pico da Bacia Hidrográfica

Para grandes bacias o cálculo da descarga pluviométrica foi elaborado com base na metodologia utilizada para bacias acima de 10,0 km<sup>2</sup>, onde os valores são obtidos pela fórmula do Método do Hidrograma Triangular Unitário, descrito a seguir:

Hidrograma Unitário é o hidrograma resultante de um escoamento superficial unitário (1mm, 1cm, 1polegada) gerado por uma chuva uniformemente distribuída sobre a bacia hidrográfica, com intensidade constante e de certa duração.

Para uma dada duração de chuva, o hidrograma constitui uma característica própria da bacia; ele reflete as condições de deflúvio para o desenvolvimento da onda de cheia.

Princípios Básicos (considerando chuva de distribuição uniforme e de intensidade constante sobre toda a bacia):

- 1º Princípio: Constância do Tempo de Base - Para chuvas de iguais durações, as durações dos escoamentos superficiais correspondentes são iguais.
- 2º Princípio: Proporcionalidade das Descargas - Duas chuvas de mesma duração, mas com volumes escoados diferentes resultam em hidrógrafas cujas ordenadas são proporcionais aos correspondentes volumes escoados.
- 3º Princípio: Aditividade - Precipitações anteriores não influenciam a distribuição no tempo do escoamento superficial de uma dada chuva.

Em casos freqüentes, quando não se dispõe de registros suficientes para a determinação de hidrogramas unitários relativos às seções de interesses em projeto, utilizam-se hidrogramas unitários sintéticos. Tais hidrogramas são obtidos a partir de características físicas das bacias.

Os três HUS mais conhecidos são: de Snyder, de Commons e de SoilConservation Service. Cada um deles foi determinado após estudos de vários hidrogramas para bacias de dada região, onde se procurou correlacioná-los com parâmetros definidos.

Note-se que um HUS, tendo em vista seu caráter empírico, tem aplicação regional; sua adoção em regiões distintas deve ser feita com cautela e após levantamento de parâmetros empíricos regionais.

Dentre as características físicas da bacia hidrográfica que intervém na forma e dimensão do hidrograma de dada precipitação destacam-se: a área, declividade, dimensão do canal, densidade de drenagem e o formato. Com base na correlação destas características com a configuração das ondas de cheias observadas, podem-se embasar as tentativas de estabelecimento de processos de síntese.

No efetivo desenvolvimento deste estudo adotou-se o Método do SoilConservation Service (SCS) - Hidrograma Unitário Triangular.

O SoilConservation Service propôs a elaboração de um hidrograma unitário sintético a partir de um adimensional, requerendo tão somente a determinação da vazão de pico e do tempo em que ela ocorre.

O processo consiste, então, dos seguintes passos:

### Cálculo do tempo de pico ( $T_p$ )

$$T_p = 0,5 \cdot T_r + 0,6 \cdot T_c$$

Onde,

$T_p$  = tempo de pico (h);

$T_r$  = tempo de duração da chuva (h);

$T_c$  = tempo de concentração (h).

Recomenda-se a adoção de  $T_r$  compreendido entre 1/4 e 1/5 de  $T_c$

**Cálculo do tempo de base (Tb)**

$$T_b = 2,67 \cdot T_p$$

**Cálculo da vazão de pico (Qp)**

$$Q_p = \frac{2 \cdot P \cdot A}{T_b} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Onde:

P = precipitação efetiva (= 1mm)

A = área da bacia (km<sup>2</sup>)

**Conversão de o diagrama unitário triangular em um hidrograma unitário curvilíneo definitivo:**

Calculado o hidrograma unitário para uma chuva de 1mm e duração de  $t_c/5$ , deve-se convertê-lo para um hidrograma correspondente a chuva de duração  $t_c$  e alturas referentes a vários períodos de retorno.

Cálculo da precipitação efetiva através da fórmula do SCS:

$$P_E = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S}$$

Onde:

$P_E$  = Excesso de chuva (mm)

P = Precipitação (mm)

$$S = 254 \cdot \left( \frac{100}{N} - 1 \right)$$

N = Número de deflúvio que define o complexo hidrológico solo vegetação.

Cumprir observar, no entanto, a validade da equação acima somente a partir da precipitação P tal que o numerador seja positivo.

O número de deflúvio pode ser encontrado utilizando as relações explicitadas na tabela apresentada a seguir.



Utilização da terra	Condições de superfície	Tipos de solos de área			
		A	B	C	D
Terrenos cultivados	Com suícos retíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	73	79	82
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou campos cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras	Normais	59	74	82	86
Estradas de terra	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76
Superfícies impermeáveis	Áreas urbanizadas	100	100	100	100

## Observações:

- O solo tipo A é o de mais baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis com pouco silte e argila.
- O solo tipo B tem uma capacidade de infiltração acima da média após o completo umedecimento. Inclui solos arenosos.
- O solo tipo C tem uma capacidade de infiltração abaixo da média após a pré-saturação. Contém percentagem considerável de argila e colóide.
- O solo tipo D é o de mais alto potencial de deflúvio. Terrenos quase impermeáveis.

O estudo das vazões afluentes das bacias hidrográficas interceptadas pelas vias em estudo permitiu aferir a grandeza das descargas máximas, possibilitando então, estabelecer a suficiência das obras existentes ou o dimensionamento de obras novas de drenagem.

### **5.3.7 – Tempo de Recorrência**

Os tempos de recorrência adotados para o estudo das descargas da bacia foram estabelecidos conforme descrito abaixo e as Orientações para Estudos Hidrológicos:

TR = 10 anos, para o estudo da drenagem profunda;

TR = 10 anos, para a drenagem superficial;

TR = 15 anos, para os bueiros tubulares operando como canal aberto de seção livre;

TR = 25 anos, para os bueiros celulares operando como canal aberto de seção livre e os bueiros tubulares funcionando como orifícios, sob pressão de carga hidráulica;

TR = 50 anos, para os bueiros celulares funcionando como orifícios, sob pressão de carga hidráulica.

TR = 50 e 100 anos, para Obras de Arte Especial.

Os estudos foram realizados para um TR = 25 anos, considerando as características da obra existente e as limitações locais.

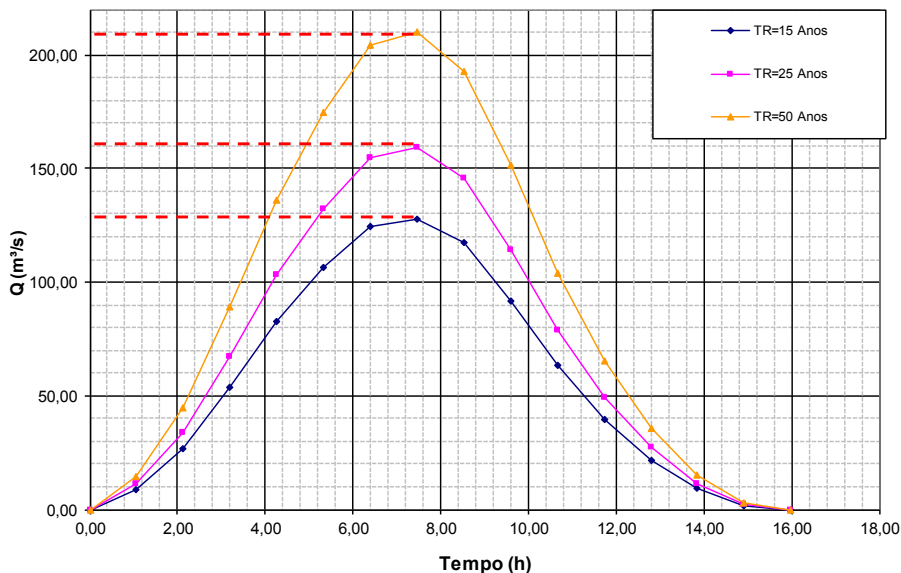
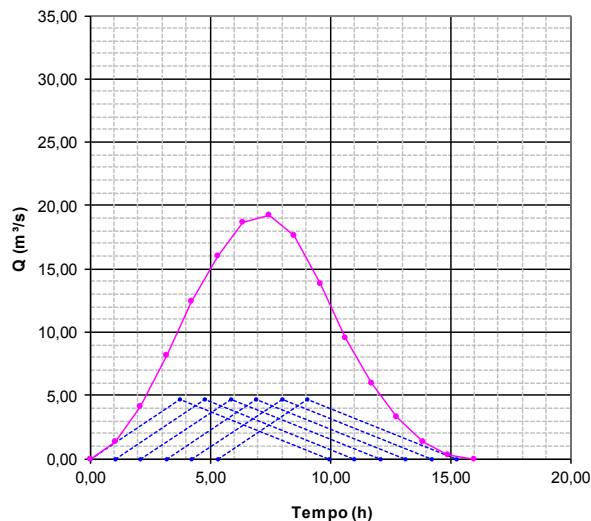
### **5.3.8 - Apresentação**

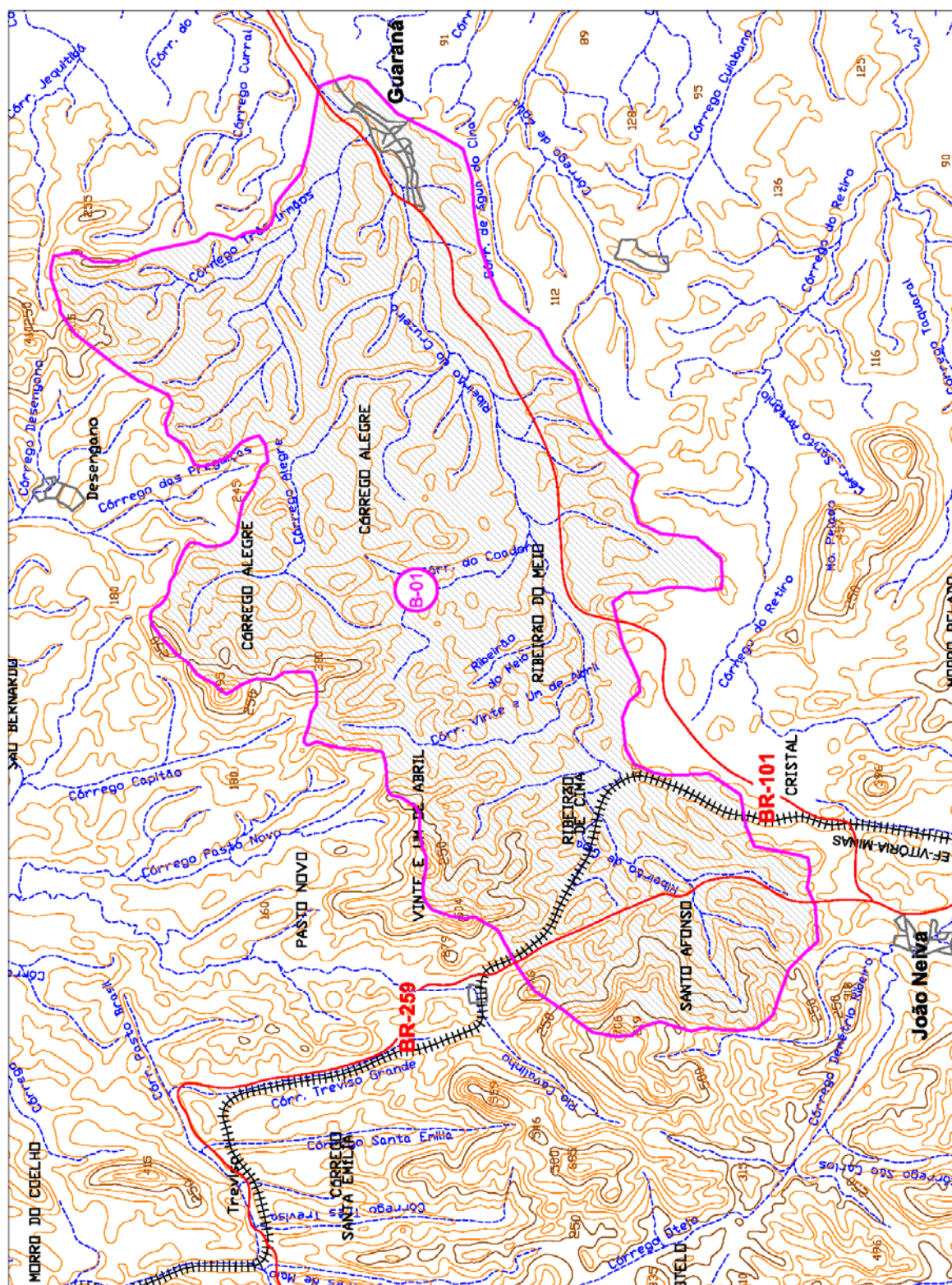
A seguir são apresentados os seguintes elementos:

Quadro de Descarga da Bacia;

Mapas de Bacias do Projeto.

				Local: Distrito de Guarana					CÁLCULO VAZÕES - HTS						
									B01						
Bacia	Características da bacia												Vazão		
	L [km]	H [m]	TC [Horas]	Altura Pluviométrica			C	N	Altura Pluviométrica Efetiva			A [km²]			
				H <sub>15anos</sub> [mm]	H <sub>25anos</sub> [mm]	H <sub>50anos</sub> [mm]			Pe <sub>15anos</sub> [mm]	Pe <sub>25anos</sub> [mm]	Pe <sub>50anos</sub> [mm]				
1	19,01	120,00	5,33	124,00	136,00	152,00	0,30	62,00	33,25	41,36	54,68	84,91	127,85	159,03	210,24
Cálculo dos elementos gráficos - Hidrograma Unitário Triangular - Adotando Tr=Tc/5															
Tc(h)		Tr(h)		Tp(h)		Tb(h)		Qp(m³/s)							
5,33		1,07		3,73		9,96		4,74							
Cálculo do hidrograma para uma chuva efetiva de 5mm e de duração igual ao tempo de concentração da bacia															
T(h)	Q1(m³/s)	Q2(m³/s)	Q3(m³/s)	Q4(m³/s)	Q5(m³/s)	Q6(m³/s)	QT(m³/s)								
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
1,07	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35								
2,13	2,71	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	4,06								
3,20	4,06	2,71	1,35	0,00	0,00	0,00	8,12								
4,26	4,33	4,06	2,71	1,35	0,00	0,00	12,45								
5,33	3,52	4,33	4,06	2,71	1,35	0,00	15,97								
6,40	2,71	3,52	4,33	4,06	2,71	1,35	18,68								
7,46	1,90	2,71	3,52	4,33	4,06	2,71	19,22								
8,53	1,09	1,90	2,71	3,52	4,33	4,06	17,61								
9,59	0,28	1,09	1,90	2,71	3,52	4,33	13,83								
10,66	0,00	0,28	1,09	1,90	2,71	3,52	9,50								
11,73	0,00	0,00	0,28	1,09	1,90	2,71	5,98								
12,79	0,00	0,00	0,00	0,28	1,09	1,90	3,27								
13,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	1,09	1,37								
14,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,28								
15,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
Cálculo do hidrograma para chuvas de período de retorno de 15, 25 e 50 anos															
T(h)	Q15(m³/s)	Q25(m³/s)	Q50(m³/s)												
0,00	0,00	0,00	0,00												
1,07	9,00	11,19	14,80												
2,13	26,99	33,57	44,39												
3,20	53,98	67,15	88,78												
4,26	82,78	102,97	136,13												
5,33	106,19	132,09	174,63												
6,40	124,21	154,50	204,26												
7,46	127,85	159,03	210,24												
8,53	117,10	145,66	192,57												
9,59	91,96	114,40	151,24												
10,66	63,17	78,58	103,88												
11,73	39,76	49,46	65,39												
12,79	21,74	27,04	35,75												
13,86	9,10	11,33	14,97												
14,92	1,86	2,31	3,06												
15,99	0,00	0,00	0,00												





QUADRO DE ÁREAS	
BACIA	ÁREA (KM²)
B-01	84,91

## *6.0 – PROJETOS*

## *6.1 – Projeto Geométrico*



## **6.1 – Projeto Geométrico**

O projeto geométrico teve por objetivo a definição geométrica da Avenida Aurélio Alvarenga, juntamente com os elementos para restauração da ponte, detalhando-as horizontal, vertical e transversalmente e constituindo-se de certa forma, na informação básica para o desenvolvimento dos demais projetos.

### **– Características Adotadas**

A Avenida Aurélio Alvarenga teve suas características técnicas geométricas de certa forma mantidas conforme o existente. A largura das vias foi mantida conforme o que está lá, tendo apenas alguns ajustes verticais em função da ponte e da drenagem.

Os caimentos transversais adotados nas vias de todos os projetos foram de 3%, visando um escoamento mais rápido das águas pluviais.

### **– Geometria Horizontal**

De uma maneira geral a geometria horizontal foi mantida dentro do alinhamento já existente adequando-se os espaços disponíveis.

### **– Geometria Vertical**

Na geometria vertical, conforme abordado inicialmente, foi estudado uma elevação no greide dos encontros da ponte em 1,00m, visando um aumento da seção de escoamento do Córrego Ribeirão do Cruzeiro. Na avenida, a geometria foi praticamente mantida a conformação atual e existente, adequando-a de acordo com a necessidade de facilitar a drenagem longitudinal e transversal das vias.

Na definição da geometria vertical o parâmetro observado foram as soleiras das residências existentes visando-se não acarretar grandes desníveis.

### **– Geometria Transversal**

A Avenida Aurélio Alvarenga já tem suas larguras pré-definidas, tendo as pistas de rolamento com 3,30m a 4,80m para cada lado e o restante da largura disponível sendo utilizado com passeios, porém em mau estado ou nem implantado. A geometria transversal projetada partiu deste princípio para a definição das larguras, mantendo praticamente a conformação atual.

O caimento transversal de cada pista foi ajustado para 3,0% para cada lado visando-se um escoamento mais rápido das águas que incidirem sobre a pista.

Os passeios foram previstos em concreto e uma faixa com dispositivos podo-táteis e o caimento adotado de 0,5%.

### **– Apresentação**

O projeto geométrico e seus principais elementos foram desenhados digitalmente com auxílio de software CAD, em formatação de tamanho A-1 e está apresentado nos desenhos no Volume – 2 Projetos de Execução no formato A-3.

Os elementos analíticos obtidos na elaboração do Projeto Geométrico são apresentados nos desenhos e de uma forma completa em planilhas de Notas de Serviço assim:

- Coordenadas e elementos da geometria horizontal por estacas do eixo da via;
- Cotas e elementos das estacas da geometria vertical do eixo da via;

## *6.2 – Projeto de Terraplenagem*



## 6.2 – Projeto de Terraplenagem

O projeto de terraplanagem foi elaborado de acordo com os parâmetros definidos no projeto geométrico, nos estudos efetuados, nas observações e resultados geotécnicos, visando obterem-se principalmente os volumes de terrapleno a movimentar. As movimentações de terra mais importantes referem-se a realização do aterro nos encontros da ponte para elevação do greide e as escavações necessárias para a recuperação da ponte.

### - Serviços Preliminares

Foi feito, através de sondagens, a investigação do material existente no subleito e suas características físico-mecânicas quanto a resistência a escavação e suas qualidades na utilização do substrato de camadas de sistema viário.

Além dessas características dos materiais foram anotados outros serviços necessários a execução da terraplanagem, assim como as limpezas necessárias em todos os segmentos de projeto.

Limpezas e demais itens preliminares, foram considerados nos seus respectivos itens e serviços.

Os principais elementos envolvidos no projeto de terraplanagem, são:

- Seções transversais tipo

A seção transversal de cada estaca foi definida de acordo com os elementos métricos do projeto geométrico tais como cotas do greide, caimento transversal, largura da pista, etc...

As inclinações adotadas para os taludes são aquelas usuais para solo, quais sejam:

- Corte = 1,5(vertical): 1,0(horizontal)
- Aterro = 1,0(vertical): 1,5 (horizontal)

- Cálculo do volume

Com a definição da seção de projeto de cada estaca, procedeu-se o cálculo dos volumes de terrapleno e sua respectiva distribuição.

- Notas de serviço

Das seções transversais de projeto obtiveram-se, também, as Notas de Serviço de Terraplanagem de cada estaca do eixo projetado, as quais permitem a marcação no campo, dos limites das operações de terraplanagem.

O total dos serviços e volumes de terrapleno a movimentar da avenida são resumidos assim:

- Limpeza e desmatamento da área	= 565,27 m <sup>2</sup>
- Corte em material de 1ª categoria	= 423,45 m <sup>3</sup>
- Aquisição de Solo de Jazida	= 529,32 m <sup>3</sup>

O total dos serviços e volumes de terrapleno a movimentar para reparo da ponte são resumidos assim:

- Escavação de material de 1ª cat.	= 434,86 m <sup>3</sup>
- Escavação de material de 1ª cat. c/ esgot.	= 20,00 m <sup>3</sup>
- Compactação de Aterros em Rocha	= 174,98 m <sup>3</sup>
- Reaterro de Cavas	= 10,45 m <sup>3</sup>

Para efeito de orçamento a distância média entre as escavações e os aterros a serem compensados foi de 1,50 km.

Para compensação entre os volumes geométricos de corte e aterro foi utilizado um coeficiente de contração de 25% tendo em vista a diferença de densidades e perdas nas operações de escavação.

O projeto de terraplanagem é apresentado assim:

No Volume 2 – Projeto de Execução:

- Um desenho da seção transversal com descrição dos elementos da Nota de Serviço;
- Quadro de distribuição e resumo da terraplanagem;

Notas de Serviço e Cálculo de Volume:

- As Notas de serviço de Terraplanagem; e
- As Planilhas de Cálculo de Volumes.

### *6.3 – Projeto de Pavimentação*

## 6.3 – Projeto de Pavimentação

### 6.3.1 Introdução e Considerações

O projeto de pavimentação teve por finalidade a definição da solução a se adotar nas obras da Avenida Aurélio Alvarenga, de forma a resistir no período definido como de projeto, as cargas exercidas pela ação dos eixos dos veículos que trafegarão na via. Atualmente, as vias em projeto encontram-se pavimentadas em blocos de concreto, conforme a sondagem apresentada no capítulo dos estudos geotécnicos.

O projeto de pavimentação baseou-se nas observações e avaliações procedidas “in loco” e nos parâmetros obtidos nos estudos direcionados para avaliação estrutural e funcional das camadas.

Na análise final procurou-se racionalizar e viabilizar técnico-economicamente a estrutura do pavimento adotada de forma construtiva e indicada as melhores soluções a serem adotadas para cada via.

### 6.3.2 Dimensionamento de Pavimento

Com as observações procedidas “in loco”, foi constatado a possibilidade do reaproveitamento parcial dos blocos já instalados, considerando uma perda média de 40%, devido as condições atuais dos mesmos. Este reaproveitamento não é possível nos segmentos que foram definidos para alteração no greide, já que os mesmos serão segmentos de aterro e necessitarão de nova pavimentação.

O dimensionamento utilizado para a pavimentação nova foi o já utilizado em diversos projetos para PMA através da fórmula de Raymond Peltier onde a espessura total da estrutura é obtida em função da carga atuante por roda e pela reação do subleito, representado pelo valor do CBR que é um índice de resistência dos solos ao puncionamento. Pelo modelo de Boussinesq o puncionamento a várias profundidades é proporcional às tensões a esta profundidade.

Na fórmula de Peltier:

$$H_t = \frac{100 + 150 \times P^{1/2}}{CBR + 5} \quad \text{onde:}$$

$H_t$  é a espessura total do pavimento;

$P$  é a carga por roda adotada e;

CBR é o Índice Suporte Califórnia do material subjacente.

Devido a pequena extensão do segmento que terá uma nova pavimentação (3+0,00 a 4+12,50 e 5+3,75 a 5+10,00) o Índice Suporte Califórnia adotado foi de 6,0%, valor este que se aproxima da realidade do subleito local pelo distrito de Guaraná em geral.

Desta forma, o dimensionamento adotado foi o padrão para estes valores de CBR e a carga de roda de 4,0t, totalizando uma espessura de 36,36 cm.

Os coeficientes estruturais utilizados foram:

- Coeficiente estrutural de camadas granulares,  $K_{sb} = 1,0$ ;
- Coeficiente estrutural de Revestimento de blocos de concreto,  $K_{cb} = 2,0$ ;

### 6.3.3 Estrutura Adotada do Pavimento

Com os parâmetros considerados e já expostos a estrutura adotada para o pavimento dos segmentos de nova pavimentação foi:

- A **espessura teórica** total obtida seria de 36,36 cm e utilizando-se os coeficientes estruturais das camadas, obtém-se uma espessura estrutural de;
  - 20,0 cm para camada de base;
  - 5,0 cm de colchão de areia;
  - 8 cm para o revestimento em blocos,

Totalizando uma espessura estrutural de 41,0cm.

Como a alteração de greide está sendo feito em cima de uma pavimentação já existente, foi considerado uma remoção dos blocos atuais nestes segmentos.

O material indicado para camada de base é uma mistura de solo de jazida com pó de pedra na proporção de 40% em peso. A jazida indicada é aquela abordado nos estudos geotécnicos.

Portanto os materiais previstos para execução das camadas do pavimento são os seguintes:

- Base: Solo de Jazida + 40% em Peso – 20,0 cm;
- Imprimação em CM-30;
- Colchão de areia para assentamento dos blocos – 5,0 cm;
- Revestimento: Blocos de concreto 35 MPa com 8,0 cm de espessura.

Para os demais segmentos em projeto, a pavimentação existente será removida e reassentada considerando uma perda média de 40% dos blocos no ato da remoção, devido as atuais condições dos mesmos. A medida também visa uma correção no assentamento dos mesmos, visando um caimento transversal adequado e homogêneo.

#### **6.3.4 Passeios**

De acordo com o abordado no Projeto Geométrico, foram previstos passeios ao longo de toda as extensões em projeto, visando o tráfego de pedestres que é constante e também proteção ao bordo da pavimentação.

#### **6.3.5 Materiais**

Os materiais a serem utilizados na pavimentação são de fontes comerciais da região e com características satisfatórias e uso corrente em obras viárias da região.

Foram identificadas empresas no Centro Empresarial na região de Aracruz Sede que foram indicadas para fornecimento dos blocos de concreto para pavimentação.

Os demais materiais têm origem na região de Aracruz e são aqueles descritos nos Estudos Geotécnicos cujas localizações das fontes estão detalhadas no croqui de materiais.

#### **6.3.6 Apresentação**

A seguir são apresentados, da seguinte forma:

- Quadros Demonstrativo das Quantidades da Pavimentação;
- Quadro de Densidades;
- Quadro das distâncias de transporte;

Os croquis de materiais estão apresentados no capítulo de Estudos Geotécnicos do presente Volume. No Volume 2 – Projeto de Execução, são apresentados os desenhos com detalhes das Seções-Tipo com as soluções adotadas e detalhamentos gerais e também os Croquis das Fontes de Materiais a serem utilizados na pavimentação.



*Quadro Demonstrativo dos Quantitativos de Pavimentação*

DEMONSTRATIVO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO - PONTE SOBRE O RIO RIBEIRÃO DO CRUZEIRO									
Discriminação	Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão (m)	Largura (m)	Espessura (m)	Área (m²)	Volume (m³)	Unidade	Quantidade
PAVIMENTAÇÃO - PONTE SOBRE O RIO RIBEIRÃO DO CRUZEIRO									
EST.: 0 + 0,00 3 + 0,00									
Remoção e Reassentamento dos Blocos (40% perdas)	0 + 0,00	3 + 0,00	60,00	6,60	0,08	396,00		m²	396,00
ATERROS NOS ENCAIXES DA PONTE									
EST.: 3 + 0,00 4 + 12,50									
Remoção de Pavimentação em Blocos	3 + 0,00	4 + 12,50	32,50	6,60	0,08	214,50		m²	214,50
Base de Solo + 40% Pó de Pedra	3 + 0,00	4 + 12,50	32,50	7,00	0,20	227,50	45,50	m³	45,50
Imprimação em CM-30	3 + 0,00	4 + 12,50	32,50	7,00		227,50		m²	227,50
Pavimentação em Blocos	3 + 0,00	4 + 12,50	32,50	6,60	0,08	214,50		m²	214,50
EST.: 5 + 3,75 5 + 10,00									
Remoção de Pavimentação em Blocos	5 + 3,75	5 + 10,00	6,25	6,60	0,08	41,25		m²	41,25
Base de Solo + 40% Pó de Pedra	5 + 3,75	5 + 10,00	6,25	7,00	0,20	43,75	8,75	m³	8,75
Imprimação em CM-30	5 + 3,75	5 + 10,00	6,25	7,00		43,75		m²	43,75
Pavimentação em Blocos	5 + 3,75	5 + 10,00	6,25	6,60	0,08	41,25		m²	41,25
EST.: 5 + 10,00 7 + 0,00									
ÁREA 250 m²									
Remoção e Reassentamento dos Blocos (40% perdas)	5 + 10,00	7 + 0,00	30,00	VAR	0,08	250,00		m²	250,00
EST.: 7 + 0,00 8 + 8,00									
Remoção e Reassentamento dos Blocos (40% perdas)	7 + 0,00	8 + 8,00	28,00	9,60	0,08	268,80		m²	268,80
LIMPA RODAS									
EST.: 7 + 10,00 LE/ÁREA: 50 m²									
Remoção e Reassentamento dos Blocos (40% perdas)		VAR			0,08	50,00		m²	50,00

DEMONSTRATIVO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO - PONTE SOBRE O RIO RIBEIRÃO DO CRUZEIRO				
RESUMO GERAL DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO				
DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE		
Remoção de Pavimentação em Blocos	m²	255,75		
Remoção e Reassentamento dos Blocos (40% perdas)	m²	964,80		
Base de Solo + 40% Pó de Pedra	m³	54,25		
Imprimação em CM-30	m²	271,25		
Pavimentação em Blocos	m²	255,75		
MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO EM BLOCOS				
DISCRIMINAÇÃO	ÁREA	ESPESSURA (m)	DENSIDADE (t/m³)	MASSA (t)
Blocos de Concreto	641,67	0,08	2,50	128,33
Colchão de Areia	1.220,55	0,05	1,70	103,75
Remoção dos Blocos	255,75	0,08	2,50	51,15
BETUMINOSOS				
DISCRIMINAÇÃO	ÁREA	DENSIDADE E TAXA DE APL.		MASSA (t)
CM-30 para imprimação	271,25	0,92 t/m³ ; 1,20 L/m²		0,30
BASE DE SOLO PARA ATERRO				
DISCRIMINAÇÃO	VOLUME (m³)	DENSIDADE E TRAÇO		MASSA (t)
Base de Solo com adição de 40% pó de pedra	54,25	2,00 t/m³		108,50
Solo de Jazida		60% em Peso		65,10
Pó de Pedra		40% em Peso		43,40
RESUMO DOS TRANSPORTES				
DISCRIMINAÇÃO	DMT (km)		QUANTIDADE	
	XP	XR		
Remoção dos Blocos existentes p/ bota-fora (t)	10,00	0,00	51,15	
Fornecimento dos Blocos (t)	25,00	0,00	128,33	
CM-30 (t)	630,00	0,00	0,30	
AQUISIÇÃO E FORNECIMENTO DE MATERIAIS				
DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE		QUANTIDADE	
Solo de Jazida para Base	m³		42,00	
CM-30	t		0,30	



*Quadro de Densidades*

 		QUADRO DE DENSIDADES	
AVENIDA AURELIO ALVARENGA E PONTE			
LOCAL: GUARANÁ - ARACRUZ-ES			EXTENSÃO: 0,178 Km
DENSIDADE DOS MATERIAIS			
BRITA 1	t/m³	1,50	
BRITA 0	t/m³	1,50	
BRITA GRADUADA	t/m³	1,55	
PÓ DE PEDRA	t/m³	1,55	
AREIA	t/m³	1,50	
BLOCOS DE CONCRETO ESP 8 CM	t/m³	2,50	
CM-30	t/m³	0,92	
BASE SOLO JAZIDA COM 40% PÓ DE PEDRA	t/m³	2,00	
TAXAS DE APLICAÇÃO			
IMPRIMAÇÃO (CM-30)	l/m²	1,20	

*Quadro das Distâncias de Transporte*

**DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE**

MATERIAL	LOCAL	DIST. PAV. (Km)	DIST. NÃO PAV. (Km)
BRITA GRADUADA	P-2	16,10	-
BRITA BICA CORRIDA	P-2	16,10	-
BRITA ZERO /UM	P-2	16,10	-
PEDRA DE MÃO	P-2	16,10	-
AREIA	A-1	40,00	-
AREIA	A-2	39,50	-
FERRO	VITÓRIA	80,00	-
MADEIRA	VITÓRIA	80,00	-
CIMENTO	VITÓRIA	80,00	-
TUBO DE CONCRETO	ARACRUZ	25,00	-
BLOCOS DE CONCRETO	ARACRUZ	25,00	-
SOLO DE JAZIDA	GUARANÁ	1,50	-

**DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE  
MATERIAIS BETUMINOSOS**

MATERIAL	LOCAL	DIST. PAV. (Km)	DIST. NÃO PAV. (Km)
MATERIAL BETUMINOSO CM-30	RJ para Pista	630,00	-

## *6.4 – Projeto de Drenagem*

## *6.4 – Projeto de Drenagem*

### **6.4.1 Introdução**

O projeto de drenagem tem por objetivo dimensionar os dispositivos que irão resguardar todas as estruturas da obra das descargas líquidas que venham a incidir sobre a área.

Basicamente os estudos hidráulicos, projeto de drenagem, constituiram na avaliação da ponte existente do Distrito de Guaraná localizado nas coordenadas: Latitude 19°40'27"S e Longitude 40°15'25"O e no cálculo da capacidade hidráulica da seção da ponte compatibilizando com a vazão de projeto ( $T_r=25$  anos).

O projeto de drenagem está pautado na avaliação “in loco” da ponte, nos estudos topográficos do entorno da ponte, nos estudos geotécnicos e nos estudos hidrológicos da região.

A seguir a sequência para o cálculo da capacidade hidráulica da seção da ponte.

### **6.4.2 Dimensionamento Hidráulico para Obra de Arte Especial**

O estudo hidráulico teve por finalidade a definição do comprimento mínimo e cota mínima da obra de arte especial que se fez necessária para transpor o curso d'água de maior importância que interferem o Projeto.

#### **Fluviometria**

A princípio, visando obter-se elementos que pudessem auxiliar no dimensionamento hidráulico da obra de arte especial, buscaram-se dados fluviométricos que, porventura, pudessem existir para o curso d'água considerado.

Da pesquisa realizada, constatou-se que não há estações registradoras, quer seja de medidas limétricas, quer seja de medição de descargas, o que levou a Consultora à utilização de fórmulas empíricas para determinação das condições mínimas, sob o aspecto hidráulico, para as obras de arte especiais.

#### **Estudos Hidráulicos da Ponte**

A ponte objeto dos Estudos Hidráulicos elaborados diz respeito ao seguinte curso d'água que intercepta o projeto.

##### **➤ Córrego Ribeirão Cruzeiro**

Para definição do comprimento hidráulico mínimo da ponte utilizaram-se os seguintes elementos:

Levantamentos batimétricos

Plantas do projeto geométrico na escala 1:2.000,

Inspeções de campo realizadas por técnicos da equipe de estudos hidrológicos, e

Estudos e projetos já realizados.

### ***Cálculo da Descarga de Projeto***

O valor da descarga para a obra está apresentado no capítulo Estudos Hidrológicos - Quadro de Descargas.

A descarga foi calculada para um tempo de recorrência de 25 anos, tendo em vista as características locais e solicitações da PMA. Além disso, foi verificado a descarga para um tempo de recorrência de 50 anos.

### ***Determinação do nível d'água máximo de Projeto***

De posse da descarga de projeto, verificou-se qual seria o comprimento mínimo, do ponto de vista hidráulico, que a obra necessitaria possuir, sem causar prejuízos a região e a via existente.

Para esta determinação utilizou-se a fórmula de Manning aliada à equação da Continuidade, ou seja:

$$V = (1/n) R^{2/3} i^{1/2}$$

$$q = A V$$

Onde:

q = capacidade hidráulica do canal do curso d'água, em m<sup>3</sup>/s;

V = velocidade do fluxo d'água, m/s;

A = área molhada do canal do curso d'água, em m<sup>2</sup>;

R = raio hidráulico do canal do curso d'água, em m;

i = declividade longitudinal média do canal do curso d'água nas proximidades do local da obra projetada, em m/m, e

n = coeficiente de rugosidade do canal do curso d'água, adimensional.

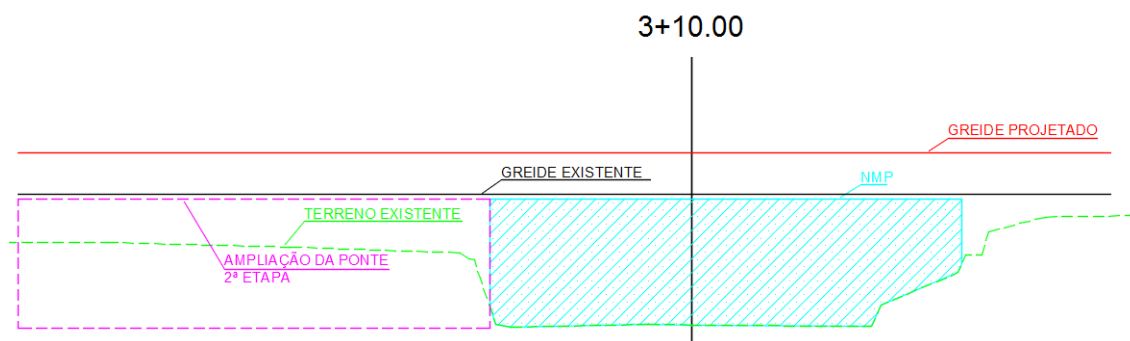
O comprimento hidráulico mínimo da obra será aquele que permita o escoamento do fluxo d'água sem causar grandes alterações no regime de escoamento atual do curso d'água.

Diante do exposto igualou-se a capacidade hidráulica do curso d'água à descarga de projeto (Q), passando então a determinação da área molhada e do raio hidráulico que atendam a esta condição de igualdade, já que o coeficiente de rugosidade e a declividade longitudinal podem ser determinados. Com isto, pode-se escrever que:

$$AR^{2/3} = Q n / i^{1/2}$$

Denomina-se esta condição de AR<sup>2/3</sup> de projeto.

Conhecendo-se as características da seção transversal do curso d'água no local do projeto, efetuaram-se simulações de variação de nível d'água até que fosse atingida a quantidade de valores que permitisse a construção do gráfico - variação do nível d'água x AR<sup>2/3</sup>. Neste gráfico, entrou-se com o valor do AR<sup>2/3</sup> de projeto, obtendo-se a altura da lâmina d'água de projeto, a qual somada a cota de fundo, obtida dos levantamentos batimétricos, possibilitou a obtenção do nível máximo d'água de projeto (NMP).



Na estaca 5+0,00 do eixo da via, na qual intercepta o Córrego Ribeirão Cruzeiro, o estudo mostrou a necessidade de melhorias da OAE existente (evelação da cota) e de projetar uma OAE (Ponte) ampliando a ponte existente, conforme apresentado na planilha dos Cálculos das Descargas, levando em consideração a insuficiência hidráulica da obra existente e também as condições da estrutura da obra observado “in loco”, conforme descrito no capítulo da Obra de Arte Especial. Vale ressaltar que a ampliação é essencial para compatibilização da seção hidráulica da ponte com a vazão de projeto, considerando um TR=50 anos. Para compatibilização da seção hidráulica com a vazão de projeto para um TR=100 anos, precisará de uma nova ampliação (3ª fase de obra), que não foi contemplado nesse estudo.

A seguir planilha com os cálculos hidráulicos da seção da ponte.



LOCAL: DISTRITO DE GUARANA

TRECHO:

PONTE S/ O RIBEIRÃO DO CRUZEIRO

EXTENSÃO:

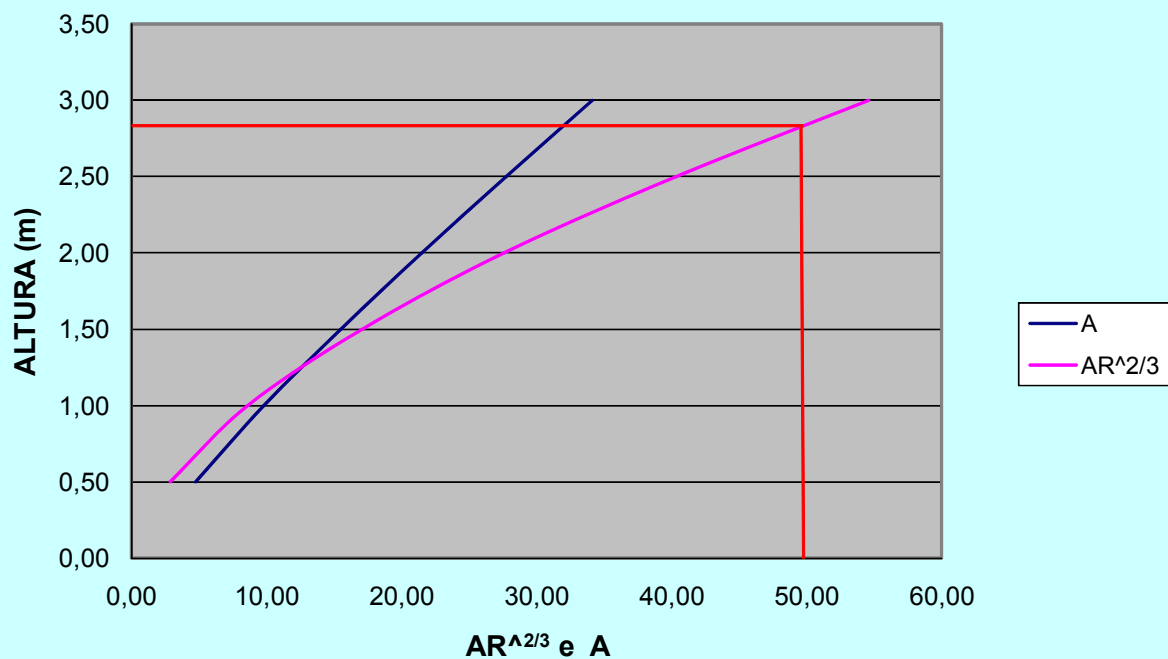
ESTACA INICIAL

**CÁLCULOS HIDRÁULICOS**CÁLCULO DE  $AR^{2/3}$  (SOB A CONDIÇÃO DE PROJETO)

VAZÃO DO PROJETO

Q 25 =  m³/sn =  $Q = (1/n) AR^{2/3} I^{1/2}$ I =  m/m $AR^{2/3} = Qn/I^{1/2} =$  CÁLCULO DE  $AR^{2/3}$  EM FUNÇÃO DE Y

Y (m)	A (m²)	P (m)	R (m)	$R^{2/3}$	$AR^{2/3}$
0,50	4,76	10,20	0,47	0,60	2,86
1,00	9,76	11,90	0,82	0,88	8,55
1,50	15,28	13,29	1,15	1,10	16,77
2,00	20,90	14,29	1,46	1,29	26,93
2,50	26,52	15,29	1,73	1,44	38,28
3,00	32,14	16,29	1,97	1,57	50,56

**GRÁFICO Y x  $AR^{2/3}$  e Y x A**

OBSERVAÇÕES:

### *6.5 – Projeto de Obras de Arte Especiais*

## **6.5 – Projeto de Obras de Arte Especiais**

### **6.5.1 Objetivo**

Este relatório refere-se à avaliação da ponte sobre o Córrego Ribeirão Cruzeiro, propondo sua recuperação.

### **6.5.2 Normas Técnicas**

As principais normas técnicas utilizadas foram:

NBR 6118/03 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;

NBR 8681/03 – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento;

NBR 7187/03 – Projeto de Pontes de Concreto;

NBR 7188/82 – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestres;

NBR 6122/10 – Projeto e Execução de Fundações.

### **6.5.3 Descrição da OAE**

#### *Características da Ponte*

Ponte com super e meso estrutura em concreto armado pré moldado em vigas TT de dimensões 1,10m de largura, em numero de 6 peças, laje de 12cm, vigas esp. 15cm e altura livre de 65cm, indicando ponte classe 30 T, a infra estrutura é composta de apoio, base e alas em concreto ciclópico provavelmente assentadas sobre o solo, em fundação rasa.

#### *Situação da Ponte*

Após vistoria “in loco”, constatou-se que o estado físico da ponte encontra-se em situação crítica, sobre tudo as condições da cabeceira do lado da BR 101 que está totalmente comprometida, com recalques e trincas generalizadas, a ponto de ruir a qualquer momento. As peças pré-moldadas estão sendo sacrificadas em suas bordas com o impacto dos pneus por falta de nivelamento. Além disso o encontro está parcialmente erodido, conforme pode ser constatado no relatório fotográfico ao final deste capítulo.

#### *Parecer Técnico*

Após análise da estrutura e mediante o estado físico da cabeceira do lado da BR 101 pode-se afirmar que a estrutura da ponte entrou em colapso. Durante o período de observação, costatou-se tráfego de veículos sobre a OAE, mesmo interditada para passagem de veículos. Diante disso, a chance da ponte ruir é grande, tendo em vista que esse tráfego sobre a mesma pode agravar a situação da estrutura.

#### *Recuperação*

Ainda é possível salvar a ponte contra a próxima enchente, bastando para isso efetuar de forma emergencial o seu escoramento e a paralisação total do fluxo de carros. Imediatamente os serviços de reparo devem ser realizados, e são eles:

-Execução de novo apoio dos dois lados, dando ênfase ao lado BR 101, com nova cabeceira em concreto armado atirantado e apoiada em estacas raiz atirantadas diâmetro 200mm. A cabeceira

do lado da BR 101 será executada de forma a receber a ampliação da ponte, numa segunda fase de obra. Essa ampliação será necessária para compatibilizar a seção hidráulica da ponte com a vazão de projeto, obtida nos estudos hidrológicos.

- Macaqueamento da estrutura colocando-a no novo greide de projeto (elevação de 1,00m);
- Execução de novo tabuleiro por sobre as vigas para contraventá-las e ao mesmo tempo minimizar o desgaste precoce causado pelo recalque, além de acrescentar a este tabuleiro duas passarelas de pedestres.

#### **6.5.4 Relatório Fotográfico**

A seguir é apresentado fotos das condições atuais da ponte:



Vista da cabeceira totalmente deteriorada – sentido BR-101 x Guaraná



Vista das vigas sacrificadas – sentido BR-101 x Guaraná



Vista da cabeceira deteriorada – sentido BR-101 x Guaraná

## *6.6 – Projeto de Sinalização e Obras Complementares*



## **6.6 – Projeto de Sinalização e Obras Complementares**

O Projeto de Sinalização buscou indicar a disposição adequada dos vários dispositivos empregados para disciplinar, orientar e regulamentar o trânsito e movimento de veículos, pedestres e ciclistas, de forma a orientar estes usuários quanto à maneira correta e segura de circulação nas vias a fim de evitar ou minimizar os acidentes e demoras desnecessárias.

Foram obedecidas às recomendações do Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT (2010), e os Volumes I e II – Sinalização Horizontal do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN.

A sinalização é compreendida da seguinte forma:

- Sinalização Vertical;
- Sinalização de Obras.

### **6.6.1 – Sinalização Vertical**

A Sinalização Vertical, cuja finalidade é transmitir instruções ao usuário sobre obrigações, limitações, proibições ou restrições que regulamentam o uso da via, além de indicar mudanças que possam afetar a segurança, direção de localidades e o posicionamento na de tráfego para conduzir a direção desejada, mediante símbolos ou legendas, colocadas em placa vertical ao lado da via ou suspensa sobre ela.

De acordo com suas funções os sinais verticais são reunidos em três grupos:

- Placas de Regulamentação – são sinais de obediência obrigatória e posicionada imediatamente sobre o evento;
- Placas de Advertência – são utilizadas para alertar os usuários para os potenciais eventos de forma racional e efetuar a operação que a situação exigir;
- Placas Indicativas – são utilizadas com o objetivo de fornecer aos motoristas informações necessárias durante o seu deslocamento, visando posicioná-lo com antecedência para garantir a segurança no fluxo da via.

As dimensões, cores, posicionamentos e demais características são aquelas indicadas nos Manuais mencionados em função, também da velocidade de diretriz e volume de tráfego da via.

### **6.6.2 – Sinalização na Fase de Obras**

Durante a fase de obras recomendam-se a instalação de dispositivos específicos adaptados a cada circunstância executiva, de acordo com os Manuais, envolvendo placas com suporte, sem suporte, delineadores direcionais, cones de plástico, gambiarras luminosas com lâmpadas protegidas, etc.. Recomenda-se a instalação de placas informativas das obras em todos os sentidos de aproximação e quando for o caso execução de sinalização horizontal provisória.

### **6.6.3 – Obras Complementares**

O Projeto de Obras Complementares abrange a indicação de dispositivos de segurança, serviços de urbanização e paisagismo, necessários a harmonização da via com o ambiente.

São consideradas obras complementares, os seguintes serviços:

- Deslocamento de Cercas;
- Remoção das árvores, conforme abordado no projeto de terraplanagem.

Os dispositivos projetados estão em detalhes no capítulo de Obras Complementares do Volume 2.

#### **6.6.4 - Apresentação**

A seguir é apresentado o resumo da Sinalização. As plantas de sinalização e também o quadro com o Resumo dos quantitativos da Sinalização estão no Volume 02 – Projeto de Execução.

- Sinalização Vertical - 6,00 m<sup>2</sup>;
- Sinalização de Obras Urbanas - 80,00 m;
- Sinalização Noturna de Obras - 80,00 m;

A seguir o resumo dos serviços e quantitativos de obras complementares:

- Calçada de Concreto = 475,00 m<sup>2</sup>;
- Piso tátil = 62,50 m<sup>2</sup>;
- Demolição de cerca = 194,00 m;
- Implantação de cerca = 208,00 m.