



## **RELATÓRIO DE ESTUDO TOPOGRÁFICO E HIDROLÓGICO**

### **1.0 APRESENTAÇÃO**

Este relatório tem por objetivo apresentar os resultados obtidos referente a fase preliminar para elaboração do projeto executivo da obra de arte especial sobre o Rio Canoas na Estrada Santa Rosa, que liga os municípios de Bocaina do Sul e Otacílio Costa em Santa Catarina.

### **2.0 FASE PRELIMINAR**

Nesta fase foi efetuado o levantamento dos elementos básicos, indispensáveis à elaboração do projeto descritos a seguir.

#### **2.1 COLETA DE DADOS**

Para desenvolvimento dos trabalhos foram obtidos os seguintes dados :

- Carta Georeferenciada do IBGE do Município de Bocaina do Sul – SC, escala 1 :50.000 – Secretaria de Planejamento da Presidência da República – ano 1980
- Dados disponíveis no site da ANA – Agencia Nacional de Águas e DNAE – Departamento Nacional de Energia
- Visita técnica ao local realizada no dia 13/12/2006.

#### **2.2 ESTUDO DE DIRETRIZES**

O estudo de diretrizes foi desenvolvido de forma a encontrar a melhor seção de rio para implantar a obra de arte. Os dados obtidos demonstraram que a posição para implantar a ponte está localizada a jusante da travessia em balsa. Deste ponto em diante foram indicadas 06 seções para levantamento topobatimétrico, que estão posicionadas na estrada velha – seção FF' e afastada 1150 m deste ponto a



última seção AA', as demais seções BB', CC', DD' e EE' estão neste intervalo.

## **2.3 ESTUDOS GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO**

Os estudos geológicos e geotécnicos foram divididos em duas fases distintas e complementares:

Nesta primeira fase, chamada de sondagem preliminar, foram realizados furos de sondagens a trada para reconhecimento do terreno, espaçados a cada 100 metros e em cada margem do rio. Os furos foram locados sempre segundo o alinhamento da seção transversal. Os trabalhos se concentraram na seção FF' e a análise tátil visual, serviram de base para elaboração do anteprojeto, permitindo a determinação do modelo estrutural mais adequado, número e comprimento de vãos, tipo de fundações e as interações solo-estrutura-encabeçamentos.

Na segunda fase, chamada de sondagem definitiva, deverão ser executados furos de sondagens, em número mínimo de um para cada linha de fundação, locadas segundo o alinhamento do eixo da OAE. Estas sondagens serão do tipo SPT (Standard Penetration Test) e se julgando necessário serão executadas sondagens rotativas.

## **2.4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

Os estudos topográficos foram desenvolvidos com base na análise preliminar feita na carta georeferenciada, e tiveram os seguintes passos para sua execução:

1. Transferência de coordenada geodésica para o local da obra, utilizando o sistema de radionavegação GPS, marca Tech Geo, modelo GTR-1 e GTR-A, e pós processamento utilizando o sistema SAD 69, o período de leitura estacionário foi de aproximadamente 1 hora, precisão de 0,5 cm + 1 ppm, a seguir é apresentada a sequência de leituras:

- a) Da Estação 91856 do município de Lages, transferiu-se a coordenada para o RN 29 localizado na rótula acesso ao município de Bocaina do Sul ;
- b) Do RN 29, foi transferido para o marco auxiliar M1, localizado próximo a balsa ;
- c) Do marco auxiliar M1, foi transferida a coordenada para o marco M2 e M3. Os marcos M1, M2 e M3 são intervisíveis.

2. Levantamento de 06 seções topobatimétricas, totalizando 2.960 m de levantamento;

3. Levantamento tocadastal da estrada velha, em torno da travessia em balsa.



## Relatório de Estação Geodésica

<b>Estação</b>	91856	<b>Nome da Estação :</b>	91856	<b>Tipo :</b>	Estação Planimétrica - SAT
<b>Município</b>	LAGES				UF : SC
<b>Última Visita:</b>	15/11/1998	<b>Situação Marco Principal :</b>	Bom		

### DADOS PLANIMÉTRICOS

### DADOS ALTIMÉTRICOS

### DADOS GRAVIMÉTRICOS

<b>Latitudo</b>	27 ° 48 ' 05,6645 " S	<b>Altitude Ortométrica(m)</b>	958,80	<b>Gravidade(mGal)</b>	
<b>Longitudo</b>	50 ° 20 ' 06,0981 " W	<b>Altitude Geométrica(m)</b>	963,94	<b>Sigma Gravidade(mGal)</b>	
<b>Fonte</b>	GPS Geodésico	<b>Fonte</b>	GPS Geodésico	<b>Precisão</b>	
<b>Origem</b>	Ajustada	<b>Data Medição</b>	15/11/1998	<b>Datum</b>	
<b>S Datum</b>	SAD-69	<b>Data Cálculo</b>	16/11/2004	<b>Data Medição</b>	
<b>A Data Medição</b>	15/11/1998	<b>Sigma Altitude Geométrica(m)</b>		<b>Data Cálculo</b>	
<b>D Data Cálculo</b>	15/07/1999	<b>Modelo Geoidal</b>	MAPGEO2004	<b>Correção Topográfica</b>	
<b>6 Sigma Latitude(m)</b>	0,006			<b>Anomalia Bouguer</b>	
<b>9 Sigma Longitude(m)</b>	0,018			<b>Anomalia Ar-Livre</b>	
<b>UTM(N)</b>	6.924.590.099			<b>Densidade</b>	
<b>UTM(E)</b>	565.502.247				
<b>MC</b>	-51				
<b>Latitudo</b>	27 ° 48 ' 07,4435 " S	<b>Altitude Ortométrica(m)</b>	958,69		
<b>S Longitudo</b>	50 ° 20 ' 07,9019 " W	<b>Altitude Geométrica(m)</b>	964,00		
<b>I Fonte</b>	GPS Geodésico	<b>Fonte</b>	GPS Geodésico		
<b>R Origem</b>	Ajustada	<b>Data Medição</b>	15/11/1998		
<b>G Datum</b>	SIRGAS2000	<b>Data Cálculo</b>	23/11/2004		
<b>A Data Medição</b>	15/11/1998	<b>Sigma Altitude Geométrica(m)</b>	0,005		
<b>S Data Cálculo</b>	23/11/2004	<b>Modelo Geoidal</b>	MAPGEO2004		
<b>2 Sigma Latitude(m)</b>	0,001				
<b>0 Sigma Longitude(m)</b>	0,001				
<b>0 UTM(N)</b>	6.924.546.269				
<b>0 UTM(E)</b>	565.452.356				
<b>MC</b>	-51				

\* Último Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996 \*\* Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 \*\*\* Dados Planimétricos para Fonte carta nas escalas menores ou igual a 1:250000, valores SIRGAS2000 = SAD-69

**LOCALIZAÇÃO A ESTACAO** ESTA LOCALIZADA NAS DEPENDENCIAS DA EPAGRI(EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA E EXTENSAO RURAL DE SANTA CATARINA), SITUADA A RUA JOAO JOSE GODINHO S/N, NO BAIRRO MORRO DO POSTO, NO MUNICIPIO DE LAGES/SC, NAS PROXIMIDADES DA FUTURA ESTACAO METEOROLOGICA.

**DESCRIÇÃO O MARCO PRINCIPAL** CONSISTE DE UM MARCO PADRAO DA SDE(SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E INTEGRACAO AO MERCOSUL), ELEVANDO-SE DE SUA BASE 1,19 M E POSSUI UMA CHAPA PADRAO IBGE



INCRUSTADA EM SUA FACE NORTE ESTAMPADA SAT-91856.

ITINERÁRIO PARTE-SE COM ZERO KM DO PORTAO DE ENTRADA DA EPAGRI E SEGUE-SE EM DIRECAO AO PREDIO SEDE. COM 0,25 KM PASSA-SE PELA SEDE E DOBRA-SE A DIREITA. COM 0,30 KM SEGUE-SE PELA ESQUERDA NO ESTACIONAMENTO. COM 0,35 KM DOBRA-SE A DIREITA NO FINAL DO ESTACIONAMENTO. COM 0,40 KM DOBRA-SE A ESQUERDA AO LADO DE UMA ESTREBARIA. COM 0,60 KM PASSA-SE PELA ASSOCIAÇÃO DOS FUNCIONARIOS DA EPAGRI. COM 0,70 KM DOBRA-SE A DIREITA AO LADO DE UM BARRACAO. COM 0,85 KM SEGUE-SE PELA ESQUERDA POR UMA ESTRADA CARROCAVEL. COM 1,30 KM DOBRA-SE A DIREITA E COM 1,55 KM CHEGA-SE A ESTACAO SITUADA A 15 M DA MARGEM ESQUERDA, AZIMUTE MAGNETICO 323 GRAUS.

Lista de coordenadas dos pontos de partida :

Identificação	X	Y	Z
RN 29L43	603 752,233	6 931 345,790	857,417
Marco M01	603 397,954	6 940 520,373	849,233
Marco M02	603 275,083	6 940 566,903	837,503
Marco M03	603 133,707	6 940 471,611	839,094

## APRESENTAÇÃO

Nos Estudos Topográficos e geométricos, foram apresentados os seguintes elementos:

- Perfil do terreno ao longo do eixo da OAE, com greide cotado, desenhado em escala H 1:2000 e V 1:500, especificando as amarrações ao estaqueamento e RNs do projeto da rodovia, numa extensão tal que seja exequível a definição da obra e dos seus acessos. A transposição de curso d'água do rio Canoas, foi também representado no perfil, a batimetria, com indicação das cotas de fundo do rio, a intervalos máximos de dois metros. Representação do nível d'água observado na data do levantamento e da máxima cheia de vestígio, histórica e de projeto;
- Planta topográfica com representação das curvas de nível de metro em metro, desenhada em escala H 1:2000 e V 1:500, contendo o eixo estaqueado do traçado, especificando as amarrações ao estaqueamento e RNs do projeto da rodovia, representação da obra de arte, das interferências existentes, obstáculos a serem transpostos, com respectivas esconsidades, representação dos "off-sets" das saias

dos aterros de encabeçamento, abrangendo área suficiente para a definição da obra e de seus acessos;

## **2.5 ESTUDO HIDROLÓGICO E DRENAGEM**

O Estudo Hidrológico e de Drenagem, foi desenvolvido com base nos dados obtido e no levantamento topobatimétrico e fixaram os condições de contorno para elaboração do ante projeto da obra de arte, sendo eles:

1. Indicação das cotas, épocas e duração das ocorrências de máxima cheia e vazão média de longo termo do curso d'água :

O rio Canoas encontra-se na bacia hidrográfica do rio Uruguai, sendo assim foi identificado os postos de medição fluviométrica próximo ao ponto desejado junto a ANA. Foram localizados os postos de Encruzilhada, Joana e Rio Bonito. O posto de Joana parou de operar em 1963. Após análise estatística do posto encruzilhada e Rio Bonito, extrapolando para o ponto onde opera a balsa, observou-se que a vazão máxima observada foi de 1036 m<sup>3</sup>/s, para um tempo de recorrência de 280 anos – cheia de 1983. A seção FF' foi modelada com o software HecRas 3.1.3, que retornou a cota de máxima enchente 843,14, validando com o levantamento topográfico onde foi cadastrada o ponto materializado com o nível máximo da cheia. A norma Brasileira fixa o TR em 100 anos como parâmetro para cálculo da máxima cheia, porém como historicamente já ocorreu um evento com TR superior a 100 anos optou-se em adotar a cota de 843,15. Para justificar o critério adotado, para um TR de 100 anos temos uma vazão de 894,75 m<sup>3</sup>/s e cota de 842,58, ou seja 0,57m abaixo do adotado.

2. Indicação da velocidade máxima das águas no local da travessia considerando a implantação da OAE :

As velocidade foram calculadas com o software HecRas 3.1.3, que tiveram os seguintes resultados :

TR 280 anos, velocidade no meio do canal 1,13 m/s, várzea lado Otacílio 0,53 m/s, várzea lado Bocaina 0,48 m/s, totalizando uma velocidade média de 0,87 m/s, estabelecendo que não existe a necessidade de inserir obras de arte corrente sob os aterros que irão ser executados.

3. Regime fluvial é uniforme e o período mais convenientes para a execução das fundações é nos meses de dezembro à abril.
4. A vazão média de longo termo é 79,61 m<sup>3</sup>/s, o que representa uma cota de 835,42 e velocidade média de 0,35 m/s.

## **2.6 ESTUDOS DE TRAÇADO**

Os Estudos de traçado foram desenvolvidos levando-se em conta a cota de máxima enchente - 843,15 (1983) determinada pelo estudo hidrológico, fixou-se um free board de 0,50 m e altura final de superestrutura adotou-se 1,70 m, desta forma a cota acabada para passagem da obra de arte especial é 845,35. As seis seções topobatimétricas levantadas indicaram a melhor condição de traçado para a seção CC' e a FF' (atual travessia em balsa). A seção CC' produz uma obra de arte com comprimento 95,3 m com uma distância menor para aterro do lado de Otacílio Costa e uma condição de contorno por áreas de encostas com cotas superiores a de máxima enchente, porém o traçado é bastante alterado da estrada velha existente, exigindo grandes interferências para sua construção. Partimos para o estudo da seção FF', segmentamos e dois traçados definidos e opção 01 e opção 02:

### *Opção 01*

Tem um traçado com ataque mais suave a encosta lado Bocaina, em cota superior a 843,65, produzindo um corte da ordem de 7 m no encontro com a OAE, necessita de uma obra de arte com comprimento de 102,50 m e desvia o traçado existente na estrada velha lado Otacílio no aterro projetado de encontro.

### *Opção 02*



Este traçado se difere da opção anterior uma vez que a diretriz do lado Bocaina produz um corte da ordem de 11 m no encontro com a OAE, por outro lado determina uma ponte com extensão menor que a opção 02, 89,50 m e um traçado mais encaixado a estrada velha no lado Otacílio.

Tanto o traçado opção 01 como a opção 02 tem uma curva horizontal limitada a 60 km/h no encontro com a OAE no lado Bocaina, esta geometria é necessária para se evitar que seja feito um aterro de grande monta neste lado, tirando-se proveito da meia encosta existente, determinando que o greide fique fora da cota de máxima enchente. O aterro necessário está localizado na saída da estrada velha, passando pela travessia em córrego, a altura máxima é da ordem de 6,0 m. No lado Otacílio a altura de aterro máxima é da ordem de 9,0 m, os estudos hidrológico e de drenagem demonstraram que não existe a necessidade de construção de obras de arte corrente sob o aterro.

Concluimos que a melhor seção é a que causa menos impacto ao sistema existente é a seção FF', com a opção 02 de traçado.