

**PREFEITURA MUNICIPAL DE FUNDÃO**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS URBANOS,**  
**INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE - SESIM**



**PROJETO DE ENGENHARIA PARA OBRAS DE**  
**INFRAESTRUTURA DA RUA PORTO ALEGRE**

**OBRA: Infraestrutura da Rua Porto Alegre**

**LOCAL: Praia Grande – Fundão – ES**

**EXTENSÃO: 1,196 Km**

**VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO**

**JULHO-2020**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE FUNDÃO**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS URBANOS,**  
**INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE - SESIM**



**PROJETO DE ENGENHARIA PARA OBRAS DE**  
**INFRAESTRUTURA DA RUA PORTO ALEGRE**

**OBRA: Infraestrutura da Rua Porto Alegre**

**LOCAL: Praia Grande – Fundão – ES**

**EXTENSÃO: 1,196 Km**

**VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO**

Elaboração:



**SERPENGE** Serviços e Projetos de Engenharia LTDA

**JULHO-2020**

## ***1.0- ÍNDICE***

## **1.0 – ÍNDICE**

1.0– ÍNDICE .....	1
2.0 – APRESENTAÇÃO .....	3
3.0 – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO .....	5
4.0 – ESTUDOS.....	7
4.1 – Estudos Topográficos .....	8
4.2 – Estudos Geotécnicos .....	10
Boletim de Sondagem do Subleito .....	13
Quadro Resumo dos Ensaios.....	15
Croqui de Localização dos Materiais .....	17
4.3 – Estudos Hidrológicos .....	19
5.0 – PROJETOS.....	33
5.1 – Projeto Geométrico .....	34
5.2 – Projeto de Terraplenagem .....	36
5.3 – Projeto de Pavimentação .....	39
Quadro Demonstrativo dos Quantitativos de Pavimentação.....	44
Quadro de Densidades.....	48
Quadro das Distâncias de Transporte.....	50
5.4 – Projeto de Drenagem.....	52
5.5 – Projeto de Sinalização .....	58
5.6 – Projeto de Obras Complementares.....	61

## ***2.0 – APRESENTAÇÃO***

## **2.0 – APRESENTAÇÃO**

A **SERPENGE – Serviços e Projetos de Engenharia Ltda EPP**, em atendimento às disposições do Contrato nº. 068/2014, firmado com a Prefeitura Municipal de Fundão - PMF, conforme processo nº. 5467/2013 apresenta neste Volume os elementos utilizados na elaboração do Projeto de Engenharia para Obras de Infraestrutura da Rua Porto Alegre numa extensão total de 1196,00 metros.

O Projeto Executivo está apresentado em 05 Volumes, a saber:

- Volume 1 – Relatório do Projeto;
- Volume 2 – Projeto de Execução;
- Volume 3 – Notas de Serviço e Cálculo de Volumes;
- Volume 4 – Orçamento e Plano de Execução da Obra;
- Volume 4A – Memória de Cálculo.

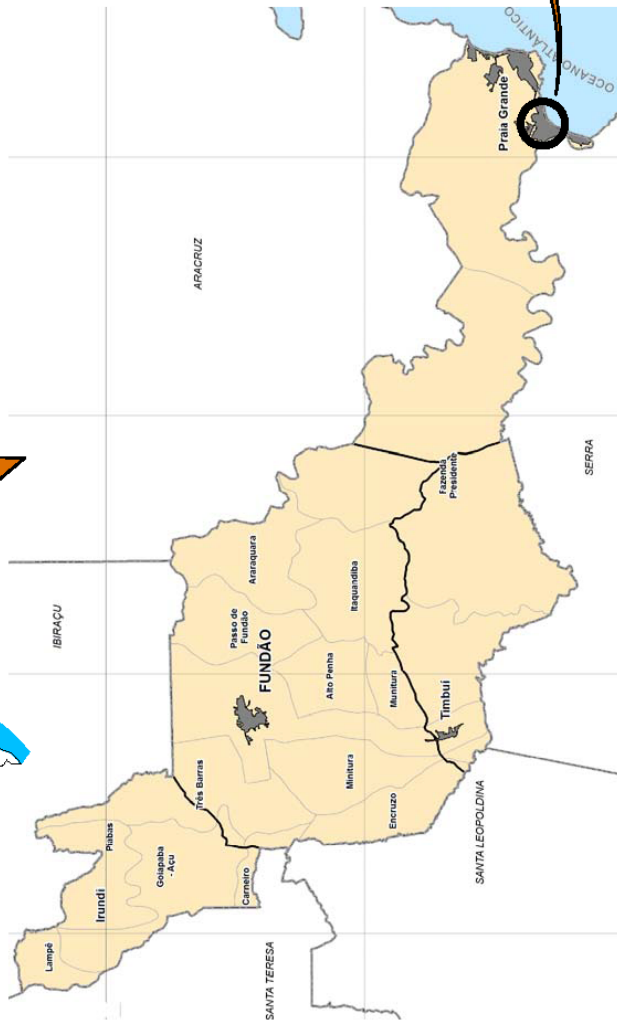
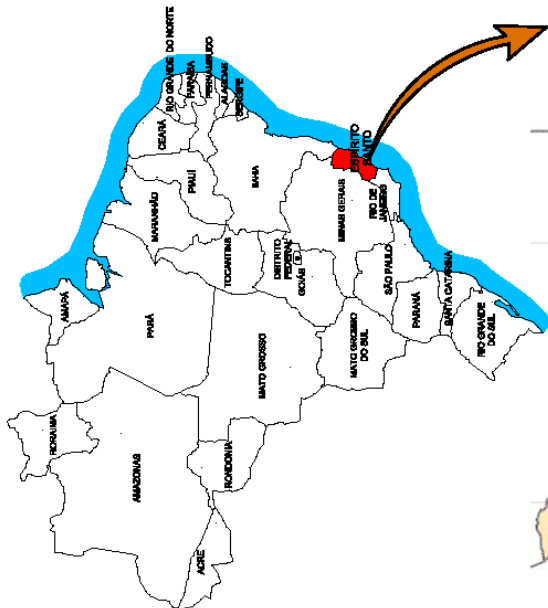
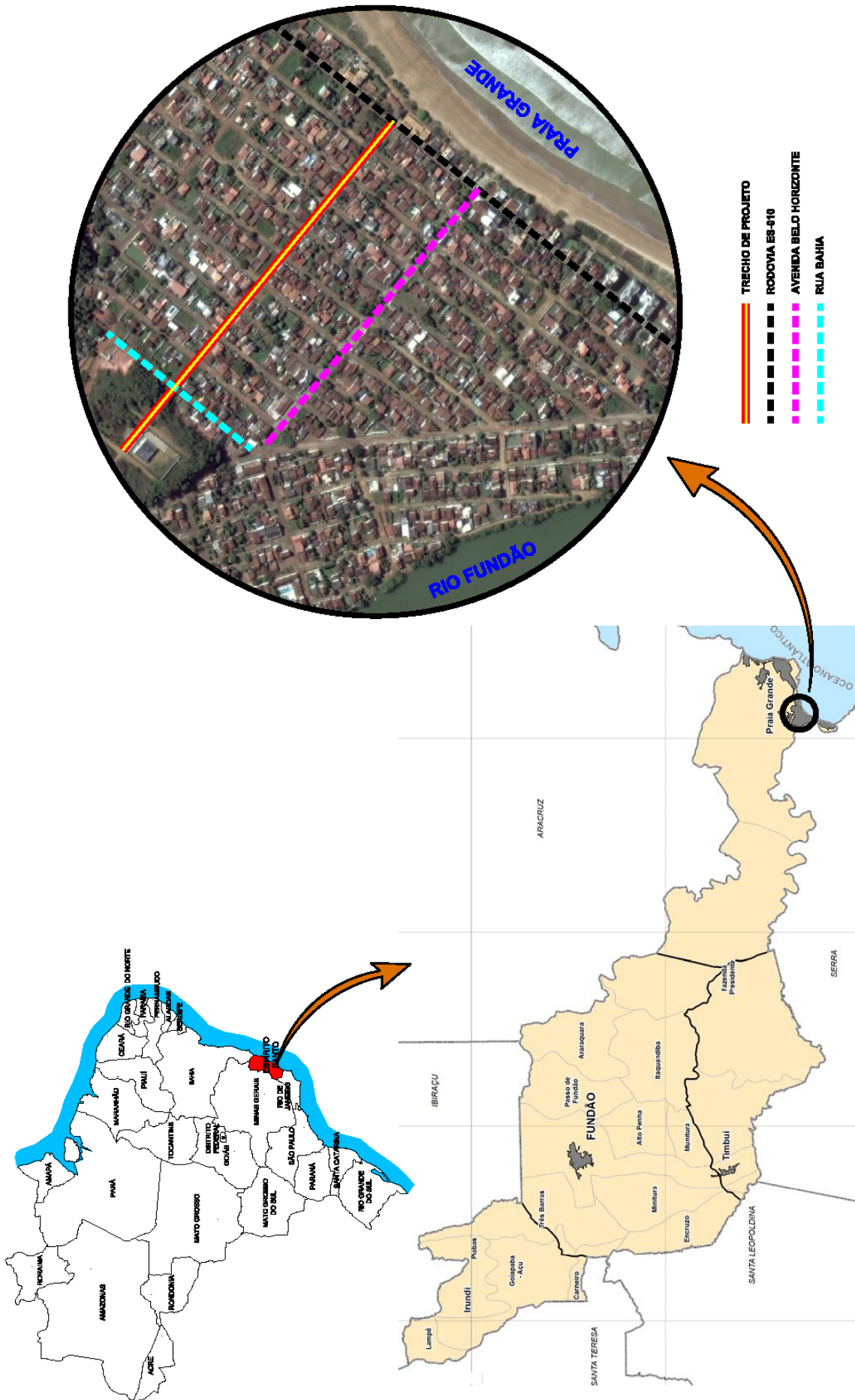
Neste Volume 1 – Relatório do Projeto está apresentado todas as informações referentes aos critérios e definições utilizadas na elaboração dos Estudos e dos Projetos bem como as informações de apresentação dos demais elementos de detalhamento do Projeto.

Os estudos e projetos apresentados neste volume são:

- Estudos Topográficos;
- Estudos Geotécnicos;
- Estudos Hidrológicos;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Sinalização;

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 – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO***





## ***4.0 – ESTUDOS***

## ***4.1 – Estudios Topográficos***

## 4.1 – Estudos Topográficos

### 4.1.1 – Introdução

Os Estudos Topográficos foram executados com o objetivo de se obter os elementos planialtimétrico e cadastral da área das obras da Rua Porto Alegre, 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 microcomputadores 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 os quais foram georeferenciados 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 analisadas todas as soleiras residenciais existentes que foram levantadas ao longo das vias bem como elementos de importância significativa restritiva ao projeto.

### 4.1.2 – Apresentação

O desenho resultante dos estudos topográficos está apresentado nas Plantas dos Projetos Geométricos, no seu item específico, na escala de 1:1000, que uma vez digital pode ser impressa em quaisquer escalas desejadas.

A seguir é apresentada um planilha contendo os elementos analíticos dos Marcos da Poligonal implantada os quais constam também nas plantas do Projeto Geométrico com a localização, coordenadas e cotas topográficas.

QUADRO DE MARCOS TOPOGRÁFICOS			
MARCO	COORDENADAS		
	X	Y	COTA
P-1	376075,580	7783678,157	49,910
P-2	376020,741	7783708,007	49,585
P-3	375993,140	7783741,850	49,632
P-4	375938,415	7783773,067	49,633
P-5	375904,729	7783773,067	49,604
P-6	375866,818	7783846,059	49,385
P-7	375823,272	7783880,209	49,667
P-8	375782,314	7783912,771	49,377
P-9	375741,483	7783943,852	49,626
P-10	375702,166	7783976,534	50,686
P-11	375659,378	7784001,760	58,013
P-12	375617,485	7784046,387	73,920

## ***4.2 – Estudios Geotécnicos***

## **4.2 – Estudos Geotécnicos**

### **4.2.1 – Introdução**

Os Estudos Geotécnicos consistiram na pesquisa, verificação da qualidade e características físico-mecânicas dos solos e materiais pétreos que estarão envolvidos na construção da Rua Porto Alegre, 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 “in situ”, enquanto que, a localização indica a distância de transporte de cada material para a escolha mais racional daquele a ser empregado.

Para consecução dos Estudos do Subleito foram executadas as seguintes etapas:

### **4.2.2 – Estudos do Subleito**

Para conhecimento dos solos ocorrentes ao longo do subleito da via projetada, foram realizados 04 furos de sondagem a pá e picareta e inspeção visual caracterizando-os. Em cada furo realizado além do Boletim de Sondagem foram coletadas amostras do solo e realizados ensaios de compactação e de resistência (CBR) e de Índices Físicos ou de Caracterização (Limites de Liquidez, Plasticidade e Granulometria).

Através do boletim de sondagem, foi detectado a presença de subleito arenoso, sendo que em alguns segmentos há a presença de material orgânica e lixo, e será necessário a substituição deste solo.

Para questões de dimensionamento do pavimento, foi considerado um Índice de Suporte de Projeto de **ISP = 5,5%**.

A experiência da Consultora em projetos de infraestrutura urbana em Prefeituras do ES desenvolveu estudos de misturas de solos do subleito com o intuito de aumentar a resistência das camadas inferiores de vias urbanas. A situação de confinamento do horizonte do subleito, em vias urbanas, permite que através de uma mistura de 30% a 50% de material pétreo durante a regularização, ocorra um aumento considerável no Módulo de Resiliência desta camada. A redução drástica do índice de plasticidade do material de regularização, promove um aumento considerável no suporte desta camada elevando-a a nível de sub-base e o confinamento do subleito evita desta forma, as futuras rupturas plásticas das camadas do pavimento.

Além dessas misturas foram procedidas também, misturas com adição de cimento para aquelas vias onde indicou-se revestimento em blocos de concreto de acordo com as recomendações dos manuais técnicos da ABCP para dimensionamento de pavimento com blocos.

O Boletim de Sondagem está apresentado ao final deste capítulo e mostram o resultado dos ensaios efetuados os quais forneceram os parâmetros representativos e necessários para o cálculo da estrutura do pavimento.

### **4.2.3 – Ocorrência de Materiais**

A Consultora indicou fontes comerciais da região para aquisição dos materiais a serem utilizados. Conta-se ainda com o fator de grande oferta desses materiais, disponível no mercado no Município de Serra principalmente na região do CIVIT II, tais como pedreiras, fábrica de cimento, de pré-moldados de concreto, aço para construção etc.

Todas as fontes de materiais indicadas possuem certificados de qualidade e são comumente indicados em obras da região.

Com objetivo de selecionarem-se materiais a serem empregados na estrutura do pavimento 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.

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

### ***Jazida de Solo***

Para composição da camada de base prevista no Projeto de Pavimentação, ao qual será melhor abordada no respectivo capítulo, foi indicado a jazida de solos abaixo:

JAZIDA	LOCALIZAÇÃO	LICENÇA
SSL EMPREENDIMENTOS LTDA	FAZENDA ESTÂNCIA ARAÇÁUNA, S/N, CAMPINHO DA SERRA I – SERRA/ES	LMI 005/2017

A localização dela é apresentada no Croqui de Materiais.

### ***Pedreira***

O material pétreo foi indicado para os diversos serviços das obras de infraestrutura das vias, tanto pela abundância como pela qualidade, assim fora indicado para as camadas de 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 e estão localizadas nas regiões de Serra com nomes: TERVAP, SOBRITA e BRASITÁLIA.

Para efeito de cálculos dos transportes foi considerado a pedreira TERVAP.

O material mineral de constituição da grande maioria dessas jazidas e da maioria das formações rochosas do estado é granito-gnaiss de boa qualidade e têm sido utilizados em diversas obras rodoviárias da região.

### ***Areal***

A fonte comercial indicada para fornecimento de areia para as obras está localizada a aproximadamente 7,00 km das obras da Rua Porto Alegre.

Foi indicado um Areal na região da Serra também, conforme indicado no Croqui de Materiais.

### ***4.2.4 - Apresentação***

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

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


***Boletim de Sondagem do Subleito***

				<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE FUNDÃO</b>		
<b>BOLETIM DE SONDAGEM DE SUBLEITO</b>						
<b>Projeto:</b> Pavimentação Diversas Ruas do Município de Fundão					<b>ESTUDO:</b> Sub-Leito	
<b>Local:</b> Rua Porto Alegre (Praia Grande)					<b>DATA:</b> Março de 2015	
FURO	COORDENADAS		AMOSTRA	CAMADA	REGISTRO	DESCRIÇÃO
	X	Y				
1	375.634	7.784.012	1	0,00 - 0,10	1	Capa de Argila
				0,10 - 1,00		Argila Vermelha
2	375.744	7.783.927	1	0,00 - 0,20	2	Capa de Argila
				0,20 - 1,00		Areia Média Amarela
3	375.907	7.783.799	1	0,00 - 0,10	3	Capa de Argila
				0,10 - 1,10		Areia com presença de Argila e Concha marítima
4	376.031	7.783.697	N.C.	0,00 - 0,10	4	Capa Natural
				0,10 - 0,30		Areia c/ Argila e Matéria Orgânica
				0,30 - 1,00		Areia Fina

Obs:  
N.C. = Não Coletado



## ***Quadro Resumo dos Ensaios***

		PREFEITURA MUNICIPAL DE FUNDÃO															
PROJETO: Pavimentação Diversas Ruas do Município de Fundão		ESTUDO: Sub-Leito				DATA: Março de 2015											
LOCAL: Rua Porto Alegre - Distrito de Praia Grande		ENERGIA DE COMPACTAÇÃO: Normal (quando															
		FOLHA: 01/01															
RESUMO DE ENSAIOS																	
Furo	Amostra	MATERIAL	ENSAIO FÍSICO		GRANULOMETRIA (% EM PESO QUE PASSA)						H <sub>OT</sub>	DENS. MÁXIM	IG	CBR		CLAS. TRB	
			LL	IP	1" 1/2	1"	3/8"	4	10	40				200	EXP. %		VALOR %
01	01	Argila Vermelha	51,1%	19,4%	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	85,0	60,0	22,800	1,611	6	0,17	5,5	A-7-5
Furo	Amostra	MATERIAL	ENSAIO FÍSICO		GRANULOMETRIA (% EM PESO RETIDO)						Módulo de Finura	Equiv. de Areia	IG	Classificação quanto ao Módulo de Finura		CLAS. TRB	
			LL	IP	3/8"	4	10	16	30	50				100	Classificação quanto ao Módulo de Finura		CLAS. TRB
02	01	Areia Média Amarelada	NP	NP	6,1	9,1	11,5	14,6	54,6	66,3	78,5	2,4	70,3%	0	Areia Média	-	A-3
03	01	Areia c/ Presença de Conchas e Argila	-	-	0,0	0,6	9,7	18,4	83,4	89,3	90,4	2,9	61,8%	-	Areia Média	-	-
04	01	Areia Fina c/ matéria orgânica	-	-	0,0	1,7	2,7	4,3	13,1	34,4	74,4	1,3	64,60	-	Areia Fina	-	-

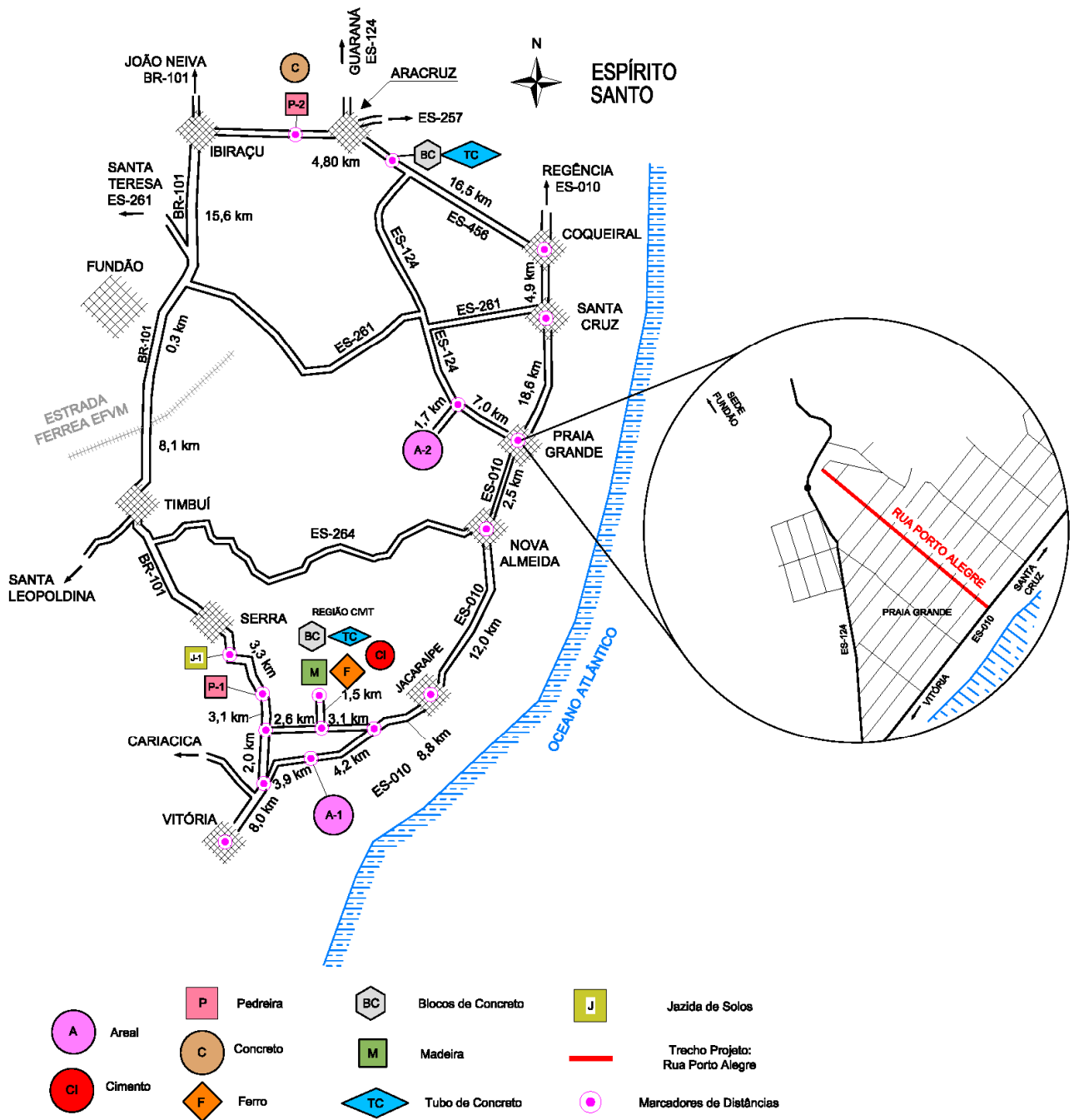
Observação:

As amostra de Areai do Furo 03 e 04 não foram classificadas pela tabela TRB em função da elevada presença de Matéria Orgânica e outros materiais como Lixo e Conchas do mar

A areia do Furo 02 foi classificada na tabela TRB por interpolação das peneiras

***Croqui de Localização dos Materiais***

## CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DOS MATERIAIS - RUA PORTO ALEGRE



### ***4.3 – Estudios Hidrológicos***

### **4.3 – Estudos Hidrológicos**

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos objetivando determinar os parâmetros necessários para a determinação das vazões a serem comportadas pelos dispositivos de drenagem projetados ao longo das vias. Tais determinações deverão permitir o dimensionamento seguro dos dispositivos, eliminando o perigo de futuras inundações. Perseguindo tal intento, os estudos a desenvolver devem abordar alguns parâmetros descritos a seguir:

#### **4.3.1 Dados de Chuvas**

Para a análise das chuvas da região, foram coletadas dados de chuvas do “site” da ANA (Agência Nacional de Águas) e estudada a estação pluviométrica nas proximidades da área de estudo, em Iconha.

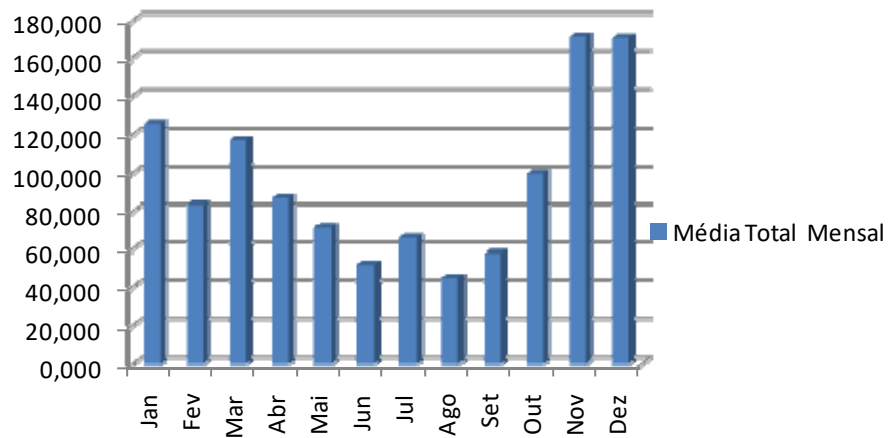
A estação pluviométrica está localizada nas coordenadas UTM seguintes:

	<b>LATITUDE</b>	<b>LONGITUDE</b>	<b>COD</b>	<b>Período</b>
<b>Santa Cruz - Litoral</b>	-19°57'28"	-40°09'16"	1940002	68 anos

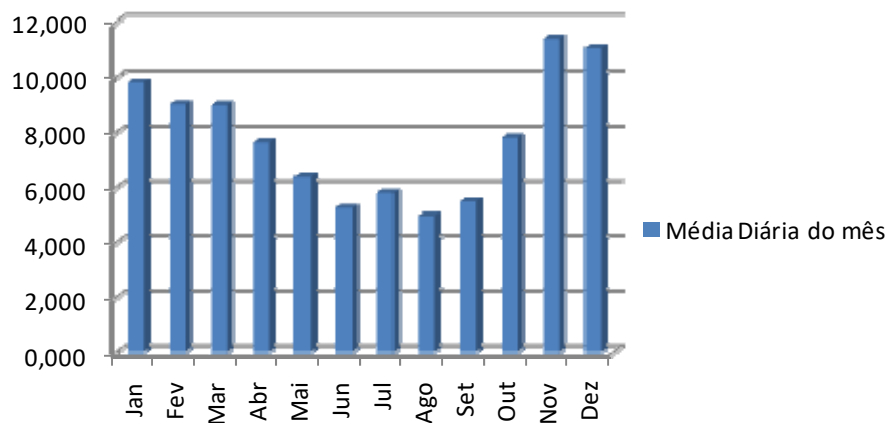
No estudo em questão partiu-se da compilação das séries históricas desta estação através de processo estatístico, associado ao Método de Ven Te Chow.

Da análise das séries históricas da estação selecionada, utilizou-se, para retratar a pluviosidade regional, em forma de histograma a média total das precipitações mensais, média diária do mês, o nº de dias chuvosos, máximas anuais e totais anuais, considerando o tempo de operação.

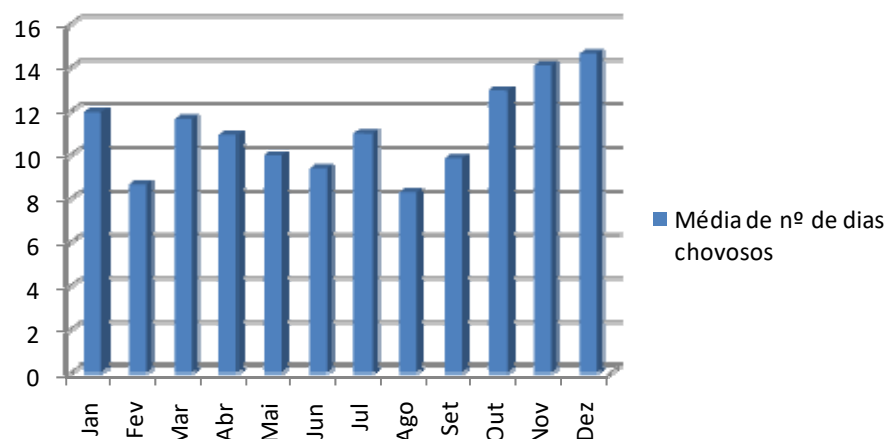
### Média Total Mensal - Santa Cruz - Litoral

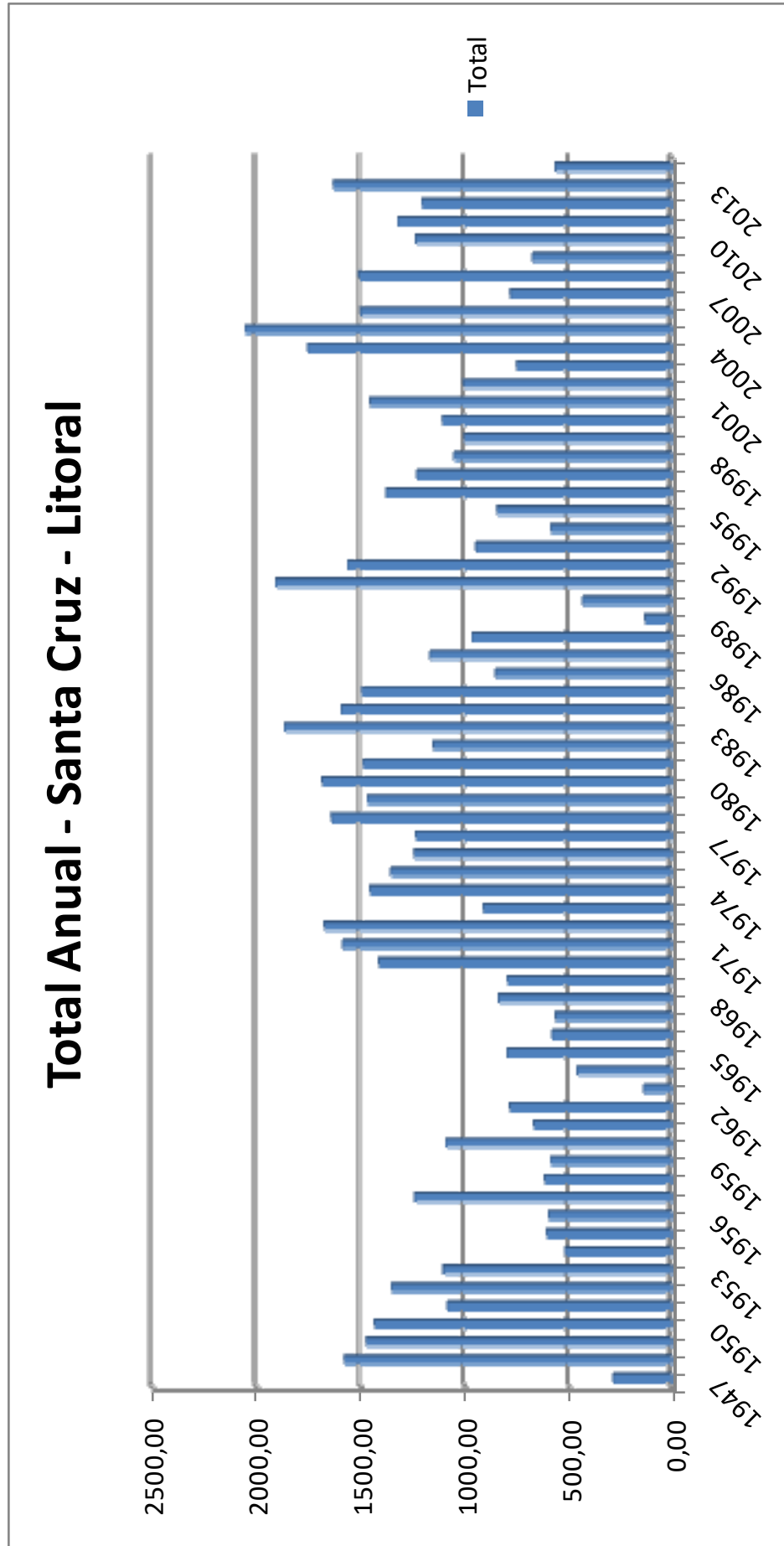


### Média Diária do mês - Santa Cruz - Litoral



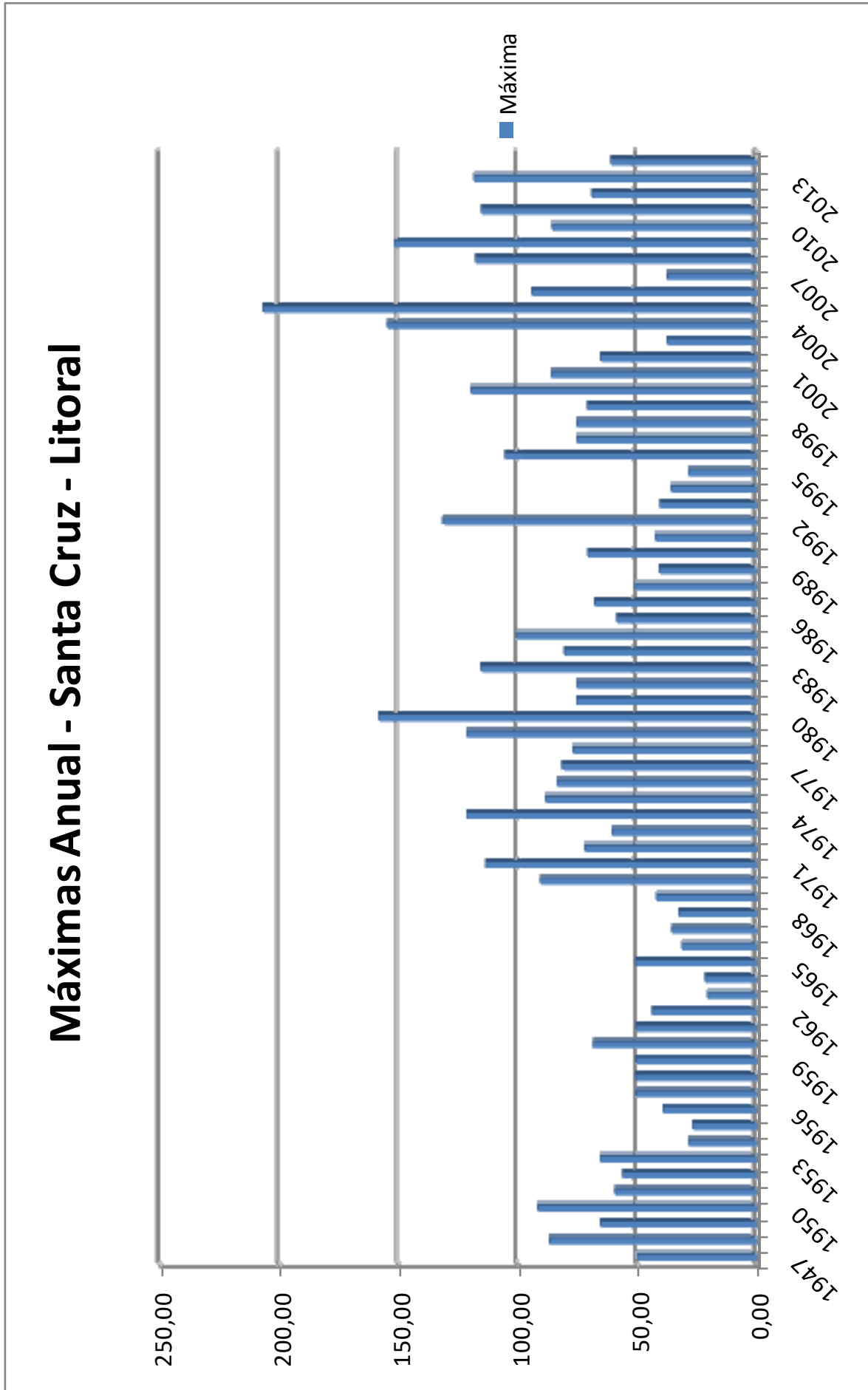
### Média de nº de dias chuvosos - Santa Cruz - Litoral







## Máximas Anual - Santa Cruz - Litoral



### 4.3.2 Tempo de Recorrência

Os tempos de recorrência adotados para os cálculos das descargas são descritos abaixo conforme estudos hidrológicos.

- ⇒ Drenagem Superficial – 10 anos
- ⇒ Bueiros e OAC – 25 anos

### 4.3.3 Métodos utilizados nos cálculos frequência, intensidade e duração

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 Eng<sup>o</sup> José J. Taborga Torrico na sua publicação “Práticas Hidrológicas”, onde define o método das Isozonas, no qual a ideia central foi a utilização dos dados diários das estações pluviométricas para estimar, através de um processo de desagregação, alturas de chuva com durações que variam de 6 minutos a 24 horas (Torrico,1947).

Neste estudo, de acordo com o Mapa de Isozonas, o posto estudado está localizado na **Zona C**.

A metodologia empregada foi a da probabilidade extrema de Gumbel, para isto escolheram-se as maiores alturas de chuva de cada ano das séries históricas disponíveis, organizando-se assim séries de máximas anuais.

Das máximas precipitações, foram obtidos a média e o desvio-padrão da amostragem, e então compilados em função do tempo de observação (n), sendo convertidos de chuvas diárias em chuvas de 24 horas, respeitando-se o tempo de recorrência. Com base nos dados obtidos já se faz possível calcular as precipitações com o tempo de recorrência de 10, 15, 25, 50 e 100 anos, a partir do Método de Ven Te Chow, onde se determina a grandeza das chuvas intensas daquela estação.

$$P = \mu + k \cdot \sigma$$

Sendo:

$\mu$  : Média aritmética das precipitações.

$k$  : Coeficiente de Gumbel

$\sigma$  : Desvio padrão do histórico de precipitações.

A seguir tabela com os coeficientes de correções de Gumbel.

Período de Recorrência (Tr, anos)							
N/Tr	5,00	10,0	15,0	20,0	25,0	50,0	100
10	1,058	1,848	2,289	2,606	2,847	3,588	4,323
15	0,967	1,703	2,112	2,410	2,632	3,321	4,005
20	0,919	1,625	2,018	2,302	2,517	3,179	3,836
25	0,888	1,575	1,958	2,235	2,444	3,088	3,729
30	0,866	1,541	1,917	2,188	2,393	3,026	3,653
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,979	3,598
40	0,838	1,495	1,862	2,136	2,326	2,943	3,554
45	0,828	1,478	1,842	2,104	2,303	2,913	3,519
50	0,820	1,466	1,827	2,086	2,283	2,889	3,490
55	0,813	1,455	1,813	2,071	2,267	2,869	3,467
60	0,807	1,446	1,802	2,059	2,253	2,852	3,446

Com as alturas de precipitação com durações de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, é possível desenhar os gráficos das precipitações para cada tempo de recorrência. Lê-se, então, para qualquer duração de chuva entre 6 minutos e 24 horas, a altura de chuva correspondente a cada período de recorrência.

Para a execução do projeto, foi considerada que para a leitura das precipitações a duração de chuva é igual ao tempo de concentração de cada bacia estudada. E a partir daí, com as precipitações lidas para os tempos de concentração, foram calculadas as intensidades relativas às devidas recorrências, através da razão entre a altura de precipitação e o tempo de concentração calculado.

A partir das intensidades foi modelada a equação de forma:

$$i = a \cdot (t + c)^b$$

Onde,

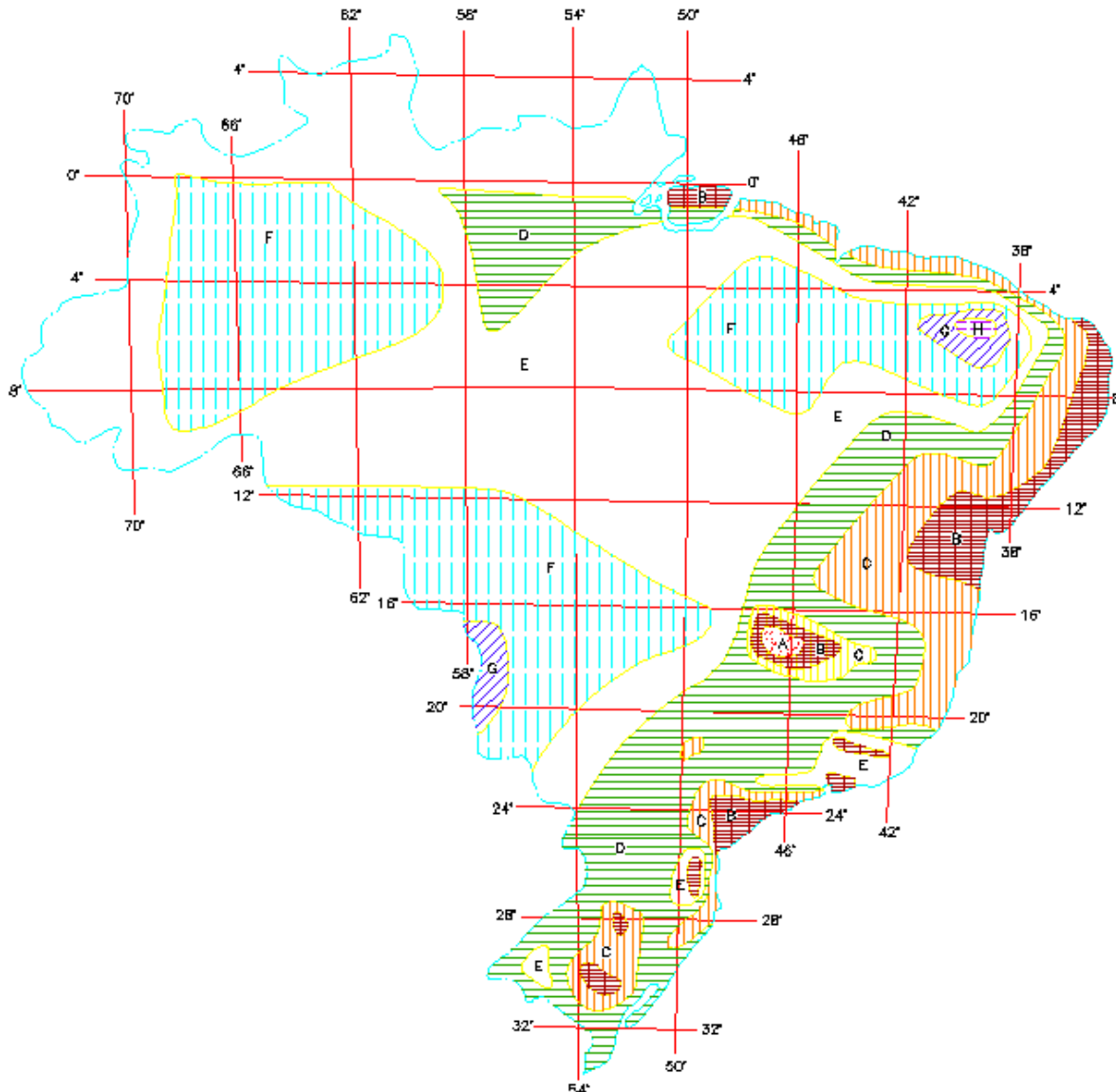
$t$  = Tempo de Chuva de Projeto

Para cada período de recorrência foi obtida uma equação. Essas são listadas a seguir:

TR-5	$1355,44 \cdot (t + 19,00)^{-0,776}$
TR-10	$1594,56 \cdot (t + 18,22)^{-0,770}$
TR-15	$1722,28 \cdot (t + 17,83)^{-0,768}$
TR-20	$1799,81 \cdot (t + 17,45)^{-0,766}$
TR-25	$1865,88 \cdot (t + 17,26)^{-0,768}$
TR-50	$2039,96 \cdot (t + 16,52)^{-0,757}$
TR-100	$1907,02 \cdot (t + 16,60)^{-0,782}$

A seguir são apresentados o mapa das isozonas e o gráfico contendo as retas que relacionam a altura de precipitação com a duração e o tempo de recorrência, assim como o gráfico que relaciona intensidade – duração – frequência.

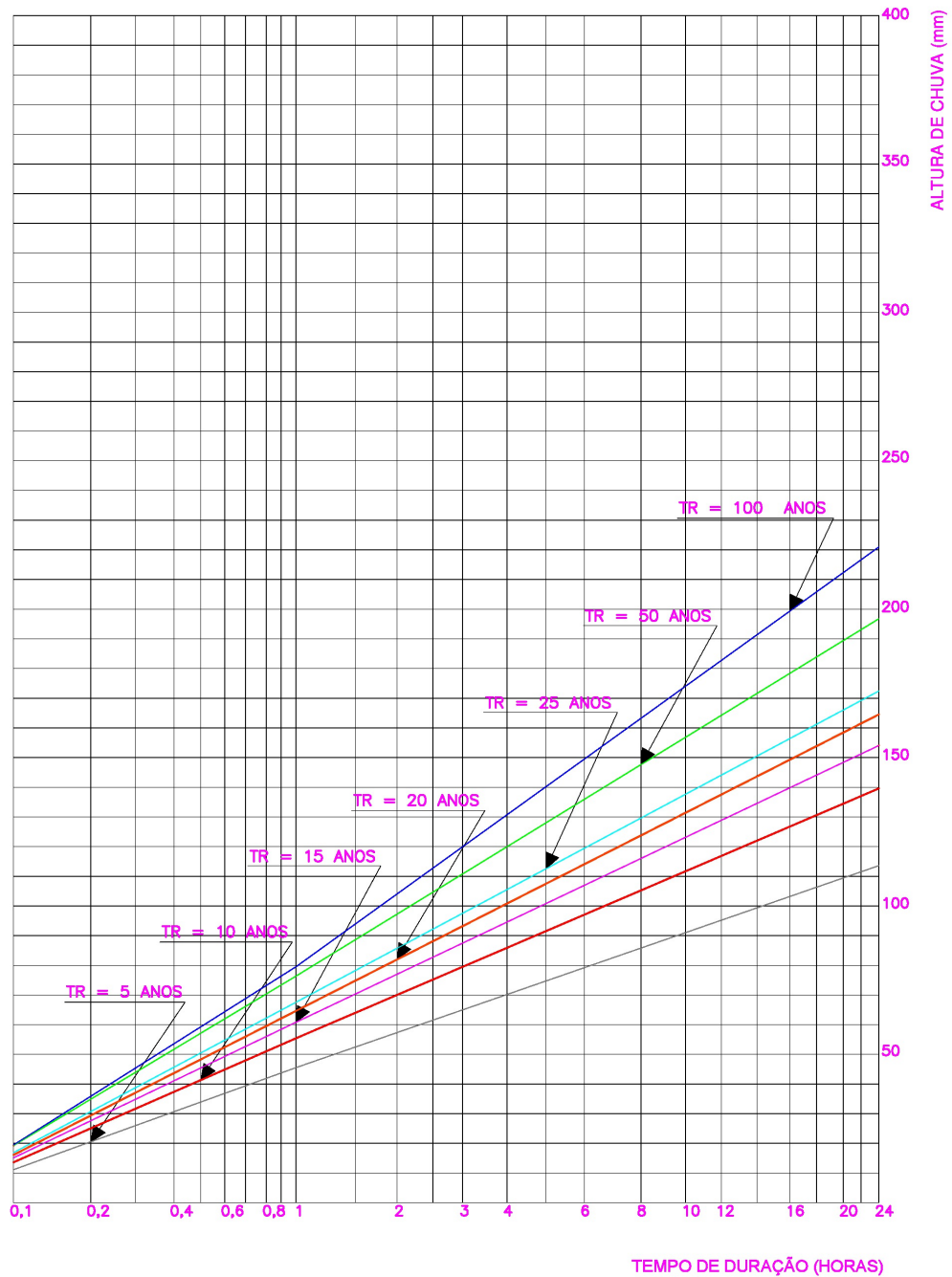
Além da utilização dos dados de chuvas do posto de Colatina, foi consultada a publicação do trabalho “Chuvas Intensas no Estado do Espírito Santo”, de autoria do professor Robson Sarmento, elaborado para o DER-ES.



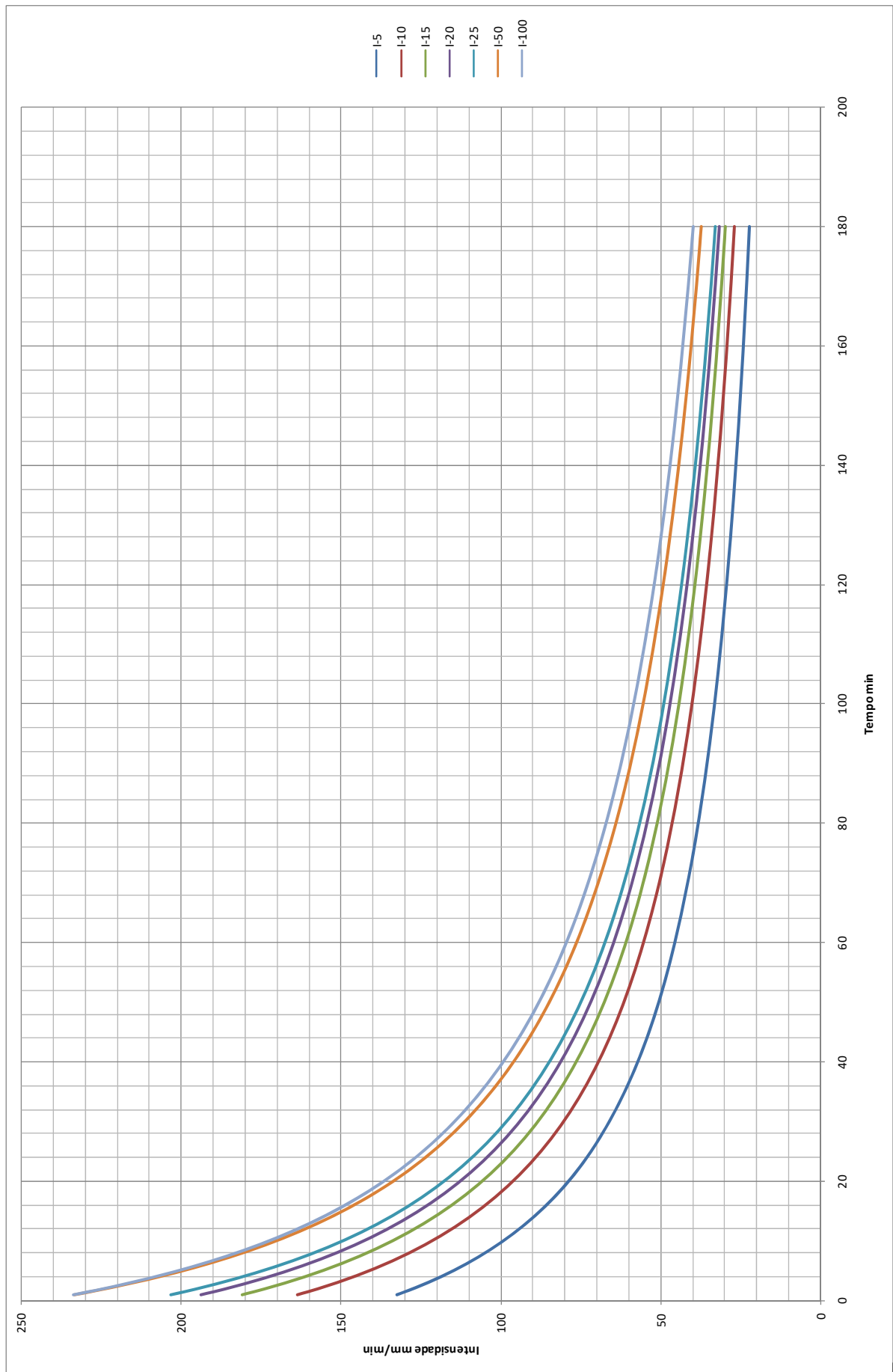
## ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

ZONA	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS											
	1 HORA/24 HORAS CHUVA										6 min. CHUVA	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100
A	36.2	35.8	35.6	35.5	35.4	35.3	35.0	34.7	33.6	32.5	7.0	6.8
B	38.1	37.8	37.5	37.4	37.3	37.2	36.9	36.6	35.4	34.3	8.4	7.5
C	40.1	39.7	39.5	39.3	39.2	39.1	38.8	38.4	37.2	36.0	9.8	8.8
D	42.0	41.6	41.4	41.2	41.1	41.0	40.7	40.3	39.0	37.8	11.2	10.0
E	44.0	43.6	43.3	43.2	43.0	42.9	42.6	42.2	40.9	39.6	12.4	11.2
F	46.0	45.5	45.3	45.1	44.9	44.8	44.5	44.1	42.7	41.3	13.9	12.4
G	47.9	47.4	47.2	47.0	46.8	46.7	46.4	45.9	44.5	43.1	15.4	13.7
H	49.9	49.4	49.1	48.9	48.8	48.6	48.3	47.8	46.3	44.8	16.7	14.9

### ALTURA DE CHUVA X TEMPO DE DURAÇÃO



# INTENSIDADE – DURAÇÃO – FREQUÊNCIA – SANTA CRUZ – LITORAL



#### 4.3.4 Tempo de Recorrência

Foi adotada para a determinação do tempo de concentração das médias bacias hidrográficas ocorrentes no trecho, a fórmula de Kirpich, cuja expressão é a seguinte:

$$T_c = 0,95 \left( \frac{L^2}{H} \right)^{0,389}$$

$T_c$  = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do talvegue, em quilômetros;

H = desnível de talvegue principal, em metro;

0,95 = coeficiente unificador de unidades.

#### 4.3.5 Classificação das Bacias por Área de Contribuição

As bacias hidrográficas intervenientes no trecho foram 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) Bacias Pequenas: Nesta categoria incluem-se as bacias com áreas até 4,0 km<sup>2</sup>.
- b) Bacias Médias: São bacias com áreas compreendidas entre 4,0 e 10,0 km<sup>2</sup>;
- c) Bacias Grandes: Possuem área superior a 10 km<sup>2</sup>.

#### 4.3.6 Cálculo das Descargas de Projeto

Os cálculos das descargas pluviométricas foram elaborados com base na metodologia utilizada para bacias até 4,0 Km<sup>2</sup>, indicado também para dispositivos de drenagem superficial onde os valores são obtidos pela fórmula do Método Racional, a seguir:

$Q_c = 0,278 C \cdot I \cdot A$ , onde;

$Q_c$  = descarga de projeto, em m<sup>3</sup>/s;

C = coeficiente adimensional de escoamento superficial (run-off), classificado em função do tipo de solo, da cobertura vegetal, da declividade média da bacia, etc...

I = intensidade média da precipitação sobre toda área drenada obtido pela equação geral, em mm/h, onde o tempo de duração é igual ao tempo de concentração, tendo-se adotado o valor mínimo de 10 minutos;

A = área da bacia drenada, em Km<sup>2</sup>; as áreas contribuintes a cada trecho da rede são determinadas através da planta topográfica juntamente com o projeto. As áreas de contribuição são somadas a medida que a rede se estende a jusante.

0,278 = fator de conversão de unidades.

#### 4.3.7 Coeficiente de Escoamento Superficial

Considerando-se as características da região envolvendo solos e vegetação de pastos, plantações e matas o Coeficiente de Escoamento Superficial foi adotado de acordo com a tabela abaixo.



Cobertura Vegetal	Valores de C			
	Declividade D			
	Forte	Alta	Média	Suave
	(D >12%)	(12%>D>5%)	(5%>D>2%)	(2%>D>0%)
Sem Vegetação	0,85/0,95	0,75/0,50	0,65/0,40	0,55/0,35
Campo Natural (vegetação baixa)	0,70/0,50	0,60/0,40	0,50/0,30	0,45/0,25
Arbusto cerrado (veg. média)	0,65/0,45	0,55/0,40	0,45/0,30	0,40/0,25
Mata (vegetação densa)	0,60/0,40	0,50/0,35	0,40/0,25	0,35/0,20
Cultivado não em curva de nível	-	0,40/0,35	0,35/0,25	0,30/0,20

Discriminação	C
Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades	0,80 a 0,90
Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação com relevo ondulado e com declividade moderada	0,60 a 0,80
Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação em baixas declividades	0,50 a 0,70
As áreas de declividades moderadas, grandes porções gramadas, flores silvestres ou bosques sobre um manto de material poroso	0,40 a 0,65
Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas	0,35 a 0,60
Florestas e matas de árvores de folhagem permanente em terreno de declividades variadas	0,25 a 0,50
Plantações de árvores frutíferas em áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramas	0,15 a 0,40
Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas	0,15 a 0,40
Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, localizados em zonas baixas e várzeas	0,10 a 0,30

#### 4.3.8 Cálculo de Capacidade dos Dispositivos

Para os dispositivos de drenagem superficial, em geral com seção geométrica constante, utilizados no projeto em questão, as vazões de projeto são igualadas a capacidade hidráulica de cada dispositivo que é função das dimensões, declividade de instalação, rugosidade das paredes, etc., definindo-se, então o comprimento crítico de cada um, analisando-se e promovendo o devido deságue.

O dimensionamento da seção dos canais circular ou celular consiste na determinação da seção mínima que atenda as vazões requeridas em função da declividade de instalação dos dutos, rugosidade das paredes e verificação da velocidade e alturas de lâmina d'água que atendam os limites especificados.

Para o dimensionamento é adotado, então, a fórmula de Manning associada à equação da continuidade, conforme expressões mostradas a seguir:

$$v = \frac{(R^{2/3} \cdot i^{1/2})}{n}, \text{ e } Q = A \cdot v$$

Onde,

$v$ : É a velocidade de escoamento da água dentro do dispositivo;

$R$ : Raio Hidráulico;

$n$ : Coeficiente de rugosidade Manning;

$A$ : Área molhada

$Q$ : Vazão

## ***5.0 – PROJETOS***

## ***5.1 – Projeto Geométrico***

## **5.1 – Projeto Geométrico**

### **5.1.1 - Introdução**

O projeto geométrico teve por objetivo a definição geométrica da Rua Porto Alegre, detalhando-as horizontal, vertical e transversalmente, e de acordo com a seção transversal adotada, comportando as pistas de rolamentos e passeio público e constituindo-se de certa forma, na informação básica para o desenvolvimento dos demais projetos.

### **5.1.2 – Características Adotadas**

As características técnicas da geometria das vias seguiram de certa forma, aquelas já existente pelo layout urbanístico do loteamento quanto as larguras implantadas e pelas soleiras da ocupação urbana já ocorrida. O caimento transversal adotado nas vias foi de 3% visando um escoamento mais rápido das águas pluviais e o tipo de revestimento adotado.

### **5.1.3 – Geometria Horizontal**

De uma maneira geral a geometria horizontal foi mantida dentro do alinhamento das vias existentes adequando-se e ajustando ao espaço disponível.

### **5.1.4 – Geometria Vertical**

Na geometria vertical, também 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. No segmento inicial atentou-se a presença de uma rampa acentuada que dá acesso a um reservatório de água.

### **5.1.5 – Geometria Transversal**

A Rua Porto Alegre possui largura total (de muro a muro) de, em média, 12,00 metros e assim foi adotada largura de pistas de 3,50 metros para cada lado com dispositivo de drenagem superficial de largura 0,50 metros. O restante da largura disponível será de passeio público com piso tátil.

O caimento transversal de cada pista foi de - 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 podotáteis e o caimento adotado de 0,5%.

### **5.1.6 – 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 Projeto 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 no Volume - 3 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;

## ***5.2 – Projeto de Terraplenagem***

## **5.2 – Projeto de Terraplanagem**

### **5.2.1 - Introdução**

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.

### **5.2.2 - Serviços Preliminares**

Na via para a implantação do projeto foi feita, 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. De acordo com o apresentado nos estudos geotécnicos, foi identificado um tipo de solo compressível e de má qualidade a até 0,50m abaixo da cota do terreno, composto por material orgânico e lixo. Como serviço preliminar, foi considerado a remoção de 0,50m deste material e substituição por solo de empréstimo. A ocorrência deste material foi das estacas 16+0,00 até 31+11,50. Este material ruim foi direcionado para bota-fora.

Além dessas características dos materiais foram anotados outros serviços necessários a execução da terraplanagem, assim como a limpeza, remoção de alvenarias indesejáveis, e etc. foram considerados nos seus respectivos itens e serviços, e o transporte desses materiais são considerados no item de terraplanagem e destinado juntamente com o material excedente para um bota-fora conforme descrito na orientação.

### **5.2.3 – Parâmetros de Projeto**

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 ao longo do acesso.
- 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 volume de terrapleno está mostrado nas respectivas planilhas apuradas no cálculo e apresentadas no Volume 3 do Projeto.

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.

### **5.2.4 – Apresentação**

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;

No Volume 3 – Notas de Serviço e Cálculo de Volume:

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

A seguir é apresentado o Quadro Resumo de Terraplanagem:

RESUMO GERAL DA DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS										
TRANSPORTE (m)		ESCAVAÇÃO (m³)					ATERRO (m³)			
INTERVALOS	1º CATEGORIA	2º CATEGORIA	3º CATEGORIA	COMPENSAÇÕES LATERAIS	TOTAL	BOTA-FORA (m³)	CORPO DE ATERRO (100% PN)	ACABAMENTO DE TERRAPLENAGEM (100% PI)	TOTAL	
0 - 200				89,30	89,30			71,44	71,44	
201 - 400	654,15				654,15			523,32	523,32	
401 - 600					0,00				0,00	
601 - 800					0,00				0,00	
801 - 1000					0,00				0,00	
1001 - 1200					0,00				0,00	
1201 - 1400					0,00				0,00	
1401 - 1600					0,00				0,00	
1601 - 1800					0,00				0,00	
1801 - 2000					0,00				0,00	
2001 - 2500					0,00				0,00	
2501 - 3000					0,00				0,00	
3001 - 4000					0,00				0,00	
4001 - 5000					0,00				0,00	
5001 - 6000					0,00				0,00	
6001 - 7000					0,00				0,00	
7001 - 8000					0,00				0,00	
8001 - 9000					0,00				0,00	
9001 - 10000					0,00				0,00	
10001 - 15000	2.525,06				2.525,06				0,00	
<b>TOTAL</b>	<b>3.179,21</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>89,30</b>	<b>3.268,51</b>	<b>2.525,06</b>	<b>0,00</b>	<b>594,76</b>	<b>594,76</b>	<b>0,00</b>
<b>PERCENTUAIS</b>	97,27%	0,00%	0,00%	2,73%	100,00%	77,25%	0,00%	19,06%		
<b>FATOR DE COMPACTAÇÃO: 25,00 %</b>										
<b>PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA SELEÇÃO DOS MATERIAIS</b>										
MATERIAL NÃO ADEQUADO PARA TERRAPLENAGEM (DEVERÁ SER NECESSARIAMENTE DESTINADO A BOTA-FORA)							ESCAVAÇÃO MÉDIA POR QUILOMETRO (m³)		2.732,87	
MATERIAL NÃO ADEQUADO PARA SUBLEITO-SOLO (DEVERÁ SER PROCEDIDA A SUA SUBSTITUIÇÃO)							TOTAL DE MATERIAL PARA BOTA-FORA (m³)		2.525,06	
MATERIAL SATISFAZÓRIO PARA UTILIZAÇÃO NO MILO DOS ATERROS							<b>CBR (%)</b>		<b>EXPANSÃO (%)</b>	
MATERIAL SATISFAZÓRIO COMO SUBLEITO (NÃO HÁ NECESSIDADE DE SER SUBSTITUÍDO)							menor que 2		maior que 3	
MATERIAL INDICADO PARA EMPREGO COMO ACABAMENTO DE TERRAPLENAGEM DE CORTES E ATERROS							menor que 12		maior ou igual a 2	
							maior ou igual a 3		menor ou igual a 2	
							maior ou igual a 12		menor que 2	
							maior ou igual a 12		menor que 2	
							VOLUME DE ATERRO COMPACTADO:		594,76 m³	
							CAMADAS FINAIS : 100% PI			
							CORPO DOS ATERROS : 100% PN			



### ***5.3 – Projeto de Pavimentação***

## **5.3 – Projeto de Pavimentação**

### **5.3.1 - Introdução**

O Projeto de Pavimentação teve por finalidade definir as camadas constituintes e sobrejacentes ao terrapleno do corpo estradal.

Como elementos básicos para a concepção e projeto de um pavimento, têm-se:

- O tráfego, entendendo-se como tal, um complexo sistema de solicitação, que engloba as cargas por roda, as combinações de rodas e eixos, o número e a frequência de passagens das cargas, representado por  $N$  = número equivalente de operações do eixo padrão;
- A fundação, considerada como o conjunto de características físicas e mecânicas do subleito, levando-se em conta, ainda as variações de comportamento do mesmo sob condições pluviométricas, representada por ISP – Índice de Suporte do Projeto;
- Os materiais, entendidos como um potencial de características físicas e mecânicas, de que se poderá dispor, para o estabelecimento do número, espessura e qualidade das camadas do pavimento a dimensionar.

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 projetadas.

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.

As áreas, larguras e extensões obtidas para quantificação dos serviços foram obtidas através do Projeto Geométrico.

### **5.3.2 – Parâmetro de Tráfego**

Para dimensionamento da estrutura do pavimento, o parâmetro de tráfego pode ser representado:

- Pela repetição do eixo padrão durante um período de projeto, denominado número “ $N$ ”, que é obtido a partir do perfil dos veículos, suas frequências e a suas cargas, estas convertidas em equivalentes a um eixo padrão e de total importância para definição das espessuras a serem obtidas como reação. O número “ $N$ ” com os fatores de equivalência do USACE é o mais indicado para dimensionamento de pavimentos novos e mormente quando se conhece o perfil da frota que utilizará a via como em rodovias, obtendo-se então o reforço estrutural dos materiais reativo, em camadas de solos, baseados nas deformações permanentes devido às repetições de cargas;

- ou, quando não se conhece o perfil do tráfego da via, pela carga de roda utilizando-se a fórmula de Raymond Peltier, a qual admite, inicialmente, que o CBR é um índice de resistência dos solos, ao punção e que tomando-se o modelo de Boussinesq, o valor desse punção a qualquer profundidade ( $z$ ) é proporcional a tensão ( $\sigma_z$ ) transmitida a essa profundidade. A carga de roda pode então ser adotada em rodas simples e rodas duplas ou triplas em tandem dependendo da finalidade do pavimento.

No presente projeto a Consultora utilizou o mesmo critério indicado pela Prefeitura Municipal de São Paulo para indicação do parâmetro de tráfego o qual é mostrado no quadro a seguir e considerou todas as vias de tráfego leve e local na função predominante da Via.

Assim, como parâmetro de esforço sobre o pavimento, pode-se considerar o parâmetro de tráfego como frequência de repetição de um eixo padrão ou como carga pontual, para avaliação do efeito de esforço sobre o pavimento.

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO	VOLUME INICIAL DA FAIXA MAIS CARREGADA		EQUIVALENTE POR VEÍCULO	N CARACTERÍSTICO
		ANOS	VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO E ÔNIBUS		
Via local residencial com passagem	Leve	10	100 a 400	4 a 20	1,5	10 <sup>5</sup>
Via local secundária	Médio	10	401 a 1500	21 a 100	1,5	5 x 10 <sup>5</sup>
Via coletora principal	Médio Pesado	10	1501 a 5000	101 a 300	2,3	2 x 10 <sup>6</sup>
Via arterial	Pesado	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,9	2 x 10 <sup>7</sup>
Via arterial ou expressa	Muito Pesado	12	>10000	1001 a 2000	5,9	5 x 10 <sup>7</sup>
Faixa exclusiva de ônibus	Volume Médio	12		<500		10 <sup>7</sup>
	Volume Elevado	12		>500		5 x 10 <sup>7</sup>

### 5.3.3 – A Fundação

A fundação conforme citada, de acordo com as características do subleito em que o pavimento será implantado, influenciam diretamente no dimensionamento da espessura total componente do mesmo. Através dos ensaios geotécnicos de subleito, o parâmetro fundamental e grande importância é o CBR.

Conforme abordado nos Estudos Geotécnicos, o subleito da Rua Porto Alegre apresenta em alguns segmentos materiais compressíveis e de má qualidade, devendo ser substituído. No Projeto de Terraplanagem foi previsto a substituição desse material justamente por outro de melhor qualidade presente no trecho inicial, est. 0+0,00 a 8+10,00, a qual será escavado para abertura de caixa e implantação do pavimento. Sendo assim, resumidamente, o comportamento do subleito é o seguinte:

- Est. 0+0,00 a 8+10,00 – Material de qualidade aceitável, a qual terá apenas abertura de caixa para implantação do pavimento;
- Est. 8+10,00 a 16+0,00 – Material arenoso de qualidade questionável, a qual será retirado na espessura total do pavimento, na ordem de 30,00cm;
- Est. 16+0,00 a 31+11,50 – Material compressível com presença de matéria orgânica e de má qualidade, a qual será removido na ordem de 50,00cm para substituição por material excedente no primeiro segmento.

A experiência da Consultora em diversos projetos de vias urbanas indica também que uma vez o subleito confinado, e se, no procedimento da execução da regularização do subleito for adicionado à este, uma porcentagem em peso de material granular do tipo Brita de Bica Corrida, ocorre um ganho significativo na composição do material do subleito, elevando a densidade e dobrando o valor do índice suporte Califórnia (ISC). Ainda incluindo a adição de cimento para esta mistura, promove uma rigidez na camada, essencial e recomendado pelas normas para fundação de revestimentos em blocos de concreto.

Essa mistura incorre ainda que podemos afirmar, em tese, que houve a execução de uma camada de brita, no reforço do subleito e que esta está apenas incorporada ao material do subleito, numa espessura aproximada de 10,00cm. Esta mistura forma ainda um eficiente bloqueio na penetração de umidade nas camadas do subleito, umidade esta que quando ocorrem são de graves consequências.

Entretanto, diante das características citadas do subleito, essa mistura na regularização do subleito só foi possível no primeiro segmento. Nos demais que houveram substituição do material foi indicado um material de jazida para compor uma mistura de solo-brita com adição de cimento.

A partir dessas considerações, dos parâmetros expostos e dos materiais disponíveis na região para execução da pavimentação é procedida a elaboração do dimensionamento das camadas do pavimento. A seguir são descritos os métodos utilizados no dimensionamento.

#### **5.3.4 - Dimensionamento de Pavimento**

O tipo de revestimento indicado e entendido com a Fiscalização da PMF para toda a via do projeto é o de blocos poliédricos de concreto assentados sobre colchão de areia. Além do revestimento em blocos de concreto possuir uma boa resistência estrutural, promove a segurança dos usuários das vias visto que a velocidade dos veículos será reduzida e é o revestimento mais indicado para trechos urbanos.

- **Para pavimento em blocos pré-moldados de concreto**

A escolha da pavimentação de vias com blocos poliédricos pré-moldados de concreto, em via de regra passam por algumas decisões técnicas importantes, assim: são escolhidas para aquelas vias cuja a largura dos passeios públicos ou faixas do tipo multiuso, possuem larguras que acomodam bem o fluxo de pedestres e ciclistas e na faixa de veículos seja requerida uma velocidade reduzida do tipo via local urbana.

Além da redução da velocidade dos veículos, existem outros benefícios gerados pelos blocos poliédricos, tais como: baixa absorção de calor e reduzido coeficiente térmico, durabilidade ao longo do tempo, fácil manutenção, drenagem superficial, etc.

Entretanto, o sucesso da pavimentação com revestimento em blocos poliédricos está diretamente ligado a execução de uma sub-base de apoio dos blocos com módulo de elasticidade próxima do estado semirrígido para que os esforços atuantes sejam bem distribuídos não permitindo que haja efeito de “cravamento” dos blocos ou até deformações durante a transferência de carga dos mesmos.

Para dimensionamento de pavimentos desse tipo, a Consultora utiliza novamente as Orientações contidas nas Instruções de Projeto de pavimentação urbana da Prefeitura Municipal de São Paulo e ainda aquelas contidas no Boletim Técnico N° 17 e no Estudo Técnico 27 (ET-27) da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

Os métodos indicam por exemplo para:

- Tráfego Leve com número até “N” =  $10^5$
- Subleito com valores de ISC > 5,0 %
- Uma camada de sub-base de 20cm;
- Uma camada de areia ou pó-de-pedra de 5,0cm;
- Camada de rolamento com blocos de 8,0cm.

A estrutura definida é a seguinte:

**- Est. 0+0,00 a 8+10,00**

- A camada de regularização do subleito executada com uma adição e mistura de 30% de brita de bica corrida e de 3% em peso de cimento portland;
- Imprimação dessa camada com E.A.I. (Emulsão Asfáltica para Imprimação);
- Colchão de areia ou pó-de-pedra, com 5 cm;
- Camada de Blocos poliédricos pré-moldados de concreto com 8cm de espessura e 35Mpa.

**- Est. 8+0,00 a 16+0,00**

- Regularização do Subleito 100% P.I.;
- Camada de base com solo de jazida executada com uma adição e mistura de 30% de brita de bica corrida e de 3% em peso de cimento portland;
- Imprimação dessa camada com E.A.I. (Emulsão Asfáltica para Imprimação);
- Colchão de areia ou pó-de-pedra, com 5 cm;
- Camada de Blocos poliédricos pré-moldados de concreto com 8cm de espessura e 35Mpa.

**- Est. 16+0,00 a 31+11,50**

- Camada de base com solo de jazida executada com uma adição e mistura de 30% de brita de bica corrida e de 3% em peso de cimento portland;
- Imprimação dessa camada com E.A.I. (Emulsão Asfáltica para Imprimação);
- Colchão de areia ou pó-de-pedra, com 5 cm;
- Camada de Blocos poliédricos pré-moldados de concreto com 8cm de espessura e 35Mpa.

Vale ressaltar que para critério de definição dos quantitativos de pavimentação foram utilizados a extensão e largura das vias, bem como sua área de projeção nos softwares como AutoCAD.

**5.3.5 – Travessões de Travamento**

A fim de travar o pavimento em blocos, foram indicados travessões com meio-fio enterrado transversalmente ao sentido do estaqueamento. Foram indicados em duas situações:

- Rampas elevadas as quais podem comprometer a qualidade do assentamento dos blocos com a rodagem do tráfego e com o tempo;
- Junção de pavimentos, como finais de pavimentação onde as vias projetadas se ligam a vias existentes.

A localização dos travessões está indicada na planta do Projeto Geométrico e os detalhes construtivos do travessão estão apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução.

**5.3.6 – Origem dos Materiais Adotados**

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. No capítulo 4.2 - Estudos Geotécnicos é apresentado o Croqui de Materiais indicando a origem dos insumos e materiais a serem utilizados.

**5.3.7 -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 - RUA PORTO ALEGRE										
SERVIÇOS	EST. INICIAL	EST. FINAL	EXT. (m)	LARG. (m)	ESP. (m)	ÁREA (m²)	VOL. (m³)	DENSIDADES TAXAS DE APLIC.	UND	QTDE
<b>PAVIMENTAÇÃO - RUA PORTO ALEGRE</b>										
<b>EIXO PRINCIPAL</b>										
<b>EST.: 0 + 0,00 8 + 10,00</b>										
Reg. do Subleito com adição 30% de bica corrida e 3% de cimento	0 + 0,00	8 + 10,00	170,00	8,40	0,20	1.428,00	285,60		m³	285,60
Imprimação com E.A.I.	0 + 0,00	8 + 10,00	170,00	8,20		1.394,00			m²	1.394,00
Pavimentação em Blocos	0 + 0,00	8 + 10,00	170,00	7,00	0,08	1.190,00			m²	1.190,00
<b>EST.: 8 + 10,00 16 + 0,00</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.	8 + 10,00	16 + 0,00	150,00	8,40	0,20	1.260,00			m²	1.260,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento	8 + 10,00	16 + 0,00	150,00	8,40	0,20	1.260,00	252,00		m³	252,00
Imprimação com E.A.I.	8 + 10,00	16 + 0,00	150,00	8,20		1.230,00			m²	1.230,00
Pavimentação em Blocos	8 + 10,00	16 + 0,00	150,00	7,00	0,08	1.050,00			m²	1.050,00
<b>EST.: 16 + 0,00 31 + 11,50</b>										
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento	16 + 0,00	31 + 11,50	311,50	8,40	0,20	2.616,60	523,32		m³	523,32
Imprimação com E.A.I.	16 + 0,00	31 + 11,50	311,50	8,20		2.554,30			m²	2.554,30
Pavimentação em Blocos	16 + 0,00	31 + 11,50	311,50	7,00	0,08	2.180,50			m²	2.180,50
<b>LIMPA RODAS 75 m²</b>										
Reg. do Subleito com adição 30% de bica corrida e 3% de cimento	2+10,00 LE			VAR	0,20	75,00	15,00		m³	15,00
Imprimação com E.A.I.	2+10,00 LE			VAR		75,00			m²	75,00
Pavimentação em Blocos	2+10,00 LE			VAR	0,08	75,00			m²	75,00
<b>LIMPA RODAS 75 m²</b>										
Reg. do Subleito com adição 30% de bica corrida e 3% de cimento	2+10,00 LD			VAR	0,20	75,00	15,00		m³	15,00
Imprimação com E.A.I.	2+10,00 LD			VAR		75,00			m²	75,00
Pavimentação em Blocos	2+10,00 LD			VAR	0,08	75,00			m²	75,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Reg. do Subleito com adição 30% de bica corrida e 3% de cimento	8+8,00 LE			VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.	8+8,00 LE			VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos	8+8,00 LE			VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Reg. do Subleito com adição 30% de bica corrida e 3% de cimento	8+8,00 LD			VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.	8+8,00 LD			VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos	8+8,00 LD			VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.	11+0,00 LE			VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento	11+0,00 LE			VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.	11+0,00 LE			VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos	11+0,00 LE			VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.	11+0,00 LD			VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento	11+0,00 LD			VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.	11+0,00 LD			VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos	11+0,00 LD			VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.	13+10,00 LE			VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento	13+10,00 LE			VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.	13+10,00 LE			VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos	13+10,00 LE			VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.	13+10,00 LD			VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento	13+10,00 LD			VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.	13+10,00 LD			VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos	13+10,00 LD			VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.	16+5,00 LE			VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento	16+5,00 LE			VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.	16+5,00 LE			VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos	16+5,00 LE			VAR	0,08	90,00			m²	90,00

DEMONSTRATIVO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO - RUA PORTO ALEGRE										
SERVIÇOS	EST. INICIAL	EST. FINAL	EXT. (m)	LARG. (m)	ESP. (m)	ÁREA (m²)	VOL. (m³)	DENSIDADES TAXAS DE APLIC.	UND	QTDE
<b>PAVIMENTAÇÃO - RUA PORTO ALEGRE</b>										
<b>EIXO PRINCIPAL</b>										
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		16+5,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		16+5,00 LD		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		16+5,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		16+5,00 LD		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		18+15,00 LE		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		18+15,00 LE		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		18+15,00 LE		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		18+15,00 LE		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		18+15,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		18+15,00 LD		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		18+15,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		18+15,00 LD		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		21+10,00 LE		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		21+10,00 LE		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		21+10,00 LE		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		21+10,00 LE		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		21+10,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		21+10,00 LD		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		21+10,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		21+10,00 LD		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		24+0,00 LE		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		24+0,00 LE		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		24+0,00 LE		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		24+0,00 LE		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		24+0,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		24+0,00 LD		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		24+0,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		24+0,00 LD		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		26+10,00 LE		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		26+10,00 LE		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		26+10,00 LE		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		26+10,00 LE		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		26+10,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		26+10,00 LD		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		26+10,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		26+10,00 LD		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		29+5,00 LE		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		29+5,00 LE		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		29+5,00 LE		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		29+5,00 LE		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>LIMPA RODAS 90 m²</b>										
Regularização do Subleito 100% P.I.		29+5,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		29+5,00 LD		VAR	0,20	90,00	18,00		m³	18,00
Imprimação com E.A.I.		29+5,00 LD		VAR		90,00			m²	90,00
Pavimentação em Blocos		29+5,00 LD		VAR	0,08	90,00			m²	90,00
<b>TRAVESSIAS ELEVADAS</b>										
<b>10 - TRAVESSIAS DE ÁREA TOTAL 400 m² (DIMENSÕES: 8,00 m x 5,00 m)</b>										



<b>DEMONSTRATIVO DAS QUANTIDADES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO - RUA PORTO ALEGRE</b>							
<b>RESUMO GERAL DO PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO</b>							
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>				<b>UNIDADE</b>	<b>QUANTIDADE</b>		
Regularização do Subleito 100% P.I.				m <sup>2</sup>	2.700,00		
Reg. do Subleito com adição 30% de bica corrida e 3% de cimento				m <sup>2</sup>	351,60		
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento				m <sup>2</sup>	1.063,32		
Imprimação com E.A.I.				m <sup>2</sup>	6.948,30		
Pavimentação em Blocos				m <sup>2</sup>	6.190,50		
<b>TRAVESSIAS ELEVADAS</b>							
Área Total				m <sup>2</sup>	400,00		
<b>MATERIAIS PARA PAVIMENTAÇÃO EM BLOCOS</b>							
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>ESP. (m)</b>	<b>PESO ESPECÍFICO (t/m<sup>3</sup>)</b>	<b>MASSA (t)</b>		
Blocos de Concreto		6.190,50	0,08	2,50	1.238,10		
Colchão de Areia		6.190,50	0,05	1,70	526,19		
<b>MATERIAIS BETUMINOSOS</b>							
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>VOLUME (m<sup>3</sup>)</b>	<b>MASSA (t)</b>	<b>DENSIDADE / TAXAS DE APLICAÇÃO</b>	<b>QUANTIDADE (t)</b>	
E.A.I. para Imprimação		6.948,30			0,0013 t/m <sup>2</sup>	9,033	
<b>MATERIAIS DE SUB-BASE E BASE</b>							
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>VOLUME GEOM. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUME AQUIS. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>TRAÇO</b>	<b>PESO ESPEC. (GEOM.)</b>	<b>PESO ESPEC. (SOLTO)</b>	<b>MASSA (t)</b>
Reg. do solo do Subleito com adição de 30% de bica corrida e 3% cimento		351,60		100,00%	2,14 t/m <sup>3</sup>		752,42
Solo Subleito			351,13	70,00%		1,50 t/m <sup>3</sup>	526,70
Bica Corrida			150,48	30,00%		1,50 t/m <sup>3</sup>	225,73
Cimento			15,05	3,00%		1,50 t/m <sup>3</sup>	22,57
Base - Solo Jazida 70% e 30% Bica Corrida com adição de 3% de Cimento		1.063,32		100,00%	2,14 t/m <sup>3</sup>		2.275,50
Solo de Jazida			1.061,90	70,00%		1,50 t/m <sup>3</sup>	1.592,85
Bica Corrida			455,10	30,00%		1,50 t/m <sup>3</sup>	682,65
Cimento			45,51	3,00%		1,50 t/m <sup>3</sup>	68,27

## ***Quadro de Densidades***

<b>QUADRO DE DENSIDADE DOS MATERIAIS</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>UNID</b>	<b>PESO ESPECÍFICO</b>
AGREGADOS PÉTREOS SOLTOS	t/m <sup>3</sup>	1,50
ARGILA SOLTA	t/m <sup>3</sup>	1,50
AREIA SOLTA	t/m <sup>3</sup>	1,50
REG. SUB COM ADIÇÕES DE BICA CORRIDA E CIMENTO	t/m <sup>3</sup>	2,14
IMPRIMAÇÃO (E.A.I.)	t/m <sup>3</sup>	1,00
LIMPEZAS PARA BOTA-FORA	t/m <sup>3</sup>	1,30
MATERIAL PARA BOTA-FORA	t/m <sup>3</sup>	1,40
<b>TAXAS DE APLICAÇÃO</b>		
IMPRIMAÇÃO (E.A.I.)	l/m <sup>2</sup>	1,30

***Quadro das Distâncias de Transporte***

## DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE

DMT média considerada no trecho em obras: XP = 0,00 km e XR = 0,50 km

<b>MATERIAL</b>	<b>LOCAL</b>	<b>DIST. PAV. (Km)</b>	<b>DIST. NÃO PAV. (Km)</b>
MATERIAIS PÉTREOS (BRITAS ETC)	P-1	32,10	0,50
AREIA	A-2	7,00	2,20
INSUMOS GERAIS (MADEIRA, FERRO, CIMENTO, CAL ETC.)	CIVIT II	27,90	0,50
EMPRÉSTIMO DE SOLOS	J-1	35,40	0,50
PRÉ-MOLDADOS	CIVIT II	27,90	0,50
TAMPÃO PV / GRELHAS	CIVIT II	27,90	0,50
REMOÇÕES GERAIS	BF REGIÃO	10,00	0,50
EMULSÕES ASFÁLTICAS	BETIM	577,00	0,50
INSUMOS P/ SINALIZAÇÃO HOR. E VER.	CIVIT II	27,90	0,50

## ***5.4 – Projeto de Drenagem***

## 5.4 – Projeto de Drenagem

### 5.4.1 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 dispositivos são dimensionados de forma a proporcionar a coleta e condução das águas, até local seguro de deságüe e seu dimensionamento consiste em compatibilizar-se a capacidade hidráulica de cada dispositivo às vazões de demanda.

Os dispositivos utilizados no projeto são aqueles padronizados pelos Órgãos, visando-se tanto o aspecto técnico quanto de quantificação dos mesmos.

Para os dispositivos de drenagem superficial foram utilizados:

- Meio Fio de concreto;
- BSTC 0,40m para captação;
- Poço de visita;
- Caixa de passagem;
- Coletores tipo Caixa-ralo – Boca de Lobo, etc...

E para condução subterrânea e armazenamento dos deflúvios foram utilizadas galerias tubulares de seção variada de acordo com as vazões de projeto.

### 5.4.2 Critérios de projeto

O sistema de drenagem proposto compõe-se de dispositivos de captação das águas na plataforma da pista e lançamentos construídos transversalmente às pistas em rede tubulares, que tem como finalidade dar escoamento às águas pluviais que se inserem dentro da bacia de contribuição para a área em questão.

A concepção consiste em rede coletora central, com captação em boca de lobo simples e tubo de conexão com poço de visita, conforme a seguir:



Os lançamentos da drenagem da Rua Porto Alegre, estão direcionados para um sistema de drenagem existente na Avenida Belo Horizonte.

### 5.4.3 Projeto Drenagem Superficial

O projeto de drenagem superficial abordou principalmente a condução das descargas líquidas através de meio fio de concreto até os elementos de captação. Devido às características geométricas das ruas em estudo e a limitação em corrigir algumas características, o cálculo dos comprimentos críticos foram realizados levando em consideração um alagamento de 3,00m na calha da via.

A metodologia do projeto consistiu na determinação dos comprimentos críticos obtidos pela equivalência hidráulica de Vazão do Condutor e aquela decorrente das precipitações pluviais na área de “impluvium” drenada pelo dispositivo, promovendo um deságüe ou aumento de capacidade do dispositivo.

### **- Descargas hidrológicas**

Para determinação da descarga unitária obtida no gráfico Altura x Duração, considerou-se a precipitação de 6 minutos de duração de máxima intensidade e período de recorrência de 5 anos para dispositivos de drenagem superficial.

A vazão de projeto foi calculada através do Método Racional:

$$Q = 2,78 \times 10^{-3} \times C \times I \times A, \text{ onde:}$$

Q = Vazão de projeto, em m<sup>3</sup>/s;

C = Coeficiente de escoamento, ou run-off (adimensional), considerado assim:  
Superfícies pavimentadas = 0,90

I = Intensidade de chuva = 150 mm/h (6 min: R=5anos);

A = Área da bacia de contribuição, em hectares.

Entendendo-se que a área da bacia de contribuição é a correspondente a:

E = largura do implúvio, que no caso é a largura da pista, lotes, passeios, largura da sarjeta, e

L = comprimento ou extensão da bacia de contribuição.

### **- Capacidade hidráulica**

O dimensionamento hidráulico da seção de vazão do dispositivo é obtido aplicando-se a equação da Manning associado à equação da continuidade, ou seja:

$$Q = A \times V, \text{ onde:}$$

Q = Vazão, em m<sup>3</sup>/s;

A = Área molhada do dispositivo, em m<sup>2</sup>;

V = Velocidade de escoamento, m/s que é dado pela fórmula:

$$V = (R^{2/3} \times i^{1/2}) / n, \text{ onde:}$$

R = Raio hidráulico, em metros;

i = Declividade longitudinal do dispositivo, em metros;

n = Coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional.

$$\text{Portanto, } Q = (A \times R^{2/3} \times i^{1/2}) / n.$$

Igualando-se a vazão hidrológica à capacidade hidráulica do dispositivo, obtém-se o comprimento crítico do dispositivo ou então tabelas em função da declividade de instalação ou qualquer outra variável.



### **- Dispositivos de Captação**

Caixas ralo são dispositivos em forma de caixas coletoras em blocos pré-moldados e com grelhas de FFA, a serem executadas junto aos meios fios, nas áreas urbanas, com objetivo de captar as águas pluviais e direcioná-las a rede condutora.

Conforme abordado anteriormente, na Rua Baixo Guandu adotou-se o abaulamento para o eixo da via, sendo assim, o dispositivo de coleta situa-se também ao eixo da via. Para estes casos serão utilizados poços de visitas acoplados com caixas ralo com grelha de FFA. Os detalhes do dispositivo são apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução.

O dimensionamento destes dispositivos, fora utilizado como a grelha funcionando como um vertedor de soleira livre, conforme equação abaixo:

$$Q = 2,91 \cdot A \cdot y^{1/2}$$

Onde:

Q = vazão em m<sup>3</sup>/s;

A = área da grade excluídas as áreas ocupadas pelas barras em m<sup>2</sup>;

y = altura da água na sarjeta sobre a grelha.

### **- Tubos de Conexão**

Os tubos de conexão entre as bocas de lobo e as redes de condução, são os de diâmetro de 0,40m e as declividades mínimas deverão ser de 1%, conforme recomendado.

#### **5.4.4 Bueiros e Galerias**

As galerias longitudinais, que conduzem as águas pluviais desde seus pontos de captação até os pontos de deságue foram dimensionadas, hidráulicamente, como condutos livres, aplicando-se a fórmula de Manning associada à equação da continuidade, conforme “Roteiro para o Projeto de Galerias Pluviais de Seção Circular” do Eng<sup>o</sup> Ulisses Alcântara, traduzidas na seguinte expressão:

$$Q = A \times V, \quad \text{ou} \quad Q = (A \times R^{2/3} \times i^{1/2}) / n.$$

Onde:

Q = vazão de projeto em m<sup>3</sup>/s;

A = área em m<sup>2</sup>;

V = velocidade em m/s;

R = raio hidráulico em m;

i = declividade em m/m;

n = coeficiente de rugosidade adimensional.

Os serviços deverão ser executados de acordo com as normas pertinentes, instruções de serviços, especificações e medidas de proteção e sinalização de obras.

#### **5.4.5 Lançamento e Projeto de Drenagem Especial**

Conforme abordado, os lançamentos das galerias projetadas serão direcionados para poços de visita existentes na Av. Belo Horizonte através da Rua Santa Catarina e Rua São Paulo. Devido a topografia das ruas e ao recobrimento pequeno que as galerias terão nessas ruas, foi previsto a execução de um projeto de drenagem especial.

No projeto de drenagem especial foi projetado um envelopamento e perfuração das galerias em função do pequeno recobrimento possível nas ruas que fazem o lançamento. As galerias BSTC Ø0,80m deverão ser assentados sobre berço de concreto, posteriormente fazer furos de 3/8”

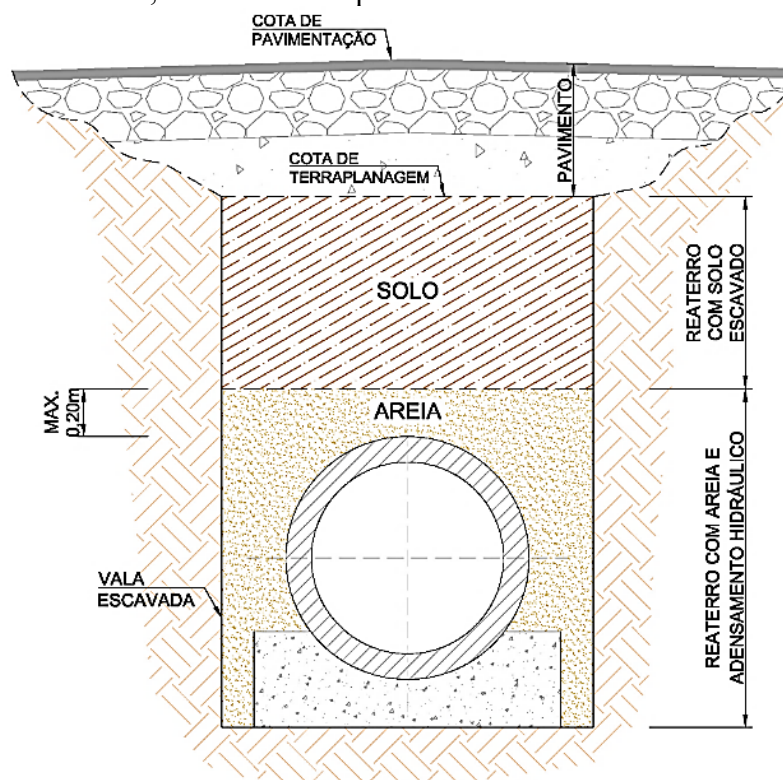
conforme projeto tipo de drenagem DN-11 e em seguida envolver todo o tubo em geotêxtil para evitar entupimento da galeria. Depois de tudo executado a vala deve receber um reaterro com areia grossa para posteriormente receber um envelopamento em concreto de 12 cm de espessura e com 20 MPa. As tubulações que receberão este envelopamento são as galerias de lançamento na Avenida Belo Horizonte.

#### 5.4.6- Métodos Executivos dos Bueiros e Galerias

As redes de tubos de concreto para drenagem pluvial serão executadas em valas, devendo em qualquer caso ter a preocupação de apoiar uniformemente todo o corpo cilíndrico do tubo, criando nichos para acomodação das bolsas, evitando-se a concentração de tensões nas tubulações.

As valas serão executadas de acordo com as larguras dos respectivos diâmetros acrescidos de no máximo 0,20m para cada lado. Conforme os estudos geotécnicos, o solo local é caracterizado com boa resistência e firmeza, portanto nas valas com profundidade superior a 1,50m foi previsto o escoramento da vala. O assentamento dos tubos deverá seguir paralelamente à abertura da vala, de jusante para montante, com bolsa voltada para montante sobre berço de concreto.

O reaterro das valas deverá ser executado e lançado em camadas de no máximo 0,20m, com compactação com equipamento auto-propelido. Por questões executivas, praticidade e qualidade na execução, bem como redução da largura das valas, foi considerado que do fundo do berço até a cota de geratriz superior do tubo acrescida de 0,20m, foi indicado o reaterro utilizando areia com adensamento hidráulico, conforme o esquema abaixo:



Todas as escavações necessárias para execução dos dispositivos foram calculadas a parte, bem como o material excedente que tem como destino um bota-fora local, mencionado no Projeto de Terraplanagem.

Os serviços deverão ser executados de acordo com as normas pertinentes, instruções de serviços, especificações e medidas de proteção e sinalização de obras.

A seguir é apresentado a memória de cálculo das escavações, escoramento e reaterros considerados no projeto.

ESP DO PAV. (m)		MEMÓRIA DE ESCAVAÇÕES								
TRECHO	Ø	L (vala)	H (médio)	Comprim.	VOL. ESCAVADO	ESCORAMENTO	VOL. OCUP. DISP.	VOL. REAT. AREIA	VOL. REAT. SOLO	VOL. BOTA FORA
COLETORES	400	0,92	1,35	379,00	470,72	0,00	121,42	181,93	97,63	373,09
1 ao 2	600	1,16	1,50	26,00	45,24	0,00	15,54	17,94	5,73	39,51
2 ao 18	600	1,16	1,80	26,00	54,29	0,00	15,54	17,94	14,78	39,51
3 ao 4	600	1,16	1,65	26,00	49,76	0,00	15,54	17,94	10,25	39,51
4 ao 5	600	1,16	1,65	26,00	49,76	0,00	15,54	17,94	10,25	39,51
5 ao 6	600	1,16	1,65	26,00	49,76	0,00	15,54	17,94	10,25	39,51
6 ao 7	800	1,40	1,90	26,00	69,16	49,40	25,10	24,04	12,74	56,42
7 ao 8	800	1,40	1,90	26,00	69,16	49,40	25,10	24,04	12,74	56,42
8 ao 9	800	1,40	1,90	26,00	69,16	49,40	25,10	24,04	12,74	56,42
9 ao 10	800	1,40	1,90	26,00	69,16	49,40	25,10	24,04	12,74	56,42
10 ao 11	800	1,40	1,90	26,00	69,16	49,40	25,10	24,04	12,74	56,42
11 ao 12	800	1,40	1,90	26,00	69,16	49,40	25,10	24,04	12,74	56,42
12 ao 12A	800	1,40	2,00	40,00	112,00	80,00	38,62	36,98	36,40	75,60
12A ao 12B	800	1,40	2,10	40,00	117,60	84,00	38,62	36,98	42,00	75,60
12B ao 12C	800	1,40	2,20	40,00	123,20	88,00	38,62	36,98	47,60	75,60
12C ao EXIST.	800	1,40	2,30	40,00	128,80	92,00	38,62	36,98	53,20	75,60
13 ao 14	600	1,16	2,11	26,00	63,64	54,86	15,54	17,94	24,13	39,51
14 ao 15	600	1,16	2,11	26,00	63,64	54,86	15,54	17,94	24,13	39,51
15 ao 16	600	1,16	2,12	26,00	63,94	55,12	15,54	17,94	24,43	39,51
16 ao 17	800	1,40	2,17	26,00	78,99	56,42	25,10	24,04	22,57	56,42
17 ao 18	800	1,40	2,10	26,00	76,44	54,60	25,10	24,04	20,02	56,42
18 ao 18A	800	1,40	1,95	40,00	109,20	78,00	38,62	36,98	33,60	75,60
18A ao 18B	800	1,40	1,75	40,00	98,00	0,00	38,62	36,98	22,40	75,60
18B ao 18C	800	1,40	1,65	40,00	92,40	0,00	38,62	36,98	16,80	75,60
18C ao EXIST.	800	1,40	1,75	40,00	98,00	0,00	38,62	36,98	22,40	75,60
<b>TOTAL</b>					<b>2360,34</b>	<b>994,26</b>	<b>755,46</b>	<b>813,63</b>	<b>615,02</b>	<b>1745,32</b>

OBS.

**VOL ESCAVADO.** L x H x C

**ESCORAMENTO** CASO H (médio) > 1,50m = H (médio) x Comp. x 2

**VOL. REAT. AREIA** CONFORME ESQUEMA APRESENTADO, CONSIDERANDO O REATERRO DA VALA DO FUNDA DA VALA ATÉ O MÁX. DE 0,20m ACIMA DA GERATRIZ SUPERIOR DO TUBO.

**VOL. REAT. SOLO** CONSIDERADO O RESTANTE DE REATERRO DA CONTA DO REATERRO COM AREIA ATÉ A COTA DO PAVIMENTO

**VOL. BOTA FORA** DIFERENÇA ENTRE O VOL. ESCAVADO E O VOL. REAT. SOLO

### 5.4.7 Apresentação

O Projeto de Drenagem está apresentado da seguinte forma:

- No Volume 2 – Projeto de Execução são apresentadas as plantas com a drenagem projetada e os detalhes executivos dos dispositivos.

## ***5.5 – Projeto de Sinalização***

## **5.5 – Projeto de Sinalização**

### **5.5.1 - Introdução**

O Projeto de Sinalização buscou indicar a disposição adequada dos dispositivos empregados para disciplinar, orientar e regulamentar o trânsito e movimento de veículos de forma a orientar 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 Horizontal.
- Sinalização de Obras.

### **5.5.2 – Sinalização 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.

### **5.5.3 – 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.

O revestimento das placas de regulamentação, advertência e indicativas deverão ser com película tipo III (Alta intensidade prismática). Para as placas de regulamentação e advertência, estas deverão ser instaladas em colunas de aço galvanizado de diâmetro de 2" e espessura de 2,25 mm, e comprimento de 3,60 m, sem emendas.

Os dispositivos projetados estão apresentados na Planta de Sinalização no Volume 2, bem como seus detalhes executivos.

### **5.5.4 – Sinalização Horizontal**

A sinalização Horizontal tem por finalidade, orientar, canalizar, restringir, proibir e regulamentar o uso da via, sendo constituída basicamente por linhas e faixas (interrompidas ou contínuas), sinais de canalização de fluxos, setas, símbolos, demarcação de estacionamentos e legendas aplicadas ao pavimento resumida e codificada:

- Linha Demarcadora de Fluxos Opostos Contínua (LFO-1 e 2)
- Linha de Retenção (LRE);
- Faixa de Travessia de Pedestres (FTP);
- Mensagens no Pavimento.

Os materiais a serem utilizados na sinalização horizontal são os seguintes:

Pintura Acrílica Retrorrefletorizada para Faixa de divisão de fluxo de sentidos opostos ou mesmo sentidos e faixas de pedestre.

### 5.5.5 - 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.

RESUMO DE SINALIZAÇÃO - RUA PORTO ALEGRE							
ESPECIFICAÇÕES	CÓDIGO	DIMENSÕES (m)	UNIDADE	QUANTID.	ÁREA (m²)	ÁREA TOTAL (m²)	
SINALIZAÇÃO VERTICAL	PLACA DE REGULAMENTAÇÃO	Octogonal	unid.	13	0,30	3,90	
		Triangular	unid.		0,59	0,00	
		Circular	unid.	6	0,24	0,00	
	PLACA DE REGULAMENTAÇÃO ESPECIAL	R	Ø= 0,40	unid.		0,13	0,78
		R	Ø= 0,50	unid.		0,20	0,00
	PLACA DE ADVERTÊNCIA	R	0,60X0,60	unid.		0,36	0,00
		R	3,00X1,75	unid.		5,25	0,00
		A	0,45X0,45	unid.	11	0,20	2,20
		A	2,00 x 1,00	unid.		2,00	0,00
		MP-01	0,50 x 1,50	unid.		0,75	0,00
	PLACA INDICATIVA	MP-02	0,30 x 0,90	unid.		0,27	0,00
		I	1,10 X 0,50	unid.		0,55	0,00
		I	1,50X0,50	unid.		0,75	0,00
I		1,50X0,80	unid.		1,20	0,00	
I		1,50X1,00	unid.		1,50	0,00	
I		1,75X1,00	unid.		1,75	0,00	
I		2,00X1,00	unid.		2,00	0,00	
PLACA DE SERVIÇOS	I	2,50X1,20	unid.		3,00	0,00	
	I	2,50X1,50	unid.		3,75	0,00	
PLACA EDUCATIVA	I	3,00X1,50	unid.		4,50	0,00	
	S	0,62X1,00	unid.		0,60	0,00	
					2,00	0,00	
					2,00	0,00	
					3,75	0,00	
<b>TOTAL SINALIZAÇÃO VERTICAL</b>				<b>30</b>		<b>6,88</b>	
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	PINTURA AMARELA	Linha Canalizadora de Tráfego (LCA)	m²	-	-	0,00	
		Zebrado (ZPA)	m²	-	-	0,00	
	PINTURA BRANCA + VERMELHA	Linha Demarcadora de Proibição de Ultrapassagem (LFO-3 e LFO-4)	m²	-	-	-	0,00
		Linha Demarcadora de Ponto de Ônibus (MVE)	m²	-	-	-	0,00
		Linha Demarcadora de Faixa de Trânsito (LFO-1)	m²	-	-	63,03	63,03
		Linha Demarcadora de Faixa de Trânsito (LFO-2)	m²	-	-	10,72	10,72
		Linha de Continuidade (LCO)	m²	-	-	-	0,00
	PINTURA BRANCA	Marcação de Ciclofaixa ao longo da Via (MC1)	m²	-	-	-	0,00
		Pintura de Ciclofaixa	m²	-	-	-	0,00
		Zebrado (ZPA)	m²	-	-	-	0,00
	TACHAS REFLETIVAS BIDIRECCIONAIS	Marca delimitadora de Estacionamento Regulamentado (MER)	m²	-	-	-	0,00
		Linha de Continuidade (LCO)	m²	-	-	-	0,00
		Linha Demarcadora de Bordo (LBO)	m²	-	-	-	0,00
Linha Demarcadora de Faixa de Trânsito (LMS-2)		m²	-	-	-	0,00	
Linha de Retenção (LRE)		m²	-	-	-	0,00	
TACHÃO REFLETIVO MONOREFLETORIZADO	Faixa de Pedestre com Fundo Vermelho (FTP)	m²	-	-	40,20	40,20	
	Setas e Mensagens no Pavimento	m²	-	-	-	537,60	
<b>TOTAL SINALIZAÇÃO HORIZONTAL (PINTURA)</b>				<b>0,00</b>		<b>675,55</b>	

## ***5.6 – Projeto de Obras Complementares***

## 5.6 – Projeto de Obras Complementares

### 5.6.1 – Introdução

O Projeto de Obras Complementares abrange a indicação de dispositivos de segurança fundamentais para proteção das vias, dos residentes e usuários. São consideradas obras complementares, os seguintes serviços:

- Implantação de calçada cidadã;
- Implantação de ladrilhos podotáteis;
- Implantação e Remanejamento de Cercas;

### 5.6.2 – Calçada Cidadã

Foram previstos passeios ao longo de toda as extensões em projeto, visando o tráfego de pedestres e proteção ao bordo da pavimentação. O revestimento do passeio será de concreto, sendo que na faixa de 20,0cm junto ao meio-fio do bordo. Os detalhes construtivos do passeio são apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução.

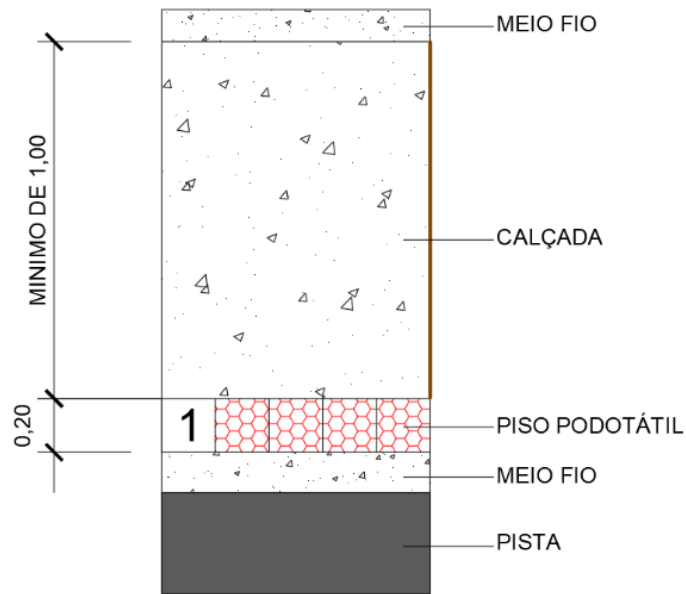
Junto aos obstáculos presentes na calçada, como árvores, placas de sinalização, equipamentos públicos etc., deverão estar devidamente implantados os ladrilhos podotáteis ao entorno dos mesmos para acessibilidade.

Os quantitativos de passeio foram obtidos através do software digital AutoCAD pelo levantamento em planta das áreas correspondentes ao passeio. De maneira análoga, os ladrilhos podotáteis também foram levantados da mesma forma, apresentando uma estimativa na ordem de 20% do total da área de passeio, com as dimensões apresentadas.

PASSEIO E LADRILHO				
SERVIÇO	UNID	ÁREA TOTAL EM PLANTA	% APROX. ÁREA MEIO FIO	ÁREA EFETIVA
<b>RUA PORTO ALEGRE</b>				
Calçada de concreto fck=15 MP	m <sup>2</sup>	2607,41	6,00%	2450,97
Ladrilho hidráulico	m <sup>2</sup>	521,48	0,00%	521,48
TOTAL CALÇADA	m <sup>2</sup>	2450,97		
TOTAL LADRILHOS	m <sup>2</sup>	521,48		

A seguir é apresentado um esquema com as proporções das áreas consideradas para um passeio com largura de no mínimo 1,00m. Em alguns segmentos pode haver variações.





### 5.6.3 – Cercas

Ao longo da Rua Porto Alegre foram identificadas algumas cercas as quais vem a interferir na execução da obra. Para estas, foi previsto a demolição e remoção e posterior reimplantação. Os segmentos estão indicados na Planta do Projeto Geométrico.

### 5.6.4 – Apresentação

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