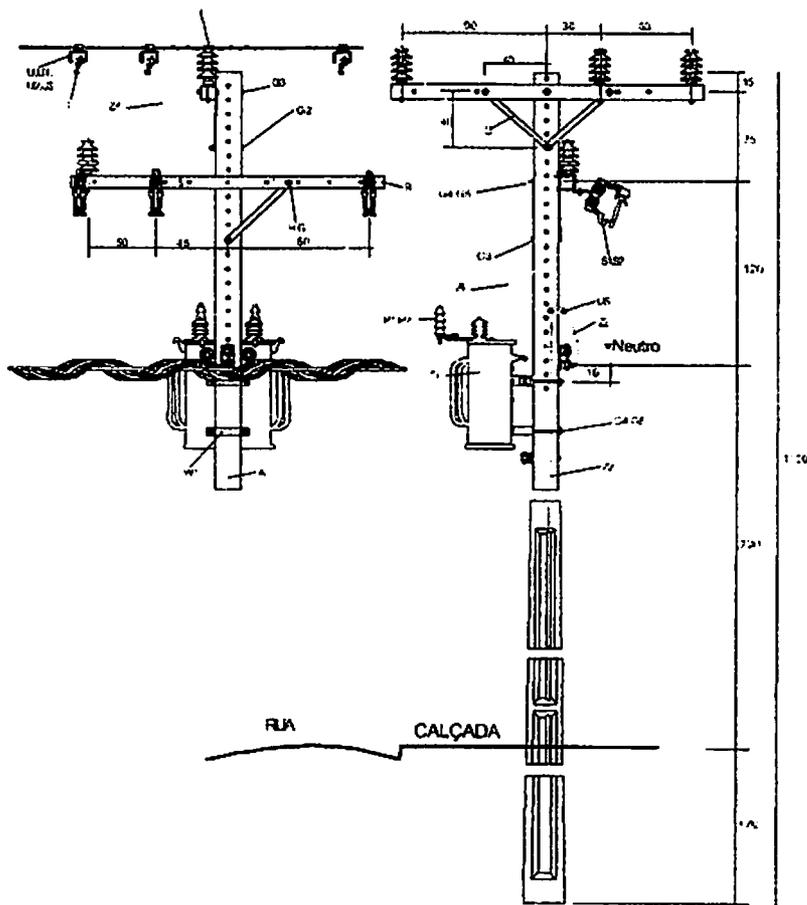


POSTO TRANSFORMADOR  
ESTRUTURA TFO - N1-T-PR



Obs  
Med das em cm

**MC PROJETOS E CONSULTORIA TÉCNICA**  
RUA SÃO JOÃO Nº 1055 - A - JARDIM PRIMAVERA - SORRISO/MT  
FONE: CEL.: (66) - 9985-6905 / (66) - 3544-0559

MUNICÍPIO:  
SORRISO - MT

DATA:  
11/2007

ESCALA:  
S/ ESCALA

DESENHO:

ART Nº:

F Nº:  
01

Nº F:

ASSUNTO:  
**DETALHE DE ALTA E BAIXA TENSÃO**

CLIENTE:  
**EMG CONSTRUTORA LTDA.**

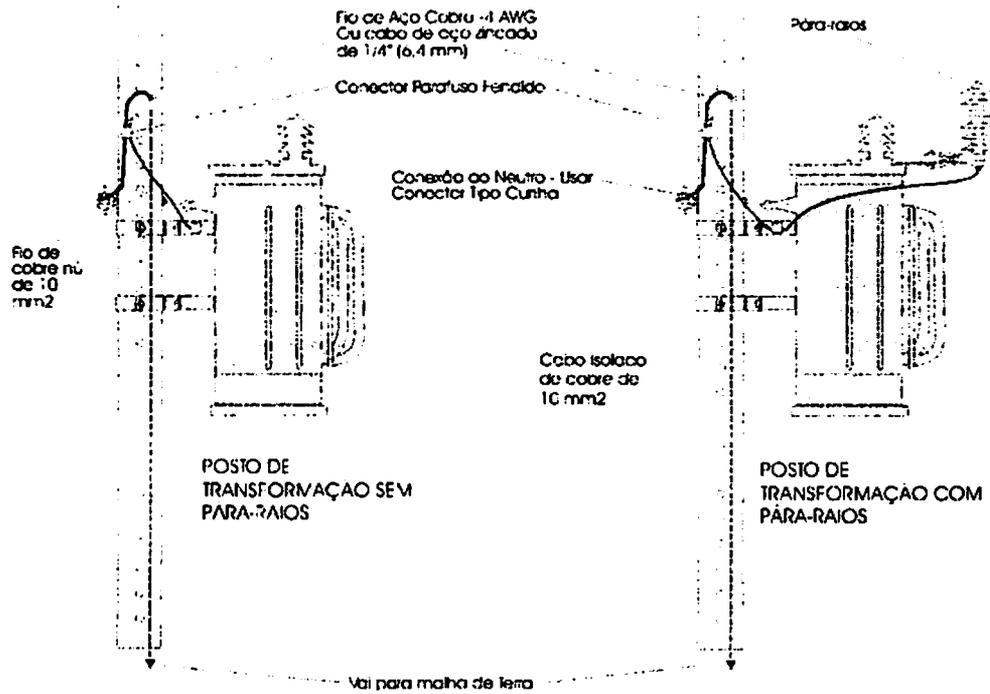
OBRA:  
RESIDENCIAL PARK DAS ARARAS

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
ENGR. ELET. GABRIEL HERNAN VIVIANO VERRARA

*Gabriel Hernan Viviano Verrara*  
Eng. Eletricista  
CREA/MT Nº 10361/D

CREA  
10581/D

## ATERRAMENTO NO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO

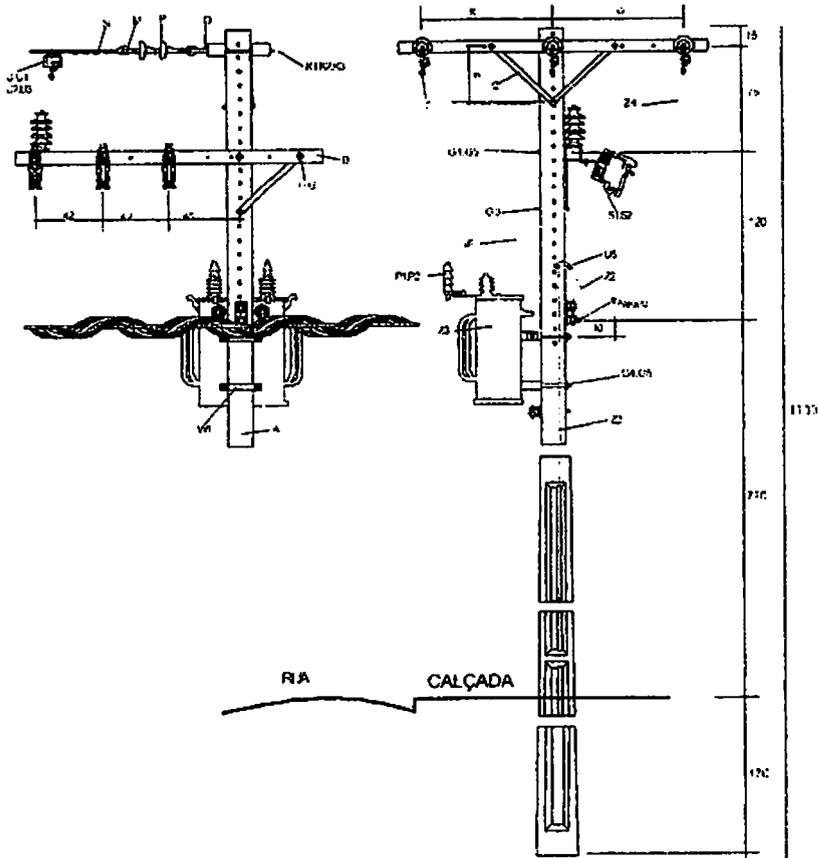


Ver NOIA 1

**NOIA 1**  
 Na interligação dos para raios com cabo flexível isolado, deverá ser deixado um cabo para facilitar a atuação do desligador automático do para raios do meio

<b>MC PROJETOS E CONSULTORIA TÉCNICA</b> RUA SÃO JOÃO Nº 1055 - A - JARDIM PRIMAVERA - SORRISO/MT FONE: CEL.: (66) - 9985-6905 / (66) - 3544-0559		MUNICÍPIO: SORRISO - MT	
ASSUNTO: <b>DETALHE DE ALTA E BAIXA TENSÃO</b>		DATA: 11/2007	
CLIENTE: <b>EMG CONSTRUTORA LTDA.</b>		ESCALA: S/ ESCALA	
OBRA: RESIDENCIAL PARK DAS ARARAS		DESENHO:	
RESPONSÁVEL TÉCNICO: ENG. ELET. GABRIEL HERNAN VIVANCO VERGARA		ART Nº:	
<i>Eng. Gabriel Hernan Vivanco Vergara</i> EN. ELET. Nº 10864 CRE. MT Nº 10864 10581/D		F Nº: <b>09</b>	Nº F:

POSTO TRANSFORMADOR  
ESTRUTURA TIPO - N3-T-PR



Obs  
Medidas em cm

**MC PROJETOS E CONSULTORIA TÉCNICA**  
RUA SÃO JOÃO Nº 1055 - A - JARDIM PRIMAVERA - SORRISO/MT  
FONE: CEL.: (66) - 9985-6905 / (66) - 3544-0559

ASSUNTO:

**DETALHE DE ALTA E BAIXA TENSÃO**

CLIENTE:

**EMG CONSTRUTORA LTDA.**

OBRA:

RESIDENCIAL PARK DAS ARARAS

RESPONSÁVEL TÉCNICO

ENG. ELET. GABRIEL HERNAN VIVANCO VERGARA

CREA  
10581/D

MUNICÍPIO:

SORRISO - MT

DATA:

11/2007

ESCALA:

S/ ESCALA

DESENHO:

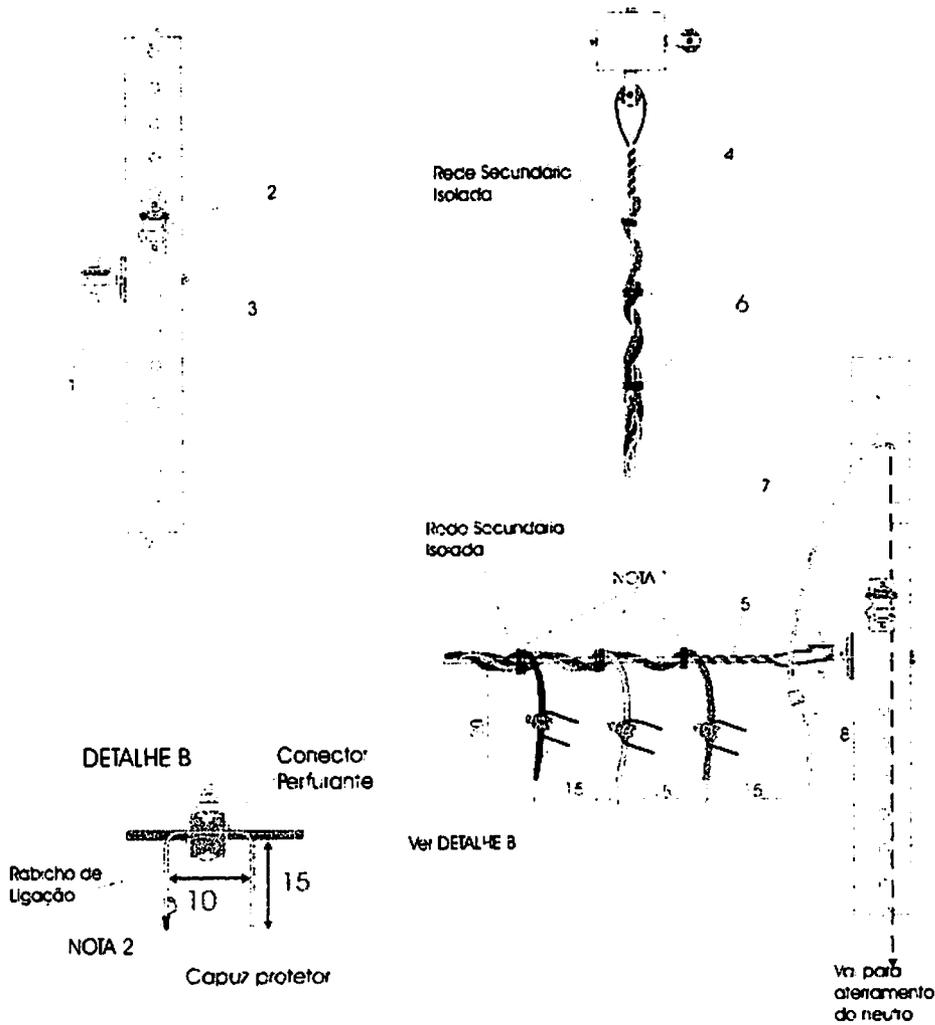
ART Nº:

F Nº:

02

Nº F:

**ESTRUTURA SI - 3 (Fim de linha)**  
 ESTRUTURA SI-3  
 Ancoragem Simples



**NOTA 1**  
 Envolver os condutores fase e neutro, com 3 voltas bem apertadas feitas com fio isolado de cobre de 6 mm<sup>2</sup>

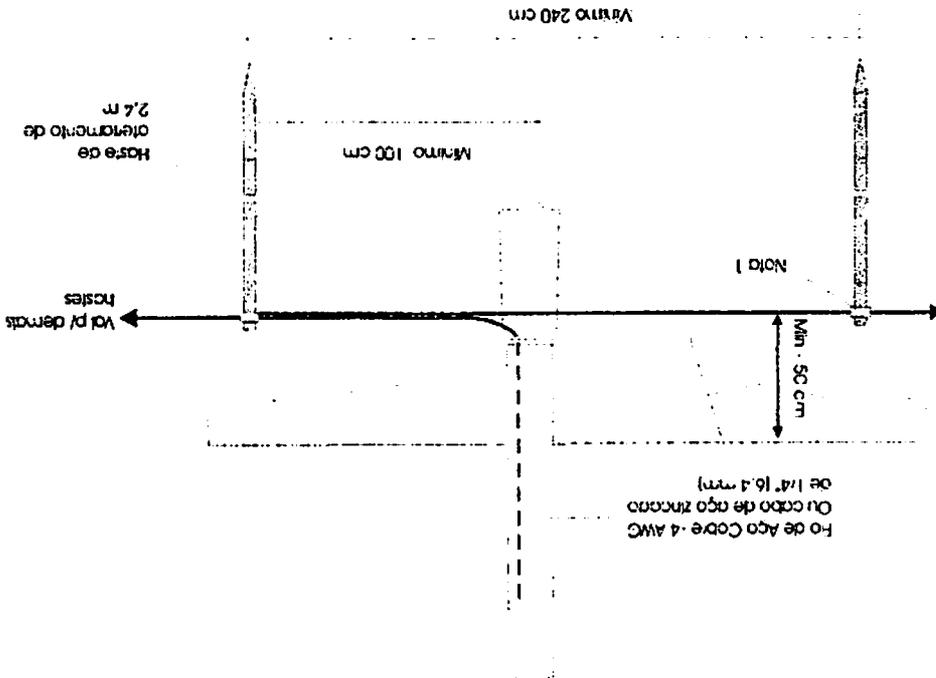
**NOTA 2**  
 Uma das pernas do rabicho deve ter uma ponta de 1 cm desprovida de isolamento, para instalação de instrumentos de medição. Essa ponta deve ser isolada vedada com fita auto-fusão e na sequência dar acabamento com fita isolante de PVC, ou então usar o capuz protetor que vem com o conector perfurante. O rabicho de Ligação deve ser feito com um pedaço de uma das fases de condutor multiplexado de 25 mm<sup>2</sup>, retirado de sobras de condutores

<b>MC PROJETOS E CONSULTORIA TÉCNICA</b> RUA SÃO JOÃO Nº 1055 - A - JARDIM PRIMAVERA - SORRISO/MT FONE: CEL.: (66) - 9985-6905 / (66) - 3544-0559	
ASSUNTO:	<b>DETALHE DE ALTA E BAIXA TENSÃO</b>
CLIENTE:	<b>EMG CONSTRUTORA LTDA.</b>
OBRA:	RESIDENCIAL PARK DAS ARARAS
RESPONSÁVEL TÉCNICO ENG. ELET. GABRIEL HERNAN VIVANCO VERGARA	CREA 10581/D

MUNICÍPIO: SORRISO - MT	
DATA:	11/2007
ESCALA:	S/ ESCALA
DESENHO:	
ART Nº:	
F Nº:	Nº F:
03	03

*Gabriel Hernan Vivanco Vergara*  
 Eng. Eletricista  
 CREA MT Nº 10581/D

CONEXÕES - MALHA DE TERRA DO POSTO DE TRANSFORMAÇÃO



NOTAS

- 1 - As conexões do condutor de aterramento com as hastes de ferro, deverão ser cobertas totalmente com massa condutora.
- 2 - Deverão ser cruzadas as hastes amarradas entre si e dispostas paralelamente à via pública, guardando-se entre elas um afastamento de 2,4 m, e conectando-se o condutor de descida do aterramento, preferencialmente, a uma das hastes centrais.
- 3 - A distância do poste à haste mais próxima deverá ser de, no mínimo, (1 num) metro.
- 4 - Poderão também ser empregadas hastes de aterramento contínuas zecadas de 2,4 metros.

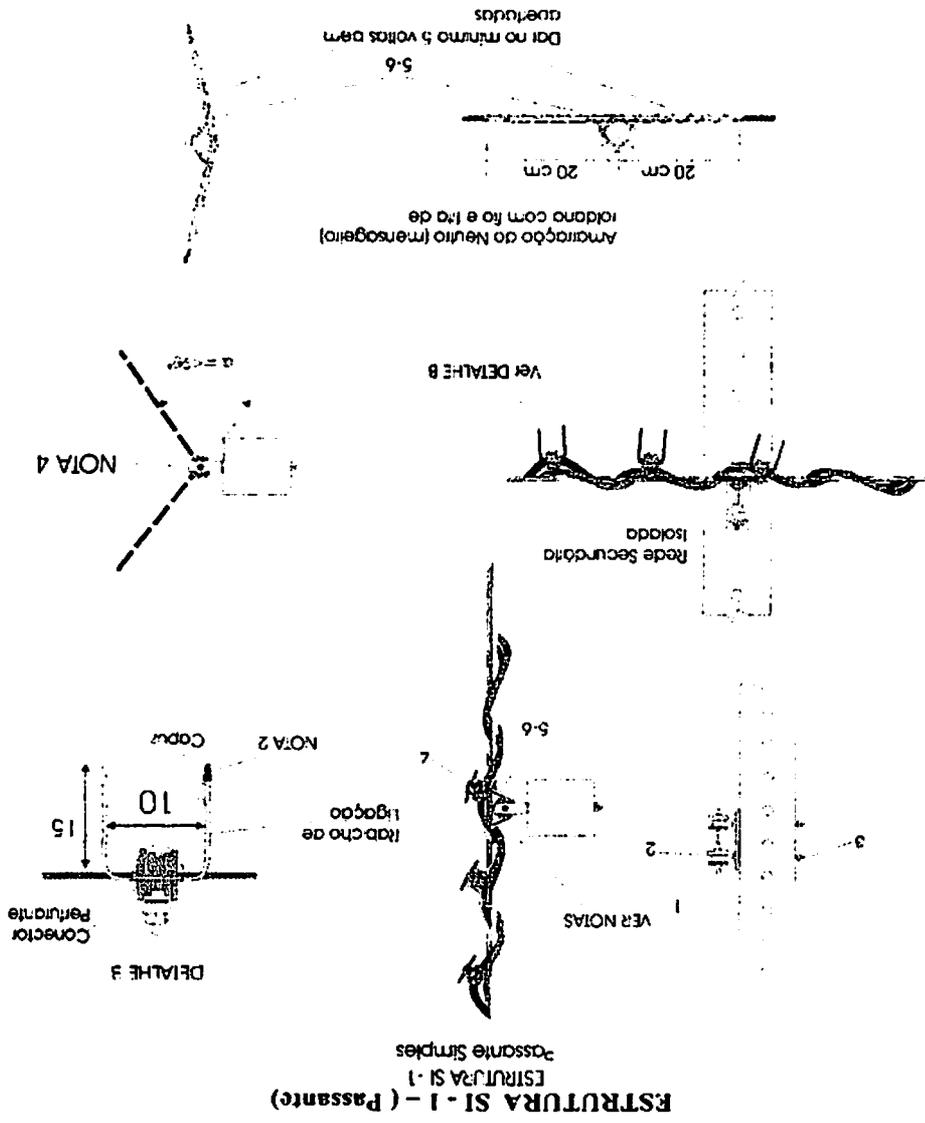
MUNICÍPIO: SORRISO - MT		DATA: 11/2007		ESCALA: S / ESCALA		DESENHO:		ART. N.º:		F. N.º: N.º F.º	
MC PROJETOS E CONSULTORIA TÉCNICA RUA SÃO JOÃO N.º 1055 - A - JARDIM PRIMAVERA - SORRISO/MT FONE: CEL.: (66) - 9985-6905 / (66) - 3544-0559						ASSUNTO: DETALHE DE ALTA E BAIXA TENSÃO					
CLIENTE: EMG CONSTRUTORA LTDA.						OBRA: RESIDENCIAL PARK DAS ARARAS					
RESPONSÁVEL TÉCNICO: ENG. ELET. GABRIEL HEINAN VIVANCO VENGARA						10581/D					

10581/D  
GABRIEL HEINAN VIVANCO VENGARA  
ENGENHEIRO ELETRICISTA  
CREMAT Nº 10581/D

MUNICÍPIO: SORRISO - MT		DATA: 11/2007		ESCALA: S / ESCALA		DESENHO:		ART. N.º:		F. N.º: 08	
MC PROJETOS E CONSULTORIA TÉCNICA		RUA SÃO JOÃO Nº 1056 - A - JARDIM PRIMAVERA - SORRISO/MT		PONE: CEL: (66) - 9965-6905 / (66) - 3544-0559		ASSUNTO: DETALHE DE ALTA E BAIXA TENSÃO		CLIENTE: EMG CONSTRUTORA LTDA.		OBRA: RESIDENCIAL PARK DAS ARARAS	
PESQUISAVEL TÉCNICO		ENGR. ELETR. GABRIEL HERMAN ALVARO FENGGARA		10581/D		CREAMT Nº 139		CREA		10581/D	

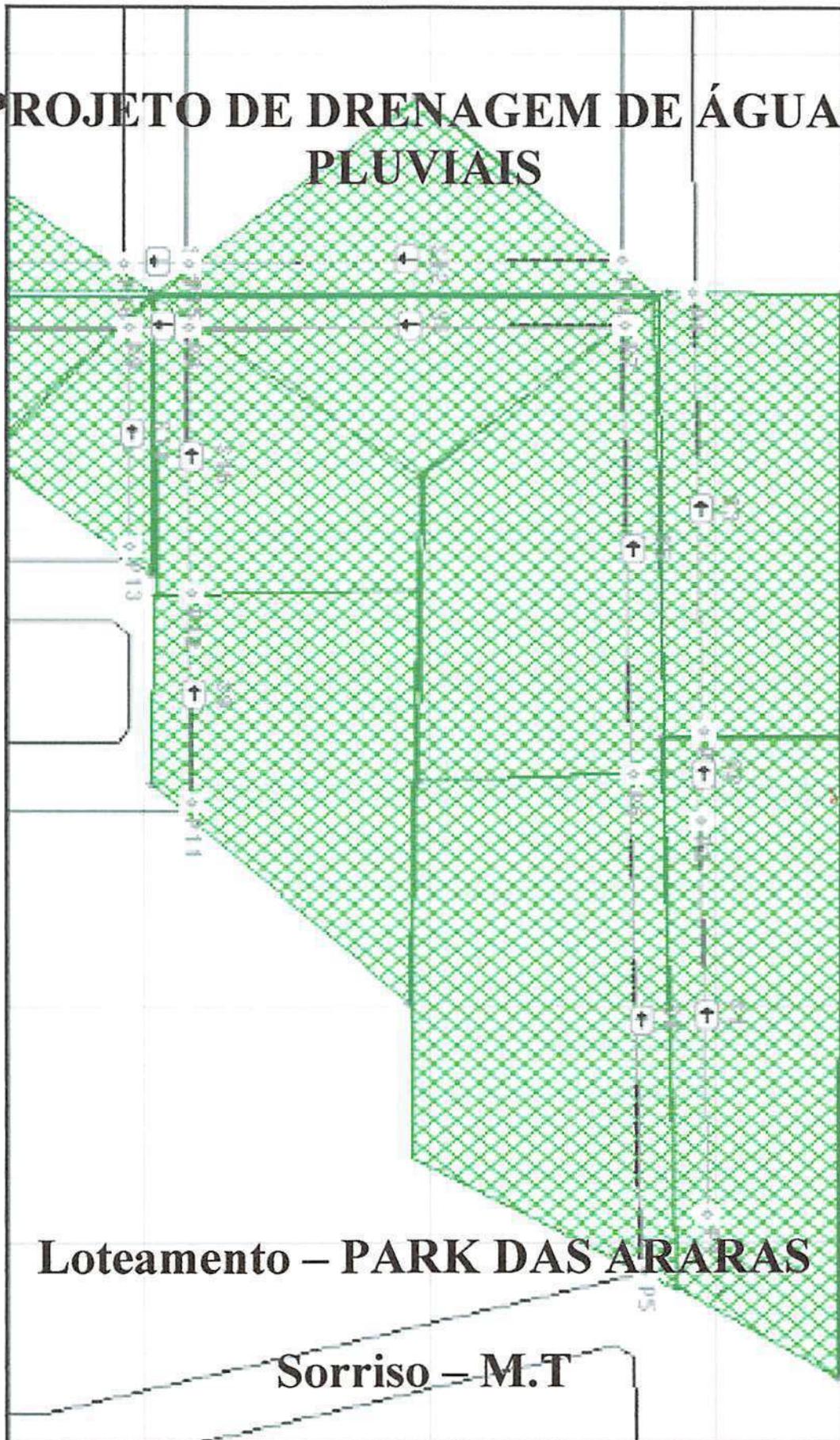
NOTA 2: Este projeto deve ser executado com traço de 1,5 mm em linhas de 1,5 mm de espessura no tratamento por processo de pintura de aço. O detalhe deve ser executado com traço de 1,5 mm em linhas de 1,5 mm de espessura. O detalhe deve ser executado com traço de 1,5 mm em linhas de 1,5 mm de espessura. O detalhe deve ser executado com traço de 1,5 mm em linhas de 1,5 mm de espessura.

NOTA 4: Quando o tubo for em aço, a conexão deve ser feita com solda. Quando o tubo for em alumínio, a conexão deve ser feita com cola epóxi. Quando o tubo for em PVC, a conexão deve ser feita com cola de PVC. Quando o tubo for em polipropileno, a conexão deve ser feita com cola de polipropileno. Quando o tubo for em polietileno, a conexão deve ser feita com cola de polietileno. Quando o tubo for em nylon, a conexão deve ser feita com cola de nylon. Quando o tubo for em teflon, a conexão deve ser feita com cola de teflon. Quando o tubo for em vidro, a conexão deve ser feita com cola de vidro. Quando o tubo for em cerâmica, a conexão deve ser feita com cola de cerâmica. Quando o tubo for em concreto, a conexão deve ser feita com cola de concreto. Quando o tubo for em madeira, a conexão deve ser feita com cola de madeira. Quando o tubo for em plástico, a conexão deve ser feita com cola de plástico. Quando o tubo for em metal, a conexão deve ser feita com cola de metal. Quando o tubo for em fibra de vidro, a conexão deve ser feita com cola de fibra de vidro. Quando o tubo for em fibra de carbono, a conexão deve ser feita com cola de fibra de carbono. Quando o tubo for em fibra de kevlar, a conexão deve ser feita com cola de fibra de kevlar. Quando o tubo for em fibra de aramida, a conexão deve ser feita com cola de fibra de aramida. Quando o tubo for em fibra de polipropileno, a conexão deve ser feita com cola de polipropileno. Quando o tubo for em fibra de polietileno, a conexão deve ser feita com cola de polietileno. Quando o tubo for em fibra de nylon, a conexão deve ser feita com cola de nylon. Quando o tubo for em fibra de teflon, a conexão deve ser feita com cola de teflon. Quando o tubo for em fibra de vidro, a conexão deve ser feita com cola de vidro. Quando o tubo for em fibra de cerâmica, a conexão deve ser feita com cola de cerâmica. Quando o tubo for em fibra de concreto, a conexão deve ser feita com cola de concreto. Quando o tubo for em fibra de madeira, a conexão deve ser feita com cola de madeira. Quando o tubo for em fibra de plástico, a conexão deve ser feita com cola de plástico. Quando o tubo for em fibra de metal, a conexão deve ser feita com cola de metal. Quando o tubo for em fibra de fibra de vidro, a conexão deve ser feita com cola de fibra de vidro. Quando o tubo for em fibra de fibra de carbono, a conexão deve ser feita com cola de fibra de carbono. Quando o tubo for em fibra de fibra de kevlar, a conexão deve ser feita com cola de fibra de kevlar. Quando o tubo for em fibra de fibra de aramida, a conexão deve ser feita com cola de fibra de aramida.



ESTRUTURA SI - 1 - (Passante Simples)  
ESTRUTURA SI - 1  
Passante Simples

# PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS



Loteamento - PARK DAS ARARAS

Sorriso - M.T

## I – Memorial Descritivo Drenagem de Águas Pluviais.

### I. – Drenagem Pluvial.

#### Precipitações e Medições:

A água que chega á atmosfera sob forma de vapor, condensa-se e aumentando de peso cai em forma de chuva, ou de granizo quando atravessa camadas com temperatura baixa e em alguns casos quando a temperatura é muito baixa a ocorrência de neve.

Daí a importância da realização de medições sistemáticas, para chegar a valores médios significativos.

Além da altura pluviométrica, que é a grandeza básica da observação das chuvas, as outras grandezas de interesse nas precipitações são:

1. Duração(t) – é o intervalo de tempo de observação de uma chuva. As alturas pluviométricas acumuladas a partir do início da chuva que são registradas, sob forma de pluviogramas.
2. Intensidade (i) – é a relação altura/duração. Observando-se que altas densidades correspondem a a curtas durações.
3. Frequência (f) – é o número de vezes que em uma dada chuva (Intensidade e Duração) ocorre ou é superada num tempo dado, no geral em um ano (vezes por ano).
4. Recorrência (T) – ou retorno é o inverso da frequência , ou seja, o período em que uma dada chuva pode ocorrer ou ser superada (anos por vez).

#### Escoamento Superficial:

Do volume total de água que precipita sobre o solo, apenas uma parcela esco sobre a superfície e sucessivamente constitui as enxurradas, os córregos, os ribeirões, rios e lagos. O restante é interceptado pela cobertura vegetal e depressões do terreno, infiltra e evapora. O coeficiente de deflúvio é apresentado como o resultado da ação do terreno sobre a chuva relacionando o volume que esco com o volume precipitado, que também é melhor definido como sendo a relação entre a vazão de enchente de certa frequência e a intensidade média de chuva de igual frequência. Existe algumas fórmulas práticas como a de Horner, que tem:

$$C = 0,364 \log t + 0,0042r - 0,145;$$

Apresentada com, t= duração em minutos, r=percentual impermeabilizada da área.

No memorial de cálculo apresenta descrito na planilha de dados hidrológicos.

O presente projeto refere-se a drenagem das águas pluviais do Loteamento Residencial Park das Araras, município de Sorriso, Estado de Mato Grosso, com situação na região norte do Estado, área com vegetação característica de cerrado aberto, antiga área de pastagem, com parte de vegetação permanente (APP) que será preservada na parte de fundo do Loteamento. E ainda a complementação com uma área verde que será contemplada através de um projeto de recuperação de áreas degradadas.

A drenagem pluvial proposta será obtida através da delimitação da sarjeta nos locais de limitação entre o passeio público e a pista de rolamento. Em seguida será através das sarjetas / meio fio, boca de lobo e tubulação de tubos de concreto.

**Dados do Projeto:**

- Topografia da área.
- Traçado Viário.
- Critérios de Projeto.

**Topografia da Área:** Toda área a ser drenada foi devidamente levantada – planialtimétrico de forma a determinar a situação do local do terreno, como também as áreas de contribuição para determinação da drenagem.

**Traçado Viário:** Por se tratar de área loteada e não habitada foram obedecidos o traçado do projeto urbanístico, com a caracterização das ruas/avenidas definidas para este projeto de loteamento.. Foram considerados a ruas com pavimento asfáltico e a área de contribuição considerada para drenagem de águas pluviais, uma parte dos lotes e outra da metade da rua, convergindo para a sarjeta. Estas áreas estão expressas nas planilhas do memorial de cálculo.

**Critérios de Projetos:** Para elaboração do projeto foram considerados os seguintes:

- a- **Sarjetas:** Com observação do caminho natural para estabelecimento da melhor eficiência do sistema superficial. A largura de 0,30m, altura de 0,15m, tangente de 10,0 e velocidade máxima de 5,00m/s e mínima de 0,35m/s.
- b- **Áreas de Contribuição:** Para estabelecer a devida drenagem através da contribuição em cada sarjeta até as boca de lobo foram determinados as áreas de direta influência para o trecho previsto da sarjeta – visto nas planilhas do memorial de calculo.
- c- **Chuvas:** Para determinação da drenagem pluvial foram adotados, a chuva com duração de 10 min, período de retorno de 10 anos, coeficiente de run-off de 0,80, percentual impermeável de 75 % e tempo de concentração mínimo de 10 minutos.

- d- **Galerias:** Foram adotados para as galerias a velocidade mínima de 0,35m/s, velocidade máxima 5,00m/s e declividade construtiva mínima de 0,0005 m/m. A lâmina máxima (y/d) a ser admitida foi de 0,90. Para a taxa de infiltração em tubos de concreto pré-moldados foram admitidos 0,01 l/s/km.

Os tubos de concreto deverão ser fabricados conforme as normas NBR 9793/87 – Tubos de concreto simples de seção circular para águas pluviais (Classes C1 a C5) – Especificação e NBR 9794/87 – Tubos de concreto armado de seção circular para águas pluviais (Classes CA1 a CA4) – Especificação. O uso do cimento que atenda as normas da ABNT e agregados com diâmetro máximo igual a 1/3 da espessura da parede do tubo conforme a NBR 7211. Em relação ao concreto, as especificações recomendam que o material tenha uma porcentagem mínima de argamassa compatível com o processo de fabricação e uma relação água/cimento de no máximo 0,50. Para acabamento do tubo, cura, água destinada ao amassamento do concreto e dimensões mínimas nos tubos e tolerâncias dimensões na tabela 1 – NBR 9793/87 e NBR 9794/87. Para o controle de qualidade dos produtos colocados na obra, os lotes devem ter amostras ensaiadas conforme as normas NBR-6583/87 – para tubo simples, e NBR 9795/87 para tubos de concreto – para determinação da resistência à compressão diametral e também quanto a permeabilidade, absorção, e avaliação visual e dimensional (NBR6586/87 e NBR 9796/87).

Os tubos de concreto, são peças circulares pré-moldadas de concreto, com encaixe macho e fêmea ou ponta e bolsa. São utilizados em galerias de águas pluviais, drenagem de aeroportos e rodovias, galerias e bueiros. Possuem as seguintes características técnicas, segundo a NBR 8890/03;

- Cimento: qualquer tipo de cimento, estando de acordo com a NBR 5732 ou NBR 5733 ou NBR 5735 ou NBR 5736 ou NBR 5737.
- Armadura: pode ser utilizado barras de aço ou telas soldada, conforme NBR 7480 ou NBR 7481.
- Agregados: selecionados, livres de impureza, conforme NBR 7211.
- A seguir: classes de resistência, diâmetros e características:

#### **Tubos de Concreto Simples**

DN Classe	Carga mínima de ruptura kN/m	
	PS1	PS2
200	16	24
300	16	24
400	16	24
500	20	30
600	24	36



### Tubos de Concreto Armado

DN	Carga mín. de fissura kN/m				Carga mínima de ruptura kN/m			
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA1	PA2	PA3	PA4
300	12	18	27	36	18	27	41	54
400	16	24	36	48	24	36	54	72
500	20	30	45	60	30	45	68	90
600	24	36	54	72	36	54	81	108
700	28	42	63	84	42	63	95	126
800	32	48	72	96	48	72	108	144
900	36	54	81	108	54	81	122	162
1 000	40	60	90	120	60	90	135	180
1 100	44	66	99	132	66	99	149	198
1 200	48	72	108	144	72	108	162	216
1 500	60	90	135	180	90	135	203	270
1 750	70	105	158	210	105	158	237	315
2 000	80	120	180	240	120	180	270	360

### Dimensões e Tolerâncias

Diâmetro nominal DN	Comprimento útil mínimo do tubo A	Comprimento mínimo da bolsa B	Folga máxima da bolsa C	Espessura mínima de parede	
				Simples	Armado
200	1 000	50	15	30	-
300	1 000	60	15	30	45
400	1 000	65	15	40	45
500	1 000	70	20	50	60
600	1 000	75	20	55	60
700	1 000	80	20	-	66
800	1 000	80	20	-	72
900	1 000	80	20	-	75
1 000	1 000	80	20	-	80
1 100	1 000	80	25	-	90
1 200	1 000	90	25	-	96
1 300	1 000	90	25	-	105
1 500	1 000	90	30	-	120
1 750	1 000	100	30	-	140
2 000	1 000	100	30	-	180

O dimensionamento de galerias é realizado com base nas equações hidráulicas de movimento uniforme, como as de Manning.

Resumo do Calculo da descarga de galeria:

Velocidade Real (m/s) = 3,91

Velocidade a Seção Plena (m/s) = 4,24

Vazão a Seção Plena (m<sup>3</sup>/s) = 4,80

Relação  $y/D = 0,395$

Tubulação de Descarga(Diâmetro Interno)=1,20m

- e- **Ruas:** Conforme planta de detalhamento da rua as larguras, declividades foram especificadas. Para cálculo da drenagem foram adotados, para largura da via 9,00 m, n Manning igual a 0,0016, declividade transversal de 3,0 %, a classe da via adotada como secundária.

#### **Especificação dos Dispositivos de Drenagem Urbana.**

- a- **Galerias** - Dispositivos destinados à condução dos deflúvios que se desenvolvem na plataforma das ruas para os coletores de drenagem, através de canalizações sub-terrneas, integrando o sistema de drenagem da rua de modo a permitir a livre condução dos veículos.
- b- **Bocas de Lobo** – Dispositivos de captação localizada junto aos bordos da calçada ou meio fios da malha viária, que através de ramais, transferem os deflúvios para as galerias ou outros coletores.
- c- **Poços de Visita** – Caixas intermediárias que se localizam ao longo da rede para permitir modificações de alinhamento, dimensões, declividades ou alterações de quedas, sendo que deverão ser visitáveis de forma que permitam a limpeza e inspeção preventiva e corretiva.
- d- **Caixas de passagem** - Caixas intermediárias que se localizam ao longo da rede para permitir modificações de alinhamento, dimensões, declividades ou alterações de quedas.

#### **Especificação para Execução dos Serviços.**

- a- **Locação da Tubulação:** Será locado no eixo da rua ou avenida a linha que determinará a escavação de valas para colocação da tubulação de drenagem pluvial.
- b- **Escavação de Valas:** As valas serão abertas seguindo a locação e as cotas determinadas em projeto, bem como a largura da vala que será determinada na planilha de Resultado das galerias, para cada trecho.



- c- **Regularização de Fundo de Vala e Berço Drenante:** O fundo das valas deverão ser regularizados com apiloamento em maço e posteriormente execução da camada de pedra brita com espessura de 10 cm, fazendo um lastro com largura igual ao diâmetro da tubulação.
- d- **Assentamento da Tubulação:** Toda a tubulação será assentada de jusante para montante com o encaixe de tubos de concreto, conforme especificado diâmetro no projeto, em seguida ao assentamento deverá ser executado rejuntamento da tubulação com anel interno na parte inferior do tubo, na região de encaixe, e na parte superior externamente, com argamassa de cimento e areia no traço de 1:3.
- e- **Boca de Lobo:** Nos locais determinados serão executados as bocas de lobo, com tijolos maciços, tampo de concreto, conforme detalhe em projeto, a ser revestido por argamassa de cimento e areia no traço 1:3. Ver o detalhe para construção na planta de detalhe.
- f- **Poços de Visita e Caixas de Passagem:** Obedecendo ao projeto serão executados os poços de visita, conforme detalhes descritos no projeto, com escavação, encaixe da tubulação, ligação da boca de lobo, execução da chaminé para visita e tampo de ferro fundido visitável. Para as caixas de passagem os detalhes também consta na prancha de detalhes e a sua disposição na planta geral de drenagem. A laje de cobertura do poço deverá ser moldada, concretado e após período de cura (28 dias) ser assentada sobre a caixa em alvenaria de tijolos maciços. Na execução do chaminé deverá ser executada uma cinta na altura superior da chaminé com o ajuste para recebimento do caixilho do tampão de ferro fundido.
- g- **Meio Fio e Sarjeta:** Dispositivo com função de limitar a área da plataforma dos terrenos marginais, canteiros e etc, bem como os dispositivos de drenagem superficial. O meio fio será fundido juntamente com a sarjeta, em concreto, perfeitamente ligado ao pavimento, deverá ainda ser escorado por concreto (bolas) com distância de 1,00 m. O Tipo de meio fio adotado está representado na prancha de detalhe. Os equipamentos necessários para a execução dos serviços será:
- a) Caminhão basculante;
  - b) Caminhão de carroceria fixa;
  - c) Betoneira ou caminhão betoneira;
  - d) Motoniveladora;
  - e) Pá carregadeira;
  - f) Rolo Compactador;
  - g) Retroescavadeira ou valetadeira;
  - h) Máquina de pré-moldado ou extrusora;

O concreto a ser usado deverá ser dosado de forma que tenha uma resistência mínima a compressão, aos 28 dias, de 15 Mpa.



- h- **Reaterro Compactado de Valas:** Após o assentamento das tubulações e rejunte as valas receberão, do mesmo material escavado, reaterro, feito em camadas, compactado mecanicamente até a altura do sub-leito, do pavimento projetado.
- i- **Bota-fora:** Com a sobra do material, após o reaterro, deverá ser retirado do local, com a distancia média de transporte não superior a 3km..

### **Manejo Ambiental.**

Durante a construção dos dispositivos de drenagem deverão ser preservadas as condições ambientais, exigindo-se entre outros, os procedimentos:

- a- Todo material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos;
- b- O material excedente deverá ser removido para um local pré-definido em conjunto com os órgão de controle ambiental, municipal e estadual;
- c- No ponto de deságüe após a execução dos dispositivos de descarga de galeria deverá ser removido qualquer tipo de material que possa ser carreado ao curso d'água, bem como impedir o perfeito funcionamento deste dispositivo.
- d- Deverá ser evitado o transito desnecessário em terrenos naturais principalmente em áreas verdes.

Sorriso(MT), julho/2007.

  
**SILVETH XAVIER DE OLIVEIRA**  
Eng. Civil - CREA-5.377/D

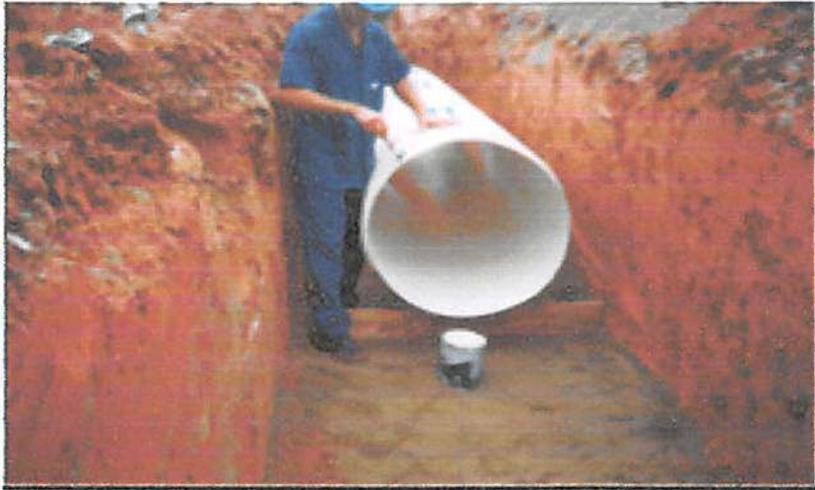
**LOTEAMENTO RESIDENCIAL PARK DAS ARARAS**  
**EMG -CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA**



**BIBLIOGRAFICA e SOFTWARE:**

1. **Manual de Pavimentação Urbana – Volume III**  
Serviços de Drenagem (apêndice) – ABPv – 1991.
2. **Manual Prático de Drenagem** – Coleção Disseminar  
FUNDAÇÃO RICARDO FRANCO – IME (Instituto Militar de Engenharia)  
Cel. Paulo Roberto Dias Morales.
3. **Águas de Chuva**  
Engenharia das águas pluviais nas cidades  
Manoel Henrique Campos Botelho.
4. **Software – CDREN – Software para projeto de redes de drenagem Pluvial** – FCTH (Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica) – S.P.
5. **Soluções de Infra-Estrutura em Tubos de Concreto** – ABTC  
(Associação Brasileira dos fabricantes de tubos de concreto).
6. **Manual de Hidráulica** – Azevedo Neto – 8ª. Edição atualizada.





### TUBOS ESTRUTURADOS DE PVC RIB LOC

Destinados à execução de redes de drenagem pluvial e esgotamento sanitário, Rib Loc é uma tecnologia de Tubo Helicoidal de PVC surgida na Austrália e largamente utilizada em mais de 40 países.

Produzidos através do enrolamento helicoidal de perfis de PVC capaz de produzir tubos de diâmetros que variam de 300 mm a 3.000 mm.

Apresentam uma série de vantagens entre as quais podemos destacar:

- **LEVEZA** : Em função do desenho do perfil de PVC os tubos Rib Loc possuem um peso extremamente baixo quando comparado com outros materiais.
- **FÁCIL MANUSEIO**: Este fato permite a instalação em locais de difícil acesso e elimina a necessidade de utilização de equipamentos.
- **DESEMPENHO HIDRÁULICO**: A baixa rugosidade interna do tubo garante um excelente desempenho hidráulico, permitindo a redução do diâmetro na concepção do projeto.
- **MENOR NÚMERO DE JUNTAS**: Tubos com grande comprimento reduzindo assim o número de juntas , facilitando a instalação e reduzindo a possibilidade de ocorrência de problemas.

## MANUAL TÉCNICO TUBOS ESTRUTURADOS DE PVC RIB LOC

### 1- Introdução

**Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** é uma tecnologia de fabricação de tubulações plásticas de grandes diâmetros pelo processo de enrolamento helicoidal de um perfil de PVC. Surgida na Austrália, há mais de 20 anos, a **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** está presente hoje em mais de 40 países, onde vem sendo aplicada com grande sucesso.

### 2- Aplicações

Os **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** destinam-se a condução de efluentes em regime de escoamento livre cuja temperatura não ultrapasse 40°C. Podem ser enterrados em valas ou utilizados sob aterros.

São particularmente adequados para aplicação em sistemas de drenagem pluvial, onde a tubulação opera sob a ação da gravidade, sem pressão interna, seja em rodovias ou em galerias urbanas de águas pluviais (galerias, poços de visita e tubos de ligação).

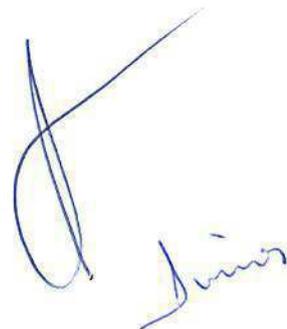
Além dessas aplicações principais, em drenagem urbana e em drenagem de rodovias, os tubos **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** são também utilizados na drenagem agrícola sub-superficial, na canalização de pequenos córregos e na substituição de canais de irrigação.

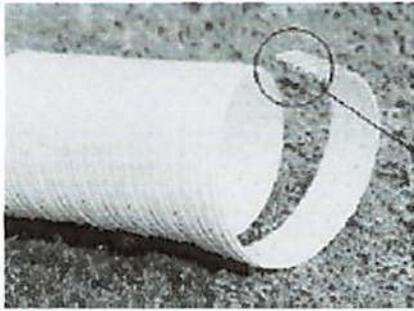
Podem também ser utilizados como dutos de ventilação e exaustão, formas para pilares, caixões perdidos em pontes e viadutos, revestimento de poços ou na construção de reservatórios de água e fossas sépticas.

### 3- Processo de fabricação

Os perfis de PVC são produzidos por um processo de extrusão e possuem em suas bordas encaixes macho-fêmea que propiciam o seu intertravamento durante o processo de enrolamento helicoidal. Além do intertravamento mecânico, os perfis são também soldados quimicamente, através da aplicação de um adesivo naquele encaixe, o que garante a estanqueidade da junta helicoidal assim formada.

As nervuras existentes nos perfis de PVC, na forma de Tês, servem como elementos de reforço da parede do tubo, aumentando a sua inércia, e conseqüentemente, a rigidez anular da tubulação. Assim, pode-se dizer que este tipo de tubulação possui parede estruturalmente otimizada, uma vez que sua resistência aos esforços solicitantes aumenta sem um proporcional acréscimo de sua massa.





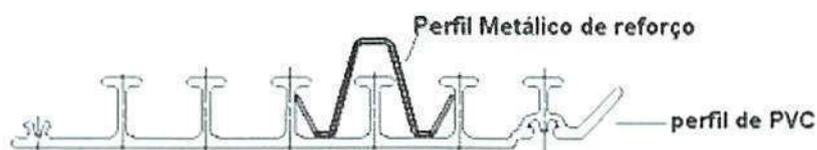
O enrolamento dos perfis de PVC é efetuado por intermédio de um equipamento de pequeno porte, capaz de fabricar tubos de diferentes diâmetros e comprimentos. Essa simplicidade e versatilidade do equipamento permite que a fabricação dos tubos seja efetuada na própria obra, sendo também possível o fornecimento dos tubos já confeccionados.

Ao se desenrolar da bobina, o perfil de PVC é introduzido em um dispositivo de tracionamento que o empurra em direção a um conjunto de roletes de aço dispostos em círculo (cabeçote) onde ele será curvado em hélice para conformar o tubo. O adesivo de pega rápida introduzido no encaixe macho-fêmea mantém o perfil na forma tubular após ele deixar o cabeçote. Dessa forma, a tubulação vai saindo do equipamento e sendo apoiada sobre cavaletes de sustentação. Diferentes diâmetros são produzidos simplesmente trocando-se o cabeçote do equipamento.

Após atingir o comprimento desejado, o tubo pode ser cortado, transportado e armazenado ou instalado diretamente.

Os **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** resultantes desse processo simples de fabricação, são bobinados por empresas capacitadas tecnicamente e treinadas pelo fabricante, resultando em um produto de grande qualidade e baixo custo final, o que os tornam extremamente competitivo num mercado onde a qualidade nem sempre é característica dos produtos.

Para bitolas acima de 1500mm, são produzidos a partir da combinação de perfis de PVC e aço galvanizado, a rigidez da tubulação para tubos de grandes diâmetros, permanece igual aos tubos de menores diâmetros, sem que para isto seja necessário utilizar um perfil de PVC com espessura de parede maior.



#### 4- Vantagens

Os **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** apresentam uma série de vantagens em relação aos demais produtos utilizados nas obras de drenagem pluvial, entre as quais podemos destacar:

**Leveza:** Em função do desenho dos perfis de PVC os **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** possuem um peso extremamente baixo quando comparado com outros materiais.

**Fácil manuseio:** devido ao seu baixo peso, o transporte, a estocagem e o manuseio dos tubos de PVC são muito mais fáceis. Esse fato permite sua instalação em locais de difícil acesso e elimina a necessidade de equipamentos especiais para a sua movimentação;

**Melhor desempenho hidráulico:** a baixa rugosidade do PVC garante um excelente desempenho hidráulico, permitindo que se projetem redes com menores diâmetros, declividades e conseqüentemente reduzido volume de escavação;

**Fabricação in loco:** o equipamento de fabricação dos tubos a partir dos perfis de PVC, sendo leve e portátil, permite que os tubos sejam produzidos dentro do próprio canteiro de obras.

**Otimização do frete:** redução do custo de transporte devido a fabricação in loco;

**Diâmetros e comprimentos variados:** os Tubos Estruturados de PVC Rib Loc normalmente são fabricados em diâmetros múltiplos de 100 milímetros. No entanto, não estão limitados a estes valores, podem ser produzidos em quaisquer diâmetros intermediários, dependendo apenas do cabeçote do ferramental de enrolamento dos perfis, podendo inclusive serem produzidos com diâmetros intermediários aos múltiplos de 100 milímetros, como por exemplo de 50 em 50mm ou em 10 em 10mm. O comprimento é função das condições de manuseio e transporte. Normalmente, os tubos são fabricados em barras de 4 ou 6 metros. No entanto, em determinadas situações pode ser mais conveniente produzir tubos com 8, 10, 12 metros, ou ainda maiores;

**Menor número de juntas:** o grande comprimento dos tubos resulta num menor número de juntas, facilitando a instalação e reduzindo a possibilidade de ocorrência de problemas;

**Resistência química:** sendo feitos de PVC, os **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** são impermeáveis e apresentam resistência química a todos os produtos normalmente encontrados nas tubulações de drenagem pluvial e também a todos os tipos de solos, ácidos ou alcalinos, que normalmente são agressivos a outros tipos de tubulação;

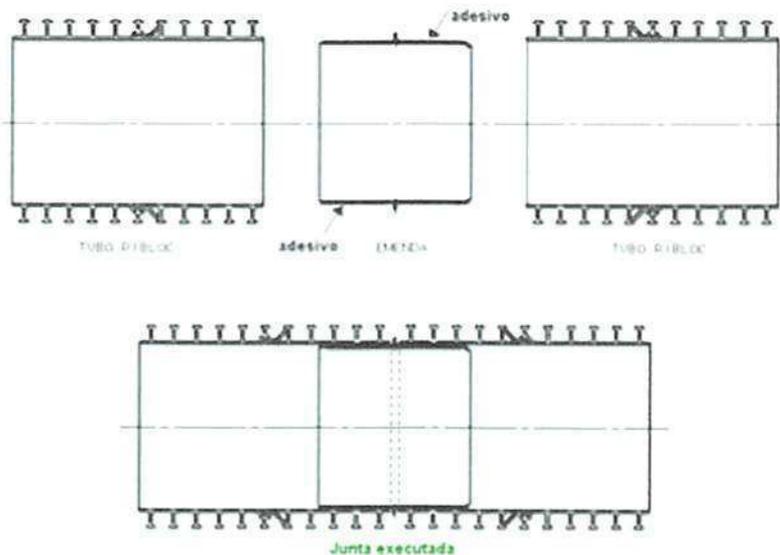
**Resistência à abrasão:** ensaios laboratoriais mostram que o PVC é mais resistente à abrasão do que os tubos de aço e de concreto. Esta característica, associada à resistência química do material, confere uma maior durabilidade à tubulação.



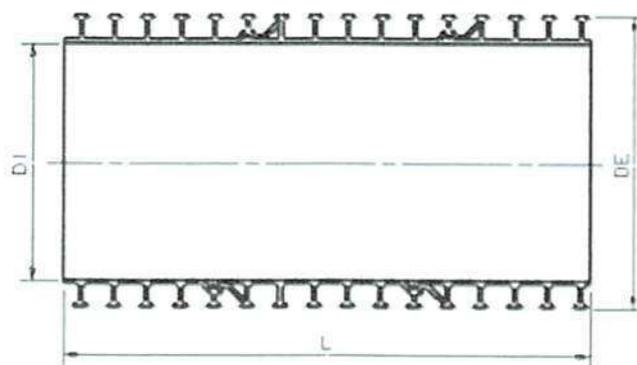
**Relação Custo x Benefício:** Com todas as vantagens apresentadas **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** apresentam maior qualidade, maior rendimento na instalação, com menores riscos de acidentes e manutenção, obtendo-se ao final da obra um excelente índice custo x benefício.

## 5- Juntas

A união de dois **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** é efetuada através de um perfil de emenda em PVC soldado aos dois tubos através de adesivo. Fornecido em bobinas, o perfil de emenda é cortado no comprimento equivalente ao perímetro interno da tubulação, alojado no interior da extremidade de um dos tubos com a aplicação de adesivo entre o perfil de emenda e a tubulação. Em seguida é efetuado o encaixe com o outro tubo, também com uso de adesivo. Trata-se de uma operação bastante simples, rápida e eficiente.



## 6 – Características dimensionais dos Tubos



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten initials]*

Diâmetro Nominal DN	Perfil Utilizado	Diâmetro Interno DI (mm)	Diâmetro externo DE (mm)	Peso aproximado (Kg/m)	Ovalização máxima (mm)
300	112 BR	300	327	3,8	7,6
400	112BR	400	427	5,0	10,1
400	140BR1	400	434	5,8	10,1
500	140BR1	500	534	7,2	12,6
600	140BR1	600	634	8,6	15,1
700	140BR1	700	734	10,1	17,6
700	140BR2	700	739	14,8	17,6
800	140BR2	800	839	16,8	20,1
900	140BR2	900	939	18,8	22,6
900	168BR2	900	946	29,1	22,6
1000	168BR2	1000	1046	32,2	25,1
1100	168BR2	1100	1146	35,4	27,7
1200	168BR2	1200	1246	38,6	30,2
1500 steel	168BR2	1500	1546	87,6	37,8
1800 steel	168BR2	1800	1846	105,1	45,3
2000 steel	168BR2	2000	2046	116,8	50,3
2500 steel	168BR2	2500	2546	145,9	62,9
3000 steel	168BR2	3000	3046	263,2	75,5

## 7 - Projeto Hidráulico

Os **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** destinam-se a condução de fluidos em regime de escoamento livre, sendo particularmente indicados para aplicação em sistemas de drenagem pluvial, onde a tubulação opera sob a ação da gravidade, sem pressão interna. Desta forma, o projeto hidráulico das tubulações pode ser realizado utilizando-se a fórmula empírica de Manning onde:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

sendo:

Q = vazão

A = área molhada

R<sub>h</sub> = raio hidráulico

i = declividade do fundo

n = coeficiente de Manning

O coeficiente de rugosidade de Manning recomendado para as tubulações de PVC varia entre n=0,007 para pequenos diâmetros e altas velocidades e n=0,010 para grandes diâmetros e baixas velocidades.

Ensaio realizado pela FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, com os tubos **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** indicaram um valor do coeficiente de rugosidade “n” igual a 0,00922.

Comparando-se este valor com os coeficientes de rugosidade normalmente adotados nas obras de drenagem pluvial quando as tubulações são feitas de outros materiais, pode-se verificar o quão lisa é a superfície interna dos tubos de PVC.

Material	Coefficiente de Manning
PVC	0,009
cerâmica	0,011
concreto centri fugado	0,013
concreto moldado	0,017
Aço corrugado	0,021

A baixa rugosidade dos **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** é uma das principais características responsáveis por seu excelente desempenho hidráulico, e que pode ser traduzida no projeto em uma ou mais das seguintes alternativas:

- adoção de menores diâmetros;
- adoção de menores declividades;
- escoamento de maiores vazões.

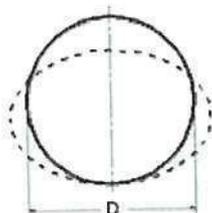
Para as mesmas condições de vazão e declividade, quase sempre é possível **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** com um diâmetro inferior àquele correspondente aos tubos de outros materiais.

As velocidades máximas admitidas para escoamento **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** não devem superar 7,5 m/s .

### 8- Projeto Estrutural.

Os tubos **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** apresentam comportamento estrutural de tubos flexíveis.

Tubos flexíveis enterrados derivam sua capacidade de suportar cargas de um mecanismo de interação entre o tubo e o solo que o envolve. Sob a ação de cargas verticais aplicadas pelo solo sobre ele, um tubo flexível tende a se deformar diametralmente, de tal modo que sua seção transversal passe da forma circular original a uma forma elíptica final, havendo conseqüentemente uma diminuição do diâmetro vertical e um correspondente aumento do diâmetro horizontal.

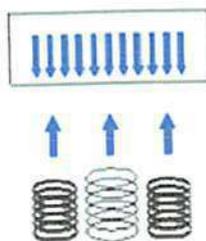


Como o tubo se encontra confinado lateralmente pelo solo de envolvimento, o aumento do diâmetro horizontal enfrentará uma resistência passiva do solo que restringirá este movimento.

O empuxo passivo que atua na parede lateral do tubo restringindo o seu deslocamento pode ser entendido como a resultante das tensões horizontais desenvolvidas no solo, quando o tubo se desloca empurrando a massa de solo, em seu estado limite de ruptura. Nessa situação, as tensões horizontais efetivas que surgem no solo serão superiores às tensões horizontais na condição de repouso e serão dependentes da coesão e do ângulo de atrito do solo de envolvimento.

Ao mesmo tempo em que a deformação horizontal mobiliza o empuxo passivo do solo, a deformação vertical do tubo irá aliviá-lo de grande parte da carga vertical que passará a ser suportada pelo solo de envolvimento através de um mecanismo de arqueamento das tensões no solo circundante.

Uma forma simples de visualizarmos o mecanismo de repartição das cargas entre o tubo e o solo nas laterais seria fazendo uma analogia com um sistema composto por molas. Imaginando-se que as deformações sofridas pelo tubo e pelo solo possam ser representadas pelas deformações de molas de diferentes graus de rigidez, poderemos associar o tubo a uma mola bem flexível e o solo nas laterais a molas com maior rigidez. É fácil perceber que a carga vertical aplicada sobre esse sistema de molas será repartida desigualmente, com as molas mais rígidas (no caso o solo) suportando a maior parte da carga.



Pode-se perceber, desta forma, que a resistência do sistema estrutural solo – tubo flexível reside, por um lado, na capacidade do tubo em sofrer deformações e transferir as cargas para o solo de envolvimento, e por outro lado, na capacidade deste solo em resistir à deformação do tubo e suportar as tensões resultantes.

**O solo que envolve o tubo, atuando como material estruturalmente resistente, deve assim, ser cuidadosamente escolhido e aplicado no envolvimento da tubulação.**

O projeto estrutural de tubos flexíveis envolve, por um lado, a definição do solo de envolvimento (o tipo e seu estado de compactação) e, por outro lado, a análise da resistência do sistema solo– tubo frente às solicitações existentes.

As solicitações que normalmente atuam sobre o sistema solo-tubo são aquelas devidas às cargas permanentes (peso da terra sobre o tubo, pressão hidrostática decorrente da eventual presença de lençol freático) e aquelas devidas às cargas acidentais (ação do tráfego de máquinas durante a obra, tráfego normal de veículos na pista e de outras eventuais sobrecargas).

A análise do sistema solo-tubo frente a essas solicitações normalmente é efetuada levando-se em conta 3 estados limites que devem ser evitados com razoável segurança:

- ? deformação diametral excessiva
- ? instabilidade elástica (flambagem da parede)
- ? compressão limite da parede

### Cargas permanentes

A principal carga que atua permanentemente sobre um tubo enterrado é aquela relativa ao peso do solo situado sobre a tubulação. O método recomendado para o cálculo das cargas permanentes sobre tubos flexíveis é o da carga prismática, ou seja, a carga correspondente ao peso do prisma vertical de terra situado diretamente sobre a tubulação:

$$p = \gamma H$$

onde:

$p$  = tensão vertical devida ao peso de solo na profundidade  $H$ ;

$\gamma$  = peso específico aparente do solo;

$H$  = altura do recobrimento sobre a geratriz superior do tubo.

Adotar a carga prismática equivale a desprezar o atrito entre o solo de recobrimento e as paredes laterais da vala pois, nessas condições, a tubulação fica sujeita a todo o peso do solo de recobrimento, trabalhando-se assim a favor da segurança.

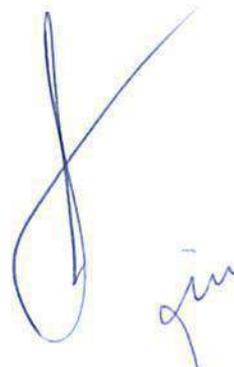
Considera-se a carga prismática assim obtida, como uma tensão uniformemente distribuída na largura da vala, na altura do plano horizontal tangente à geratriz superior do tubo.

### Cargas móveis

As principais cargas móveis atuantes sobre a tubulação são aquelas decorrentes do tráfego de equipamentos pesados durante a etapa de construção da via e posteriormente às cargas relativas aos veículos comerciais pesados trafegando sobre ela.

Para determinar a máxima tensão vertical atuante no plano tangente à geratriz superior da tubulação, devida a uma carga situada na superfície, costuma-se utilizar a expressão de Boussinesq, definida para um terreno semi-infinito, contínuo, homogêneo e elástico:

$$q = \frac{3QH^3}{2\pi r^5}$$



onde:

$q$  = tensão vertical atuante sobre o tubo devida às cargas móveis;

$Q$  = carga pontual atuante sobre a superfície;

$H$  = altura de recobrimento da tubulação;

$r$  = distância entre a geratriz superior do tubo e o ponto de aplicação da carga.

A expressão anterior foi deduzida e é válida para a condição ideal de uma carga puntiforme atuando na superfície. Como, na realidade, as cargas distribuem-se por uma certa área na superfície do terreno, seria necessário efetuar a integração da expressão acima para obter a pressão exercida sobre o tubo. Este trabalho foi efetuado por Newmark gerando tabelas que facilitam o cálculo preciso. No entanto, a diferença obtida normalmente não justifica o acréscimo de trabalho envolvido.

No caso mais desfavorável, em que a carga pontual situa-se exatamente na vertical que passa pelo eixo da tubulação, a tensão vertical atuante no plano horizontal tangente à geratriz superior da tubulação será:

$$q = \frac{3.Q}{2.\pi.H^2}$$

A carga pontual a ser considerada no projeto deverá ser aquela correspondente à(s) roda(s) do semi-eixo traseiro do veículo de maior peso trafegando na via.

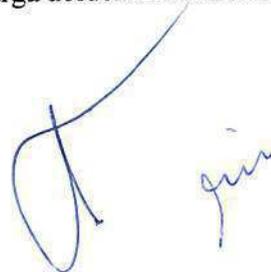
A legislação brasileira estabelece atualmente os seguintes limites para as cargas de roda dos veículos trafegando em nossas estradas (lei nº 7408):

Tipo de eixo	Carga no Eixo
Eixo simples de rodas simples	60 kN
Eixo simples de rodas duplas	100 kN
Eixo tandem duplo	170 kN
Eixo tandem triplo	255 kN

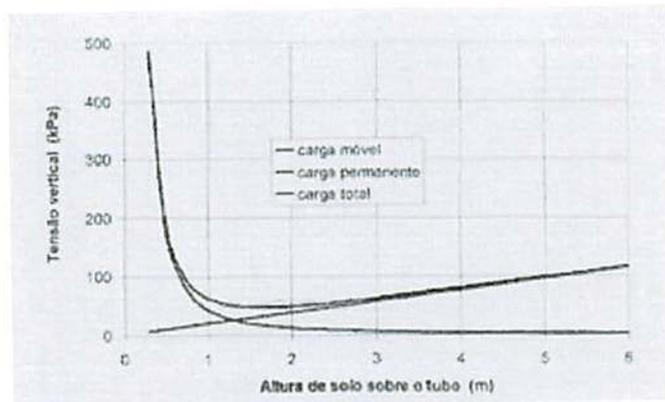
A máxima carga móvel, neste caso, será aquela relativa ao tráfego de um veículo comercial pesado de rodagem dupla, para o qual pode-se adotar uma carga de roda de 50 kN no semi-eixo traseiro.

Tendo em vista que há veículos trafegando com cargas acima da legal, é conveniente utilizar, para efeito de projeto, um coeficiente de majoração de carga de 1,2. Além disso, para considerar o efeito dinâmico do tráfego, recomenda-se a utilização de um coeficiente de impacto de 1,5.

Pode-se verificar, assim, que a carga permanente cresce linearmente com a altura de recobrimento de terra sobre a tubulação ( $H$ ), ao passo que a carga accidental decresce



quadraticamente com esta altura. A carga total atuante sobre a geratriz superior da tubulação assumirá valores mínimos para profundidades da ordem de 1,50m, como pode ser observado no gráfico abaixo.



### Verificação da deformação diametral

A deformação diametral em tubulações flexíveis enterradas tem sido tradicionalmente calculada pela fórmula de Spangler, modificada por Watkins, que passou a ser denominada como fórmula de Iowa-modificada:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{K(p+q)}{8R_A + 0,061E'}$$

onde:

$\Delta y$  = deformação diametral (m)

D = Diâmetro da tubulação (m)

K = Constante de assentamento (adimensional)

p = carga permanente (N/m)

q = carga móvel (N/m)

R = rigidez anular da tubulação (N/m)

E' = módulo de reação do solo de envolvimento (Pa)

K varia entre 0,083 e 0,110. Normalmente adota-se o valor K = 0,1

R produto do módulo de elasticidade do material pelo momento de inércia da parede do tubo dividido pelo diâmetro ao cubo. Para fins de cálculo adota-se como base os seguintes valores mínimos:

Rigidez anular mínima (N/m <sup>2</sup> )	Diâmetro Nominal		
	DN 300 a DN 600	DN 700 a DN 900	DN 100 a DN 1200
	900	700	500

### Módulo Reativo do Solo E'

O Módulo reativo do solo E' é o parâmetro mais importante no cálculo da deformação diametral, e deve ser adotado em função do tipo de solo escolhido e do seu grau de compactação.

A tabela abaixo, tirada do Sistema Unificado de Classificação de Solos (USCS) fornece o valor do Módulo Reativo do Solo, de acordo com a condição de compactação do material para os tipos de solos recomendados.

Tipo de solo	Classificação USCS	Exemplo	E' (MPa)		
			Compactação Moderada Proctor 85% - 95% Densidade relativa entre 40 e 70%	Compactação leve Proctor <85% Densidade relativa <40%	Sem compactação
Material granular sem finos (menos de 12%)	GW GP SW SP	Brita graduada Bica corrida Areia bem graduada Areia pura	14	7	1,4
Material granular com finos (entre 12 e 25%)	GM GC SM SC	Pedregulho argiloso Pedregulho arenoso Areia argilosa Areia silteosa Solo-brita	7	2,8	0,7

A deformação diametral relativa, obtida pela fórmula de Iowa-modificada, deve ser inferior à deformação máxima admitida, geralmente de 7,5%. Lembramos que este valor limite advém da deformação diametral a partir da qual pode ocorrer reversão de curvatura da tubulação (30%), dividida por um coeficiente de segurança igual a 4.

## 9 – Transporte, Armazenamento e Manuseio

Algumas recomendações essenciais para o transporte, armazenamento e manuseio dos tubos e bobinas:

### 9.1- Transporte

Sempre que os tubos forem transportados de um local para outro, as seguintes recomendações devem ser observadas:

a) devem ser utilizados veículos com carroceria plana e isenta de pregos ou pontas de

- madeira e pontas metálicas capazes de danificar a tubulação;
- b) Amarrar adequadamente a tubulação, mantendo-a firmemente fixada na carroceria;
  - c) Em caminhões com grade lateral baixa ou sem nenhuma grade, utilizar caibros verticais devidamente encaixados na carroceria, amarrando a tubulação;
  - d) Caso se opte, pode-se introduzir os tubos uns dentro dos outros;
  - e) O comprimento dos tubos não deve exceder o da carroceria;
  - f) A carga/descarga dos tubos deve ser feita manualmente ou com equipamentos mecânicos.

Quando forem utilizados equipamentos os tubos deverão ser suspensos por cordas amarradas

em 2 pontos de apoio como ilustra a figura, evitando-se deformações na tubulação.

**Os tubos nunca devem ser jogados do alto da carroceria do caminhão para o solo. É recomendado que a descarga seja feita com cuidado e de preferência manualmente.**

No caso de bobinas, devem ser observadas as seguintes recomendações:

- a) As bobinas dos perfis devem ser transportadas sempre na posição vertical, preferencialmente em caminhões abertos, amarradas adequadamente, de forma a se evitar deslocamentos da carga.
- b) A carga/descarga das bobinas deve ser feita com equipamentos mecânicos adequados, evitando-se deformações tanto no carretel quanto no perfil.

## 9.2- Armazenagem

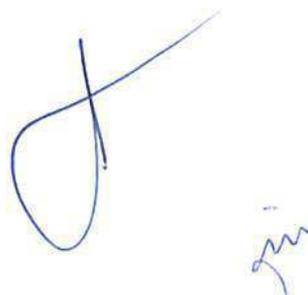
Quando os tubos ou as bobinas ficarem estocados por longos períodos, não devem permanecer expostos as intempéries, evitando-se possíveis deformações e alterações no produto. Para tanto, devem ser observadas as seguintes recomendações:

- a) O local para estocagem deve ser plano, com declividade mínima, limpo, livre de pedras ou objetos salientes que possam danificar a tubulação;
- b) Podem ser empilhados na forma de pirâmides ou “fogueiras”, como mostra a figura;
- c) Devem ser providenciados caibros verticais de madeira, espaçados de metro em metro, para apoio lateral;
- d) As pilhas não devem ultrapassar a altura de 1,80m.

No caso das bobinas, seguir as seguintes recomendações:

- a) Armazenar as bobinas em local plano, limpo, livre de pedras ou objetos salientes que possam danificar o carretel ou o perfil;
- b) Estocar sempre na posição vertical;
- c) Calçar os carretéis de tal forma a se evitar o movimento dos mesmos;

## 9.3- Manuseio



Os **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** face a sua leveza apresentam grande facilidade de manuseio, especialmente quando comparados a outros materiais. Entretanto abusos no trato dos mesmos poderão torná-los inadequados para uma utilização normal. As extremidades dos tubos são suas partes mais sensíveis. Por isso, deve-se evitar a ocorrência de impactos, atritos e

contatos com corpos que possam prejudicá-los, tais como: pedras grandes, objetos metálicos e arestas vivas de um modo geral.

Pode-se utilizar também dispositivos apresentados nas fotos abaixo, onde o tubo é envolvido numa corda abraçando o tubo e amarrado em um caibro de madeira, ou apoiar o tubo sobre um caibro.

**Os tubos não devem ser jogados ou arrastados no chão. Ao se utilizar equipamentos mecânicos para movimentar a tubulação, a mesma deverá ser suspensa por cordas amarradas em 2 pontos de apoio evitando-se deformações.**

As bobinas devem ser desbobinadas utilizando-se um suporte para bobina, de forma que o carretel gire livremente sobre um eixo. Os perfis devem ser desbobinados sendo lançados diretamente do carretel para o dispositivo de enrolar os tubos, devendo-se tomar cuidado para não arrastar o perfil sobre superfícies e pedras cortantes.

## 10- Instalação dos Tubos

### 10.1- Escavação da vala

A representação gráfica de uma tubulação flexível enterrada no interior de uma vala pode ser assim esquematizada.

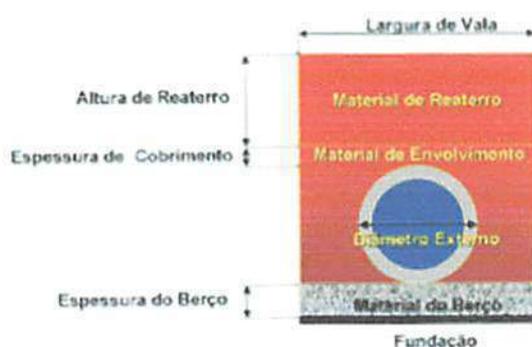


Figura 1. Representação gráfica de um tubo enterrado

A Largura da vala será definida em função dos diâmetros adotados no projeto hidráulico, das especificações exigidas pelos órgãos cessionários responsáveis, dos equipamentos disponíveis na localidade e do tipo de escoramento de vala adotado. Nos casos dos tubos

flexíveis enterrados, recomenda-se como largura mínima de vala o maior entre os dois valores:

$$L = 1,25 DE + 0,30$$

$$L = DE + 0,40$$

Onde

L = largura mínima da vala na altura da geratriz superior do tubo (m)

DE = Diâmetro externo do tubo (m)

A profundidade da vala é definida no projeto hidráulico, mas também é dependente das profundidades máxima e mínima permitidas para cada tipo de tubo, de solo e de cargas atuantes, incluindo o tipo de tráfego permitido na via. Caso a profundidade de assentamento do tubo não possa ser alterada, deve-se prever proteções da tubulação, por meio de canaletas ou lajes de concreto, ou envolvimento em material granular com elevado módulo reativo do solo, tais como pó de pedra e cascalho.

A profundidade mínima da vala em cada seção transversal, deverá garantir a existência de uma cobertura mínima sobre o tubo que dependerá da existência ou não de tráfego no local, da rigidez do tubo e do material de envolvimento.

A máxima profundidade da vala também deverá garantir que a altura de recobrimento determinada no projeto não seja ultrapassada.

A tabela abaixo, apresenta as profundidades mínimas e máximas admissíveis para o Critério de Deformação vertical excessiva (7,5%) com carga de roda de 60kN para os diversos tipos de solo de envolvimento.

diâmetro	Profundidades (m)									
	E'=0,7MPa		E'=1,4MPa		E'=2,8MPa		E'=7MPa		E'=14MPa	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
300	N.R.	N.R.	0,95	3,45	0,7	6,30	0,5	7,5	0,5	7,5
400	N.R.	N.R.	0,95	3,45	0,7	6,30	0,5	7,5	0,5	7,5
500	N.R.	N.R.	0,95	3,45	0,7	6,30	0,5	7,5	0,5	7,5
600	N.R.	N.R.	0,95	3,45	0,7	6,30	0,5	7,5	0,5	7,5
700	N.R.	N.R.	0,95	3,40	0,7	5,55	0,6	7,5	0,5	7,5
800	N.R.	N.R.	0,95	3,40	0,7	5,55	0,6	7,5	0,5	7,5
900	N.R.	N.R.	0,95	3,40	0,7	5,55	0,6	7,5	0,5	7,5
1000	N.R.	N.R.	1,00	3,10	0,8	4,65	0,6	7,5	0,5	7,5
1100	N.R.	N.R.	1,00	3,10	0,8	4,65	0,6	7,5	0,5	7,5
1200	N.R.	N.R.	1,00	3,10	0,8	4,65	0,6	7,5	0,5	7,5

\* N.R. - Não recomendado

Considerar as alturas mínimas acima da camada de material de envoltória

## **10.2- Escoramento**

Quando necessário, terão que ser realizados escoramentos, para conter as paredes laterais da vala, utilizando-se da boa técnica, retirando-o a medida que for realizado o reaterro da vala.

## **10.3- Esgotamento**

Para os casos em que a vala atinja o lençol freático, as técnicas usuais de esgotamento ou rebaixamento do nível do lençol terão que ser aplicadas.

## **10.4- Transporte até a vala**

Os tubos devem ser transportados até a vala com os cuidados descritos anteriormente, devendo permanecer ao longo da vala o menor tempo possível, a fim de evitar acidentes e deformações.

## **10.5- Fundação e berço**

O fundo da vala deve ser regular e uniforme, obedecendo a declividade prevista no projeto, isento de saliências e reentrâncias. As eventuais reentrâncias devem ser preenchidas com material adequado, convenientemente compactado, de modo a se obter as mesmas condições de suporte do fundo da vala normal.

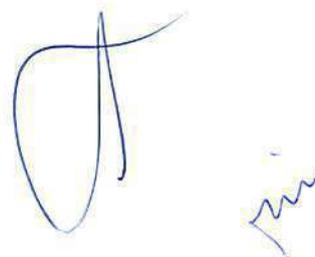
O fundo da vala deve apresentar resistência suficiente para suportar as solicitações de projeto sem recalque excessivo ou diferencial. Solos muito moles ou expansivos, solos orgânicos ou saturados são inadequados para esta finalidade e requerem um reforço com camada de brita ou cascalho, de no mínimo 15cm, compactada adequadamente, ou concreto convenientemente estaqueado. A tubulação sobre a fundação deve ser apoiada sobre berço de uma camada de areia, pedra britada ou cascalho, com 15 cm de espessura.

O berço deverá ser compactado com um grau de compactação maior ou igual à 95% do ensaio do Proctor normal para solos e materiais granulares de granulometria contínua. Para areias ou materiais granulares finos de granulometria uniforme a compactação deverá ser hidráulica e o grau de compactação relativa maior ou igual a 75% do ensaio de referência obtido em laboratório. Em

todos os casos o desvio de umidade ótima deverá estar em torno de 10% da umidade ótima obtida no ensaio adotado como de referência para o controle tecnológico.

## **10.6- Descida dos tubos na vala**

A descida dos tubos até o fundo da vala pode ser efetuada manualmente ou com auxílio de cordas e vigas de madeira inclinada, formando rampas, por onde os tubos poderão ser rolados vagarosamente. Ao se utilizar equipamentos mecânicos para descer a tubulação, a



mesma deverá ser suspensa por cordas amarradas em 2 pontos de apoio.  
O assentamento do tubo deve ser centralizado dentro da vala.

### 10.7- Montagem das juntas

A união de dois **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** é efetuada através do perfil de emenda adequado conforme a bitola da tubulação, soldado aos dois tubos através de adesivo. Para facilitar a montagem, o perfil de emenda pode ser acoplado em uma das extremidades do tubo no próprio local de fabricação dos tubos, ou antes de colocar o tubo na vala, e posteriormente após descer os tubos na vala é realizado a montagem entre os dois tubos. Na montagem da junta e do perfil de emenda na extremidade do tubo, deve-se observar as seguintes recomendações:

- a) limpar cuidadosamente as superfícies a serem soldadas com pano limpo e seco tanto do tubo quanto do perfil de emenda. As superfícies onde será aplicado o adesivo deverão estar isentas de umidade e impurezas;
- b) passar o adesivo na extremidade interna da tubulação, bem como na extremidade externa do perfil de emenda, utilizando uma trincha.
- c) empurrar um tubo de encontro ao outro de modo a encaixar as extremidades a serem unidas, verificando se o encaixe foi realizado até o final e se não existem folgas na junta.

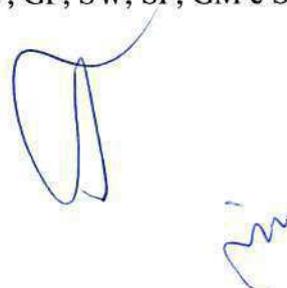
Na união dos **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc Steel**, o perfil de emenda é instalado após o assentamento, alinhamento e nivelamento da tubulação. No assentamento da tubulação deve-se prever uma folga de aproximadamente 5mm entre os dois tubos e seguir as recomendações abaixo:

- a) limpar cuidadosamente as superfícies a serem soldadas com pano limpo e seco tanto do tubo quanto do perfil de emenda. As superfícies onde será aplicado o adesivo deverão estar isentas de umidade e impurezas;
- b) passar o adesivo gradativamente nas extremidades interna da tubulação e na extremidade externa do perfil de emenda, utilizando uma trincha.
- c) Pressionar o perfil de emenda contra a parede interna do tubo, e ao mesmo tempo, rebatá-lo, pois devido o diâmetro interno da tubulação, o perfil não tem auto sustentação, sendo necessário rebatá-lo para que o adesivo possa agir adequadamente.
- d) Seguir as etapas b) e c) até completar o perímetro interno da tubulação.
- e) Verificar se não ficaram regiões onde o perfil de emenda não se solidarizou com a tubulação.

### 10.8- Envolvimento do tubo

Sendo estruturalmente resistente no sistema solo-tubo, o material de envolvimento da tubulação deve ser cuidadosamente selecionado e disposto ao redor do tubo.

Recomenda-se que o material de envolvimento da tubulação seja granular e bem graduado. Brita graduada, areia ou outros solos naturais de classificação GW, GP, SW, SP, GM e SM



( no sistema unificado de classificação de solos) são os materiais indicados. Solos muito finos ou de alta plasticidade são considerados inadequados para o envolvimento de tubos flexíveis.

A natureza e o estado de compactação do material de envolvimento devem ser especificados em projeto ou devem ser escolhidos pelo engenheiro de obra de acordo com o módulo reativo do solo necessário adotado no projeto (veja Projeto estrutural)

Descarregar o material de envolvimento com a concha de uma retroescavadeira, em quantidades adequada para realizar convenientemente a compactação em camadas do mesmo, utilizando se necessário uma escora de madeira para evitar o deslocamento dos tubos. **Não é recomendado descarregar o material de envolvimento da tubulação da caçamba de um caminhão diretamente sobre o tubo. Espalhar o material de envolvimento com enxadas e pás.**

Deve-se garantir que o material envolva totalmente o tubo e compactá-lo até que alcance o grau de compactação especificado.

O envolvimento deve ultrapassar a geratriz superior da tubulação, formando uma camada adicional de 30 cm.

Nas situações em que houver possibilidade de migração de finos do solo original da vala para o material de envolvimento, deve ser considerada a utilização de um geotêxtil para evitar essa ocorrência.

#### **10.9- Compactação do material de envolvimento**

A compactação do material de envolvimento do tubo pode ser feita hidraulicamente, com soquetes manuais ou equipamentos mecânicos (sapos mecânicos) dependendo do tipo do material. Deve ocorrer simultaneamente ou alternadamente nos dois lados do tubo, de modo a evitar o seu deslocamento durante esta operação. No primeiro terço do diâmetro da tubulação, deve-se observar o completo preenchimento ao redor do tubo, utilizando-se soquetes manuais. A espessura das camadas, os equipamentos e procedimentos utilizados na compactação devem ser especificados em projeto ou serão definidos pelo engenheiro da obra. Na falta de especificações, recomenda-se utilizar camadas entre 10 a 20 cm de espessura e controlar o grau de compactação alcançado a cada camada, permitindo assim a remoção e a reconstituição nos casos em que não forem atingidos os parâmetros desejados. Na primeira camada acima da geratriz superior da tubulação, proceder a compactação mecânica, somente na região compreendida entre o plano vertical tangente à tubulação e a parede da vala. A região diretamente acima da tubulação não deve ser compactada, para evitar-se deformações nos tubos. Se houver escoramento na vala, este deve ser retirado progressivamente, preenchendo-se todos os vazios.

Para pó de pedra ou areia, recomenda-se o adensamento hidráulico complementado pela utilização de vibradores de imersão, e para os demais materiais de envolvimento, utilizar soquetes manuais e/ou equipamentos mecânicos.



**Em qualquer caso, o material de envoltória não poderá ser lançado em uma única camada, ou em espessura superior à recomendada.**

O controle do grau de compactação deverá ser realizado para garantir que sejam atingidos os valores de módulo de reação do solo previstos no projeto estrutural.

Podem ser utilizados nesse processo diversos métodos, dentro os quais citamos: penetrômetro, agulha de Proctor, controle de umidade (speedy test).

#### **10.10- Reaterro da vala**

Após o envolvimento da tubulação, o restante da vala deve ser preenchido com o próprio solo de escavação até que se atinja o nível original do terreno.

Caso exista tráfego de veículos no local, o material de reaterro deverá ser compactado em camadas utilizando-se nas primeiras camadas equipamentos leves (soquete manual ou sapo mecânico) para evitar a ocorrência de danos a tubulação, e nas demais camadas pode-se utilizar outros equipamentos mais pesados.

#### **11- Teste de deformação diametral**

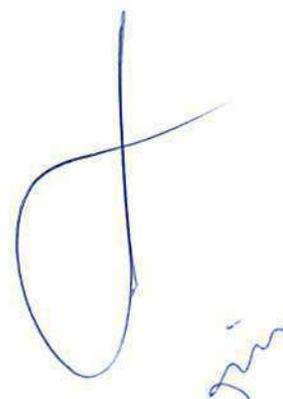
Após 10 dias da finalização dos serviços de assentamento, deverão ser realizadas medidas de deformação diametral no sentido da altura e da largura da seção transversal ao longo dos tubos. A máxima deformação medida neste teste não deverá ultrapassar 7,5% do diâmetro interno.

#### **12- Ligações e conexões com poços de visita**

A união dos tubos de ligação das bocas de lobo às galerias, ou quaisquer outras interligações entre trechos de **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** deverá ser sempre executada através de poços de visita ou caixas de inspeção. A interligação com trechos construídos com outros materiais, como por exemplo a redes pré-existentes em concreto, também deverá ser realizada através da execução de um poço de visita.

A conexão dos **Tubos Estruturados de PVC Rib Loc** a poços de visita é realizada através da fixação da tubulação no poço de visita em concreto ou alvenaria por meio de argamassa de cimento e areia. A própria disposição externa do tubo favorece a plena ancoragem da argamassa na superfície externa do tubo, garantindo total estanqueidade à conexão executada.

\* Manual fornecido pelo fabricante do tubo RIBLOC.



## MEMORIAL DESCRITIVO

Assunto: **DISSIPADOR DE ENERGIA.**

A energia cinética associada ao escoamento d'água a jusante de diversas estruturas hidráulicas, pode chegar a níveis muito elevados. Esta excessiva energia cinética pode exercer ações destruidoras, tanto na própria estrutura como também no corpo natural receptor de águas.

Em cada projeto torna-se imprescindível que se escolha o tipo de dissipador de energia através de análise específica que identifiquem a possibilidade de ocorrência de erosão e proponha uma forma de evitá-la.

**Resumo do Projeto de Drenagem:** Considerando o sistema viário disposto no projeto urbanístico, o regime de chuvas da região, as obras de infra-estrutura proposta ao Loteamento e assim determinamos o processo de escoamento e captação das águas pluviais com o uso de sarjetas e meio-fio, bocas de lobo, tubulações em concreto e dispositivos de descarga pluviais.

### Descarga de Galeria e Dissipadores de Energia:

Descrito no projeto estão os primeiros elementos de captação, ou seja, sarjetas, boca de lobo e tubulações e para descarga final das galerias teremos as alas e dissipadores.

A descarga de galeria seguida dos dissipadores de energia foi analisada como bacia de amortecimento através da análise em função da velocidade de escoamento da água a montante e da altura do fluxo afluyente. Segundo experiências elaboradas pelo *Bureau of Reclamation, USA* o ressalto hidráulico que ocorre da bacia de amortecimento é função da variação do número de *Froude*. Para o número de *Froude* até 1,7 não há necessidade de precauções, pois haverá pequena turbulência na superfície da água.

Como cálculo de verificação tomamos a expressão de *Froude*:

$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \times y_1}}$$

Sendo que:  $F_1$  = Número de *Froude*  
 $V_1$  = Velocidade do Fluxo afluyente à bacia, em m/s;  
 $g$  = aceleração da gravidade, em  $m/s^2$ ;

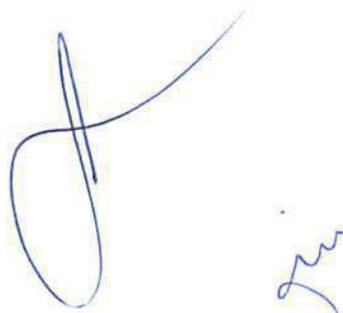
Usaremos de todas as descargas a situação que menos favorece e similarmente adotaremos a solução para as demais.

### Para descarga em situação temos:

$V(\text{real}) = 3,91 \text{ m/s}$

$y/D = 0,395$

portanto teremos um  $y = 0,395 \times 1,200 = 0,474$



Com isso o  $F_1 = \frac{3,91}{\sqrt{(10 \times 0,474)}} = 1,79$  sendo portanto maior que 1,7.

Em razão do número ser um pouco superior a 1,70 estaremos adotando o seguinte dispositivo:

“ Álbum de Projetos – Tipo de Drenagem do DNER/1988”, um dissipador de energia com pedras na saída das alas, com a adoção padrão do comprimento necessário usado para tubulação de 1200mm.

No último trecho da rede de drenagem será executada a descarga de galeria (bocas) – disposição construtiva idêntica a das entradas e saídas de bueiros – conhecidas como alas e com a finalização de dissipadores de energia – Detalhe em anexo.

A relação das tubulações com os dissipadores são as seguintes:

Tubulação de saída	C	L	D	e
Diâmetro de 1200mm	4,80	3,91	0,50	0,30

Sendo que:

C = Comprimento do dissipador

L = Largura do dissipador

d = Ligação do dissipador e Ala

e = Altura da caixa de contenção das pedras acima do nível do solo.

As medidas da tabela acima estão em metro.

As disposições construtivas seguem a dos dissipadores segundo o Álbum de Projetos – Tipo de Drenagem (DNER) – Publicação de abril de 1988.

As localizações da descarga está destacada na planta geral de drenagem.

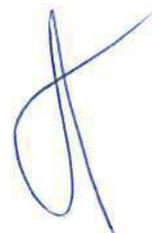
  
**Silveth Xavier de Oliveira**  
**Engenheira Civil – CREA 5.377/D**

  
**LOTEAMENTO PARK DAS ARARAS**  
**EMG –CONSTRUTORA E INCORPORADORA LTDA**


**BIBLIOGRAFIA:**

1. MANUAL PRÁTICO DE DRENAGEM  
Paulo Roberto Dias Morales – Fundação Ricardo Franco (IME) – Exército Brasileiro  
Coleção Disseminar.
2. Álbum de Projetos – Tipo de Drenagem (DNER), 1988.
3. MANUAL DE HIDRÁULICA  
Azevedo Netto – 8ª. Edição – Editora Edgard Blücher Ltda.
4. FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA HIDRÁULICA.  
Márcio Baptista e Márcia Lara – Editora UFMG



**RESIDENCIAL PARK DAS ARARAS**  
**PLANILHA DE TRECHOS DAS GALERIAS - Trechos e Cotas de montante e jusante**  
**Município - SORRISO(MT) - Área Urbana**

Ponto Inicial	Ponto Final	Extensão (m)	Denominação do Trecho	Diametro (mm)	Cota de Montante (m)	Cota de Jusante (m)	Situação da Rede
PV-01	PV-02	78,55	Trecho 01	600	98,000	95,900	Rede Projetada
PV-02	PV-03	79,66	Trecho 02	600	95,827	92,427	Rede Projetada
PV-03	CP-01	58,30	Trecho 03	1000	92,427	92,398	Rede Projetada
CP-01	CP-02	50,05	Trecho 04	1000	92,398	92,373	Rede Projetada
CP-02	PV-04	87,44	Trecho 05	1000	92,060	91,127	Rede Projetada
PV-04	CP-03	40,28	Trecho 06	1000	91,048	90,520	Rede Projetada
CP-03	PV-07	124,71	Trecho 07	1000	90,520	85,790	Rede Projetada
PV-07	CP-04	60,22	Trecho 08	1200	85,648	84,400	Rede Projetada
CP-04	Descarga de galeria	60,49	Trecho 09	1200	84,400	83,400	Rede Projetada
PV-09	PV-08	76,91	Trecho 12	600	87,570	86,490	Rede Projetada
PV-08	PV-07	78,83	Trecho 13	600	86,348	85,648	Rede Projetada
PV-06	PV-05	78,83	Trecho 10	600	95,230	93,940	Rede Projetada
PV-05	PV-04	79,11	Trecho 11	600	93,881	91,381	Rede Projetada

*Jim*

**RESIDENCIAL PARK DAS ARARAS**  
**PLANILHA - Trechos das Sarjetas - Especificação por Sarjeta**  
**Município - SORRISO(MT) - Área Urbana**

Sarjeta	Extensão (m)	Largura da Sarjeta (m)	Altura da Sarjeta (m)	tangente $\theta$	n Manning sarjeta	Largura da Rua (m)	n Manning da Rua	Decliv. Rua (%)	Classe da Via
S1	168,61	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S2	168,93	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S3	168,17	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S4	167,78	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S5	166,50	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S6	166,36	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S7	19,51	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S8	19,79	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S9	65,65	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S10	64,83	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S11	64,00	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S12	65,38	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S13	45,88	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S14	45,24	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S15	41,09	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S16	42,66	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S17	94,60	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S18	94,57	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S19	26,65	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S20	25,60	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária
S21	81,12	0,30	0,15	10,0	0,016	9,00	0,016	3,0	Secundária

*pin*

