



**Edital Nº 014/2014**

**Contrato Nº 122/2014**

**PROJETO EXECUTIVO DAS REDES COLETORAS DE  
ESGOTOS EM TRÊS VIAS DO BAIRRO TRÊS VENDAS NO  
MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS.**

**EG0185-R-FIN-RED-01-01**

**VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO E  
PEÇAS GRÁFICAS – TOMO II**

**Versão Final**



(Dezembro/2014)

### CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

<b>Código do Relatório:</b>	EG0185-R-FIN-RED-01-01		
<b>Título do Documento:</b>	VOLUME 1: Memorial Descritivo e Peças Gráficas – TOMO I		
<b>Resp. Aprovação Inicial:</b>	Engº Luiz Carlos Kraemer Campos		
<b>Data da Aprovação Inicial:</b>	17/11/2014		
<b>Quadro de Controle de Revisões</b>			
<i>Revisão n°:</i>	<i>Justificativa/Discriminação da Revisão</i>	<i>Aprovação</i>	
		<i>Data</i>	<i>Nome do Responsável</i>
01	Divisão em dois Tomos	23/12/2014	Luiz Carlos

### EQUIPE TÉCNICA:

<b>Coordenação, Projetos e Orçamentos:</b>	Engº Luiz Carlos Kraemer Campos
<b>Projetos e Orçamentos:</b>	Eng <sup>a</sup> Patrícia Schneider Eng <sup>a</sup> Cátia Fernanda O. Mützenbergl Engº Eletricista Luís Felipe Cabral
<b>Projetistas:</b>	Acad. Eng <sup>a</sup> Civil Carlos Eduardo Bitelo
<b>Topografia:</b>	Juliano Duarte
<b>Sondagens:</b>	André Cassio dos Santos



**CONTRATO Nº 122/2014**

**PROJETO EXECUTIVO DAS REDES COLETORAS DE ESGOTOS EM TRÊS VIAS  
DO BAIRRO TRÊS VENDAS NO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS.**

**ÍNDICE DE VOLUMES**

<b>Código</b>	<b>Identificação do Relatório</b>
EG0185-R-FIN-RED-01-00	Volume 1: Memorial Descritivo e Peças Gráficas – Versão Final
EG0185-R-FIN-ORC-01-00	Volume 2: Especificações Técnicas – Versão Final

**PROJETO EXECUTIVO DAS REDES COLETORAS DE ESGOTOS EM TRÊS VIAS  
DO BAIRRO TRÊS VENDAS NO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS.**

**VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO E PEÇAS GRÁFICAS  
VERSÃO FINAL**

**ÍNDICE**

ÍNDICE .....	ii
1 APRESENTAÇÃO .....	1
2 INTRODUÇÃO .....	3
3 PARÂMETROS DE PROJETO .....	6
3.1 Área de Estudo .....	7
3.2 Alcance de Projeto .....	7
3.3 População Estimada .....	7
3.4 Coeficientes Ligados a Determinação das Vazões.....	8
3.5 Contribuições Domésticas.....	8
3.6 Contribuições Totais.....	9
4 DIMENSIONAMENTO DAS REDES COLETORAS.....	12
4.1 Critérios Hidráulicos e de Processo .....	13
4.2 Redes Coletoras.....	13
4.3 Traçado da Rede Coletora .....	13
4.3.1 Características da Rede Coletora.....	13
4.4 Planilhas de Cálculo .....	17
5 ANEXO – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES COLETORAS .....	18
6 PEÇAS GRÁFICAS.....	20

## **1 APRESENTAÇÃO**

## 1 APRESENTAÇÃO

A Unidade de Gerenciamento de Projetos – UGP de Pelotas/RS no uso de suas atribuições, para resolver um dos problemas mais crônicos do município, que é o lançamento de esgotos sanitários nos canais de drenagem pluvial e nos recursos hídricos da área urbana da cidade promoveu uma licitação pública para a Contratação de Serviços de Engenharia para a Elaboração de **Projetos de Redes Coletoras de Esgotos** a ser implantada em três vias do Bairro Três Vendas.

Sendo assim, a Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda. se habilitou, venceu a licitação e firmou o Contrato para realizar os serviços.

Tendo por base a Proposta da Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda., as especificações contidas nos Termos de Referência do Edital de Concorrência nº 014/20149, bem como as respectivas e decorrentes condições contratuais, o presente relatório contempla o **Volume 1: Memorial Descritivo e Peças Gráficas** do Projeto Executivo das Redes Coletoras de Esgotos em três Vias do Bairro Três Vendas no município de Pelotas, em sua versão final.

## **2 INTRODUÇÃO**



## 2 INTRODUÇÃO

Este trabalho refere-se ao Volume 1: Memorial Descritivo e Peças Gráficas do Projeto Executivo das Redes Coletoras de Esgotos, em três Vias do Bairro Três Vendas, em atendimento ao Contrato No 122/2014 firmado com o Município de Pelotas.

Destaca-se que o Projeto se baseia essencialmente em dados de estudos anteriores, bem como, em levantamentos de campo realizados com o objetivo específico de obter informações locais nas sete Vias que formam a relação das beneficiárias do Projeto, quais sejam:

- Av. Salgado Filho, entre Av. Fernando Osório e Av. República do Líbano;
- Av. Assis Brasil, entre Av. Fernando Osório e Av. Zeferino Costa;
- Rua Dr. Augusto Simões Lopes, entre Av. Fernando Osório e Av. Zeferino Costa;

Dos estudos existentes, e anteriores disponíveis, que foram empregados como subsídio para o desenvolvimento do Projeto das Redes Coletoras, se podem citar os seguintes:

- Plano Diretor de Esgotos Sanitários, elaborado pelo Consórcio Ste/Ecsam/Engeplus;
- Projeto Executivo do Coletor Geral CG-3, elaborado pelo Consórcio Ste/Ecsam/Engeplus e editado em Setembro/2011;
- Projeto Executivo da ETE Novo Mundo, elaborado pelo Consórcio Ste/Ecsam/Engeplus e editado em Setembro/2011;
- Desenho do Cadastro da Rede de Água – Sanep – outubro/2013;
- Desenho do Cadastro da Rede de Esgotos – Sanep – abril/2011;
- Projetos das Vias Estruturantes – UGP;
- Levantamento Físico das Vias – UGP.

Além do emprego dos dados e informações de estudos existentes, para a elaboração dos projetos das redes coletoras nas três vias, foram realizados levantamentos topográficos planialtimétricos, tendo por base as referências de nível utilizadas nos projetos do CG-3 e da ETE Novo Mundo, e que atualmente são empregadas para a execução das mesmas obras.

Os levantamentos locais foram complementados através de observações registradas através de fotografias, e de investigações geotécnicas executadas através de sondagens a trado, para determinar o perfil do substrato onde serão implantadas as canalizações da Rede Coletora.

A Figura 2.1 apresenta a localização das Vias contempladas com o projeto de rede coletora de esgotos, dentro da zona urbana de Pelotas, sendo que apenas as Avenidas Salgado Filho, Assis Brasil e Rua Dr. Augusto Simões Lopes integram este memorial.



### **3 PARÂMETROS DE PROJETO**

## 3 PARÂMETROS DE PROJETO

### 3.1 Área de Estudo

As áreas de estudo consideradas foram definidas através da sobreposição das Vias a serem contempladas com os projetos das redes coletoras sobre a planta das Bacias de Esgotamento Sanitário, definidas no Plano Diretor de Esgotos de Pelotas.

Essa sobreposição permitiu, através da ilustração, verificar a abrangência de cada canalização coletora, a densidade populacional e a respectiva contribuição de esgotos sanitários indicados no Plano Diretor. Com esses elementos foi possível desenvolver o dimensionamento das canalizações das redes coletoras.

### 3.2 Alcance de Projeto

O alcance do dimensionamento das tubulações atendeu a projeção de população e de contribuições de esgotos estabelecidas no Plano Diretor de Esgotos Sanitários até o ano de 2034 (20 anos).

### 3.3 População Estimada

A projeção populacional da cidade de Pelotas foi abordada no Plano Municipal de Saneamento de Pelotas, realizado em 2011.

Para a avaliação da estimativa de evolução da população foram utilizados os seguintes métodos: Método da Taxa Geométrica, Método da Curva Logística, Método da Taxa Geométrica Decrescente e o Método da Taxa Aritmética. O método adotado para a estimativa das populações foi o da Curva Logística por este se ajustar melhor à dinâmica verificada na região.

As populações de início e final de plano das bacias do SES de Pelotas estão apresentadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Bacias Hidrossanitárias do Município de Pelotas

Bacia	Local	População (habitantes)		
		2011	2017	2040
1	Vila Princesa	2 958	3 066	3 494
2	Zona de expansão prioritária (BR-116)	143	2 969	14 179
3	Conjunto Fernando Osório	6 088	6 310	7 191
4	Sítio Floresta	3 282	3 402	3 877
5	Três Vendas	42 562	44 117	50 274
6	Conjuntos Pestano e Getúlio Vargas	16 885	17 502	19 944
7		855	886	1 010
8	Aeroporto	2 091	2 167	2 470

Bacia	Local	População (habitantes)		
		2011	2017	2040
9	Parque do Obelisco	16 789	17 403	19 831
10	Fragata Norte	41 568	41 750	46 957
11	Fragata Sul	27 874	28 893	31 094
12	Centro	41 852	42 681	46 539
13	Areal e várzea do São Gonçalo	91 496	94 147	98 886
14	Marinas	2 048	2 123	2 419
15	Recanto de Portugal	12 901	13 372	17 238
16	Laranjal (população residente)	14 840	15 382	17 529
17	Balneário dos Prazeres	3 513	3 641	4 150
18	Colônia Z3	2 500	2 500	3 000
<b>TOTAL</b>		<b>330 245</b>	<b>342 313</b>	<b>390 081</b>

### 3.4 Coeficientes Ligados a Determinação das Vazões

Para a determinação das vazões de projeto foram adotados os seguintes parâmetros:

- “Per capita” de abastecimento (q): 185 L/hab.dia;
- Coeficiente do dia de maior consumo (K1): 1,20;
- Coeficiente da hora de maior consumo (K2): 1,50;
- Coeficiente de mínima vazão horária (k3): 0,50;
- Taxa de infiltração (Ti): 0,50 L/s.km; e,
- Coeficiente de retorno água/esgoto (C): 0,80.

### 3.5 Contribuições Domésticas

As vazões contribuintes a bacia 16 foram calculadas a partir dos parâmetros apresentados anteriormente.

As contribuições domésticas de esgoto sanitário foram estimadas levando-se em consideração a ocupação demográfica e os consumos de água “per capita”, definidos para início e fim de plano.

Para cálculo destas contribuições foram utilizados os critérios e parâmetros definidos nos itens anteriores deste relatório e demais diretrizes e procedimentos preconizados pelas normas técnicas brasileiras pertinentes ao assunto.

No cálculo das contribuições foi utilizado a seguinte fórmula e os parâmetros anteriormente definidos:

- Vazão mínima (L/s):

$$Q_{\min} = \frac{P \times q \times C \times k_3}{86.400}$$

- Vazão média (L/s):



$$Q_{med} = \frac{P \times q \times C}{86.400}$$

- Vazão máxima diária (L/s):

$$Q_{maxd} = \frac{P \times q \times C \times k_2}{86.400}$$

- Vazão máxima horária (L/s):

$$Q_{maxh} = \frac{P \times q \times C \times k_1 \times k_2}{86.400}$$

Onde:

- P - população (habitantes);
- q - “per capita” (L/hab.dia);
- C - coeficiente de retorno água/esgoto;
- $k_1$  - Coeficiente do dia de maior consumo;
- $k_2$  - Coeficiente da hora de maior consumo; e
- $k_3$  - Coeficiente de mínima vazão horária.

### 3.6 Contribuições Totais

As vazões contribuintes a bacia 16 foram calculadas a partir dos dados apresentados no item 3.4, levando-se em conta também as vazões de infiltração de cada bacia do sistema.

As contribuições de esgoto sanitário foram estimadas levando-se em consideração a ocupação demográfica e os consumos de água “per capita”, definidos para início e fim de plano.

No cálculo das contribuições foi utilizado a seguinte fórmula e os parâmetros anteriormente definidos:

- Vazão mínima (L/s):

$$Q_{min} = \frac{P \times q \times C \times k_3}{86.400} + L_{rede} \times T_i$$

- Vazão média (L/s):

$$Q_{med} = \frac{P \times q \times C}{86.400} + L_{rede} \times T_i$$

- Vazão máxima diária (L/s):

$$Q_{maxd} = \frac{P \times q \times C \times k_2}{86.400} + L_{rede} \times T_i$$

- Vazão máxima horária (L/s):

$$Q_{maxh} = \frac{P \times q \times C \times k_1 \times k_2}{86.400} + L_{rede} \times T_i$$

Onde:

- P - população (habitantes);
- q - per capita (L/hab.dia);

- C - coeficiente de retorno água/esgoto;
- $k_1$  - Coeficiente do dia de maior consumo;
- $k_2$  - Coeficiente da hora de maior consumo;
- $k_3$  - Coeficiente de mínima vazão horária;
- Lrede - comprimento de rede (km); e
- $T_i$  - taxa de infiltração (L/s.km).

O quadro de contribuições Totais está apresentado a seguir, e contém os seguintes dados:

- Área;
- Ano;
- População Total (habitantes);
- População Atendida (habitantes);
- Vazão de Infiltração na rede (L/s);
- Consumo “Per capita” (L/hab.dia);
- Vazão Mínima (L/s);
- Vazão Média (L/s);
- Vazão Máxima diária (L/s);
- Vazão máxima horária (L/s).

Quadro 3.2: População contribuinte nas micro-bacias

Área	Ano	Pop. Total (Hab.)	Pop. Atendida (Hab.)	Infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máx. Diária (L/s)	Vazão Máx. Horária (L/s)
5.1	2014	4242	4242	0,782	3,633	7,266	8,720	10,900
	2034	5728	5728	0,782	4,906	9,812	11,774	14,718
5.2	2014	1764	1764	0,111	1,511	3,022	3,626	4,533
	2034	2381	2381	0,111	2,039	4,079	4,894	6,118
5.3	2014	1667	1667	0,343	1,428	2,856	3,427	4,283
	2034	2250	2250	0,343	1,927	3,854	4,625	5,781
5.4	2014	511	511	0,143	0,438	0,875	1,050	1,313
	2034	689	689	0,143	0,590	1,180	1,416	1,770
5.5	2014	453	453	0,363	0,388	0,776	0,931	1,164
	2034	611	611	0,363	0,523	1,047	1,256	1,570
5.6	2014	1068	1068	0,556	0,915	1,829	2,195	2,744
	2034	1442	1442	0,556	1,235	2,470	2,964	3,705
5.7	2014	604	604	0,305	0,517	1,035	1,242	1,552
	2034	816	816	0,305	0,699	1,398	1,677	2,097

Área	Ano	Pop. Total (Hab.)	Pop. Atendida (Hab.)	Infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máx. Diária (L/s)	Vazão Máx. Horária (L/s)
5.8	2014	725	725	0,642	0,621	1,242	1,490	1,863
	2034	979	979	0,642	0,838	1,677	2,012	2,515
5.9 e 5.10	2014	252	252	0,516	0,216	0,432	0,518	0,648
	2034	340	340	0,516	0,291	0,582	0,699	0,874
5.11	2014	500	500	0,269	0,428	0,856	1,028	1,285
	2034	675	675	0,269	0,578	1,156	1,388	1,734
5.12	2014	1503	1503	0,602	1,287	2,575	3,090	3,862
	2034	2029	2029	0,602	1,738	3,476	4,171	5,213
13.1	2014	1391	1391	0,200	1,191	2,383	2,859	3,574
	2034	1914	1914	0,200	1,639	3,279	3,934	4,918



## **4 DIMENSIONAMENTO DAS REDES COLETORAS**

## **4 DIMENSIONAMENTO DAS REDES COLETORAS**

### **4.1 Critérios Hidráulicos e de Processo**

Para o desenvolvimento deste Projeto Executivo, foram observadas as diretrizes gerais de projetos semelhantes, as normas da ABNT, Termo de Referência do Edital e definições do SANEP, onde se estabeleceu os dados e critérios básicos, bem como a concepção do projeto.

Os fundamentos dos parâmetros adotados em projeto são os apresentados na sequência, onde se enfatiza as principais definições adotadas.

### **4.2 Redes Coletoras**

O sistema projetado para as redes coletoras é do tipo separador absoluto. O sistema tipo separador absoluto é o sistema em que as águas residuárias (domésticas e industriais) e as águas de infiltração (água do subsolo que penetra através das tubulações e órgãos acessórios), que constituem o esgoto sanitário, veiculam em um sistema independente, denominado sistema de esgoto sanitário. As águas pluviais são coletadas e transportadas em um sistema de drenagem pluvial independente.

O sistema de esgotamento sanitário será do tipo separador absoluto, com tratamento completo das águas residuárias.

### **4.3 Traçado da Rede Coletora**

O traçado da rede coletora e dos coletores-tronco teve por base as condicionantes topográficas existentes, o posicionamento do sistema viário urbano e os locais previstos para as ELE's.

Além disso, o traçado da rede coletora considerou o posicionamento dos Coletores Principais. As redes secundárias projetadas, sempre que possível, tiveram um desenvolvimento independente e setorizado objetivando a redução dos diâmetros. Isto ocorreu pela ligação destes coletores em vários PV's ao longo dos coletores principais.

#### **4.3.1 Características da Rede Coletora**

##### **4.3.1.1 Distância Máxima Entre PV's**

A distância máxima entre poços de inspeção ultimamente passou a ser limitada apenas pelo alcance dos equipamentos disponíveis para desobstrução da rede, segundo a NBR 9649 (ABNT, 1986). Segundo documentação técnica fornecida pelo SANEP, o espaçamento admissível a ser adotado entre poços de visita será de 100 m para rede coletora.

##### **4.3.1.2 Diâmetro Mínimo**

Foi adotado o diâmetro mínimo para projeto de DN 150, ainda que a norma NBR 9649 (ABNT, 1986) permita o uso de DN 100, por questão de maior facilidade na manutenção.

##### **4.3.1.3 Diâmetro e Material das Tubulações**

Com o objetivo de facilitar o transporte, manuseio e rapidez de execução, como paradigma de projeto foi adotado tubo de PVC (rígido) para Redes de Esgotos Sanitários, normalizado pela NBR 7362, para diâmetros até DN 400, com diâmetro de 100 mm para ligações prediais e diâmetro mínimo de 150 mm para rede coletora.

##### **4.3.1.4 Profundidade das Canalizações**

A profundidade das canalizações está de acordo com o que estabelece o SANEP. A profundidade mínima adotada é aquela que permite um recobrimento mínimo de 0,90 m

sobre a geratriz superior da tubulação, quando esta estiver instalada no leito das vias de tráfego de veículos.

A profundidade máxima adotada ficou limitada às condicionantes físicas e executivas peculiares a cada trecho.

#### 4.3.1.5 Poços de Visita

Os poços de visita serão executados de acordo com a padronização fixada pelo SANEP.

As distâncias máximas adotadas entre poços de inspeções foram de 100 m para rede.

Os poços de vista (PV's) foram previstos nas seguintes situações:

- Nos trechos muito longos;
- Nas mudanças de direção dos coletores;
- Nas mudanças de diâmetro; e
- Nas mudanças de declividade.

Nos casos de mudanças de direção com ângulos menores do que 90° será executado um degrau no PV, com a finalidade de garantir a continuidade do movimento.

Os poços de visita serão executados de acordo com a padronização adotada pelo SANEP.

#### 4.3.1.6 Ligações Prediais

As ligações prediais serão executadas em DN 100, em tubo de PVC rígido para Rede de Esgotos Sanitários, normatizado pela NBR 7362.

A caixa de calçada serve individualmente a cada lote e foi projetada segundo o padrão SANEP.

#### 4.3.1.7 Cálculos Hidráulicos

Para o dimensionamento de toda a rede de coleta de esgoto, foram seguidas, principalmente, as recomendações da Norma NBR 9649 (ABNT, 1986), caracterizadas a seguir.

##### a) Vazões Iniciais Máximas

A vazão máxima horária de início de plano é utilizada no dimensionamento da rede coletora para se verificar as condições de autolimpeza do coletor, que deve ocorrer pelo menos uma vez ao dia.

##### – Vazões Domésticas

Para a avaliação das contribuições domésticas adotou-se, para dimensionamento da rede de esgotos o critério de vazão concentrada de cada unidade sanitária, dada pela fórmula:

$$Q_{id} = \frac{C \times P_i \times q \times k_2}{86.400 \times L}; \text{ onde:}$$

- $Q_{id}$ : taxa de contribuição linear inicial máxima doméstica, (L/s.m);
- C: coeficiente de retorno = 0,80;
- $P_i$ : população inicial (habitantes);

- q: consumo “per capita” (L/hab.dia);
- $k_2$ : coeficiente de máxima vazão horária = 1,50; e
- L: comprimento da rede coletora que recebe contribuições domésticas (m).

#### – Vazões de Infiltração

As vazões de infiltração, serão determinadas a partir da taxa adotada pelo SANEP e também apresentada nos Termos de Referência dos Serviços, sendo de 0,50 L/s.km.

#### **b) Vazões Finais Máximas**

A vazão final máxima define a capacidade que deve atender o coletor, sendo responsável pela determinação do diâmetro da rede coletora.

##### – Vazões Domésticas

$$Q_{fd} = \frac{C \times P_f \times q \times k_1 \times k_2}{86.400 \times L}; \text{ onde:}$$

- $Q_{fd}$ : taxa de contribuição final máxima doméstica (L/s.m);
- C: coeficiente de retorno = 0,80;
- $P_f$ : população final (habitantes);
- q: consumo “per capita” (L/hab.dia);
- $k_1$ : coeficiente de máxima vazão diária = 1,20;
- $k_2$ : coeficiente de máxima vazão horária = 1,50; e
- L: comprimento da rede (m).

#### **c) Dimensionamento Hidráulico da Rede Coletora**

##### – Condições de Dimensionamento

O dimensionamento hidráulico da Rede Coletora foi realizado pelo critério da vazão unitária por metro linear de coletor, verificando-se trecho a trecho a rede, para as condições de vazão inicial e final do projeto.

O escoamento se dará em regime uniforme.

##### – Fórmula Adotada

Para o dimensionamento dos coletores de esgotos adotou-se a equação da Continuidade associada à fórmula de Manning, calculada conforme critérios estabelecidos pelo SANEP no que se refere ao coeficiente de rugosidade.

##### – Equação da continuidade

$Q = A.v$ ; onde:

- Q: vazão de projeto ( $m^3/s$ );
- A: seção molhada do coletor ( $m^2$ ); e
- v: velocidade de escoamento no coletor (m/s).

##### – Fórmula de Manning

$$v = \frac{1}{\eta} . R_h^{2/3} . I^{1/2}, \text{ onde:}$$

- v: velocidade de escoamento (m/s);
- $\eta$ : coeficiente de rugosidade, adotado em 0,013;

- $R_h$ : raio hidráulico (m); e
- $I$ : declividade do coletor (m/m).

#### **d) Vazão Inicial Mínima**

Pela norma NBR 9649 (ABNT, 1986), o menor valor de vazão a considerar em qualquer trecho é de 1,5 L/s.

#### **e) Tensão Trativa**

Tensão trativa é definida como uma tensão tangencial exercida sobre a parede do conduto pelo líquido escoado.

Este é o critério determinado pela NBR 9649 (ABNT, 1986) para dimensionamento dos coletores de esgoto e envolve considerações sobre três aspectos principais: hidráulico, controle de sulfetos e ação de autolimpeza.

A tensão trativa representa um valor médio de tensão ao longo do perímetro molhado do conduto e é calculada pela seguinte expressão:

$T = \delta \times R_h \times I$  ; onde:

- $T$ : tensão trativa média (Pa);
- $\delta$ : peso específico do líquido (10.000 N/m<sup>3</sup>);
- $R_h$ : raio hidráulico (m); e
- $I$ : declividade do coletor (m/m).

Em casos especiais em que a declividade natural do terreno se apresentou de forma desfavorável tensão trativa foi definida conforme indicado na NBR 14.486, item 6.1.4.1.

#### **f) Tensão Trativa Crítica**

Em qualquer trecho da rede, para a vazão inicial de contribuição, a tensão trativa calculada deverá ser maior ou igual à tensão trativa crítica, sendo esta a condição para que o esgoto escoado satisfaça a condição de autolimpeza e de controle de sulfetos.

Em alguns trechos, pela declividade natural do terreno foi necessário adotar como mínima o valor de 0,6Pa, conforme admitido pela NBR 14.486, item 6.1.4.1.

#### **g) Altura da Lâmina de Esgoto**

- Lâmina Mínima

Pelo critério de tensão trativa, haverá autolimpeza nas tubulações de esgoto desde que, uma vez por dia a tensão trativa calculada atinja valor igual ou superior à tensão trativa crítica, qualquer que seja a altura da lâmina d'água. Atendendo a tensão trativa para vazão inicial, automaticamente estará atendida a vazão de final de plano.

- Lâmina Máxima

Conforme recomenda a ABNT, através da NBR 9649 (ABNT, 1986), adotou-se a lâmina máxima de 75% do diâmetro da canalização para atender a vazão de final de plano.

#### **h) Velocidade de Escoamento e Declividade**

- Velocidade Inicial Mínima

A velocidade mínima adquire especial importância na prevenção e controle da geração de sulfatos e na garantia de minimizar a deposição de partículas sólidas no interior da canalização. A velocidade mínima corresponde a uma determinada declividade mínima, que

é definida em função da tensão trativa crítica admissível. A declividade mínima admissível é a que satisfaz a tensão trativa mínima adotada de 1,0 Pa, sempre verificada para a vazão mínima ocorrente na tubulação.

No presente projeto as declividades mínimas foram calculadas através da seguinte fórmula para o coeficiente de Manning  $\eta=0,013$ , como pior hipótese:

$$I_{\min} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47}; \text{ onde:}$$

- $I_{\min}$  : declividade mínima (m/m); e
- $Q_i$ : vazão inicial (L/s).

Para a vazão mínima de 1,5 L/s, tem-se como declividade mínima o valor de 4,5456 m/km.

- Velocidade Final Máxima

A velocidade máxima é limitada a valores que possam garantir a integridade das superfícies internas das canalizações ou principalmente pelos efeitos deletérios da erosão causada pelos sólidos presentes nos esgotos. Conforme preconiza a norma NBR-9649 (ABNT, 1986), adotou-se a velocidade máxima igual a 5 m/s, que resulta na declividade máxima é dada pela fórmula:

$$I_{\max} = 2,54 \times Q_f^{-(2/3)}; \text{ onde:}$$

- $I_{\max}$ : declividade máxima (m/m); e
- $Q_f$ : vazão final (L/s).

Quando a velocidade final no coletor ultrapassar a velocidade crítica, a maior lâmina d'água admissível foi limitada em 50 % do diâmetro do coletor, assegurando assim a ventilação do trecho. A velocidade final máxima permitida será dada pela velocidade crítica definida pela expressão:

- Velocidade Crítica:

$$V_c = 6 (g \times R_h)^{1/2}; \text{ onde:}$$

- $V_c$ : velocidade crítica (m/s);
- $g$ : aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>); e
- $R_h$ : raio hidráulico (m).

#### **i) Condição de Controle de Remanso**

Sempre que a cota de nível d'água na saída de qualquer poço de visita estiver acima de qualquer das cotas dos níveis d'água de entrada, foi verificada a influência do remanso no trecho de montante.

O rebaixo será dado por:

$$R_e = y_2 - y_1; \text{ onde:}$$

- $y_2$ : Cota da lâmina d'água da tubulação de entrada mais baixa no PV.
- $y_1$ : Cota da lâmina d'água da tubulação de saída do PV.

## **4.4 Planilhas de Cálculo**

As planilhas de dimensionamento das redes coletoras de esgotos são apresentadas no anexo 0.

## **5 ANEXO - PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES COLETORAS**

## 5 ANEXO - PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES COLETORAS

Cód.	Referência
PV M	Poço de Visita de Montante
PV J	Poço de Visita de Jusante
COMP	Extensão do trecho (m)
CTM	Cota de Terreno do Poço de Visita de Montante (m)
CTJ	Cota de Terreno do Poço de Visita de Jusante (m)
CCM	Cota de Saída da Tubulação no Poço de Visita de Montante (m)
CCJ	Cota de Chegada da Tubulação no Poço de Visita de Jusante (m)
PR M	Profundidade da Tubulação no Poço de Visita de Montante (tomada a partir da geratriz inferior interna da tubulação)
PR J	Profundidade da Tubulação no Poço de Visita de Jusante (tomada a partir da geratriz inferior interna da tubulação)
D	Diâmetro da Tubulação (mm)
DECL	Declividade do Trecho (m/m)
Q I	Vazão Inicial do Trecho (L/s)
Q F	Vazão Final do Trecho (L/s)
V ini	Velocidade Inicial do Trecho (m/s)
V fim	Velocidade Final do Trecho (m/s)
VEL CRI	Velocidade Crítica do Trecho (m/s)
TEN TRA	Tensão Trativa do Trecho (Pa)
HD I %	Lâmina D'Água Inicial no Trecho (%)
HD F %	Lâmina D'Água Final no Trecho (%)
OBS	Observação no trecho (TQ – Tubo de Queda; DG – Degrau)





**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.

## **6 PEÇAS GRÁFICAS**

## 6 PEÇAS GRÁFICAS

DESENHO	REVISÃO	ARQUIVO	DESCRIÇÃO	DESENHISTA
TOMO I				
1	02	EG0185-D-ASB-TOP-01-02	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO - AV. ASSIS BRASIL - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL	Carlos B.
2	01	EG0185-D-ASL-TOP-01-01	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO - RUA DR. AUGUSTO SIMÕES LOPES - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL	Carlos B.
3	01	EG0185-D-SFO-TOP-01-01	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO -AV. SALGADO FILHO - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL	Carlos B.
4	00	EG0185-D-ASB-GEO-01-00	INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA - AV. ASSIS BRASIL - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL	Carlos B.
5	00	EG0185-D-ASL-GEO-01-00	INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA - RUA DR. AUGUSTO SIMÕES LOPES - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL	Carlos B.
6	00	EG0185-D-SFO-GEO-01-00	INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA -AV. SALGADO FILHO - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL	Carlos B.
7	01	EG0185-D-ASB-RED-01-01	REDE COLETORA - AV. ASSIS BRASIL - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL	Carlos B.
8	00	EG0185-D-ASL-RED-01-00	REDE COLETORA - RUA DR. AUGUSTO SIMÕES LOPES - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL	Carlos B.
TOMO II				
9	01	EG0185-D-SFO-RED-01a03-01	REDE COLETORA -AV. SALGADO FILHO - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL - GERAL	Carlos B.
10	01	EG0185-D-SFO-RED-01a03-01	REDE COLETORA -AV. SALGADO FILHO - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL - TRECHO 1	Carlos B.
11	01	EG0185-D-SFO-RED-01a03-01	REDE COLETORA -AV. SALGADO FILHO - PLANTA BAIXA E PERFIL LONGITUDINAL - TRECHO 2 E 3	Carlos B.
12	00	EG0185-D-GER-DET-01-00	DETALHES DO PROJETO - POÇOS DE VISITA E LIGAÇÕES PREDIAIS	Carlos B.

# SISTEMA SANCAD - PLANILHA DE DADOS FINAIS

## ASSIS BRASIL

### REVISÃO 01

14/11/2014

L:\EG0185 - REDES ESGOTOS PELOTAS\ARQ TRABALHO\SANCAD\ASSIS BRASIL\REV01\SANCAD ASB\_REV01.DBF

Coletor	PVM	PVJ	Comp (m)	CTM (m)	CTJ (m)	CCM (m)	CCJ (m)	PRFM (m)	PRFJ (m)	Diam (m)	Decl (m/m)	Q Real Ini (l/s)	Q Real Fim (l/s)	Veloc Ini (m/s)	Veloc Fim (m/s)	Veloc Crit (m/s)	Trativa (Pa)	H/D Ini	H/D Fim	Observ.
001-001	ASB-001	ASB-002	100.00	18.318	18.593	17.168	16.668	1.150	1.925	0.150	0.00500	0.297	0.450	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	
001-002	ASB-002	ASB-003	100.00	18.593	18.642	16.668	16.168	1.925	2.474	0.150	0.00500	0.594	0.900	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	
001-003	ASB-003	ASB-004	100.00	18.642	18.571	16.168	15.668	2.474	2.903	0.150	0.00500	0.891	1.351	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	DG 0.003
001-004	ASB-004	ASB-005	100.00	18.571	18.728	15.665	15.165	2.906	3.563	0.150	0.00500	1.188	1.801	0.52	0.55	2.75	1.00	0.22	0.24	DG 0.005
001-005	ASB-005	ASB-006	100.00	18.728	18.749	15.160	14.660	3.568	4.089	0.150	0.00500	1.485	2.251	0.52	0.58	2.89	1.00	0.22	0.27	DG 0.005
001-006	ASB-006	ASB-007	100.00	18.749	18.317	14.655	14.195	4.094	4.122	0.150	0.00460	1.782	2.701	0.53	0.59	3.03	1.00	0.25	0.30	DG 0.004
001-007	ASB-007	ASB-008	96.00	18.317	17.829	14.191	13.781	4.126	4.048	0.150	0.00427	2.067	3.133	0.54	0.60	3.15	1.00	0.27	0.34	DG 0.005
001-008	ASB-008	ASB-009	100.00	17.829	16.568	13.776	13.376	4.053	3.192	0.150	0.00400	2.364	3.584	0.54	0.61	3.26	1.01	0.29	0.37	DG 0.001
001-009	ASB-009	ASB-010	25.00	16.568	16.030	13.375	13.276	3.193	2.754	0.150	0.00394	2.438	3.696	0.55	0.61	3.28	1.01	0.30	0.37	DG 0.002
001-010	ASB-010	ASB-011	60.00	16.030	14.950	13.274	13.046	2.756	1.904	0.150	0.00381	2.617	3.966	0.55	0.62	3.34	1.02	0.31	0.39	DG 0.004
001-011	ASB-011	ASB-012	75.00	14.950	16.085	13.042	12.767	1.908	3.318	0.150	0.00366	2.839	4.304	0.56	0.62	3.41	1.02	0.33	0.41	DG 0.004
001-012	ASB-012	ASB-013	100.00	16.085	16.470	12.763	12.415	3.322	4.055	0.150	0.00348	3.136	4.754	0.56	0.63	3.50	1.02	0.35	0.44	DG 0.002
001-013	ASB-013	FIM	55.00	16.470	16.759	12.413	12.226	4.057	4.533	0.150	0.00340	3.300	5.002	0.56	0.63	3.54	1.02	0.37	0.46	FIM



# SISTEMA SANCAD - PLANILHA DE DADOS FINAIS

## AUGUSTO SIMÕES LOPES

17/10/2014

L:\EG0185 - REDES ESGOTOS PELOTAS\ARQ TRABALHO\SANCAD\AUGUSTO SIMOES LOPES\SANCAD ASL\_REV00.DBF

Coletor	PVM	PVJ	Comp (m)	CTM (m)	CTJ (m)	CCM (m)	CCJ (m)	PRFM (m)	PRFJ (m)	Diam (m)	Decl (m/m)	Q Real Ini (l/s)	Q Real Fim (l/s)	Veloc Ini (m/s)	Veloc Fim (m/s)	Veloc Crit (m/s)	Trativa (Pa)	H/D Ini	H/D Fim	Observ.
001-001	ASL-001	ASL-002	50.00	18.684	18.738	17.534	17.402	1.150	1.338	0.150	0.00284	0.152	0.231	0.41	0.41	2.83	0.80	0.28	0.28	
001-002	ASL-002	ASL-003	55.00	18.738	18.845	17.402	17.257	1.338	1.588	0.150	0.00284	0.320	0.488	0.41	0.41	2.83	0.80	0.28	0.28	
001-003	ASL-003	ASL-004	100.00	18.845	19.022	17.257	16.993	1.588	2.029	0.150	0.00284	0.824	0.948	0.41	0.41	2.83	0.80	0.28	0.28	
001-004	ASL-004	ASL-005	100.00	19.022	18.778	16.993	16.729	2.029	2.047	0.150	0.00284	0.928	1.411	0.41	0.41	2.83	0.80	0.28	0.28	DG 0.010
001-005	ASL-005	ASL-008	100.00	18.778	18.705	16.719	16.455	2.057	2.250	0.150	0.00284	1.233	1.873	0.41	0.44	2.97	0.80	0.28	0.29	DG 0.010
001-006	ASL-006	ASL-007	75.00	18.705	18.705	16.445	16.247	2.260	2.458	0.150	0.00284	1.461	2.220	0.41	0.46	3.08	0.80	0.28	0.32	DG 0.010
001-007	ASL-007	ASL-008	70.00	18.705	18.680	16.237	16.061	2.468	2.819	0.150	0.00251	1.674	2.544	0.42	0.47	3.18	0.80	0.28	0.35	DG 0.010
001-008	ASL-008	FIM	80.00	18.680	18.720	16.051	15.908	2.829	2.812	0.150	0.00239	1.857	2.821	0.42	0.48	3.27	0.81	0.30	0.37	FIM

# SISTEMA SANCAD - PLANILHA DE DADOS FINAIS

## SALGADO FILHO

### TRECHO 1

17/10/2014

L:\EG0185 - REDES ESGOTOS PELOTAS\ARQ TRABALHO\SANCAD\SALGADO FILHO\TRECHO 1\SANCAD SFO\_T1.DBF

Coletor	PVM	PVJ	Comp (m)	CTM (m)	CTJ (m)	CCM (m)	CCJ (m)	PRFM (m)	PRFJ (m)	Diam (m)	Decl (m/m)	Q Real Ini (l/s)	Q Real Fim (l/s)	Veloc Ini (m/s)	Veloc Fim (m/s)	Veloc Crit (m/s)	Trativa (Pa)	H/D Ini	H/D Fim	Observ.
001-001	SFO-001	SFO-002	100.00	18.288	18.271	15.088	14.588	1.200	1.703	0.200	0.00500	0.225	0.334	0.50	0.50	2.57	1.00	0.15	0.15	DG 0.010
001-002	SFO-002	SFO-003	100.00	18.271	18.007	14.558	14.058	1.713	1.949	0.200	0.00500	0.450	0.688	0.50	0.50	2.57	1.00	0.15	0.15	DG 0.010
001-003	SFO-003	SFO-004	85.00	18.007	15.384	14.048	13.623	1.959	1.741	0.200	0.00500	0.842	0.951	0.50	0.50	2.57	1.00	0.15	0.15	DG 0.010
001-004	SFO-004	SFO-005	75.00	15.384	14.873	13.613	13.238	1.751	1.635	0.200	0.00500	0.811	1.202	0.50	0.50	2.57	1.00	0.15	0.15	DG 0.050
001-005	SFO-005	SFO-006	100.00	14.873	13.845	13.188	12.595	1.685	1.250	0.200	0.00593	7.321	10.940	0.84	0.94	3.88	2.14	0.32	0.40	DG 0.024
001-006	SFO-006	SFO-007	85.00	13.845	13.590	12.571	12.368	1.274	1.224	0.200	0.00241	7.512	11.224	0.81	0.88	4.28	1.08	0.41	0.52	
001-007	SFO-007	SFO-008	50.00	13.590	12.584	12.368	11.384	1.224	1.200	0.200	0.01984	7.825	11.391	1.31	1.47	3.45	5.59	0.24	0.30	DG 0.010
001-008	SFO-008	SFO-009	85.00	12.584	11.420	11.374	10.210	1.210	1.210	0.200	0.01791	7.771	11.608	1.27	1.42	3.50	5.24	0.25	0.31	DG 0.110
001-009	SFO-009	SFO-010	33.00	11.420	10.843	10.100	9.533	1.320	1.310	0.200	0.01718	7.848	11.718	1.28	1.41	3.53	5.09	0.25	0.31	
001-010	SFO-010	SFO-011	51.00	10.843	9.982	9.533	8.522	1.310	1.440	0.200	0.01982	7.961	11.888	1.33	1.49	3.48	5.73	0.25	0.30	
001-011	SFO-011	SFO-012	88.00	9.982	7.237	8.522	8.037	1.440	1.200	0.200	0.02824	8.159	12.182	1.51	1.70	3.37	7.84	0.23	0.28	DG 0.032
001-012	SFO-012	SFO-013	98.00	7.237	6.720	6.005	5.487	1.232	1.233	0.200	0.00528	8.380	12.509	0.84	0.93	4.03	2.07	0.38	0.44	DG 0.028
001-013	SFO-013	SFO-014	70.00	6.720	7.400	5.459	5.310	1.281	2.090	0.200	0.00213	8.537	12.743	0.80	0.87	4.40	1.01	0.48	0.59	
001-014	SFO-014	FIM	31.00	7.400	6.115	5.310	4.915	2.090	1.200	0.200	0.01274	8.807	12.848	1.18	1.30	3.71	4.19	0.29	0.35	FIM

# SISTEMA SANCAD - PLANILHA DE DADOS FINAIS

11/11/2014

SALGADO FILHO

TRECHO 2

REVISÃO 01

L:\EG0185 - REDES ESGOTOS PELOTAS\ARQ TRABALHO\SANCAD\SALGADO FILHO\REV01\TRECHO 2\SANCAD SFO\_T2.DBF

Coletor	PVM	PVJ	Comp (m)	CTM (m)	CTJ (m)	CCM (m)	CCJ (m)	PRFM (m)	PRFJ (m)	Diam (m)	Decl (m/m)	Q Real Ini (l/s)	Q Real Fim (l/s)	Veloc Ini (m/s)	Veloc Fim (m/s)	Veloc Crit (m/s)	Tratava (Pa)	H/D Ini	H/D Fim	Observ.
002-001	SFO-015	SFO-016	60.00	16.380	16.144	14.380	14.080	2.000	2.084	0.150	0.00500	0.245	0.379	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	DG 0.010
002-002	SFO-016	SFO-017	60.00	16.144	16.025	14.070	13.770	2.074	2.255	0.150	0.00500	0.491	0.758	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	DG 0.010
002-003	SFO-017	SFO-018	60.00	16.025	15.878	13.780	13.480	2.285	2.416	0.150	0.00500	0.738	1.136	0.52	0.52	2.64	1.00	0.22	0.22	DG 0.010
002-004	SFO-018	SFO-019	70.00	15.878	15.592	13.450	13.100	2.426	2.492	0.150	0.00500	1.022	1.578	0.52	0.52	2.67	1.00	0.22	0.23	DG 0.010
002-005	SFO-019	SFO-020	32.00	15.592	15.380	13.090	12.930	2.502	2.450	0.150	0.00500	1.153	1.780	0.52	0.54	2.74	1.00	0.22	0.24	DG 0.010
002-006	SFO-020	FIM	76.00	15.380	15.055	12.920	12.540	2.480	2.515	0.150	0.00500	1.484	2.280	0.52	0.58	2.89	1.00	0.22	0.27	FIM

**SISTEMA SANCAD - PLANILHA DE DADOS FINAIS**  
**SALGADO FILHO**  
**TRECHO 3**

17/10/2014

L:\EG0185 - REDES ESGOTOS PELOTAS\ARQ TRABALHO\SANCAD\SALGADO FILHO\TRECHO 3\SANCAD SFO\_T3.DBF

Coletor	PVM	PVJ	Comp (m)	CTM (m)	CTJ (m)	CCM (m)	CCJ (m)	PRFM (m)	PRFJ (m)	Diam (m)	Decl (m/m)	Q Real Ini (l/s)	Q Real Fim (l/s)	Veloc Ini (m/s)	Veloc Fim (m/s)	Veloc Crit (m/s)	Tratava (Pa)	H/D Ini	H/D Fim	Observ.
003-001	SFO-021	SFO-022	100.00	14.108	14.057	12.908	12.844	1.200	1.413	0.200	0.00284	0.944	1.525	0.40	0.40	2.77	0.80	0.18	0.18	DG 0.018
003-002	SFO-022	SFO-023	100.00	14.057	14.485	12.828	12.391	1.429	2.094	0.200	0.00237	1.887	3.051	0.41	0.47	3.27	0.80	0.20	0.28	DG 0.015
003-003	SFO-023	SFO-024	100.00	14.485	14.805	12.378	12.180	2.109	2.425	0.200	0.00198	2.831	4.578	0.43	0.50	3.83	0.80	0.28	0.34	DG 0.014
003-004	SFO-024	FIM	100.00	14.805	14.812	12.188	11.995	2.439	2.817	0.200	0.00171	3.774	8.102	0.45	0.51	3.91	0.81	0.31	0.41	FIM

