



PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ - MG

# PROJETOS PARA SISTEMAS DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE MURIAÉ

Contrato 039/2018



BAIRRO BARRA  
PROJETO BÁSICO  
VOLUME I – MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULOS

**OTTAWA**  
ENGENHARIA

SETEMBRO / 2019

# PROJETOS PARA SISTEMAS DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE MURIAÉ – MG

Contrato 039/2018



## **Prefeitura Municipal de Muriaé**

Av. Maestro Sansão, nº236, Bairro Centro

Muriaé – MG CEP 36.880-002

Telefone: (32) 3696-3362

## BAIRRO BARRA - PROJETO BÁSICO VOLUME I – MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULOS 2ª VERSÃO



MURIAÉ  
SETEMBRO / 2019

OTTAWA Engenharia Ltda.  
Rua Nilton Baldo, 744-A, Bairro Paquetá, Belo Horizonte – MG

Projetos para Sistemas de Esgotos Sanitários de Muriaé – MG  
Projeto Básico – Bairro Barra  
Volume I – Memorial Descritivo e de Cálculos  
Ano: 2019  
nº de f. 50

Prefeitura de Muriaé – Av. Maestro Sansão, nº236, Bairro Centro  
Muriaé – MG.

**SUMÁRIO**

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1 INFORMAÇÕES CADASTRAIS.....</b>	<b>4</b>
1.1 Identificação do Proponente .....	4
1.2 Responsabilidade Técnica pelo Projeto de Engenharia .....	4
1.3 Equipe Técnica.....	4
<b>2 RESUMO DA CONCEPÇÃO TÉCNICA .....</b>	<b>6</b>
<b>3 PARÂMETROS DE PROJETO .....</b>	<b>7</b>
<b>4 REDES COLETORAS INTERCEPTORAS DE ESGOTOS .....</b>	<b>10</b>
4.1 Diretrizes Gerais.....	10
4.2 Quesitos a Serem Verificados e Atendidos.....	10
4.3 Diâmetros e Materiais.....	10
4.4 Tensão Trativa.....	10
4.5 Declividade .....	11
4.6 Velocidade de Escoamento .....	11
4.7 Lâmina d'Água .....	12
4.8 Traçado da Tubulação.....	12
4.9 Sistematização dos Cálculos .....	12
4.10 Resumo da Tubulação a Implantar .....	12
<b>5 ELEVATÓRIAS DE RECUPERAÇÃO DE CARGA.....</b>	<b>13</b>
5.1 Justificativa.....	13
5.2 Elevatória 01 .....	13
5.2.1 Planilha de dimensionamento .....	14
5.2.2 Curva da bomba.....	16
5.2.3 Especificação dos conjuntos moto-bombas.....	16
5.3 Elevatória 02 .....	17
5.3.1 Planilha de dimensionamento .....	18
5.3.2 Curva da bomba.....	20
5.3.3 Especificação dos conjuntos moto-bombas.....	20
5.4 Elevatória 03 .....	21
5.4.1 Planilha de dimensionamento .....	22
5.4.2 Curva da bomba.....	24
5.4.3 Especificação dos conjuntos moto-bombas.....	26
5.5 Linhas de Recalque – Transientes Hidráulicos .....	27
5.5.1 Metodologia de cálculo.....	27
5.5.2 Celeridade (C).....	27
5.5.3 Período da tubulação (T).....	27
5.5.4 Variação da pressão ( $\Delta H$ ) .....	28
5.6 Sistema de Recalque 01.....	28
5.6.1 Condições operacionais do sistema .....	28
5.6.2 Características físicas do fluido a recalcar .....	28
5.6.3 Caracterização da linha de recalque .....	29

SES BAIRRO BARRA – PROJETO BÁSICO - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

5.6.4	Tempo de parada.....	29
5.6.5	Resultados obtidos.....	29
5.7	Sistema de Recalque 02.....	33
5.7.1	Condições operacionais do sistema.....	33
5.7.2	Características físicas do fluido a recalcar.....	33
5.7.3	Caracterização da linha de recalque.....	33
5.7.4	Tempo de parada.....	33
5.7.5	Resultados obtidos.....	33
5.8	Sistema de Recalque 03.....	37
5.8.1	Condições operacionais do sistema.....	37
5.8.2	Características físicas do fluido a recalcar.....	37
5.8.3	Caracterização da linha de recalque.....	37
5.8.4	Tempo de parada.....	37
5.8.5	Resultados obtidos.....	37
5.9	Dispositivos Operacionais e de Segurança da Linha de Recalque.....	41
5.9.1	Ventosas.....	41
5.9.2	Registros de descarga.....	41
5.9.3	Empuxos e blocos de ancoragem.....	41
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>44</b>
	ANEXO 1. Planilhas de Dimensionamento das Redes Coletoras/Interceptores	
	ANEXO 2. Planilhas de dimensionamento dos blocos de ancoragem	

## **APRESENTAÇÃO**

O presente trabalho constitui-se no projeto básico das melhorias e ampliações dos sistemas de esgotos sanitários do Bairro Barra elaborado por OTTAWA ENGENHARIA LTDA, contratada pelo Município de Muriaé através do PROCESSO LICITATÓRIO PREGÃO 076/2018 - CONTRATO Nº 039/2018.

## 1 INFORMAÇÕES CADASTRAIS

### 1.1 Identificação do Proponente

- Razão Social: Prefeitura Municipal de Muriaé
- CNPJ: 17.947.581/0001-76
- Prefeito: Ioannis Konstantinos Grammatikopoulos
- Endereço: Av. Maestro Sansão, nº 236, Centro
- Município/UF: Muriaé - MG
- CEP: 36.880-002
- Telefax: (32) 3696-3362
- Endereço eletrônico: cmagno.smderi@gmail.com

### 1.2 Responsabilidade Técnica pelo Projeto de Engenharia

- Nome: Ottawa Engenharia Ltda.
- Endereço: Rua Nilton Baldo, 744-A  
Bairro Jardim Paquetá  
Belo Horizonte – MG / CEP: 31.330-660
- Endereço eletrônico: ottawaeng@terra.com.br

### 1.3 Equipe Técnica



- Coordenador Geral do Projeto, Engenheiro Civil:  
Carlos Mauro Novais Gonçalves  
CREA-MG: 49.318/ D
- Especialista, Engenheiro Civil:  
Hudson Costa Rocha  
CREA-MG: 99.507/D
- Engenheiro Civil de Estruturas:  
Olavo Ianhez Neto  
CREA-MG: 154.912/D
- Engenheiro Orçamentista:

Gildácio Pereira Chagas  
CREA-MG: 184.893/D

- Engenheiro Eletricista:

Coracy Martins  
CREA-MG: 36.457/D

- Consultor Ambiental:

Guilherme de Faria Barreto  
Biólogo CRBio: 30.774-4

## 2 RESUMO DA CONCEPÇÃO TÉCNICA

Conforme descrito no Estudo de Concepção, foi idealizada a implantação de redes coletoras e interceptores, na margem direita do Rio Muriaé, que receberá as contribuições dos atuais lançamentos das redes coletoras de esgotos. Devido à baixa declividade do terreno no trecho da intervenção e do fato de alguns lançamentos serem realizados abaixo do N.A. do rio foi necessária a implantação de três elevatórias de esgotos, com a função de recuperar carga hidráulica de forma a evitar que o interceptor fique muito profundo. Os locais de implantação das elevatórias foram definidos com base nas visitas técnicas, levantamento topográfico e consenso entre os técnicos da contratada e do DEMSUR.

Além disso, foi projetado um novo trecho de interceptor no trecho compreendido a partir do cruzamento das ruas Pirapanema com Francisco Carlos Machado, estendendo pela Rua Doutor Luiz Gonzaga e Avenida JK e findando na elevatória de esgotos existente nessa mesma avenida, próximo à rodoviária. Esse novo trecho foi previsto para garantir a ligação de todas as redes coletoras à elevatória existente, sanando assim os atuais lançamentos de esgotos na margem direita desse trecho do Rio Muriaé que não são atendidos pelo interceptor existente.

### **3 PARÂMETROS DE PROJETO**

Os dimensionamentos das redes coletoras e interceptores e sistemas de recalque necessários ao Bairro Barra foram realizados a partir dos parâmetros básicos de projeto estabelecidos no Estudo de Concepção que precedeu à elaboração de todos os projetos básicos contidos no objeto da contratação citada na apresentação desse relatório, além das informações fornecidas pelo DEMSUR de cada um dos pontos de lançamento de esgotos.

Apresenta-se a seguir a tabela com os resumos das vazões dos pontos de interesse do projeto.

Tabela 1. Vazões Bairro Barra

Ponto/Logradouro	População	Vazões de Projeto				
	Final de Plano (hab)	Infiltração Final de Plano (L/s)	Mínima Final de Plano (L/s)	Média Final de Plano (L/s)	Máx.dia Final de Plano (L/s)	Máx.h Final de Plano (L/s)
Ponto 01	65	0,01	0,05	0,10	0,12	0,18
Ponto 02	1.309	0,26	1,08	2,16	2,59	3,69
Ponto 03	707	0,14	0,59	1,17	1,40	1,99
Ponto 04	71	0,01	0,06	0,11	0,13	0,20
Ponto 05	153	0,03	0,13	0,25	0,30	0,43
Ponto 06	1.038	0,21	0,86	1,72	2,06	2,93
Ponto 07	52	0,01	0,05	0,09	0,11	0,15
Ponto 08	1.658	0,33	1,37	2,74	3,29	4,67
Ponto 09	7.552	1,51	6,25	12,49	14,99	21,27
Ponto 10	193	0,04	0,16	0,32	0,38	0,55
Ponto 11	79	0,02	0,07	0,13	0,16	0,23
Ponto 12	387	0,08	0,32	0,64	0,77	1,09
Ponto 13	488	0,10	0,41	0,81	0,97	1,38
Ponto 14	222	0,04	0,18	0,36	0,43	0,62
Rua Zita Vasconcelos	205	0,04	0,17	0,34	0,41	0,58
Rua Belissário	83	0,02	0,07	0,14	0,17	0,24

Ponto/Logradouro	População	Vazões de Projeto				
	Final de Plano (hab)	Infiltração Final de Plano (L/s)	Mínima Final de Plano (L/s)	Média Final de Plano (L/s)	Máx.dia Final de Plano (L/s)	Máx.h Final de Plano (L/s)
Rua Osvaldo Cruz	79	0,02	0,07	0,13	0,07	0,23
Rua Dr. Antônio Rogério de Castro	83	0,02	0,07	0,14	0,07	0,24
Rua Cel. Monteiro de Castro	92	0,02	0,08	0,15	0,08	0,26
Rua Pirapanema	46	0,01	0,04	0,08	0,04	0,13
Av. Antônio Francisco	49	0,01	0,04	0,08	0,04	0,14
Rua Dr. Ophir de Oliveira Costa	34	0,01	0,03	0,06	0,03	0,10
Rua Jesus Varela	85	0,02	0,07	0,14	0,07	0,24
Rua Manoel Alves Araújo Sobrinho	138	0,03	0,12	0,23	0,12	0,39
Rua Francisco Carlos Machado	6	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02
Rua Júlio Brandão	256	0,05	0,21	0,42	0,21	0,72
Rua Luiz Gonzaga	18	0,00	0,02	0,03	0,02	0,05
Av. Maestro Sansão	34	0,01	0,03	0,06	0,03	0,10

## 4 REDES COLETORAS INTERCEPTORAS DE ESGOTOS

### 4.1 Diretrizes Gerais

As redes coletoras e interceptoras foram projetadas com base em levantamento topográfico elaborado exclusivamente para esse fim, e na sequência realizou-se sua verificação hidráulica, cujas planilhas de simulação de simulação hidráulica estão apensadas ao trabalho. A formulação matemática e os parâmetros técnicos empregados no projeto estão a seguir descritos.

### 4.2 Quesitos a Serem Verificados e Atendidos

- Tensão Trativa mínima .....  $T_t > 0,6$  Pa para PVC e  $>1,0$  para F°F°
- Vazão mínima de cálculo ..... 1,5 L/s
- Velocidade máxima na tubulação ..... 5,0 m/s
- Lâmina d'água máxima ..... 75%
- Distância máxima entre PV's ..... 80 m
- Tubo de queda a partir de degraus superiores a .....  $\geq 0,50$  m

### 4.3 Diâmetros e Materiais

Os diâmetros das tubulações foram estabelecidos de acordo com as normas e especificações brasileiras e foi prevista a utilização de tubos de PVC nos diâmetros 150 mm, 200 mm, 250 mm e 300 mm, e de ferro fundido de diâmetros de 150 mm e 300 mm em situações de travessias de obstáculos, cursos d'água e elementos estruturais de drenagem urbana.

### 4.4 Tensão Trativa

Para todos os trechos das tubulações foram verificadas as tensões trativas médias, sendo o valor mínimo admitido igual a 0,6 Pa, valores esses impostos para garantir as condições de auto limpeza em tubulações de PVC. Nos trechos em ferro fundido a tensão trativa mínima considerada foi de 1,0 Pa.

As tensões trativas ( $T_t$ ), foram calculadas através das seguintes expressões matemáticas:

$$T_t = \delta \times R_H \times l$$

$$R_H = \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{\text{sen} \theta}{\theta} \right)$$

$$\theta = 2 \cos^{-1} \left( 1 - 2 \frac{y}{D} \right)$$

$$\frac{y}{D} = K \left\{ \text{sen} \left[ \frac{\pi}{180} (53 + 100K) \right] \right\}^{\left( -\frac{1}{6} \right)}$$

$$K = \text{tg} \left[ \frac{\pi}{180} \left( \frac{4961,5 \times n \times Q}{D^{\frac{8}{3}} \times l^{\frac{1}{2}}} \right)^{0,493} \right]$$

Obs.: o fator  $\frac{\pi}{180}$  é utilizado para converter o argumento das funções trigonométricas de graus para radianos.

Onde:

$\delta$  = peso específico do esgoto =  $10^4$  N/m<sup>3</sup>;

$l$  = declividade do trecho (m/m);

$D$  = diâmetro da tubulação;

$y$  = altura da lâmina d'água;

$Q$  = vazão no trecho;

$n$  = coeficiente de *Manning* = 0,013.

#### 4.5 Declividade

As declividades mínimas das tubulações foram definidas para atendimento simultâneo aos critérios tensão trativa maior ou igual a 0,6 Pa ou 1,0 Pa conforme o material da tubulação, PVC e ferro fundido respectivamente, e lâmina d'água menor ou igual a 75%. A declividade máxima é aquela que proporciona velocidade de escoamento igual a 5,0 m/s.

#### 4.6 Velocidade de Escoamento

A velocidade de escoamento do esgoto em tubulação de seção circular foi avaliada pela expressão:

$$V = \frac{8Q}{D^2(\theta - \text{sen}\theta)}$$

#### 4.7 Lâmina d'Água

As lâminas d'água foram calculadas admitindo o escoamento em regime uniforme e permanente, e seu valor máximo expresso como percentual do diâmetro da tubulação no presente caso, 75%.

#### 4.8 Traçado da Tubulação

A definição do reticulado que representa o traçado das redes coletoras e interceptores seguiu o consenso entre os técnicos da contratada e do DEMSUR durante as visitas técnicas e o levantamento planialtimétrico elaborado exclusivamente para este propósito.

#### 4.9 Sistematização dos Cálculos

De acordo com o traçado das tubulações e a formulação matemática apresentada, elaboraram-se planilhas de dimensionamento das redes coletoras e interceptores de esgotos apresentadas em anexo. O carregamento das vazões das redes coletoras foi elaborado de acordo com o número de economias informado pelo DEMSUR e planilhas de vazões apresentadas anteriormente.

#### 4.10 Resumo da Tubulação a Implantar

Apresenta-se a seguir o resumo dos quantitativos e materiais empregados nas redes coletora e interceptora a implantar.

▪ PVC JE DN150 .....	1.046,00 m
▪ PVC JE DN200 .....	182,00 m
▪ PVC JE DN250 .....	50,00 m
▪ PVC JE DN300 .....	623,00 m
▪ F°F° JE DN150 .....	55,00 m
▪ F°F° JE DN300 .....	9,00 m

## 5 ELEVATÓRIAS DE RECUPERAÇÃO DE CARGA

### 5.1 Justificativa

Conforme descrito no Resumo da Concepção Técnica, devido à baixa declividade do trecho ao longo da margem direita do Rio Muriaé, onde serão efetivadas as intervenções necessárias no Bairro Barra, além do fato de alguns lançamentos das redes de esgoto nesse rio estarem localizada abaixo do N.A. do rio, será necessária a implantação de três elevatórias de recuperação de carga hidráulica de forma a evitar elevadas profundidade do interceptor que inviabilizaria sua construção.

Os dimensionamentos das referidas elevatórias são apresentados nos subitens a seguir.

### 5.2 Elevatória 01

A Elevatória 01 interceptará um lançamento da rede coletora existente no Rio Muriaé cuja vazão máxima calculada é de 4,39 L/s.

Apresentam-se a seguir a planilha de dimensionamento da Elevatória 01 e a curva de desempenho do conjunto moto-bomba selecionado.

## 5.2.1 Planilha de dimensionamento

<b>1- Dados para o Dimensionamento</b>						
Vazão máxima						4,39 L/s
Vazão mínima						0,15 L/s
Cota do NA máximo do poço de sucção						195,000 m
Cota do NA mínimo do poço de sucção						194,700 m
Cota de chegada no PVE (existente)						203,100 m
Altura geométrica de sucção						0,00 m
Altura geométrica de recalque						8,400 m
Altura geométrica total (Hg)						8,400 m
Viscosidade cinemática do líq. Bombeado						0,000001 m <sup>2</sup> /s
<b>2 - Escolha dos diâmetros</b>						
Diâmetro do Recalque						100 mm
<b>3 - Cálculo da Altura Manométrica</b>						
<b>Perda de carga contínua na tubulação de recalque</b>						
Extensão da linha de recalque						299,26 m
Diâmetro						100 mm
Material						PVC
Rugosidade						0,1 mm
Vazão						4,39 L/s
Velocidade						0,56 m/s
Nº de Reynolds						56000
Fator de Atrito						0,024
Coeficiente da fórmula racional da perda de carga						0,00198
Perda de carga unitária						0,0038 m/m
Perda de carga contínua na tubulação de recalque (hfcr)						1,137 m
<b>Perdas de carga localizada no recalque</b>						
Singularidades	Qte	DN	Vazão	V	K	hs
Ampliação 2"x3"	1	50	4,39	2,23	0,30	0,076
mangote flexível L= 2,80m	1	75	4,39	0,99	0,20	0,010
Curva 90°	1	75	4,39	0,99	0,40	0,020
Ampliação 75 x 80	1	75	4,39	0,99	0,30	0,015
Válvula de retenção	1	80	4,39	0,87	2,75	0,106
Registro de gaveta	1	80	4,39	0,87	0,20	0,008
Curva 45°	1	80	4,39	0,87	0,20	0,008
Tê passagem direta	1	80	4,39	0,87	0,60	0,023
Junção	1	80	4,39	0,87	0,40	0,015
Ampliação 80x100	1	80	4,39	0,87	0,30	0,012
Curva 45°	1	100	4,39	0,56	0,20	0,003
Curva 90°	3	100	4,39	0,56	0,40	0,019
Saida de canalização	1	100	4,39	0,56	1,00	0,016
<b>Total (hflr)</b>						<b>0,331</b>
<b>Perda de Carga Total</b>						
hf =	hfcr	+	hflr			
hf =	1,137	+	0,331			
hf =	1,468 m					
<b>Altura manométrica</b>						
Hman =	Hg	+	hf			

SES BAIRRO BARRA – PROJETO BÁSICO - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

Hman =	8,400	+	1,468	
Hman =	9,868 m		Q=	15,7932 m <sup>3</sup> /h

**4 - Especificação do conjunto moto-bomba**

Marca:	KSB		
Modelo:	KRT Drainer K 1500		
Rendim. Bomba =	49 %		
Rendim. Motor =	100 %	bocal recalque (Pol)	2"
Potência consumida =	1,18 cv	Trifásica	60 Hz
Potência do motor =	1,18 cv	adotado	1,5 cv
		Rotação	1750 rpm

**5 - Curvas do Sistema**

r =	$\frac{1,468}{19,25}$	=	0,0763
Hm =	8,400	+	0,0763 Q <sup>2</sup>

**6 - Curva da bomba**

Hm =	-0,0167 Q <sup>2</sup>	+	-0,4125 Q	+	11,993
------	------------------------	---	-----------	---	--------

**7 - Interseção**

	-0,0930 Q <sup>2</sup>	+	-0,4125 Q	+	3,59	=	0
	Q =	4,382 L/s	HmS =	9,865	m		
	Q =	15,775 m <sup>3</sup> /h	HmB =	9,865	m		

**8 - Poço de sucção**

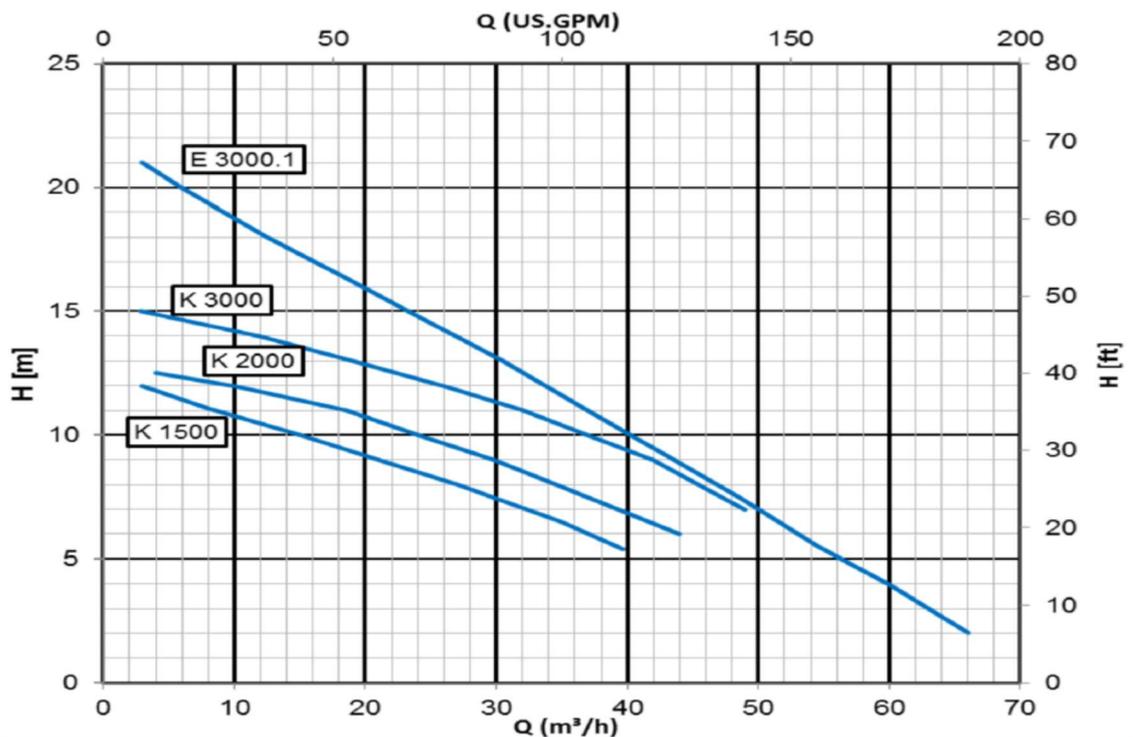
Comprimento	1,000 m
Largura	1,500 m
Submergencia mínima	0,150 m
Altura útil	0,300 m
Altura efetiva	0,300 m
Área	1,500 m <sup>2</sup>
Volume real	0,450 m <sup>3</sup>
Volume necessário	0,650 m <sup>3</sup>
Volume efetivo	0,450 m <sup>3</sup>
Vazão mínima sem infiltração	0,150 L/s
Tempo de detenção	50,0 min

**Curvas da Bomba e do Sistema**

$y = -0,0168x^2 - 0,4097x + 11,984$   
 $R^2 = 1$

### 5.2.2 Curva da bomba

Realizada a estimativa inicial do ponto de operação pesquisou-se em catálogos de moto bombas a que melhor atende a este ponto, e na presente situação, o equipamento escolhido foi o da marca KSB modelo Drainer K 1500 cuja curva de desempenho esta apresentada a seguir.



### 5.2.3 Especificação dos conjuntos moto-bombas

- Marca..... KSB
- Modelo .....Drainer K 1500
- Diâmetro da descarga..... 2"
- Diâmetro máximo de sólidos.....35 mm
- Rotação .....1.750 r.p.m.
- Potência do motor..... 1,5 cv
- Vazão da bomba.....15,79 m³/h
- Altura manométrica.....9,868 m

### 5.3 Elevatória 02

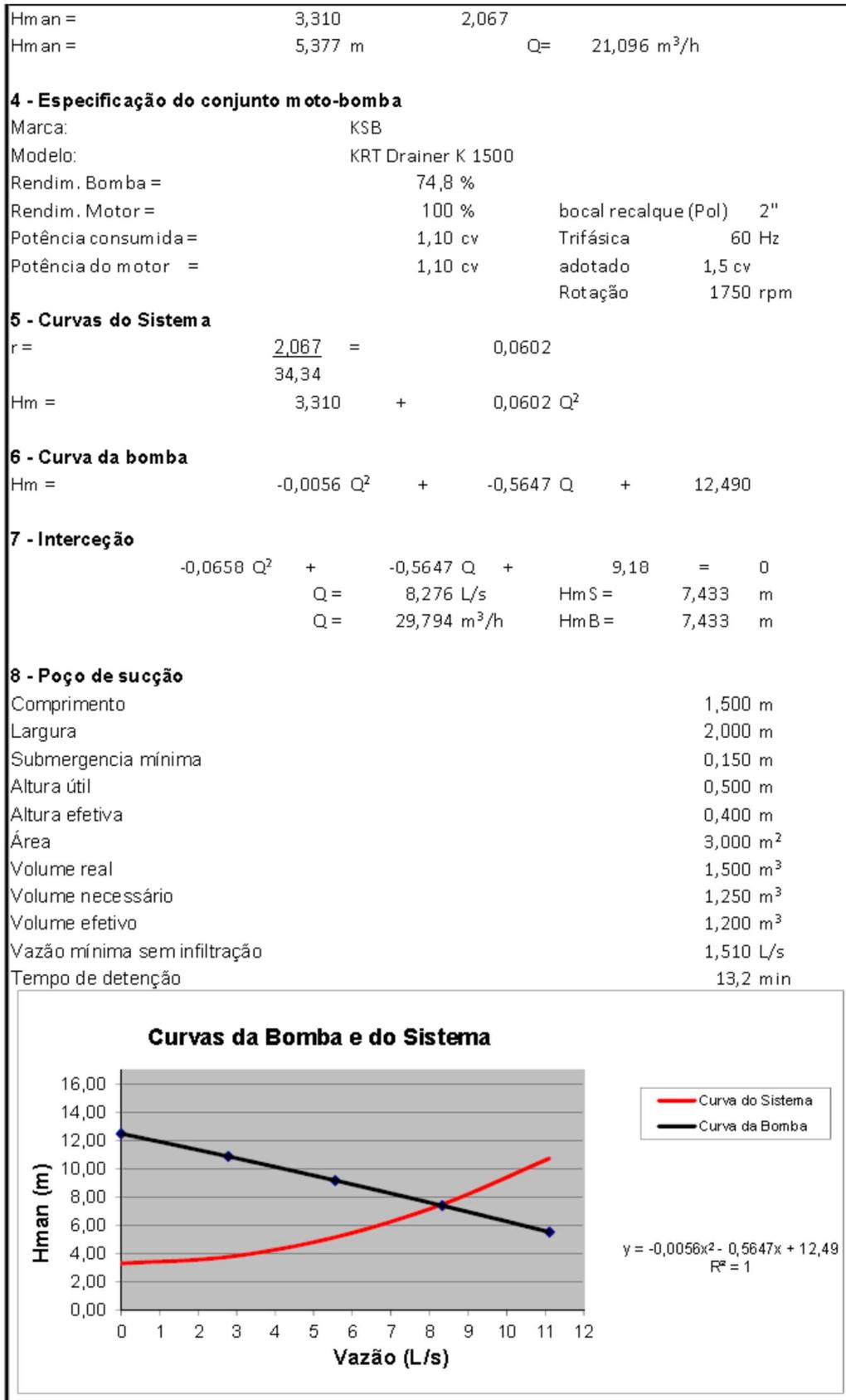
A Elevatória 02 receberá os esgotos provenientes do PV 09 do interceptor projetado cuja vazão máxima calculada é de 5,86 L/s.

Apresentam-se a seguir a planilha de dimensionamento da Elevatória 02 e a curva de desempenho do conjunto moto-bomba selecionado.

### 5.3.1 Planilha de dimensionamento

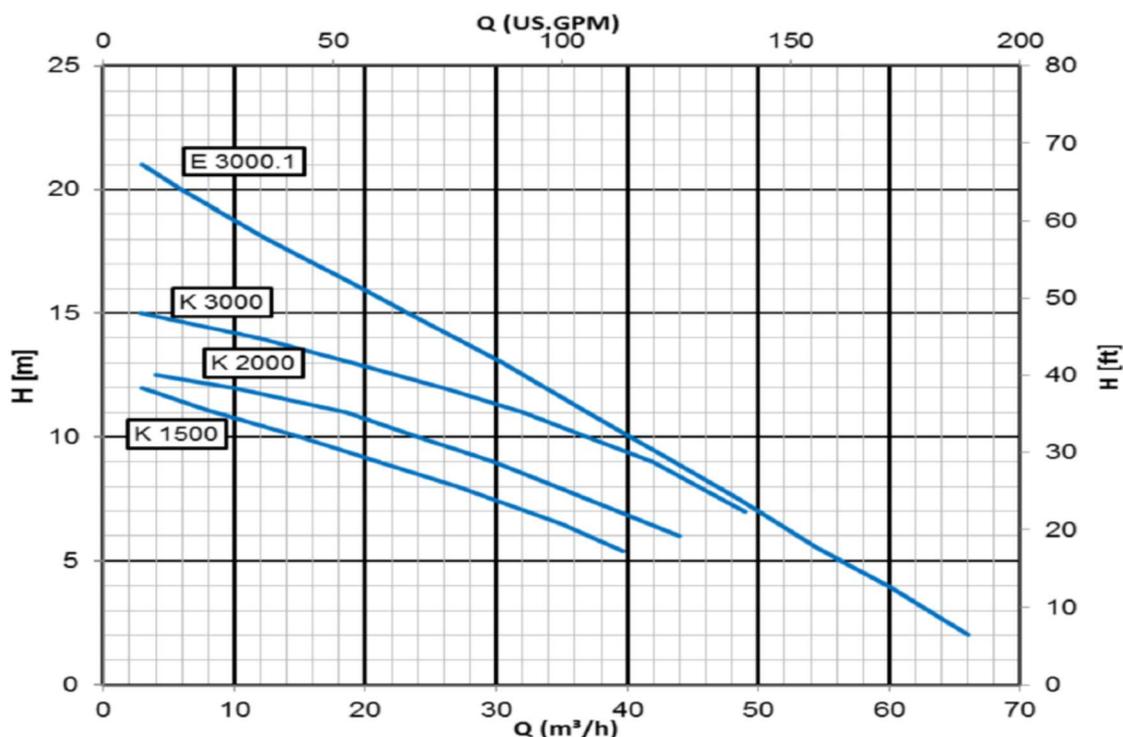
<b>1- Dados para o Dimensionamento</b>						
Vazão máxima						5,86 L/s
Vazão mínima						1,51 L/s
Cota do NA máximo do poço de sucção						193,190 m
Cota do NA mínimo do poço de sucção						192,690 m
Cota Crítica						196,000 m
Altura geométrica de sucção						0,00 m
Altura geométrica de recalque						3,310 m
Altura geométrica total (Hg)						3,310 m
Viscosidade cinemática do líq. Bombeado						0,000001 m <sup>2</sup> /s
<b>2 - Escolha dos diâmetros</b>						
Diâmetro do Recalque						100 mm
<b>3 - Cálculo da Altura Manométrica</b>						
<b>Perda de carga contínua na tubulação de recalque</b>						
Extensão da linha de recalque						212,21 m
Diâmetro						100 mm
Material						PVC
Rugosidade						0,1 mm
Vazão						5,86 L/s
Velocidade						0,75 m/s
Nº de Reynolds						75000
Fator de Atrito						0,023
Coefficiente da fórmula racional da perda de carga						0,00190
Perda de carga unitária						0,0065 m/m
Perda de carga contínua na tubulação de recalque (hfcr)						1,379 m
<b>Perdas de carga localizada no recalque</b>						
Singularidades	Qte	DN	Vazão	V	K	hs
Ampliação 2"x3"	1	50	5,86	2,98	0,30	0,136
mangote flexível L= 4,20m	1	75	5,86	1,33	1,34	0,120
Curva 90°	1	75	5,86	1,33	0,40	0,036
Ampliação 75 x 80	1	75	5,86	1,33	0,30	0,027
Válvula de retenção	1	80	5,86	1,17	2,75	0,192
Registro de gaveta	1	80	5,86	1,17	0,20	0,014
Curva 45°	1	80	5,86	1,17	0,20	0,014
Tê passagem direta	1	80	5,86	1,17	0,60	0,042
Junção	1	80	5,86	1,17	0,40	0,028
Ampliação 80x100	1	80	5,86	1,17	0,30	0,021
Curva 45°	1	100	5,86	0,75	0,20	0,006
Curva 90°	2	100	5,86	0,75	0,40	0,023
Saida de canalização	1	100	5,86	0,75	1,00	0,029
<b>Total (hfir)</b>						<b>0,688</b>
<b>Perda de Carga Total</b>						
hf =	hfcr	+	hfir			
hf =	1,379		0,688			
hf =	2,067 m					
<b>Altura manométrica</b>						
Hman =	Hg	+	hf			

SES BAIRRO BARRA – PROJETO BÁSICO - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO



### 5.3.2 Curva da bomba

Realizada a estimativa inicial do ponto de operação pesquisou-se em catálogos de moto bombas a que melhor atende a este ponto, e na presente situação, o equipamento escolhido foi o da marca KSB modelo Drainer K 1500 cuja curva de desempenho esta apresentada a seguir.



### 5.3.3 Especificação dos conjuntos moto-bombas

- Marca..... KSB
- Modelo .....Drainer K 1500
- Diâmetro da descarga..... 2"
- Diâmetro máximo de sólidos.....35 mm
- Rotação .....1.750 r.p.m.
- Potência do motor..... 1,5 cv
- Vazão da bomba.....21,096 m³/h
- Altura manométrica.....5,377 m

#### 5.4 Elevatória 03

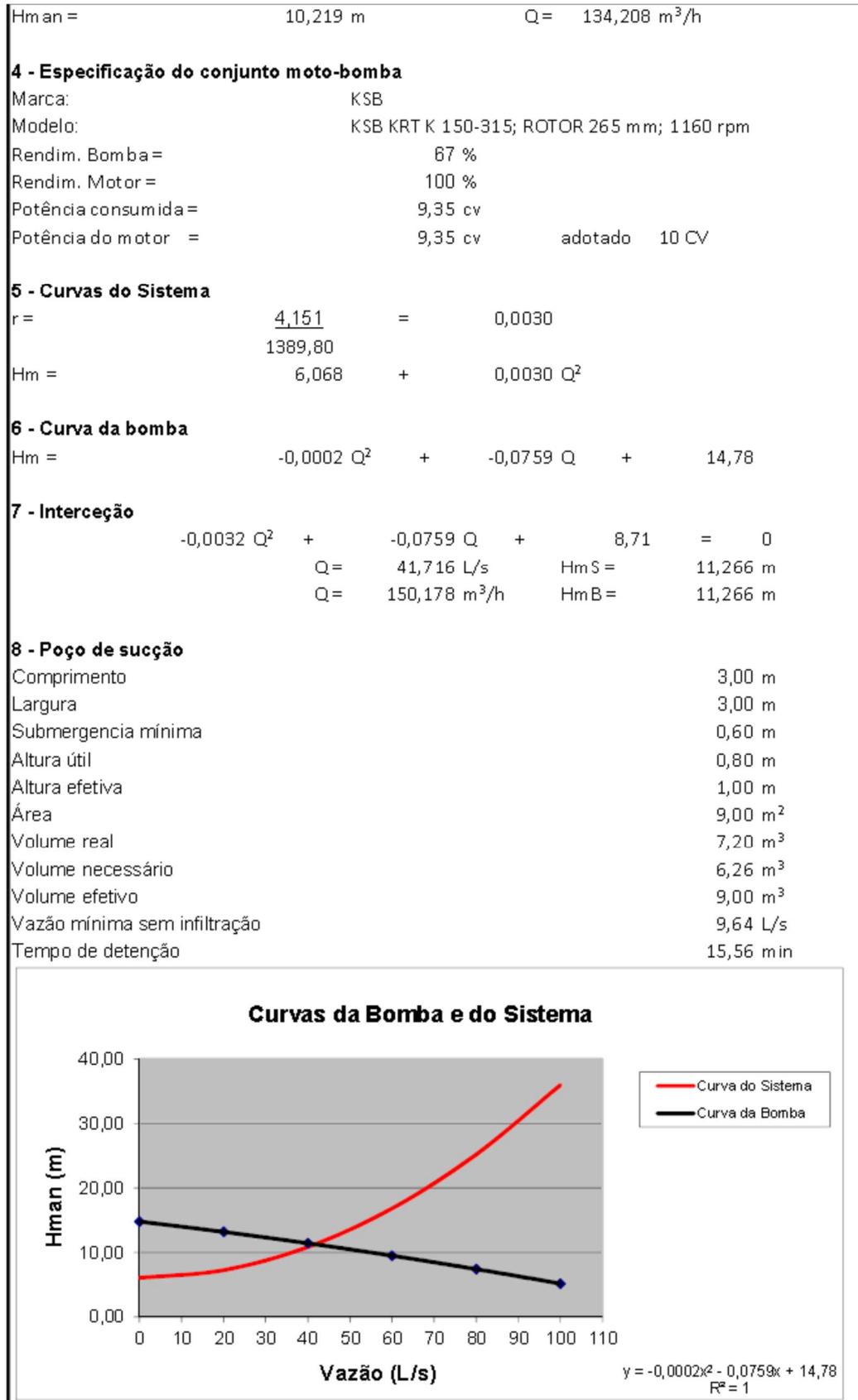
A Elevatória 03 receberá os esgotos provenientes do PV's 31 e 31C do interceptor projetado cuja vazão máxima calculada é de 37,28 L/s.

Apresentam-se a seguir a planilha de dimensionamento da Elevatória 03 e a curva de desempenho do conjunto moto-bomba selecionado.

### 5.4.1 Planilha de dimensionamento

<b>1- Dados para o Dimensionamento</b>						
Vazão máxima						37,28 L/s
Vazão mínima s/ infiltração						9,64 L/s
Cota do NA máximo do poço de sucção						191,540 m
Cota do NA mínimo do poço de sucção						190,740 m
Cota crítica da linha de recalque						196,808 m
Altura geométrica de sucção						0,00 m
Altura geométrica de recalque						6,068 m
Altura geométrica total (Hg)						6,068 m
Viscosidade cinemática do líq. Bombeado						0,000001 m <sup>2</sup> /s
<b>2 - Escolha dos diâmetros</b>						
Diâmetro do Recalque						200 mm
<b>3 - Cálculo da Altura Manométrica</b>						
<b>Perda de carga contínua na tubulação de recalque</b>						
Extensão da linha de recalque						401,62 m
Diâmetro						200 mm
Material						PVC
Rugosidade						0,1 mm
Vazão						37,28 L/s
Velocidade						1,19 m/s
Nº de Reynolds						238000
Fator de Atrito						0,019
Coefficiente da fórmula racional da perda de carga						0,00157
Perda de carga unitária						0,0068 m/m
Perda de carga contínua na tubulação de recalque (hfcr)						2,731 m
<b>Perdas de carga localizada no recalque</b>						
Singularidades	Qte	DN	Vazão	V	K	hs
curva 90°	1	150	37,28	2,11	0,40	0,091
Tubo Ltotal =3,42 m	1	150	37,28	2,11	0,40	0,098
Curva 90°	1	150	37,28	2,11	0,40	0,091
V. retenção	1	150	37,28	2,11	2,50	0,567
R. gaveta	1	150	37,28	2,11	0,20	0,045
Curva 45°	1	150	37,28	2,11	0,20	0,045
Junção	1	150	37,28	2,11	0,40	0,091
Ampliação 150X100	1	150	37,28	2,11	0,30	0,068
Tê passagem direta	1	150	37,28	2,11	0,60	0,136
Curva 90°	3	200	37,28	1,19	0,40	0,087
Curva 45°	2	200	37,28	1,19	0,20	0,029
Entrada descarga livre	1	200	37,28	1,19	1,00	0,072
<b>Total (hfir)</b>						<b>1,420</b>
<b>Perda de Carga Total</b>						
hf =	hfcr	+	hfir			
hf =	2,731	+	1,420			
hf =	4,151 m					
<b>Altura manométrica</b>						
Hman =	Hg	+	hf			
Hman =	6,068	+	4,151			

SES BAIRRO BARRA – PROJETO BÁSICO - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO



#### 5.4.2 Curva da bomba

Realizada a estimativa inicial do ponto de operação pesquisou-se em catálogos de moto bombas a que melhor atende a este ponto, e na presente situação, o equipamento escolhido foi o da marca KSB modelo KRT K 150-315 cuja curva de desempenho esta apresentada a seguir.

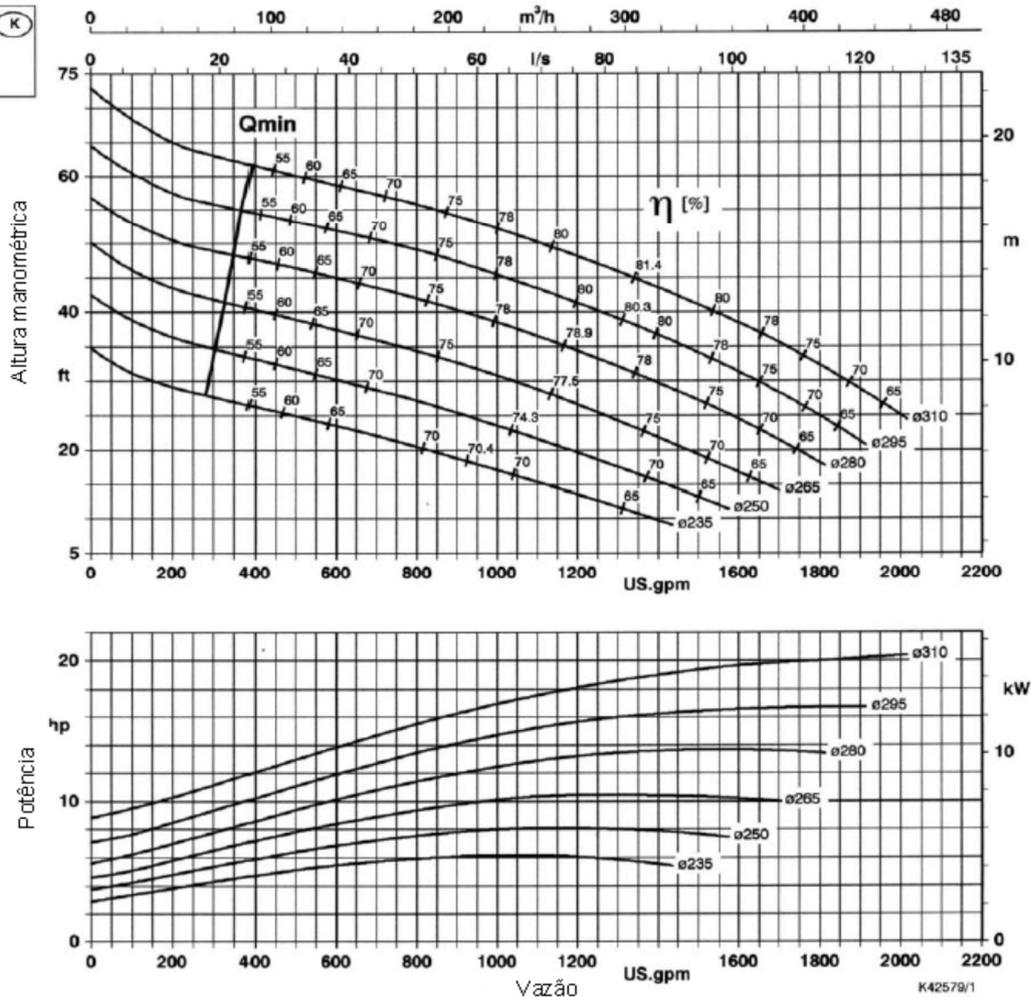


**KRT**

**KRT K 150-315**

**1160 rpm**

**150 mm**



Passagem livre 3" (76mm)

Tamanhos disponíveis de motores

POTÊNCIA DO MOTOR Material				TEMP. MÁXIMA DO LÍQUIDO		CÓDIGO DO MOTOR	POTÊNCIA DO MOTOR Material				TEMP. MÁXIMA DO LÍQUIDO		CÓDIGO DO MOTOR
G/G1/GH/H	C1/C2			°F	°C		G/G1/GH/H	C1/C2			°F	°C	
Hp	kW	Hp	kW					Hp	kW				
6,5	4,8	-	-	104	40	46UK IE3	15	11,2	15	11,2	104	40	126U
				140	60	46XK IE3 *)					126X *)		
						66W							
7,5	5,6	-	-	104	40	66Z *)	20	14,9	-	-	104	40	156U
				140	60	66XK IE3 *)					156X *)		
						96W							
10	7,5	10	7,5	104	40	96Z *)	24	17,9	22	16,4	104	40	196W
				140	60	96U					196Z *)		
						96X *)					196U		
				140	60	126W				140	60	266W	
				140	60	126Z *)				104	40	266Z *)	
												266U	
												266X *)	

\*) (FM / CSA) = À prova de explosão para Classe I, Divisão 1, Grupos C & D

Nota: Motores UK e XK, somente sob consulta.

Conjuntos com motores 156 e 196, somente sob consulta.

### 5.4.3 Especificação dos conjuntos moto-bombas

- Marca ..... KSB
- Modelo ..... KRT K 150-315
- Diâmetro do rotor ..... 265 mm
- Diâmetro da descarga ..... 150
- Diâmetro máximo de sólidos ..... 75 mm
- Rotação ..... 1.160 r.p.m.
- Potência do motor ..... 10 cv
- Vazão da bomba ..... 134,208 m<sup>3</sup>/h
- Altura manométrica ..... 10,219 m

## 5.5 Linhas de Recalque – Transientes Hidráulicos

### 5.5.1 Metodologia de cálculo

Apresenta-se a seguir uma metodologia de cálculo simplificado, que permite avaliar, com segurança, os transientes hidráulicos, através das equações de Allievi, Michaud e Rosich, aplicáveis a casos simples de sistemas de recalque, como nas três situações de projeto que ora se depara.

### 5.5.2 Celeridade (C)

$$C = 9.900 \times \left( 48,3 + \frac{K \times D}{e} \right)^{-1/2} \quad (\text{m/s})$$

Onde:

K – Coeficiente relativo ao material constituinte da tubulação;

D – Diâmetro da tubulação (mm);

e – Espessura da parede da tubulação (mm).

### 5.5.3 Período da tubulação (T)

$$T = \frac{2 \times L}{C} \quad (\text{s})$$

Onde:

L – Comprimento da tubulação (m);

C – Celeridade da tubulação (m/s)

#### 5.5.3.1 Tempo de parada (t)

$$t = F_1 + \frac{F_2 \times L \times v}{g \times Hm} \quad (\text{s})$$

Onde:

L – Extensão da adutora (m);

v – Velocidade do fluxo (m/s);

Hm – Altura manométrica (m);

g – Aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>);

F<sub>1</sub> – Função da razão entre a altura manométrica e o comprimento da tubulação

$$F_1 = f\left(\frac{Hm}{L}\right)$$

- $Hm/L \leq 0,20$  .....  $F_1 = 1,0$
- $Hm/L \leq 0,25$  .....  $F_1 = 0,8$
- $Hm/L \leq 0,30$  .....  $F_1 = 0,6$
- $Hm/L \leq 0,35$  .....  $F_1 = 0,4$
- $Hm/L \leq 0,40$  .....  $F_1 = 0,0$

$F_2$  – Coeficiente representativo do efeito giratório do conjunto moto bomba

- $L < 500$  m .....  $F_2 = 2,00$
- $L \cong 500$  m .....  $F_2 = 1,75$
- $500$  m  $< L < 1.500$  m .....  $F_2 = 1,50$
- $L \cong 1.500$  m .....  $F_2 = 1,25$
- $L > 1.500$  m .....  $F_2 = 1,00$

#### 5.5.4 Variação da pressão ( $\Delta H$ )

Se  $t \geq T$  então a manobra é lenta, a variação da pressão é calculada pela equação de Michaud.

$$\Delta H = \frac{2 \times L \times v}{g \times t} \quad (\text{m})$$

Se  $t \leq T$  então a manobra é rápida, neste caso a variação da pressão é calculada pela equação de Allievi.

$$\Delta H = \frac{C \times v}{g} \quad (\text{m})$$

### 5.6 Sistema de Recalque 01

#### 5.6.1 Condições operacionais do sistema

- Vazão ..... 4,38 L/s
- Altura geométrica ..... 8,40 m
- Altura manométrica ..... 9,86 m
- Perda de carga ..... 1,46 m

#### 5.6.2 Características físicas do fluido a recalcar

- Fluido ..... esgoto bruto

- Massa específica .....998,20 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de elasticidade .....2,05 GPa

### 5.6.3 Caracterização da linha de recalque

- Material .....ferro fundido
- Extensão .....299,96 m
- Diâmetro ..... 100 mm
- Espessura da parede .....6,1 mm
- Módulo de elasticidade do material.....170,00 GPa
- Coeficiente de Poisson do material.....0,25
- Fator relativo à fixação da tubulação ..... 1,16
- Celeridade ..... 1.293 m/s
- Velocidade .....0,56 m/s
- Período da tubulação .....0,5 s

### 5.6.4 Tempo de parada

- $\frac{Hm}{L}$  .....0,03
- F1..... 1,00
- F2..... 1,50
- Tempo de parada (t) .....3,6 s
- Tipo de manobra.....lenta

### 5.6.5 Resultados obtidos

- Variação de pressão .....9,487 m
- Cota piezométrica máxima em regime permanente.....206,565 m
- Cota piezométrica relativa à sobre pressão máxima .....214,587 m
- Cota piezométrica relativa à subpressão mínima ..... 195,613 m
- Acréscimo de pressão sobre a altura manométrica .....8,022 m

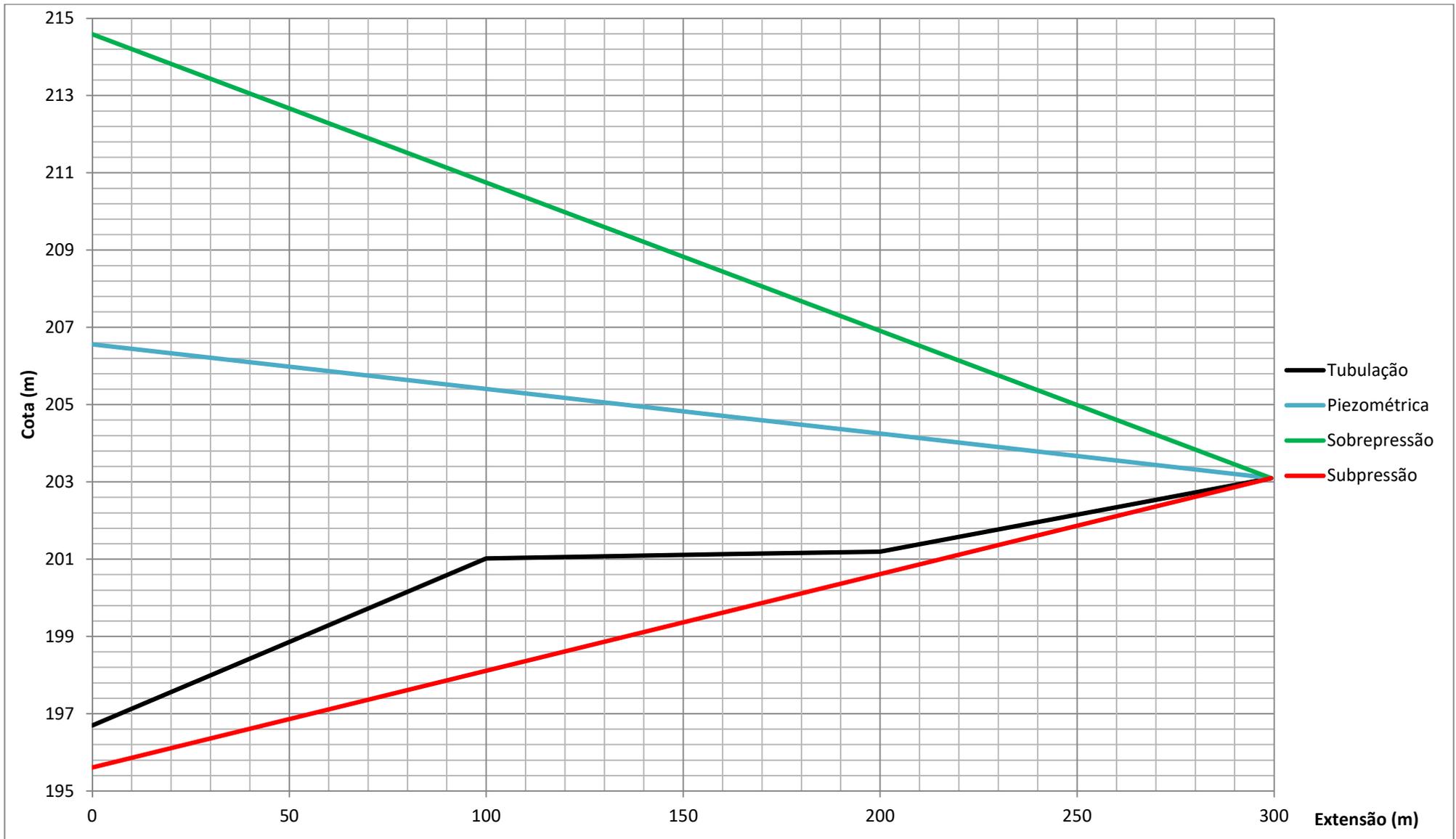
Toda a extensão da linha de recalque 01 será constituída por tubos de ferro fundido, pois nas interrupções do bombeamento e ocorrência do golpe de aríete, ela deverá resistir aos esforços mecânicos resultantes das ondas de subpressão, que nela produzirão pressões negativas em toda a sua extensão. Apresenta-se a seguir a planilha das linhas de pressão e seu respectivo gráfico

para visualização de sua operação em regime permanente e na ocorrência dos transientes hidráulicos.

Tabela 2. Linhas de Pressão Linha de Recalque 01

LINHA DE RECALQUE 01											
Estaca	Distancia à Origem	Cotas		Profund. (m)	Cotas das linhas de pressão			Pressões (mca)			
		Terreno	Soleira		Piezométrica	Sobre pressão	Sub pressão	Normal	Sobre pressão	Sub pressão	
0 + 0,00	0,00	197,500	196,700	0,800	206,565	214,587	195,613	9,86	17,89	-1,09	
5 + 0,00	100,00	202,020	201,020	1,000	205,407	210,749	198,115	4,39	9,73	-2,91	
8 + 2,47	162,47	202,703	201,133	1,570	204,684	208,351	199,678	3,55	7,22	-1,46	
10 + 0,00	200,00	202,427	201,197	1,230	204,249	206,910	200,617	3,05	5,71	-0,58	
14 + 19,26	299,26	204,000	203,100	0,900	203,100	203,100	203,100	0,00	0,00	0,00	

SES BAIRRO BARRA – PROJETO BÁSICO - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO



## 5.7 Sistema de Recalque 02

### 5.7.1 Condições operacionais do sistema

- Vazão..... 8,28 L/s
- Altura geométrica.....3,31 m
- Altura manométrica.....7,43 m
- Perda de carga .....4,12 m

### 5.7.2 Características físicas do fluido a recalcar

- Fluido ..... esgoto bruto
- Massa específica .....998,20 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de elasticidade .....2,05 GPa

### 5.7.3 Caracterização da linha de recalque

- Material .....ferro fundido
- Extensão .....212,21 m
- Diâmetro ..... 100 mm
- Espessura da parede.....6,1 mm
- Módulo de elasticidade do material.....170,00 GPa
- Coeficiente de Poisson do material.....0,25
- Fator relativo à fixação da tubulação ..... 1,16
- Celeridade ..... 1.293 m/s
- Velocidade ..... 1,05 m/s
- Período da tubulação.....0,3 s

### 5.7.4 Tempo de parada

- $\frac{Hm}{L}$  .....0,04
- F1..... 1,00
- F2..... 1,50
- Tempo de parada (t) .....5,6 s
- Tipo de manobra.....lenta

### 5.7.5 Resultados obtidos

- Variação de pressão .....8,141 m

## SES BAIRRO BARRA – PROJETO BÁSICO - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

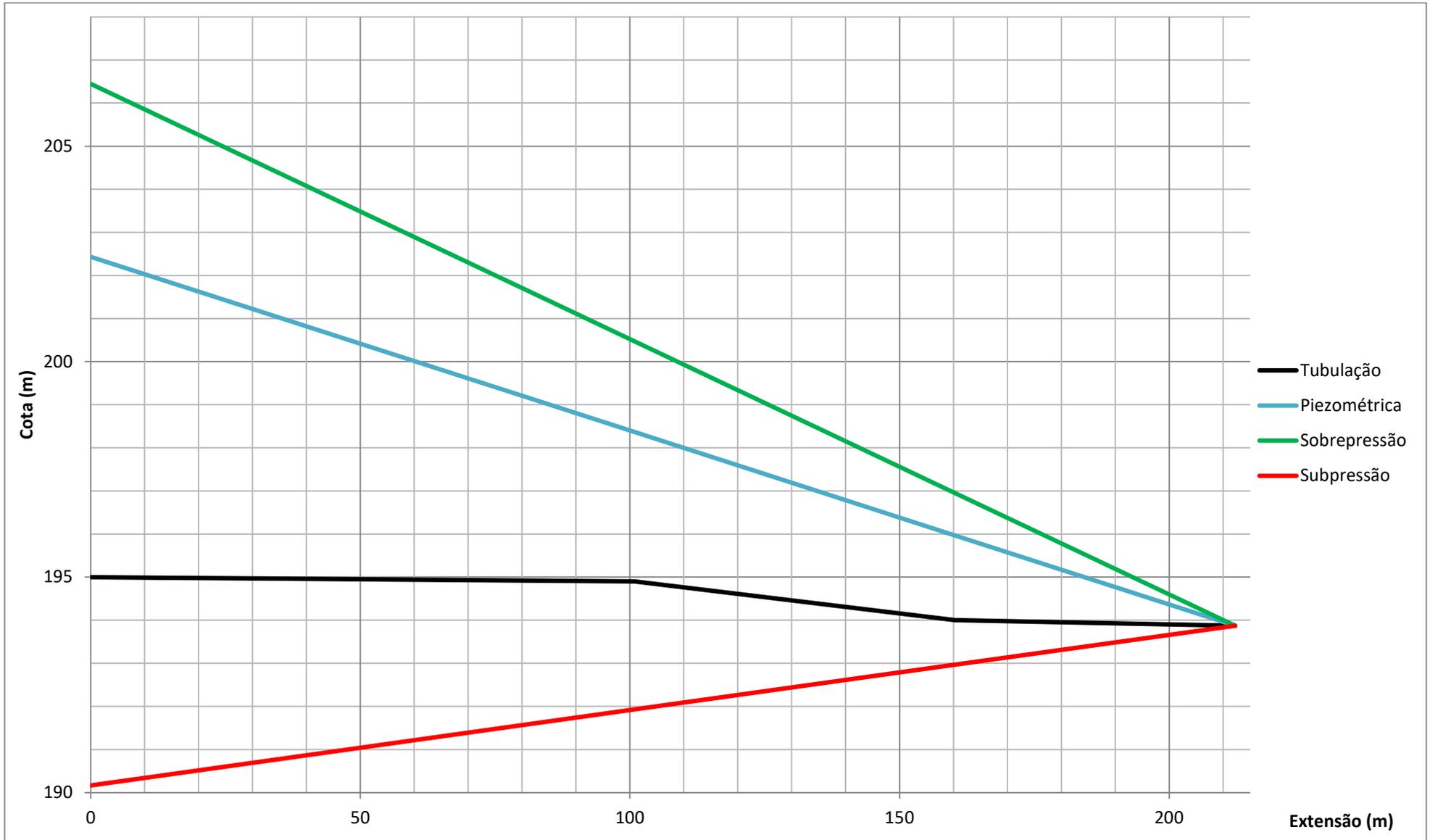
- Cota piezométrica máxima em regime permanente.....202,433 m
- Cota piezométrica relativa à sobre pressão máxima .....206,451 m
- Cota piezométrica relativa à subpressão mínima ..... 190,169 m
- Acréscimo de pressão sobre a altura manométrica .....4,018 m

Toda a extensão da linha de recalque 02 será constituída por tubos de ferro fundido, pois nas interrupções do bombeamento e ocorrência do golpe de aríete, ela deverá resistir aos esforços mecânicos resultantes das ondas de subpressão, que nela produzirão pressões negativas em toda a sua extensão. Apresenta-se a seguir a planilha das linhas de pressão e seu respectivo gráfico para visualização de sua operação em regime permanente e na ocorrência dos transientes hidráulicos.

Tabela 3. Linhas de Pressão Linha de Recalque 02

LINHA DE RECALQUE 02										
Estaca	Distancia à Origem	Cotas		Profund. (m)	Cotas das linhas de pressão			Pressões (mca)		
		Terreno	Soleira		Piezométrica	Sobre pressão	Sub pressão	Normal	Sobre pressão	Sub pressão
0 +	0,00	195,800	195,000	0,800	202,433	206,451	190,169	7,43	11,45	-4,83
5 + 0,83	100,83	196,000	194,900	1,100	198,366	200,475	191,929	3,47	5,57	-2,97
8 + 0,27	160,27	195,000	194,000	1,000	195,968	196,952	192,966	1,97	2,95	-1,03
10 + 12,21	212,21	194,873	193,873	1,000	193,873	193,873	193,873	0,00	0,00	0,00

SES BAIRRO BARRA – PROJETO BÁSICO - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO



## 5.8 Sistema de Recalque 03

### 5.8.1 Condições operacionais do sistema

- Vazão..... 41,72 L/s
- Altura geométrica..... 6,07 m
- Altura manométrica..... 11,27 m
- Perda de carga ..... 5,20 m

### 5.8.2 Características físicas do fluido a recalcar

- Fluido ..... esgoto bruto
- Massa específica ..... 998,20 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de elasticidade ..... 2,05 GPa

### 5.8.3 Caracterização da linha de recalque

- Material ..... ferro fundido
- Extensão ..... 401,62 m
- Diâmetro ..... 200 mm
- Espessura da parede..... 5,4 mm
- Módulo de elasticidade do material..... 170,00 GPa
- Coeficiente de Poisson do material..... 0,25
- Fator relativo à fixação da tubulação ..... 1,08
- Celeridade ..... 1.178 m/s
- Velocidade ..... 1,33 m/s
- Período da tubulação..... 0,7 s

### 5.8.4 Tempo de parada

- $\frac{Hm}{L}$  ..... 0,03
- F1..... 1,00
- F2..... 1,50
- Tempo de parada (t) ..... 8,2 s
- Tipo de manobra..... lenta

### 5.8.5 Resultados obtidos

- Variação de pressão ..... 13,198 m

## SES BAIRRO BARRA – PROJETO BÁSICO - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

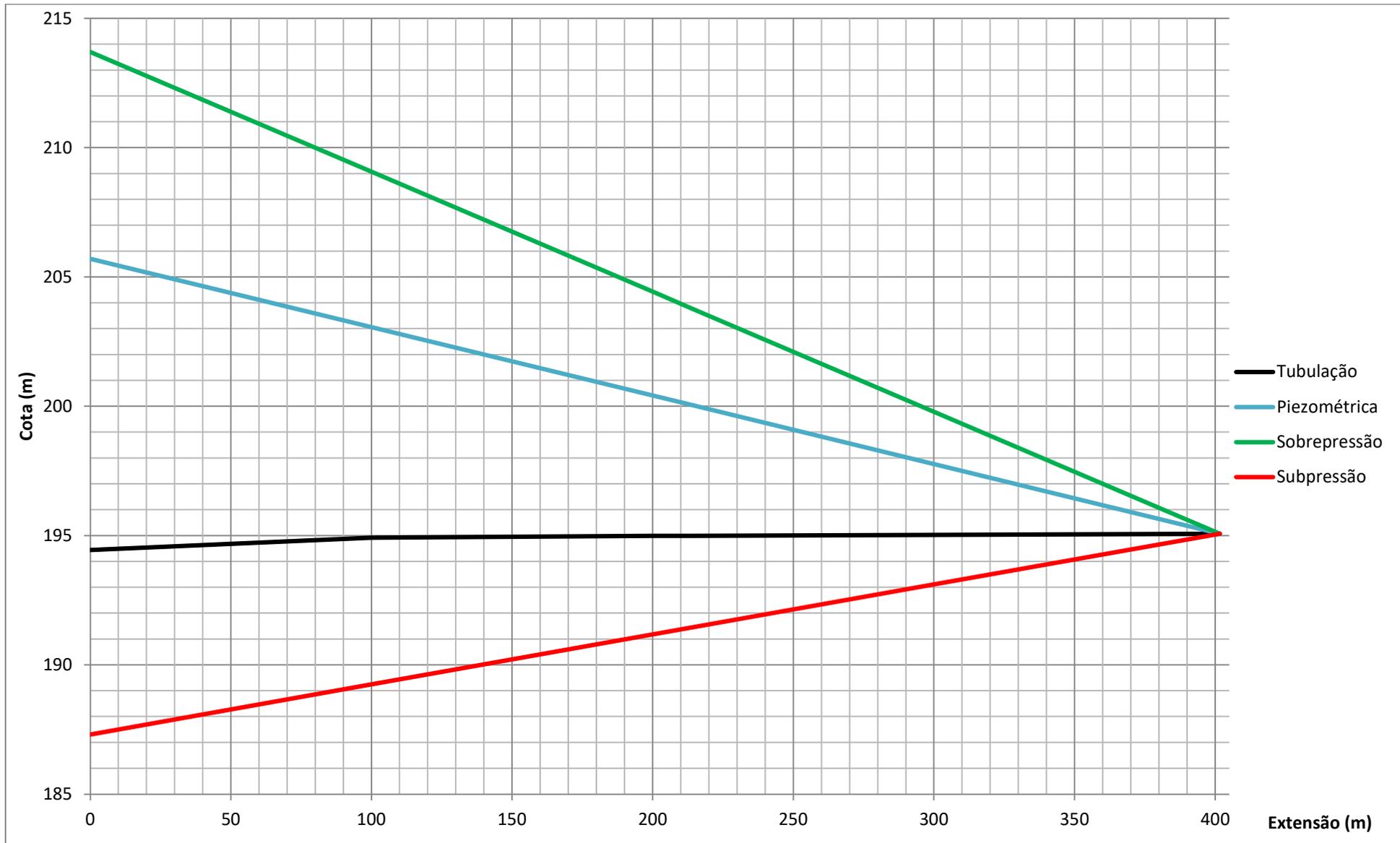
- Cota piezométrica máxima em regime permanente.....205,706 m
- Cota piezométrica relativa à sobre pressão máxima .....213,706 m
- Cota piezométrica relativa à subpressão mínima ..... 187,310 m
- Acréscimo de pressão sobre a altura manométrica .....8,000 m

Toda a extensão da linha de recalque 3 será constituída por tubos de ferro fundido, pois nas interrupções do bombeamento e ocorrência do golpe de aríete, ela deverá resistir aos esforços mecânicos resultantes das ondas de subpressão, que nela produzirão pressões negativas em toda a sua extensão. Apresenta-se a seguir a planilha das linhas de pressão e seu respectivo gráfico para visualização de sua operação em regime permanente e na ocorrência dos transientes hidráulicos.

Tabela 4. Linhas de Pressão Linha de Recalque 03

LINHA DE RECALQUE 03										
Estaca	Distancia à Origem	Cotas		Profund. (m)	Cotas das linhas de pressão			Pressões (mca)		
		Terreno	Soleira		Piezométrica	Sobre pressão	Sub pressão	Normal	Sobre pressão	Sub pressão
0 + 0,00	0,00	195,240	194,440	0,800	205,706	213,706	187,310	11,27	19,27	-7,13
5 + 0,00	100,00	195,964	194,914	1,050	203,059	209,067	189,244	8,14	14,15	-5,67
10 + 0,00	200,00	196,688	194,988	1,700	200,412	204,428	191,177	5,42	9,44	-3,81
10 + 13,97	213,97	196,808	194,988	1,820	200,042	203,780	191,447	5,05	8,79	-3,54
15 + 0,00	300,00	196,307	195,019	1,288	197,765	199,789	193,110	2,75	4,77	-1,91
20 + 1,62	401,62	196,175	195,075	1,100	195,075	195,075	195,075	0,00	0,00	0,00

SES BAIRRO BARRA – PROJETO BÁSICO - MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO



Rua Nilton Baldo, 744-A – Bairro Paqueta CEP 31.330-660 – Belo Horizonte / Minas Gerais.  
Endereço Eletrônico: ottawaeng@terra.com.br – Telefax (31) 2527-2800 – CNPJ: 04.472.311/0001-04

## 5.9 Dispositivos Operacionais e de Segurança da Linha de Recalque

### 5.9.1 Ventosas

Em função do traçado das linhas de recalque 01, 02 e 03, todas em aclave em suas extensões, ficam dispensadas do uso de ventosas. A expulsão e admissão de ar nessas linhas de recalque, por ocasião de realização de manobras operacionais de enchimento ou esvaziamento respectivamente, ocorrerão por suas extremidades de jusante, nos poços de visita, nos quais desaguarão.

### 5.9.2 Registros de descarga

Cada uma das três linhas de recalque terá apenas um ponto baixo cada, que ocorrerão em suas extremidades de montante, no barrilete de cada elevatória, onde foram previstos registros de descarga que permitirão, quando necessário, o completo esvaziamento das linhas de recalque.

### 5.9.3 Empuxos e blocos de ancoragem

O dimensionamento dos blocos de ancoragem é precedido pelos cálculos dos empuxos hidráulicos, realizados através da formulação matemática descrita na sequência:

$$E_H = 2P \times \frac{\pi D_e^2}{4} \times \text{sen}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Onde:

$E_H$  = Empuxo hidráulico

$P$  = Pressão interna na tubulação no ponto em estudo

$\theta$  = Deflexão do eixo da tubulação

$D_e$  = Diâmetro externo da tubulação

De forma aproximada, para curvas no plano horizontal LASMAR (2003) determina que a utilização de blocos de ancoragem possa ser dispensada caso a tensão transmitida ao solo, referente ao empuxo aplicado, distribuído no retângulo definido por 50 cm de tubo e por seu diâmetro externo, seja inferior a tensão horizontal admissível do solo, admitida no máximo em 40 kN/m<sup>2</sup>, caso essa grandeza não resulte de ensaios de laboratório de mecânica dos solos.

$$\sigma_H = \frac{E_H}{50\text{cm} \times D_e} \leq \sigma_{ADM-H} = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$E_H \leq (50\text{cm} \times D_e) \times \sigma_{ADM-H}$$

Onde:

$\sigma_H$  = Tensão horizontal aplicada ao solo

$\sigma_{ADM-H}$  = Tensão horizontal máxima admitida no solo.

Em tubulações de diâmetro externo de 118 e 222 mm, os empuxos hidráulicos máximos a partir do qual os blocos de ancoragem são necessários são respectivamente::

$$E_H \leq (0,50 \times 0,118) \times 40$$

$$E_H \leq 2,36 \text{ kN}$$

e

$$E_H \leq (0,50 \times 0,222) \times 40$$

$$E_H \leq 4,44 \text{ kN}$$

Através da formulação matemática apresentada elaborou-se uma planilha de cálculos dos empuxos hidráulicos aplicados nas deflexões da tubulação, e o respectivo dimensionamento dos blocos de ancoragem. Admitiram-se para as linhas de recalque das elevatórias do Bairro Barrar dois tipos de blocos de ancoragem, um aplicável às curvas de 45° e o outro às de 90°.

Apresentam-se no anexo 2 as planilhas de cálculo de empuxos hidráulicos e de dimensionamento dos respectivos blocos de ancoragem, nos quais, a favor da segurança, foi considerada a pressão máxima verificada na linha de recalque 03 correspondente à sobre pressão máxima de 19,27 metros de coluna d'água para a curva de 45° e de 90°.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAPTISTA, Márcio; COELHO, Márcia. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica**. Editora UFMG – Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2002;
2. BASTOS, Francisco. **Problemas de Mecânica dos Fluidos**. Rio de Janeiro, 1983;
3. CHERNICHARO, Carlos (coordenador). **Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte, 2001;
4. CRESPO, Patrício. **Elevatórias nos Sistemas de Esgotos**. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2001;
5. CRESPO, Patrício. **Sistema de Esgotos**. Editora UFMG – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 1997;
6. CRESPO, Patrício. **Tratamento de Esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG;
7. LASMAR, I. **Ancoragens de Tubulações com Juntas Elásticas**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 2003;
8. VON SPERLING, Marcos. **Introdução à Qualidade Das Águas e ao Tratamento De Esgotos**; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2005;
9. VON SPERLING, Marcos. **Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos**; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2005.

## 7 ANEXOS

**ANEXO 1**  
**PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES**  
**COLETORAS/INTERCEPTORES**

**ANEXO 2**  
**PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS DE ANCORAGEM**



***RUA NILTON BALDO, 744-A - BAIRRO PAQUETÁ  
CEP 31.330-660. BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS***

**Endereço Eletrônico: [ottawaeng@terra.com.br](mailto:ottawaeng@terra.com.br) / Telefax: (31) 3418-2175**