





Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51446	2/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-M-1MC001	0			

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	OBJETIVO	3
2.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3.0	MEMORIAL DE CÁLCULO – EAB – POÇO 2	3
4.0	MEMORIAL DE CÁLCULO – EAT	12

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51446	3/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-M-1MC001	0			

1.0 OBJETIVO

Este documento traz a segunda parte do contrato 4900000067, SE 04004, que abrange a produção e distribuição de água do povoado de Degredo, cidade de Linhares, estado do Espírito Santo.

Este volume contém a memória de cálculo hidráulica do projeto básico e detalhado do sistema de abastecimento de água do referido povoado, de Degredo, Linhares, ES.

Ele é apresentado em 4 itens, ou capítulos. O primeiro define o objeto desse trabalho; o segundo os documentos utilizados como referência na elaboração dessa parte do contrato; o terceiro o memorial de cálculo da captação no poço 2, inclusive AAB; e o quarto, a memória de cálculo da EAT em área adjacente ao poço 2.



O memorial descritivo é apresentado no documento N044500-M-1MD001.

2.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os seguintes documentos foram usados como referência para a elaboração deste estudo:

N044500-G-1RT001	PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 RELATÓRIO TÉCNICO – GERAL
N044500-T-100015	PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 DESENHO GERAL - TUBULAÇÃO E SISTEMAS
N044500-J-1RT001	PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA ECONÔMICA (ORÇAMENTO-CAPEX/OPEX)
ATA de REUNIÃO Nº 01 PEEX	SE04004 – DEGREDO – 27/03/2020 E 28/04/2020
N044500-G-1RT003	ESTUDO DE ALTERNATIVA ENTRE IMPLANTAÇÃO DE RESERVATÓRIO ELEVADO DE 30M³ EM CONCRETO E AÇO PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 PROJETO BÁSICO – MEMORIAL DESCRITIVO

3.0 MEMORIAL DE CÁLCULO – EAB – POÇO 2

Código: FM-ENG-001			
Nº da revisão: 01			
Elaborador: Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador: Christiano Barros			
Data da aprovação: 25/09/2020			
Periodicidade da revisão: Anual			
Classificação: Público	SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES		
PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004			
MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA			
MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
		SE04004	
Nº CONTRATADA		PÁGINA	
EX-51446		4/16	
Nº FUNDAÇÃO RENOVA		REV.	
N044500-M-1MC001		0	

SISTEMA DE RECALQUE

DADOS INICIAIS



Vazão de Recalque	4.00 L/s
Vazão de teste.....	20.00 L/s
Cota do Terreno.....	5.00 m
Nível estático.....	2.70
Nível dinâmico.....	10.92
NA de entrada da ETA.....	9.71 m
Altura geométrica mínima.....	7.41 m
Altura geométrica máxima.....	15.63 m
Nº de conjuntos elevatórios	1 un

Quadro de K relativo e perdas de carga localizadas - Barrilete

Peça	K	Diâmetro da peça	Diâmetro do tubo	K relativo	Quant.	K
Tubo Edutor						
Ampliação 1.1/2 - DN75	0.30	38	75	4.55	1	4.55
Adotado:						5.00
Barrilete						
Curva 90	0.40	75	75	0.40	1	0.40
Curva 45	0.20	75	75	0.20	2	0.40
Válvula de retenção	2.50	75	75	2.50	1	2.50
Registro aberto	0.20	75	75	0.20	1	0.20
T de passagem direta	0.60	75	75	0.60	2	1.20
Total =						4.70
Adotado =						6.0

Quadro de K relativo e perdas de carga localizadas - Linha de recalque

Peça	K	Diâmetro da peça	Diâmetro do tubo	K relativo	Quant.	K
Tê passagem direta	0.60	75	75	0.60	1	0.60
Ampliação	0.15	75	100	0.47	1	0.47
Curva de 90	0.40	100	100	0.40	1	0.40
Saída de tubulação	1.00	100	100	1.00	1	1.00
Válvula sustentadora	4.00	75	75	4.00	1	4.00
Total =						6.47
Adotado =						8

Código:	FM-ENG-001				
Nº da revisão:	01				
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana				
Aprovador:	Christiano Barros				
Data da aprovação:	25/09/2020				
Periodicidade da revisão:	Anual				
Classificação:	Público				
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE04004		
			Nº CONTRATADA EX-51446		PÁGINA 5/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA N044500-M-1MC001		REV. 0

DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE RECALQUE

Tubo edutor

Vazão Máxima	4.00 L/s
Diâmetro econômico	76 mm
Diâmetro (adotado)	82.9 mm
Velocidade	0.74 m/s
Material	FG
Coefficiente de Rugosidade - C	100
Comprimento	25.00 m
Valor total de K relativo adotado	5.0
Perda de carga contínua	0.36 m
Perda de carga localizada	0.14 m
Perda de carga total	0.50 m

Barrilete

Vazão Máxima	4.00 L/s
Diâmetro econômico	76 mm
Diâmetro (adotado)	82.9 mm
Velocidade	0.74 m/s
Material	FG
Coefficiente de Rugosidade - C	100
Comprimento	6.00 m
Valor total de K relativo adotado	6.00
Perda de carga contínua	0.09 m
Perda de carga localizada	0.17 m
Perda de carga total	0.25 m

Nº de Trechos da Linha 1



Caracterização dos Trechos	Trecho 1
Vazão Máxima - Q	4.00 L/s
Diâmetro econômico	76 mm
Diâmetro comercial utilizado (existente)	94 mm
Velocidade	0.57 m/s
Material	PVC JEI C20
Coefficiente de Rugosidade - C	120
Comprimento	78.03 m
Valor total de K	5.0
Perda de carga contínua	0.43 m
Perda de carga localizada	0.08 m
Perda de carga total	0.51 m

Altura manométrica

Altura Manométrica	16.89 m
--------------------------	---------

PONTO DE OPERAÇÃO REQUERIDO - VALORES ESPECIFICADOS PARA FORNECIMENTO

Vazão	4.00 L/s	=>	14.40 m ³ /h
Altura Manométrica máxima			16.89 m
Altura Manométrica mínima			8.67

Código:	FM-ENG-001				
Nº da revisão:	01				
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana				
Aprovador:	Christiano Barros				
Data da aprovação:	25/09/2020				
Periodicidade da revisão:	Anual				
Classificação:	Público				
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE04004		
			Nº CONTRATADA EX-51446		PÁGINA 6/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA N044500-M-1MC001		REV. 0

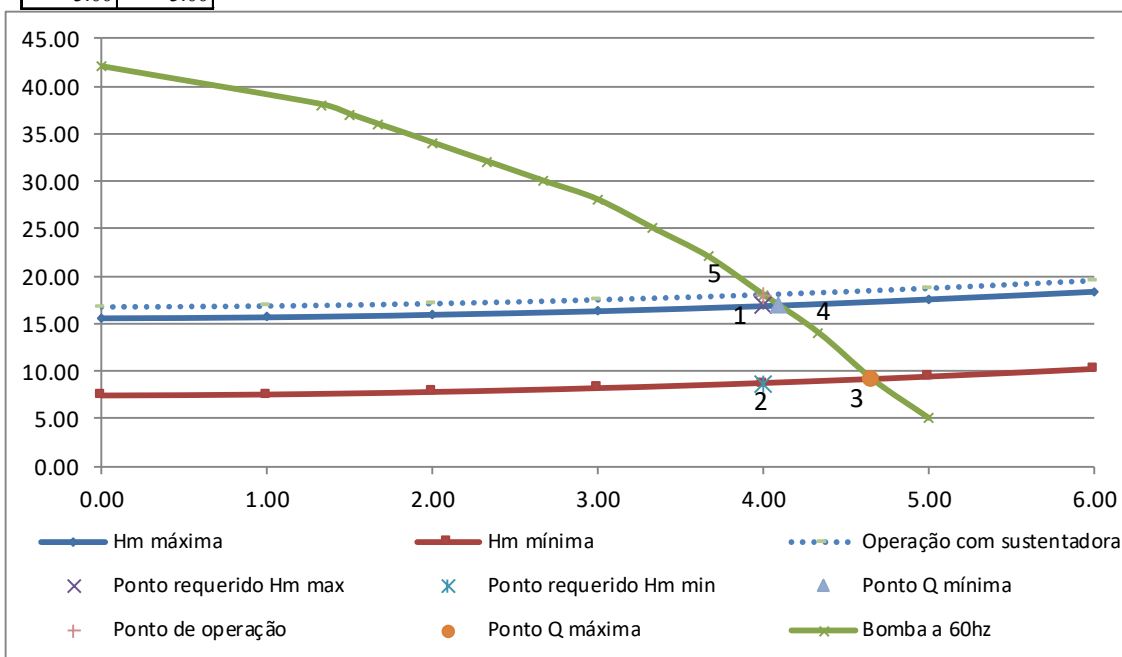
CURVAS DE SISTEMA



Q (L/s)	Velocidade			Perdas de carga			Hm		
	Sucção	Recalque	Linha	Sucção	Recalque	Linha	Mínima	Máxima	Sustentada*
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.41	15.63	16.76
1.00	0.19	0.19	0.14	0.04	0.02	0.04	7.50	15.72	16.85
2.00	0.37	0.37	0.29	0.13	0.07	0.14	7.75	15.97	17.10
3.00	0.56	0.56	0.43	0.29	0.15	0.30	8.14	16.36	17.49
4.00	0.74	0.74	0.57	0.50	0.25	0.51	8.67	16.89	18.02
5.00	0.93	0.93	0.71	0.76	0.39	0.77	9.34	17.56	18.69
6.00	1.11	1.11	0.86	1.08	0.56	1.09	10.13	18.35	19.49

Bomba a 60hz	
Q	H
0.00	42.00
1.33	38.00
1.50	37.00
1.67	36.00
2.00	34.00
2.33	32.00
2.67	30.00
3.00	28.00
3.33	25.00
3.67	22.00
4.00	18.00
4.33	14.00
4.67	9.00
5.00	5.00

A válvula sustentadora de pressão é um equipamento hidráulico que opera mantendo a pressão de montante num valor regulado independentemente da vazão que passa pela válvula. Com este equipamento é possível controlar a vazão bombeada pela bomba sem necessidade de ler sinais de qualquer tipo de sensores elétricos, lógica operacional que tem sido favorecida pela COPANOR em poços de pequena vazão bombeada nos quais a válvula não causa perda elevada de energia.

O uso da válvula simplifica a operação, e trás um custo adicional menor que 6.000 reais em energia até o horizonte de projeto.



Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público	SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS		
LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51446	7/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N044500-M-1MC001	0	

EQUIPAMENTO REFERÊNCIA

Marca EBARA
Modelo 4BPS13-05
Potência 2

PONTOS DE OPERAÇÃO OBTIDOS

		Q (L/s)	Q (m³/h)	n (Hz)	H	n	P (cv)
1.00	Req max	4.00	14.40	-	16.89	57%	1.58
2.00	Req min	4.00	14.40	-	8.67	-	-
3.00	Q max	4.66	16.77	60.00	9.11	48%	1.18
4.00	Q min	4.09	14.72	60.00	16.95	61%	1.52
5.00	Oper	4.00	14.40	60.00	18.02	62%	1.55

(Referência rend. ponto 5)

Energia perdida na válvula:



Ponto 5 - Ponto 1: $1.68 - 1.35 = 0.3269\text{cv} = 0.2424\text{kW}$

Cálculo da perda de energia

1	2	3	4	5	6
2020	9.20	3358.51	814.102	814.102	615.2718
2021	9.30	3395.47	823.062	741.498	560.3997
2022	9.39	3427.16	830.743	674.249	509.5756
2023	9.49	3464.12	839.703	613.983	464.0286
2024	9.58	3495.8	847.383	558.197	421.8674
2025	9.68	3532.77	856.343	508.198	384.0795
2026	9.77	3564.45	864.023	461.942	349.1208
2027	9.87	3601.42	872.984	420.48	317.785
2028	9.97	3638.38	881.944	382.699	289.2313
2029	10.07	3675.35	890.904	348.277	263.216
2030	10.17	3712.31	899.864	316.918	239.5165
2031	10.27	3749.28	908.825	288.355	217.9292
2032	10.37	3786.24	917.785	262.34	198.2683
2033	10.47	3823.21	926.745	238.65	180.3639
2034	10.58	3860.17	935.705	217.079	164.0611
2035	10.69	3902.42	945.946	197.707	149.4203
2036	10.79	3939.38	954.906	179.801	135.888
2037	10.91	3981.63	965.146	163.72	123.7344
2038	11.01	4018.59	974.106	148.865	112.5074
2039	11.13	4060.84	984.347	135.523	102.4235
2040	11.23	4097.8	993.307	123.204	93.11336
2041	11.34	4140.05	1003.55	112.139	84.75072

Coluna

- 1 Ano;
 - 2 Tempo de operação médio (Sem k1);
 - 3 Tempo de operação anual;
 - 4 Perda de energia na válvula;
 - 5 Valor presente da perda, 11% ao ano;
 - 6 Custo da perda, R\$0.7558/kW;
- 5982.55** Custo (Somatório da coluna 6)

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público	SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT		
			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51446	8/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N044500-M-1MC001	0

CÁLCULO DE GOLPE DE ARÍETE

1 - Avaliação expedita

CÁLCULO DA CELERIDADE

PVC, segundo Fórmula de Allievi

C = Celeridade, calculado segundo fórmula a seguir e igual a 569.54m/s.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

onde

D = Diâmetro externo do tubo, 110.0mm;

e = Espessura da parede do tubo, 7.8mm;

k = Coeficiente de ponderação que leva em conta o módulo de elasticidade do material, 18 para PVC.

C = Celeridade calculada, 569.54m/s

CÁLCULO DO PERÍODO OU FASE DA LINHA

$$\phi = \frac{2L}{C}$$

onde

C = Celeridade, calculada acima;

L = Comprimento da linha, 78.03m;

ϕ = Período da linha, 0.274s;

VERIFICAÇÃO DO TIPO DE MANOBRA: MANOBRA RÁPIDA

Se:

$t > \phi$ t, tem-se manobra lenta;

$t < \phi$ t, tem-se manobra rápida.



onde

t = Tempo de manobra, menor entre tempo de parada da bomba ou fechamento da válvula de retenção.

Tempo de fechamento da válvula de retenção:

O tempo de fechamento para a válvula de retenção adotada é igual ao tempo de parada da bomba.

Tempo de parada da bomba: Curto para bombas multiestágio.

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público	SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT		
			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51446	9/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N044500-M-1MC001	0

CÁLCULO DA SOBREPRESSÃO:

Manobra Lenta, Fórmula de Michaud:

$$H_a = \frac{C \cdot V}{g} \cdot \frac{\phi}{t}$$

$$H_a = 1067.71\text{m}$$

Manobra Rápida:

$$H_a = \frac{C \cdot V}{g} \cdot 1$$

$$H_a = 38.63\text{m}$$

onde

C = Celeridade, 569.54m/s.

V = Velocidade na Linha, 0.67m/s.

ϕ = Período da linha, 0.276s;

t = Tempo de Manobra, 0.01m/s.

g = Aceleração da gravidade, 9.81m/s².

Assim:

Q	U	H	H _a	H transiente	
				Máxima	Mínima
4.7L/s	0.67m/s	5.98m	38.63m	44.61m	-38.63m
(Sobre o solo)					

Como a pressão mínima encontrada é menor que a pressão de vapor, o sistema pode estar sujeito a descolamentos que coluna, e a avaliação expedita com a fórmula de Allievi é inadequada. Uma avaliação numérica das pressões transientes máximas e mínimas é apresentada a seguir.

2 - Avaliação numérica - Sistema sem proteção

CELERIDADES UTILIZADAS

Calculadas pelo modelo numérico utilizado.

Tubo edutor - Ferro Galvanizado, parede 4.05mm: 1287 m/s;

Tubo de PVC parede 7.8mm: 544m/s.



OUTROS DADOS

Inércia do conjunto: 0.002 kg.m², favorável à segurança por intensificar pressões transientes;

Curva de eficiência da bomba:

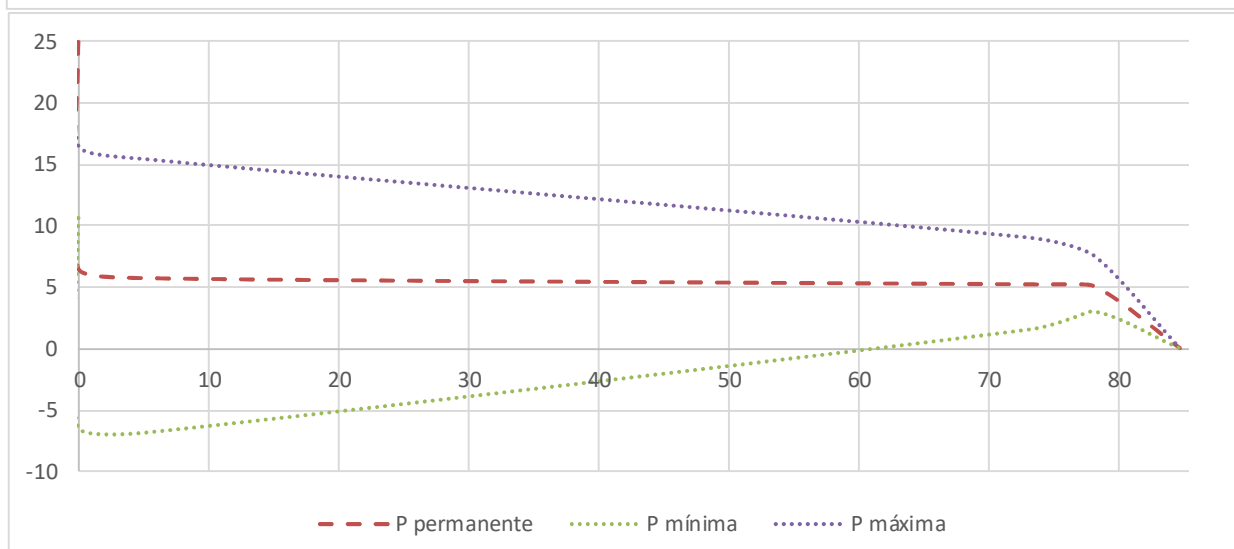
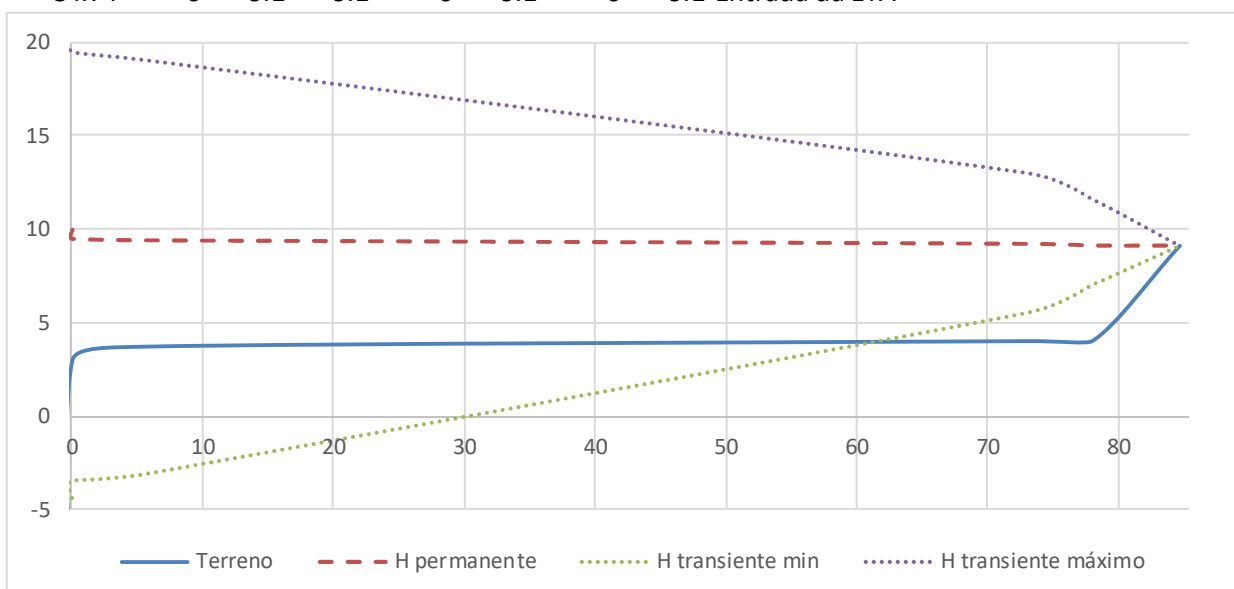
Q L/s	n %
1.33	45
3.33	67
4.33	59
5	30

A avaliação foi feita para o sistema sem a atuação da válvula de controle de poço, com vazão operacional de 4.08L/s. O comprimento mostrado no gráfico é o da linha de PVC, o tubo edutor e barrilete estão em L=0.



Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51446	10/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N044500-M-1MC001	0

RESULTADOS

L	Permanente				Trans. Max		Trans. Min		
AAB	P	Z	H	P	H	P	H		
0	25	-15	10	36.6	21.6	10.6	-4.4	Início	
0	6.505	2.976	9.48	16.49	19.46	-6.46	-3.48	Início do PVC	
5.77	5.7	3.7	9.4	15.3	19	-6.8	-3.1	Fim do primeiro trecho de PVC	
73.06	5.2	4	9.2	8.985	12.99	1.515	5.515	Fim do segundo trecho de PVC	
78.03	5.1	4	9.1	7.592	11.59	3.004	7.004	Fim do terceiro trecho de PVC	
84.74	0	9.1	9.1	0	9.1	0	9.1	Entrada da ETA	



Nota-se que grande parte da linha de PVC, cerca de 60m, está sujeita a sub-pressão, embora não existam pressões próximas a pressões de vapor que possam causar descolamento de coluna.

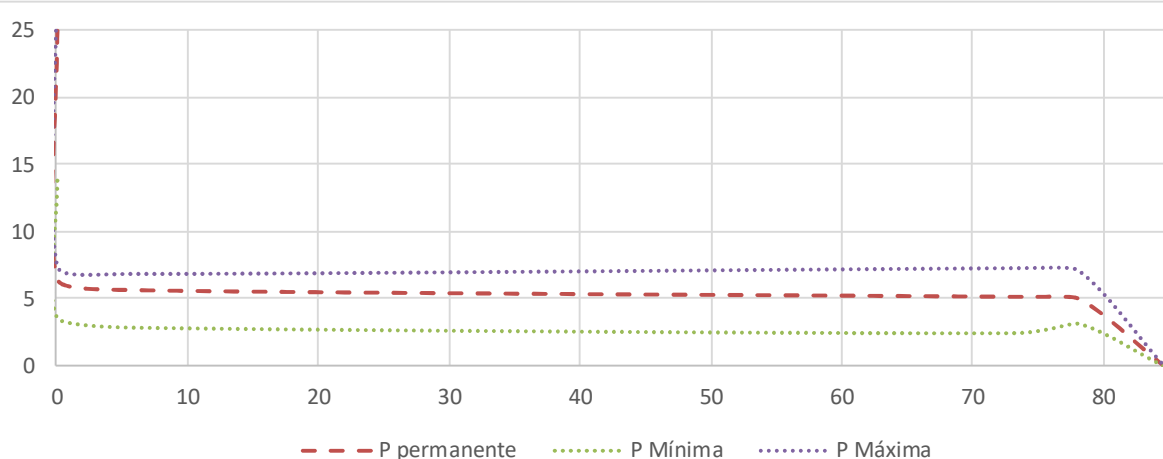
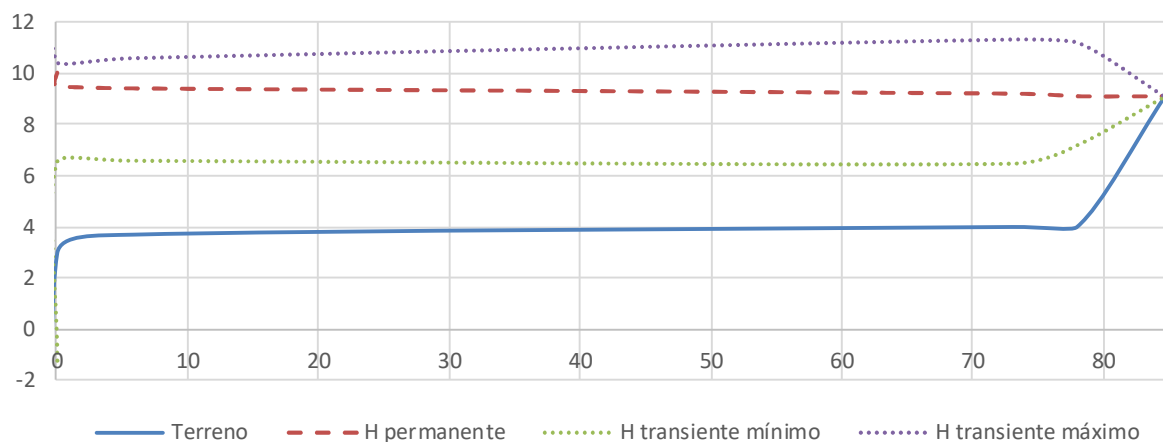
Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51446	11/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N044500-M-1MC001	0

2 - Avaliação numérica - Tanque de Amortecimento Simples - "Stand Pipe"



Para mitigar as pressões transientes um Stand Pipe DN200mm será implantado. As celeridades e demais dados usados no modelo são os mesmos.

RESULTADOS

L	Permanente			Trans. Max		Trans. Min		
AAB	P	Z	H	P	H	P	H	
0	25	-15	10	30.3	15.3	13.8	-1.2	Início
0	6.505	2.976	9.48	7.446	10.42	3.602	6.578	Início do PVC
5.77	5.7	3.7	9.4	6.89	10.59	2.9	6.6	Fim do primeiro trecho de PVC
73.06	5.2	4	9.2	7.315	11.31	2.485	6.485	Fim do segundo trecho de PVC
78.03	5.1	4	9.1	7.2	11.2	3.204	7.204	Fim do terceiro trecho de PVC
84.74	0	9.1	9.1	0	9.1	0	9.1	Entrada da ETA



Nota-se que não existem mais sub pressões na linha, o TAS elimina completamente o fenômeno.

Código: FM-ENG-001			
Nº da revisão: 01			
Elaborador: Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador: Christiano Barros			
Data da aprovação: 25/09/2020			
Periodicidade da revisão: Anual			
Classificação: Público	SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES		
PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004			
MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA			
MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
		SE04004	
		Nº CONTRATADA	PÁGINA
		EX-51446	12/16
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N044500-M-1MC001	0

4.0 MEMORIAL DE CÁLCULO – EAT

1 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA - ALIMENTAÇÃO DO REL

A EAT destina-se a bombear a vazão da hora de maior consumo do RAP para o REL.
O REL tem entrada por baixo. A partida e parada da bomba são comandados por um transdutores de pressão instalados na saída das bombas, que fazem as vezes de sensores de nível, contudo mais baratos e, por serem instalados junto às bombas e não no alto do reservatório, de substituição mais simples.



DADOS INICIAIS

Vazão máxima de recalque - Vazão da hora de maior consumo	2.94 L/s
NA mínimo no RAP (situado na sucção).....	5.70 m
NA máximo no RAP (situado na sucção).....	7.75 m
Terreno no rel.....	5.00 m
NA mínimo no REL.....	28.50 m
NA máximo no REL.....	31.50 m
Altura geométrica mínima.....	20.75 m
Altura geométrica máxima.....	25.80 m
Cota do eixo dos conjuntos elevatórios (a confirmar).....	5.00 m
Nº de conjuntos elevatórios	1 un

SINGULARIDADES E VALOR RELATIVO DE K, NA TUBULAÇÃO DO SISTEMA

Quadro de K relativo e perdas de carga localizadas - Sucção						
Peça	K	DN da peça	DN do tubo	K relativo	Quant.	K
Entrada de tubulação	1.00	100	100	1.00	2	2.00
Crivo	0.75	100	100	0.75	3	2.25
Registro de gaveta aberto	0.20	100	100	0.20	2	0.40
T de saída lateral	1.30	100	100	1.30	1	1.30
Curva 90°	0.40	100	100	0.40	1	0.40
Curva 11°30'	0.05	100	100	0.05	2	0.10
Ampliação gradual 100x150	0.30	100	100	0.30	1	0.30
Total =						6.75
Adotado =						7.0

Quadro de K relativo e perdas de carga localizadas - Recalque						
Peça	K	DN da peça	DN do tubo	K relativo	Quant.	K
Entrada de tubulação	1.00	40	80	16.00	1	16.00
Ampliação gradual	0.30	40	80	4.80	1	4.80
Válvula de retenção	2.50	80	80	2.50	1	2.50
Registro aberto	0.20	80	80	0.20	2	0.40
T de saída lateral	1.30	80	100	3.17	1	3.17
Curva de 90	0.40	80	80	0.40	8	3.20
Curva de 45°	0.20	80	80	0.20	4	0.80
T de passagem direta	0.80	80	80	0.80	1	0.80
Saída	1.00	80	80	1.00	1	1.00
Total =						32.67
Adotado =						33

Código: FM-ENG-001					
Nº da revisão: 01					
Elaborador: Rachel Cezar Leão Viana					
Aprovador: Christiano Barros					
Data da aprovação: 25/09/2020					
Periodicidade da revisão: Anual					
Classificação: Público	<div>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS</div> <div>LINHARES</div> <div>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</div> <div>MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA</div> <div>MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT</div>				
Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)					
SE04004					
Nº CONTRATADA				PÁGINA	
EX-51446				13/16	
Nº FUNDAÇÃO RENOVA				REV.	
N044500-M-1MC001		0			

DIMENSIONAMENTO

Tubulação de sucção

LINHA DE SUÇÃO (somente tubulação)



Vazão Máxima	2.94 L/s
Diâmetro econômico	65 mm
Diâmetro interno da tubulação adotada	101 mm
Velocidade	0.37 m/s
Material	FoFo
Coeficiente de Rugosidade - C	120
Comprimento	6.35 m
Valor total de Krelativo adotado (somado no barrilete).....	0.0
Perda de carga contínua	0.014 m
Perda de carga localizada.....	0.000 m
Perda de carga total	0.014 m

BARRILETE DE SUÇÃO (perdas localizadas)

Vazão Máxima	2.94 L/s
Diâmetro econômico	65 mm
Diâmetro interno da tubulação adotada	101 mm
Velocidade	0.37 m/s
Material	FoFo
Coeficiente de Rugosidade - C	120
Comprimento	0.00 m
Valor total de Krelativo adotado.....	7.0
Perda de carga contínua	0.000 m
Perda de carga localizada.....	0.048 m
Perda de carga total	0.048 m

NPSHd

Patm local.....	10.32 m
Perda total na sucção.....	0.06 m
Altura mínima de água sobre o eixo da bomba.....	-0.70 m
Pressão de vapor da água a 25°C.....	0.34 m
NPSHd.....	10.62 m

Código: FM-ENG-001			
Nº da revisão: 01			
Elaborador: Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador: Christiano Barros			
Data da aprovação: 25/09/2020			
Periodicidade da revisão: Anual			
Classificação: Público	SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES		
PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004			
MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA			
MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
		SE04004	
		Nº CONTRATADA	PÁGINA
		EX-51446	14/16
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N044500-M-1MC001	0

Tubulação de recalque

BARRILETE DE RECALQUE (perdas localizadas)

Vazão Máxima	2.94 L/s
Diâmetro econômico	65 mm
Diâmetro interno da tubulação adotada	81 mm
Velocidade	0.57 m/s
Material	FoFo
Coefficiente de Rugosidade - C	120
Comprimento	0.00 m
Valor total de Krelativo adotado	33.0
Perda de carga contínua	0.00 m
Perda de carga localizada	0.55 m
Perda de carga total	0.55 m

LINHA DE RECALQUE (somente tubulação)

Vazão Máxima	2.94 L/s
Diâmetro econômico	65 mm
Diâmetro interno da tubulação adotada	81 mm
Velocidade	0.57 m/s
Material	FoFo
Coefficiente de Rugosidade - C	120
Comprimento (a confirmar)	45.00 m
Valor total de Krelativo adotado (somado no barrilete)	0.0
Perda de carga contínua	0.29 m
Perda de carga localizada	0.00 m
Perda de carga total	0.29 m

Bomba Referência EBARA BHS 232 - 7 Estágios, 3500rpm, 2cv, NPSHr = 1,4m 2 hp



Pontos de Operação

Ponto	Q	Hg	Hm	P c	NPSHd	n (hz)	η	P (cv)	
1	2.94	25.80	26.70	23.50	10.62	60.00	60.5%	1.73	Especificação
2	2.98	20.75	26.72	23.50	10.62	60.00	60.0%	1.77	Q operacional mínimo
3	3.18	20.75	21.80	27.55	10.61	60.00	52.0%	1.78	Q operacional máximo
-	0.00	25.80	25.80	-	-	38.20	-	-	Fim da rampa

Pc é a pressão no transdutor da bomba, para controle do sistema elétrico.

No ponto 3, de parada da bomba, ela corresponde à pressão na descarga da bomba com a bomba operando, ou seja, $NA_{rel} - Nível_{bomba} + perda \text{ de carga}$.

No ponto 1 ou 2, de partida, ela corresponde à pressão na descarga da bomba com a bomba parada, ou seja, sem as perdas de carga.

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE04004	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			EX-51446	15/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
N044500-M-1MC001	0			



2 - CURVAS DO SISTEMA E DAS BOMBAS

Vazão	Perda na sucção		NPSHd mínimo	Perda no recalque		Altura manométrica	
	Barrilete	Linha		Barrilete	Linha FoFo	Mínima	Máxima
L/s	m	m	m	m		m	m
0.00	0.00	0.00	10.68	0.00	0.00	20.75	25.80
1.39	0.00	0.01	10.67	0.12	0.07	20.96	26.01
1.67	0.00	0.02	10.66	0.18	0.10	21.05	26.10
2.22	0.01	0.03	10.65	0.31	0.17	21.27	26.32
2.78	0.01	0.04	10.63	0.49	0.26	21.56	26.61
2.84	0.01	0.04	10.63	0.51	0.27	21.59	26.64
3.06	0.02	0.05	10.62	0.59	0.31	21.72	26.77
3.33	0.02	0.06	10.60	0.70	0.37	21.90	26.95

EBARA BHS 232 - 7 Estágios, 3500rpm, 2cv

Bomba 60hz		Bomba 38.20 hz	
Q L/s	H (m)	Q L/s	H (m)
0.00	51.80	0.00	21.00
1.39	47.70	0.88	19.33
1.67	45.90	1.06	18.61
2.22	40.70	1.41	16.50
2.78	31.30	1.77	12.69
3.06	24.70	1.95	10.01
3.33	18.00	2.12	7.30

Intercessão 1		Intercessão 2		Ponto Q máximo	
Q	2.94	Q	2.976	Q	3.175844
NA no RAP	5.7	NA no RAP	7.75	NA no RAP	7.75
P controle	23.5	P controle	23.5	P controle	27.54839
H bomba	26.70199	H bomba	26.72364	H bomba	21.79839
Rend.	59.5%	Rend.	59.5%	Rend.	52.0%
P abs	1.75919	P abs	1.782175	P abs	1.775085
Frequencia	60	Frequencia	60	Frequencia	60
NPSHd	10.62179	NPSHd	10.62029	NPSHd	10.61156

Código:	FM-ENG-001				
Nº da revisão:	01				
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana				
Aprovador:	Christiano Barros				
Data da aprovação:	25/09/2020				
Periodicidade da revisão:	Anual				
Classificação:	Público				
SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004 MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DA CAPTAÇÃO POÇO 2 E EAT			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE04004		
			Nº CONTRATADA EX-51446		PÁGINA 16/16
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA N044500-M-1MC001		REV. 0

