







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				
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO DO REL</b>			<b>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)</b>  <b>SE04004</b>		
			<b>Nº CONTRATADA</b>  <b>EX-53475</b>		<b>PÁGINA</b>  <b>1/6</b>
			<b>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</b>  <b>N044500-M-1MC006</b>		<b>REV.</b>  <b>0</b>

## REVISÕES

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			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO DO REL</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-53475</b>	<b>2/6</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-M-1MC006</b>	<b>0</b>			

## ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	OBJETIVO	3
2.0	REFERÊNCIAS PARA A ELABORAÇÃO DESTE ESTUDO	3
3.0	MEMORIAL DE CÁLCULO – REL	3

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	PEEX			
Aprovador:				
Data da aprovação:				
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa	<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGRED0 - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO DO REL</b>	Nº CONTRATADA	PÁGINA
Classificação:	Público		<b>EX-53475</b>	<b>3/6</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-M-1MC006</b>	<b>0</b>

## 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 REL do projeto básico e detalhado do sistema de abastecimento de água do referido povoado, de Degredo, Linhares, ES.



Ele é apresentado em 3 itens, ou capítulos. O primeiro define o objeto desse trabalho; o segundo os documentos utilizados como referência na elaboração dessa parte do contrato; e o terceiro o memorial de cálculo do RAP.

O memorial descritivo é apresentado no documento N044500-M-1MD006.

## 2.0 REFERÊNCIAS PARA A ELABORAÇÃO DESTE ESTUDO

N044500-G-1RT001	PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGRED0 - SE04004 RELATÓRIO TÉCNICO – GERAL
N044500-T-100015	PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGRED0 - SE04004 DESENHO GERAL - TUBULAÇÃO E SISTEMAS
N044500-J-1RT001	PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGRED0 - SE04004 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA ECONÔMICA (ORÇAMENTO-CAPEX/OPEX)
ATA DE REUNIÃO Nº 01 PEEX	SES04004 – DEGRED0 – 27/03/2020 E 28/04/2020
N044500-G-1RT003	E ESTUDO DE ALTERNATIVA ENTRE IMPLANTAÇÃO DE RESERVATÓRIO ELEVADO DE 30M³ EM CONCRETO E AÇO PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGRED0 - SE04004
N044500-M-1MC006	PROJETO BÁSICO – MEMORIAL DE CÁLCULO

## 3.0 MEMORIAL DE CÁLCULO – REL

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	PEEX			
Aprovador:				
Data da aprovação:				
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGRED0 - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO DO REL</b>			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-53475</b>	<b>4/6</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-M-1MC006</b>	<b>0</b>



**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 DO REL**

Nº CONTRATADA

**EX-53475**

PÁGINA

4/6

Nº FUNDAÇÃO RENOVA

**N044500-M-1MC006**

REV.

**O**

## RESERVATÓRIOS

O SAA de Degredo terá dois reservatórios: um reservatório apoiado (RAP) de 50m³ e um reservatório elevado (REL) de 30m³, somando 80m³ para atender a rede de distribuição de água em uma zona de abastecimento ou de pressão.

### VOLUME NECESSÁRIO



Critério 1) A adução sendo descontínua e sendo feita em apenas um período do dia coincidente com o período de consumo máximo, o volume armazenado será igual ou maior que 1/3 do volume distribuído no dia de consumo máximo (1/3 DMC Máximo), e igual ou maior que o produto da vazão média do dia de consumo máximo (DMC Médio = DMC Máximo/k1 ) pelo tempo em que a adução permanecerá inoperante nesse dia (12h).

Tempo de funcionamento máximo no dia de maior consumo:  $12\text{h} - k_1 = 1.2$



Ano	População (hab)	Consumo bruto (L/s)		Volume (m³)		
		DMC Médio	DMC Máximo	1/3 DMC Máximo	12h DMC Médio	Adotado
1	2	3	4	5	6	7
2021	643	1.34	1.61	46	58	80
2022	649	1.35	1.62	47	58	80
2023	656	1.37	1.64	47	59	80
2024	662	1.38	1.66	48	60	80
2025	669	1.39	1.67	48	60	80
2026	675	1.41	1.69	49	61	80
2027	682	1.42	1.71	49	61	80
2028	689	1.44	1.72	50	62	80
2029	696	1.45	1.74	50	63	80
2030	703	1.46	1.76	51	63	80
2031	710	1.48	1.78	51	64	80
2032	717	1.49	1.79	52	65	80
2033	724	1.51	1.81	52	65	80
2034	731	1.52	1.83	53	66	80
2035	739	1.54	1.85	53	67	80
2036	746	1.55	1.87	54	67	80
2037	754	1.57	1.89	54	68	80
2038	761	1.59	1.90	55	68	80
2039	769	1.60	1.92	55	69	80
2040	776	1.62	1.94	56	70	80
2041	784	1.63	1.96	56	71	80

Nota: DMC Médio = Consumo médio máximo (demanda média diária exceto perdas na ETA); DMC Máximo = Consumo médio \* k1

**Critério 2)** Quando o local para implantação da reservação não apresentar cota suficiente para garantir as condições de pressão necessária ao funcionamento da rede, a distribuição se fará a partir de um reservatório elevado (REL). O volume mínimo do REL será igual a 1/30 do volume distribuído no dia de consumo máximo, no caso seria de 5,6m³ e o restante do volume útil necessário à zona de pressão abastecida pelo REL pode estar incluído no volume útil do reservatório principal da zona de pressão imediatamente inferior (RAP). No caso foi adotado um REL com volume de 30 m³ para evitar as paralizações do abastecimento durante as quedas não programadas de energia elétrica e para propiciar uma segurança adicional, considerando tratar-se de uma pequena comunidade desprovida de recursos necessários à uma manutenção emergencial. O volume mínimo do RAP deveria ser  $71 - 30 = 41\text{m}^3$ . Foi adotado um reservatório de 50m³, ou seja, com volume adicional de cerca de 22%.

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	PEEX			
Aprovador:				
Data da aprovação:				
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa	<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDADO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO DO REL</b>	Nº CONTRATADA	PÁGINA
Classificação:	Público		<b>EX-53475</b>	<b>5/6</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-M-1MC006</b>	<b>0</b>

RESERVATÓRIO ELEVADO DE 30 m³				
<b>1 - Característica do REL</b>				
Reservatório elevado em concreto				
Material de construção	Concreto armado			
Altura dos pilares	m		23.500	
Diâmetro do reservatório	m		3.200	
Volume útil nominal	m³		30	
Altura da lâmina d'água morta sobre o fundo	m		0.25	
Altura interna útil	m		4.000	
Altura interna total	m		4.500	
Altitude de assentamento, ou base do REL	m		5.000	
Altitude do NAMáx	m		32.500	
Altitude do NAMín	m		28.500	
<b>2 - Conexões ao REL</b>				
Alimentação situada no fundo do reservatório: tubo de ferro fundido com flanges NBR7675, PN10 e altura da chegada em relação ao fundo do reservatório de 25cm.				
Peça da alimentação fixada no concreto: EPFAV10	DN	mm	80	
Extremidade para medidor de nível situada na cobertura: tubo de aço ASTM A36/A283, espessura de 3/16", preparados e revestidos com epoxi líquido, conforme norma AWW C-210, similar ou superior, com ponta inferior fixada na estrutura de concreto e flange na extremidade externa em aço ASTM A283, norma NBR 7675 PN10.				
Diâmetro da extremidade para medidor de nível	DN	mm	200	
Distribuição/saída situada no interior do reservatório com extremidade superior situada 25 cm acima do fundo do reservatório: tubo de ferro fundido com flanges NBR 7675 PN10, cortada rente ao fundo				
Peça de saída para a distribuição fixada no concreto: EPFAV10	DN	mm	150	
Extravasador situado no interior do reservatório, com extremidade superior situada na altura do NA máximo: tubo de ferro fundido com flanges NBR 7675, PN10				
Peça de saída do extravasador fixada no concreto: EPFAV10	DN	mm	100	
Descarga de fundo do reservatório: tubo de ferro fundido com flanges NBR 7645, PN10				
Peça para descarga do reservatório fixada no concreto: EPFAV10	DN	mm	150	
Inspeção situada na tampa: inspeção circular dotada de tampa articulada com diâmetro de passagem livre igual ou superior a 800mm				
Ventilação/respiro situada no centro da cobertura: tubo de ferro fundido DN150, com flanges NBR 7675, PN10. Peça para ventilação fixada no concreto: EPFAV10 (ponta voltada para o interior a ser cortada rente a superfície interna da laje de cobertura)				
<b>3 - Especificação da tubulação e conexões do REL</b>				
Tubo e conexões de ferro fundido com flanges NBR 7675, PN10				
<b>4 - Acessórios</b>				
Além das conexões o reservatório deverá ser dotado de: antena com luz de sinalização, pára-raio, corrimão em torno do teto, escada interna de acesso ao interior do reservatório em aço inox A304 ou superior, escada externa tipo marinho com guarda corpo dividida em três lances com plataformas, apoio/suporte das tubulações de entrada, saída, extravasador e descarga e logotipo do operador.				

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	PEEX			
Aprovador:				
Data da aprovação:				
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa	<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDADO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - MECÂNICA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO DO REL</b>	Nº CONTRATADA	PÁGINA
Classificação:	Público		<b>EX-53475</b>	<b>6/6</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-M-1MC006</b>	<b>0</b>

<b>5 - Extravasor</b>									
O extravasor deverá ter abertura suficiente para dar vazão saída de água igual ou superior à máxima vazão de entrada no reservatório. No caso, de									
Diâmetro da tubulação de extravasão									
Vazão de entrada					2.94		L/s		
Diâmetro do tubo de extravasamento (DN)					100				
Valores de K, segundo tabela seguinte .....		DN		K					
Diâmetro muito pequeno		175		1.435					
não contemplado na tabela		250		1.440					
Valor de k (a favor da segurança)	1.000	350		1.455					
		500		1.465					
Altura do NA sobre a geratriz do tubo	$\Delta h = \left(\frac{Q}{K\pi D}\right)^{\frac{1}{1.42}}$	700		1.515	$\Delta h =$	0.0066	m		
Verificação da validade da fórmula	$\Delta h \leq \frac{D}{5}$					0.02	m	Ok!	
O extravasor é constituído de uma extremidade ponta flange, na vertical, com a ponta na extremidade superior situada 5cm acima do NAMáx do reservatório. E o flange afixado em uma curva de 90°. A outra extremidade da curva é afixada ao tubo de saída do reservatório preso à parede.									
<b>6 - Tubulações de saída de água e de limpeza</b>									
A submersão da tubulação de saída do reservatório necessita ser tal que impeça a formação de vortex com o NA mínimo. A altura de submersão mínima será avaliada com base em dois métodos que buscam evitar a formação de vórtex na superfície livre e consequente entrada de ar. O primeiro vem da publicação Ingeniería Sanitaria: Redes de Alcantarillado y Bombeo de Aguas Residuales, Metcalf & Eddy, Barcelona, 1985, e fornece submersões mínimas necessárias geralmente superiores. O segundo vem da publicação do Hydraulic Institute, ANSI/HI 9.8-1998, American National Standard for Pump Intake Design.									
Vazão máxima de saída para RDA:					2.94		L/s		
Diâmetro da tubulação de saída					150		mm		
Velocidade máxima na tubulação se saída					0.17		m/s		
<b>Submersão segundo Metcalf &amp; Eddy</b>									
O método da publicação é experimental e associa cada velocidade de entrada a uma submersão mínima, com resultados tableados. Esta tabela é Para a velocidade na tubulação de saída a submersão mínima recomendada é de									
					0.3		m		
<b>U</b>	<b>S min</b>								
(m/s)	(m)								
0.6	0.30								
1.0	0.60								
1.5	1.00								
1.8	1.40								
2.1	1.70								
2.4	2.15								
2.7	2.60								
<b>Submersão segundo Hydraulic Institute - ANSI 9.8-1998</b>									
Após diversas considerações é apresentada uma equação na sessão 9.8.7 da publicação, apresentada a seguir:									
$S = D * \left(1 + 2.3 * \frac{U}{\sqrt{(g * D)}}\right)$									
Q:	2.94	L/s		S (Metcalf & Eddy)	0.30		m		
D:	150	mm		HI - ANSI .8-1998	0.20		m		
U:	0.166369967	m/s							
Submersão da tubulação de saída adotada:									
					0.30		m		