





Código do Anexo:	FM-ENG-001	 <b>Emflortec</b> EMPREENDIMENTOS		
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE – PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>1/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>



## REVISÕES

[illegible]

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>2/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>

## ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>1.0</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>3</b>
<b>2.0</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b>	<b>3</b>
2.1	UNIDADES	3
2.2	NORMAS	4
2.3	LEGISLAÇÕES OBSERVADAS	4
<b>3.0</b>	<b>CARACTERÍSTICA DA GERAÇÃO DE LODOS NA ETA PERPÉTUO SOCORRO</b>	<b>4</b>
<b>4.0</b>	<b>MEMORIAL JUSTIFICATIVO</b>	<b>6</b>
4.1	FLUXOGRAMA DE PROCESSO DA UTR	8
<b>5.0</b>	<b>PRODUÇÃO DE LODO</b>	<b>8</b>
5.1	CÁLCULO DA GERAÇÃO DE LODO	8
<b>6.0</b>	<b>ETAPAS E UNIDADES PRINCIPAIS DE PROCESSO DA UTR</b>	<b>12</b>
6.1	TANQUE DE SEDIMENTAÇÃO	12
6.2	TANQUE DE RECEPÇÃO E REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO	13
6.3	ADENSADOR	15
6.4	DECANTER CENTRÍFUGO	16
6.5	UNIDADE DE PREPARAÇÃO AUTOMÁTICA DE POLÍMEROS	17
<b>7.0</b>	<b>RESUMO DAS DIMENSÕES DE CADA UNIDADE QUE COMPÕEM A UTR</b>	<b>22</b>
7.1	TANQUE DE SEDIMENTAÇÃO - TQ SED	22
7.2	TANQUE DE RECEPÇÃO E REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO - TRRV	23
7.3	ADENSADORES - AD	24
7.4	DECANTER CENTRÍFUGOS - DC	24
<b>8.0</b>	<b>COMPARAÇÃO COMPORTAMENTO DA UTR PARA SST MÉDIO E SST PERCENTIL 80%</b>	<b>25</b>

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>3/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

## 1.0 OBJETIVO

O presente documento visa apresentar os estudos e dimensionamentos, em nível conceitual, desenvolvidos no projeto da UTR (Unidade de Tratamento de Resíduos) dos lodos gerados nos filtros rápidos e decantadores da ETA (Estação de Tratamento de Água) do distrito Perpétuo Socorro pertencente ao município de Belo Oriente (MG) e operada pela COPASA (Companhia Estadual de Saneamento de Minas Gerais).


## 2.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

A seguir são listados os documentos de referência utilizados:

N022500-R-1CP001	Premissas e critérios de cálculo: UTR ETA Perpétuo Socorro
N022500-R-600002_000	ETA 40L/s: Layout Básico
N022500-R-600003_000	ETA 40L/s: Floculadores
N022500-R-600004_000	ETA 40L/s: Decantador
N022500-R-600005_000	ETA 40L/s: Filtros
N022500-R-600006_000	ETA 40L/s: Hidrociclone
N022500-R-600007_000	ETA 40L/s: Layout Passarela
N022500-R-600008_000	ETA 40L/s: Layout de Implantação
N022500-T-100006_000	Suporte - Detalhamento
N022500-T-100007_000	Isométrico
N022500-R-100026	Fluxograma de processo
N022500-R-100027	Layout geral da UTR

### 2.1 UNIDADES

Serão utilizadas as unidades do Sistema Internacional de Medidas (SI), exceto onde a tradição de uso/disponibilidade de mercado tenha consagrado o uso de outras unidades.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>4/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

## 2.2 NORMAS

A seguir são listadas as normas observadas para o desenvolvimento deste documento.

ABNT NBR 12216/2022	Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público
ABNT NBR 12208/2020	Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de esgoto — Requisitos
ABNT NBR 12209/2011	Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários
ABNT NBR 10004/2004	Resíduos sólidos – Classificação

Diretrizes, critérios e parâmetros da Fundação Renova.

## 2.3 LEGISLAÇÕES OBSERVADAS

DNC COPAM CERH n. 08/2022	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Lei n. 9.433/1997	Política Nacional de Recursos Hídricos.
Lei n. 9.605/1997	Lei de crimes ambientais.
Portaria GM/MS 08/2021	Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.



## 3.0 CARACTERÍSTICA DA GERAÇÃO DE LODOS NA ETA PERPÉTUO SOCORRO

A ETA Perpétuo Socorro trata a água que é captada diretamente do Rio Doce através de um flutuador e uma bomba de recalque.

A vazão de projeto da ETA é de 40 L/s. Ela opera diariamente, 24 horas por dia, em 2 turnos, e dispõe de 01 operador por turno.

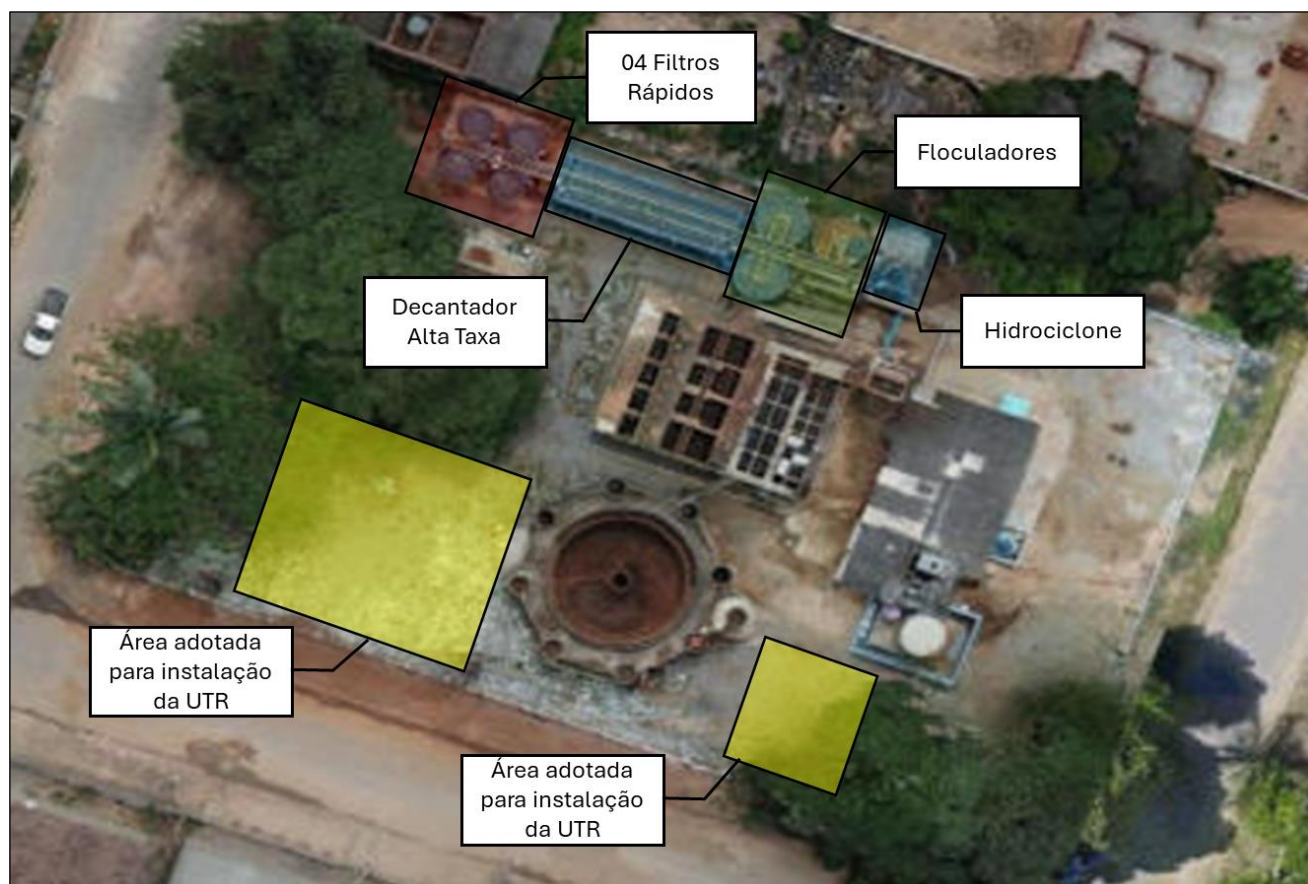
Essa ETA é do tipo ciclo completo, sendo composta por:

- 01 Hidrociclone separador de sólidos primários;
- 01 Calha Parshall;

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal	<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>5/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>



- 03 Floculadores dotados de agitadores mecanizados;
- 01 Decantador Lamelar;
- 04 Filtros Rápidos autolimpantes;
- 01 Tanque de contato.

A Figura 1 apresenta a foto de satélite da área da ETA. Nela estão destacadas as unidades que compõem a ETA e as áreas onde a UTR será instalada.



**Figura 1 – ETA Perpétuo Socorro**

A Tabela 1 apresenta as dimensões do decantador e dos filtros rápidos, unidades geradoras dos lodos a serem tratados na UTR.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>6/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

**Tabela 1 – Dimensões básicas da unidade de tratamento da ETA de interesse ao projeto da UTR**

Características / Unidade de Tratamento	Unidade	Hidrociclone	Floculadores	Decantador	Filtros Rápidos
Quantidade	Un.	1,00	3,00	1,00	4,00
Comprimento	m	---	---	9,50	---
Largura	m	---	---	2,80	---
Diâmetro Maior	m	1,40	3,04	---	1,90
Diâmetro Menor	m	0,15	---	---	---
Altura útil (Cilindro)	m	1,15	4,20	3,80	3,10
Altura útil (Cone)	m	3,50	---	---	---
Área Superficial Unitária	m²	1,54	7,26	26,60	2,83
Área Superficial Total	m²	1,54	21,78	26,6	11,32
Volume Unitário	m³	3,78	30,48	97,24	10,77
Volume total	m³	3,78	91,46	97,24	43,08

Os pontos de descarte de lodos na ETA são o hidrociclone, os floculadores, o decantador e os filtros rápidos.



#### 4.0 MEMORIAL JUSTIFICATIVO

De modo geral, os lodos gerados em ETAs são constituídos de água e dos sólidos suspensos contidos na água bruta, além de produtos resultantes dos reagentes aplicados durante os processos de tratamento.

Nas ETAs de ciclo completo, as unidades de decantação e filtração são os principais geradores de resíduos. Sendo que na filtração, os resíduos são provenientes da água de lavagem dos filtros e na decantação, os resíduos são gerados durante a remoção do lodo acumulado no fundo dos decantadores.

Para o projeto da UTR da ETA de Perpétuo Socorro, por simplificação, visto a pequena geração de lodo no hidrociclone e nos floculadores, foram considerados os descartes de lodo realizados no decantador (Lodo DEC) e nos filtros (Água de Lavagem de Filtros – ALF).

UTRs podem ser projetadas para operação em Batelada, Fluxo Contínuo ou Sistema Híbrido. As UTRs que operam em Batelada demandam maiores áreas do que as que operam em fluxo contínuo. No entanto, adotando-se a concepção de Sistemas Híbridos é possível associar as duas condições de operação, adotando as etapas de tratamento preliminar em batelada,

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>7/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

visando o aumento da concentração de lodos, e as etapas seguintes em fluxo contínuo ou semi-contínuo, permitindo a diminuição das dimensões das unidades de Adensamento e de Desaguamento (Decanter Centrífugos). A adoção de fluxo contínuo é limitada para disponibilidade de lodo a ser adensado ou desaguado que pode variar em função das variações na geração de lodo e da indisponibilidade de Decanter Centrífugos, por exemplo, de menores vazões, levando a se tornarem, por vezes, fluxos semi-contínuos.

No presente projeto serão adotadas como unidade de operação em bateladas o tanque de sedimentação (TQ SED 01 e 02) que receberão a água de lavagem dos filtros. Em operação contínua irão operar os tanques de recepção e regularização de vazão (TRRV 01 e 02) e os adensadores (AD 01, 02 e 03). Em operação semi-contínua irão operar os Decanter Centrífugos (DC 01 e 02) e as Unidade de Automática de Preparação de Polímeros (UAPP 01 e UAPP 02).

Cada UAPP tem capacidade para produzir o volume de polímero a ser aplicado tanto a montante dos AD 01/02/03 quanto a montante dos DC 01/02. Portanto, pode-se operar somente 01 equipamento mantendo o outro em reserva ou operar ambos simultaneamente, estando um dedicado a dosagem de polímero a montante dos AD 01/02/03 e o outro a montante dos DC 01/02.



Todas as unidades de tratamento e equipamentos eletromecânicos serão adotados em duplicata, estando um em operação e outro em reserva, exceto os adensadores que são 03 unidades com operação em paralelo simultânea.

A quantidade de adensadores foi definida em função da opção por sistema de remoção de lodo não mecanizado. Dessa forma, observou-se a determinação da NBR 12209/2011 que define o valor máximo de 3 metros para o diâmetro de adensadores que irão operar com limpeza não mecanizada.

A adoção de unidades reserva de equipamentos eletromecânicos permite a continuidade da operação quando estes equipamentos se encontram em manutenção. A adoção de unidades reserva para as unidades de tratamento justifica-se pela necessidade de se garantir volume de reservação que seja no mínimo igual ao volume total do decantador. Dessa forma, permite-se seu esvaziamento completo para a realização de limpezas e manutenções periódicas.

O tempo de operação da UTR será de 24 horas por dia, sendo este igual ao tempo de operação da ETA.

Conforme acordado em reunião com representantes da COPASA com a equipe da Fundação RENOVA, não será considerada a recirculação da água clarificada, sendo toda ela descartada na rede de drenagem pluvial.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>8/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

#### 4.1 FLUXOGRAMA DE PROCESSO DA UTR

O processo de tratamento proposto para a UTR será composto por 03 etapas:

- Pré-adensamento e Equalização (TQ SED 01/02 e TRRV 01/02);
- Preparo e dosagem de polímero (UAPP 01/02);
- Adensamento (AD 01/02/03 e EL AD);
- Desaguamento (DC 01/02);

A Etapa 1 de Pré-adensamento e Equalização será composta por:

- Tanque de Sedimentação de Água de Lavagem dos Filtros (TQ SED 01/02);
- Tanque de Recepção e Regularização de Vazão (TRRV 01/02).

A Etapa 2 de Adensamento será composta por:

- Preparo e aplicação de polímero (UAPP 01);
- Adensadores (AD. 01/02/03);
- Elevatória de Lodo Adensado (EL AD).

A Etapa 3 de Desaguamento será composta:

- Preparo e aplicação de polímero (UAPP 02);
- Decanter Centrífugos (DC 01/02)

O fluxograma de processo é apresentado no documento N022500-R-100026.

## 5.0 PRODUÇÃO DE LODO

### 5.1 CÁLCULO DA GERAÇÃO DE LODO

No documento N022500-R-1CP001 foi definido o modelo matemático a ser utilizado para o cálculo da geração de lodo na ETA (Equação 1). Nesse mesmo documento, também foram definidos os valores de 138,29 UNT e 33,12 mg/L, respectivamente, de turbidez e de dosagem de PAC 18% a serem adotados no projeto da UTR.



Frente ao resultado do dimensionamento, verificou-se o impacto resultante na UTR, caso o valor de turbidez fosse de 209,00 UNT. Essa comparação é apresentada no item 8.0.

$$S = 0,75.T + 0,47.D_{PAC18\%}$$

**Equação 1**

Onde:

$S$  = massa diária de lodo seco – mg (lodo) / L (água);

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal	<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>9/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>

$T$  = turbidez – (UNT);

$D_{PAC18\%}$  = dosagem de PAC 18% (mg/L).

$$S = 0,75 \cdot 138,29 + 0,47 \cdot 33,12 = 119,28 \text{ mg Lodo/ L de água tratada}$$

A massa de lodo produzida por dia é definida pela Equação 2, a saber:

$$m = \frac{S \cdot J \cdot Q \cdot 3,6}{1000} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

$m$  = massa de lodo produzida por dia – (kg lodo/dia);

$S$  = massa diária de lodo seco – mg (lodo) / L (água);

$J$  = jornada de operação da ETA (h/dia);

$Q$  = vazão nominal da ETA (L/s).

Dessa forma, tem-se:

$$m = \frac{119,28 \cdot 24 \cdot 40 \cdot 3,6}{1000} = 412,25 \text{ kg Lodo/dia}$$

Com o objetivo de determinar a quantidade de lodo produzida na ETA, conforme observa-se na Tabela 2, as seguintes condições para a geração de lodos foram consideradas.



**Tabela 2 – Características dos lodos gerados no Decantador e nos Filtros Rápidos da ETA**

Variáveis	Unidade	Lodo DEC	Filtro Rápido (ALF)
Percentual de retenção de sólidos da ETA	(%)	90	10
Concentração*	(%)	1,00	0,043*
Densidade	Kg/m³	1.010	1.000,43
Tempo de descarte	min	~ 3***	10
Frequência de descarte de cada unidade	x / dia	1	1
Taxa de retrolavagem no filtro*	m³/m²/dia	---	1.219**

\* Estimada em função da carga de sólidos retida no filtro em função do percentual arbitrário e o volume de água gasto em uma retrolavagem.

\*\*Calculada em função da vazão afluyente a ETA em relação à área superficial de 01 filtro.

\*\*\* Definido com base nas equações de orifícios operando sob carga hidráulica, sendo os orifícios as válvulas de descarga e carga hidráulica a altura útil do decantador. O tempo apresentado, considerada a abertura simultânea de todas as 04 válvulas de descarga do decantador da ETA de Perpétuo Socorro.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>10/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

Nas situações em que a concentração, a carga de sólidos ou a vazão de lodo não era conhecida, os valores foram calculados através da relação determinada pela Equação 3.

$$Q_{Lodo} = \frac{K}{C \times \rho}$$

Equação 3

Onde:

$Q_{Lodo}$  = vazão de lodo (m³/dia);

$K$  = massa de lodo (kg/dia);

$C$  = concentração de no lodo em porcentagem (%; m/m);

$\rho$  = massa específica de lodo (kg/m³).

A Tabela 3 apresenta a quantidade de lodo retida no Decantador e nos Filtro Rápidos.

**Tabela 3 – Características dos lodos gerados no Decantador e nos Filtros Rápidos da ETA**

Variáveis	Unidade	Lodo do Dec.	Filtro Rápido
Massa de lodo retida total	(kg/dia)	371,02	41,22
Massa de lodo retida unitária	(kg/dia)	371,02	10,31
Volume de lodo retido total*	m³/dia	36,73	96,0
Volume de lodo retido unitário*	m³/dia	36,73	24,0

\* Calculado conforme Equação 3.

De maneira análoga, procedeu-se o balanço mássico e hídrico do fluxo de lodo ao longo da UTR. A variável “captura de sólidos” (CS) foi inserida a fim de se definir o percentual de sólidos que fica retido em cada etapa. Conforme orientações da NBR 12209/2011, adotou-se a CS no adensamento e no desaguamento como 85 e 95%, respectivamente. Para o TQ SED adotou-se a CS que resultaria em concentração de lodo de 0,5%, visto ser um resultado encontrando em projetos já implantados e na literatura sobre o assunto.



Nas situações em que havia mistura de linhas de fluídos a concentração foi definida pela Equação, a exemplo do TRRV e nos pontos de dosagem de polímeros 4.

$$C = \frac{(Q_{Lodo\ 1} \cdot C_1 \cdot \rho_1) + (Q_{Lodo\ 2} \cdot C_2 \cdot \rho_2)}{(Q_{Lodo\ 1} \cdot \rho_1) + (Q_{Lodo\ 2} \cdot \rho_2)}$$

Equação 4

As variações da incógnita buscada nas equações 3 e 4 permitem definir as demais variáveis que compõem o balanço apresentado no Quadro 1.

O Quadro 1 apresenta o balanço mássico e hídrico da UTR.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>11 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

**Quadro 1 – Balanço mássico e hídrico da UTR da ETA Perpétuo Socorro\***

BALANÇO MÁSSICO E HIDRÍCO DA UTR DA ETA PERPÉTUO SOCORRO							
Etapas de Tratamento	Parcelas das Entrada e Saídas	Carga	Vazão	Conc.		Massa específica	Captura de sólidos
		(kg/dia)	(m³/dia)	%	mg/L	(kg/m³)	(%)
TQ. SED.	Água de lavagem de filtro (ALF)	41,22	96,02	0,04%	429,16	1.000,43	100,00%
	Lodo da ALF (LTS)	37,69	8,20	0,50%	5.000,00	1.005,00	91,42%
	Água descartada	3,54	87,81	0,00%	40,30	1.000,04	----
TRRV	Lodo do Decantador da ETA (Lodo DEC)	371,02	36,73	1,000%	10.000,00	1.010,00	----
	Lodo do Tq. Sed. + Lodo do Dec. / Afl. ao Adens.	408,71	44,94	0,91%	9.090,91	1.009,09	---
	Água descartada	0,00	0,00	----	----	----	----
ADENS.	Dosagem de Polímero	0,82	0,82	0,100%	1.000,00	1.001,00	----
	Solução mistura Lodo Misto + Polímero	409,52	45,76	0,89%	8.947,65	1.008,95	----
	Lodo Efl. Adensador / Afl. Decanter Centrífugo	348,10	11,27	3,000%	30.000,00	1.030,00	85,00%
	Água descartada	61,43	34,49	0,178%	1.781,06	1.001,78	----
DEC. CENTRÍFUGO	Dosagem de Polímero	1,39	1,39	0,100%	1.000,00	1.001,00	----
	Solução mistura Lodo Adensado + Polímero	349,49	12,66	2,689%	26.892,86	1.026,89	----
	Torta Efl. ao Decanter Centrífugo	332,01	1,38	20,000%	200.000,00	1.200,00	95,00%
	Água descartada	17,47	11,27	0,155%	1.550,13	1.001,55	----
DREN. PLUV.	Água descartada total	82,44	133,58	0,062%	617,19	1.000,62	----
BALANÇO	Entrada	414,45	134,96				
	Saída	414,45	134,96				
	Saldo	0,00	0,00				



\* No documento N022500-R-100026 é apresentado o balanço mássico e hídrico com detalhes dos valores unitários, tempo de operação e descarte das unidades que compõem a UTR.

Observa-se que na UTR há a adição de sólidos através da dosagem de polímeros auxiliares ao tratamento. Essa adição equivale a 0,53% da massa total de sólidos afluentes à ETA.

A concentração média de sólidos gerados nos lodos produzidos na ETA pode ser calculada utilizando a Equação 4. Para isso, toma-se os valores de vazão, concentração e densidade da ALF e do Lodo DEC, apresentados no Quadro 1, e encontra-se que a concentração desta mistura de lodos é de 3.096 mg/L. Esta é a concentração de sólidos que seria descartada para a drenagem pluvial caso não fosse instalada a UTR.

Na linha “Dren. Pluv.”, apresentada no Quadro 1, verifica-se que a concentração média da água descartada é de 617,58 mg/L. Portanto, a eficiência global da UTR em relação de remoção de sólidos em suspensão totais é de aproximadamente 80% ( $617,58 / 3.096 \approx 80\%$ ).

As unidades da UTR onde há descarte de água clarificada são o Tanque de Sedimentação, o Adensador e o Decanter Centrífugo.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>12 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

## 6.0 ETAPAS E UNIDADES PRINCIPAIS DE PROCESSO DA UTR

O Lodo DEC e a ALF são descartados na canaleta de drenagem existente que circunda a ETA de Perpétuo Socorro. A fim de direcionar esses lodos para a UTR, é feito um seccionamento, através de comportas manuais, na canaleta desviando seu fluxo da rede de drenagem pluvial para a UTR.

No canal de chegada de lodos na UTR há outras comportas manuais que permitem o direcionamento da ALF para os TQ SED e do Lodo DEC para o TRRV. Ressalta-se, que para evitar a mistura desses lodos, seus descartes não poderão ser feitos simultaneamente.

### 6.1 TANQUE DE SEDIMENTAÇÃO

O TQ SED funciona como um tanque de recebimento e sedimentação da ALF. Como a ALF é composta por um grande volume de água é fundamental que se faça a separação entre as fases líquida e sólida visando a otimização das etapas de adensamento e desaguamento.

O funcionamento do TQ SED irá operar por batelada, sendo cada tanque dimensionado para receber no mínimo o volume resultante da lavagem de um filtro (ver Tabela 3). Após o enchimento do tanque, a ALF permanece em repouso por um determinado tempo, resultando em duas frações: o lodo, depositado no fundo do tanque e a água clarificada. Após o tempo de clarificação o lodo sedimentado drenado para o TRRV e a água clarificada drenada para a rede de drenagem pluvial.

Os principais parâmetros de cálculo são o Tempo de Clarificação (TC) requerido e a Taxa de Aplicação Superficial (TAS).



Os valores adotados para este projeto foram:

- TC: 135 min;
- TAS: 12,84 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia.

O tempo de enchimento foi definido baseado no tempo gasto na retrolavagem de 01 filtro e os tempos de esvaziamento de lodo e esvaziamento de água clarificada foram definidos em função da carga hidráulica e atuando sobre uma válvula de descarga DN 150.

O tempo total de cada batelada será de 175 min. A operação de batelada do TQ. SED. se dará conforme o seguinte procedimento descrito a seguir:

- Tempo de enchimento: 10 min;
- Tempo de clarificação: 135 min;
- Tempo de esvaziamento de lodo: 15 min;
- Tempo de esvaziamento de água clarificada: 15 min.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>13 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

Dessa forma, é possível realizar até 8,23 bateladas de 2,92 horas cada ao longo do dia em cada um dos TQ SED totalizando 16 bateladas possíveis. Portanto, entende-se que em eventos em que a carga de sólidos afluentes à ETA aumente consideravelmente levando a mais de 1 lavagem de filtro por dia, é possível realizar até 4 lavagens diárias de cada filtro. Inclusive, é possível que as lavagens dos filtros possam durar até 15 min cada, de forma que cada batelada passaria a ser de 180 min ou 3 horas, possibilitando a realização de 8 bateladas em 1 dia.

A altura útil de cada TQ SED é de 1,20 m, calculada a partir da divisão da TAS pelo TC. Dessa forma, para o volume gerado pela lavagem de 01 filtro (24 m³) necessita-se da área superficial unitária de 19,93 m². Adotou-se essa área como 16,00 m² para as dimensões laterais de 4,00 x 4,00 m, resultando em volume útil de 19,28 m³.

Cada tanque de batelada terá 04 poços de lodo em formato de tronco de pirâmide, com inclinação de 60° nas paredes e altura de 0,70 m, resultando no volume unitário de 5,18 m³ para cada poço de lodo. A escolha da altura do poço de lodo, visa garantir volume mínimo maior ou igual ao volume de ALF (36 m³) caso a lavagem de um filtro tenha duração de 15 min.

Assim, somando-se o volume de clarificação (19,28 m³) e o volume total dos poços de lodo (20,72 m³), cada TQ SED será composto por 02 tanques de 40,0 m³, totalizando 80,0 m³.

Espera-se que seja produzido um total de 8,20 m³/dia de lodo sedimentado no TQ SED (LTS), ou seja, 2,05 m³/batelada.



## 6.2 TANQUE DE RECEPÇÃO E REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO

O TRRV irá receber o LTS e o Lodo DEC distribuídos ao longo do dia. É previsto que ele receba 8,20 m³ de LTS e mais 36,73 de Lodo DEC, totalizando 44,93 m³/dia e opere 24 h/dia.

Uma vez que a frequência de descarte, a concentração e o volume de lodo são diferentes entre o LTS e o Lodo DEC, o TRRV permitirá a regularização da vazão e equalização da concentração de sólidos do lodo afluente ao Adensador (AD).

Os TRRV 01 e 02 são dotados de 02 agitadores submersíveis cada, o que garante uma boa homogeneização e evita a sedimentação e/ou adensamento dos lodos.

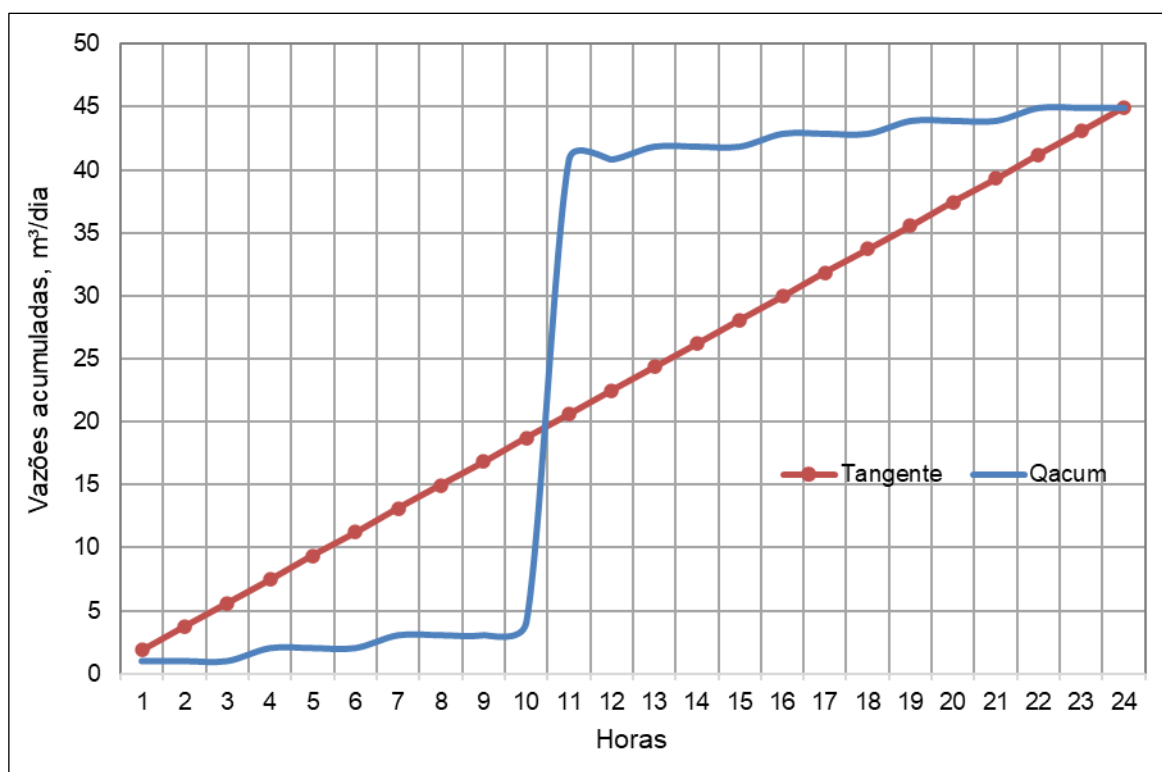
É previsto que o conjunto de bombas centrífugas submersíveis (01 em operação + 01 reserva) opere 24 horas/dia a uma vazão média de 1,87 m³/h (44,93 m³/dia ÷ 24 h/dia = 1,87 m³/h) e recalque o lodo misturado do TRRV para o AD.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>14/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

O TRRV foi dimensionado baseando-se no princípio de balanço de massas, onde o volume útil do TRRV é determinado graficamente utilizando o diagrama das vazões afluentes ao tanque de regularização distribuídas em intervalos iguais ao longo do dia. Portanto, o volume útil do tanque de regularização corresponde a maior diferença entre a vazão acumulada ( $Q_{\text{acum.}}$ ) e a Tangente traçada nesse intervalo.

Para o cálculo do volume útil do TRRV, considerou-se 1 descarga do Lodo DEC por dia e até 04 descargas do LTS, com intervalo de 03 horas entre cada descarga. Cada DD corresponde ao 36,73 m<sup>3</sup> e cada descarga do TQ. SED. a 2,05m<sup>3</sup>.



A Figura 2 apresenta o gráfico das vazões acumuladas das descargas do Lodo DEC e do LTS, distribuídas ao longo do dia, para determinação do volume útil do TRRV.



**Figura 2 – Vazões acumuladas para determinação do volume útil do TRRV**

O dimensionamento resultou em um TRRV de 34,86m<sup>3</sup> de volume útil. Foi adotado uma altura útil de 1,30m, comprimento de 9,0 m e largura de 3,70 m obtendo uma área de 33,30 m<sup>2</sup> e um volume corrigido de 43,29 m<sup>3</sup>.

O fundo do tanque terá formato de tronco de pirâmide suavizado, com inclinação de 14,5° nas paredes e altura de 0,70 m, resultando no volume unitário de 4,38 m<sup>3</sup>. O fundo inclinado desse

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>15/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>

tanque visa facilitar a remoção de lodos que eventualmente se sedimentem e garantir folga em relação ao volume útil necessário em situações que fossem feitas duas lavagens de filtros com a ETA recebendo concentração média de SST de 209 mg/L (ver Tabela 7).

A altura útil total desse tanque será de 2,0 metros ( $1,30 + 0,7 = 2,0$  m).

Assim, somando-se o volume útil de clarificação ( $43,29 \text{ m}^3$ ) e o volume do fundo ( $4,38 \text{ m}^3$ ), cada TRRV será composto por 02 tanques de  $47,67 \text{ m}^3$ , totalizando  $74,6 \text{ m}^3$ .

### 6.3 ADENSADOR



As unidades de adensamento serão operadas em fluxo contínuo, com tempo de operação de 24 horas. O adensamento será por gravidade, onde acontece primeiro a clarificação dos resíduos contidos no lodo e posteriormente o adensamento do sedimento até que seja obtida a concentração de sólidos próxima a 3,0%.

Para se obter essa concentração adotou-se a taxa de  $19,31 \text{ kg SST/m}^2/\text{dia}$ , conforme referenciado por (Peter Kos, 1971), observou-se a garantia de TDH mínimo de 15,9 horas em condições regulares de operação e adotou-se a adição de polímero como auxiliar de adensamento na proporção de 2g Pol. / kg SST.

A unidade de adensamento é a única que não foi adotada com unidade reserva. Os 03 adensadores considerados no dimensionamento irão operar em paralelo simultaneamente. A paralização de 01 dos adensadores para manutenção irá impactar nas taxas de aplicação de sólidos e hidráulica. Esses impactos e o impacto de maior concentração de sólidos afluentes à ETA é discutida no item 8 – Tabela 8.

Os adensadores adotados são do tipo decantadores Dortmund e possuem corpo cilíndrico e fundo cônico com inclinação de  $56,31^\circ$  (inclinação = 150%). As dimensões resultantes de cada unidades são diâmetros, altura e volume da seção cilíndrica e da seção cônica de 3,00 m, 1,40 m e  $9,90 \text{ m}^3$ ; 0,60 m, 1,80 m e  $5,26 \text{ m}^3$ , respectivamente. Dessa forma, totaliza o volume unitário de  $15,16 \text{ m}^3$  e o volume total considerando os 03 adensadores de cerca de  $45,48 \text{ m}^3$ . Verifica-se que as dimensões adotadas acima respeitam a altura mínima de 50 cm, diâmetro de 3m da seção cilíndrica e a inclinação de 1,5:1 V:H para o poço de lodo (cone), preconizados pela ABNT 12209/2011.

É previsto que o conjunto de bombas helicoidais (01 em operação + 01 reserva) opere 6 horas/dia a uma vazão média de  $2,11 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $12,66 \text{ m}^3/\text{dia} \div 6 \text{ h/dia} = 2,11 \text{ m}^3/\text{h}$ ) e recalque o lodo adensado para os DC 01/02. O tempo de operação da bomba poderá variar em função de possíveis variações no volume de lodo afluente ao DC 01 e 02.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal	<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>16/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>

#### 6.4 DECANTER CENTRÍFUGO

A centrifugação é um sistema mecanizado de desaguamento, que consiste em um tambor cilíndrico horizontal, que quando rotacionado, promove a separação acelerada dos sólidos e sua acumulação na parede interna.

Espera-se que o teor de sólidos da torta de lodo produzida pela centrífuga seja maior ou igual a 20% para uma captura de sólidos mínima de 95%.

Foram adotadas 02 centrífugas, sendo uma em operação e outra reserva.

É prevista a aplicação de polímero. A aplicação será em linha na tubulação de transferência do lodo adensado para o DC.

O tipo de equipamento escolhido como referência foi o sistema C-Press fabricado pela empresa Andritz Separation.

A vazões volumétricas e mássicas afluentes ao DC são, respectivamente, de 390,6 kgSST /dia e 14,15 m³/h. Considerando-se operação do DC de 6 h/dia têm-se então 65,10 kgSST/h e 2,36 m³/h afluente de lodo.

Os modelos disponíveis pelo fabricante consultado possuem capacidade de entrada variando de 2,00m³/h a 50,00m³/h de vazão de lodo, e capacidade de saída de 50,0kgSST/h até 890,0kgMS/h de torta de lodo desaguado.



A Figura 3 apresenta os dados técnicos dos equipamentos disponibilizados no catálogo deste fornecedor.

Tamanho	Capacidade de entrada* (m³/h)	Capacidade de saída (kg MS/h)	Potência de acionamento (kW)
40-20	2-10	50-125	1.5
70-35	9-26	125-450	2.2
100-50	18-50	300-890	3

\* Maior vazão para produto específico e baixa concentração

Figura 3 – Capacidades de Decanter centrífugos, modelo C-PRESS fabricante Andritz Separation

Considerando os dados técnicos dos modelos fornecidos pelo fabricante e a geração de lodo descrita acima, serão adotadas 02 unidades do Decanter Centrífugo modelo SWC 40-20 (ver Figura 3), de tal forma, que uma estará em operação enquanto o outro estará na reserva.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>17 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

Observa-se que haverá significativa ociosidade deste equipamento, o que possibilitará suportar bem a picos de turbidez.

A torta de sólidos secos produzidos na CTF se dará por meio de calhas instaladas no equipamento que direcionará a torta para caçamba de 7 m³ de capacidade. Serão instaladas 02 caçambas, garantindo uma autonomia de 9 dias.

## 6.5 UNIDADE DE PREPARAÇÃO AUTOMÁTICA DE POLÍMEROS

São previstas dosagens de polímeros anteriormente a etapa de adensamento (AD – 01 e 02) e à etapa de desaguamento (DC - 01 e 02).

É previsto o consumo de cerca de 70 kg/dia de polímero, visto que se estabeleceu as dosagens de 18,19 mg/L de polímero a 0,1% na etapa de adensamento a partir da relação de 2 g Pol. / kg SST e as dosagens de 123,60 mg/L de polímero a 0,1% na etapa de desaguamento a partir da relação de 4 g Pol. / kg SST.



A dosagem de polímero no adensamento ocorrerá na caixa de distribuição de vazões localizada a montante dos AD-01 e AD-02 e a dosagem na etapa de desaguamento ocorrerá diretamente na tubulação de alimentação dos DC-01 e DC-02.

Como ambos os sistemas irão operar de forma contínua será adotada uma UAPP (Unidade Automática de Preparação de Polímeros). Essa unidade faz automaticamente a preparação da solução de polímero, garantindo que o floculante não seja dosado sem a efetiva abertura de cadeira molecular, evita gastos desnecessários com produtos químicos e mantém o sistema operando com eficiência.

Dessa forma, o operar não precisará efetuar diariamente efetuar diversas receitas de polímero.

Os principais componentes da UAPP são o silo de polímero em pó, a rosca dosadora e as câmaras de dosagem, maturação e reservatório. Estes componentes em sua maioria são fabricados em Aço Inox AISI 304. O quadro de comando com IHM também acompanha a UAPP, pois possui o papel de controlar o sistema de forma automática enquanto o operador fica livre para fazer outras atividades.

O Silo serve para armazenar o polímero em pó. Embora pareça uma finalidade simples, ele é composto de tampa, tornando-o uma câmara hermeticamente vedada, protegendo assim o produto de umidade e impurezas externas. Também possui sensor de nível interno, que avisa o operador quando o nível de pó está baixo. Outro item existente no silo é o batedor, cujo objetivo é fazer com que não ocorram acúmulos desproporcionais de pó ao longo do silo, fazendo com que a rosca dosadora esteja sempre abastecida.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>18 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			



A Rosca Dosadora é abastecida pelo silo de polímero, transportando o pó para a câmara de dosagem. Seus canais, passo e rotação, são dimensionados para transportar quantidades precisas de polímero em pó. É movida por um motorreductor controlado por CLP, acionado apenas nos momentos certos e por um tempo calculado no próprio programa para obter a dosagem desejada. A rosca transportadora é fabricada em Nylon para reduzir o atrito e consequentemente o desgaste das peças, mantém assim a precisão da dosagem. Possui também um eixo em aço inox para o acoplamento no motorreductor. Nos últimos centímetros de sua extensão, a rosca possui também uma resistência que eleva a temperatura para que o polímero seja dosado com baixa umidade, essa resistência possui um controlador para que a temperatura seja sempre a ideal para o processo. Ao sair da rosca e enquanto cai para dentro do tanque, o polímero em pó pode ser observado através de uma caixa de acrílico que serve também como proteção contra umidade externa e outros possíveis reagentes.

O corpo da UAPP é composto por três câmaras. A câmara de dosagem é a primeira câmara do processo, em que é feita a adição de água por meio de uma válvula automática controlada pelo CLP, a automatização do sistema ocorre já no início do processo. Essa entrada de água passa por uma válvula reguladora de vazão e por um filtro Y que previne a entrada de sólidos no sistema. Nesta primeira câmara também ocorre a dosagem do polímero em pó pela rosca de nylon. Quando o polímero entra na primeira câmara ele é atingido por um jato de água, o que elimina possíveis formações de grumos. Esse processo de dosagem leva de dez a vinte minutos e durante todo o tempo há um agitador de hélices inclinadas, fazendo uma agitação forte, acionado por um motorreductor, cuja potência varia de acordo com as dimensões da câmara.

Depois da diluição, a solução de água e polímero passa por transbordo para a segunda câmara, a Câmara de Maturação, onde permanece para a efetiva abertura de cadeia. Esse tanque possui o mesmo sistema de mistura rápida que o tanque anterior, composto por agitador e motorreductor.

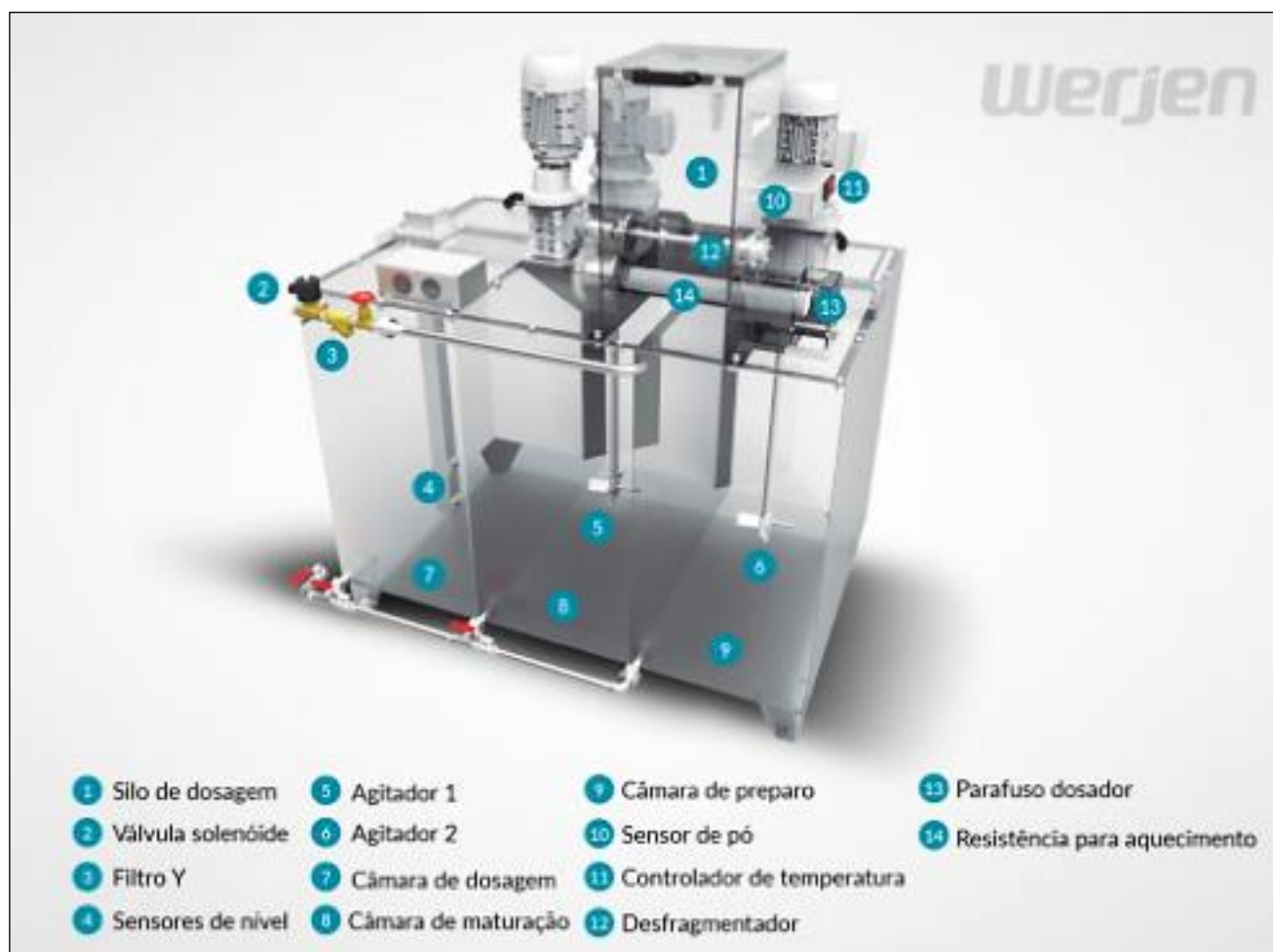
O tempo disponível para a maturação do polímero varia 15 a 20 minutos, estando em conformidade com a ABNT 12.209/2011, a qual define em seu item 7.3.1.2.2, 15 min como o tempo mínimo para que se garanta a abertura da cadeia de polímero de forma que ele fique pronto para a aplicação.

A terceira câmara não possui sistema de agitação, funciona como reservatório de polímero pronto para dosagem no processo do cliente. É alimentada pelo transbordo da segunda câmara e possui uma régua de níveis que envia sinais para o CLP. Quando o sinal de nível baixo é acionado, o programa inicia uma nova batelada, quando o sensor de nível alto é acionado a batelada é encerrada e o programa aguarda um novo ciclo. Na régua de níveis existem mais dois sensores cujas funções são segurança. Eles não permitem que ocorra transbordo no equipamento, dispensando tubulação extravasadora e desligam as bombas

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
Classificação:	Público	SE32784		
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			FR-32784-24-01-R-RT-0001	19/27
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N022500-R-1RT006	01



dosadoras caso o nível baixe demais, não permitindo que as bombas sejam danificadas por trabalho à seco.

Todas as câmaras possuem tampas de inspeção. Essas tampas são equipadas com sensores que desligam as partes rotativas quando abertas, prevenindo acidentes.





**Figura 4 – UAPP fornecida pelo fabricante Werjen**

As Figuras 5 e 6 apresentam a planilha de cálculo onde verifica-se a faixa de vazão que as bombas dosadoras helicoidais deverão trabalhar.

Código do Anexo:	FM-ENG-001		
Código do Documento:	PG-ENG-001		
Nº da revisão:	02		
Elaborador:	Fernando de Abreu		
Aprovador:	Carlos Martini		
Data da aprovação:	11/01/2024		
Periodicidade da revisão:	Bienal		
Classificação:	Público		
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)
			<b>SE32784</b>
			Nº CONTRATADA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>
			PÁGINA
			<b>20/27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA
			<b>N022500-R-1RT006</b>
			REV.
			<b>01</b>



BD-01 A/B - POLÍMERO - APLICAÇÃO NOS AD-01 E 02			
DILUIÇÃO			
Vol. Emb. Comer. / Mass. ou Vol. de Preparo =	1,30 L ou Kg		
	1.300,00 mL ou g		
Qtd. Emb. para Preparo =	1,00 Un.		
Volume Emb. Comer. =	1,30 Litros		
Conc. de Aplic. (Comer.) de Polímero =	100%		
Conc. de Aplicação =	0,10%		
	1,00 g/L		
Conc. de Aplicação Equivalente Comercial =	0,10%		
Densidade real em função da diluição =	1.001,00 kg/m³		
Vol. Útil do Tanque de Diluição =	1.300,00 Litros		
Massa a Adicionar =	1,30 L ou Kg/Preparação		
Vol. de água a ser adicionado =	1.298,70 lltros		
DOSAGEM VOLUMÉTRICA			
Dos. Mássica =	2,00 g Pol/kg SST		
	0,82 Kg Pol / dia		
	0,03 Kg Pol / h		
Dosagem Polímero =	18,19 g/m³		18,19
Dos. Volumétrica =	18,17 L/m³ = mL/L		
Vazão =	1,87 m³/h		
Dos. Vol. Total =	34,02 L/h		
	816,60 L/dia		
	34,06 kg/h		
Tempo de Rendimento do Produto Diluído =	38,21 horas		
Tempo em Operação / Dia =	24,00 horas/dia		
Tempo de Rendimento do Produto Diluído =	1,59 dias		
Dias Trabalhados / Mês =	30,00 dias/mês		
Qtd. de Prep. Nec. do Produto Diluído =	18,84 Preparações/mês		
Compra Mensal Produto Conc. Comercial =	24,498 L/mês		
	24,522 Kg/mês		
VAZÃO BOMBA DOSADORA (L/H)			
Mínima	Média	Máxima	
17,01	34,02	51,04	

**Figura 5 – Dosagem de polímero a montante dos Adensadores**

Código do Anexo:	FM-ENG-001		
Código do Documento:	PG-ENG-001		
Nº da revisão	02		
Elaborador:	Fernando de Abreu		
Aprovador:	Carlos Martini		
Data da aprovação:	11/01/2024		
Periodicidade da revisão:	Bienal		
Classificação:	Público		
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)
			<b>SE32784</b>
			Nº CONTRATADA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>
			<b>21 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA
			<b>N022500-R-1RT006</b>
			REV.
			<b>01</b>

BD-02 A/B - POLÍMERO - APLICAÇÃO NOS DC-01 E 02			
DILUIÇÃO			
Vol. Emb. Comer. / Mass. ou Vol. de Preparo =	2,50 L ou Kg		
	2.500,00 mL ou g		
Qtd. Emb. para Preparo =	1,00 Un.		
Volume Emb. Comer. =	2,50 Litros		
Conc. de Aplic. (Comer.) de Polímero =	100%		
Conc. de Aplicação =	0,10%		
	1,00 g/L		
Conc. de Aplicação Equivalente Comercial =	0,10%		
Densidade real em função da diluição =	1.001,00 kg/m³		
Vol. Útil do Tanque de Diluição =	2.500,00 Litros		
Massa a Adicionar =	2,50 L ou Kg/Preparação		
Vol. de água a ser adicionado =	2.497,50 lltros		
DOSAGEM VOLUMÉTRICA			
Dos. Mássica =	4,00 g Pol / kg SST		
	1,56 Kg Pol / dia		
	0,26 Kg Pol / h		
Dosagem Polímero =	123,60 g/m³		
Dos. Volumétrica =	123,48 L/m³ = mL/L		
Vazão =	2,10 m³/h		
Dos. Vol. Total =	259,11 L/h		
	1.554,64 L/dia		
	259,37 kg/h		
Tempo de Rendimento do Produto Diluído =	9,65 horas		
Tempo em Operação / Dia =	6,00 horas/dia		
Tempo de Rendimento do Produto Diluído =	1,61 dias		
Dias Trabalhados / Mês =	30,00 dias/mês		
Qtd. de Prep. Nec. do Produto Diluído =	18,66 Preparações/mês		
Compra Mensal Produto Conc. Comercial =	46,639 L/mês		
	46,686 Kg/mês		
VAZÃO BOMBA DOSADORA (L/H)			
Mínima	Média	Máxima	
129,55	259,11	388,66	

**Figura 6 – Dosagem de polímero a montante dos Decanter Centrifugos**



Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>22 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

## 7.0 RESUMO DAS DIMENSÕES DE CADA UNIDADE QUE COMPÕEM A UTR

A seguir é apresentado o resumo das dimensões úteis das unidades componentes da UTR.



### 7.1 TANQUE DE SEDIMENTAÇÃO - TQ SED

TQ SED		
Quantidade	2,00	Un.
Comprimento Unitário	4,00	m
Largura Unitária	4,00	m
Área Superficial Unitária	16,00	m²
Área Superficial Total	32,00	m²
Altura Útil	1,20	m
Volume de Sedimentação Unitário	19,20	m³
Volume de Sedimentação Total	38,40	m³
Poços de Lodo		
Quantidade	4,00	Un.
Inclinação	60,00	°
Altura	0,70	m
Largura no fundo	1,20	m
Comprimento no fundo	1,20	m
Volume Unitário poço de lodo	5,18	m³
Volume de poços de lodo por TQ SED	20,72	m³
Volume Total de Poços	41,44	m³
Volume Unitário – TQ SED	≈ 40,00	m³
Volume Total – TQ SED	≈ 80,00	m³

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>23 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

## 7.2 TANQUE DE RECEPÇÃO E REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO - TRRV

TRRV		
Quantidade	2,00	Un.
Comprimento Unitário	9,00	m
Largura Unitária	3,70	m
Área Superficial Unitária	33,30	m²
Área Superficial Total	66,60	m²
Altura Útil	1,30	m
Volume de Sedimentação Unitário	43,29	m³
Volume de Sedimentação Total	86,58	m³
Rebaixamento de fundo		
Quantidade	4,00	Un.
Inclinação	14,50	°
Altura	0,70	m
Largura no fundo	1,00	m
Comprimento no fundo	7,00	m
Volume Unitário do rebaixamento de fundo	4,38	m³
Volume Total do rebaixamento de fundo	8,76	m³
Volume Unitário – TQ SED	47,67	m³
Volume Total – TQ SED	95,34	m³

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>24 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			



### 7.3 ADENSADORES - AD

AD (Seção Cilíndrica)		
Quantidade	3,00	Un.
Diâmetro	3,00	m
Área Superficial Unitária	7,07	m²
Área Superficial Total	21,21	m²
Altura Útil	1,40	m
Volume de Sedimentação Unitário	9,90	m³
Volume de Sedimentação Total	29,70	m³
Poço de Lodo (Seção Cônica)		
Quantidade	3,00	Un.
Inclinação	56,31	°
Altura	1,80	m
Diâmetro de fundo	0,60	m
Volume Unitário	5,26	m³
Volume Total	15,78	m³
Volume Unitário – AD	15,16	m³
Volume Total – AD	45,48	m³

### 7.4 DECANTER CENTRÍFUGOS - DC

DC*		
Quantidade	2,00	Un.
Modelo	C-PRESS D2	---
Fabricante	Andritz Separation	---
Comprimento	2,00	m²
Largura	1,00	m

\*Dados coletados junto ao fornecedor

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>25 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

## 8.0 COMPARAÇÃO COMPORTAMENTO DA UTR PARA SST MÉDIO E SST PERCENTIL 80%

As Tabelas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 apresentam a comparação das variáveis relativas ao dimensionamento e funcionamento das unidades da ETA e da UTR em função da variação da concentração de sólidos afluentes à ETA de Perpétuo Socorro.

**Tabela 4 – Impacto nas variáveis de operação do decantador da ETA, em função da alteração da concentração de sólidos afluentes à ETA**



<b>Decantador da ETA (DEC-01)</b>	<b>Unidade</b>	<b>SST Médio 138,29 mg/L</b>	<b>SST Perc. 80% 209,00 mg/L</b>
Captura de sólidos no (adotada)	%	90	90
Concentração de sólidos lodo (adotada)	%	1,0	1,16
Densidade de lodo (estimada)	kg/m³	1.010	1.011,60
Frequência de descarte de lodo	vezes / dia	1	1
Tempo de descarte no decantador*	min	≈ 2,5	≈ 3,0
Massa de lodo gerado no decantador	kg	371,02	535,97
Volume de lodo gerado no decantador (estim.)	m³	36,73	45,67

\* Definido com base nas equações de orifícios operando sob carga hidráulica, sendo os orifícios as válvulas de descarga e carga hidráulica a altura útil do decantador. O tempo apresentado, considerada a abertura simultânea de todas as 04 válvulas de descarga do decantador da ETA de Perpétuo Socorro.

**Tabela 5 – Impacto nas variáveis de operação dos filtros da ETA, em função da alteração da concentração de sólidos afluentes à ETA**

<b>Filtros ETA (FR-01, FR-02, FR-03 e FR-04)</b>	<b>Unidade</b>	<b>SST Médio 138,29 mg/L</b>	<b>SST Perc. 80% 209,00 mg/L</b>
Captura de sólidos nos filtros (adotada)	%	10	10
Concentração da água de lavagem dos filtros*	%	0,043	0,041
Densidade da água de lavagem dos filtros (estimada)	kg/m³	1.000,43	1.000,41
Frequência de descarte de lodo	vezes / dia	1	1
Tempo de lavagem (descarte)	min	10	15
Massa de lodo gerado na lavagem dos filtros	kg	41,22	59,56
Volume de lodo por lavagem de cada filtro (estimada)	m³	18,0	36,0
Taxa de retrolavagem no filtro*	m³/m²/dia	1.219	1.219

\* Estimada em função da carga de sólidos retida no filtro em função do percentual arbitrário e o volume de água gasto em uma retrolavagem. \*\* Calculada em função da vazão afluente a ETA em relação à área superficial de 01 filtro.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b> <b>BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO</b> <b>PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784</b> <b>RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA</b> <b>ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>26 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>			

**Tabela 6 – Impacto nas variáveis de dimensionamento do TQ SED da UTR, em função da alteração da concentração de sólidos afluentes à ETA**

Tanque de Sedimentação (TQ SED-01 e TQ SED-02)	Unidade	SST Médio 138,29 mg/L	SST Perc. 80% 209,00 mg/L
Concentração de sól. no TQ SED (adotada)	%	0,5	0,5
Captura de sólidos no TQ SED (adotada)	%	≈ 91,4	≈ 91,7
Volume unitário mínimo do TQ SED a ser adotado	m³	18	36
Número de bateladas possíveis*	Un.	8	8*
Volume de lodo gerado por batelada no TQ SED	m³	2,05	2,96

\* Tempo equivalente de descarte de lodo reduzido de 20 para 15 min em função da maior altura de lodo acumul. no TQ SED.

**Tabela 7 – Impacto nas variáveis de dimensionamento do TRRV, em função da alteração da concentração de sólidos afluentes à ETA**



Tanque de Recepção e Regularização de Vazão (TRRV-01 e TRRV-02)	Unidade	SST Médio 138,29 mg/L	SST Perc. 80% 209,00 mg/L
Volume unitário mínimo a ser adotado no TRRV	m³	34,86	43,28
Vazão média mínima da elevatória de lodo do TRRV*	m³/h	1,87	2,40
Vazão média máxima da elevatória de lodo do TRRV**	m³/h	2,21	2,89

\* Considera 01 lavagem de cada filtro por dia. \*\* Considera 02 lavagens de cada filtro por dia.

**Tabela 8 – Impacto nas variáveis de dimensionamento do Adensador da UTR, em função da alteração da concentração de sólidos afluentes à ETA**

Adensadores (AD-01 e AD-02)	Unidade	SST Médio 138,29 mg/L	SST Perc. 80% 209,00 mg/L
<b>Operação da UTR com 03 Adensadores em paralelo</b>			
Taxa de aplicação de sólidos	kg/m²/dia	19,31	27,91
Taxa de aplicação hidráulica	m³/m²/dia	2,16	2,77
Concentração de sól. no lodo adensado (estimada)	%	≈ 3,0	≈ 2,5
TDH	h	23,85	17,34
<b>Operação da UTR com apenas 02 Adensadores em paralelo</b>			
Taxa de aplicação de sólidos	kg/m²/dia	28,97	41,86*
Taxa de aplicação hidráulica	m³/m²/dia	3,24	4,15
Concentração de sól. no lodo adensado (estimada)	%	≈ 2,3	≈ 1,9
TDH	h	15,90	11,56

\* Valor excede a faixa de referencial de 10 a 40 kg/m²/dia. Entende-se ser uma situação eventual aceitável, visto sua pequena probabilidade de ocorrência. Nessa situação haveria disponível para operar somente 01 Adensador e a concentração de sólidos deveria ser a mais alta dentro das análises consideradas. Além disso, há folga de 18 horas/dia disponíveis na operação dos Decanter Centrífugos e eles também possuem unidade reserva. De tal forma, que seria possível aumentar o tempo de operação das centrífugas para processar um lodo menos concentrado, consequentemente mais volumoso, ou mesmo operar as 02 centrífugas simultaneamente.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal	<b>SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32 – MELHORIA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA BELO ORIENTE - PERPÉTUO SOCORRO PROJETO CONCEITUAL - UTR 40 L/S PARA ETA DE PERPÉTUO SOCORRO – SE32784 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDOS E DIMENSIONAMENTOS DA UTR</b>	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
Classificação:	Público		<b>SE32784</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>FR-32784-24-01-R-RT-0001</b>	<b>27 / 27</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N022500-R-1RT006</b>	<b>01</b>

**Tabela 9 – Impacto nas variáveis de dimensionamento da Centrífuga da UTR, em função da alteração da concentração de sólidos afluentes à ETA**

Decanters Centrífugos (DC-01 e DC-02)	Unidade	SST Médio 138,29 mg/L	SST Perc. 80% 209,00 mg/L
<b>Operação da UTR com 03 Adensadores em paralelo</b>			
Volume de lodo de alimentação	m³/dia	12,66	18,29
Massa de lodo de alimentação	kg/dia	349,49	505,03
Tempo de operação	h/dia	6,00	8,67
Vazão volumétrica de alimentação	m³/h	2,11	2,11
Vazão mássica de alimentação	kg/h	45,57	58,25
Concentração de sólidos na torta de lodo (estimada)	%	≈ 20	≈ 20
Autonomia total das caçambas de lodo (14 m³)	dia	≈ 10	≈ 7
<b>Operação da UTR com apenas 02 Adensadores em paralelo</b>			
Volume de lodo de alimentação	m³/dia	16,19	27,99
Massa de lodo de alimentação	kg/dia	349,49	505,03
Tempo de operação	h/dia	7,67	13,27
Vazão volumétrica de alimentação	m³/h	2,11	2,11
Vazão mássica de alimentação	kg/h	45,57	38,06
Concentração de sólidos na torta de lodo (estimada)	%	≈ 19	≈ 18
Autonomia total das caçambas de lodo (14 m³)	dia	≈ 9	≈ 6

**Tabela 10 – Impacto nas variáveis de dimensionamento das bombas dosadoras de polímero a montante dos AD 01/02/03, em função da alteração da concentração de sólidos afluentes à ETA**

Bomba dosadoras de polímero (BD-01 A/B)	Unidade	SST Médio 138,29 mg/L	SST Perc. 80% 209,00 mg/L
Tempo de dosagem	h	24,0	24,0
Vazão mínima	L/h	17	25
Vazão máxima da elevatória de lodo do TRRV**	L/h	70	75

**Tabela 11 – Impacto nas variáveis de dimensionamento das bombas dosadoras de polímero a montante dos DC 01/02, em função da alteração da concentração de sólidos afluentes à ETA**

Bomba dosadoras de polímero (BD-02 A/B)	Unidade	SST Médio 138,29 mg/L	SST Perc. 80% 209,00 mg/L
Tempo de dosagem	h	6,0	13,27
Vazão mínima	L/h	116	76
Vazão máxima da elevatória de lodo do TRRV**	L/h	350	228