



CONTRATO 040/2021

MUNICÍPIO DE VILA VELHA

CONTRATO TURNKEY PARA SISTEMA
DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM
ARAÇÁS (LOTE II)

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ESGOTO ARAÇÁS**

VOLUME I-Projeto Hidráulico Básico

TOMO A – Memorial Descritivo

E-050-002-94-5-MD-0001



Maio / 2022

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	2 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	5
2.	INFORMAÇÕES SOBRE O LOCAL DAS OBRAS	6
2.1.	Características Gerais	6
2.2.	Área de Implantação da ETE Araçás	9
3.	ESCOPO DAS OBRAS	12
3.1.	Solução Proposta	12
3.1.1.	Partes constitutivas da ETE	12
3.2.	Premissas para Dimensionamento	15
3.3.	Descrição das Unidades Principais da ETE Proposta	19
3.3.1.	Unidades a Montante do Pré-tratamento	19
3.3.2.	Pré-Tratamento	20
3.3.3.	Reator Biológico Anaeróbio – UASB	22
3.3.4.	Reator Biológico Aeróbio – RFA/MBBR	25
3.3.5.	Sistema de Tratamento de Lodo	33
3.4.	Melhorias da ETE Existente	34
4.	DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO BIOLÓGICO	35
4.1.	Caracterização do Afluente a ETE Araçás	37
4.2.	Descrição das Unidades Integrantes da ETE	37
4.2.1.	Chegada do Esgoto Bruto na ETE	38
4.2.2.	Peneiramento Fino	39
4.2.3.	Desarenador	42
4.2.4.	Tratamento Biológico Primeiro Estágio: Reatores Anaeróbios UASB	44
4.2.5.	Tratamento Biológico Secundário: Reatores Aeróbios RFA/MBBR	46
4.2.6.	Considerações sobre o Processo Reatores Aeróbios RFA/MBBR	48
4.3.	Produção de Lodo em Excesso	50
4.4.	Características Principais do Reator Aeróbio RFA/MBBR	54
4.5.	Qualidade do Efluente Tratado Final	55
5.	DESCRIÇÃO DAS UNIDADES PERIFÉRICAS	56
5.1.	Casa dos Sopradores e Subestação de Energia	56
5.2.	Geração de Ar Soprado	57
5.3.	Desinfecção do Efluente Final	59
5.4.	Reservatório Pulmão para Amortecimento de Vazões	61
5.4.1.	Estação Elevatória de Realimentação do Efluente Final	63
5.5.	Emissário de Efluente Final	63
5.5.1.	Análise do difusor existente – Lançamento no Rio Jucu	64
5.6.	Elevatória de Água de Retornos / Lodo / Escuma	65

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	3 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

5.6.1.	Estação Elevatória de descarte de lodo do UASB	66
5.6.2.	Estação Elevatória de Água de Retornos	66
5.6.3.	Estação Elevatória de Escuma	66
5.7.	Tratamento de Lodo (Fase Sólida)	67
5.7.1.	Unidades do Tratamento de lodo	67
5.7.2.	Quantidade de Lodo Produzido	68
5.7.3.	Tanque de Estocagem de Lodo	68
5.7.4.	Concepção da Linha de Tratamento de Lodo	69
5.7.5.	Desidratação de Lodo em Etapa Única – Vazões de dimensionamento	69
5.7.6.	Estação Elevatória de Alimentação da Desidratação	69
5.7.7.	Desidratação de Lodo em Etapa Única – Sistema de dosagem de polímero	70
5.7.8.	Desidratação de Lodo em etapa única – Balanço de Massa	70
5.7.9.	Edifício para a desidratação de lodo	72
5.8.	Edifício de Operação e Laboratório	72
5.9.	Sistema de Água de Reuso	73
5.10.	Sistema Auxiliares	74
5.10.1.	Rede de Drenagem de Refugos Líquidos	74
5.10.2.	Rede de água Potável	75
5.10.3.	Rede de Águas Pluviais	75

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	4 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

Lista de Figuras

Figura 1: Planta de Limite do Terreno - Implantação da ETE Araçás	7
Figura 2: Planta de Localização da ETE Araçás e traçado do Emissário Final	8
Figura 3 - Área de Cobertura da ETE Araçás	9
Figura 4: Localização da área da ETE	11
Figura 5: Peneira Fina, tipo step scren	21
Figura 6: Caixa de Areia Aerada com Lamelas	22
Figura 7: Esquema de Operação Cíclica do SBR (Sequencing Batch Reactor)	26
Figura 8: Principais dimensões do tanque de lodo	68
Figura 9: Balanço de massa – Desaguamento de Lodo	71
Figura 10: Balanço de massa – Sistema Anaeróbio	Erro! Indicador não definido.
Figura 11: Balanço de massa – Sistema Anaeróbio + Aeróbio	Erro! Indicador não definido.

Lista de Fotos

Foto 1 - ETE Araçás Vila Velha / ES - 250.000 hab.	29
Foto 2 - ETE – Votorantim/SP – 100.000 hab. (178,8 l/s)	29
Foto 3 - ETE – Melchior/DF (1500 l/s)	30
Foto 4 - ETE – Campo Limpo - Várzea Paulista/SP (Sabesp) –300.000 hab. (555 l/s)	30
Foto 5 - ETE – Coop. Laticínios Selita (ES) - Sistema RFA/MBBR (IFAS)	31

Lista de Quadros

Quadro 1 - Dados de monitoramento do afluente da ETE Araçás	17
Quadro 2 - Parâmetros da Qualidade do Efluente Tratado	18
Quadro 3 - Parâmetros de esgoto para dimensionamento	18
Quadro 4 - Melhorias planejadas para a ETE Araçás	34
Quadro 5 - Qualidade do Efluente Tratado	55

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	5 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório faz parte da documentação relativa ao Contrato 040/2021, firmado entre a Companhia Espírito Santense de Saneamento CESAN e o Consórcio FPC – Grande Vitória, que tem como objetivo a Prestação de Serviços de Obras e Serviços de Operação: Projeto, Construção e Operação de Contrato *turnkey* para sistema de esgotamento sanitário no município de Vila Velha, em Araçás (Lote II).

A NOTIFICAÇÃO DE INÍCIO DO CONTRATO Nº 0040/2021 foi através do Ofício n.º E-UGP 014/007/2021, emitida pela CESAN em 26 de outubro de 2021.

Nesta fase dos trabalhos apresentamos o **Projeto Hidráulico Básico da ETE Araçás**, composto por memorial descritivo das unidades principais e desenhos do projeto.

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	6 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

2. INFORMAÇÕES SOBRE O LOCAL DAS OBRAS

2.1. Características Gerais

A obra em referência contempla a execução de serviços para a implantação da Estação de Tratamento de Esgotos Araçás no bairro Guaranhuns, localizado na Região Administrativa II – Grande Ibes do município de Vila Velha.

Segundo o IBGE o município no qual se localiza o bairro Guaranhuns, Vila Velha, tem uma população estimada em 2021 de 508.655 habitantes e faz parte da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), composta por 6 municípios: Vitória, Vila Velha, Cariacica, Serra, Viana, Guarapari e Fundão.

Cabe destacar que, a ETE Araçás existente dispõe da capacidade de atendimento de aproximadamente 260 mil habitantes, entretanto, estima-se que a bacia do SES Araçás atualmente possua a população de 390 mil pessoas. Dessa forma, a ampliação dessa estação atenderá ao final de projeto para o ano de 2051, uma população de 588 mil habitantes.

A Região de Grande Ibes é composta por 22 (vinte e dois) bairros, a saber: Ibes, Araçás, Brisamar, Cocal, Darly Santos, Guaranhuns, Ilha dos Bentos, Jardim Asteca, Jardim Colorado, Jardim Guadalajara, Jardim Guaranhuns, Nossa Senhora da Penha, Nova Itaparica, Novo México, Pontal das Garças, Santa Inês, Santa Mônica Popular, Santa Mônica, Santos Dumont, Vila Guaranhuns e Vila Nova.

A maioria das ruas do bairro possuem traçado adequado e são pavimentadas, as principais vias de acesso são responsáveis por concentrar todo o comércio, onde a população costuma adquirir os bens de consumo básicos. A concentração de serviços ocorre na área central da do município, sediando grandes mercados, lojas de móveis, materiais de construção e posto de gasolina.

Muitas são as obras em andamento na Região de Grande Ibes, principalmente aquelas voltadas à infraestrutura e aos equipamentos públicos. As obras de drenagem, pavimentação, esgotamento sanitário e urbanização são as que mais ocorrem e transformam todos os bairros do aglomerado.

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	7 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0



Figura 1: Planta de Limite do Terreno - Implantação da ETE Araças
 Fonte: Google Maps e Cesan

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	8 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0



Figura 2: Planta de Localização da ETE Araças e traçado do Emissário Final
Fonte: Foco Ambiente

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	9 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0



Figura 3 - Área de Cobertura da ETE Araçás
Fonte: Cesan

2.2. Área de Implantação da ETE Araçás

O bairro Guaranhuns encontra-se localizado na região urbana do Município de Vila Velha, a aproximadamente 8 km do centro comercial e a cerca de 14 km da capital do Estado do Espírito Santo.

O bairro de Guaranhuns se beneficiará e receberá as obras de implantação de uma estação de tratamento de esgoto sanitário. A área definida para execução das obras da nova ETE encontra-se localizada na Rua Moacir Fraga, em uma mesma área onde já se encontram implantadas as instalações de uma estação de tratamento de propriedade da CESAN.

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	10 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

O bairro de Guaranhuns caracteriza-se por apresentar uma ocupação ordenada, constituída principalmente pelo uso residencial, mesmo considerando-se as significativas atividades comerciais que se desenvolvem ao longo das principais vias da região.

Próximo ao local da obra pode-se notar a existência de comércio e equipamentos urbanos na Avenida Sérgio Cardoso a qual se encontra pavimentada com massa asfáltica e possui rede elétrica com iluminação pública, apresentando em toda a sua extensão sinalização vertical / horizontal, bem como calçadas em condições adequadas ao tráfego de pedestres.

Em relação ao entorno da área de implantação da ETE, este é caracterizado por um processo de urbanização, onde verifica-se um percentual grande de lotes ocupados, principalmente por residências unifamiliares.

O terreno conta com algumas edificações espalhadas pela área de implantação do projeto e acessos internos os quais são pavimentados e encontram-se em boas condições.

Este terreno onde serão executadas as obras da Estação de Tratamento de Esgoto encontra-se numa região de topografia ondulada, estabelecida em sua maior parte sobre a cota de terreno natural, na EL. 2,00, podendo variar até a EL. 3,20. É caracterizado ainda por contar com uma ampla área revestida de vegetação rasteira e com a presença de muitas espécies arbóreas.

Segundo informações de moradores a cota de inundação da região é aproximadamente no nível 2,00 metros. A área da ETE Araçás, elevação 3,00 metros, não está sujeita a alagamentos.

Na área da ETE Araçás a ser construída, pertencente a Cesan, ocorre extração irregular de areia. Hoje existem algumas cavas com profundidade em torno de 1,50 a 2,00 metros que serão aterradas e regularizadas para implantação das obras.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 11 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0



Figura 4: Localização da área da ETE

Fonte: Proposta Técnica

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	12 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

3. ESCOPO DAS OBRAS

3.1. Solução Proposta

Face às condições estabelecidas no Edital optamos por estudar alternativas de tratamento que venham atender a esses requisitos, ou seja, “*atendimento pleno as legislações ambientais e máxima redução na produção de lodo, menor consumo de energia e na emissão de odores*”. Obviamente procuramos sempre buscar soluções que otimizem tanto o “Capex” como “Opex”.

No presente projeto as duas ETEs, Existente e Ampliação, são integradas nas unidades de pré-tratamento, geração de ar soprado, desidratação de lodo e desinfecção do efluente final.

Para a ETE Ampliação, nas unidades biológicas, optou-se por uma ETE com tecnologia duplo estágio com utilização de Reatores Anaeróbios UASB seguido de Reatores Aeróbios com tecnologia avançada: reator aeróbio de fluxo alternado RFA/MBBR, utilizado com IFAS (*Integrated Fixed-Film Activated Sludge*) permitindo a nitrificação e desnitrificação especificada para o efluente a ser descartado.

Salienta-se que tecnicamente o projeto suporta secagem térmica de lodo com a utilização da energia gerada pelo Biogás dos UASB’s. Entretanto, no escopo desta etapa, não estão inclusos os fornecimentos dos equipamentos do sistema de secagem térmica, que poderão ser instalados em etapa futura pela CESAN.

3.1.1. Partes constitutivas da ETE

- Caixa de chegada de esgoto bruto e medição de vazão em calha Parshall;
- Canal de distribuição de vazão para o pré-tratamento;
- Peneiramento fino mecanizado tipo Step Screen;
- Desarenador mecanizado tipo caixa de areia aerada com lamelas;
- Caixa divisora de vazão CDV para ETE Existente e ETE Nova;
- Reator anaeróbio UASB;
- Reator aeróbio RFA/MBBR;
- Linhas de *By-pass* entre as unidades, equipada com válvulas para inversão de fluxo;
- Desinfecção do efluente final por ultravioleta e Medição Final de vazão;
- Reservatório Pulmão para Amortecimento de Vazões;
- Tanque de recebimento do excesso de lodo anaeróbio e aeróbio;

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 13 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Desaguamento Mecanizado de lodo;
- Sistema automático de preparo, dosagem e diluição de polímeros;
- Sistema de água de reuso;
- Sistema de água potável.

Dessa forma a solução proposta é constituída das seguintes unidades:

- **Caixa de chegada, e medição de vazão:** A montante do pré-tratamento da ETE Ampliação foi previsto uma caixa de chegada e canal para medição de vazão em calha Parshall. Esta unidade terá capacidade para vazão máxima de 1.620 L/s. *A medição do esgoto bruto em calha Parshall será integrada ao medidor de vazão ultrassônico com transmissão e registro automático de dados.*
- **Peneiramento Fino**, utilizando dois canais em concreto armado, equipados com Peneiras Finas com abertura 5 mm, do tipo Step Screen, inclinada de barras paralelas autolimpante. *Cada peneira terá capacidade para vazão de 810 l/s. Em caso de parada de uma peneira para manutenção a unidade remanescente tem capacidade para absorver a vazão total da ETE;*
- **Desarenador Mecanizado**, utilizando dois canais em concreto armado, equipados com sistema de aeração, lamelas, parafuso transportador de areia e sistema de remoção de espuma (óleos e graxas). *Cada desarenador terá capacidade para vazão de 810 l/s. Em caso de parada de um desarenador para manutenção a unidade remanescente tem capacidade para absorver a vazão total da ETE;*
- **CDV** – caixa divisora de vazão para distribuição equitativa das vazões para os módulos subsequentes. Dotada de uma entrada e 4 saídas, a saber:
 - Alimentação da ETE existente Aeróbio “Unitank”;
 - Alimentação da ETE Ampliação, 2 linhas para anaeróbio UASB;
 - By-pass do UASB, dimensionado para 30% da vazão do RFA/MBBR;
- **UASB** – reator anaeróbio de fluxo ascendente e manto de lodo, do tipo fechado e com sistema de “stripping” para eliminação de odores. As caixas subsequentes aos UASB’s serão vedadas e os gases serão coletados e encaminhados para filtros biológicos já

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 14 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

utilizados pela Cesan;

- **RFA / MBBR** – reator aeróbio de fluxo alternado MBBR/IFAS, com decantação acelerada com utilização de módulos tubulares. Sistema Biológico compacto com remoção de Nitrogênio, dentro das especificações do edital.
- **Desinfecção com utilização de ultravioleta U.V. e medição de vazão do efluente tratado.** Esta unidade, a ser instalada na saída da ETE Ampliação terá capacidade para vazão máxima de 1.620 L/s. *A medição do esgoto tratado será do tipo eletromagnético do tipo inserção instalado na tubulação de saída e com transmissão e registro automático de dados.*
- **Reservatório Pulmão para Amortecimento de Vazões** – Para amortecimento das vazões de pico horário foi previsto um reservatório para armazenamento da parcela de vazão que o sistema adutor, emissário Araças, não tem capacidade de veicular. Após o horário de pico o reservatório pulmão libera o volume armazenado para o emissário Araças em horário fora de picos de vazão;
- **Sistemas de Água de Reuso.** Capacidade do sistema para 20 m³/h.
- **Sistemas de Lodo** com: Tanque de Estocagem de Lodo e desaguamento mecânico. São integrantes desse Sistema de Lodo os Sub-Sistemas de Dosagem de Polieletrólito para o desaguamento, bem como os bombeamentos de lodo, de lavagem e retorno dos filtrados.
- **Sistemas de Tratamento de Odores** com captação dos gases das unidades geradoras (caixa de entrada, CDV e câmara de “stripping” do UASB. Os gases serão tratados em biofiltro da ETE existente, ou em novo biofiltro.

Cada uma das principais unidades está à frente descrita detalhadamente, ou seja:

- Unidades a montante do pré-tratamento
- Pré Tratamento
- UASB
- RFA / MBBR (IFAS)

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 15 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Desinfecção
- Reservatório Pulmão
- Sistema de Desidratação de Lodo.

3.2. Premissas para Dimensionamento

- Foi dimensionada uma ETE nova, denominada ETE ampliação, que tratará parte dos 900 l/s que adentrará a ETE. As duas ETE's em paralelo terão capacidade para o tratamento total da vazão recalçada à estação, permitindo a flexibilidade operacional necessária para manutenção de uma ou outra linha de tratamento, sem a necessidade de desvio do esgoto sem tratamento.
- A ETE existente foi dimensionada para tratar 400 l/s com DBO de entrada em torno de 296 mg/l. Como as características do esgoto foram alteradas no edital, com aumento de 50% de carga orgânica (DBO de 450 mg/l em vez de 296 mg/l), presume-se que a ETE existente não terá mais a capacidade para atender, com os níveis de eficiências almejados, o tratamento da vazão anteriormente dimensionada. Desta forma a vazão para a ETE existente será reduzida para 300 l/s.
- A ETE ampliação, será dimensionada para tratar vazão média de 600 l/s, para atender os índices de lançamento tanto com relação a DBO, como aos índices de sólidos em suspensão e nitrogênio amoniacal.
- Com base na necessidade de obter baixos índices de consumo energético e produção de lodo, optou-se pela rota tecnológica descrita anteriormente, composta por tratamento preliminar, tratamento biológico duplo estágio, sendo o primeiro estágio os reatores anaeróbios tipo UASB e o segundo estágio os reatores aeróbios RFA (Reatores de Fluxo Alternado) consorciado à tecnologia MBBR (*Moving Bed Biofilm Reactor* – Reator Aeróbio de Leito Móvel). O primeiro estágio tem o objetivo de reduzir a carga orgânica sem consumo energético significativo e com baixa produção de lodo em excesso. O biogás produzido será queimado em “Flare”. O reator aeróbico, concebido dentro da tecnologia da ETE existente (RFA – *Control in-place*), aqui denominado UNITANK, diferenciado apenas pelo fato de optar-se pelo RFA – *Control in time*,

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 16 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

associado ao MBBR. Este novo conceito tecnológico, além de garantir a qualidade do efluente a ser lançado, afere ao processo significativa flexibilidade operacional, para ajustes de Nitrificação e Desnitrificação, em função de possíveis variações das características de entrada do esgoto. O MBBR consorciado a este processo adiciona a robustez em absorção de choques de carga orgânica e hidráulico, estabilidade de processo quanto a qualidade do lodo e baixa produção de lodo em excesso, além de propiciar significativa redução da área ocupada.

- O primeiro estágio, reatores anaeróbios tipo UASB, foi dimensionado para tratar 90% da carga hidráulica e orgânica do esgoto a ser tratado, de forma a atender a necessidade de processo do segundo estágio do tratamento.
- O sistema de lodos ativados RFA/MBBR será dimensionado para tratar os 90% da vazão de saída do sistema anaeróbio e para absorver 10% de carga via *bypass*, uma vez que para o processo de desnitrificação, os microrganismos necessitam de carga orgânica facilmente biodegradável, o que pode faltar à saída do reator anaeróbio.
- O dimensionamento dos reatores anaeróbios resulta em eficiências da ordem de 75% de remoção de DBO, porém para o dimensionamento do sistema aeróbio, segundo estágio, foi considerado apenas a eficiência de 65% de remoção de DBO no estágio anterior. Isso garante o dimensionamento mais seguro deste estágio, considerado o polimento, ou filtro de processo.
- O MBBR será dimensionado inicialmente com o volume de biomódia de 55% do tanque, podendo chegar a 70% caso se verifique a necessidade de maior nitrificação no futuro. Esta concepção permite que a ETE receba um “*upgrade*” simples, sem necessidade de novas obras civis.
- Com relação ao Nitrogênio não há informações claras sobre as concentrações de entrada, porém as planilhas de controle da ETE Araçás indicam valores médios na ordem de 63 mg/l, valor que será considerado no dimensionamento.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 17 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Com relação ao tratamento dos lodos em excesso, previu-se a união dos lodos em excesso da ETE existente mais o lodo em excesso da ETE ampliação (linha com 600 l/s).
- A relação $SSV/SST = 0,8$ é resultante da conversão do Lodos Ativados em IFAS. Na tecnologia MBBR/IFAS, o lodo sofre influência de lodo jovem que desprende das biomídias, sendo assim esta relação pode variar entre 0,7 à 0,8, foi considerado o pior caso para a questão do dimensionamento da desidratação. Quanto ao SST no reator misto (IFAS) o mesmo poderá ser ajustado entre 2500 mg/l à 3500 mg/l, dependendo de ajustes de processo.
- Foi adotada a taxa de decantação (acelerada) na fase aeróbia do processo no valor de $1,8 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hora}$. A tecnologia RFA utiliza decantação modular acelerada, mesmo conceito utilizado na ETE existente (Unitank). Esta tecnologia permite taxas máximas da ordem de 3,0 a $3,5 \text{ m}^3/\text{h}.\text{m}^2$, e médias em torno de $2,0 \text{ m}^3/\text{h}.\text{m}^2$. São taxas bastante seguras as que foram empegadas no projeto em questão. Hoje em dia existem projetistas utilizando taxas médias de $3,0 \text{ m}^3/\text{h}.\text{m}^2$, até mais altas para decantadores com módulos lamelares, porém neste caso, o processo baseia-se na experiência da tecnologia UNITANK, com mais de 300 aplicações ao redor do mundo. Tem-se essa tecnologia pelo menos 10 reatores do tipo RFA aqui no Brasil, sendo 4 delas no ES e uma delas é a própria ETE existente em Araçás.

Em resumo a ETE foi dimensionada conforme as premissas e parâmetros apresentados nos Quadros 1, 2 e 3.

Quadro 1 - Dados de monitoramento do afluente da ETE Araçás

Período	Valores	Vazão afluente (L/s)	Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Nitrogênio Amoniacoal (mg/L)	Nitrato (mg/L)	SST (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	O&G (mg/L)	E.Coli (NMP/100mL)
2014 a 2016	Máximo	407,77	30,40	7,12	-	108,00	57,82	1,21	299,00	1193,58	569,54	64,33	1,21E+08
	Média	370,90	27,99	6,98	-	63,78	35,67	0,58	164,06	524,90	271,26	34,98	1,14E+07
	Mínimo	324,42	26,50	6,75	-	30,82	11,90	0,21	77,00	211,73	125,22	8,05	7,27E+05

Fonte: Edital Nº RFP-003-2017-CESAN-2.B5 (Tabela 2, item 6.1.2, p. 184)

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 18 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Quadro 2 - Parâmetros da Qualidade do Efluente Tratado

PARÂMETROS	VALORES
Concentração de DBO ₅ 20°C no efluente	≤30 mg/l
Concentração de DQO, mg/l	≤100 para DQO média do afluente de 674 mg/l
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	≤70
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	≤1,0
Materiais Sedimentáveis para lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula.	Virtualmente ausente
Nitrogênio Total (mg/l)	≤35
Nitrogênio Amoniacal Total (mg/l)	≤20
Óleos e graxas minerais (mg/l)	≤20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	≤50
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40
pH	5,00 – 9,00
Materiais flutuantes	Ausentes
E. Coli	Máx. 600 NMP/100ml

Fonte: Edital Nº RFP-003-2017-CESAN-2.B5 (Tabela 6, item 7.1.1, p. 186 e 187)

Quadro 3 - Parâmetros de esgoto para dimensionamento

	UN.	Primário	ETE existente	ETE Ampliação			Tratado	
		BRUTO	Unitank	UASB	RFA		FINAL	
				90%	Total	By-pass	via UASB	
Qm	l/s	900	300	540	600	60	540	900
Q máx	l/s	1080	360	648	720	72	648	1080
Qp	l/s	1620	540	972	1080	108	972	1620
DBO	mg/l	450	450	450	186,75	450	157,5	30
CO DBO	kgDBO/d	34.992	11.664	20.995	9.681	2.333	7.348	
DQO	mg/l	900	900	900	422,1	900	369	90
CO DQO	kgDQO/d	69.984	23.328	41.990	21.882	4.666	17.216	
NT*	mg/l	63	63	63	57,6	63	57	35
NH4*	mg/l	50	50	50	44,6	50	44	20
SST*	mg/l	450	450	450	120	450	83	40

(*) Valores adotados

É importante observar que ocorrerá um desvio de 10% do esgoto bruto do Pré-Tratamento (CDV-1) para o Tanque Anóxico da fase secundária do processo. Faz-se necessário para que ocorra a desnitrificação e a formação de sólidos no reator aeróbio.

O referido desvio de 10% do esgoto para o Tanque Anóxico será permanente, sendo o UASB dimensionado para a vazão restante (90%).

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 19 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

A concepção da ETE prevê a remoção parcial de nitrogênio e desta forma o UASB foi dimensionado para receber 90% do esgoto bruto. O *by-pass* para o RFA/IFAS foi dimensionado para vazões de até 30% do total, para ajustes posteriores, caso seja necessário o maior índice de desnitrificação.

3.3. Descrição das Unidades Principais da ETE Proposta

O projeto da ETE foi concebido para minimizar ao máximo os odores oriundos do processo de tratamento. Os gases serão captados e tratado em filtro biológico padrão CESAN, similar ao que operou por anos na ETE Araçás existente. Salienta-se que o filtro biológico existente de tratamento e mitigação de odores está desativado, por isso a reclamação de vizinhos

As unidades que serão atendidas pelo sistema de tratamento de odores são:

- a) Entrada de esgoto bruto e tratamento preliminar: As caixas e canais serão equipados com tampas e os gases serão captados por tubulação e exaustor para encaminhamento ao filtro biológico. Os desarenadores são equipados com sistema de aeração, minimizando os odores gerados nestas unidades.;
- b) A caixa divisora de vazão também será coberta e equipada com sistema de captação e transporte dos gases até o filtro biológico;
- c) O reator UASB é coberto e equipado com sistema de captação de gás para queima em “*flare*”. O efluente do reator UASB passa por câmara de “*stripping*” para separação líquido/gás e o gás retido nesta câmara é captado e encaminhado para tratamento no biofiltro;
- d) O reator aeróbio não tem geração de gases. O canal de alimentação com efluente do UASB é coberto e terá captação de gás como medida de prevenção, visto que o efluente do UASB já passou câmaras de “*stripping*”
- e) Tratamento de lodo: A unidade de desidratação de lodo será fechada.

3.3.1. Unidades a Montante do Pré-tratamento

Na entrada da ETE Ampliação o esgoto bruto gradeado chegará por recalque em uma caixa para tranquilização das vazões e segue em canal aberto em direção a uma calha Parshall para medição e totalização das vazões afluentes com

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 20 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

integração ao medidor de vazão *ultrassônico com transmissão e registro automático de dados*. O sistema terá capacidade para a vazão máxima prevista de 1.620 L/s. A calha Parshall terá garganta de 4' (122cm) com capacidade máxima de 1.921 L/s.

A caixa de chegada terá a função de receber as linhas de recalque e tranquilizar o fluxo para medição de vazão a jusante. Será rebaixada em relação ao nível de fundo do canal montante da calha Parshall com o objetivo de tranquilizar o fluxo e propiciar adequada medição de vazão.

Após medição de vazão o esgoto bruto gradeado segue por canal até a entrada das unidades de pré-tratamento.

3.3.2. Pré-Tratamento

Após o sistema de entrada e medição de vazão o fluxo segue para as unidades de pré-tratamento propriamente dita, precedida de um canal de entrada para distribuição da vazão de forma equitativa, via comportas tipo canal, para as unidades de pré-tratamento. O controle de vazão será pelo vertedor retangular instalado na saída dos desarenadores.

As unidades de pré-tratamento consistem em peneiramento fino mecanizado e desarenador do tipo caixa de areia aerada. São descritos na sequência:

- **Peneiramento Fino**, utilizando dois canais em concreto armado, equipados com Peneiras Finas com abertura 5 mm, do tipo inclinada de barras paralelas autolimpante com movimento elíptico na superfície dos degraus. *Cada peneira terá capacidade para vazão de 810 l/s. Em caso de parada de um desarenador para manutenção a unidade remanescente tem capacidade para absorver a vazão total da ETE.*

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 21 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

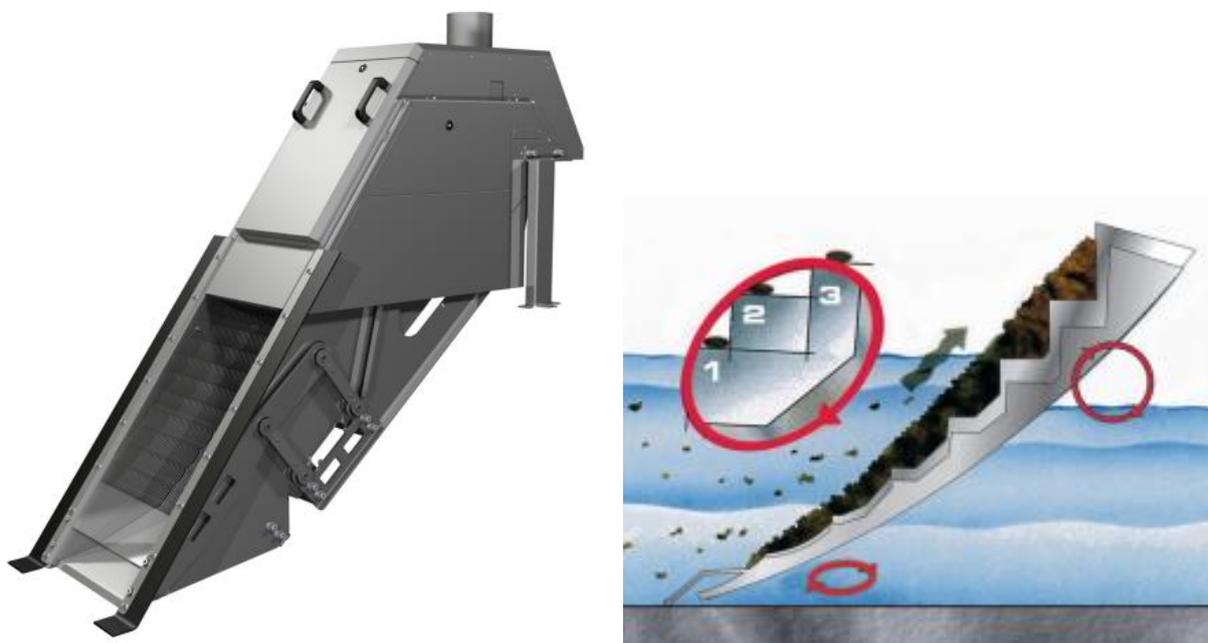


Figura 5: Peneira Fina, tipo step screen
Fonte: Catálogo do Fabricante

- **Desarenador Mecanizado**, utilizando dois canais em concreto armado, equipados com sistema de aeração, lamelas, parafuso transportador de areia e sistema de remoção de espuma (óleos e graxas). *Cada desarenador terá capacidade para vazão de 810 l/s. Em caso de parada de uma peneira para manutenção a unidade remanescente tem capacidade para absorver a vazão total da ETE;*

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 22 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

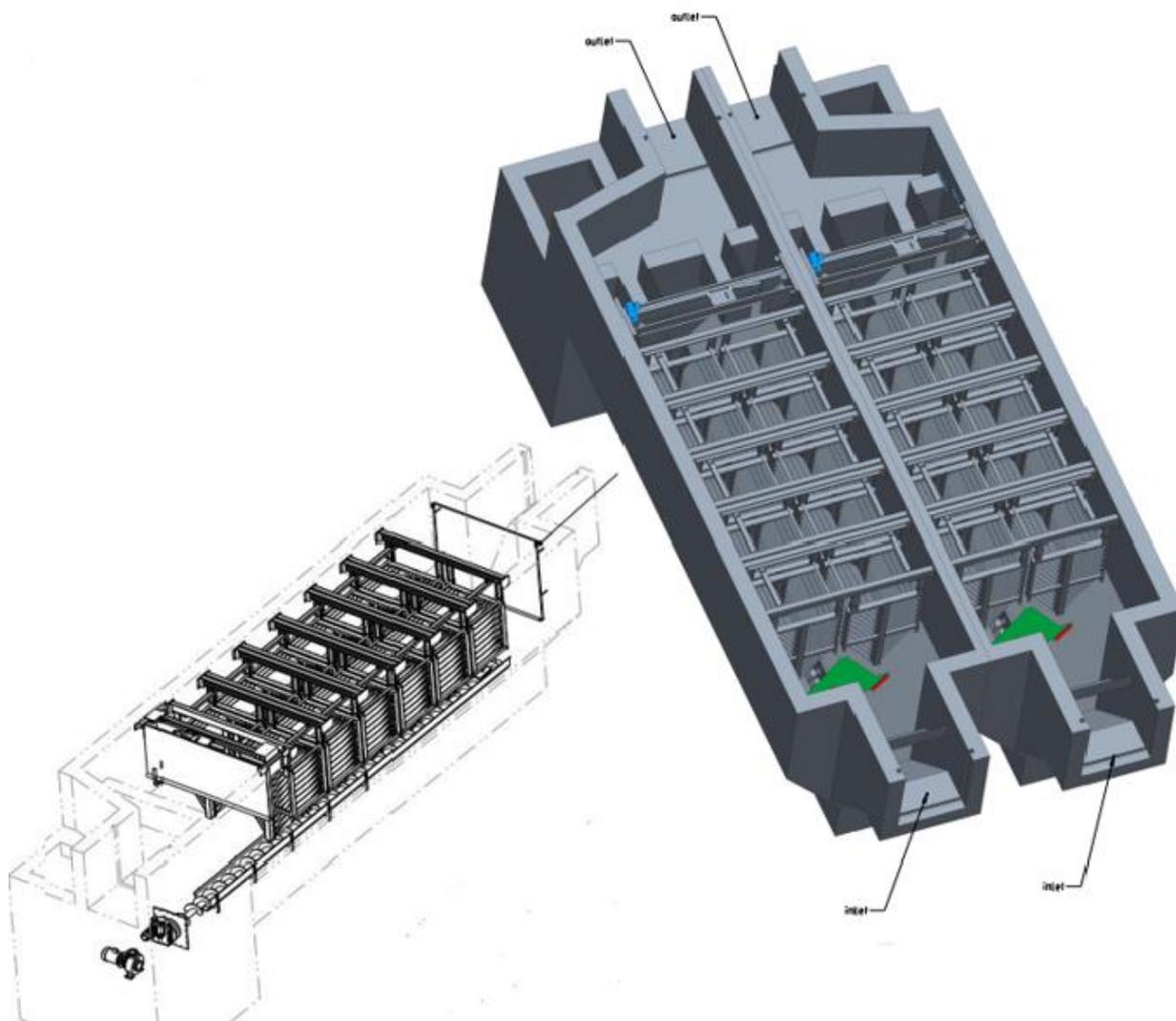


Figura 6: Caixa de Areia Aerada com Lamelas
Fonte: Catálogo do Fabricante

As unidades de Peneiramento e Desarenação operam de forma independentes. Com a finalidade de se flexibilizar essas operações os canais a jusante das peneiras poderão se comunicar com ambos os desarenadores.

3.3.3. Reator Biológico Anaeróbio – UASB

O reator anaeróbio de fluxo ascendente e manto de lodo é uma tecnologia bastante conhecida no mundo e em nosso país, sendo utilizada em várias plantas de Norte a Sul do Brasil por várias concessionárias de saneamento. Nos últimos anos os projetos têm evoluído dando maior confiabilidade para a tecnologia e

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 23 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

simplificando sua operação com remoção de escumas e sistemas anti-odores com câmara para tratamento de gases sépticos.

O UASB proposto é do tipo fechado e com sistema de “*stripping*” para eliminação de maus odores e internamente às campanulas de gás revestido com impermeabilização adequada para impedir a agressão ao concreto armado.

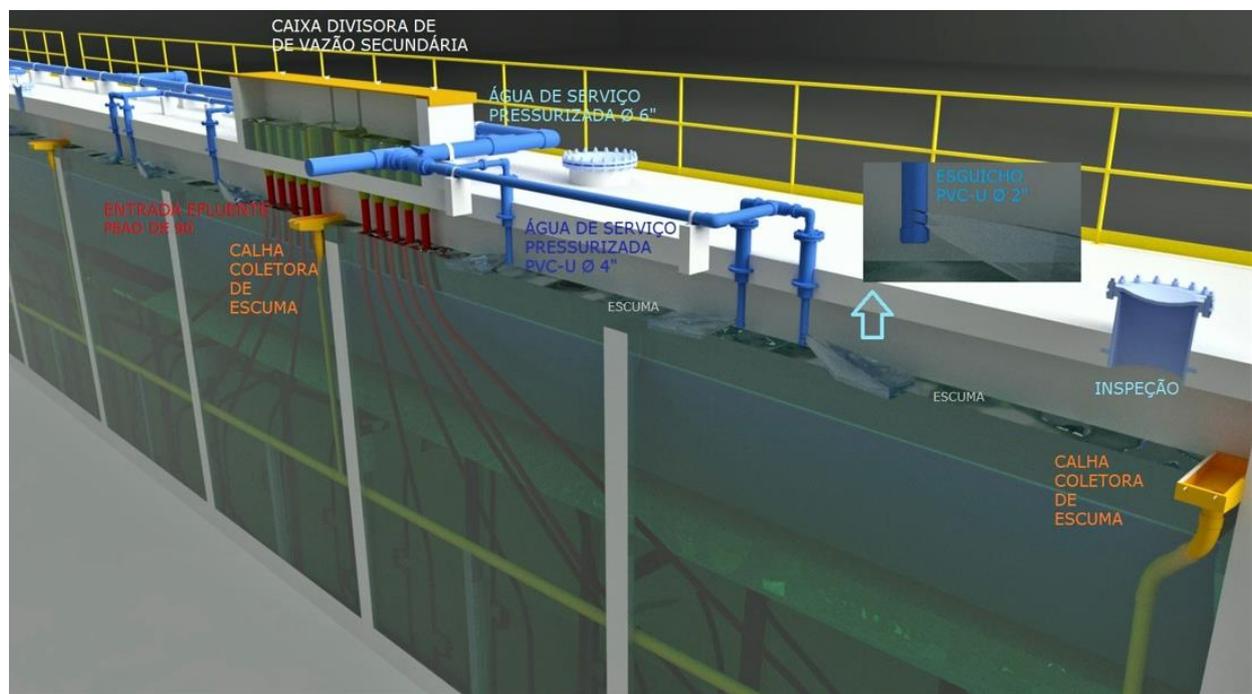
Este processo é reconhecidamente eficaz na remoção de DBO que chega a 75% quando bem projetado, construído e operado, com mínimos gastos energéticos se comparado aos processos aeróbicos.

Nos cálculos aplicados ao dimensionamento com tempo de detenção hidráulico médio de 8 horas (TDH=8 h), chegou-se à eficiência calculada de 75,15%, porém para o dimensionamento do segundo estágio, foi considerada a eficiência de 65% em termos de DBO.

A seguir listamos alguns aspectos importantes do projeto do UASB:

- a) O projeto prevê tratamento preliminar com peneiramento fino com abertura 5mm e desarenador com remoção de óleos e graxas com o objetivo de minimizar os problemas com espuma no UASB;
- b) Com relação a remoção de espuma do coletor de biogás, o projeto foi concebido com calhas transversais aos coletores para captar a espuma. Para facilitar o deslocamento da espuma até as calhas de extração foi previsto injeção de água de reuso pressurizada com duas funções: 1º quebra de espuma e, 2º direcionamento da espuma para as calhas;
- c) A extração de espuma será através de válvulas externas com acionamento programado. A espuma coletada nas câmaras de gás será encaminhada para um “*manifold*” externo de descargas e o material tem como destino a elevatória de espuma. O descarte de espuma deverá ser controlado e ocorrerá em períodos de aproximadamente 7 dias, podendo ser ajustado de acordo com a necessidade;

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 24 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0



Obs. Os jatos propulsores de espuma estão apresentados pela tubulação azul do desenho acima.

- d) Como medida de preservação das estruturas de concreto e insert's metálicos estamos prevendo a impermeabilização de toda a parte exposta a gases com produto resistente a ambiente extremamente agressivos (ácidos). Dentre os tipos de impermeabilização que poderão ser utilizados, citam-se (i) Poliuretano modificado de alta resistência química e mecânica, (ii) Revestimento epóxi poliamida, (iii) Revestimento epóxi com alta resistência química, dentre outros. Os métodos e ou as técnicas a serem utilizadas estarão definidas nos projetos executivos;
- e) Imediatamente após os reatores UASB, foram previstas câmaras de “stripping” para extração de gases, presentes no efluente dos reatores, para controle de odores e para evitar distúrbios hidráulicos nas tubulações do efluente dos reatores decorrentes da liberação de gases e espumas. Foi adotado um tempo de detenção hidráulico mínimo da ordem de 12 min. Para a vazão média, resultando um volume total por módulo de: $Vol = (12.010 \times 12) / (24 \times 60) = 100 \text{ m}^3$;

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 25 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- f) Por facilidade construtiva foram adotadas 2 câmaras de “*stripping*” por módulo de tratamento, cada uma atendendo a saída de 2 reatores UASB. Cada câmara terá um volume mínimo da ordem de 200 m³ e um consumo de ar de 2,5 m³/min. As câmaras serão totalmente fechadas e dotadas de um respiro por câmara, cujo ar de saída deverá passar em uma unidade controladora de odores. Na câmara de “*stripping*” poderá haver geração de espuma, assim, acima da superfície líquida, foram previstos aspersores para quebra de espuma, com água de serviço.
- g) A vazão de ar aplicada no fundo da câmara, através de difusores de bolhas grossas, é estimada em 5 m³/min. Tendo em vista o pequeno consumo de ar, esta vazão será extraída da linha de ar geral dos sopradores dos tanques de aeração.
- h) Para controle de odores das duas câmaras de “*stripping*” foi adotado um filtro biológico, com tempo de detenção entre 15 e 60 s, conforme recomendação do “*Waste Gas Treatment for Resource Recovery – IWA - 2006*”. Será adotado um filtro biológico padrão CESAN, similar ao existente na ETE Araçás.

3.3.4. Reator Biológico Aeróbio – RFA/MBBR

Há tempos surgiu a tecnologia para pequenas ETEs chamada de SBR (*Sequencing Batch Reactor*), conhecida no Brasil como Batelada.

Como evolução dessa tecnologia surge o RFA, que opera de forma cíclica, invertendo a alimentação do afluente e da saída do efluente, sem a necessidade de se rebaixar níveis como é feita na Batelada. Esta tecnologia se torna, na prática, uma “Batelada Contínua”, que está ilustrada no esquema abaixo:

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 26 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0



Figura 7: Esquema de Operação Cíclica do SBR (*Sequencing Batch Reactor*)

Fonte: Poluizero

A evolução seguinte dessa tecnologia é o RFA (Reator de Fluxo Alternado) que passamos a descrever.

Descritivo de Processo Aeróbio (RFA / MBBR)

O RFA (Reator de Fluxo Alternado) é um processo de lodos ativados, moderno e avançado, podendo ser dimensionado para várias modalidades e variações do próprio processo, tais como:

- Lodos ativados convencional;
- Lodos ativados convencional com digestor aeróbio de lodo (para redução e estabilização do lodo em excesso);
- Lodos ativados por aeração prolongada;
- Lodos ativados, por aeração prolongada, associado à tecnologia MBBR;
- Lodos ativados com MBBR com remoção biológica avançada de Nutrientes (Nitrogênio e / ou Nitrogênio e Fósforo).

Esta última modalidade é a que agrega maior nível de conhecimento, tecnologia e vantagens, pois é um sistema compacto que dispensa a construção de tanques anóxicos específicos para a desnitrificação e desfosfatação biológica.

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	27 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

Estes tanques são substituídos por fases (tempos) nos próprios tanques de aeração.

Como o processo de nitrificação é altamente consumidor de O₂ (oxigênio dissolvido) o processo de desnitrificação permite a redução e recuperação parcial deste O₂, anteriormente consumido, além de propiciar a redução dos índices de lançamento deste nutriente no meio ambiente aquático, com grandes vantagens e minimização dos impactos ambientais causados por nossos esgotos e efluentes industriais. É importante frisar que o avanço tecnológico desta modalidade representa menores custos de operação.

A tecnologia MBBR/IFAS agrega ao RFA maior robustez e estabilidade para o processo de lodos ativados, além de favorecer ainda mais a redução da área construída e volume do concreto empregado na obra civil.

A tecnologia MBBR/IFAS consiste na introdução de um meio suporte flutuante (mídia), onde os microrganismos se fixam, formando o biofilme. Esta peculiaridade afere ao processo o aumento significativo de microrganismos no mesmo volume de reator.

O lodo biofixado somado ao lodo em suspensão suportam muito bem as variações de carga orgânica, carga hidráulica e descargas tóxicas, tornando o processo muito mais estável, garantindo a continuidade da qualidade do tratamento.

As demais modalidades são, também, vantajosas com relação aos processos convencionais e, mesmo, com relação ao já consagrado SBR.

A decantação modular, decantação acelerada, é permitida, pois, o processo alterna os dois decantadores, os quais passam um ciclo (entre 2 e 4 horas) em decantação e outro ciclo de aeração, ou seja, o decantador passa a operar como reator anóxico e em seguida reator aeróbio, quando todo o lodo sedimentado é literalmente sacudido pelo sistema de aeração, evitando assim o acúmulo de sólidos, formação de biofilme e entupimento dos módulos instalados na camada superior dos decantadores.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 28 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Este revezamento funciona como um processo de autolimpeza dos módulos de decantação.

O *know-how* foi adquirido durante participação na instalação e operação de 04 unidades desta na grande Vitória (Vila Velha, Vitória, Cariacica e Guarapari – em operação desde 2006) e duas em SP, uma para a cidade de Votorantim e outra para a Sabesp (ETE Várzea Paulista / Campo Limpo), esta última para vazão atual de 555 l/s (final de plano 834 l/s), para um equivalente populacional de 300.000 hab, além da ETE Melchior, instalada em Brasília, para a vazão de 1500 l/s. A unidade da Sabesp (Várzea/Campo Limpo) tem se tornado uma referência de processo para a própria Sabesp e está em operação desde 2012.

O revezamento dos tanques de alimentação do Reator de Fluxo Alterando (RFA) permite que o lodo recircule de um lado para o outro, sem a necessidade de bombas de recirculação. Isso transforma o MBBR em IFAS (*Integrated Fixed-Film Activated Sludge*) onde, além da biomassa fixada na biomídia (meio suporte), ocorre a integração da biomassa suspensa dos Lodos Ativado convencional, o que agrega mais biomassa ao processo e reduz ainda mais os volumes dos tanques, ou seja, uma vantagem sobre o MBBR puro.

A alternância dos tanques permite que se criem zonas anóxicas e anaeróbias, nos três tanques, para que o processo realize a desnitrificação do nitrogênio convertido anteriormente em nitritos e nitratos e a desfosfatização pelas bactérias fixadoras de polifosfato. Este processo é dimensionado com tempos de anoxia e anaerobiose causados pelo tempo sem aeração e mistura intensa proporcionada pelos misturadores submersíveis. Isso evita a construção de tanques separados para a zona anóxica e anaeróbia, no caso de remoção biológica parcial de fósforo, como prevista no dimensionamento do RFA.

Dentre estas vantagens, citamos apenas alguns itens, que serão implementados posteriormente:

- Extremamente compacto e modular;
- Redução significativa de consumo de energia, controle inteligente de OD (Oxigênio Dissolvido);

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 29 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Redução no emprego de equipamentos eletromecânicos;
- Flexibilidade operacional;
- Mantém uma vazão constante de alimentação e descarga de tratado;
- Permite o uso de decantação acelerada (*tube settler* – módulos de decantação).

NOTA:

Quando há a previsão da nitrificação e desnitrificação biológica do esgoto ou efluente industrial, o balanço estequiométrico mostra o consumo da alcalinidade natural da água que conduz o efluente. Dependendo desta alcalinidade inicial, este consumo pode causar a queda do pH, interferindo nos processos biológicos, com consequente queda na qualidade e eficiência do tratamento.



Foto 1 - ETE Araçás Vila Velha / ES - 250.000 hab.



Foto 2 - ETE – Votorantim/SP – 100.000 hab. (178,8 l/s)

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	30 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0



Foto 3 - ETE – Melchior/DF (1500 l/s)



Foto 4 - ETE – Campo Limpo - Várzea Paulista/SP (Sabesp) –300.000 hab. (555 l/s)

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 31 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0



*Foto 5 - ETE – Coop. Latícínios Selita (ES) - Sistema RFA/MBBR (IFAS)
Pop. Equivalente: 70.000 hab.*

Automação

O Sistema RFA pode ser operado manualmente através da instalação de um painel local, com chaves de seleção “ON-OFF” que permitem a abertura e fechamento de válvulas e a partida de equipamentos (sopradores, bombas *etc.*), caso ocorra algum problema com o CLP. Nesta modalidade de operação (Manual) o sistema RFA tem suas fases alteradas para tempos superiores, que fazem com que o operador necessite acionar as referidas válvulas e equipamentos, apenas, a cada intervalo de 4 horas (fase principal) e 1 hora (fase de transição), sem nenhum prejuízo à qualidade do efluente final, em termos de redução de carga orgânica (DBO e DQO do efluente final).

O sistema de tratamento de esgotos e efluentes pelo processo RFA segue os mesmos princípios de automação utilizados atualmente nos processos industriais e, também, na área de saneamento, como o próprio sistema SBR (reator por batelada sequencial), porém o *startup* é sempre iniciado em manual, o que é utilizado como fase de treinamento para o operador desenvolver habilidades para controlar o processo, sem o emprego do CLP. Em uma segunda etapa do treinamento, a operação passa a ser remota, pelo sistema supervisor, porém na condição manual, também fazendo parte do processo de aprendizado das sequências operacionais de abertura e fechamento de válvulas. Já na terceira e última parte do treinamento, o sistema é operado na condição remoto / automático, onde todas as fases do processo são realizadas automaticamente pelo programa

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 32 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

do CLP, através de uma planilha de controle ABERTA, para gerar fases e sequências onde o próprio supervisor pode selecionar o tempo e os equipamentos que irão operar em uma determinada fase.

Vantagens:

O sistema RFA / MBBR, como o nome diz, possui os princípios do reator biológico por batelada sequencial (SBR), porém com algumas vantagens adicionais, a saber:

- Por receber alimentação sequencial alternada, este sistema trabalha com nível constante e dispensa o sistema de flutuador para descarte de efluente tratado;
- As fases de alimentação e descarte ocorrem simultaneamente, porém em tanques distintos;
- O RFA / MBBR permite o emprego de aeração por difusores, evitando a formação de aerossóis indesejáveis;
- O RFA / MBBR permite o emprego de módulos de decantação acelerada, com redução significativa de área para implantação;
- É o único sistema que permite receber vazões superiores as vazões máximas de projeto (época de chuvas torrenciais). Nestas condições os dois decantadores de cada linha, são alinhados simultaneamente, dobrando automaticamente a capacidade de decantação do sistema.
- Como o sistema SBR o RFA / MBBR é totalmente automatizado e o programa de controle é de fácil manuseio e favorece a introdução e/ou alteração de ciclos e fases, o que permite a adequação do processo para várias situações, inclusive remoção de N e P, sem a necessidade de alteração do programa - pré-instalado. De forma análoga ao SBR o RFA / MBBR, também dispensa o uso de equipamentos como ponte raspadora de lodos e bombas para recirculação deste lodo, oferecendo economia de energia e menores gastos com a manutenção.

Componentes do RFA / MBBR Proposto

- O RFA / MBBR é composto por 1 (um) módulo composto por dois tanques de Aeração / Decantação e um Tanque de Aeração / MBBR;

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 33 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- O fornecimento de ar para o RFA / MBBR será feito por sopradores adequados, dotados de cabine antirruído.
- A interligação dos sopradores com os tanques do RFA / MBBR será através de tubulação metálica;
- Nos tanques de Aeração/Decantação serão instalados sistemas de difusão de ar de bolhas finas e no tanque de Aeração / MBBR sistema de difusão de bolhas grossas;
- Nos tanques de Aeração/Decantação serão instalados módulos tubulares (*tube settler*) para acelerar a decantação e coletores superficiais para coleta do efluente tratado;
- No Tanque de Aeração / MBBR serão instaladas biomídias, fabricadas em polipropileno virgem, com área superficial específica de 665 m²/m³. É de fundamental importância a área específica, a qual é calculada pela somatória da área protegida (apenas superfície interna das peças).
- O RFA / MBBR é equipado com válvulas acionadas por atuadores elétricos, com instrumentos de controle de O₂ dissolvido e um CLP livre (arquitetura aberta). Esses componentes possibilitam sua operação automatizada.

3.3.5. Sistema de Tratamento de Lodo

O sistema de lodo previsto nesta proposta está mostrado no fluxograma da fase sólida que se encontra nos Anexos.

O Sistema de Lodo será composto das seguintes unidades:

- Tanque de Estocagem de Lodo - recebe o descarte do UASB e do RFA. Nesse tanque será previsto homogeneização do lodo;
- Elevatória de Alimentação das desaguadoras de lodo – estão previstas instalação de bombas de cavidade progressiva, sendo 2 unidades operando e outra reserva;
- Desaguamento mecânico de lodo, com dosagem de polímero;
- Sistemas de Preparo e Dosagem de Polieletrólito;
- Complementam ainda o Sistema de Lodo bombas de lavagem, bombas de retorno de filtrados e monovias para manuseio dos equipamentos.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 34 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

3.4. Melhorias da ETE Existente

A ETE existente foi dimensionada para tratar 400 l/s com DBO de entrada em torno de 296 mg/l. Como as características do esgoto foram alteradas no edital, com aumento de 50% de carga orgânica (DBO de 450 mg/l em vez de 296 mg/l), presume-se que a ETE existente não terá mais capacidade para atender, com os níveis de eficiência almejados, o tratamento da vazão anteriormente dimensionada. Desta forma a vazão para a ETE existente será reduzida para 300 l/s.

No presente projeto as duas ETEs, existente e Ampliação, são integradas nas unidades de pré-tratamento, geração de ar soprado, desidratação de lodo e desinfecção do efluente final.

A geração de ar soprado para as duas ETEs será efetuada na casa dos sopradores existente. Para tanto os equipamentos existentes serão substituídos por equipamentos mais modernos de alta eficiência e que garantem a demanda de ar soprados para todo o sistema aeróbio (existente e projetado).

As melhorias e adequações na casa dos sopradores são descritas nos itens 5.1 e 5.2 do presente memorial descritivo.

Conforme especificado no edital a ETE existente deverá ter as seguintes melhorias:

Quadro 4 - Melhorias planejadas para a ETE Araçás

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTDE
01	Fechamento da lateral da área da ETE Araçás com muro (cerca mista)	m	445,00
02	Filtro de areia capac. 1 tanque 240 kg / Bomba 1,5 cv / 16 m ³ /h	unidade	1,00
03	Reservatório Metálico Tipo Taça 30 m ³	unidade	1,00
04	Substituição de Difusores tanques B e C	gb	1,00
05	Substituição de Difusores tanques D e E		
06	Substituição de Difusores do digester de lodo	gb	1,00
07	Tubulações acessórias do ar difuso	gb	1,00
08*	Soprador de ar	unidade	5,00
09*	Motor do soprador (200 cv)	unidade	5,00
10	Limpeza e impermeabilização dos tanques	unidade	1,00
11	Reposição, substituição de equipamentos existentes, renovando toda vida útil da ETE (manutenção geral)	GB	1,00
11.1	Módulos Tubulares (150 m ²)	GB	1,00

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 35 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

11.2	Misturadores Submersíveis de 22,5 kW	cj	2,00
11.3	Motobombas Propellers 12 kW	cj	2,00
11.4	Idem, idem elétrica	GB	1,00
12*	UV em Aço Inox, operação contínua, alta eficácia e baixa pressão, com limpeza automática, painel de comando com PLC / IHM, Distribuição, sensores de níveis e monitoramento, inclusive parte Civil e alimentações, interligações p/ vazão média 300 l/s	unidade	1,00
13	Tubulações para Interligações do Sistema existente e novo	unidade	1,00

Fonte: Edital Nº RFP-003-2017-CESAN-2.B5 Tabela 1 p. 178 e 179)

4. DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO BIOLÓGICO

A coleta dos esgotos sanitários produzidos pela atividade humana é endereçada a planta de tratamento. A estação de tratamento de esgotos ETE Araças atenderá parte do município de Vila Velha. O processo de tratamento proposto é baseado em uma associação de dois processos biológicos distintos e complementares.

É previsto um estágio primário baseado da depuração biológica por via anaeróbia através do emprego de reatores anaeróbios de manta de lodo e fluxo ascendente, complementado por um estágio secundário aeróbio através de um sistema de Lodos Ativados, na modalidade de aeração prolongada com emprego de Reatores de Fluxo Alternado – R.F.A./MBBR.

A associação desses dois estágios deverá garantir um elevado nível de eficiência em termos de remoção de carga orgânica, de maneira a atender os padrões de emissão e qualidade definidos pelas legislações estadual e federal no que tange à remoção de carga orgânica.

Essa concepção é complementada pela inclusão de sistemas periféricos que complementam o sistema de tratamento, destacando-se a unidade de tratamento preliminar destinada à remoção dos sólidos grosseiros afluentes ao sistema de tratamento, o sistema de condicionamento e desaguamento do lodo que tem a função de remover parte da água contida no lodo biológico em excesso que deve ser descartado periodicamente dos reatores anaeróbios e dos reatores aeróbios,

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 36 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

bem como o sistema de desinfecção do efluente tratado que tem a função de remover os microrganismos patogênicos remanescentes dos estágios de tratamento anaeróbio e aeróbio.

Destaca-se a unidade de tratamento preliminar que consiste em unidades compactas que terão três funções a saber: remoção de detritos através do peneiramento fino, remoção de areia e remoção de gorduras.

As partes constitutivas da ETE e respectivas capacidades serão:

- Unidades a montante do pré-tratamento composta por caixa de entrada/tranquilizadora de fluxo, medidor e totalizador de vazão em Calha Parshall para esgoto bruto gradeado, para Q_{máx.} 1.620 l/s;
- **Caixa de chegada, e medição de vazão:** A montante do pré-tratamento da ETE Ampliação foi previsto uma caixa de chegada e canal para medição de vazão em calha Parshall. Esta unidade terá capacidade para vazão máxima de 1.620 L/s. *A medição do esgoto bruto em calha Parshall será integrada ao medidor de vazão ultrassônico com transmissão e registro automático de dados.*
- Sistema em série de peneiramento e desarenador para Q_{máx.} 1.620 L/s;
- Caixa divisora de vazão CDV-1, para Q_{máx.} 1.620 L/s;
- Reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente UASB - 04 módulos, para Q_{média} 600 l/s;
- Reator de fluxo alternado RFA/MBBR- 01 módulo para Q_{média} 600 l/s;
- Estação Elevatória de Lodo/Retornos/Escuma;
- Tanque de recebimento do excesso de lodos anaeróbio e aeróbio;
- Desaguamento de lodo por desidratação mecânica;
- Sistema automático de preparo, dosagem e diluição de polímeros;

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 37 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Medição final e desinfecção do efluente final por Ultravioleta, para Qmédia. 900 l/s e máxima 1.620 L/s, considerando unidade existente + unidade a ser instalada.
- Reservatório Pulmão para amortecimentos das vazões de descargas.

4.1. Caracterização do Afluente a ETE Araçás

O dimensionamento do sistema de tratamento de esgotos considerou as seguintes vazões para dimensionamento da ETE:

- ETE Araçás Existente: Q média = 300 l/s e Q máxima = 540 l/s (conforme premissas de projeto).
- ETE Araçás Ampliação: Q média = 600 l/s e Q máxima = 1080 l/s (conforme premissas de projeto).

É importante observar que ocorrerá um desvio de 10% do esgoto bruto do Pré-Tratamento (CDV-1) para o Tanque Anóxico da fase secundária do processo. Faz-se necessário para que ocorra a desnitrificação e a formação de sólidos no reator aeróbio.

O referido desvio de 10% do esgoto para o Tanque Anóxico será permanente, porém o by-pass será dimensionado com capacidade maior de vazão, pois caso as cargas de entrada sejam inferiores as previstas em projeto, pode acontecer que o segundo estágio necessite de mais carga. Isso permite o aumento da capacidade e flexibilidade da ETE.

4.2. Descrição das Unidades Integrantes da ETE

Apresenta-se a seguir, a caracterização das Unidades de Processo (Fase Líquida e Fase Sólida), acompanhando o fluxo dos esgotos ao longo da ETE.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 38 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

4.2.1. Chegada do Esgoto Bruto na ETE

O esgoto bruto gradeado chega a ETE Araçás por recalque, sendo uma linha de recalque existente e outras duas futuras, a serem implantadas pela CESAN (fora do escopo).

O projeto prevê uma caixa de chegada para reunião e tranquilização de vazão, com capacidade para a vazão máxima de 1.620 l/s, previsão para 3 (três) linhas de chegada de esgoto bruto por recalque.

A jusante da caixa de chegada o esgoto bruto gradeado segue em canal para medição de vazão em calha Parshall e desta segue em canal para alimentação das unidades de pré-tratamento.

As principais características da caixa de entrada são:

- Capacidade hidráulica do sistema: 1.620 l/s;
- Tipo do Efluente: esgoto bruto doméstico pré-gradeado (bombeado);
- Dimensões em planta da caixa de chegada: C=4,00 m x L=3,30 m;
- Níveis de terreno / fundo / borda: 3,80 / 10,00 / 15,20 m;
- Diâmetro da chegada existente por recalque: 700 mm;
- Diâmetro das outras duas linhas de recalque: a ser definido pela CESAN.

As principais características do canal de acesso a calha Parshall são:

- Capacidade hidráulica do sistema: 1.620 l/s;
- Dimensões em planta da caixa de chegada: C=5,00 m x L=2,00 m;
- Níveis de terreno / fundo / borda: 3,80 / 13,67 / 15,20 m;
- Diâmetro da chegada existente por recalque: 700 mm;
- Diâmetro das outras duas linhas de recalque: a ser definido pela CESAN.
- Calha garganta de 4' (122cm) com capacidade máxima de 1.921 L/s.

As dimensões aqui consideradas poderão sofrer variações em função dos equipamentos a serem adquiridos.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 39 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

A estação elevatória de esgoto bruto, localizada fora da área da ETE Araçás, é existente e **deverá ser ampliada e readequada às novas condições de projeto** (fora do escopo), em termos de vazão, altura manométrica. De acordo com o edital de Licitação estamos considerando que a elevatória da Cesan, que alimenta a ETE Araçás, possui gradeamento com abertura entre barras de 25 mm, adequado às novas tecnologias de pré-tratamento definido no presente projeto de ampliação da ETE Araçás.

Da mesma forma as outras duas unidades de bombeamento, planejadas pela Cesan, deverão ser concebidas para as novas condições de chegada da ETE Araçás – Ampliação.

4.2.2. Peneiramento Fino

Dois canais em concreto armado, equipados com Peneiras Finas com abertura 5 mm, do tipo step screen inclinada de barras paralelas autolimpante com movimento elíptico na superfície dos dentes, na parte intermediária da peneira e passo progressivo das barras será um equipamento auto-limpante de alta eficiência para separação sólido-líquido em efluentes domésticos, constituída por barras paralelas móveis e fixas intercaladas.

A capacidade de vazão unitária de cada peneira é 810 L/s para nível de montante (H1) 1000 mm e perda de carga de 250 mm, resultando em um nível líquido a jusante de (H2) 750mm.

Em caso de parada de uma peneira para manutenção a unidade remanescente tem capacidade para absorver a vazão total da ETE;

As peneiras apresentam as seguintes dimensões:

- Largura efetiva da peneira: 1355 mm
- Largura total da peneira: 1485 mm
- Abertura das barras: 5 mm
- Altura total de descarga: 2040 mm
- Nível máximo de montante (H1) 1800 mm

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	40 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

- Nível máximo de jusante (H2) 1800 mm
- Espessura das barras 3 mm
- Espessura do quadro suporte 5 mm

As peneiras serão instaladas em canais de concreto, proporcionando um fluxo hidráulico entre as barras da peneira ideal de forma a proporcionar a formação de uma manta de filtração, composta pelo próprio material retido.

Seu princípio de funcionamento consiste na movimentação não contínua das placas móveis de forma que os detritos acumulados sejam levados um degrau acima, promovendo uma limpeza parcial da peneira. Dessa maneira forma-se uma manta filtrante permanente de detritos, mais fina que o próprio espaçamento das barras, e conseqüentemente bastante eficiente. Utiliza-se um movimento suave a fim de não danificar o material peneirado, com um movimento alternado na parte inferior das barras móveis da peneira com a intensão de separar o máximo de sólidos possível, onde a cada ciclo, não há espaçamento livre entre barras de forma que a eficiência de peneiramento é aumentada. O padrão de movimento será levemente crescente conforme o material peneirado sobe pelos degraus das barras da peneira proporcionando assim um passo de movimento elíptico. No ponto de descarga do material peneirado na parte superior das barras, o movimento será completamente circular para o transporte máximo de material.

A partida da peneira está condicionada ao nível líquido a montante, que deve atingir um valor pré-estabelecido para o funcionamento. Depois de um ciclo de limpeza, em que a peneira fica parcialmente limpa, o nível líquido diminui e mais detritos são acumulados, até que novamente o nível suba e acione outro ciclo de limpeza.

O sistema de funcionamento é auto-limpante sem sistema de lavagem por água limpa, conjunto de bombas e escovas de limpeza, proporcionando um custo operacional e de manutenção muito menor comparado com outros tipos de peneira

O equipamento deverá ser projetado para suportar com robustez as cargas de operação e o atolamento de detritos sem danificá-lo, sendo toda a estrutura e partes em contato com o efluente confeccionadas em Aço Inoxidável AISI 304; e seu mecanismo de acionamento será feito através de articulações e braços rígidos, com os componentes

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 41 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

principais – motoredutor, eixos e mancais – dispostos de maneira a não entrarem em contato com o líquido. O sistema de acionamento de movimentação das barras móveis não utiliza correntes e engrenagens.

O material peneirado é descarregado em uma rosca transportadora sem eixo.

O transportador de detritos tipo rosca sem eixo é constituído por um conjunto de calha metálica, tampas, helicóide, berço de contato e conjunto de acionamento. Este equipamento é utilizado no transporte de material peneirado.

O mecanismo de transporte é do tipo parafuso que remove os sólidos separados pela peneira e descarrega sobre o corpo da rosca, transportando-os na direção horizontal, até sua descarga na extremidade posterior ao movimento dos sólidos.

As principais características deste sistema são:

- Capacidade hidráulica do sistema: 1.620 l/s;
- Número de equipamentos: 2 conjuntos;
- Vazão nominal por máquina: 810 L/s;
- Tipo do Efluente: esgoto bruto doméstico pré-gradeado (bombeado);
- Largura do canal de concreto: 1,60 m;
- Altura do canal de concreto: 1,50 m;
- Comprimento do equipamento: 3,15 m (projeção horizontal);
- Largura do equipamento: 1,45 m;
- Material de construção: aço inox 304;
- Nível de água a montante da peneira: 13,37 m;
- Nível de água a jusante da peneira: 13,12 m;
- Nível de fundo do canal da peneira: 12,37 m;
- Nível da laje de concreto – piso de operação geral: 10,70 m;
- Nível do terreno: 3,80 m.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 42 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

As dimensões aqui consideradas poderão sofrer variações em função do equipamento a ser adquirido.

4.2.3. Desarenador

Desarenador Mecanizado, utilizando dois canais em concreto armado, equipados com sistema de aeração, lamelas, parafuso transportador de areia e sistema de remoção de espuma (óleos e graxas).

Consiste em uma câmara de grãos aerados e uma câmara de grãos não aerados. Na primeira câmara menor, o esgoto é exposto à aeração de bolhas finas. Os sólidos flutuantes sobem à superfície da água onde se acumulam e são removidos por um sistema de palhetas pouco antes da saída. A segunda câmara não é aerada e é equipada com unidades de lamelas.

Devido à abordagem de fluxo profundo e às vantagens de um separador de lamelas, remove de forma confiável até mesmo a areia muito fina. O transportador horizontal de grãos, as unidades de lamelas e o sistema de palhetas para remoção de sólidos flutuantes são fabricados com material resistente à corrosão.

Cada desarenador terá capacidade para vazão de 810 l/s. Em caso de parada de um desarenador para manutenção a unidade remanescente tem capacidade para absorver a vazão total da ETE.

As principais vantagens da caixa de areia aerada com lamelas são descritas a seguir:

- Uso de lamelas possibilita Caixa de Areia mais curtas quando comparadas com UCPT combinadas.
- Na Caixa de Areia o Removedor de Gordura opera transversalmente (mais curto). Isso tem sido um dos problemas da UCPT Combinadas, pois, são longas e o removedor da gordura flotada é longitudinal.
- Os equipamentos oferecidos são bem mais econômicos em termos de consumo de energia (em relação às UCPTs Combinadas temos uma redução de 50 kW).

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 43 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- São equipamentos que, além de menor consumo energético, são de baixo custo de manutenção.
- O equipamento utilizado oferece maior redução maior na granulometria da areia – é importante numa região marítima.

As principais características deste sistema são:

- Capacidade hidráulica do sistema: 1.620 l/s;
- Número de equipamentos: 2 conjuntos;
- Vazão nominal por máquina: 810 L/s;
- Tipo do Efluente: esgoto bruto doméstico gradeado e peneirado;
- Largura do canal de concreto (acesso ao desarenador): 1,22 m;
- Largura do canal de concreto (interno ao desarenador): 3,00 m;
- Comprimento do canal de concreto (interno ao desarenador): 10,80 m;
- Altura total do canal de concreto: 3,75 m;
- Comprimento do equipamento: 3,15 m (projeção horizontal);
- Material de construção partes internas: aço inox 304;
- Nível de borda/operação do desarenador: 13,52 m;
- Nível de água a montante do desarenador: 13,12 m;
- Nível de água a jusante do desarenador (após o vertedor): 12,78 m;
- Nível de fundo dos canais de entrada e de saída: 12,24 m;
- Nível de fundo dos canais de extração de areia: 9,77 m;
- Nível da laje de concreto – piso de operação geral: 10,70 m;
- Nível do terreno: 3,80 m.

Dados de dimensionamento:

Instalação
Máxima vazão por canal

Acima do solo
810 l/s

Aeração

Sim

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 44 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Remoção de gordura	Sim
Grau de Separação	95 %
Diâmetro de partículas retidas	≥ 0,105 mm

Principais Equipamentos do sistema

Vertedor de Entrada em aço inox 316L
Difusores de aeração
Pacote de Lamelas em aço inox 316L
Apoio das Lamelas no Canal em aço inox 316L
Válvula de fechamento com sucção
Parafuso de Areia de Fundo em aço inox 316L
Raspador de Gordura em aço inox 316L
Bomba de Remoção de Gordura
Sensor de Nível de Gordura
Painel elétrico em aço inox

Classificadores de Areia
Sopradores de Ar com partida por inversor estático de frequência.

4.2.4. Tratamento Biológico Primeiro Estágio: Reatores Anaeróbios UASB

Após passar pelo sistema de tratamento preliminar, os esgotos serão conduzidos por um canal de seção retangular até a Caixa de Distribuição CDV-1.

Essa Caixa de Distribuição tem a função de alimentar os reatores anaeróbios UASB e também o reator aeróbio RFA, através de uma linha By-Pass. A divisão equitativa de vazões será através de comportas vertedoras com acionamento manual por volante instaladas na CDV-1. Também terá a função de encaminhar parte da vazão para a ETE existente.

Da caixa CDV-1 partem tubulações até a Caixa de distribuição principal CD-1 do módulo duplo de UASB, e desta caixa partem várias tubulações para as caixas secundárias CD-2 de alimentação do UASB unitário. Das caixas secundárias CD-2 vários tubos verticais / inclinados distribuem equitativamente o esgoto no fundo do reator anaeróbio.

Cada UASB unitário foi concebido com 5 câmaras de gás e 6 compartimentos de decantação equipados cada um com 2 linhas laterais para coleta de efluente

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 45 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

clarificado ao nível de água do reator. Em cada câmara de gás foram previstos tubos verticais / inclinados para coleta de espuma próximo ao nível de água do reator. Junto ao fundo do reator foram previstas tubulações com distribuição adequada para coleta de lodo de fundo.

O efluente clarificado é encaminhado para tubos perfurados laterais dos decantadores para um canal externo integrado ao corpo do reator UASB em sua parte superior. Este canal segue até a câmara de *stripping* para extração de gases.

A espuma coletada nas câmaras de gás será encaminhada para um *manifold* externo de descargas que tem como destino a elevatória de espuma. O descarte de espuma deverá ser controlado e ocorrerá em períodos de aproximadamente 7 dias e com toda a segurança necessária.

O lodo de descarte coletado por tubulações internas será conduzido a outro *manifold* externo e na sequência segue para a elevatória de descarte de lodo.

Lodo e espuma serão encaminhados para a estação elevatória de serviços que terá a função de receber lodo, espuma e retornos da ETE e encaminhá-los aos destinos, tratamento de lodo ou início do processo para serem reprocessados.

O UASB em seu processo anaeróbio gera gás e este será coletado em todas as campânulas de gás e encaminhados, via tubulação e válvulas, para a queima em “*flare*” instalado com equipamentos de segurança.

Estão previstos implantação de 2 módulos duplo UASB, totalizando 4 unidades reatores anaeróbios. As características principais são:

- Capacidade total 4 Reatores: $618 \times 0,9 = 556,2$ l/s, vazão média (inclui retornos);
- Capacidade unitária: 139,05 l/s (vazão média);
- Capacidade unitária: 250,29 l/s (vazão máxima);
- DBO / DQO: 450mg/l / 900 mg/l
- Tempo de Detenção Hidráulica: 8 horas;
- Comprimento por Reator: 39,00 m;
- Largura do Reator: 18,70 m;

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 46 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Área do fundo do reator: 729,30 m²;
- Altura útil total: 5,50 m;
- Volume útil do reator: 4.011 m³;
- Número de pontos de distribuição no fundo do reator: 200 ud;
- Eficiência remoção DBO: teórica=75%, adotada=65%

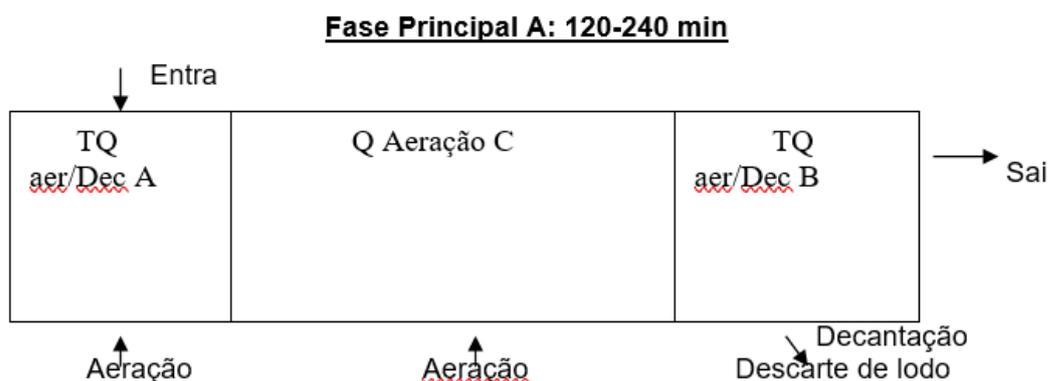
4.2.5. Tratamento Biológico Secundário: Reatores Aeróbios RFA/MBBR

Após passar pelo sistema de tratamento primário através de reatores anaeróbios UASB, os esgotos serão conduzidos por tubulação até o reator aeróbio, RFA/MBBR. Esta tubulação também recebe o By-Pass do UASB.

Dados de Projeto

▪ Características do Efluente

O sistema biológico adotado tem por base o processo de lodos ativados variando entre a modalidade de aeração prolongada e convencional, com F/M calculado para 0,1 kgDBO/kgSSV, e dentro desta modalidade optou-se por um sistema Reator de Fluxo Alternativo (RFA) / MBBR com os seguintes ciclos operacionais:

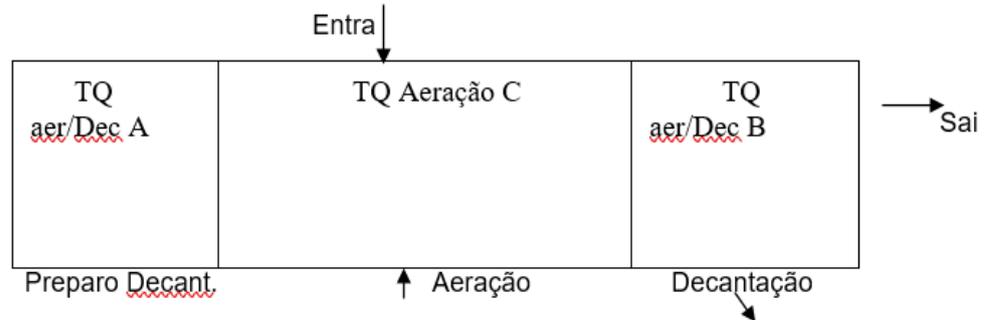


Fase principal A – Alimentação no TQ aeração/decantação A: 2 horas

Alimentação com aeração contínua em A, decantação no TQ aeração/decantação B.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 47 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

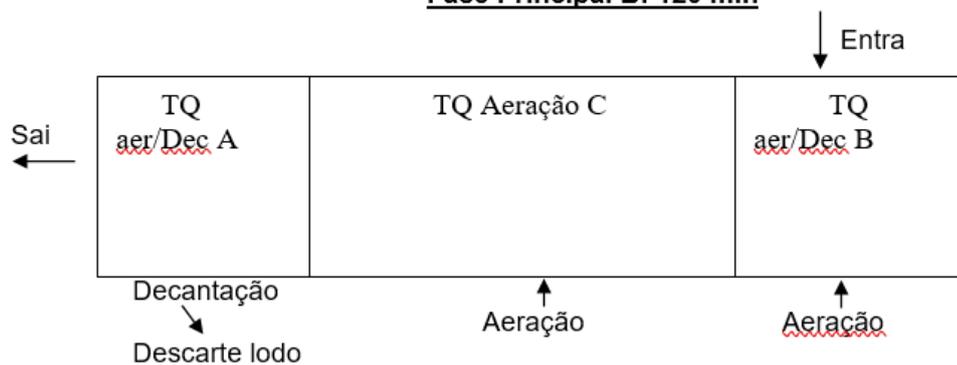
Fase de transição de A para B: 30- 45 min



Fase de transição A/B – Alimentação tanque aeração C: 45 min

Alimentação com aeração contínua em C, TQ aeração/decantação B em sedimentação e TQ aeração/decantação A em preparo para decantação.

Fase Principal B: 120 min

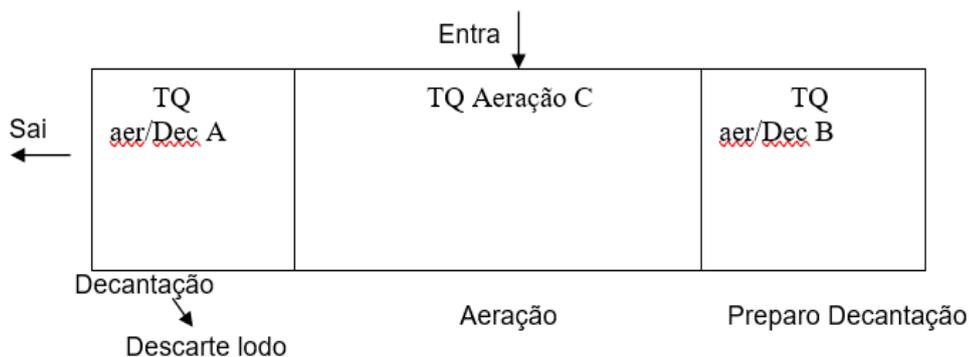


Fase principal B – Alimentação no TQ aeração/decantação B: 2 horas

Alimentação com aeração contínua em B, decantação no TQ aeração/decantação A.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 48 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Fase Transição de B para A: 45 min



Fase de transição – Alimentação tanque Aeração C: 45 min

Alimentação com aeração contínua em C, TQ aeração/decantação B em sedimentação e TQ aeração/decantação B em preparo para decantação.

4.2.6. Considerações sobre o Processo Reatores Aeróbios RFA/MBBR

a) Nitrificação/Desnitrificação

O processo RFA (Reator de Fluxo Alternado – *Control in Time*) é um processo avançado de tratamento de efluentes que permite a remoção biológica de nutrientes, podendo ser dimensionado para a remoção parcial ou total do nitrogênio e parcial do fósforo.

O reator tipo RFA possibilita o emprego de decantação acelerada, decantação modular, pois as fases reversíveis permitem que os módulos sejam limpos pelo ar soprado durante a fase que ele funciona como reator biológico. Esta decantação modular otimiza a remoção de sólidos suspensos e oferece significativa redução de área para execução da ETE.

O processo de nitrificação será realizado no tanque com mídias randômicas (Biomídias) tipo MBBR. Os cálculos e dimensionamento do sistema MBBR, realizado para o reator principal, utilizará taxa de aplicação de 3 gDBO/m² de superfície útil das mídias randômicas (Biomídias MBBR), de forma a garantir índices de nitrificação superiores aos exigidos no edital.

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	49 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

A Desnitrificação será realizada, em parte pelas camadas inferiores do biofilme formado nas mídias MBBR, mas o cálculo não considera esta remoção. O dimensionamento é realizado com base na capacidade do sistema RFA, controle por tempo – *control in time*, onde os reatores / decantadores operam intermitentemente como reatores e decantadores secundários. Cada ciclo operacional pode variar entre 60 e 240 minutos, onde um dos decantadores opera como reator e o outro como decantador. Durante este tempo, em que opera como reator, o processo inicia como reator anóxico. Todo o lodo em suspensão no reator é deslocado para o reator/decantador em operação, nesta fase, como decantador. Esta unidade de decantação é completamente estática, não há dispositivos de raspagem de lodo, o lodo decantado fica inerte no fundo sem qualquer tipo de contato e sem suprimento de ar. Quando o sistema é alternado e este decantador passa para a fase de reator, o esgoto passa a entrar neste tanque, o qual é provido de mistura (misturadores submersíveis), então o lodo (colônias de microrganismos decompositores) recebem alimento, oriundo do esgoto de entrada, e estando já há um período longo sem alimento, estão ávidos por este substrato, porém como não há suprimento de oxigênio, eles são obrigados a utilizar o oxigênio combinado na forma de nitritos e nitratos existente no interior do reator, liberando nesta reação o Nitrogênio na forma de nitrogênio gasoso (N₂) para a atmosfera.

Os cálculos para a desnitrificação demonstram a necessidade volumétrica do reator em 3.598 m³. O volume do reator / decantador está dimensionado para 6858 m³, em função da necessidade de área para o decantador (decantação acelerada por módulos de decantação), ou seja, o volume disponível é praticamente o dobro do volume necessário, isso possibilita que este reator trabalhe parte do tempo (53% - calculado) como reator anóxico, e parte como reator de aerado, diminuindo significativamente a necessidade do reator de nitrificação MBBR. De qualquer forma, o processo RFA – *control in time*, permite adequações nos tempos operacionais, ajustando o processo às características reais do efluente. Caso o efluente tenha concentrações superiores ou inferiores de carga orgânica ou carga de nitrogênio a nitrificar e desnitrificar, estes tempos podem ser ajustados, para que os índices de remoção sejam atingidos ou mesmo melhorados.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 50 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

b) Consumo Energético

O processo concebido utiliza-se de uma rota tecnológica focada em baixo consumo energético. Os reatores anaeróbios, tipo UASB, utilizados no primeiro estágio removem cerca de 75% da carga orgânica, porém foi considerada apenas 65% de eficiência. Considerando-se o by-pass de 10%, a redução de carga prevista é de 58%, assim a potência consumida no processo aeróbio, que compõe o segundo estágio (RFA/MBBR), sofre uma redução proporcional no consumo energético.

c) Operação dos Sopradores

Os sopradores não operam 24 horas entregando a potência máxima, o sistema de lodos ativados tipo RFA/MBBR é um processo inteligente, onde os sopradores, dotados de variadores de frequência, são comandados pelo sistema lógico de controle de oxigênio. Desta forma, o número de sopradores em operação e a rotação dos motores de cada um é regida pela demanda horária de oxigênio, em função da carga orgânica admitida ao tratamento.

O controle de oxigênio no reator aeróbio será por meio de sonda de oxigênio condizente com a necessidade de processo, pois ela será o elemento primário responsável por atender a demanda de processo e propiciar a economia energética correspondente.

Os reatores/decantadores serão dotados, cada um, com um medidor de oxirredução, os quais possibilitam o controle das fases anaeróbicas (potencial < 350 mV), anóxicas (potencial desejado entre -150 mV a - 350 mV) e aeróbicas (potencial acima de 0 mV, ou seja, positivo).

Toda instrumentação utilizada no reator biológico será dotada de sistema de limpeza automática dos sensores, evitando a formação de biofilme no elemento sensor.

4.3. Produção de Lodo em Excesso

Em vista dos elevados custos de destinação final dos resíduos e subprodutos de uma ETE, muitas vezes impulsionados pela escassez de opções locais e

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	51 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

destinação condizente com a legislação ambiental, optou-se por rotas tecnológicas que propiciassem a menor geração possível de lodo biológico excedente.

Dentro deste conceito de economia de geração foi adotado o sistema duplo estágio, composto de digestor anaeróbio tipo UASB (Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente com Manto de Lodo – RAFA) seguido de reator aeróbio com tecnologia MBBR / IFAS.

O sistema anaeróbico é reconhecidamente o processo que gera a menor parcela de lodo em excesso, atingindo cerca de 20 a 30% da carga de DBO aplicada, a taxa de conversão de lodo em sistemas aeróbicos varia entre 60 e 80%. Com base neste conceito, o sistema UASB foi dimensionado para remover até 75% da DBO de entrada, deixando apenas 25% da carga para a remoção no segundo estágio. Para o dimensionamento do segundo estágio, considerou-se a remoção de 65% no primeiro estágio de cerca de 90% da vazão, desta forma, por segurança, o segundo estágio foi dimensionado com 35% de carga remanescente dos reatores UASB e mais 10% de carga de esgoto bruto, oriundo do By-pass. O Balanço de massa mostra a redução de carga prevista em torno de 58,7%, em termos de DBO.

O processo duplo estágio é necessário, pois o primeiro estágio anaeróbio, apesar de agregar vantagens de baixo consumo energético e baixa produção de lodo, não consegue atingir índices adequados de lançamento para remoção de DBO e, também, os índices de nitrificação são praticamente nulos.

O segundo estágio aeróbio com tecnologia MBBR, foi selecionado visando a baixa produção de lodo, além de agregar elevado potencial de tratamento e nitrificação do esgoto tratado. O sistema MBBR/IFAS é um sistema que reduz significativamente a produção de lodo, pois a maior parcela do lodo é aderida à superfície da mídia, esse biofilme (massa bacteriana) não fica suspensa e, portanto, não sai facilmente do reator, o que gera uma elevada idade de lodo (tempo de residência celular). Os sistemas MBBR geram taxas de 40 a 50% de produção de lodo, com base a carga de DBO aplicada.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 52 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Tanto o primeiro estágio anaeróbio, quanto o segundo estágio MBBR/IFAS são sistemas que oferecem um alto tempo de residência celular (Idade de Lodo) favorecendo a estabilização e mineralização do mesmo, assim é possível atingir índices de SSV menores ou iguais a 70% do SST, possibilitando atingir teor de sólidos na desidratação de 20%.

Os Dados para ETE Araçás:

- Digestor Anaeróbio
 - CO = 21.625 kgDBO/dia
 - COrem = 15.786 kgDBO/dia (considerada no cálculo = 14.056 kgDBO/dia)
 - CO = 43.420 kgDQO/dia
 - COrem = 28.977 kgDQO/dia (considerado no cálculo = 25.950 kgDQO/dia)
 - Prod. Lodo = 4.799 kgSST/dia (22% da Carga de DBO aplicada)
 - Vol. Lodo = 119 m³/d

Taxa de conversão de 22% com base na DBO aplicada e 11% com base na DQO aplicada, as taxas de geração de sólidos com base nas cargas removidas correspondem a 30% e 17% para DBO e DQO respectivamente.

- Reator Aeróbio – Segundo estágio
 - CO = 9.927 kgDBO/dia
 - COrem = 8.370 kgDBO/dia
 - Prod. Lodo = 4.736 kgSST/dia (47,5% da Carga de DBO removida)
 - Lodo no efluente final = 1.060 kgSST/dia (considera-se 20 mg/l na saída)
 - Lodo em excesso = 3.669 kgSST/dia (a ser descartado via desidratação)
 - Vol. Lodo = 611 m³/d

Pelo balanço de massa, considera-se que a taxa de lodo descartado da ETE AMPLIAÇÃO, via desidratação, será de 36% da carga aplicada.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 53 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Considerando a ETE existente, sem a concepção duplo estágio com MBBR, a taxa de produção global de lodo em toda a ETE (ETE + AMPLIAÇÃO) sobe para 65% da carga de DBO aplicada.

Conclusão:

Ambos os processos adotados na rota tecnológica são processos que garantem a baixa produção e a elevada estabilização de lodo, permitindo melhor resultado na desidratação.

- Volume de Lodo a ser desidratado:
 - $V = 611 + 119 = 730 \text{ m}^3/\text{d}$
 - $MS = 3669 + 4776 = 8.445 \text{ kgSST}/\text{dia}$
- Concentração de lodo a desidratar:
 - $CSST = 12 \text{ kg}/\text{m}^3 (1,2\%)$
- Considerado a desidratação conjunta do lodo da ETE Existente, o balanço passa a ser:
 - $V = 611 + 119 + 241 = 971 \text{ m}^3/\text{d}$
 - $MS = 3669 + 4776 + 7226 = 15.671 \text{ kgSST}/\text{dia}$
- Concentração de lodo a desidratar:
 - $CSST = 16 \text{ kg}/\text{m}^3 (1,6\%)$
- Lodo Desidratado:
 - Eficiência: 95% capitação de sólidos
 - $MS = 15.671 * 0,95 = 14.947 \text{ kg}/\text{dia}$
 - $CSST = 200 \text{ kg}/\text{m}^3 (20\%)$
- Volume de lodo para aterro:
 - $Vol = 74 \text{ a } 78 \text{ m}^3/\text{d}$

Considerações para o dimensionamento RFA/MBBR (cada linha):

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 54 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

O sistema de lodos ativados RFA/MBBR foi dimensionado como alternativa para o tratamento secundário. Desta forma, as características e parâmetros foram baseados na qualidade do efluente instalados a montante do sistema aeróbio.

O sistema aeróbio foi dimensionado para 100% da vazão total, com DBO de 186,75 mg/l sendo composto por 90% de efluente do reator UASB (65% de redução de DBO e 60% de redução de DQO) e 10% de vazão com as características de esgoto bruto.

4.4. Características Principais do Reator Aeróbio RFA/MBBR

Está prevista a implantação de um reator RFA/MBBR, com as características principais:

- Capacidade unitária: 618 l/s (vazão média);
- Capacidade unitária: 1.112 l/s (vazão máxima);
- DBO / DQO: 187 mg/l / 374 mg/l
- Tempo de Detenção Hidráulica: 16 horas;
- Comprimento x Largura - Tanque de Aeração: 42,70 x 29,00 m;
- Comprimento x Largura - Tanque de Aeração/Decantação: 42,00 x 29,00 m;
- Área - Tanque de Aeração (1 unidade): 1.238 m²;
- Área - Tanque de Aeração/Decantação (2 unidades): 1.218 m²;
- Altura útil total: 5,50 m;
- Volume útil - Tanque de Aeração (1 unidade): 6.810 m³;
- Volume útil - Tanque de Aeração/Decantação (2 unidades): 6.700 m³;
- Eficiência remoção DBO no Reator Aeróbio RFA/MBBR: 83,9%;
- Demanda de ar soprado: 492 Nm³/min;
- Misturadores no Tanque de Aeração/Decantação: 2 x 30 cv em cada reator.

As características dos equipamentos do RFA/MBBR poderão sofrer ajustes no detalhamento do projeto executivo.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 55 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

4.5. Qualidade do Efluente Tratado Final

O efluente tratado das duas ETEs, Existente e Ampliação, é direcionado para sistema de Desinfecção por Ultravioleta, e posteriormente passa por medição de vazão em tubulação utilizando-se de medidor de vazão eletromagnético do tipo inserção, seguindo por tubulação até o ponto de lançamento, Rio Jucu.

Quadro 5 - Qualidade do Efluente Tratado

PARÂMETROS	VALORES Edital ¹	VALORES Projeto
Concentração de DBO ₅ 20°C no efluente, mg/l	≤ 30	≤ 30
Concentração de DQO, mg/l	≤ 100 para DQO média do afluente de 674 mg/l	≤ 90 para DQO média do afluente de 674 mg/l
Concentração de Sólidos Totais em Suspensão, mg/l	≤ 70	≤ 40
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff	≤ 1,0	≤ 1,0
Materiais Sedimentáveis para lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula	Virtualmente ausente	Virtualmente ausente
Nitrogênio Total (mg/l)	≤ 35	≤ 35
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	≤ 20	≤ 20
Óleos e graxas minerais (mg/l)	≤ 20	≤ 20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	≤ 50	≤ 50
Oxigênio dissolvido (mg/l)	> 0,5	> 0,5
Temperatura (°C)	< 40	< 40
pH	5,00 - 9,00	5,00 - 9,00
Materiais flutuantes	Ausentes	Ausentes
E.Coli	Máx. 600 NMP/100ml	Máx. 600 NMP/100ml
Eficiência Global DBO ₅	93,3 %	93,3 %

¹ Fonte: Edital Nº RFP-003-2017-CESAN-2.B5 (Tabela 6, item 7.1.1, p. 186 e 187).

Os parâmetros a serem alcançados segundo edital de licitação são as exigências contratuais. Nossa memória de cálculo da ETE ampliação (nova) prevê SST = 20 mg/l e a média, considerando a ETE existente, adequada para a vazão de 300 l/s, é de 40 mg/l.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 56 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES PERIFÉRICAS

5.1. Casa do Sopradores e Subestação de Energia

O projeto de Ampliação da ETE Araçás considera aproveitamento da Casa dos Sopradores existente. Para tanto os sopradores, tubos, peças e acessórios serão substituídos por equipamento mais modernos e eficientes. O prédio existente será reformulado e ampliado no sentido de seu comprimento. No esquema de montagem os sopradores novos serão instalados um após outro sem interrupção da operação atual.

Os atuais sopradores roots serão substituídos por sopradores de alta performance, Turbocompressor centrífugo radial de simples estágio HST (High Speed Tech).

Os sopradores turbos propostos, além de mais eficientes, têm as seguintes vantagens:

- operam com inversores de frequência integrados;
- baixo ruído;
- manutenção mínima (troca de filtros de ar).

A casa dos sopradores reformulada atenderá as demandas de ar soprado das duas ETES, ETE existe e ETE Ampliação.

O manifold existente será substituído, porém montado na parte externa ao prédio existente para facilitar a montagem do novo sistema, bem como evitar superaquecimento da sala dos sopradores.

É importante ressaltar que a solução apresentada possui uma vantagem considerável do ponto de vista energético em relação às soluções propostas por sopradores lobulares. Estamos propondo a instalação de 4 máquinas (4 operando + 1 reserva) de 400 cv, totalizando 1200 cv, isto é, cerca de 30% menos do que os sopradores lobulares. Além disso, para atingir ao ponto de operação, os turbocompressores consomem cerca de 1380 cv, frente aos 1697,6 cv referenciados no projeto com os sopradores lobulares, ou seja, há uma redução de cerca de 19% no consumo energético, nesse caso.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 57 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

O prédio existente é uma edificação retangular com dimensões de 12,00 m x 7,50 m (sopradores) e 12,00 m x 2,50 m (comando), totalizando 120,00 m² de área útil. Consiste em uma edificação em estrutura de concreto armado e alvenaria de blocos de concreto, em pavimento térreo.

Com a ampliação teremos uma edificação retangular com dimensões de 15,00 m x 7,50 m (sopradores) e 15,00 m x 2,50 m (comando), totalizando 150,00 m² de área útil.

Abrigará os sopradores de ar e painéis de comando.

A estrutura de cobertura do prédio tem uma laje de concreto armado e sobre esta, estrutura e telhas metálicas.

As portas externas serão metálicas e serão reinstaladas na parte de ampliação do prédio.

O prédio será equipado com sistema de entrada e saída de ar, sendo a entrada na parte inferior e saída através de exaustores na parte superior, permitindo a troca de ar adequada ao sistema de geração de ar soprado.

As características, dimensões e equipamentos citados serão confirmados ou retificados no projeto executivo de acordo com os equipamentos que efetivamente serão instalados.

5.2. Geração de Ar Soprado

A demanda de ar para os dois sistemas aeróbio, UNITANK e RFA/MBBR é de 863 Nm³/minuto, assim distribuído:

- ETE existente, Unitank: Q = 363 Nm³/min;
- ETE Ampliação, RFA/MBBR: Q = 500 Nm³/min.

Temos ainda consumo de ar soprado no “*strimping*” do UASB. Estima-se o consumo de 10 Nm³/minuto nesta operação.

Portanto a demanda total de ar soprado para as duas ETEs será de 873 Nm³/minuto. Na sequência apresentam-se os dados dos equipamentos a serem utilizados para atender a ETE Araçás, existente e ampliação.

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	58 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

a. Sopradores de Ar

Foram adotados sopradores de alta eficiência e respectivos acessórios de instalação, acionados por motor elétrico adequado às condições operacionais, a saber:

- Altitude local: 3,50 m;
- Produção de ar total: 873,20 Nm³/min;
- Vazão de ar unitária na admissão: 218,3 Nm³/min;
- Pressão diferencial: 610 mbar;
- Temperatura do ar de admissão: 40°C;
- Rolamentos: Magnéticos, em aço silício e cobre;
- Motor elétrico: 280 kW (380 cv) – 4 pólos;
- Conexão de entrada: DN 500 / PN 10, com silenciador e filtro externos;
- Conexão de saída: DN 500 / PN 10;
- Motor elétrico de alta velocidade, de ímãs permanentes, acionamento com conversor de frequência;
- Cabine de atenuação sonora;
- Adequado para pressão de descarga, relacionado à lâmina d'água no reator RFA/MBBR, lâmina d'água de 5,50 m.ca.;
- Partida/parada: Rampa (Conforme programação do controlador e limites da máquina);
- Acessórios:
 - Filtro de ar de entrada 1200 x 1200;
 - Silenciador de entrada D500;
 - Junta flexível borracha DN 300;
 - Cotovelo DN 300;
 - Cone silenciador DN 300 - DN 500;
 - Válvula de retenção DN 500;
 - Botão de parada;
 - Módulo comunicação.

Os sopradores operarão com variação de velocidade para ajuste de vazão de ar.

Os dados dos Sopradores poderão variar em função do equipamento adquirido.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 59 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

b. Exaustores do Ambiente

Os sopradores geram bastante calor. Assim, a sala dos sopradores será equipada com exaustores, localizados na parte superior do prédio dos sopradores e deverão estar sempre em operação quando os motores estiverem funcionando.

c. Tubulações Conductoras de Ar Soprado

Na saída de cada soprador é conectada uma luva flexível, uma válvula borboleta, tubos e peças que se interligam a um *manifold* externo de diâmetro 1200 mm.

A tubulação de transporte de ar soprado será toda em aço inox e a concepção adotada foi de que sopradores operacionais alimentam as duas ETEs, Existente e Ampliação. Para a ETE existente o *manifold* principal será conectado à tubulação existente de ar soprado de 800 mm e no lado oposto será conectado à nova tubulação, diâmetro 800 mm, que segue aérea até chegar ao novo tanque de aeração RFA/MBBR.

Já no reator RFA/MBBR a tubulação de ar soprado faz a distribuição interna aos reatores sendo que no reator de Aeração (MBBR) a tubulação terá 24" (600 mm) e nos reatores Aeração/Decantação a tubulação terá 12" (300 mm).

Nas entradas dos reatores são previstas válvulas de bloqueio automática do tipo borboleta com atuador elétrico.

Os diâmetros das tubulações podem sofrer ajustes em função do avanço do projeto executivo.

5.3. Desinfecção do Efluente Final

A vazão de descarte das duas ETEs Existente e Ampliação será reunida em uma única caixa que recebe os efluentes do UNITANK existente e do RFA/MBBR. A vazão total a ser desinfetada será de 900 L/s e 1.620 L/s, respectivas vazões de média e máxima horária.

A desinfecção do efluente final será feita por aplicação de radiação ultravioleta, em sistemas com lâmpadas emersas.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 60 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Após a reunião de vazões das duas ETEs o sistema segue para dois canais equipados com módulos de desinfecção por ultravioleta, sendo cada canal dimensionado para 50% das vazões, ou seja 810 L/s.

Na entrada do canal de desinfecção U.V. foram previstas comportas de canal para isolamento dos canais por ocasião de manutenção. Em isolamento de um dos canais será possível operar com um único canal com sobre elevação do nível de montante sem ocasionar danos ao processo, como transbordamento.

Após os dimensionamentos, os fornecedores serão consultados para cotejo técnico e disponibilidade de mercado.

O dimensionamento será feito com base na qualidade do efluente do tratamento biológico aqui preconizado.

A tecnologia atrelada ao Sistema UV será através de implantação de sistema de desinfecção em conduto (canal) aberto.

Os canais para instalação dos equipamentos ultravioleta terão comprimento de 15,00 m, largura de 1,50 m e profundidade 3,00 m. Na saída dos canais UV foram previstos canais com vertedores retangulares com comprimento elevado, 8,00 metros, para garantir que a lâmina de água não tenha variação elevada, com objetivo de não prejudicar a desinfecção por ultravioleta. Assim em qualquer faixa de vazão da ETE a lâmina de água onde estão submersas as lâmpadas não sofrerá variações acima de 15cm, previsto uma caixa de saída conectada ao emissário final de efluente tratado.

A partir do ponto de lançamento no Rio Jucú foi feito dimensionamento hidráulico considerando todas as perdas de carga (localizadas e distribuídas) do sistema adutor, emissários submerso e terrestre. A memória de cálculo hidráulico é apresentada no Capítulo 7: MEMÓRIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO.

As características principais da caixa de saída da ETE Araças Ampliação são:

- Dimensões em planta: C = 9,35 m e L = 2,95 m;
- Nível de borda: 8,50 m;
- Nível de água máximo no canal da U.V.: 7,25 m;

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 61 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Nível da soleira do vertedor de saída do canal da U.V.: 7,10 m;
- Nível de água máximo na caixa de saída: 7,22 m;
- Nível de fundo: 0,40 m;

As dimensões e níveis aqui consideradas poderão sofrer variações em função dos equipamentos a serem adquiridos.

5.4. Reservatório Pulmão para Amortecimento de Vazões

Para amortecimento das vazões de pico horário foi previsto um reservatório para armazenamento da parcela de vazão que o sistema adutor, emissário Araçás, não tem capacidade de aduzir com a carga disponível. Após o horário de pico o reservatório pulmão libera o volume armazenado para o emissário Araçás em horário fora de picos de vazão;

Propomos que o volume, refletido pela diferença de vazão entre pico e engolimento do sistema nos horários de pico, seja retida no sistema por um reservatório de amortecimento das vazões. Quando o nível de água na câmara de saída da ETE Araçás ultrapassar a capacidade de engolimento do emissário, o excesso de vazão será transbordado para o reservatório através do vertedor lateral.

Fora do horário de pico (vazões média e mínimas) o volume armazenado é liberado para o emissário, fazendo-se o esgotamento do sistema nos horários de menor solicitação do sistema adutor, emissário Araçás.

A liberação da vazão armazenada será automática assim que o nível de água na câmara de saída começar a baixar devido a diminuição da vazão e assim, por condição de vasos comunicantes, dará condições hidráulicas para descarga até um certo nível. A partir deste nível será necessário bombear a água retida no reservatório com descarga na câmara de saída.

O reservatório Pulmão foi dimensionado para reter o volume de água por 3 horas e a vazão considerada é a diferença entre a máxima horária e a capacidade engolimento do sistema emissário Araçás existente. Foram simuladas duas situações para definição da capacidade do emissário existente, a primeira considerando o nível normal do Rio Jucu e a segunda o nível de enchente, que é a situação mais crítica.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 62 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

1ª situação: nível do Rio Jucu na cota 0,555 m, conforme topografia 17-02-22.

2ª situação: nível do Rio Jucu na cota 2,00, m, cheia máxima.

Para as duas situações consideramos que a carga hidráulica na caixa de saída da ETE, após a desinfecção, será no nível 7,25 metros, garantia de que não ocorrerá remansos para o interior dos decantadores dos reatores aeróbio (Unitank e RFA/MBBR que operam na cota 8,00 metros.

Desta forma a capacidade de engolimento do sistema adutor será:

1ª situação: vazão máxima aduzida = 970 L/s.

2ª situação: vazão máxima aduzida = 850 L/s.

Para dimensionamento do reservatório Pulmão consideramos a condição mais crítica (2ª situação, nível de cheia), e deveremos transbordar a diferença de vazão entre pico horário $Q = 1.620$ L/s e vazão de engolimento 850 L/s, ou seja, vazão transbordo de 770 L/s.

Considerando tempo de vazões máximas de 3 horas consecutivas deveremos armazenar um volume de $770 \text{ L/s} \times 3,6 \times 3 \text{ hs} = 7.316 \text{ m}^3$ (mínimo).

Para efeito de segurança consideramos a área disponível e os níveis de água no pulmão e chegamos no seguinte volume real $37,00 \times 32,00 \times 7,50 \text{ m} = 8.292 \text{ m}^3$.

Após as 3 horas de armazenamento as vazões de descarga diminuem e a descarga do volume armazenado poderá ser descarregado entre 6 e 9 horas. Após esse primeiro ciclo entra o segundo repetindo toda a operação, conforme diagrama abaixo:

DIAGRAMA DAS DESCARGAS																								
	Transbordo			Descarga por Bombeamento										Transbordo			Descarga por Bombeamento							
Vazão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
m ³ /h	2.764	2.764	2.764	921	921	921	921	921	921	921	921	921	2.764	2.764	2.764	921	921	921	921	921	921	921	921	921
m ³	8.292			8.292										8.292			8.292							
L/s	768	768	768	256	256	256	256	256	256	256	256	256	768	768	768	256	256	256	256	256	256	256	256	256

Considerando situação normal, nível do Rio Jucu na cota 0,55 metros, o tempo de armazenamento poderá ser estendido para 3,5 horas, devido a maior capacidade de engolimento do sistema adutor.

Salienta-se que o sistema aqui concebido trabalha com borda do reservatório Pulmão no nível 8,00 metros e a borda do sistema de desinfecção e reatores aeróbio

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 63 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

no nível 8,50 metros representando certa folga do sistema quanto a trasbordamentos, visto que a cota de carga hidráulica que estamos trabalhando para vazão máxima horária de 1,620 L/s foi estabelecida no nível 7,30 metros, montante da ultravioleta. Portanto borda livre de 0,70 metros para o reservatório pulmão e de 1,20 metros para o sistema de desinfecção e tanques de aeração.

5.4.1. Estação Elevatória de Realimentação do Emissário Final

- Volume a ser drenado)..... 8.292 m³
- Tempo de bombeamento 6 horas
- Vazão a ser dreanda 384 l/s (1.382 m³/h)
- Número de bombas..... 2+1R
- Vazão unitária 100 a 192 l/s (691 m³/h)
- Altura manométrica 10 m.c.a.
- Potência de cada bomba..... 30 kW
- Tipo de equipamento de recalque Centrífuga submersível
- Partida..... Inversor de frequência

5.5. Emissário de Efluente Final

No presente projeto estamos utilizando o emissário de efluente tratado existente em sua capacidade máxima de transporte de acordo com a máxima carga hidráulica disponível na ETE Araçás, nível estabelecido em 7,25 metros.

Com estas considerações e os níveis de água no ponto de lançamento, nível normal e de enchente do Rio Jucu, chegamos às seguintes situações:

1ª situação: vazão máxima aduzida = 970 L/s.

2ª situação: vazão máxima aduzida = 850 L/s.

O emissário existente tem diâmetro nominal de 900 L/s e foi executado em ferro fundido, classe K-7.

O diâmetro externo é de 945mm e tem espessura de 9,8 mm, resultando em diâmetro interno de 925,4 mm. Nestas condições as velocidades na tubulação será:

1ª situação: vazão máxima = 970 L/s, velocidade =1,44 m/s

2ª situação: vazão máxima = 850 L/s, velocidade =1,26 m/s

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	64 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

Considerando ainda a vazão máxima horária de final de plano como sendo 1.620 L/s, a velocidade no emissário existente seria de 2,41 m/s. Esta velocidade também é aceitável, porém na concepção de reter a diferença das vazões de pico horário em reservatório pulmão não ocorrerá.

5.5.1. Análise do difusor existente – Lançamento no Rio Jucu

O difusor submerso do emissário Araças libera o fluxo na massa líquida do Rio Jucu. Tem as seguintes características:

- Diâmetro externo: 680 mm;
- Diâmetro interno: 627,6 mm;
- Diâmetro dos furos: 100 mm;
- Número de furos: 29 ud;
- Comprimento: 38,00 m;
- Material: PEAD, PN-4

Nas simulações hidráulicas com o objetivo do emissário Araças existente ter capacidade hidráulica de aduzir a maior vazão possível de acordo com as premissas hidráulicas de montante e jusante o difusor existente não se mostrou viável devido as suas características. Sendo assim será necessário reavaliar um novo difusor submerso com as seguintes características:

- Diâmetro externo: 900 mm;
- Diâmetro interno: 830,6 mm;
- Diâmetro dos furos: 130 mm;
- Número de furos: 50 ud;
- Comprimento: 65,00 m.
- Material: PEAD, PN-4

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 65 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

5.6. Elevatória de Água de Retornos / Lodo / Escuma

Todos os líquidos em excesso do processo de tratamento serão encaminhados por gravidade para uma unidade de bombeamento que os recalcará para serem reprocessados na ETE. Os líquidos drenados que chegam à estação elevatória são: lodo anaeróbio e aeróbio, sobrenadantes (filtrados) da desidratação de lodo e espuma dos reatores anaeróbios.

Esses líquidos chegam separados e são encaminhados a poços de sucção, também independentes, onde serão recalcados conforme segue:

- **Lodo primário anaeróbio:** Este lodo em excesso do UASB estabilizado é descartado dos reatores e a elevatória os encaminha para o tanque de estocagem de lodo localizado junto ao prédio da desidratação de lodos;
- **Lodo secundário aeróbio:** Este lodo em excesso do RFA estabilizado é descartado dos reatores e a elevatória os encaminha para o tanque de estocagem de lodo localizado junto ao prédio da desidratação de lodos;

Os dois lodos anaeróbio e aeróbio podem ser encaminhados diretamente para o tanque de estocagem de lodo por gravidade pois os níveis operacionais do UASB e RFA/MBBR permitem esta operação. O lodo do RFA/MBBR também pode ser encaminhado, via bombeamento, para a entrada do UASB e assim possibilitar uma maior concentração do lodo.

- **Sobrenadantes:** Retornos dos processos de desidratação de lodo (filtrados) e todos os respingos e drenos dos processos de tratamento são encaminhados para o início do processo;
- **Escuma:** Líquidos sobrenadantes com mistura de espuma que são descartados regularmente dos reatores UASB. A espuma/gordura é segregada nos poços de espuma e de retornos, encaminhada para o tanque de estocagem de lodo e os líquidos encaminhados para o início do processo.

As características dessas elevatórias são apresentadas a seguir:

Todos os conjuntos de recalque irão operar em rodízio, comandadas por medidores de nível e tempo de operação de cada unidade.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 66 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

5.6.1. Estação Elevatória de descarte de lodo do UASB

- Vazão de descarte de lodo Anaeróbio.. 119 m³/d
- Vazão de descarte de lodo Aeróbio..... 611 m³/d
- Concentração variável 0,7 a 4%4% (UASB)
- Número de bombas..... 1+1R
- Vazão unitária 5 a 10 l/s (36 m³/h)
- Altura manométrica 15 m.c.a.
- Potência de cada bomba..... 3,73 kW
- Tipo de equipamento de recalque Centrífuga horizontal
- Partida..... Inversor de frequência

5.6.2. Estação Elevatória de Água de Retornos

- Vazão dos descartes (filtrados)..... 897 m³/d
- Concentração0,8%
- Número de bombas..... 1+1R
- Vazão unitária 7 a 16,7 l/s (60 m³/h)
- Altura manométrica 15 m.c.a.
- Potência de cada bomba..... 7,5 kW
- Tipo de equipamento de recalque Centrífuga horizontal
- Partida..... Inversor de frequência

5.6.3. Estação Elevatória de Escuma

- Vazão de descarte de escumas..... 160 m³/d
- Concentração3%
- Número de bombas..... 1+1R
- Vazão unitária 1,5 a 2,8 l/s (10 m³/h)
- Altura manométrica 10 m.c.a.
- Potência de cada bomba..... 2 kW
- Tipo de equipamento de recalque Bomba deslocamento positivo
- Partida..... Inversor de frequência

As características dos sistemas de bombeamento poderão sofrer ajustes em função do avanço do projeto executivo.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 67 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

5.7. Tratamento de Lodo (Fase Sólida)

O lodo excedente descartado dos reatores anaeróbios UASB e Tanques de Aeração RFA/MBBR serão encaminhados para o tanque de estocagem de lodo. Este tanque de lodo também receberá contribuição da ETE Existente. O sistema de desidratação existente, decanter centrífugo e periféricos, deverá ser mantido para operar em situações especiais.

Os equipamentos de desaguamento de lodo serão do tipo mecanizado, apropriados para as características do lodo em excesso das ETEs Existente e Ampliação.

Além dos descartes de lodo, o tanque de estocagem receberá espuma proveniente da elevatória de espuma. Lodo e espuma serão homogeneizados adequadamente neste tanque de estocagem.

O Lodo homogeneizado será recalcado através de três bombas (2B+1R) de cavidades progressivas, até as desaguadoras de lodo. As bombas serão acionadas por inversor de frequência e nas linhas de recalque de lodo serão instalados medidores eletromagnéticos de vazão, dando sinal ao CLP para gerenciamento de todo o sistema.

A bomba, a desaguadora de lodo e o correspondente dosador de polieletrólito deverão ser acionados pelo CLP do sistema de desidratação de lodo, tão logo o Tanque de Lodo atinja um determinado nível, no caso nível máximo.

O lodo desidratado será descarregado em caçambas estacionárias, localizada no piso inferior, sendo daí removido para disposição final.

5.7.1. Unidades do Tratamento de lodo

A princípio, a linha de tratamento de lodo será composta de:

- Tanque de recebimento de lodo em excesso (lodo Anaeróbio + Aeróbio): 2 x 90 m³
- Sistema de armazenamento e preparo de solução de polímero (polieletrólito);
- Sistema de dosagem de solução de polímero (polieletrólito);

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 68 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Sistema de Desidratação em etapa única pro desaguadora mecanizada;
- Sistema de armazenamento de lodo desidratado em caçambas estacionárias

Vale ressaltar que os líquidos removidos da linha de tratamento de lodo deverão ser descarregados à jusante do tratamento preliminar, na entrada da caixa divisora de vazão CDV-1. Desta forma, esses líquidos não interferem no dimensionamento e operação do tratamento preliminar.

5.7.2. Quantidade de Lodo Produzido

- Lodo Anaeróbio proveniente do UASB: 4776 kgMS/d @ 4% = 119,4 m³/dia
- Lodo Aeróbio proveniente do RFA/MBBR: 3669 kgMS/d@ 0,6% = 611,4 m³/dia
- Lodo Aeróbio proveniente Da ETE existente: 7226 kgMS/d@ 3% = 240,9 m³/dia
- Produção total de lodo: 972 m³/dia, concentração média de 1,6%

5.7.3. Tanque de Estocagem de Lodo

O tanque de lodo terá capacidade para reter o lodo por um período de 2,5 horas. Isto resulta em um volume do tanque de lodo de $(972/24 \times 2,5) = 101$ m³.

Salienta-se que ainda existem o poço da elevatória de lodo e o tanque da ETE existente.

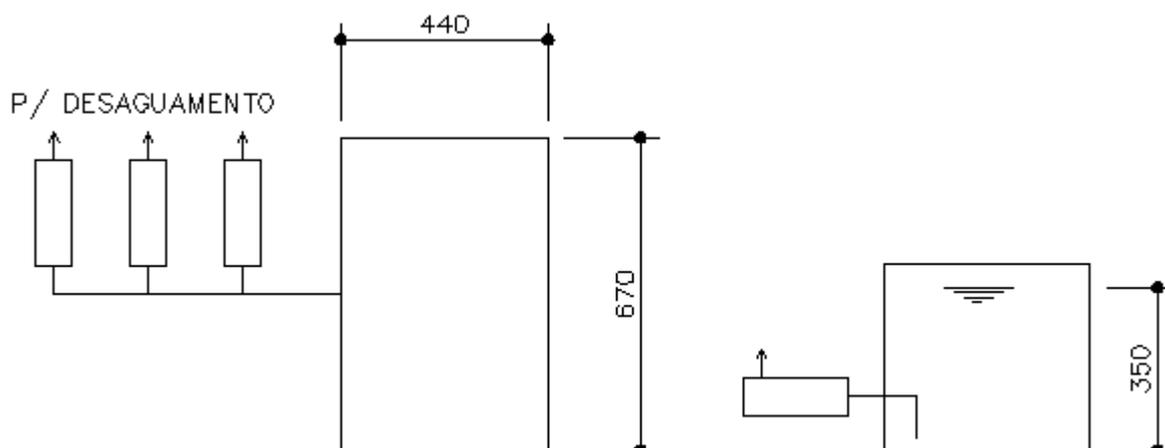


Figura 8: Principais dimensões do tanque de lodo

- Volume útil resultante: 103 m³
- Serão utilizados misturadores para homogeneização do lodo

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 69 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

5.7.4. Concepção da Linha de Tratamento de Lodo

A concepção do sistema de tratamento de lodo, conforme apresentado previamente, considera a utilização de etapa única de tratamento de lodos com desaguamento em equipamento mecânico.

O sistema foi concebido com as seguintes premissas:

- 2 equipamentos operacionais;
- 20 horas de operação diária.

Serão apresentados os dimensionais dos equipamentos de acordo com as premissas mencionadas.

5.7.5. Desidratação de Lodo em Etapa Única – Vazões de dimensionamento

A vazão de alimentação do sistema, considerando-se 20 horas de operação, pode ser calculada da seguinte forma:

$$Q \frac{Lp}{CPress} = \frac{972}{20} = 48.6 \text{ m}^3/h$$

$$Q \frac{Lp}{CPress} = \frac{15.671}{20} = 783,55 \text{ kg.SST/h}$$

Considerando-se 2 equipamentos operacionais, os equipamentos deverão operar nas seguintes vazões:

- Vazão mássica = 391,77 kg SST/h;
- Vazão hidráulica = 24,27 m³/h;
- Concentração de sólido na entrada da máquina = 1,6%

5.7.6. Estação Elevatória de Alimentação da Desidratação

As bombas de alimentação desaguadores serão do tipo de deslocamento positivo, compondo um conjunto de 03 (três) unidades em funcionamento, com capacidade de 25 m³/h cada uma, para receber lodo com teor de sólidos de até 2%.

- Vazão de descarte de lodo Anaeróbio + Aeróbio.. 972 m³/d
- Concentração média 1,6%
- Número de bombas.....2+1R

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 70 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Vazão unitária 20 a 40 l/s
- Altura manométrica 15 m.c.a.
- Potência de cada bomba..... 7,35 kW
- Tipo de equipamento de recalque..... Bomba deslocamento positivo
- Partida..... Inversor de frequência

As características dos sistemas de bombeamento poderão sofrer ajustes em função do avanço do projeto executivo.

5.7.7. Desidratação de Lodo em Etapa Única – Sistema de dosagem de polímero

Considerando-se as vazões de dimensionamento, produções de lodo inerentes ao sistema de desidratação de lodo e a recomendação dos fabricantes do equipamento, considera-se o consumo de 6 kg de polímero por tonelada de lodo a ser processado na base seca.

Considerando-se ainda uma concentração de 0,10% da solução a ser preparada, obtêm-se o seguinte dimensionamento do sistema de preparo de polímero:

Consumo de Polímero:

- Consumo polímero = $6 \cdot (712,32/1000) = 4,27$ kg polímero/h;
- Vazão de polímero = $4,27/0,0010 = 4.270$ litros/h;
- Consumo estimado mensal = 3.300 Kg (considerando 5 Kg polímero/h).

Desta forma o sistema de preparo e dosagem de polímero terá capacidade de 5.000 l/hora.

Para estocagem do produto polímero em pó estamos reservando uma área 5,00 m² na mesma sala de preparo do produto, conforme indicado no projeto.

5.7.8. Desidratação de Lodo em etapa única – Balanço de Massa

De acordo com as características do equipamento foi elaborado balanço de massa da linha de tratamento de lodo de acordo com a eficiência no equipamento especificado para tal finalidade.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 71 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

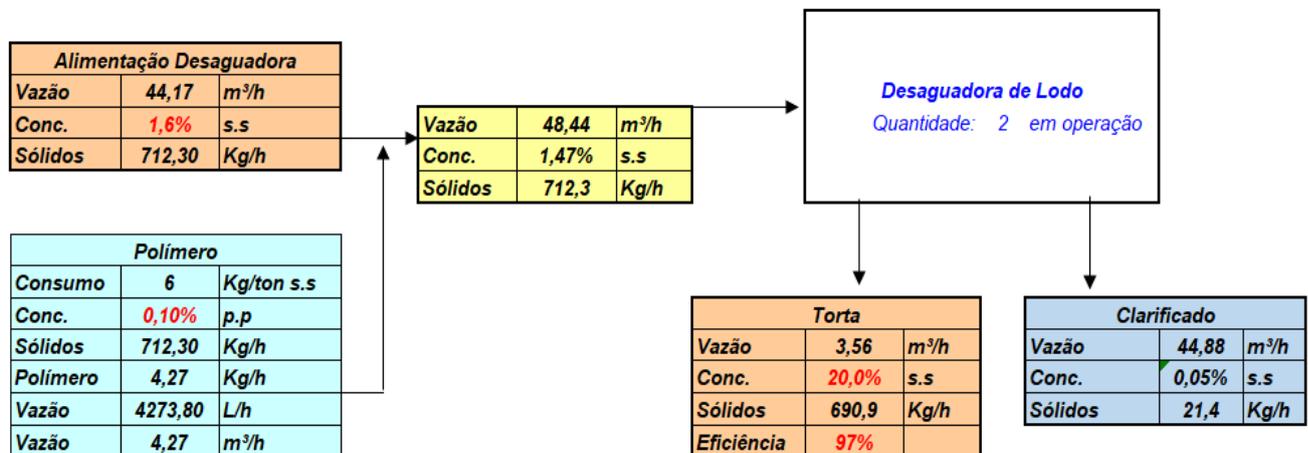


Figura 9: Balanço de massa – Desaguamento de Lodo

Características de Operação

Tipo de suspensão a ser desaguada	Lodo de ETE
Vazão da suspensão (capacidade hidráulica e mássica máx.)	972 m³/dia e 15.671 kg/dia
Tempo de operação diário:	20 h/dia
Número de equipamentos operando	2 cj
Vazão (capacidade hidráulica e mássica máx. por máquina)	24,3 m³/h e 391,77 kg/h
pH da suspensão	Entre 6 e 9
Temperatura	Ambiente
Teor de sólidos da suspensão	1,6%
Teor de sólidos na torta	20% (estimado)
Tempo de operação/dia	20 h/dia
Pressão máxima de operação	2 bar
Consumo de polieletrólito	Entre 5 e 8 kg/ton massa seca (estimado)

A vazão de retorno de líquido removido do lodo (clarificado) é estimada em 44,88 m³/h (12,47 l/s). Deverá ser encaminhada por gravidade à estação elevatória de retornos.

Os dados aqui considerados poderão sofrer variações em função do equipamento a ser adquirido.

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	72 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

5.7.9. Edifício para a desidratação de lodo

O prédio para desidratação de lodo abrigará os seguintes equipamentos: bombas de lodo, desaguadores mecânicos de lodo, sistema de preparo e dosagem de polímeros e painéis de comando do sistema de lodo. O prédio terá dois pavimentos.

Consistirá em uma edificação retangular com dimensões de 11,60 m x 12,40 m, totalizando 143,84 m² de área construída. Será uma edificação em estrutura de concreto armado e alvenaria de blocos de concreto com pé direito 4,50 m.

O pavimento térreo abrigará as bombas de lodo, os preparadores automáticos de polímeros e respectivas bombas de dosagem, além de dar acesso a caminhão transportador das caçambas de lodo desidratado.

Ao lado do pavimento térreo haverá o tanque de estocagem de lodo compartimentado em duas unidades com capacidade unitária de 90 m³.

O pavimento superior abrigará os equipamentos de desidratação de lodo, bem como os quadros elétricos de todo o sistema de tratamento de lodo.

A estrutura de cobertura do prédio terá uma laje de concreto armado e sobre esta, telhas estruturais. Terá beiral e platibanda em concreto armado.

O prédio será equipado com monovias para instalação e manutenção dos equipamentos: desidratadores de lodo, bomba, *etc.*

5.8. Edifício de Operação e Laboratório

No presente projeto estamos melhorando e ampliando a ETE Araçás e neste sentido considera-se aproveitamento integral das edificações existentes de operação, administração e laboratório. Considera-se ainda integração das duas ETEs Existente e Ampliação em um único Centro de Controle de Operações (CCO).

Se necessário os edifícios existentes passarão por reformas e melhorias tornando-os mais funcionais.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 73 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

5.9. Sistema de Água de Reuso

Parte do efluente tratado será reprocessado para utilização como água de reuso para as operações de processo de tratamento. Este efluente será filtrado, utilizando-se de filtro auto limpante *backflushing* auto-lavagem automática, com elemento filtrante com passagem de 150 micras, instalado na linha de recalque das bombas de captação na saída do efluente tratado. O filtro deverá iniciar a autolavagem quando atingir perda de carga máxima de 5 m.c.a. A água de reuso passará por desinfecção à base de hipoclorito de sódio.

O sistema de água de reuso terá capacidade para 20 m³/h e será bombeado para um reservatório elevado, instalado em ponto estratégico da ETE.

Contará com 2 conjuntos motobomba centrífuga, um sistema de filtração tipo cesto com limpeza automática, SKID de desinfecção e adutora de água de reuso, além do reservatório elevado com capacidade para 25 m³ e rede de distribuição para os pontos de consumo da ETE.

Considerando-se capacidade de produção 20 m³/h, dosagem média de 5,0 ppm e concentração do produto a 12%, reflete um consumo diário de 21,6 litros.

Considerando produção em 12 horas por dia o consumo diário será de 11 litros e mensal 330 litros.

Para estocagem recomendamos bombonas de hipoclorito de sódio de 200 litros, sendo consumidas duas por mês, considerando ainda que o recomendável é período máximo de estocagem de 15 dias para hipoclorito de sódio.

Para estocagem do produto estamos considerando armazenagem ao lado do sistema de produção de água de reuso, junto a unidade de desinfecção por ultravioleta, conforme indicado no projeto.

Elevatória de Alimentação do reservatório de água de reuso

Será dotada de duas bombas (1B+1R) do tipo centrífuga horizontal, montagem *back pull out*.

Elas operarão em rodízio, comandadas por medidores de nível, instalados no reservatório elevado.

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DESCRITIVO	A-050-002-94-5-MD-0001	74 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

A vazão recalçada (20 m³/h) alimentará o reservatório elevado de água de reuso com capacidade para 25 m³, e deste será injetado água de reuso na malha de rede interna para utilização em vários pontos de consumo de água de reuso da ETE.

As características do sistema de recalque são:

- Vazão a ser recalçada: 20 m³/h;
- Diâmetro da linha de recalque: 75 mm;
- Extensão da linha de recalque: 200,00 m;
- Material da linha de recalque: PVC;
- Nível de água no ponto de sucção (montante da Parshall): 4,74 m;
- Nível de água máximo do reservatório elevado (REL): 20,40 m;
- Desnível geométrico máximo: 15,66 m;
- Perda de carga na ETA serviço: 8,00 m;
- Perda de carga no sistema de recalque: 5,00 m;
- Altura manométrica da bomba: 29,00 m.c.a.
- Potência da bomba: 3,7 kW.

5.10. Sistema Auxiliares

5.10.1. Rede de Drenagem de Refugos Líquidos

A Desidratação de Lodos irá gerar líquidos que serão encaminhados, por gravidade, até o poço de sucção da elevatória de retorno de líquidos que, por sua vez, irá encaminhar os refugos líquidos para o início do processo.

Esta rede também receberá drenagens dos sistemas de tratamento preliminar e descargas de fundo de outras unidades da ETE.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DESCRITIVO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 75 de 75
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

5.10.2. Rede de água Potável

Derivada da rede interna da ETE Araçás e alimentará alguns pontos de consumo, próximo à desidratação de lodo, sala dos quadros elétricos e outros pontos que se façam necessários.

As características da linha de adução de água potável a partir do hidrômetro de entrada serão:

- Diâmetro da linha de chegada: 1" (25,04 mm);
- Extensão da linha: 150,00 m;
- Material da linha de recalque: PVC;
- Pressão: mesma da rede interna atual.

5.10.3. Rede de Águas Pluviais

Na área da ETE Ampliação será previsto um sistema de drenagem superficial composto por galerias de águas pluviais de pequeno diâmetro, 400 mm e 600 mm, com lançamento no poço de visita externo da galeria de água pluvial existente, localizado em frente a portaria da ETE Araçás.