



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 B – Memorial de Cálculo

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



Maior / 2022

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DE CÁLCULO	A-050-002-94-5-MD-0001	2 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	ESCOPO DAS OBRAS	4
2.1.	Solução Proposta	4
2.1.1.	Partes constitutivas da ETE	4
2.2.	Premissas para Dimensionamento	5
2.3.	Qualidade do Efluente Tratado Final	8
3.	MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROCESSO	9
3.1.	Dimensionamento dos Reatores Anaeróbios – UASBs	9
3.2.	Dimensionamento dos Reatores Aeróbios RFA/MBBR	11
3.3.	Esquema dos Reatores Aeróbios RFA/MBBR	21
3.4.	Balanço de Massa dos Reatores Anaeróbios UASBs	22
3.5.	Balanço de Massa dos Reatores Aeróbios RFA/MBBR	23
4.	MEMÓRIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO	24

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DE CÁLCULO	A-050-002-94-5-MD-0001	3 de 45
	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 de cálculo de processo e hidráulico das unidades principais e desenhos do projeto.

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DE CÁLCULO	A-050-002-94-5-MD-0001	4 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

2. ESCOPO DAS OBRAS

2.1. 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.

2.1.1. 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;
- Desaguamento Mecanizado de lodo;
- Sistema automático de preparo, dosagem e diluição de polímeros;
- Sistema de água de reuso;
- Sistema de água potável.

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

2.2. 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*, 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

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DE CÁLCULO	A-050-002-94-5-MD-0001	6 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

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 anaeróbicos 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 biomídia 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.
- 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).

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

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 7 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Quadro 1 - Dados de monitoramento do afluente da ETE Araças

Período	Valores	Vazão afluente (L/s)	Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal (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)

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

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 8 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

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%).

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.

2.3. 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 4 - 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 de 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 (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
Eficiência Global DBO ₅	93,3%

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 9 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

3. MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROCESSO

3.1. Dimensionamento dos reatores Anaeróbios – UASBs

UASB					
618	Qm= 618 l/s	incluindo filtrados e sobrenadantes			
	Utilizado	Referência			
Qm projeto	556,2	90% Q			
DBO (mg/L)	450				
DQO (mg/L)	900				
TDH = horas (anaeróbio)	8	8 a 10 horas			
Temperatura (°C) operacional do Reator Anaeróbio	28				
Número de módulos	4				
Efluente					
Q Média (L/s)	Q Máxima (L/s)	Q Média (m³/h)	Q Média (m³/dia)	CO (KgDBO/dia)	CO (KgDQO/dia)
139,05	250,29	500,58	12013,92	5406,26	10812,53
	K1 = coeficiente do dia de maior consumo (1,2) K2 = coeficiente da hora de maior consumo (1,5)				

Reator Anaeróbio					
Volume reator (m³)		CHV - carga hidráulica volumétrica (m³/m³.d)	COV - carga orgânica volumétrica (KgDQO/m³.d-1)	Velocidade Ascensional p/ Q média (m/h)	Velocidade Ascensional p/ Q Máxima (m/h)
Resultado	Utilizado				
4004,64	4009,50	3,00	2,70	0,69	1,24
		Adotar < 4 m³/m³.dia	2,5 e 3,5 kg DQO/m³.d	<= 0,70 m/h. As velocidades ascensionais menores que 0,5 m/h pode prejudicar na mistura do efluente com o lodo.	Q máxima < 1,1 m/h e Q de Pico < 1,5 m/h

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 10 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

H do Reator (m)		Área do Reator (m ²)	Comprimento (m)		Largura (m)	
Resultado	Utilizado		Resultado	Utilizado	Resultado	Utilizado
5,49	5,5	729,00	27,00	27,00	27,00	27,00
A profundidade útil total dos reatores deve estar entre 4 m e 6 m. A profundidade mínima do compartimento de digestão deve ser de 2,5 m.		729,00	determinar através da área do reator encontrada			

Eficiência Anaeróbio					
Eficiência de remoção DBO (%)		Eficiência de remoção DQO (%)		Concentração de DBO após tratamento (mg/L)	Concentração de DQO após tratamento (mg/L)
Resultado	Utilizado	Resultado	Utilizado		
75,25	73	67,16	65	121,50	315,00
Coeficientes 0,7 e -0,5		Coeficientes 0,68 e -0,35			
Geração de Lodo e Metano					
Massa de Lodo Gerada (kgSST/dia)	Volume de Lodo Gerado (m ³ /dia)	Produção Teórica de Metano (KgDQOCH ₄ /dia)	Fator de Correção para temperatura operacional do Reator (kgDQO/m ³)	Produção Volumétrica Teórica de Metano (Nm ³ /dia)	Vazão de Biogás (m ³ /dia)
1194,78	29,28	5190,01	2,59	2003,03	2670,70
Coeficientes de produção de sólidos no sistema = 0,14 a 0,18 kgSST/kgDQO	valores adotados: Densidade = 1020kg/m ³ ; Concentração de sólidos = 3 a 5 %	Coeficientes de produção de sólidos no sistema = 0,17kgDQO _{lodo} /kgDQO _{aplicada}	valores adotados: Pressão atmosférica = 1 Atm; KDQO - DQO correspondente a 1 mol de CH ₄ = 64DQO/mol; Rg - Constante de gases = 0,08206 atmL/molK		Os teores de metano no biogás encontram-se entre 70 a 80%

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DE CÁLCULO	A-050-002-94-5-MD-0001	11 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

3.2. Dimensionamento dos Reatores Aeróbios RFA/MBBR

Dimensionamento por módulo

CESAN Araças - RFA / MBBR

Condições de projeto - Considerações
<p>1- O termo de aditamento fixou a DBO e DQO de entrada em 450 mg/l e 900 mg/l respectivamente. Toda a ETE deverá ser dimensionada para tratar a carga gerada pela DBO e DQO especificada. Como a eficiência será considerada sobre os 900 l/s de esgoto tratado, entendemos que a ETE existente, também, terá que absorver a carga referente a DBO de entrada de 450 mg/l. O edital é claro, a ETE deverá ter capacidade para tratar 900 l/s com DBO de 450 mg/l. Sabendo-se que a ETE existente foi dimensionada com base em DBO de 296 mg/l, ela não terá capacidade de absorver o aumento de 50% da carga orgânica a ser tratada. Como o consórcio será responsável pela eficiência global e a ETE existente não suportaria o aumento de carga orgânica, foi decidido que seria reduzida a carga da ETE existente e majorada a carga hidráulica da ETE a ser dimensionada. Entende-se que o aumento de vazão de 100 l/s para a ETE nova e respectiva diminuição de vazão, na mesma proporção, para a ETE existente permitirá, que ambas as ETE's, sejam capazes de tratar toda a vazão (900 l/s), mantendo a qualidade de efluente final, conforme especificado no edital.</p>
<p>2- Com base no aumento de carga orgânica, gerado pelo aumento do índice de DBO e DQO do esgoto bruto, a vazão a ser tratada pela ETE existente será reduzida para 300 l/s. O balanço de massa indica que a capacidade atual seria de apenas 265 l/s, porém entende-se que existe folga hidráulica e recursos tecnológicos para que ela absorva 35 l/s de vazão, a maior, sem comprometer a qualidade do tratamento.</p>
<p>3- Será dimensionado a nova ETE para atender o excedente de 600 l/s. Como existe a prerrogativa de menor consumo energético e menor produção de lodo, será adotado o sistema de duplo estágio - anaeróbio + aeróbio (UASB + RFA/MBBR)</p>
<p>4- Considerou-se a redução de energia oferecido pela digestão anaeróbia, além da menor produção de lodos, porém será adotado a possibilidade de by-pass do digestor anaeróbio, para situações emergenciais de manutenção.</p>
<p>5- Para o dimensionamento do sistema aeróbio, considerou-se a experiência operacional existente e manteve-se a tecnologia RFA (reator de fluxo alternado) aqui denominado UNITANK, porém com a introdução das mídias MBBR, considerando a capacidade de grandes choques de carga (caso de manutenção do sistema anaeróbio), a maior estabilidade do sistema, aliado ao fato de menor produção de lodo.</p>
<p>6- O sistema de lodos ativados RFA/MBBR será dimensionado para absorver 10% de carga via by-pass, uma vez que o sistema RFA possibilita a remoção biológica do nitrogênio. Mesmo que, neste momento, a ETE não necessite de nitrificação completa e desnitrificação este poderá ser um índice necessário em um futuro próximo.</p>
<p>7- Os 10% considerados de by-pass não serão considerados no consumo energético, uma vez que será potência instalada, mas não será utilizada no presente. Este acréscimo de carga gera um pequeno aumento no dimensionamento do MBBR, porém o mesmo será calculado de forma que, caso seja necessário a nitrificação completa, em um futuro próximo, será apenas aumentado o volume de mídia MBBR. Inicialmente o volume de biomídia será de 50 - 60 % do tanque, podendo chegar a 60 -70% caso se verifique a necessidade de maior nitrificação no futuro. Está concepção permite que a ETE receba um up-grade simples, sem necessidade de novas obras civis, nem instalação de novos sopradores.</p>
<p>8- Com relação ao Nitrogênio não há informações claras sobre as concentrações de entrada, porém as planilhas de controle da ETE Araças indica valores médios na ordem de 63 mg/l, valor que será considerado no dimensionamento</p>

Unitank Existente LODO				
Q (l/s)	Q (m3/d)	DBO	CO	Lodo
400	34560	296	10229,76	4091,904
263	22732,8	450	10229,76	4091,904

	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DE CÁLCULO	A-050-002-94-5-MD-0001	12 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

Duplo estágio	UASB + RFA/MBBR	
Vazão UASB	90	%
Vazão By-pass	10	%
Eficiência UASB DBO	65	%
Eficiência UASB DQO	59	%
Rem. N celular	156	Kg/d
BDO bruto	450	mg/l
DQObruto	900	mg/l
NKT	63	mg/l
Fósforo (PT)	7,0	mg/l
Cálculo base (DBO - DQO)	DBO	
Vazão projeto	600	l/s
Vazão de pico	1.080	l/s
Vazão com recirculação de filtrados	618	L/s
DBO by pass	450	mg/l
DBO UASB	158	mg/l
Vazão Tratada	53.395	m3/d
CO Total	24.028	KgDBO/dia
Carga NTK	3.364	KgN/d
DBO removida UASB	15.618	KgDBO/dia
CO via UASB	7.569	Kg/dia
CO via By-pass	2.403	Kg/dia
CO a ser removido RFA/MBBR	9.972	KgDBO/dia
Carga NTK pós UASB	3.208	Kg/d
Vazões		
Vazão média/hora	618	L/s (cons. Filtrados)
Vazão máxima/hora	1038,24	L/s
Volume médio/dia	53.395	m3/d
Demanda Biológica de Oxigênio (DBO)		
Concentração	186,75	mg/l
Carga Diária DBO	9.972	kg/d
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	374	mg/l
Carga diária de DQO	19.943	Kg/d
Total de Sólidos em Suspensão		
Concentração	120	mg/l
Carga Diária TSS	6407	kg/d
Nitrogênio Total Kjeldalh		
Concentração	60,075	mg/l
Carga após UASB	3208	Kg/d
Temperatura max do esgoto	28	°C
Temperatura min	20	°C
Fósforo Total		
Concentração	6,5	mg/l
Carga Diária	348	kg/d
Temperatura	28	°C

A.2. Qualidade do Efluente TRATADO

DBO5		30	mg/l
<=			
DQO	<=	100	mg/l
Sólidos suspensos	<=	20	mg/l
NTK	<	35	mg/l
NH4	<	20	mg/l
NO3	<	15	mg/l
PO4			mg/l
Temperatura		< 40	° C

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 13 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Eficiências Previstas		
Eficiência UASB Remoção DBO	65,0	%
Eficiência RFA/MBBR Remoção DBO	83,9	%
Eficiência Global Remoção DBO	93,3	%
Carga orgânica :	9.972	Kg DBO5/dia
Concentração de biomassa :	2,8	kg SSV/m3
F/M (relação carga/microorganismos)	0,1	kg DBO/K SSV . m3dia
SST= MLSS	3,5	kg SST/m3
Idade de Lodo estimada	20	dias
SSV/SST=	80%	%
Cálculo do Volume do reator:		
VR= CO / ((f/m)*SSVt)	35613	m3
TDH = VR/Qm		
TDH	16,0	h
Carga Volumétrica:		
CV= CO / VR	0,28	Kg DBO/ m3dia
Hu=	5,5	m
Volume total de reação necessária :	35613	m3
Carga volumétrica:	0,28	Kg DBO/m3dia
Vazão média do efluente tratado :	2225	m3/h
Carga hidráulica(CH) superficial (Qm)	2	m3/m2hora
Carga hidráulica(CH) superficial max. (Qp)	< 3,0	m3/m2hora
A/M	0,08	
Desta forma, teremos para cada linha:		
Qm=	2225	m3/h
Qmax=	3738	m3/h
DECANTAÇÃO ACELERADA - MÓDULOS		
Cálculos para a decantação:		
Tx média =	1,8	m³/m² . hora
Área Decantação: Qm / Tx	1236	m²
Verificando Tax. Máx. = Qmáx/área	3,0	m³/m² . hora
Adotado Decantador retangular com módulos de decantação acelerado: L=1,7*B= L=	45,8	m
B=	27,0	m
Carga de vertedores	8,0	m3/m.hora
Comprimento dos vertedores:	467	m
Volume de cada decantador	6798	m3

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 14 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

<i>Considerado a idade de lodo (qc), ou tempo de residência celular, calculada como segue:</i>		
$\theta_{\chi} = \frac{\text{ζολυμε δε Ρεαλ}}{\text{Προδύση δε Λοδου}} \cdot \text{ΜΛΣΣ}$	MLSS=	3,5
	Produç. Lodo=	Fórmula
	TSSin=	120
	CO DBOin=	9972
	T=	25
	$\theta_{\chi} =$	20
PL= (x%)*Carga de DBO rem	X=	50
	Rem. DBO=	95
T-15=	10	
$1,072(T-15)$	1,072	$1,072(T-15)$
$0,72*0,6*1,072 (T-15)$	0,086582795	$1/\theta + 0,08*1,072(T-15)$
Considerando MBBR (taxa de PL)		50 %
Prod Lod=	5723	Kg/dia
PL=	4736	Kg/dia
PLm=	4736	Kg/dia
SS efluente	20	mg/l
Descarte pelo efluente	1068	Kg/dia
Descarte de Lodo em excesso	3669	Kg/dia
$\theta_{\chi} = \frac{\text{ζολυμε δε Ρεαλ}}{\text{Προδύση δε Λοδου}} \cdot \text{ΜΛΣΣ}$	$\theta_{\chi} =$	26,3
SS descarte	0,6	%
SS descarte	6,0	kg/m3
Qdesc	611	m3/d
Cálculos para Nitrificação		
Carga de nitrogênio:	3208	kg N/dia
Nitrogênio assimilado :	331,6	kg N/dia
Nitrogênio residual :	2876,2	kg N/dia
	53,9	mg/l
No efluente se pode alcançar níveis de nitrogênio amoniacal (NTK) de 20 ppm e de nitratos de X ppm:		
Norg=	20	mg/l
NO3=	15	mg/l

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 15 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Nitrogênio orgânico no efluente :	1068	kg N/dia
Nitratos no efluente :	801	kg N/dia
Nitrogênio nitrificado :	1808	kg N/dia
Nitrogênio desnitrificado :	1007	kg N/dia
Velocidade de nitrificação :	0,048	Kg N / Kg MLSS.dia
	37672	KgMLSS
Volume de nitrificação necessário :	10763	m3
O volume necessário é inferior ao volume de aeração total, podendo alcançar uma nitrificação completa		
Velocidade de desnitrificação :	0,08	Kg N / Kg MLSS.dia
	12592	KgMLSS
Volume desnitrificação necessário :	3598	m3
O volume anóxico é uma parte do volume de reação total, o resto é volume de aeração		
Porcentagem do reação anóxica/Decantador	53	%
Tempo de anoxia (desnitrificação biológica)	12,70	h/dia
Volume equivalente / anaerobiose	0	m3
Porcentagem de reação anaeróbia	0	%
Tempo anaerobiose (desfosfatização Biológica)	0,00	h/dia
Volume Nitrificação sem MBBR	32015	m3
Porcentagem de reação aeróbia (nitrificação)	90	%
Tempo de aeração necessário	21,6	h/dia

Nitrificação / Desnitrificação

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

A Desnitrificação será realizada, em parte, pelas camadas inferiores do biofilme formado nas mídias ríndmicas, mas o cálculo não considera esta remoção. O dimensionamento será 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 min. e 240 min. onde um dos decantadores operam como reatores e o outro como decantador. Durante este tempo, em que opera como reator, o processo inicia como reator anóxico. Todo o lodo em suspensão nos reatores é deslocado para o reator/decantador em operação 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 sibmersíveis), então o lodo (colonias de microorganismos 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 volume do reator, liberando nesta reação o Nitrogênio gasoso para a atmosfera.

Os cálculos para a desnitrificação demosntram a necessidade volumetrica do reator em 3598 m³. O volume do reator / decantador está dimensionado para 6858 m³, em função da necessidade de área para o decantador modular, 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, permte 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 nitrogenio a nitrificar e desnitrificar, estes tempos podem ser ajustados, para que os índices de remoção sejam atingidos ou mesmo melhorados.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 16 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Dimensões de cada linha		
<i>Aeração Total</i>		
	Quantidade	1
	Volume total por Linha	35613
<i>Decantação / Aeração</i>		
	Quantidade por linha	2
	Área	1236
	Altura útil	5,5
	Volume Aeração / Decantação	6798
<i>Tanque Aeração</i>		
	Quantidade	1
	Volume	28815
<i>Volume Reação Real</i>		
		35613
Dimensões Aeração / Decantação		
Quantidade por linha:	2	Un
Volume	6798	m3
Hu	5,5	m
B	45,8	m
L	27,0	m
Dimensões Aeração		
Quantidade por linha:	1	Un
Volume	28815	m3
Hu	5,5	m
Área	5239	m2
B	191,2	m
L	27,0	m
<i>C.2 - Necessidade de Oxigênio</i>		
<u>Respiração do substrato</u>		
Coeficiente respiração :	0,86	Kg O2/Kg DBO
Carga de DBO :	9972	Kg DBO/dia
Consumo de oxigênio :	8576	Kg O2/dia
<u>Respiração endógena</u>		
Coeficiente de respiração : (0,1 a 0,2)	0,113	Kg O2/Kg MLSSV
Concentração de MLSS :	2,8	Kg MLSSV/dia
Volume da Reação :	35613	m3
Total de lod no reator:	99716	Kg MLSSV
Consumo endogeno de O2:	11268	Kg O2/dia

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 17 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Respiração por Nitrificação		
Coeficiente de respiração :	4,6	Kg O2/Kg N-NO3 formado
Nitrogênio nitrificado :	1808	Kg N/dia
Consumo de oxigênio :	8318	Kg O2/dia
Desnitrificação		
Coeficiente de respiração :	-2,8	Kg O2/Kg N-NO3 formado
Nitrogênio desnitrificado :	1007	Kg N/dia
Consumo de oxigênio :	-2821	Kg O2/dia
Demanda Total de Oxigênio		
Nec. T. O2 = A.O.R		
A.O.R. (TTOcampo)	25341	Kg O2/dia
A.O.R.:	1174,5	Kg O2/h
Fornecimento de O2	2,54	KgO2/KgDBOapl
Ar Soprado		
utilizando-se difusores de bolha fina:		
Condições locais		
Temperatura do ar=	38	°C
Temp. max. água	25	°C
Altura coluna d'água=	5,5	m
Csw=	8,38	mg/l
Altitude=	3	m
b =	0,95	
α=	0,65	
CL=	2	mg/l
ηo =	4	%/m
ηt =	22	%
λ=		
T-20	12	
1,024 ^{T-20}	1,3	
λ=	0,6	
h = h0 x l	0,1	%
NO2= AOR / η	8770	KgO2/h
NO2=	38130	Kg ar/h
NO2=	31775	Nm3/h
NO2=	530	STD (m3/min)
P/ Pico NO2=	530	SDT (m3/min)
Vazão ar (condiç. STD: 20°C e 1013 mBar)	530	STD (m3/min)
Condiç. Normais (0 °C e 1000 mBar)		
Temp. Abs.	273	°K
Pressão	1000	mBar
(P'V'/T')=(P'V'/T')	(1013*47/293,15)=(100*V'/273,	
Vazão ar	500	Nm3/min

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 18 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

	Reatores anóxicos - Misturador	RFA
Remoção de Nitrogênio	Parcial	sim FUTURO
Misturadores (Rem. Nitrogênio)		2,0 unidades
Densidade de Potência		7,5 W/m3 (5 - 10)
Tanque de Aeração central		Kw
Adotar		0,0 CV
Tanques Aeração/ Decantação		51,0 Kw
ADOTAR		68,4 CV
Tanque de Aeração central		CV
Tanques Aeração/ Decantação	2 x 35	CV
Adaptação Tanque Central MBBR		
Anóxico	Substituído pelo RFA - decantadores fase anóxica	
Q médio por linha	2224,8	m3/h
Carga Organica Afluente	9972	KgDBO/dia
Nitr. desnitrificado	1007	KgN-NO3/dia
Carga a ser removida	100,0	%
Carga para o MBBR	1007	KgN-NO3/dia
Taxa aplicada ao MBBR	1	gDBO/m2
Superfície suporte necessária	1007330	m2
Sup/m3 de enchimento	665	m2/m3
Volume de enchimento	1515	m3
% enchimento	50	%
Volume do Reator anóxico previsto	3030	m3
Volume do Reator/decantador - fase anóxico	6798	
TDH anóxico	3,1	horas
<p>1- O tanque anóxico não receberá biomédias, pois optou-se pela decantação modular.</p> <p>2- O reator anóxico será controlado pela tecnologia RFA nos reatores Aeração/Decantação, na fase de reação por controle de tempo e medida do potencial redox.</p> <p>3- Os misturadores serão instalados nos reatores/decantadores, calculados como RFA (2 mist. de 35 CV).</p>		
Misturador	Não previsto - apenas verificação	
Densidade de Potencia	10	W/m3
Pot. Misturador	30	KW
	40,6	CV
TDH MBBR Anóxico	1,36	horas
TDH anóxico real maior que o verificado. OK!		
tx DQO solúvel assimilada	3,00	KgDQO/KgN-NO3/dia
Carga DQO solúvel	3021,99	KgDQO sol/dia
Relação DQO sol/ DBO	1,60	
Carga de DBO removida	1888,74	KgDBO/dia
% do Carga absorvida	81,1	%
Carga para o MBBR	8083	KgDBO/dia

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 19 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Nitrificação			
Remoção de Carga pelo SSV			
Volume reator central		7204	m3
Volume reator/decantador		6798	m3
Volume Total		7204	m3
Porcentagem do Volume requerido		20	%
Eficiência considerada para remoção pelo SSV		50	%
Porcentagem de carga removida		10	%
Carga removida pela biomassa suspensa		504	kgDBO/dia
Carga de DBO remover		7579	KgDBO/dia
Taxa aplicada ao MBBR		3,1	gDBO/m2
Superfície suporte necessária		2444694	m2
Sup/m3 de enchimento		665	m2/m3
Volume de enchimento		3676	m3
% enchimento		55	%
Volume do Reator		6684	m3
Area=		1215	m2
B=		27	m
L=		45	m
Condições Futuras com Nitrificação completa - neste caso aumenta o ar (> 2,5 kgO2)			
Carga de DBO remover		7579	KgDBO/dia
Taxa aplicada ao MBBR		2,4	gDBO/m2
Superfície suporte necessária		3157730	m2
Sup/m3 de enchimento		665	m2/m3
Volume de enchimento		4748	m3
% enchimento		71	%
Volume do Reator		6684	m3
TDH MBBR		3,00	horas
TDH Total		6,1	horas
kg FePO4		1436	kg/dia
kg Fe(OH)3		713	kg/dia
total		2149	kg/dia
Dosagem de Cal (preventivo)			
Nitrogênio Nitrificado		1808	kg /dia
Nitrogênio Desnitrificado		1007	Kg/dia
Consumo na Nitrif		7,14	KgCaCO3/KgN
Consumo alcalinidade		12911	KgCaCO3/dia
Devolução na Desnit		3,57	KgCaCO3/KgN-NO3
Devolução na Desnit		3596	KgCaCO3/dia
Necessidade alcalinizante		9315	KgCaCO3/dia
Volume de esgoto tratado		53395	m3/d
Necessidade de Alcalinidade no esgoto		0,174	KgCaCO3/m3
Alcalinidade desejada		147	mg/l
Alcalinidade do esgoto medido		130	mg/l
Deficit alcalinidade		17	mg/l
Necessidade de Alcalinidade dosada		0,020	KgCaCO3/m3
Necessidade de alcalinizante		1055	KgCaCO3/dia
Cal Hidratada		1160	KgCa(OH)2.2H2O
Solubilidade 0,6 a 0,8 e pureza de 90%		2088	KgCa(OH)2.2H2O
Solução		20	%
Vazao da Bomba		435	l/h
Tempo de dosagem estimado		24	h/dia
Consumo estimado		10440	m3/d

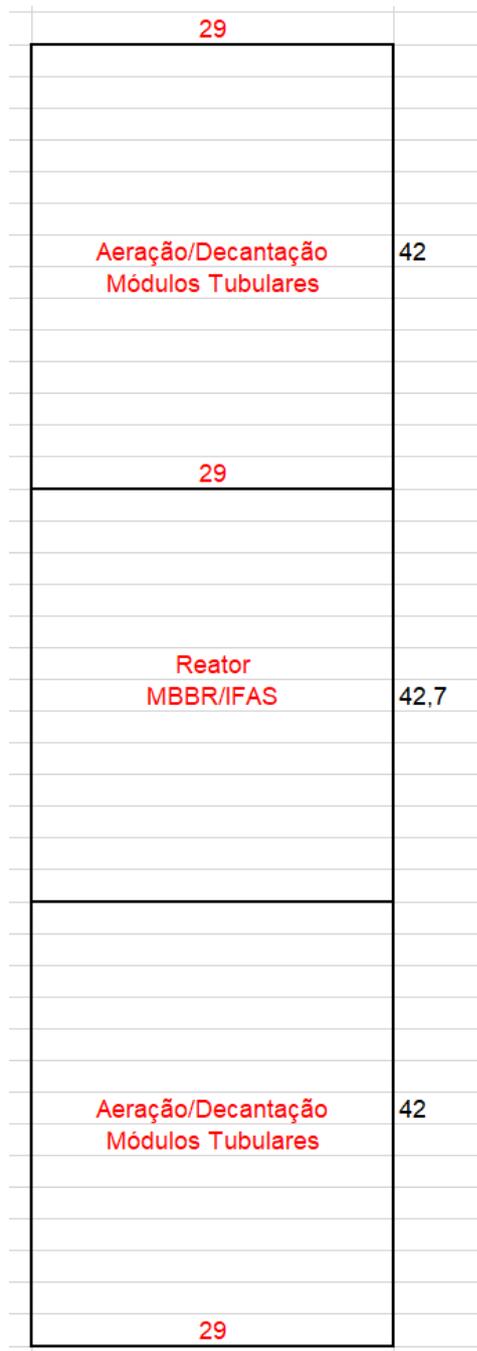
	TIPO DE DOCUMENTO	CÓDIGO	PÁGINA
	MEMORIAL DE CÁLCULO	A-050-002-94-5-MD-0001	20 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO	APROVAÇÃO	REVISÃO
	Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	20/05/2022	0

Reator de Fluxo Alternado - MBBR/IFAS			
		C	TOTAL
Q (vazão)		l/s	618
Q max(vazão)		l/s	1038,24
DBO		mg/l	186,8
NkT		mg/l	60
CO		KgDBO/d	9972
Reator principal			
Volume Reator MBBR		m ³	6684,1
Dimensões sugeridas	L	m	27,0
	B	m	45,0
Hu		m	5,5
Vomume de Biomídia		m ³	3676,2
Porcent. de enchimento		%	55,0
Área protegida Biomídia		m ² /m ³	665,0
Ar (AOR) simultaneo		Kg O ₂ /h	1174,5
Q ar est.		Nm ³ /min	529,6
Sopraores Reator	quant.	n	
Potência Instalada		CV	
Pot.Unitária		CV	
Decantadores reversíveis			
Decantação	quant.	n	2,0
Dimensões Dec.	L	m	45,78
	B	m	27,00
Módulos de decantação		m ²	1236,00
Potência Mist.		CV	68
Número Mist.	quant.	n	2,0
Pot. Unit. Mist.		CV	30,0
Prod. Lodo exc.		Kg/d	3668,6
Vazão de descarte		m ³ /d	611,43
Conc. Lodo Descarte		%	0,60
Dosagem Química			
CAL Estimado - Dependendo da Alcalinidade do Esgoto			
Nec. Alcalinizante		Kg/d	7246,23
Conc. Solução		%	20,00
Volume		m ³	36231,13
Consumo		l/h	1509,63

Nota: Para o presente caso a alcalinidade necessária para nitrificação prevista é TAC= 120 mgCaCO₃/l, caso a alcalinidade do esgoto seja maior ou igual, não será necessário a dosagem de alcalinizantes.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 21 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

3.3. Esquema dos Reatores Aeróbios RFA/MBBR



	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 22 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

3.4. Balanço de Massa dos Reatores Anaeróbios UASBs

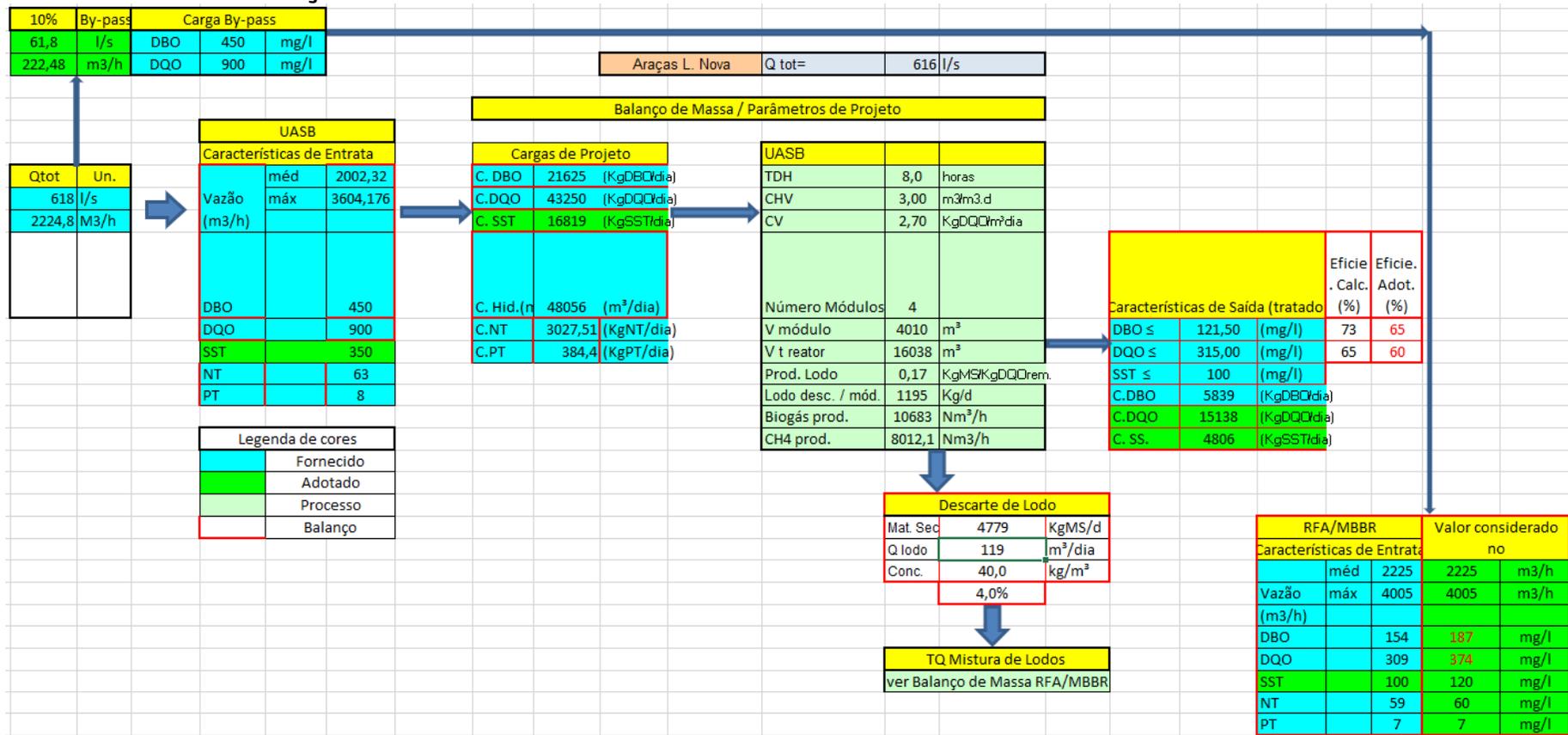


Figura 1: Balanço de massa – Sistema Anaeróbio

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 23 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

3.5. Balanço de Massa dos Reatores Aeróbios RFA/MBBR

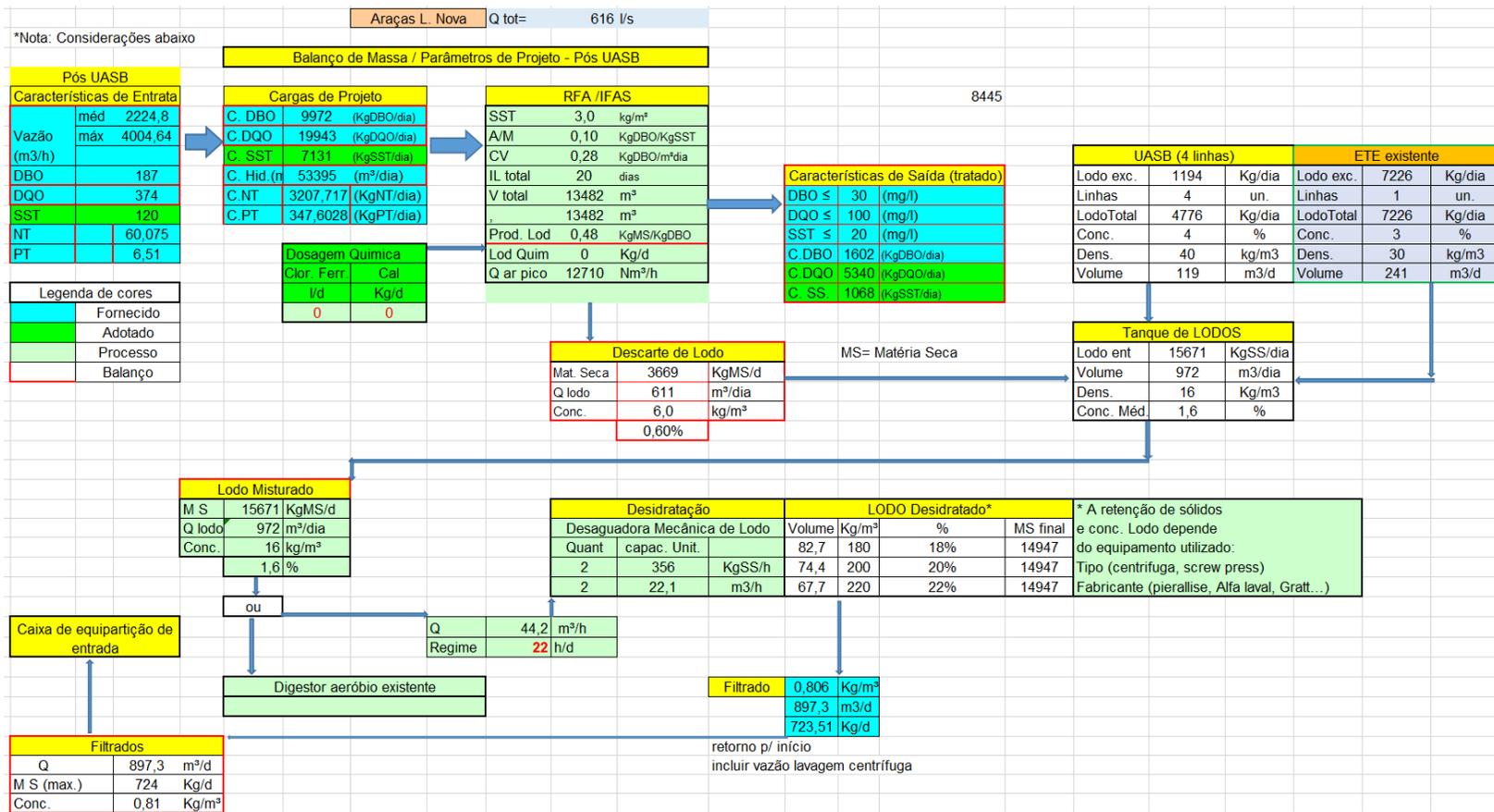


Figura 2: Balanço de massa – Sistema Anaeróbio + Aeróbio

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 24 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

4. MEMÓRIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - ETE ARAÇAS PERFIL HIDRÁULICO					
1 - EMISSÁRIO DE EFLUENTE TRATADO EXISTENTE VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA E CONDIÇÕES DE CONTORNO					
CÁLCULO da DIFUSÃO NO CORPO RECEPTOR - Rio Jucu					
Para o cálculo da tubulação difusora foi adotado, o uso de 50 orifícios, cada orifício com diâmetro igual a 130mm (13 cm), a serem perfurados na parte lateral do tubo, espaçados de 2,50 m entre eixos dos orifícios, de forma que se venham a alcançar a seguinte velocidade do jato de efluentes, por orifício:					
Área do orifício:	A=	0,0133	m ²	130	mm
					0,13 m
					970,0 L/s
					850,0 L/s
Para condição final de projeto, utilizando-se 32 orifícios, a vazão e velocidade do jato, por orifício difusor será:					1620,0 L/s
qj fin méd =		0,85	m ³ /s	50	furos
qj fin máx =		1,62	m ³ /s	50	furos
vj fin =	p/ Q média		1,28	m/s	
vj fin =	p/ Q máx		2,44	m/s	vj fin = , velocidade do jato em cada orifício
Usando-se espaçamento de 2,50 m entre os orifícios da tubulação difusora que, conseqüentemente terá uma extensão L = 50 x 2,50 m @ 125,00 m					
Como teremos furos nos dois lados do difusor o comprimento necessário será de 63m.					
			Adotado:	65,00	metros
- Determinação da Carga Hidráulica necessária para a Difusão.					
Admitindo a definição de diâmetros do Emissário Submerso como uma tubulação de 900 mm em PEAD, sendo a vazão de cálculo de 1620 l/s.					
1) Cálculo das Perdas de Carga no Emissário Submerso					
a) Perda devida à diferença de densidade sendo:					
h = p (p _s -p), onde:					
h = perda de carga (m)					
p = profundidade no ponto de lançamento		4,00	m		
p _s = densidade da água do Rio Jucu no pc		1,017			
p = densidade do esgoto tratado		1,000			
tem-se:					
	h ₁ =	0,068	m		
b) Perda Localizada nos difusores, sendo:					
Admitida a área de difusão 50% da área do tubo do ES.					
h = Kv ² /2g, onde:					
h = perda de carga (m)					
K = coeficiente de proporcionalidade toma		1			
V = velocidade do esgoto no difusor (m/s)		1,28	m/s		
V = velocidade do esgoto no difusor (m/s)		2,44	m/s		
G = aceleração da gravidade (m/s ²)		9,81	m/s ²		
	h _{2 Q média} =	0,08	m		
	h _{2 Q máx} =	0,30	m		

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 25 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

c) Perdas ao longo do trecho com difusores

A prática recomenda que esta perda seja igual à terça parte daquela havida num trecho de mesmo comprimento e diâmetro, sem difusores, ou ainda, esta perda seria equivalente à perda numa tubulação sem difusores, cujo comprimento fosse igual à terça parte do trecho com difusores.

Assim, como o trecho em questão tem 65,00 m, será considerada uma tubulação de 22 m de comprimento, sem difusores. Sendo:

Q _{média} =	850,0 L/s				
Q _{máx.} =	1620,0 L/s			h=(10,643*Q ^{1,852} *L)/(C ^{1,852} *D ^{4,87})	
L=	65 m				
L _c = L/3	22			Localiz.	Distrib.
				0,00	0,0447
				0,00	0,1474
C=	140				0,15
De PN-4=	900 mm				0,0540
Espessura	34,7 mm				
Dint PN-4=	830,6 mm				
h _{3 Q média} =	0,04 m				
h _{3 máx.} =	0,15 m				

d) Perda na entrada do emissário

Tomada como sendo a metade da energia cinética do esgoto ao passar pela entrada, tem-se:

h = K x v ² /2g	k= 0,5				
Diâmetro do Tubo difusor	0,83 m				
Vazão	0,85 m ³ /s				
Vazão	1,62 m ³ /s				
Velocidade p/ Q média	1,57 m/s				
Velocidade p/ Q máx	2,99 m/s				
h _{4 Q média} =	0,06 m				
h _{4 Q máx} =	0,23 m				
Perda de Carga Total - emissário submerso	0,26 m (p/ Q média)				
Perda de Carga Total - emissário submerso	0,75 m (p/ Q máx)				

2) Perdas ao longo do Emissário Terrestre:

O emissário operará como conduto forçado desde o canal de saída da ETE Araças Ampliação até o ponto de lançamento, Rio Jucu.

O cálculo das perdas de carga consideram as perdas distribuídas e as perdas localizadas:

Perdas de carga distribuídas:	*Hazen-Williams >>	H=(10,643*Q ^{1,852} *L)/(C ^{1,852} *D ^{4,87})			
Perdas de carga localizadas:	h = k x v ² /2g			Q média	Q máxima
				ETE exist	400 720 L/s
Características do trecho:				ETE nova	500 900 L/s
- Vazão (l/s)					900 1.620 L/s
- Em regime Q _{média}	850,00	0,85	(m ³ /s)		
- Em regime Q _{máxima}	1.620,00	1,62	(m ³ /s)	ETE exist	300 540 L/s

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 26 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Extensão (m)	2.700,00			ETE nova	600	1080	L/s
- Diâmetro Nominal (mm)	900	0,90 m			900	1.620	L/s
- Diâmetro Externo (mm)	945	0,95 m					
- Espessura (mm)	9,8	0,010 m		19,6			
- Diâmetro Interno (mm)	925,4	0,925 m					
- Material da tubulação	FºFº PN-10						
<u>Singularidades do trecho</u>	Diâmetro (mm)	Número de peças (um)	K				
- Saída de canalização	925,4	0	1,00				
- Entrada de borda	925,4	1	0,50				
- Curva 22°	925,4	4	0,10				
- Curva 45°	925,4	17	0,20				
- Tê passagem direta	925,4	4	0,6				
			6,70				
- Velocidade (m/s)							
- Em regime Qmédia	1,26	C=	120				
- Em regime Qmáxima	2,41						
				Perda de Carga(m)			
Perda de carga (m) :			*Hazen-Williams	Localiz.	Distrib.*	Total	
- Em regime Qmédia	4,96		11%	0,55	4,42	4,96	
- Em regime Qmáxima	16,55		12%	1,98	14,57	16,55	
Perda de Carga Total emissário terrestre	4,96	m (Q máx)					
Perda de Carga Total emissário terrestre	16,55	m (Q máx)					
Perda de Carga Total p/ Qméd=	5,22	m (Emissário Submerso + Terrestre)					
Perda de Carga Total p/ Qmáx=	17,30	m (Emissário Submerso + Terrestre)					
- N.A Rio Jucu Normal	(Topografia)	0,55	m, (17-02-2022)				
- N.A Rio Jucu - Enchente		2,00	m	1,45			
- N.A na saída da ETE Ampliação - a Construir		7,22	Carga Hidráulica Requerida: Q 850 L/s e Enchente máxima				
- N.A na saída da ETE Ampliação - a Construir		19,30	Carga Hidráulica Requerida: + crítico Qmáx e Enchente máxima				
- N.A na saída da ETE Ampliação - a Construir		7,22	Carga Hidráulica Requerida: Q = 970,00 N.A. normal				
- N.A na saída da ETE Ampliação - a Construir		17,85	Carga Hidráulica Requerida: + crítico Qmáx e N.A. normal				
							Folgas
(ADOTADO NO PROJETO)	7,25	Saída do canal da U.V.	N.A. T.A.=	8,00	0,75		
			Borda do T.A.=	8,50	1,25		
A capacidade de engolimento do sistema será:	Nível (m)	Vazão (L/s)					
N.A. normal, nível do Rio Jucu	0,55	970,00	120,00 L/s				
N.A. Cheia, nível do Rio Jucu	2,00	850,00					

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 27 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Proposta de solução para vazão maior do que a capacidade de engolimento do sistema:

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 Araças ultrapassar a capacidade de engolimento do emissário, o excesso de vazão será transbordada 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 Araças.

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.

3) Lâmina d'água no vertedor a jusante da U.V. - Liberação para a câmara de carga

- Serão utilizados dois canais para desinfecção U.V.		2 canais em paralelo		
- Vertedor retangular sem contração				
- Formula de Francis		$Q = 1,838 LH^{3/2}$		
-Número de vertedores		1,00		
- L = Largura da soleira do vertedor (m)		7,00	Vertedor lateral ao canal da UV	
- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)				
- Q = Vazão - normal (m ³ /s)		0,450	H = 0,11	m
- Q = Vazão - máxima (m ³ /s)		0,810	H = 0,16	m
- Nível vertedor de saída da U.V.		7,10	m (adotado)	
- Nível água no canal da U.V.		7,21	m (p/ Q média)	
- Nível água no canal da U.V.		7,26	m (p/ Q máxima)	
- Vazão Transbordo para Tanque Amortecimento (l/s)				
- Q transbordo a armazenar	650,00	0,65 (m ³ /s)	- Caso menos crítico Vazão máxima e nível normal do Rio Jucú	
- Q transbordo a armazenar	770,00	0,77 (m ³ /s)	- Caso mais crítico Vazão máxima e nível de enchente	

4) Lâmina d'água no vertedor transbordo da caixa de controle

- Vertedor retangular sem contração				
- Formula de Francis		$Q = 1,838 LH^{3/2}$		
-Número de vertedores		1,00		
- L = Largura da soleira do vertedor (m)		7,00	Vertedor lateral ao canal da UV	
- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)				
- Q = Vazão + crítico (m ³ /s)		0,770	H = 0,15	m
- Nível água na caixa de saída (câmara de carga)		7,25	m	
- Nível vertedor caixa controle de vazões		7,25	m	0,00
- Nível sobrelevação da água no transbordo		7,50	m	0,10
- Nível Borda Estrutura de Saída (U.V. e caixa carga)		8,00	m	0,50
- Folga (m)		0,50	m, OK! FOLGA ENTRE N.A. e Borda da estrutura	

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 28 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

5) Tanque de Amortecimento das Vazões	Situação		
	Mais crítica	Menos Crítica	
- Q transbordo a armazenar	770,00	2.772	2.340 m³/h
- Tempo de armazenamento	650,00	3	3 horas
- Volume necessário	37	8.316,00	7.020,00 m³
- Área do Tanque disponível	32	1.184,00	1.184,00 m²
- Nível de água máximo		7,50	7,50 m
- Nível de água mínimo		0,50	0,50 m
- Nível do terreno		2,50	2,50 m
- Lâmina de água		7,00	7,00 m
- Borda Livre (mínima)		1,00	1,00 m
- Capacidade de armazenamento Real		8.292	8.292 m³
- Tempo de armazenamento Real		2,99	3,54 horas
- Vazão de transbordo		770,00	650,00 L/s
- Volume armazenado em		8.292	8.292 m³
- Tempo de bombeamento para esgotamento		6	6 horas
- Vazão a ser bombeada		1.382	1.382 m³/h 383,87 L/s
- AMT		10	10 mca

DIAGRAMA DAS DESCARGAS																							
Vazão	Transbordo			Descarga por Bombeamento								Transbordo			Descarga por Bombeamento								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
m³/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
m³	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

DADOS DE FUNCIONAMENTO DAS BOMBAS

Para efeito de análise hidráulica utilizaram -se as seguintes bombas:

MARCA	OU SIMILAR	No DE UNIDADES	2	operac.
MODELO		PONTO DE FUNCION.	191,93	L/s contra 10,00
ROTOR	a definir	mm		L/s contra
ROTACAO	a definir	rpm	4 Polos	L/s contra
RENDIMENTO	80	%		POTENCIA TOTAL (CV)
DIAMETRO DE SAIDA DA BOMBA	a definir	mm		CONSUMIDA 31,99 2 Paralelo
NA min. NECESSARIO				MOTOR 40,00 80,00
PASSAGEM DE SÓLIDOS				

- DIFUSOR NO RIO JUCU

Tubo PEAD PN-4 De=	900 mm	Vazão por furo para vazão máxima	32,40 l/s
espessura	34,7 mm	Diâmetro dos furos	130 mm
Dinterno	830,6 mm	- Velocidade	
Nº de furos	50 ud	- Velocidade regime normal	1,28 m/s
Vazão por furo em regime normal	17,00 l/s	- Velocidade P/ vazão áxima	2,44 m/s

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 29 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

2 - ETE ARAÇAS - AMPLIAÇÃO - PERFIL HIDRÁULICO

1 - DADOS DE PROJETO	<i>COTA N.A. CX SAÍDA GERAL =</i> Para Qmédia	ETE nova	ETE exist
		7,224	3,617

1.1 - Para Dimensionamento Hidráulico

Toda a vazão afluente a ETE chegará através do Emissário por Recalque (Existente e Futuros)

O quadro apresentado a seguir mostra os dados básicos da ETE

Parâmetro	ETAPA			Unidade
	Atual	Meio Plano	Final	
Vazão Média	400	650	900	(l/s)
	34.560	56.160	77.760	(m ³ /dia)
Vazão Máxima	720	1.170	1.620	(l/s)
DBO ₅ (MÉDIA)	15.552	25.272	34.992	(kg/dia)
	450	450	450	(mg/l)

ETE EXISTENTE

Parâmetro	ETAPA			Unidade
	Atual	Meio Plano	Final	
Vazão Média	135	217,5	300	(l/s)
	11.664	18.792	25.920	(m ³ /dia)
Vazão Máxima	243	392	540	(l/s)
DBO ₅ (MÉDIA)	5.249	8.456	11.664	(kg/dia)
	450	450	450	(mg/l)

ETE NOVA

Parâmetro	ETAPA			Unidade
	Atual	Meio Plano	Final	
Vazão Média	265	432,5	600	(l/s)
	22.896	37.368	51.840	(m ³ /dia)
Vazão Máxima	477	779	1.080	(l/s)
DBO ₅ (MÉDIA)	10.303	16.816	23.328	(kg/dia)
	450	450	450	(mg/l)

2 - MODULAÇÃO DA ETE

A ampliação da ETE será implantada em uma única etapa.

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 30 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

3 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

3.1 Caixa de Saída da ETE Araças - Ampliação

COTA N.A. CX SAÍDA GERAL =	7,224	m	- Após a U.V.
COTA DO NÍVEL D'ÁGUA NORMAL	7,22	m	Carga Piezométrica
COTA N.A. NO PTO LANÇTO RIO	1,12	m,	(17-02-2022)
- Cota da borda cx de saída	8,50	m	
Cota do terreno na saída da ETE	2,50	m	
Folga entre NA cx saída e Borda	1,276	OK	
Cota da G.I. na cx. saída	0,40	m =	G.I. DO EMISSÁRIO EXISTENTE

3.2 Unidade de Desinfecção - U.V.

- Lâmina d'água no vertedor a jusante da U.V.

- Vertedor retangular sem contração

- Formula de Francis

$$Q = 1,838 LH^{3/2}$$

-Número de vertedores

1,00

- L = Largura da soleira do vertedor (m)

7,00

Vertedor lateral ao canal da UV

- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)

- Q = Vazão - MÁXIMO (m³/s)

H = 0,16

m

- Cota N.A. máx. sobre vertedor UV

7,26

m

- Cota soleira do vertedor da UV

7,10

m

- Lâmina d'água na U.V.

2,18

m - Confirmar com fabricante

- N.A. máx. caixa de saída da U.V.

7,22

m

- Folga entre N.A. s UV e Cx saída

0,035

m >>>>> Descarga Livre para caso mais crítico

- Cota do terreno na Cx Saída

2,50

m (projetado)

- Cota da G.I. na cx. saída

0,40

m

- Cota N.A. caixa de chegada da U.V.

7,30

m

0,04 m

3.3- Interligação Cx entrada U.V. e saída decantador do RFA/MBBR

Características do 1º trecho:

Características do trecho:

- Vazão (l/s)

- Para Vazão média

600,00

- Para Vazão máxima

1.080,00

900

1080

1620

- Tipo de ligação:

Canal Aberto Retangular

- Extensão (m)

22,00

- Largura (m)

1,20

- Altura lâmina d'água (m)

1,00

Nível de Borda

8,50

m

Nível de ÁGUA

7,30

m

Nível de Fundo

6,30

m

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 31 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Área seção =	1,20 m ²				
v min crit. Para Q méd. =	0,50 m/s (OK)				
v min crit. Para Q máx. =	0,90 m/s (OK)				
Altura de da base (b);	1,20 m				
Altura da lâmina de água (y);	1,00 m				
Raio hidráulico (RH);	0,38 m				
Área da seção (A);	1,200 m ²				
Perímetro molhado (P);	3,20 m				
Declividade do canal (I)	0,005 m/m				
Coef. rugosidade de Manning concreto (n) :	0,013				
Capacidade máxima	3,39 m ³ /s (OK)				
Perda de carga no canal (m) :					
- Em regime normal	0,05 m				
Características do 2º trecho:					
- Vazão (l/s)					
- Em regime normal	1.080,00				considerando 1 dec parado
- Extensão (m)	5,00				Trecho + Dec. mais distante
- Diâmetro (mm)	900				
Singularidades do trecho					
	Diâmetro (mm)	Número de peças (um)			
				k	
- Entrada borda	900	1		1	
- Saída de canalização	900	0		1	
- Tê saída de lado	900	1		0,6	
- Curva 90o	900	1		0,4	
- Válvula Borboleta aberta	900	1		0,2	
				2,20	
	Diâmetro (mm)				$H=(10,643*Q^{1,852}*L)/(C^{1,852}*D^{4,87})$
- Velocidade (m/s)	900				Perda de Carga (m)
- Em regime normal	1,70	C=	Localiz.	Distrib.	Total
Perda de carga (m) :		130	0,32	0,01	0,34
- Em regime normal	0,34		0,32	0,01	0,34
Perda de carga (m) - Trecho 1 + Trecho 2					
- Em regime normal	0,39				

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 32 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

N.A máx. Cx entrada U.V.	7,30	m			
Carga Hidr. na cx. saída RFA/MBBR	7,68	m			
- Cota do N.A. RFA	8,00	m			
- Cota do N.A. canal Saida do RFA	7,95	m		0,05	
- Cota do N.A. montante Cx Saida do RF	7,85	m		0,10	
- Cota da Borda cx saída RFA 3	8,50	m			
- Cota do terreno na saída Dec 2	2,50	m			
Folga entre NA RFA e Carga Hidr	0,15	m			
3.4 - Lâmina d'água no vertedor da Caixa de Saída do RFA					
- Vertedor retangular sem contração					
- Formula de Francis		$Q = 1,838 LH^{3/2}$			
- Número de vertedores	1,00				
- L = Largura da soleira do vertedor (m)	1,50				
- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)					
- Q = Vazão - normal (m ³ /s)	1,08		H = 0,54	m	
NA normal RFA	8,00	m			
- Cota do N.A. Montante Cx Saida do RF	7,85	m			
- Cota da Soleira do Vertedor =	7,31	m			
- Cota do terreno no RFA	2,50	m (Projetado)			
- Cota da borda do RFA	8,50	m			
3.5 - Alimentação do RFA (tanque Central) MBBR ou Decantadores					
Características do trecho:					
- Vazão (l/s)	1.080				
- Em regime normal	1080			100% da vazão	
- Extensão (m)	2,00				
- Diâmetro (mm)	800				
Singularidades do trecho:					
	Diâmetro (mm)	Número de peças (um)	k		
- Saída de canalização	800	1	1,00		
- Entrada de borda	800	0	1,00		0,5
- Tê saída de lado	800	0	1,30		
- Válvula Borboleta aberta	800	1	0,35		0,2
- Curva 90°	800	1	0,40		
- Curva 45°	800	0	0,20		
			1,75		
Velocidade (m/s):					
- Em regime normal	2,15				

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 33 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Perda de carga (m):		$H = (10,643 \cdot Q^{1,852} \cdot L) / (C^{1,852} \cdot D^{4,87})$ Perda de Carga (m)			
		C=	Localiz.	Distrib.	Total
- Em regime normal para vazão máx.	0,42	130	0,41	0,01	0,42
			0,41	0,01	0,42
- Cota do N.A. RFA/MBBR	8,00	m			
- Cota do N.F. do Canal de acesso	8,00	m (adotado no projeto)			
- Cota do N.A. Montante Canal de acesso	8,42	m (nível requerido)			
- Cota do N.A. Montante Canal de acesso	8,60	m (nível ADOTADO projeto)			
- Cota da Borda do canal	9,20	m	0,60		
- Cota do terreno no RFA	2,50	m	0,20		
Folga entre NA canal e tampas	0,60	m			
3.6 - Canal de Alimentação do RFA (tanque Central) MBBR					
Características do trecho:					
- Vazão (l/s)					
- Para Vazão média	600,00				
- Para Vazão máxima	1.080,00		900	1080	1620
- Tipo de ligação:	Canal Aberto Retangular				
- Extensão (m)	37,80				
- Largura (m)	1,20				
- Altura lâmina d'água (m)	0,60				
Nível de Borda	8,40	m			
Nível de ÁGUA	8,60	m			
Nível de Fundo	8,00	m			
Área seção =	0,72	m ²			
v min crit. Para Q méd. =	0,83	m/s (OK)			
v min crit. Para Q máx. =	1,50	m/s (OK)			
Altura de da base (b);	1,20	m	$P = b + 2 \times y$	(m)	
Altura da lâmina de água (y);	0,60	m	$A = b \times y$	(m ²)	
Raio hidráulico (RH);	0,30	m	$R_H = \frac{A}{P}$	(m)	
Área da seção (A);	0,720	m ²			
Perímetro molhado (P);	2,40	m			
Declividade do canal (I)	0,005	m/m			
Coef. rugosidade de Manning concreto (n) :	0,013				
Capacidade máxima	1,76	m ³ /s (OK)	$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_H^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$		

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 34 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

3.7 - Interligação RFA (Canal de Entrada) até Saída do UASB (Câmara "Stripping")

<u>Características do trecho:</u>				
- Vazão (l/s)	1.080	10% da vazão vem do BY-PASS		
- Em regime normal	1080	90% da vazão vem do UASB		
- Extensão (m)	81,00	73	8	
- Diâmetro (mm)	1000			
<u>Singularidades do trecho:</u>				
	Diâmetro (mm)	Número de peças (um)	k	
- Saída de canalização	1000	1	1,00	
- Entrada de borda	1000	1	1,00	
- Curva 45°	1000	0	0,20	
- Tê saída de lado	1000	1	1,30	
- Tê passagem direta	1000	1	0,50	
- Válvula Borboleta aberta	1000	2	0,35	
- Curva 90°	1000	5	0,40	
			6,50	
<u>Velocidade (m/s):</u>				
- Em regime normal	1,38	$H=(10,643*Q^{1,852}*L)/(C^{1,852}*D^{4,87})$		
<u>Perda de carga (m) :</u>				
- Em regime normal para vazão máx.	0,75	C=	Localiz.	Distrib.
		130	0,63	0,12
Total UASB até entrada RFA	0,75		0,63	0,12
				Total
				0,75
- Cota do N.A. Montante Canal de acesso	8,60 m			
- Cota N.A. Câmara "Stripping"do UASB	9,35 m	câmara de saída		
- N.A. do UASB	10,00 m			
- Cota de Borda do UASB	10,70 m	0,70 m		

3.8 - Lâmina d'água no vertedor da Câmara de saída "Stripping"do UASB

- Vazão (l/s)	1.080	10% da vazão do BY-PASS		
- Em regime normal	972	90% da vazão do UASB		
- Vertedor retangular sem contração				
- Formula de Francis		$Q = 1,838 LH^{3/2}$		
-Número de vertedores	1,00			
- L = Largura da soleira do vertedor (m)	2,50	nº cx Stripping = 2		
- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)				
- Q = Vazão - normal (m³/s)	0,486	H = 0,22	m	
- Cota N.A. Câmara "Stripping"do UASB	9,35 m	câmara de saída		
- Cota da Soleira do Vertedor =	9,40 m	0,05 m	0,2	
- Cota N.A. Câmara "Stripping"do UASB	9,62 m			
- N.A. do UASB	10,00 m			
- Cota de Borda do UASB	10,70 m			

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 35 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

3.9 - Lâmina d'água no vertedor da Câmara de entrada "Stripping" do UASB

- Vertedor retangular sem contração				
- Formula de Francis	→	$Q = 1,838 LH^{3/2}$		
-Número de vertedores	1,00			
- L = Largura da soleira do vertedor (m)	1,60	n° cx Stripping = 2		
- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)				
- Q = Vazão - normal (m ³ /s)	0,486	H = 0,30	m	
- Cota N.A. Câmara "Stripping" do UASB	9,62 m	câmara de entrada		
- Cota da Soleira do Vertedor =	9,67 m	0,05 m		0,2
- Cota N.A. à montante "Stripping"	9,97 m	Cx Reunião		
- N.A. do UASB	10,00 m			
- Cota de Borda do UASB	10,60 m	0,60 m		

3.10 - Lâmina d'água no vertedor de entrada na câmara

- Vertedor retangular sem contração	972 L/s			
- Formula de Francis	→	$Q = 1,838 LH^{3/2}$		
-Número de vertedores	2,00			
- L = Largura da soleira do vertedor (m)	1,10	n° UASB 4		
- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)		n° UASB 3		
- Q = Vazão - normal (m ³ /s)	0,243	H = 0,15	m	
	0,324	H = 0,19	m	
- Cota N.A. à montante "Stripping"	9,97 m	Cx Reunião		
- Cota da Soleira do Vertedor =	10,02 m	0,05 m		
- Cota N.A. canal de saída UASB	10,21 m			
- N.A. do UASB	10,00 m	0,08 m		

3.11- Efluente do UASB

- Vazão Total afluyente aos UASBs (L/s)	972,00			
O efluente do UASB será coletado através de tubulações perfuradas instaladas sob a superfície de água.				
Número de campanulas de gás =	5			
Número de decantadores =	5			
Número de tubulações coletoras =	10	2 coletores		
Extensão da tubulação coletora (mm) =	39,00			
Diâmetro da tubulação coletora (m) =	200			
Número de Tramos por tubulação =	3			
Extensão do 1º trecho (m) =	8,00			
Extensão do 2º trecho (m) =	13,00	5,00		
Extensão do 3º trecho (m) =	18,00	5,00	39,00	
Diâmetro do orifício (mm) =	25,40			
Número de orifícios por tubulação =				

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 36 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Número de orifícios por tubulação =						
- 1º trecho - furos ϕ 1" a cada	(m)	0,50	17	Diâmetro	Extensão	
- 2º trecho - furos ϕ 1" a cada	(m)	0,35	37	25	0,10	
- 3º trecho - furos ϕ 1" a cada	(m)	0,20	90			
Total de orifícios			144			
Vazões por UASB (l/s):			Nº UASB			
- Em regime normal		243,00	4			
- 1 células fora de operação		324,00	3			
Vazões por tubulação coletora (l/s):						
- Em regime normal		24,30				
- 1 células fora de operação		32,40				
Vazões por orifício (l/s):						
- Em regime normal		0,17				
- 1 células fora de operação		0,22				
Velocidade no orifício (m/s)					Número de peças (um)	k
- Em regime normal		0,33	- Saída de canalização		1	1,00
- 1 células fora de operação		0,44	- Entrada de borda		1	0,50
Perda de carga nos orifícios (m)						1,50
- Em regime normal		0,00282				
- 1 células fora de operação		0,00501				
Perda de carga na tubulação (m)					Perda de Carga (m)	
- Em regime normal		0,1310	C=	Localiz.	Distrib.	Total
- 1 células fora de operação		0,2232	130	0,003	0,1310	0,13
- Carga adotada para orifício		0,15		0,005	0,2232	0,23
- N.A. UASB		10,00	m			
Cota do orifício de coleta de efluente=		9,85	Geratriz superior do tubo de coleta			
Carga disponível (m) =		0,15	Ok			
- Cota de Borda do UASB		10,70	m	0,70	m	
- Folga p/ camada de espuma (m)		0,50		0,20	m	
3.12- Ponta distribuidora até Caixa de Distribuição CDVS						
			Nº cx por campânula			
- Número de CDVS por UASB		2	10			
- Número de Pontos de distribuição por CDVS			10		Obstrução 30%	
- Número de Pontos de distribuição no reator por tubo			2	20	70%	
- Número de Pontos de distribuição por Reator no Fundo			200	14	14	140
- Área por Reator UASB =	18,70 x 39,00 m		729,30	m ²	Pontos ativos	1,74
- Área por ponto de distribuição			3,65	m ² /ponto		2,31
Características do trecho:						
- Vazão (l/s)		Por Reator Duplo	Por Reator	Por CDVS	P/pto distrib	Por lado CDVS
- Em regime normal 1º Etapa		486,00	243,00	24,30	1,74	17,36
- 1 célula fora de operação		648,00	324,00	32,40	2,31	23,14
						972 347,142857
						972 462,857143

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 37 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Extensão (m)	9,00					
- Diâmetro (mm)	75					
Singularidades do trecho	POR CDVS	Número de peças (um)	k			
- Saída de canalização	75	1	1,00			
- Entrada de borda	75	1	1,00			
- Tê 90º saída de lado	75	0	1,30			
- Curva 45º	75	0	0,20			
- Curva 22º	75	0	0,10			
			2,00			
- Velocidade (m/s)						
- Em regime normal 1º Etapa	0,39			C=	130	Perda de Carga (m)
- Em regime normal 2º Etapa	0,52			K=	2,00	
Perda de carga (m) :				$H=(10,643*Q^{1,852}*L)/(C^{1,852}*D^{4,87})$		
- Em regime normal	0,04			Localiz.	Distrib.	Total
- 1 célula fora de operação	0,07			0,02	0,03	0,04
- N.A do UASB		(ADOTADO)	10,00	0,03	0,05	0,07
- Cota Piezométrica necessária na saída CDVS		(CÁLCULO)	10,07			
- Cota da laje operação do UASB		(ADOTADO)	10,70			
- Cota adotada na saída CDVS			11,00			
- Cota adotada da soleira vertedor CDVS (Tubo FD 100mm)			10,95			
- Vertedor retangular sem contração						
- Formula de Francis		$Q = 1,838 LH^{3/2}$				
- Número de vertedores	1,00					
- L = Largura da soleira do vertedor (m)	0,70	0,70 m				
- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)						
- Q = Vazão - normal (m³/s)	0,017	H = 0,06	m		0,08	
- Q = Vazão - ATÍPICA (m³/s)	0,023	H = 0,07	m		0,09	
- Cota da Soleira do Vertedor =	11,00 m		0,05 m			
- NA montante vertedor da CDVS	11,07 m					
- Cota do terreno no UASB	3,70 m (Projetado)					
- Cota da borda da CDV-2	11,60 m		0,9			
- Folga	0,53 m					
3.13- Interligação CDVS a CDVP do UASB						
Características do 1º Trecho:						
- Vazão (l/s)	1 x CDVS	2 x CDVS				
- Em regime normal	24,30	48,60			486,00	
- Em regime ATÍPICO	32,40	64,80			648,00	

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 38 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Extensão (m)	11,50	Trecho + Longo					
- Diâmetro (mm)	250						
Singularidades do trecho	Diâmetro (mm)	Número de peças (um)	k				
- Entrada borda	250	0	0,50				
- Saída de canalização	250	1	1,00				
- Tê saída bi-lateral	250	1	1,30				
			2,30				
	Diâmetro (mm)						
- Velocidade (m/s)	250						
- Em regime normal	0,99		C=	130			
- Em regime ATÍPICO	1,32		K=	2,30			
Perda de carga 1º Trecho (m) :					Perda de Carga (m)		
- Em regime normal	0,16	$H=(10,643*Q^1,852*L)/(C^1,852*D^4,87)$			Localiz.	Distrib.	Total
- Em regime ATÍPICO	0,28				0,11	0,05	0,16
					0,20	0,08	0,28
Características do 2º Trecho:	UASB UNITÁRIO						
- Vazão (l/s)	2 CDV-2	4 CDV-2	8 CDV-2	10 CDV-2			
- Em regime normal	48,60	97,20	194,40	243,00	#VALOR!		
- Em regime ATÍPICO	64,80	129,60	259,20	324,00	#VALOR!		
- Extensão (m)	15,00	Trecho + Longo					
- Diâmetro (mm)	350						
Singularidades do trecho	Diâmetro (mm)	Número de peças (um)	k				
- Entrada borda	350	1	0,50				
- Saída de canalização	350	0	1,00				
- Curva 90o	350	0	0,40				
- Tê saída bi-lateral	350	1	1,30				
- Curva 45o	350	2	0,20				
			2,20				
	Diâmetro (mm)						
- Velocidade (m/s)	350						
- Em regime normal	1,01		C=	130			
- Em regime ATÍPICO	1,35		K=	2,20			
Perda de carga 2º Trecho (m) :					Perda de Carga (m)		
- Em regime normal	0,16	$H=(10,643*Q^1,852*L)/(C^1,852*D^4,87)$			Localiz.	Distrib.	Total
- Em regime ATÍPICO	0,28				0,11	0,04	0,16
					0,20	0,07	0,28
Perda de carga Total - Trechos 1+2 (m) :							
- Em regime normal	0,32						
- Em regime ATÍPICO	0,56						

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 39 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

N.A máx. Entrada CDVS	11,07	m				
Carga Hidr. na cx. saída da CDVP	11,63	m				
- Cota da laje operação do UASB	10,70	(ADOTADO)				
- Cota de borda da CDVP	12,50	(ADOTADO)	1,80	0,87		
- Cota da soleira do vertedor CDVP	11,66	(ADOTADO)	0,03			
3.14 - Lâmina d'água no vertedor da CDVP						
- Vertedor retangular sem contração						
- Formula de Francis		$Q = 1,838 LH^{3/2}$				
- Número de vertedores	1,00					
- L = Largura da soleira do vertedor (m)	0,80	0,80 m				
- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)						
- Q = Vazão - normal (m ³ /s)	0,097	H = 0,16	m			
- Q = Vazão - ATÍPICA (m ³ /s)	0,130	H = 0,20	m	0,4		
- Cota da Soleira do Vertedor =	11,66 m	projeto				
- NA montante vertedor da CDVP	11,86 m					
- Cota de borda da CDVP	12,50	(ADOTADO)				
- Folga entre N.A. e borda da CDVP	0,64	Ok !!				
3.15- Interligação CDVP a CDV-1 Alimentação do UASB						
Características do trecho:		243	324	648		
- Vazão Total afluyente aos UASBs (L/s)	972,00	4	3			
- Em regime normal	486,00	considerando 6 UASB operando		2916		
- Em regime ATÍPICO	648,00	considerando 5 UASB operando		3240		
- Extensão (m)	53,00	Trecho + Longo				
- Diâmetro (mm)	800					
Singularidades do trecho	Diâmetro (mm)	Número de peças (um)	k			
- Entrada borda	800	1	0,50			
- Saída de canalização	800	1	1,00			
- Curva 90o	800	2	0,40			
- Valvula Gaveta aberta	800	0	0,20			
- Curva 45o	800	0	0,20			
			2,30			
	Diâmetro (mm)					
- Velocidade (m/s)	800					
- Em regime normal	0,97		C=	130		
- Em regime ATÍPICO	1,29		K=	2,30		
Perda de carga (m) :					Perda de Carga (m)	
- Em regime normal	0,16	$H = (10,643 * Q^{1,852} * L) / (C^{4,852} * D^{4,87})$		Localiz.	Distrib.	Total
- Em regime ATÍPICO	0,29			0,11	0,05	0,16
				0,19	0,09	0,29

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 40 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

N.A máx. Entrada CDVP do UASB	11,86	m			
Carga Hidr. na cx. saída da CDV-1	12,02	m (normal)			
Carga Hidr. na cx. saída da CDV-1	12,14	m (atípico)			
- Cota da Borda da CDV-1	13,50	m			
- Cota do terreno na CDV-1	3,70	m			
Folga entre NA e Borda	1,36	m			

3.16 - Lâmina d' água no vertedor da CDV-1 - Saída do Pré-tratamento

- Vertedor retangular sem contração					
- Formula de Francis		$Q = 1,838 LH^{3/2}$			
-Número de vertedores	1,00				
- L = Largura da soleira do vertedor (m)	1,50	1,50 m			
- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)					
- Q = Vazão - normal (m ³ /s)	0,486	H = 0,31	m		
- Q = Vazão - ATÍPICA (m ³ /s)	0,648	H = 0,38	m	0,4	
- NA UASB	10,00	m			
- Cota da Soleira do Vertedor =	12,29	m	0,15		
- NA montante vertedor da CDV-1	12,68	m	0,09		
- Cota do terreno no UASB	3,70	m (Projetado)			
- Cota da borda da CDV-3	13,50	m			
- Folga	0,82	m			

3.17- Interligação CDV-1 a cx saída Pré-tratamento

Características do trecho:					
- Vazão (l/s)					
- Para Vazão mínima	720,00				
- Para Vazão máxima	1.620,00		900	1080	1620
- Tipo de ligação:	Canal Aberto Retangular				
- Extensão (m)	5,00				
- Largura (m)	1,20				
- Altura lâmina d'água (m)	0,55				$P = b + 2 \times y \text{ (m)}$
Área seção =	0,660	m ²			$A = b \times y \text{ (m}^2\text{)}$
v min crit. Para Q mín. =	1,09	m/s (velocidade baixa acúmulo de detritos)			$R_H = \frac{A}{P} \text{ (m)}$
v min crit. Para Q máx. =	2,45	m/s (OK)			$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_H^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$
Altura de da base (b);	1,20	m			
Altura da lâmina de água (y);	1,20	m			
Raio hidráulico (RH);	0,40	m			
Área da seção (A);	1,440	m ²			
Perímetro molhado (P);	3,60	m			
Declividade do canal (I)	0,005	m/m			

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 41 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

Coef. rugosidade de Manning concreto (n) :	0,013			
Capacidade máxima	4,25 m ³ /s			
Perda de carga (m) :				
- Em regime normal	0,10 m (Canal curto = perda adotada)			
- NA saída da caixa de areia	12,78 m			
3.18- Caixa de areia aerada (Fabricante)				
- Capacidade da caixa de areia aerada	810,00 L/s			
- NA saída da caixa de areia	12,78 m			
- Vertedor retangular sem contração - Saída da caixa de areia				
- Formula de Francis		$Q = 1,838 LH^{3/2}$		
-Número de vertedores	1,00			
- L = Largura da soleira do vertedor (m)	3,00	3,00 m		
- H = Lâmina líquida sobre a soleira do vertedor (m)				
- Q = Vazão - normal (m ³ /s)	0,810	H = 0,28	m	
- Q = Vazão - ATÍPICA (m ³ /s)	1,620	H = 0,44	m	0,4
- Cota da Soleira do Vertedor =	12,83 m	Fabricante		
- NA montante vertedor Q normal	13,11 m	0,09		
- NA montante vertedor Q atípico	13,27 m			
- Cota do terreno do pré-tratamento	3,70 m (Projetado)			
- Cota da borda da cx areia	13,87 m			
- Folga normal	0,76 m			
- Folga atípica	0,60 m			
3.19- Canal da peneira Step Screnn (Fabricante)				
Características do trecho:				
- Vazão (l/s)				
- Para Vazão normal		810,00		
- Para Vazão atípica		1.620,00		
- Tipo de ligação:	Aberto Retangular			
- Extensão (m)		4,50		
- Largura (m)		1,60		
- Altura lâmina d'água jusante da peneira (m)		0,75 m (Fabricante)		
- Altura lâmina d'água montante da peneira (m)		1,00 m (Fabricante)		

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 42 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- NA jusante da peneira Q normal		13,12 m		0,01 m	
- NA jusante da peneira Q atípico		13,37 m		0,1 m	
- Nível de Fundo do Canal		12,37 m			
- Nível de Fundo do Canal		12,37 m			
- NA montante da peneira Q normal		13,37 m			
- NA montante da peneira Q atípico		13,62 m		0,25 m	
3.20- Perda de arga na comporta de entrada ao canal da peneira Step Screnn					
Características do trecho:					
- Vazão (l/s)					
- Para Vazão normal	810,00 L/s			0,81 m ³ /s	
- Para Vazão atípica	1.620,00 L/s			1,62 m ³ /s	
h = Kv ² /2g, onde:					
h = perda de carga (m)					
K = coeficiente de perda de carga					
	1				
G = aceleração da gravidade (m/s ²)					
	9,81 m/s ²				
- Seção da comporta	1,40 m				
- Lâmina d'água Q normal	1,00 m			1,4 m ²	
- Lâmina d'água Q atípica	1,25 m			1,75 m ²	
Velocidade (m/s):					
- Em regime normal	0,58 m/s			0,58	
- Em regime atípico	0,93 m/s			0,93	
	$h_{2Q\text{ média}} =$	0,02 m			
	$h_{2Q\text{ máx}} =$	0,04 m			
- NA montante da comporta Q normal =	13,39 m				
- NA montante da comporta Q atípica =	13,67 m				
					0,2
- Nível de Borda do Canal	14,37 m				
- Nível de Fundo do Canal	12,37 m				
- Folga entre borda e N.A. Q normal =	0,98 m				
- Folga entre borda e N.A. Q atípico =	0,70 m				
3.21- Interligação Canal Peneira até Caixa de Entrada Geral da ETE					
Características do trecho:					
- Vazão (l/s)					
- Para Vazão mínima	900,00				
- Para Vazão máxima	1.620,00	900	1080	1620	

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 43 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

- Tipo de ligação:	Canal Aberto Retangular			
- Extensão (m)	12,30	5,75	5,18	1,37
- Largura (m)	1,50			
- Altura lâmina d'água Q média (m)	1,02			
Área seção =	1,53 m ²			
v min crit. Para Q média. =	0,59 m/s (velocidade aceitável)			
v min crit. Para Q máx. =	1,06 m/s (OK)		$P = b + 2 \times y$ (m)	
Altura de da base (b);	1,50 m		$A = b \times y$ (m ²)	
Altura da lâmina de água (y);	1,02 m			
Raio hidráulico (RH);	0,43 m			
Área da seção (A);	1,526 m ²		$R_H = \frac{A}{P}$ (m)	
Perímetro molhado (P);	3,53 m			
Declividade do canal (I)	0,005 m/m			
Coef. rugosidade de Manning concreto (n) :	0,013		$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_H^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$	
Capacidade máxima	4,74 m ³ /s			

3.22 CÁLCULO DA CALHA PARSHALL DE ESGOTO BRUTO PRÉ-GRADEADO

3.22.1 - CÁLCULO DAS LÂMINAS D'ÁGUA MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA

Para o cálculo da calha Parshall, deve-se verificar as alturas das lâminas máxima, média e mínima no medidor. O cálculo

-Vazão máxima descarte da ETE =	1.620,00 l/s		
- Medidor Selecionado			
- W = 3' (91,5cm)	Capacidade mínima =	17,26	$H = \sqrt[n]{\frac{Q}{K}}$
	Capacidade máxima =	1.426,30	
Onde:			
Hmin = Altura mínima da lâmina d'água		---	
Hmed = Altura média da lâmina d'água		---	
Hmax = Altura máxima da lâmina d'água		---	
Qmin = Vazão mínima afluente		0,4500 m ³ /s	
Qmed = Vazão média afluente		0,9000 m ³ /s	1,62
Qmax = Vazão máxima afluente		1,6200 m ³ /s	
K = Coeficiente em função da Garganta da calha		2,182	Az. Neto
n = expoente adimensional (função da garganta da calha)		1,566	pg.497
"k" degrau entre a entrada e saída da Parshall	7,6	0,076 m	
Hmin = Altura mínima da lâmina d'água		0,36 m	0,19
Hmed = Altura média da lâmina d'água		0,57 m	0,30
Hmax = Altura máxima da lâmina d'água		0,83 m	0,48

	TIPO DE DOCUMENTO MEMORIAL DE CÁLCULO	CÓDIGO A-050-002-94-5-MD-0001	PÁGINA 44 de 45
	TÍTULO DO DOCUMENTO Estação de Tratamento de Esgoto ETE ARAÇAS – Projeto Hidráulico Básico	APROVAÇÃO 20/05/2022	REVISÃO 0

3.22.2 - CALCULO DO REBAIXAMENTO DA GARGANTA DA CALHA PARSHALL

A equação a seguir calcula este rebaixo:

$$Z = \frac{(Q_{\max} \cdot H_{\min}) - (Q_{\min} \cdot H_{\max})}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

Onde:

Z = Rebaixo da garganta da calha Parshall ---

Qmin = Vazão mínima afluente 0,4500 m³/s

Qmax = Vazão máxima afluente 1,6200 m³/s

Hmin = Altura mínima da lâmina d'água 0,365 m

Hmax = Altura máxima da lâmina d'água 0,827 m

O rebaixamento a ser dado para implementação da calha Parshall é:

Z = Rebaixamento da garganta da calha Parshall 0,187 m 0,200 m (adotado)

- Cota do terreno na Parshall 3,70 m

- Cota da borda do canal de saída 14,37 m

- Cota do NA Caixa Saída da Parshall 13,39 m (2 peneiras operando) 0,12 m

- Cota do NA Caixa Saída da Parshall 13,67 m (1 peneira operando)

- Cota de fundo saída da Parshall 13,60 m adotado no projeto

- Cota de fundo entrada da Parshall 13,68 m 0,83

- NA à montante do Parshall 14,04 m p/ Qmin.

- NA à montante do Parshall 14,24 m p/ Qméd.

- NA à montante do Parshall 14,50 m p/ Qmáx.

- NA cx chegada da Parshall 14,60 m p/ Qmáx. 0,100 m

- Cota de Borda entrada da Parshall 15,22 m m adotado no projeto

Folga entre NA Parshall e Borda 0,617 m OK

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

4- Interligação ETE Existente até o canal da Desinfecção U.V.						
Características do 1º trecho:						
- Vazão Total (L/s)						
- Em regime normal	300,00					
- Em regime ATÍPICO	540,00					
- Extensão (m)	1,00					
- Diâmetro (mm)	500					
Singularidades do trecho	Diâmetro (mm)	Número de peças (um)	k			
- Entrada borda	500	1	0,50			
- Saída de canalização	500	0	1,00			
- Curva 90o	500	0	0,40			
- Valvula Gaveta aberta	500	1	0,20			
- Curva 45o	500	0	0,20			
			0,70			
	Diâmetro (mm)					
- Velocidade (m/s)	500					
- Em regime normal	1,53		C=	130		
- Em regime ATÍPICO	2,75		K=	0,70		
Perda de carga (m) :					Perda de Carga (m)	
- Em regime normal	0,09	$H=(10,643*Q^{1,852}*L)/(C^{1,852}*D^{4,87})$		Localiz.	Distrib.	Total
- Em regime ATÍPICO	0,28			0,08	0,00	0,09
				0,27	0,01	0,28
Características do 2º trecho:						
- Vazão Total (L/s)						
- Em regime normal	300,00					
- Em regime ATÍPICO	540,00					
- Extensão (m)	50,00					
- Diâmetro (mm)	800					
Singularidades do trecho	Diâmetro (mm)	Número de peças (um)	k			
- Entrada borda	800	0	0,50			
- Saída de canalização	800	1	1,00			
- Curva 90o	800	2	0,40			
- Valvula Gaveta aberta	800	0	0,20			
- Curva 45o	800	0	0,20			
			1,80			
	Diâmetro (mm)					
- Velocidade (m/s)	800					
- Em regime normal	0,60		C=	130		
- Em regime ATÍPICO	1,07		K=	1,80		
Perda de carga (m) :					Perda de Carga (m)	
- Em regime normal	0,05	$H=(10,643*Q^{1,852}*L)/(C^{1,852}*D^{4,87})$		Localiz.	Distrib.	Total
- Em regime ATÍPICO	0,17			0,03	0,02	0,05
				0,11	0,06	0,17
Perda de carga Total (m) :						
- Em regime normal	0,14					
- Em regime Q máxima	0,45					
N.A máx. Na saída do Unitank	8,00	m				
Carga Hidr. na cx. Entrada da U.V.	7,55	m				
N.A. estabelecido na entrada da U.V.	7,30	m				
Folga entre NA e CHEGADA	0,25	m				
- Cota da Borda da U.V.	8,50	m				
- Cota do terreno na CDV-1	2,50	m				
Folga entre NA e Borda	1,20	m				