

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprorador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	1/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 2/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
REVISÕES		1
1. INTRODUÇÃO		3
2.0 OBJETIVO		3
3.0 APLICAÇÃO		4
4.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA		4
5.0 CÓDIGOS E NORMAS		6
6.0 DEFINIÇÕES		6
7.0 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO		7
8.0 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DESPEJOS LÍQUIDOS		8
9.0 TRATAMENTO DE EFLUENTES		13
10.0 SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO		36
11.0 PROCEDIMENTOS GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO, PARTIDA, OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DO SISTEMA		62

Código:	FM-ENG-ONN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL		PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001		3/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA		REV.
		N030600-R-1MD002		01

1. INTRODUÇÃO

A indústria de laticínios compreende uma cadeia produtiva que é constituída por várias das maiores indústrias de alimentação no Brasil e no mundo. Esse complexo industrial ocupa um grande número de trabalhadores, desde os rurais autônomos ou membros de cooperativas que extraem o leite do rebanho leiteiro até os funcionários das indústrias de beneficiamento.

A indústria de laticínios, que beneficia o leite e seus derivados, é uma atividade de processo produtivo diversificado. Nas suas etapas de beneficiamento e produção de leite, queijos, manteiga, iogurtes, requeijões, bebidas fermentadas, doces entre outros produtos lácteos, alguns resíduos são produzidos, os quais devem ser tratados de acordo com as normas ambientais pertinentes. Os resíduos gerados nessa indústria são, em suma, os efluentes líquidos provenientes da lavagem de equipamentos e instalações, derrames e perdas e lubrificantes das máquinas, bem como o esgoto doméstico dos funcionários.

Os efluentes líquidos, essencialmente, não contém em geral substâncias recalcitrantes, compostos tóxicos ou poluentes inorgânicos em sua composição. Majoritariamente, eles são compostos por matéria orgânica dos esgotos domésticos e das macromoléculas orgânicas como carboidratos, gorduras e proteínas presentes no próprio leite. Assim sendo, a redução da carga orgânica dos efluentes constitui-se como o principal objetivo nos sistemas de tratamento de efluentes, de forma a adequá-lo à destinação final dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. A Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO é um parâmetro que se constitui em uma medida indireta do teor de matéria orgânica biodegradável presente no líquido, representada por meio do consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos decompositores presentes no meio.

2.0 OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo apresentar um projeto técnico conceitual contemplando as principais opções para o tratamento dos efluentes líquidos gerados no processamento de leite da Cooperativa de Produtores de Leite de Mariana.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL		PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001		4/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA		REV.
		N030600-R-1MD002		01

3.0 APLICAÇÃO

O projeto técnico conceitual aplica-se aos sistemas de tratamento de efluentes líquidos para indústrias, principalmente de laticínios, uma vez que o mesmo foi elaborado para a Cooperativa de Produtores de Leite de Mariana. Todos os dados utilizados são retirados da literatura específica.

4.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos, livros, estudos e guias utilizados para a elaboração desse projeto encontram-se listados a seguir.

ANDREOLI, Cleverson V.; VON SPERLING, Marcos; FERNANDES, Fernando. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; Lodos de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte, DESA – UFMG, 2001.

ARTEFÁCIL. **Reatores Anaeróbicos e Filtros Biológicos de Fluxo Ascendente**. Disponível em: <<http://artefacil.com.br/agropecuaria/reator-anaerobico-e-filtro-biologico-de-fluxo-ascendente>>. Acesso em 21 jun.2018.

BEGNINI, Beatriz Chinato; RIBEIRO, Heraldo Baialardi. **Plano para redução da carga poluidora em indústria de laticínios**. Revista Saúde Meio Ambiente. V. 3, n.1. 2014

BIOPROJECT. **Equipamentos ambientais – Peneira estática**. Disponível em: <<http://www.bioproject.com.br/peneiraestatica.html>>. Acesso em 18 jun. 2018.

CARVALHO, Glauco Rodrigues. **A indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro**. Juiz de Fora, 2010.

CETESB. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Produtos Lácteos**. São Paulo, 2008.

CHERNICHARO, Carlos Augusto. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte; DESA - UFMG, 1997.

COMUSA. **O processo de tratamento de esgotos – Uma breve introdução**. Disponível em: <<http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoesgoto>>. Acesso em 19 jun. 2018.

DE PAULA, Antônio Carlos. **Análise de desempenho de um filtro anaeróbio em indústria de fármacos – Estudo de caso**. São Paulo, 2008.

FIEMG. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Laticínios**. Belo Horizonte, 2014.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA	
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	5/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N030600-R-1MD002	01	

GOMES, Andre Luiz. **Análise técnica e econômica de filtro anaeróbio utilizado para o tratamento de efluentes líquidos de uma indústria de laticínios – Estudo de caso.** Tese de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 3ª edição. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V.H.; SILVA, P.C; FIGUERÊDO, D. V.; FERREIRA, P. E. **Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínios.** Belo Horizonte: SEGRAC Editora e Gráfica Limitada, 2002.

MINAS AMBIENTE. **Pesquisa Tecnológica para Controle Ambiental em Pequenos e Médios Laticínios de Minas Gerais – Relatório final.** Belo Horizonte, 2002.

NETO, Henrique Martins. **Tratamento de efluentes na indústria de papel e celulose.** Revista TAE, 2014.

SHELBY, Sam E. Jr; MASTAW, Kevin; L'ABBATE, Fernando; FEDELI, Luiz. **Artigo Técnico: Tratamento de Efluentes.** Disponível em: < <https://www.quimica.com.br/artigo-tecnico-tratamento-de-efluentes-tecnicos-criticam-unidades-anaerobicas-de-fluxo-ascendente-em-esgoto-e-sugerem-alternativas/>>. Acesso em 20 jun. 2018.

TENEDINI, Marcos Vinícius. **Avaliação da eficiência do tratamento biológico, tipo lodo ativado, de uma indústria de laticínio.** Monografia de graduação. Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, 2016.

TEIXEIRA DE MATOS, Antonio; TEIXEIRA DE MATOS, Mateus. **Disposição de águas residuárias no solo e em sistemas alagados construídos.** Primeira edição. ed. Viçosa, MG: UFV, 2017. 371 p.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos.** Belo Horizonte; DESA - UFMG, 1996.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** Belo Horizonte; DESA - UFMG, 2005.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; Lagos de estabilização.** Belo Horizonte; DESA - UFMG, 2002.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; Lodos ativados.** Belo Horizonte; DESA - UFMG, 1997.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001		PÁGINA 6/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002		REV. 01

WASSERLINK. **Catálogo do fabricante – Soluções ambientais.**

5.0 CÓDIGOS E NORMAS

As Normas e Deliberações Normativas consultadas e citadas nesse projeto encontram-se apresentadas a seguir.

Documento	Título
NBR 7229/1993	Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos
NBR 13969/1997	Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação
NBR 8160/1999	Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução
DN 01/2008	Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº. 01, de 05 de maio de 2008
Resolução CONAMA 430/2001	Condições e padrões de lançamento de efluentes
SABESP NTS 230/2009	Projeto de lagoas de estabilização e seu tratamento complementar para esgoto sanitário

6.0 DEFINIÇÕES

Demanda Bioquímica de Oxigênio - medida indireta da matéria orgânica biodegradável presente em algum líquido. Esse parâmetro determina a quantidade de oxigênio dissolvido consumido pelos microrganismos decompositores na degradação da matéria orgânica.

Sistema de tratamento aeróbio - Tipo de sistema de tratamento orientado por processo biológico, no qual microrganismos aeróbios utilizam oxigênio para degradar a matéria orgânica por meio de reações bioquímicas. Em geral, os produtos da decomposição aeróbia são CO₂, H₂O e biomassa (crescimento das bactérias aeróbias).

Sistema de Tratamento Anaeróbio - Tipo de sistema de tratamento orientado por processo biológico, no qual microrganismos anaeróbios quebram a matéria orgânica por meio de

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	7/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N030600-R-1MD002	01

reações bioquímicas gerando produtos como CO, CO₂, H₂O, CH₄, enxofre em formas reduzidas e também biomassa (crescimento das bactérias anaeróbias).

Idade do lodo - tempo de permanência do lodo no sistema de tratamento. Lodos com grande idade usualmente são já digeridos (com menor teor de sólidos voláteis) e já adensados, enquanto lodos jovens precisam de outros tipos de gerenciamento para sua disposição/destinação adequada. O que ditará a idade do lodo é o tipo de processo que será utilizado para o tratamento do efluente.

Tempo de detenção hidráulica - tempo que o líquido permanece dentro do sistema de tratamento.

Digestão do lodo - uma das etapas de gerenciamento de lodo. A depender do lodo final de interesse, para disposição/destinação, promove-se a digestão (ou estabilização) do lodo a fim de estabilizar a fração biodegradável da matéria orgânica presente, reduzindo o risco de putrefação (odor, contaminação por patógenos).

Caleação - processo de adicionar cal. No tratamento de esgotos, a caleação promove a estabilização alcalina de lodos primários, secundários ou digeridos, quer estejam líquidos ou sólidos. Esse mecanismo de higienização de lodos por via química eleva o pH do lodo e conseqüentemente altera a natureza coloidal do protoplasma celular dos microrganismos patogênicos de forma letal, produzindo um ambiente inóspito para a sobrevivência deles.

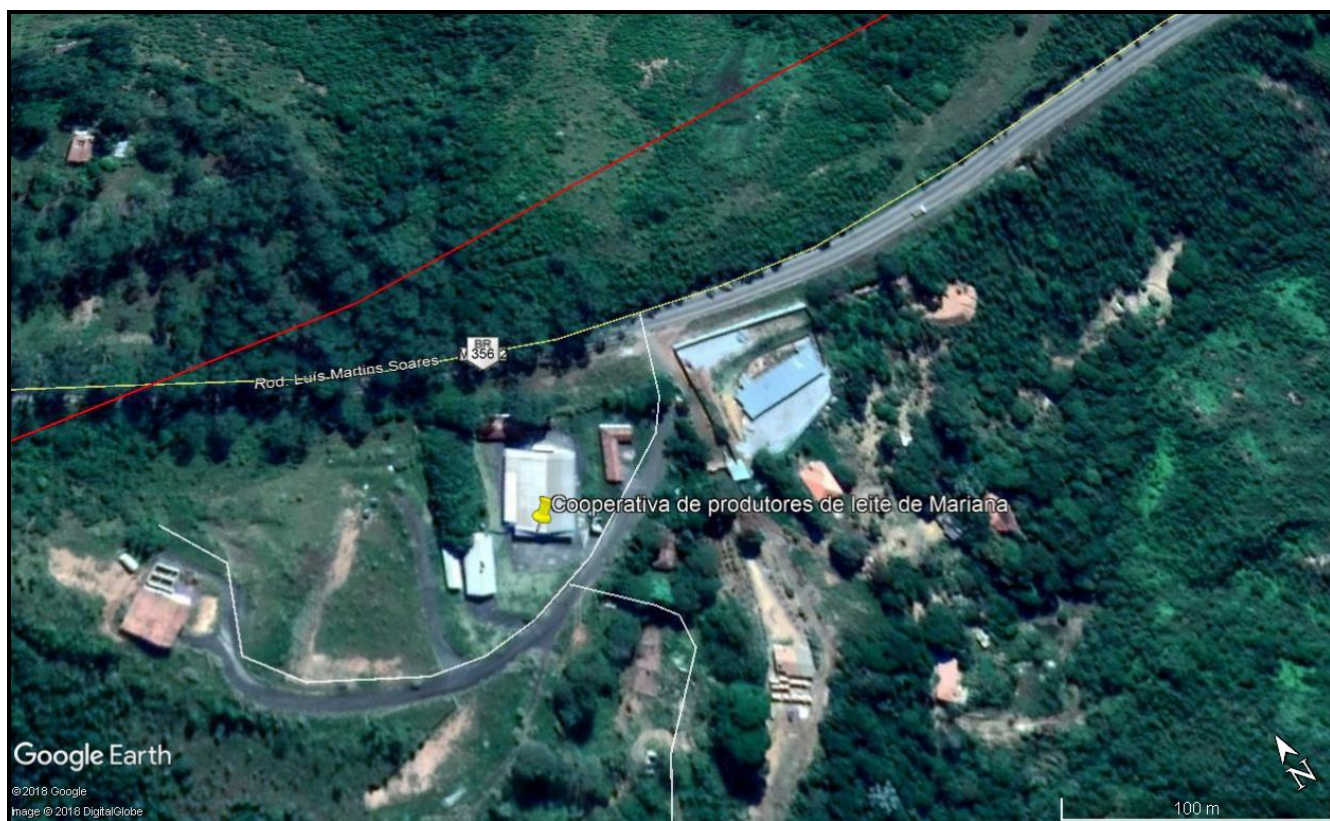
Taxa de aplicação superficial – critério utilizado em diversos sistemas de tratamento de efluentes e mede a carga orgânica aplicada por unidade de área útil do sistema (KgDBO₅/ha.d)

7.0 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A Cooperativa de produtores de leite de Mariana está localizada no Rodovia Luís Martins Soares – BR 356 em Mariana, Minas Gerais. Apresenta-se na Figura 1 a seguir a imagem aérea obtida por meio do Google Earth.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	8/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

Figura 1 - Imagem aérea do empreendimento



Fonte: Google Earth, 2018.

8.0 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DESPEJOS LÍQUIDOS

Para determinar o sistema de tratamento dos efluente líquidos, é importante conhecer o processo industrial e as características dos despejos. A estimativa da quantificação e a vazão dos efluentes estão apresentadas a seguir.

8.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os efluentes líquidos gerados nas indústrias de laticínios são constituídos, em sua maior parte, por despejos industriais e esgotos sanitários.

Os despejos industriais contém os seguintes contaminantes, diluídos em águas de lavagem, limpeza de tubulações, equipamentos, pisos e demais instalações do empreendimento:

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA	
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	9/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N030600-R-1MD002	01	

- Leite, derivados e matérias lácteas não aproveitadas ao longo do processo produtivo;
- Detergentes e desinfetantes utilizados nas operações de lavagem e sanitização;
- Purgas de tubulações contaminadas com lubrificantes empregados na manutenção de equipamentos.

A fabricação de produtos mais elaborados, como queijo, requeijão, iogurte e bebidas lácteas ainda podem agregar os efluentes líquidos com:

- Açúcar, pedaços de frutas, essências e condimentos;
- Subprodutos como soro e leiteiro em quantidades residuais.

8.2 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS

A caracterização quantitativa dos efluentes toma por base estudos realizados em unidades de laticínios de mesma tipologia e, também, segue orientações de Guias Técnicos da Indústria de Laticínios elaborados por órgãos como FIEMG e CETESB.

Para a primeira etapa do empreendimento, considerou-se os seguintes dados de produção:

- 10.000 L/dia de leite aplicado em envase de leite fluido;
- 5.000 L/dia de leite para produção de queijo e manteiga;
- 3.500 L/dia de bebidas lácteas com soro.

Além dos efluentes líquidos gerados no processo produtivo, há ainda os esgotos sanitários e os despejos de refeitório. A quantificação desses efluentes foi feita baseada na recomendação da NBR 13696, que estabelece a geração de efluente por funcionário de 70 L no caso dos esgotos sanitários e 25 L para refeitório.

Sendo assim, apresenta-se no

Código:	FM-ENG-ONN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 10/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01	

Quadro 1 a estimativa da vazão média diária dos despejos. Adotou-se a vazão máxima como sendo aproximadamente 1,8 vezes a vazão média e o funcionamento do empreendimento de 8 horas/dia.

Quadro 1 - Vazões dos despejos de efluentes – 1ª fase

Operação / setor	Taxa de geração de efluente*	Q (m³/dia)	Vazões (m³/h)	
			Média	Máxima
Envase de leite (10.000 L leite/d)	0,6 (L efluente/ L leite)	6,00	0,75	1,35
Fabricação de queijo e manteiga (5.000 L leite/d)	3,6 (L efluente/L leite)	19,80	2,13	3,83
Fabricação de bebida láctea (3.500 L/d)	3,8 (L efluente/ L bebida láctea)	13,30	1,66	3,00
Despejos sanitários (30 contribuintes/dia)	70 L/contribuinte.dia	2,10	0,26	0,47
Refeitório (30 contribuintes/dia)	25 L/contribuintes.dia	0,75	0,10	0,18
Total		41,95	5,24	9,43

*Em conformidade com a faixa de vazão indicada pelo Guia Técnico Ambiental da Indústria de Laticínios.

Para a segunda fase do empreendimento, considerou-se os seguintes dados de produção:

- 25.000 L/dia aplicado em envase de leite fluido;
- 15.000 L/dia de leite para produção de queijo e manteiga;
- 10.000 L/dia para produção de bebidas lácteas com soro.

Apresenta-se no Quadro 2 a estimativa da vazão média diária para a segunda fase.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 11/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01	

Quadro 2 - Vazão dos despejos de efluentes – fase 2

Operação / setor	Taxa de geração de efluente*	Q (m³/dia)	Vazões (m³/h)	
			Média	Máxima
Envase de leite (25.000 L leite/d)	0,6 (L efluente/ L leite)	15,00	1,88	3,38
Fabricação de queijo e manteiga (15.000 L leite/d)	3,6 (L efluente/L leite)	54,00	6,75	12,15
Fabricação de bebida láctea (10.000 L/d)	3,8 (L efluente/ L bebida láctea)	38,00	4,75	8,55
Despejos sanitários (30 contribuintes/dia)	70 L/contribuinte.dia	2,10	0,26	0,47
Refeitório (30 contribuintes/dia)	25 L/contribuintes.dia	0,75	0,10	0,18
Total		109,85	13,74	24,73

*Em conformidade com a faixa de vazão indicada pelo Guia Técnico Ambiental da Indústria de Laticínios.

8.3 CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ELFUENTES

O lançamento dos efluentes líquidos é o principal impacto ambiental da indústria de laticínios. Para propor o sistema de tratamento adequado, é de fundamental importância conhecer as características físico químicas dos despejos.

A composição detalhada dos efluentes líquidos decorrentes das diversas atividades da industrialização do leite, apesar de similares, varia consideravelmente e são influenciadas pelos seguintes fatores:

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 12/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01	

- Processos industriais;
- Volume processado de leite;
- Condições e tipo de equipamentos utilizados;
- Gerenciamento ambiental da indústria.

Devido a esses fatores, a caracterização é estimada, baseada nas faixas de valores obtidas na bibliografia técnica especializada.

Em geral, as águas residuais geradas em laticínios apresentam, as seguintes características:

- O pH é variável, sendo influenciado pelo tipo de detergente utilizado;
- Os teores de óleos e graxas são elevados, justificando a inclusão de um sistema de remoção, antes do tratamento biológico;
- O teor de sólidos suspensos é razoável, sendo constituído na maior parte por sólidos suspensos voláteis;
- A DBO é elevada;
- A relação DQO/DBO não é normalmente superior a 3:1, sendo indicado tratamento de efluentes por processo biológico.

Os valores adotados para carga orgânica, no presente estudo, em função da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, são apresentados no Quadro 3 e no Quadro 4, de acordo com as capacidades nominais de produção adotadas. Cabe ressaltar que, a favor da segurança, a carga é calculada com o maior valor da faixa de DBO.

Quadro 3 - Valores adotados de carga orgânica – 1ª fase

Efluente	Q (m³/d)	DBO* (mg/L)	Carga orgânica (kg DBO/d)
Envase de leite fluido	6,00	600 -1.200	7,20
Fabricação de queijo e manteiga	17,00	3.000 – 6.000	102,00
Fabricação de bebidas lácteas	13,30	1.500 – 3.500	46,55

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 13/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

Fabricação de manteiga	2,80	1.500	4,20
Despejos sanitários	2,10	300	0,63
Refeitório	0,75	300	0,23
Total	41,95	4209,85	160,81

*Em conformidade com a faixa de vazão indicada pelo Guia Técnico Ambiental da Indústria de Laticínios.

Fonte: Adaptado de FIEMG, 2014.

Quadro 4 - Valores adotados de carga orgânica - 2ª fase

Efluente	Q (m³/d)	DBO* (mg/L)	Carga orgânica (kg DBO/d)
Envase de leite fluido	15,00	600 – 1.200	14,40
Fabricação de queijo	51,00	3.000 – 6.000	306,00
Fabricação de bebidas lácteas	38,00	1.500 – 3.500	133,00
Fabricação de manteiga	3,00	1.500	4,50
Despejos sanitários	2,10	300	0,63
Refeitório	0,75	300	0,23
Total	109,85	4.364,92	458,76

*Em conformidade com a faixa de vazão indicada pelo Guia Técnico Ambiental da Indústria de Laticínios.

Fonte: Adaptado de FIEMG, 2014.

9.0 TRATAMENTO DE EFLUENTES

A extensão do tratamento necessário possui duas bases: o teor de sólidos em suspensão e a Demanda Química de Oxigênio (DBO), parâmetro que mede o teor de impureza do efluente pela quantidade de oxigênio utilizado para oxidá-la bioquimicamente. Didaticamente, os métodos de tratamento de efluentes de laticínios são divididos em primários (físicos), e secundários (biológicos). O tratamento e a disposição final do lodo biológico é uma etapa paralela do sistema de tratamento.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 14/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

O tratamento primário consiste de operações físicas para a retirada de sólidos, gorduras e redução inicial de DBO. Implantado isoladamente, não se torna capaz de atender os padrões exigidos para descarga de efluentes, pois não conseguem segregar grande parte dos sólidos dissolvidos e o material permanece em solução. Sendo assim, se faz necessária a implantação do tratamento secundário, através de processos biológicos.

O tratamento biológico é capaz de oxidar a matéria orgânica dissolvida, reduzindo a DBO de 85 a 90%. Eventualmente, pode ocorrer a redução de nutrientes como fósforo e nitrogênio. (SHEREVE, BRINK JR, 1997).

Nas indústrias de laticínios, os efluentes líquidos brutos apresentam relações de DBO/DQO na faixa de 0,50 a 0,70. Essa relação apresenta a fração biodegradável dos efluentes, ou seja, quanto maior esse valor, mais indicado é a utilização de tratamento biológico. Sendo assim, apresenta-se a seguir os principais métodos de tratamento utilizados atualmente para o tratamento de efluentes de laticínios.

9.1 TRATAMENTO PRIMÁRIO

O tratamento primário objetiva a remoção de sólidos sedimentáveis e, conseqüentemente, parte da matéria orgânica. Em média, a eficiência de remoção de DBO é de 25 a 35%, sendo que o cálculo de eficiência é feito a partir da Equação 1:

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

E = eficiência de remoção (%);
 C_o = concentração afluente do poluente (mg/L);
 C_e = concentração efluente do poluente (mg/L).

As operações físicas unitárias constantemente aplicadas no tratamento primário geralmente são gradeamento, peneiramento, mistura, floculação, sedimentação, flotação, equalização, homogeneização e neutralização.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA	
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	15/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N030600-R-1MD002	01	

9.1.1 Sistema de peneiramento

Os despejos industriais são encaminhados para um sistema de peneiramento para separação de sólidos grosseiros. Geralmente são utilizadas peneiras estáticas nesse processo, para retenção e separação de sólidos em suspensão.

A tela, mais comumente feita de aço inoxidável AISI 304 com malha de seção trapezoidal, possui geometria que permite que não haja entupimento pelos sólidos. Sua disposição curva produz a rápida saída do líquido, que é coletado na parte inferior da peneira e, direcionado ao bocal inferior onde seguirá para a linha de tratamento do efluente. Os sólidos retidos na tela se deslocam em função de seu peso e a curvatura da tela para a régua de descarga, fazendo com que o equipamento seja auto limpante. Comumente, as estruturas da peneira são feitas em aço ou concreto/alvenaria.

A utilização de peneiras requer um baixo custo de operação e reduzido índice de manutenção.

9.1.2 Caixa de gordura

A caixa de gordura se faz necessária para o sistema de tratamento da indústria de laticínios devido ao alto teor de óleos e graxas dos efluentes gerados no processo produtivo. A eficiência na redução de DBO e materiais gordurosos presentes no efluente é de 30 a 40%, sendo que, o maior valor é obtido quando há aeração na caixa de gordura.

A remoção da gordura evita a obstrução dos coletores e a aderência nas peças da rede de esgoto, além de evitar acúmulo nas unidades de tratamento, o que provoca odores desagradáveis e eventuais problemas na ETE.

A unidade pode ser projetada antes ou depois da neutralização e homogeneização dos despejos em um tanque equalizador, eliminando assim, as flutuações de vazão.

9.1.3 Flotação

A flotação por injeção de ar é uma alternativa à caixa de gordura, sendo que sua principal vantagem é a eficiência de remoção do material sobrenadante e a economia de área.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 16/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

O tratamento por flotação pode ser feito para um maior incremento da eficiência da separação dos sólidos, com utilização de produtos químicos como coagulantes e floculantes para facilitar a ascensão do conjunto partícula-bolha.

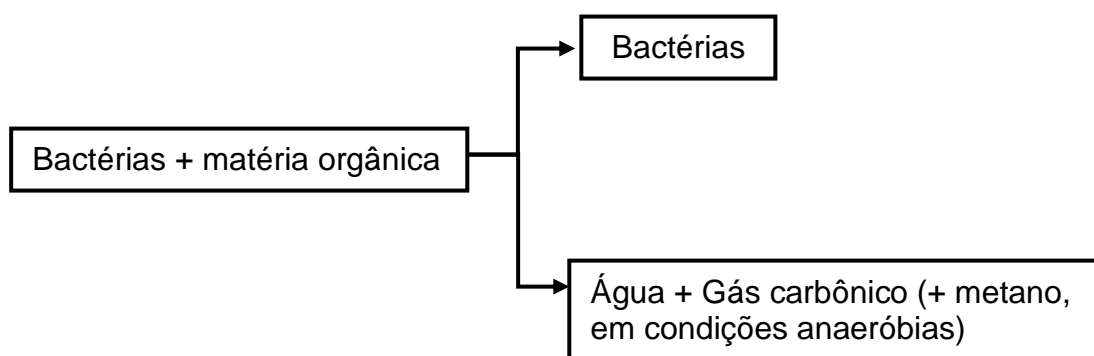
9.1.4 Tanque de equalização, homogeneização e neutralização

Esse tanque possui como objetivo homogeneizar os despejos, eliminar as flutuações de vazões e, caso seja necessário, corrigir o pH do efluente para deixá-lo em condições adequadas para o tratamento biológico. Nesta unidade não há redução de DBO ou outro parâmetro de análise.

9.2 TRATAMENTO BIOLÓGICO

O tratamento biológico é responsável pela estabilização da matéria orgânica, por meio de processos aeróbios e/ou anaeróbios. O que determina se o processo é aeróbio ou anaeróbio são as condições às quais os microrganismos são submetidos. Quando há a injeção de oxigênio, predominam os organismos e mecanismos aeróbios de remoção de matéria orgânica. No caso da ausência de oxigênio, os organismos e mecanismos anaeróbios de degradação e conversão da matéria orgânica são predominantes. Apresenta-se na Figura 2 a seguir, um esquema simplificado do metabolismo bacteriano.

Figura 2 - Metabolismo bacteriano simplificado



Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 17/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01	

O grande objetivo dessa etapa é a remoção de matéria orgânica dissolvida e em suspensão (medida em termos de DBO) através da ação de microrganismos, sendo que a base do processo é o contato entre os organismos e o material orgânico. Para uma maior eficiência do processo, é importante que as condições ambientais como temperatura, pH, tempo de contato e oxigênio (em condições aeróbias) sejam mantidas favoráveis.

As alternativas mais comuns utilizadas atualmente nas indústrias de laticínios são o sistema australiano (lagoa anaeróbia – lagoa facultativa), o sistema de lodos ativados e o sistema de lagoas anaeróbias – lagoas aeradas – lagoas de decantação.

9.2.1 Sistema australiano

O sistema australiano é um sistema composto por lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas. O tratamento possui uma eficiência satisfatória, porém, requer uma área relativamente grande.

A lagoa anaeróbia deve ocupar menor área e possuir maior profundidade. As dimensões da lagoa criam um ambiente onde praticamente não ocorre a fotossíntese, fazendo com o que o consumo de oxigênio seja superior à produção e, portanto, criam um ambiente anaeróbio. A estabilização da matéria orgânica se desenvolve em duas etapas. Na primeira, ocorre a liquefação e formação de ácidos por meio de bactérias acidogênicas e não há a redução de DBO. Já na segunda etapa, ocorre a formação de metano através das bactérias metanogênicas, ou seja, a remoção de 50 a 70% da DBO ocorre pela conversão de matéria orgânica em metano, gás carbônico e água. A remoção parcial da DBO é justificada pelas taxas metabólica e de reprodução das bactérias anaeróbias, que são mais lentas que as bactérias aeróbias.

As lagoas facultativas funcionam de maneira simples e dependem unicamente de fenômenos naturais. O efluente que sai da lagoa anaeróbia entra por uma extremidade da lagoa e sai continuamente na extremidade oposta, sendo que o tempo de detenção varia de 15 a 45 dias para estabilização do efluente.

A estabilização do efluente ocorre em três zonas, sendo elas a zona anaeróbia, a zona aeróbia e a zona facultativa. Na zona anaeróbia, a matéria orgânica em suspensão

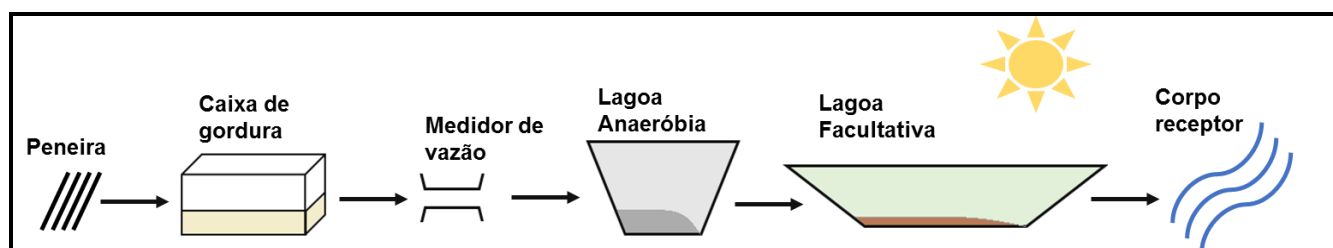
Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA	
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	18/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N030600-R-1MD002	01	

tende a sedimentar, constituindo assim, o lodo de fundo. O lodo é decomposto e convertido em gás carbônico, metano e outros compostos. A fração não biodegradável permanece no fundo. A camada mais superficial é a zona aeróbia, onde a matéria orgânica dissolvida na massa líquida é oxidada através da respiração aeróbia. O oxigênio necessário para o processo é obtido pela fotossíntese realizada pelas algas. A zona facultativa é a zona intermediária entre as duas zonas, onde atuam as bactérias facultativas, que conseguem atuar tanto na presença quanto na ausência de oxigênio.

O sistema australiano é recomendado para locais com elevada radiação solar e baixa nebulosidade, para fornecer melhores condições para a realização de fotossíntese. Além disso, para que ocorra de maneira efetiva, a fotossíntese necessita de uma área de exposição grande, fazendo com o que as lagoas facultativas tenham as maiores dimensões dentre os processos de tratamento de esgotos.

A Figura 3 apresenta um esquema do típico sistema australiano.

Figura 3 - Esquema do sistema australiano



Fonte: Adaptado de Von Sperling, 2005.

As principais vantagens e desvantagens do sistema australiano encontram-se apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Vantagens e desvantagens do sistema australiano

Vantagens	Limitações
Baixo custo de operação e manutenção	Ocupa maior área
Facilidade de controle	Dificuldade de remoção de nitrogênio

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	19/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N030600-R-1MD002	01

Operação simplificada

amoniacal

Ausência de consumo energético

Ocorrência frequente de
superfloração de algas

Comumente, na primeira etapa pode ser adotado o sistema de lagoas australiano que, pode ser adaptado para um sistema de lagoa anaeróbia – lagoa aerada – lagoa de sedimentação na segunda etapa de um empreendimento. O ATALAT Indústria e Comércio Ltda. é um exemplo dessa proposta de tratamento, conforme as Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Vista aérea das lagoas da ETE do ATALAT



Fonte: ATALAT Indústria e Comércio de Laticínios Ltda.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 20/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

Figura 5 - Vista aérea das lagoas da ETE do ATALAT



Fonte: ATALAT Indústria e Comércio de Laticínios Ltda.

9.2.2 Lodos ativados

Com o objetivo de obter uma elevada eficiência no tratamento de efluentes com uma pequena área requerida para a operação, o sistema por lodos ativados são amplamente utilizados no tratamento de esgotos domésticos e industriais, com grande aceitação nas indústrias de laticínios.

Para melhor entendimento do sistema, Jordão e Pessoa (1995) definem lodo ativado como o floco produzido no esgoto bruto ou decantado pelo crescimento de bactérias zoogleias ou outro organismos, na presença de oxigênio dissolvido e acumulado em

Código:	FM-ENG-ONN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	21/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N030600-R-1MD002	01

concentração suficiente graças ao retorno de outros flocos formados anteriormente no tanque de decantação.

É apresentado no Quadro 6, as vantagens e desvantagens do sistema de lodos ativados convencional.

Quadro 6 - Principais vantagens e limitações do sistema de lodos ativados convencional

Vantagens	Limitações
Elevada eficiência	Substancial investimento de capital
Baixos requisitos de área	Alto custo operacional
Flexibilidade operacional	Supervisão contínua
Boa resistência a cargas de choque	Possibilidade de resíduos aerossóis
Menor possibilidade de insetos e maus odores	Necessidade de tratamento do lodo e da sua disposição

Fonte: Gomes, 2006.

Para o tratamento biológico secundário, as principais variantes do sistema de lodos ativados são apresentadas nesse projeto, sendo elas:

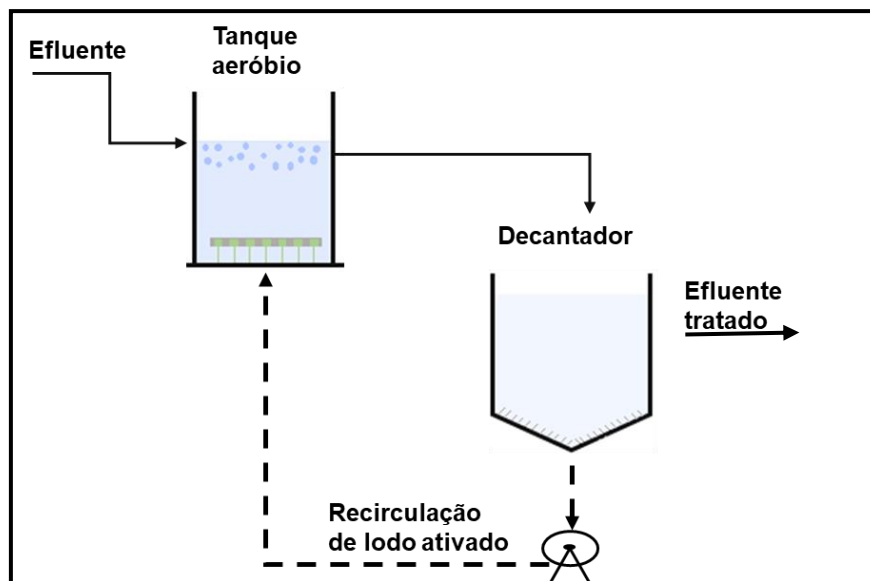
- Lodos ativados convencional (fluxo contínuo);
- Aeração prolongada (fluxo contínuo);
- Fluxo Intermitente (batelada).

9.2.2.1 Lodos ativados convencional

O sistema de lodos ativados convencional é um sistema aeróbio composto por uma unidade de aeração, uma de decantação e uma elevatória para recirculação de lodos, conforme apresentado na Figura 6.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 22/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

Figura 6 - Esquema simplificado do sistema de tratamento por lodos ativados convencional



Fonte: Adaptado de Shelby et al, 2012.

No tanque de aeração ocorre a mistura, a agitação e a aeração do efluente com o lodo ativado. A concentração de biomassa é elevada devido à entrada contínua de nutrientes na forma de DBO dos efluentes líquidos, fazendo com o que as bactérias cresçam e se reproduzam continuamente. Além disso, parte do lodo do decantador secundário é recirculado para o tanque anaeróbio. Nos decantadores secundários, o lodo é separado e adensado fisicamente do efluente tratado.

O tempo de retenção da biomassa no sistema (idade do lodo) varia entre 4 a 10 dias e, é maior do que o tempo de permanência do efluente (tempo de detenção hidráulica), garantindo assim a eficiência do tratamento. O tempo de detenção hidráulica pode ser calculado a partir da relação entre volume do reator (m^3) e vazão (m^3/dia) conforme a Equação 2:

$$TDH = \frac{V}{Q}$$

Equação 2

É importante ressaltar que o lodo tem que ser retirado na mesma proporção em que é produzido, para garantir a troca de oxigênio a todas as células e para não sobrecarregar o decantador, reduzindo a eficiência da decantação. O lodo retirado deve ser enviado para

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	23/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

uma destinação final adequada, como em solos para utilização agrícola ou aterros licenciados, por exemplo.

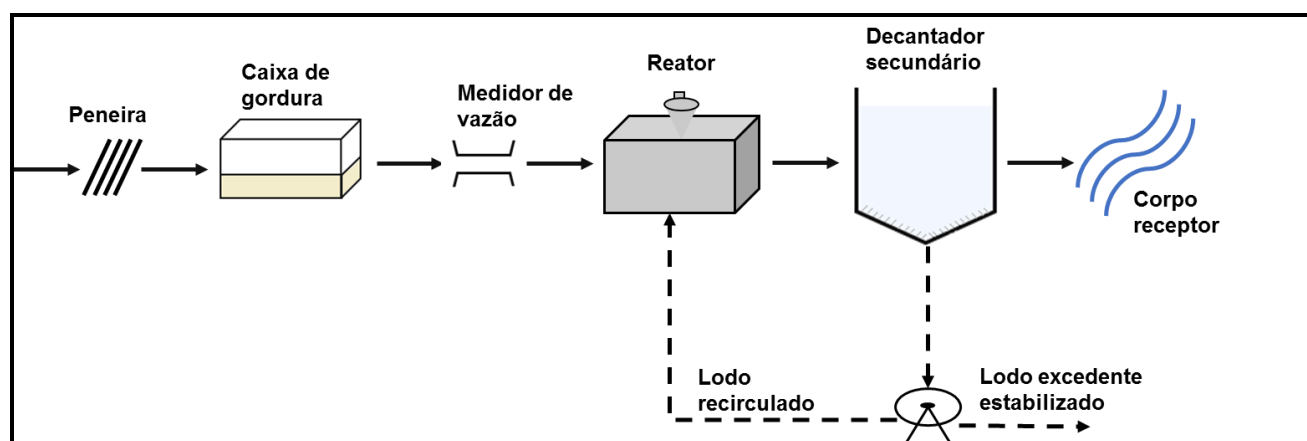
9.2.2.2 Aeração prolongada

A variável do sistema de lodos ativados por aeração prolongada é a idade do lodo que, nesse sistema, varia entre 18 a 30 dias. A maior idade do lodo ocasiona uma menor disponibilidade de alimento para as bactérias, requer um volume maior do tanque de aeração e, em consequência, uma maior quantidade de biomassa. Dessa forma, a estabilização da biomassa ocorre no próprio tanque de aeração, pois as bactérias utilizam nos seus processos metabólicos a própria matéria orgânica componente das suas células, convertendo-a em gás carbônico e água através da respiração.

Na aeração prolongada não há necessidade de uma etapa de digestão do lodo nem de decantadores, fazendo com que o tratamento requeira apenas uma etapa de adensamento (opcional) e desidratação do lodo. A simplificação do sistema provoca um aumento de energia gasta na aeração. Em contra partida, a disponibilidade de alimento e a simplicidade do sistema o tornam um dos processos de tratamento de esgotos mais eficientes na remoção de DBO.

Apresenta-se na Figura 7 a seguir, o fluxograma de um sistema de aeração prolongada.

Figura 7 - Fluxograma de um sistema de aeração prolongada



Fonte: Adaptado de Von Sperling, 2012.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	24/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

9.2.2.3 Lodos Ativados de Fluxo Intermitente

O processo de lodos ativados com operação intermitente, todos os processos e operações do sistema convencional de lodos ativados (decantação primária e secundária, oxidação biológica e bombeamento do lodo) ocorrem em um único tanque. O processo ocorre em um reator de mistura completa, onde a massa biológica permanece durante todos os ciclos, uma vez que a mesma não sai com o efluente final. A retenção da biomassa elimina a necessidade de decantadores separados. Essa técnica é bastante utilizada em instalações de resfriamento e distribuição de leite em todo o mundo. Apresenta-se na Figura 8 a seguir, os ciclos do processo de operação intermitente.

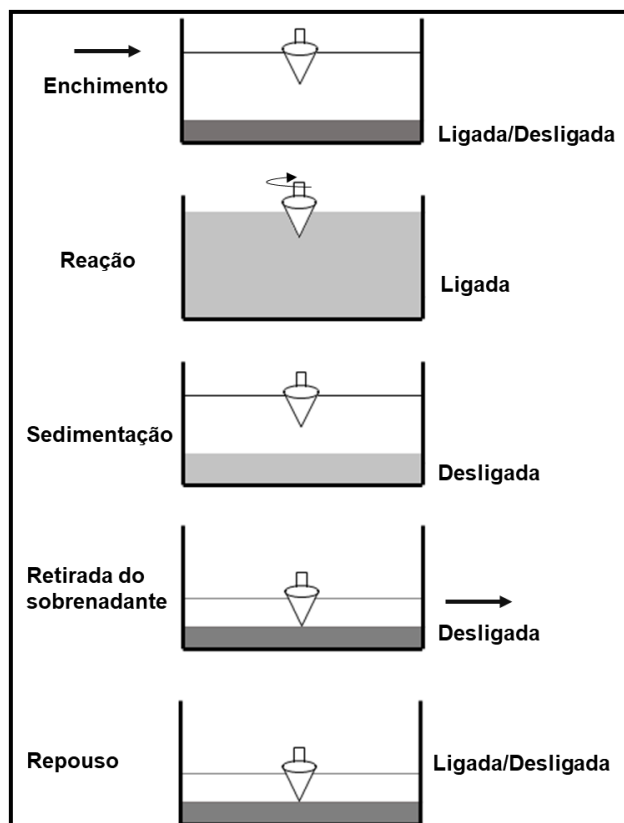


Figura 8 - Ciclos do processo de operação intermitente

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	26/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

efluente deve ingressar pelo fundo e deixar a lagoa pela parte superior da mesma, seguindo então para a lagoa aerada.

Na lagoa aerada, o processo aeróbio de estabilização da matéria orgânica será realizado através de um de sistema de aeração mecânica, assim removendo a maior parte da DBO e DQO presente no efluente. Os sistemas de aeração comumente usados são aeradores superficiais ou submersos e ar difuso. A comparação entre os sistemas encontra-se no Quadro 7.

Quadro 7 - Comparação entre sistemas de aeração

Parâmetro	Ar difuso	Aerador mecânico (superficial ou submersível)
Consumo de energia elétrica	Menor consumo de energia elétrica	Maior consumo de energia (até 60% a mais que o ar difuso)
Instalação e manutenção	Maior custo de instalação; Normalmente requer menos manutenções periódicas que, por sua vez, possuem um alto custo.	Menor custo de instalação; Normalmente requer manutenções frequentes que, por sua vez, possuem um baixo custo.
Decantação	A injeção do oxigênio através das bolhas difundidas é mais suave e, portanto, diminui a quebra dos flocos, facilitando o processo de decantação.	Choque mecânico das hélices do aerador interfere na formação de flocos, ocasionando um tempo maior para a decantação.
Mistura e transferência de oxigênio	A instalação é feita de forma homogênea no fundo da lagoa facilitando a mistura e a transferência de oxigênio. Indicado para lagoas com profundidades superiores a 4 metros.	A instalação é feita de forma pontual na lagoa, reduzindo a eficiência de mistura na lagoa e a transferência de oxigênio. Melhor desempenho em lagoas com profundidades inferiores a 3 metros.
Ruído	Os sopradores são instalados em cabines acústicas ou câmaras específicas, reduzindo a emissão de ruídos.	Não é comum a adoção de dispositivos para abafar ruídos.

Fonte: Adaptado de Wasserlink – Catálogo do fabricante.

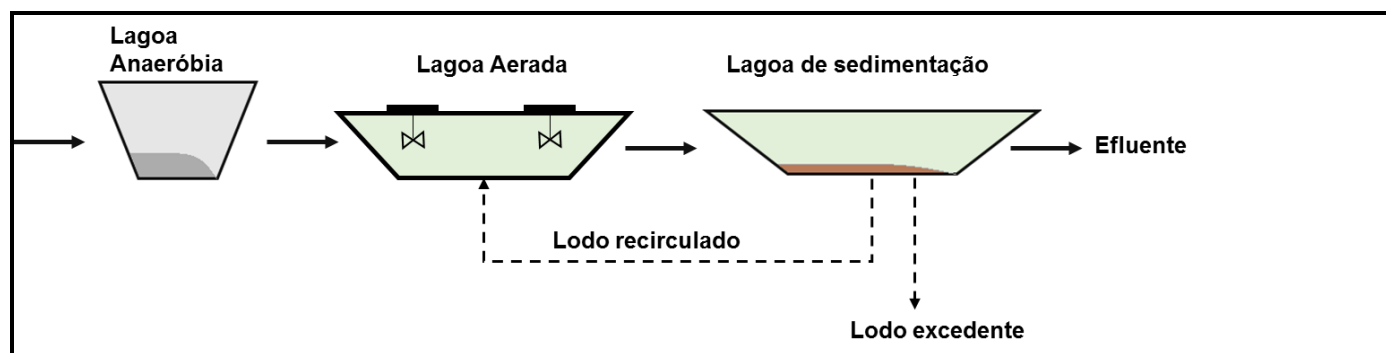
Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL		PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001		27/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA		REV.
		N030600-R-1MD002		01

Para aumentar a concentração de bactérias no sistema pode ser feita a recirculação do lodo da lagoa de decantação que está instalado a jusante da lagoa de aeração. A recirculação permite o aumento da eficiência do processo.

Para melhorar a concentração de sólidos suspensos, o efluente da lagoa aerada é encaminhado a uma lagoa de decantação. Na lagoa o efluente sofre o processo de sedimentação, e lodo se acumula no fundo, onde parte dele é recirculado para lagoa aerada e outra parte segue para desidratação nos leitos de secagem de lodo.

O esquema geral de um sistema lagoa anaeróbia – lagoa aerada – lagoa de decantação está apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Esquema do sistema de lagoas



Fonte: Adaptado de Neto, 2014.

Uma alternativa a ser apresentada para a unidade anaeróbia é a utilização de filtro anaeróbio.

9.2.3.1 Filtros anaeróbios

Os filtros biológicos são feitos, basicamente, de um tanque de pedras ou outro material de enchimento, que pode ser de pedras, blocos cerâmicos, esferas de polietileno, bambu e até mesmo escória de alto forno. Na superfície dos materiais de enchimento ocorre a adesão e a proliferação dos microrganismos. As camadas formadas por essa biomassa é denominada biofilme que, em contato com a matéria orgânica, promove a digestão da mesma. Em seguida, o lodo digerido agrupa-se em flocos e decanta no fundo do reator e o

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 28/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01	

efluente sai pelo topo. Em média, o material de enchimento ocupa entre 50 e 70% do filtro (de Paula, 2008).

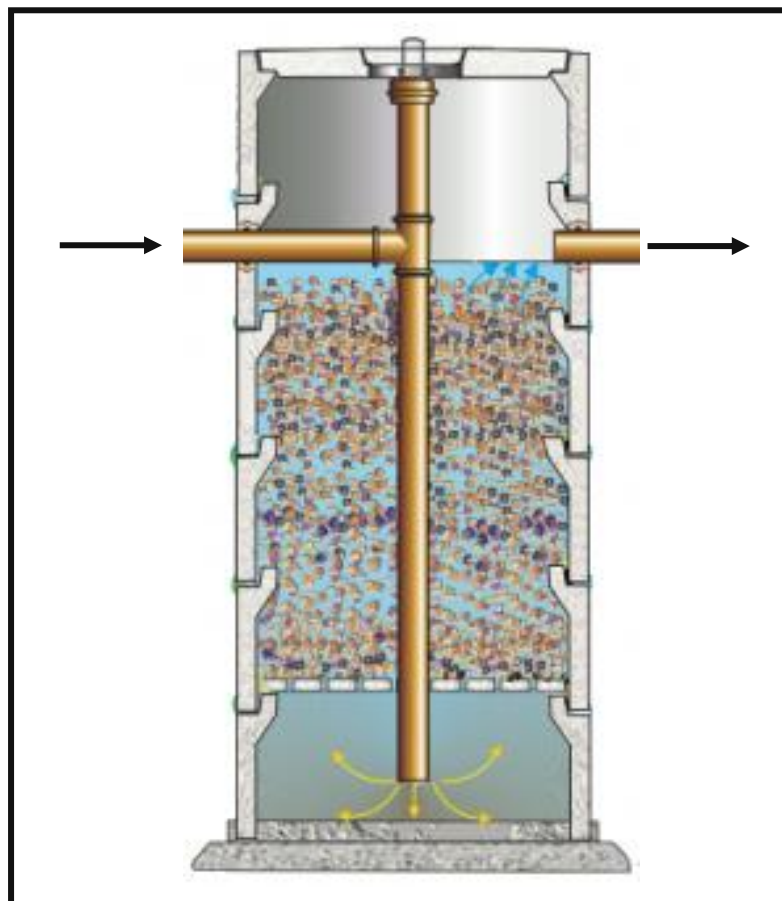
A operação do filtro anaeróbio é através de um fluxo ascendente ou descendente (menos comum). No caso do fluxo ascendente, o filtro fica submerso e o efluente entra na parte inferior do reator, saindo na parte superior. É basicamente um processo de contato, no qual os efluentes passam através do biofilme.

O filtro anaeróbio tem alta eficiência na retenção de sólidos, o que possibilita o tratamento de efluentes com elevadas concentrações de DQO e, devido à biomassa retida no meio suporte do filtro, opera de maneira estável, suportando oscilações de cargas e vazões.

Apesar de possuir uma eficiência satisfatória, um dos principais problemas verificados na operação de filtros anaeróbios é a colmatação do meio suporte. Para evitar esse problema, é necessário instalar previamente dispositivos de limpeza ao longo da altura do filtro que permitam a retirada do excesso de sólidos, além do descarte periódico de lodo. A Figura 11 mostra um filtro anaeróbio esquemático.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA	
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	29/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N030600-R-1MD002	01	

Figura 11 - Esquema de um filtro anaeróbio



Fonte: Artefácil, 2018.

A Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro Ltda. possui implantado em seu sistema de tratamento um filtro anaeróbio seguido por lagoas facultativas, conforme apresentados nas Figuras 12, 13 e 14.

Figura 12 - Filtro anaeróbio/ Entrada do efluente bruto na caixa de distribuição de fluxo

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA	
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	30/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N030600-R-1MD002	01	



Fonte: Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro Ltda.

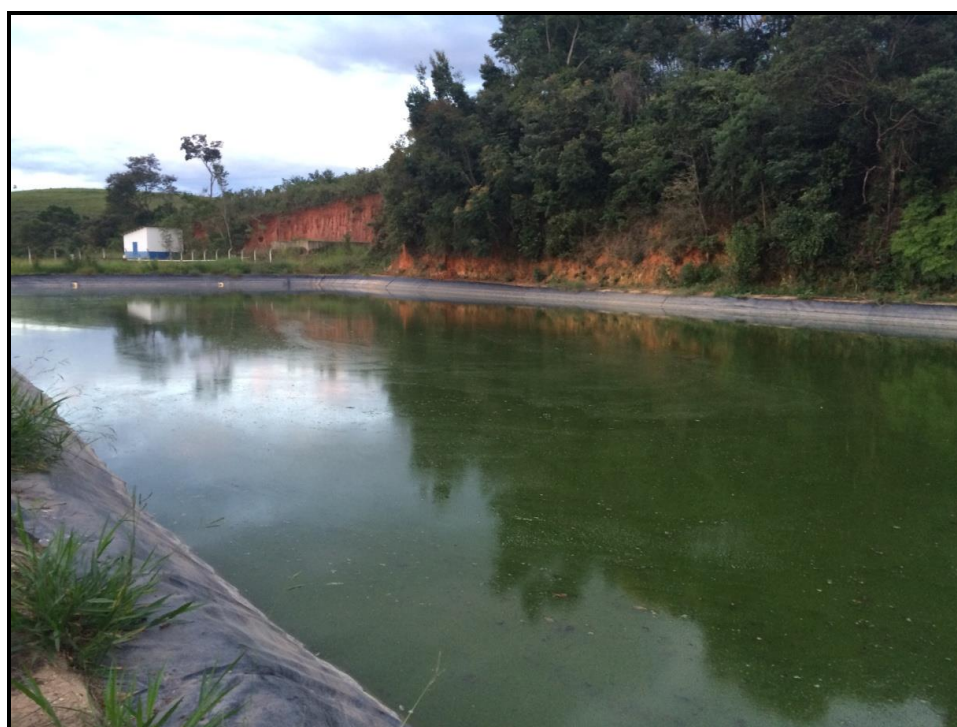
Figura 13 - Lagoa Facultativa

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	31/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01



Fonte: Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro Ltda.

Figura 14 - Lagoa Facultativa



Fonte: Cooperativa dos Produtores Rurais do Serro Ltda.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	32/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

Já o Laticínios Porto Alegre – unidade Mutum, possui implantado um sistema de filtro anaeróbio seguido por lagoa de aeração e lagoa de decantação. As Figuras 15, 16 e 17 ilustram o sistema.

Figura 15 - Filtro anaeróbio com cobertura de terra e grama



Fonte: Laticínios Porto Alegre.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	33/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

Figura 16 - Lagoa aerada



Fonte: Laticínios Porto Alegre.

Figura 17 - Lagoa de decantação



Fonte: Laticínios Porto Alegre.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	34/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N030600-R-1MD002	01

9.3 TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DO LODO

O lodo gerado no tratamento biológico é denominado lodo secundário, biológico ou excedente. Esse lodo é constituído pela biomassa que cresceu durante o processo às custas da matéria orgânica fornecida pelo efluente e, caso não seja retirado do sistema, ele tende a se acumular e afetar a qualidade do efluente final. Por esse motivo, é necessário o descarte do lodo da fase líquida. A periodicidade do descarte depende do sistema de tratamento. As lagoas facultativas exigem uma retirada eventual de lodo, enquanto um sistema de lodos ativados requer a retirada contínua.

Para dispor o lodo de maneira adequada, existem formas de gerenciá-lo e tratá-lo de acordo com a necessidade do produto final. A seguir, encontra-se as principais etapas do gerenciamento do lodo com seus respectivos objetivos:

- Adensamento ou espessamento: remoção de umidade por flotação, centrífuga, filtro prensa de esteira ou adensamento por gravidade;
- Estabilização: remoção de matéria orgânica através da digestão anaeróbia ou aeróbia, tratamento térmico ou estabilização química;
- Condicionamento: preparação para desidratação por processos químicos ou térmicos;
- Desaguamento ou desidratação: remoção de umidade por meio de leitos de secagem, lagoas de lodo, filtro prensa, centrífuga, filtro prensa de esteiras, filtro a vácuo ou secagem térmica;
- Higienização: remoção de organismos patogênicos através de caleação (adição de cal), tratamento térmico, compostagem ou oxidação úmida.

Em caso de disposição agrícola, é importante ressaltar que a etapa de desinfecção do lodo faz-se necessária e pode ser realizada com a adição de cal para elevação do pH até 12.

As principais formas de disposição do efluente após tratamento são: despejo no corpo hídrico receptor, infiltração no solo ou ainda ser utilizado para fertirrigação. Os efluentes,

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abbrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL		PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001		35/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA		REV.
		N030600-R-1MD002		01

mesmo depois de tratados, não podem causar poluição ou contaminação das águas superficiais ou subterrâneas.

Para a disposição no corpo hídrico, o efluente deve atender as normativas em vigor no local. No caso de Minas Gerais, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº. 01, de 05 de maio de 2008 determina as características de lançamento do efluente. Além disso, é recomendado fazer um estudo de autodepuração do corpo receptor para analisar a capacidade de recebimento dos despejos.

Os métodos de infiltração não possuem padrões de lançamento dispostos na Resolução CONAMA 430/2001. O solo atua como um filtro, depurando os poluentes contidos no efluente, porém, a migração dos poluentes para as águas superficiais e subterrâneas é uma ameaça para o meio ambiente. Quando não é possível a disposição em corpos d'água, a infiltração se torna uma opção. Normalmente, os métodos utilizados são valas e sumidouros.

O sumidouro, previsto na NBR 13.969/1997, é descrito como uma unidade de depuração e disposição final de efluentes que, por ser verticalizado, é adequado somente para casos de aquífero profundo.

A vala de infiltração também é prevista na NBR 13.969/1997, e é descrita como uma vala escavada no solo, provida de tubulação de distribuição, destinada à depuração e disposição final do efluente na subsuperfície do solo sob condições essencialmente aeróbias. A instalação deste sistema pressupõe boa disponibilidade de área, com remota possibilidade de contaminação de aquífero.

Como utiliza o solo como meio filtrante, seu desempenho depende grandemente das características do solo, assim como do seu grau de saturação por água. Não é recomendado o uso de vala de infiltração em solos com baixa taxa de percolação, já que exigem extensas áreas para infiltração.

A fertirrigação é uma das técnicas existentes para tratamento de efluentes domésticos ou industriais, compondo o leque de opções que se baseiam na disposição de efluentes no solo. Essas alternativas de disposição no solo, com o objetivo de polimento de efluentes já tratados ou como forma de disposição final de águas residuais brutas ou submetidas

Código:	FM-ENG-ONN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL		PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001		36/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA		REV.
		N030600-R-1MD002		01

somente a tratamento primário, existem há anos em países como Estados Unidos, Israel, Inglaterra, Índia, África do Sul, Argentina, Hungria, Bélgica, China (MATOS, 2017). A fertirrigação não somente promove a fertilização do solo como também a irrigação deste, como pode ser depreendido através da etimologia da palavra. Tal princípio de tratamento tem diversos benefícios como o agrícola, à medida em que proporciona melhorias nas condições químicas, físicas e biológicas do solo, o financeiro, por despender menores investimentos para implantação e reduzidos custos de operação das unidades, o energético e, na maioria dos casos, o benefício de não haver efluente a ser lançado em corpos d'água.

10.0 SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO

Para a implantação de um sistema de tratamento de efluentes líquidos para a Cooperativa de Produtores de Leite de Mariana foram estudados todos os focos onde normalmente são realizados os despejos industriais, e as informações obtidas possibilitaram a escolha sistema de um sistema adequado para o controle dos efluentes, respeitando os padrões estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº. 01, de 05 de maio de 2008.

Diante das características intrínsecas dos despejos líquidos, propôs-se, para o tratamento dos mesmos, um tratamento primário com peneiras e caixa de gordura para de remoção de sólidos e gorduras seguido de um tratamento secundário, onde através de um processo biológico, ocorrerá a estabilização da matéria orgânica, grande responsável pela carga poluentes nos despejos da indústria. Na primeira etapa, optou-se pelo tratamento biológico constituído por filtro anaeróbio e lagoas de estabilização. Já para a segunda etapa, as lagoas de estabilização são substituídas para lagoa aerada de mistura completa e por uma lagoa de decantação. Para o tratamento dos esgotos sanitários propõe-se a utilização de um tanque séptico, que receberá também, o efluente gerado no refeitório após tratamento em uma caixa de gordura.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 37/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

10.1 TRATAMENTO PRIMÁRIO

Conforme o estudo feito para caracterização qualitativa do efluente bruto proveniente da indústria de laticínios, conclui-se que o mesmo possui uma elevada carga orgânica, alto teor de óleos e graxas e pode conter restos de massas, queijos ou outros sólidos grosseiros descartados no processo produtivo. Para adequar o efluente para o tratamento biológico e obter maior eficiência, escolheu-se o sistema peneira estática e caixa de gordura.

Para o dimensionamento da peneira estática, a vazão horária máxima de efluente gerado e a granulometria dos resíduos sólidos contidos nele são os critérios a serem avaliados.

O principal critério para o dimensionamento da caixa de gordura industrial é a Taxa de aplicação superficial –TAS ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$), que estabelece a relação entre a vazão (Q) e a área da unidade (A) conforme a Equação 3:

$$TAS = \frac{Q (\text{m}^3 / \text{dia})}{A (\text{m}^2)} \quad \text{Equação 3}$$

Para essa unidade, o valor é baseado a partir da literatura do sistema de flotação natural, com TAS recomendado entre 0,5 e 1,0 $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$.

Estima-se que a taxa de remoção de DBO para a peneira estática é de 10%, enquanto para a caixa de gordura é 30%.

O efluente proveniente dos refeitórios é tratado separadamente em uma caixa de gordura. A caixa de gordura para refeitório é dimensionada e projetada de acordo com a NBR 8160, que determina seu volume baseado no número de contribuintes, conforme apresentado na Equação 4.

$$V = 2N + 20 \quad \text{Equação 4}$$

Sendo:

V = volume de retenção (litros);

N = número de pessoas servidas pelo refeitório.

Assim como a caixa de gordura industrial, estima-se a eficiência na retirada de DBO de 30%.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	38/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N030600-R-1MD002	01

O esgoto sanitário será tratado previamente em um tanque séptico que, também receberá o efluente gerado nos refeitórios após tratamento na caixa de gordura. O dimensionamento da unidade é feita baseada nas NBR 7229 e NBR 13969. As referidas normas determinam o volume do tanque séptico pelo desenvolvimento da Equação 5:

$$V = 1.000 + N(CT + KLf) \quad \text{Equação 5}$$

Sendo:

V: volume do tanque séptico;

N: número de pessoas ou unidades de contribuição;

C: período de retenção em dias;

K: Taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco;

Lf: Contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa.dia ou em litro/unidade.dia.

Para definição do parâmetro C, utiliza-se o

Quadro 8.

Quadro 8 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
1. Ocupantes permanentes			
- Residência			
Padrão alto	Pessoa	160	1
Padrão médio	Pessoa	130	1
Padrão baixo	Pessoa	100	1
- Hotel (Exceto lavanderia e cozinha)	Pessoa	100	1
- Alojamento provisório	Pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários	Pessoa		
- Fábrica em geral	Pessoa	70	0,30
- Escritório	Pessoa	50	0,20
- Edifícios públicos ou comerciais	Pessoa	50	0,20
- Escolas (extrematos) e locais de longa permanência	Pessoa	50	0,20

Código:	FM-ENG-ONN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 39/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

- Bares	Pessoa	6	0,10
- Restaurantes e similares	Refeição	25	0,10
- Cinemas, teatros e locais de curta permanência	Lugar	2	0,02
- Sanitários públicos	Bacia sanitária	480	4

Fonte: NBR 7229, 1993

O tempo de detenção e a taxa de acumulação de lodo também são obtidos na NBR e conforme os Quadro 9 e Quadro 10.

Quadro 9 - Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1.500	1,00	24
De 1.501 a 3.000	0,92	22
De 3.001 a 4.500	0,83	20
De 4.501 a 6.000	0,75	18
De 6.001 a 7.500	0,67	16
De 7.501 a 9.000	0,58	14
Mais que 9.000	0,50	12

Fonte: NBR 7229, 1993.

Quadro 10 - Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	t ≤ 10 ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: NBR 7229, 1993.

Estima-se a retirada de 30% da DBO dos efluentes sanitários e do refeitório.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	40/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

Após os tratamentos descritos, o efluente será encaminhado ao tanque equalizador para equalização da vazão e homogeneização dos despejos. O critério para o dimensionamento dessa unidade é a vazão diária. Usualmente, o volume do tanque é igual a 2/3 da vazão diária conforme Equação 6:

$$V = Q \left(\frac{m^3}{d} \right) * \frac{2}{3} \quad \text{Equação 6}$$

No tanque de equalização não ocorre redução da DBO, mas caso seja necessário, é feita a correção do pH do efluente para adequá-lo ao tratamento biológico. Apresenta-se a seguir no Quadro 11, as condições ambientais necessárias do efluente para o tratamento anaeróbio.

Quadro 11 - Condições ambientais ótimas para os microrganismos anaeróbios

Parâmetros	Faixa de variação
pH	6,8 a 7,5
Temperatura	25 a 40°C
Classe Mesófila	40 a 60° C
Classe Termófila	
Nutrientes	
Nitrogênio	2,72 mg.dDBO ⁻¹
Fósforo	0,45 mg.dDBO ⁻¹
Material Tóxico	Ausência

Fonte: Gomes, 2006.

10.2 TRATAMENTO BIOLÓGICO

O tratamento biológico será responsável pela etapa final de controle, estabilizando a matéria orgânica. Apresenta-se a seguir, o Quadro 12 que apresenta a eficiência da remoção de DBO entre os principais sistemas biológicos utilizados nas indústrias de laticínios.

Quadro 12 - Eficiência de remoção de DBO dos principais sistemas de tratamento de efluentes usados nas indústrias de laticínios

Sistema	Variantes do sistema	Mecanismos de remoção de DBO	Eficiência na remoção de DBO (%)
---------	----------------------	------------------------------	----------------------------------

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	41/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

Lodos ativados	LA convencional	Aeróbio	85 – 93
	LA aeração prolongada	Aeróbio	93 – 98
	LA fluxo intermitente	Aeróbio	185 -93
	Valos de oxidação	Aeróbio	93 - 98
Lagoas de estabilização	Lagoas facultativas	Aeróbio/anaeróbio	70 – 85
	Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa	Aeróbio/anaeróbio	70 – 90
	Lagoa aerada facultativa	Aeróbio/anaeróbio	70 - 90
Biofilmes	Filtro biológico	Aeróbio	80 - 90
Reatores anaeróbios	Filtro anaeróbio	Anaeróbio	70 – 90
	Reator UASB	Anaeróbio	60 – 80

Nota: LA – Lodos ativados

Fonte: Adaptado de Gomes, 2006.

Apresenta-se no Quadro 13, uma análise comparativa entre os sistemas de tratamento citados anteriormente.

Quadro 13 - Análise comparativa das principais características dos sistemas de tratamento

Sistema	Variantes do sistema	Qualidade efluente final	Custo de implantação	Custo operacional	Necessidade de área
Lodos ativados	LA convencional	+++	Alto	Alto	Baixo
	LA aeração prolongada	+++	Alto	Alto	Baixo
	LA fluxo intermitente	+++	Alto	Alto	Baixo
	Valos de oxidação	+++	Alto	Alto	Baixo
Lagoas de estabilização	Lagoas facultativas	++	Médio	Baixo	Alto
	Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa	++	Médio	Baixo	Alto
	Lagoa aerada facultativa	++	Médio	Médio	Médio
Biofilmes	Filtro biológico	++	Médio	Baixo	Baixo
Reatores anaeróbios	Filtro anaeróbio	+	Baixo	Baixo	Baixo
	Reator UASB	+	Baixo	Baixo	Baixo

Fonte: Adaptado de Gomes, 2006.

Dentre os sistemas anaeróbios utilizados no tratamento de efluentes de indústrias de laticínios, o filtro tem sido bastante empregado. Sendo assim, para a 1ª etapa, propõe-se um sistema constituído por um filtro anaeróbio seguido por duas lagoas facultativas. Já para a 2ª

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	42/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

etapa, propõe-se a substituição das duas lagoas facultativas por uma lagoa aerada e uma lagoa de decantação.

O dimensionamento do filtro anaeróbio pode ser feito de acordo com os seguintes parâmetros, para indústrias de laticínios:

- Meio suporte: recomenda-se brita #4 ou escória de alto forno #4;
- Porosidade do meio suporte: para brita $\eta = 50\%$
- Altura útil do leito de brita: 3 a 6 metros;
- Taxa de aplicação volumétrica: menor que 1kg DBO/m³ de leito fixo.dia;
- Tempo de detenção hidráulica: entre 50 e 100 horas;
- Camada de cobertura (terra/grama): 60 a 80 cm, suficiente para a eliminação de emissões de substâncias odoríficas.

O tempo de detenção hidráulica para a remoção aproximada de 70% de DBO foi estudado pela Pesquisa Tecnológica para Controle Ambiental em Pequenos e Médios Laticínios de Minas Gerais. O melhor resultado obtido na remoção das cargas orgânicas foi de 77 horas de tempo de detenção total, conforme resultados apresentados no Quadro 14.

Quadro 14 -Eficiência média de remoção de DBO5 e DQO e SS para o filtro anaeróbio.

Fase	TDH total (horas)	Câmara 1 (FBP)		Câmara 2 (BA)		Câmara (DS)	
		DBO ₅	DQO	DBO ₅	DQO	DBO ₅	DQO
I	306	22%	43%	12%	43%	33%	52%
II	153	80%	78%	80%	84%	69%	70%
III	102	92%	87%	95%	91%	92%	88%
IV	77	79%	81%	75%	78%	74%	76%
V	61	63%	58%	53%	47%	50%	45%
VI	51	45%	48%	47%	52%	59%	58%

Nota: FB – Filtro biológico percolador / BA – biofiltro aerado / DS – disposição no solo

Fonte: Minas Ambiente, 2002.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	43/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N030600-R-1MD002	01

O volume útil do filtro é calculado pela Equação 7:

$$V_u = \frac{Q \times T}{\eta}$$

Equação 7

Sendo:

V_u : volume útil do leito de brita em m³;

Q : vazão dos despejos em m³/dia;

T : tempo de detenção em dias;

η : porosidade do meio suporte.

Para a 1ª etapa, no qual o sistema é constituído por lagoas facultativas, os principais critérios de projeto para as lagoas após o tratamento anaeróbio são a taxa de aplicação superficial (L_s) e o tempo de detenção (T_d). O processo que ocorre na lagoa facultativa baseia-se na exposição à luz solar em determinada área para permitir a fotossíntese.

A taxa de aplicação superficial varia com temperatura local, latitude, exposição solar, altitude e outros. Para dimensionar lagoas no Brasil, a literatura técnica especializada recomenda a taxa na faixa entre 100 kgDBO₅/d (regiões de inverno frio e baixa insolação) e 350 kgDBO₅/d (regiões de inverno quente e elevada insolação). Sendo assim, a área requerida é calculada por meio da Equação 8.

$$A = \frac{L}{L_s}$$

Equação 8

Em que:

A : área requerida para a lagoa (ha);

L : carga de DBO total (solúvel + particulada) afluyente (kgDBO₅/d);

L_s : taxa de aplicação superficial (kgDBO₅/ha.d).

O tempo de detenção é o tempo requerido para a oxigenação da matéria orgânica e, usualmente varia de 15 a 45 dias. É calculado pela Equação 9.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 44/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

$$Td = \frac{\text{Volume (m}^3\text{)}}{\text{Vazão (}\frac{\text{m}^3}{\text{dia}}\text{)}} \quad \text{Equação 9}$$

A profundidade adotada é usualmente entre 1,5 a 2,0 m. No entanto, recomenda-se a adoção de profundidades superiores, entre 3,0 e 6,0 metros, uma vez que na segunda etapa as lagoas facultativas poderão ser transformadas em lagoa aerada e lagoa de decantação.

Para o cálculo de remoção de DBO nas lagoas facultativas, leva-se em consideração o coeficiente de remoção de DBO (K), o qual está relacionado ao modelo hidráulico adotado. Usualmente, assume-se o valor de K para o regime de mistura completa, utilizando a faixa de valores para dimensionamento de 0,20 a 0,32 d⁻¹, sendo que o mesmo deve ser corrigido para a temperatura local, conforme a Equação 10.

$$K_T = K_{20} \cdot \theta^{(T-20)} \quad \text{Equação 10}$$

Em que:

K_T: coeficiente de remoção da DBO em uma temperatura do líquido T qualquer (d⁻¹);

K₂₀: coeficiente de remoção da DBO na temperatura do líquido de 20°C (d⁻¹);

Θ: coeficiente de temperatura (-).

A estimativa da DBO solúvel efluente (admitindo-se o modelo de mistura completa, conforme mencionado anteriormente) é dada pela Equação 11.

$$S = \frac{S_0}{1 + K \cdot t} \quad \text{Equação 11}$$

Em que:

S: concentração de DBO solúvel efluente (mg/L);

S₀: concentração de DBO total afluente (mg/L);

K: coeficiente de remoção de DBO (d⁻¹);

t: tempo de retenção total (d).

Admitindo-se uma concentração de Sólido Solúvel (SS) efluente igual a 150 mg/L (limite estabelecido na legislação ambiental para lançamento de efluentes em curso

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 45/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

d'água) e considerando-se que cada 1mgSS/L implica numa DBO em torno de 0,30 mg/L. Dessa forma, calcula-se a estimativa da DBO particulada efluente através da Equação 12 e determina-se a DBO total efluente por meio da Equação 13.

$$DBO_5 \text{ particulada} = 0,30 \text{ mgDBO}_5/\text{mgSS} \times 150 \text{ mgSS/L} = 45,00 \text{ mgDBO}_5/\text{L} \quad \text{Equação 12}$$

$$DBO \text{ total efluente} = DBO \text{ solúvel} + DBO \text{ particulada} \quad \text{Equação 13}$$

Na 2ª etapa as lagoas facultativas passarão a trabalhar como lagoa aerada de mistura completa e lagoa de decantação.

O principal critério para o dimensionamento da lagoa aerada da 2ª etapa é o tempo de detenção, que a NTS 230 da SABESP recomenda de 3 a 5 dias.

Outros parâmetros que são importantes para o dimensionamento de lagoas aeradas são os sólidos suspensos no tanque de aeração (SSVTA), a matéria orgânica contida no efluente (F) e os sólidos em suspensão voláteis (Mv). O cálculo de F é feito conforme mostra a Equação 14.

$$F = \frac{DBO \frac{g}{m^3} \times Q \frac{m^3}{dia}}{1000 \frac{g}{kg}} \quad \text{Equação 14}$$

A faixa comumente recomendada em projetos de tratamento de efluentes industriais para SSVTA é compreendida entre 1.200 e 2.500 g/m³. O parâmetro Mv é obtido pela Equação 15.

$$Mv = \frac{V (m^3) \times SSVTA (\frac{g}{m^3})}{1000 (\frac{g}{kg})} \quad \text{Equação 15}$$

Assim como o SSVTA, recomenda-se em projetos de tratamento de efluentes de laticínios que a relação F/M esteja compreendida entre 0,06 e 0,09 kg DBO/ Kg SSVTA.dia. Dessa forma, é possível obter o volume da lagoa, sendo que a profundidade normalmente adotada é entre 3,0 a 6,0 metros, a depender do tipo de aeração que se pretende utilizar.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL		Nº TRACTEBEL	PÁGINA
MARIANA		P.011701-18001-1-SE-MD-001	46/65
ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA		N030600-R-1MD002	01
PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			

Para a aeração da lagoa, é fundamental realizar o cálculo do oxigênio requerido. Para tal, o cálculo é feito de acordo o Quadro 15 e com a Equação 16.

Quadro 15 - Relações funcionais no sistema em função da existência de sólidos no afluente, da existência de decantação primária, dos coeficientes Y e Kd e da idade do lodo.

Estimativa	Relação e unidade	SS no afluente	Decant. primária	Coeficientes		Idade do lodo (d)							
				Y (g/g)	Kd (d ⁻¹)	2	6	10	14	18	22	26	30
Produção De sólidos	SS/Sr (kg SS/ Kg DBO ₅ remov.)	Não	Não	0,5	0,09	0,50	0,42	0,37	0,31	0,31	0,29	0,28	0,28
				0,6	0,08	0,60	0,51	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,34
				0,7	0,07	0,71	0,61	0,55	0,50	0,47	0,44	0,42	0,40
		Sim	Sim	0,5	0,09	0,83	0,75	0,70	0,67	0,65	0,63	0,63	0,63
				0,6	0,08	0,96	0,87	0,81	0,78	0,75	0,73	0,71	0,71
				0,7	0,07	1,04	0,95	0,88	0,84	0,80	0,78	0,76	0,74
		Sim	Não	0,5	0,09	1,08	1,00	0,95	0,92	0,90	0,88	0,88	0,88
				0,6	0,08	1,23	1,14	1,09	1,05	1,02	1,00	0,98	0,98
				0,7	0,07	1,29	1,20	1,13	1,08	1,06	1,03	1,01	0,99
Relação SSV/SS no reator	SSV/SS (g/g)	Não	Não	0,5-0,7	0,07-0,09	0,89	0,87	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,81
		Sim	Sim	0,5-0,7	0,07-0,09	0,79	0,76	0,75	0,73	0,72	0,71	0,71	0,71
		Sim	Não	0,5-0,7	0,07-0,09	0,75	0,73	0,71	0,70	0,69	0,69	0,68	0,68
Demanda Carbonácea de oxigênio	O ₂ /Sr (kg O ₂ /kg DBO ₅ rem)	-	-	0,5	0,09	0,84	0,95	1,02	1,07	1,10	1,13	1,14	1,14
		-	-	0,6	0,08	0,70	0,83	0,91	0,97	1,01	1,05	1,07	1,07
		-	-	0,7	0,07	0,57	0,70	0,80	0,86	0,91	0,95	0,98	1,01
Volume do reator	Xv.V/Sr (kg SSV/kg DBO ₅ /d)	-	-	0,5	0,09	0,88	2,16	3,11	3,88	4,55	5,15	5,71	6,24
		-	-	0,6	0,08	1,07	2,67	3,87	4,85	5,70	6,47	7,17	7,84
		-	-	0,7	0,07	1,26	3,21	4,69	5,92	6,98	7,93	8,80	9,62

*Valores hachurados: valores mais usuais em estações c/ fluxogramas típicos

Fonte: Von Sperling, 1997.

$$O_2 \text{ carb} = O_2/Sr \times F$$

Equação 16

Em que:

O₂/Sr: demanda de oxigênio por carga de DBO removida (kg O₂/ kg DBO removida);

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 47/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01	

F: matéria orgânica contida no efluente (kg/dia).

O cálculo de oxigênio total (O_2 total), incluindo a nitrificação, deve acrescer o valor de O_2 carbonáceo em torno de 50 a 60%. Para a estimativa da oxigenação máxima (O_2 total máximo) a ser fornecida para o sistema, o oxigênio total deve ser acrescido do fator correspondente à relação entre a vazão máxima e a vazão média (aproximadamente 1,5 em estação de médio a grande porte e 2,0 ou mais em estações pequenas).

Para a escolha dos equipamentos em sistemas de aeração por aeradores mecânicos, leva-se em consideração a potência no eixo e a rotação do motor. Já para a aeração por ar difuso, o soprador é escolhido considerando-se a pressão na qual o mesmo será submetido e, diante das características do difusor por membrana, determina-se o número de difusores. Cabe ressaltar que a escolha dos equipamentos deverá ser feita de acordo com as características disponíveis nos catálogos dos fabricantes.

Caso o sistema adotado seja o de aeração por ar difuso, a vazão de ar requerida pode ser determinada pela Equação 17

$$R_{ar} = \frac{TTO_{padrão} (kg \ O_2/d) * Coef. \ segurança}{\text{massa específica do ar } \left(\frac{kg}{m^3}\right) * \text{fração do } O_2 \text{ ar} \left(\frac{g \ O_2}{g}\right) ar * \text{eficiência de transf. de } O_2}$$

Equação 17

Em que:

R_{ar} : Vazão requerida de ar (m^3 ar/dia);

$TTO_{padrão}$: taxa de transferência de oxigênio padrão

Massa específica do ar: 1,2 kg/m^3 a 20°C e 0 m de altitude;

Fração do ar: 0,23 g O_2 / g ar;

A vazão de ar requerida determina o equipamento e suas especificações de acordo com o fabricante.

Para o sistema de aeradores superficiais, o requisito para a escolha do equipamento e a quantidade necessária a ser instalada é a potência requerida, que pode ser calculada pela Equação 18:

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA	
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	48/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N030600-R-1MD002	01	

$$Pot = \frac{RO}{EO_{campo}}$$

Equação 18

Pot: potência requerida (Cv);

RO: requisito de oxigênio (O₂ total máx) (kg O₂/h);

EO: eficiência de oxigenação (0,72 kg O₂/CVh);

Para garantir a manutenção dos sólidos em suspensão, verifica-se a densidade de potência, calculada conforme mostra a Equação 19.

$$\phi = \frac{Pot}{V}$$

Equação 19

Onde:

ϕ : densidade de potência (W/m³);

Pot: potência instalada (W);

V: volume do reator (m³).

A densidade de potência varia de acordo com o tipo de sistema de aeração adotado. No caso de lagoas aeradas de mistura completa, esse parâmetro deverá ser avaliado e deve ser adotado um valor superior a 6 W/m³ em sistemas de tratamento de efluentes industriais, para que não ocorra sedimentação de flocos biológicos nessas unidades.

O sistema de aeração é um fator de grande importância no sucesso funcional da lagoa aerada. A Norma Técnica Sabesp 230 determina diretrizes para projetos de lagoas de estabilização e seu tratamento complementar para esgoto sanitário. Na referida norma contém recomendações para a verificação do sistema de aeração, citadas a seguir.

Caso o sistema seja por ar difuso, a vazão mínima de ar para provocar a mistura completa deve ser superior a 5,0 Nm³/min.1000m³ da lagoa, exceto em caso comprovado. A concentração mínima de oxigênio deve ser de 1,5 mg/L e a demanda de oxigênio deve levar em consideração o fator de pico de carga de 1,2 a 1,3.

Código:	FM-ENG-ONN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 49/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

O número de equipamentos e suas localizações na lagoa devem de tal modo que não permitam a formação de uma zona morta no interior da lagoa.

Por fim, para o dimensionamento da lagoa de decantação, devem ser previstos os volumes para a clarificação e ao armazenamento e digestão do lodo. Recomenda-se que para o cálculo do volume final da lagoa, a profundidade seja maior que 3 metros, para permitir uma camada aeróbia acima do lodo e que o tempo de detenção seja entre 1 e 3 dias, para evitar o crescimento excessivo de algas.

Zona de clarificação

A literatura recomenda o tempo de detenção maior que 1 dia e a profundidade (H) maior que 1,5 m. O volume é calculado através da Equação 20.

$$V = td \times Q \quad \text{Equação 20}$$

Em que:

V: volume (m³);

Td: tempo de detenção (dias);

Q: Vazão (m³/dia).

A área requerida é obtida pela relação entre volume e profundidade, expressa na Equação 21.

$$A (m^2) = \frac{V (m^3)}{H (m)} \quad \text{Equação 21}$$

Zona de lodo

O acúmulo do lodo pode ser calculado assumindo-se os seguintes dados de acordo com a literatura:

- Relação SSV/SS nos sólidos afluentes à lagoa de decantação: 0,70 a 0,80;
- Taxa de redução dos sólidos voláteis: $K_{LV} = 0,5 \text{ ano}^{-1}$

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 50/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

A Equação 22 permite a estimativa do volume acumulado de lodo após um período de anos, em função da taxa de degradação dos sólidos voláteis e do acúmulo dos sólidos fixos, admitindo-se a densidade do lodo próximo a 1,0.

$$V_f = \frac{\frac{M_{ov}}{K_{Lv}}(1 - e^{-K_{Lv}t}) + t.M_{of}}{1000.(fração\ sol.secos)} \quad \text{Equação 22}$$

Onde:

V_t : volume de lodo acumulado após um período de t anos (m^3);

M_{ov} : massa de sólidos em suspensão voláteis retidos na lagoa por unidade de tempo (kg SSV/ano) ;

M_{of} : massa de sólidos em suspensão fixos retidos na lagoa por unidade de tempo (kg SSf/ano);

K_{Lv} : coeficiente de degradação dos sólidos em suspensão voláteis no lodo em condições anaeróbias(ano^{-1}). K_{Lv} varia de 0,4 a 0,6 ano^{-1} ;

t: período (anos);

Para o conjunto lagoa aerada – lagoa de decantação, estima-se a remoção de 90% da DBO do efluente.

10.3 DISPOSIÇÃO FINAL DO EFLUENTE

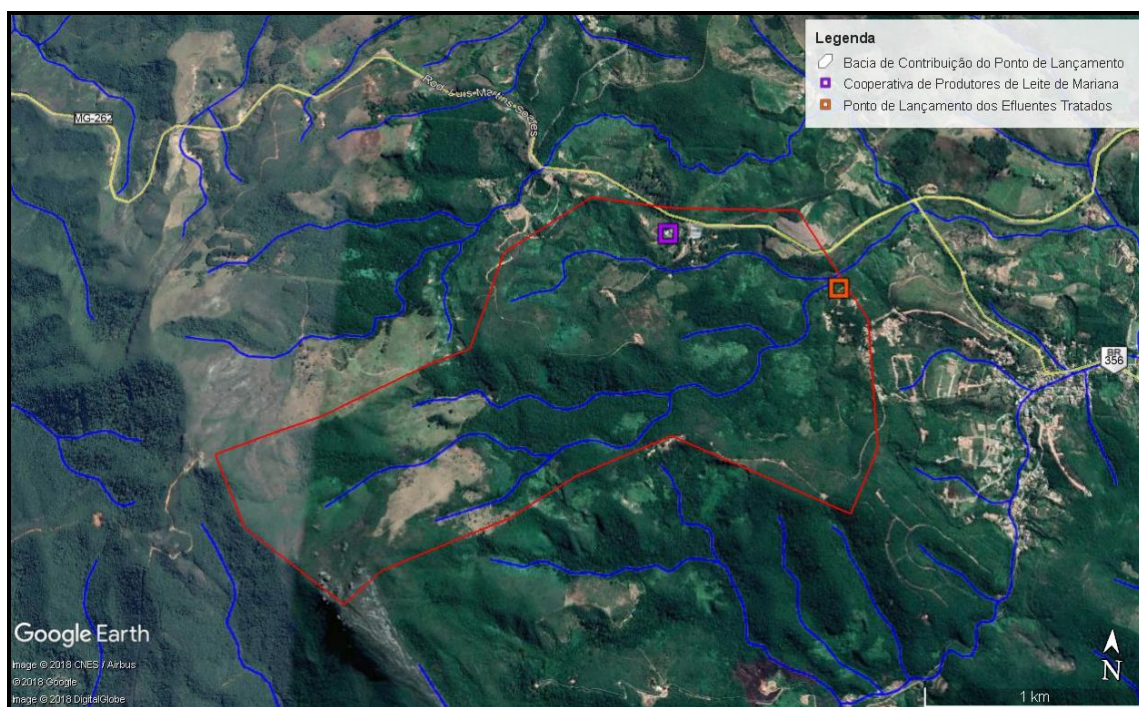
Para determinar a disposição final mais adequada dos efluentes tratados da Cooperativa de Produtores de Leite de Mariana, analisou-se a capacidade de assimilação da carga orgânica do córrego próximo ao empreendimento.

A fim de se equacionar a capacidade de diluição e autodepuração do curso d'água, proceder-se-á ao cálculo da sua vazão crítica. A vazão crítica $Q_{7,10}$ é definida por Von Sperling (2007) como a vazão média mínima em um período de duração de 7 dias consecutivos com um período de retorno de 10 anos. Para o cálculo dessa grandeza, adota-se o conceito de descarga específica, sendo necessário conhecer a área de drenagem da bacia do ponto de lançamento.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	51/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

A área da bacia de contribuição no ponto de lançamento (Figura 18) foi levantada através da base cartográfica do Levantamento Geológico dos Estados Unidos - USGS e utilizando-se o software ArcGis para delimitação e cálculo da bacia de drenagem.

Figura 18 - Imagem da bacia extraída do ArcGis



Fonte: USGS/ArcGis, 2018.

A área da bacia encontrada por meio do software foi de 3,14 km². A partir dessa área e, adotando a descarga específica média de 7,00 L/s.km² (HIDROSISTEMAS/ COPASA MG, 1993), pode-se determinar a Q_{7,10} do Córrego Água Limpa.

Cálculo da vazão do rio (Q_{7,10})

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 52/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

Considera-se ainda no cálculo o fator de 70%, correspondente à fração da água no curso d'água disponível pela outorga de lançamento. O cálculo é desenvolvido a partir da Equação 23.

$$Q_{7,10} = 70\% \times 3,14 \text{ km}^2 \times 7 \text{ L/km}^2\text{s} \quad \text{Equação 23}$$

$$Q_{7,10} = 15,39 \text{ L/s}$$

$$Q_{7,10} = 55,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cálculo da DBO₅ da mistura (C₀):

Para o cálculo da DBO₅ na zona de mistura, adota-se a DBO do rio (DBO_{rio}) de 2,00 mg/L, considerando a situação ideal para o cenário de águas limpas, e a vazão horária de efluente nas etapas avaliadas no presente laudo, através da Equação 24:

$$C_0 = \frac{Q_{\text{rio}} \times \text{DBO}_{\text{rio}} + Q_{\text{eff}} \times \text{DBO}_{\text{eff}}}{Q_{\text{rio}} + Q_{\text{eff}}} \quad \text{Equação 24}$$

O Quadro 16 apresenta os valores de C₀ para a primeira etapa e segunda etapa.

Quadro 16 - Valores de vazão, DBO do efluente tratado e DBO de mistura (C₀) para as etapas da ETE

Período	Vazão média de efluente tratado (m³/h)	DBO do efluente tratado* (mg/L)	DBO da mistura (C ₀) (mg/L)
Primeira Etapa	5,24	101,30	10,58
Segunda Etapa	13,74	108,07	23,07

* Conforme estimativa apresentada no item 10.5

Observa-se que a concentração de DBO₅ na zona de mistura apresenta valor de concentração acima do valor máximo de referência de 5 mg/L estabelecido pela DN COPAM nº. 01/2008 para o corpo receptor em questão em ambas etapas.

Código:	FM-ENG-ONN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 53/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

Diante do exposto, conclui-se que o curso d'água receptor dos efluentes líquidos tratados não possui capacidade de assimilação satisfatória para atendimento às vazões de lançamento de 41,95 e 109,85 m³/dia. Dessa forma, será necessária a adoção de um sistema de infiltração dos efluentes tratados.

10.3.1 Sumidouros

A NBR 13969 estabelece as diretrizes para o dimensionamento e construção dos sumidouros. De acordo com a referida norma, a distância mínima entre o fundo do sumidouro e nível do aquífero é de 1,5 m, exceto areia. Os tanques, cilíndricos ou prismáticos, são construídos de forma a permitir fácil infiltração no solo e devem ser parcialmente preenchidos com pedra brita. Seu dimensionamento levará em conta a área total necessária para infiltração do efluente, que considera a área lateral do cilindro e sua área de fundo, além da taxa máxima de aplicação no solo (taxa de percolação) e a vazão de contribuição de efluentes.

Para determinar a taxa de percolação, é necessário realizar um teste de permeabilidade no solo do empreendimento. Quando o ensaio é feito sobre várias camadas, o resultado final da taxa de percolação deve ser obtido fazendo a média ponderada dos valores, conforme Equação 25.

$$K_{média} = \frac{\sum(K_I \times H_I)}{\sum(H_I)} \quad \text{Equação 25}$$

A taxa de aplicação superficial é obtida através do Quadro 17.

Quadro 17 - Conversão de valores de taxa de percolação em taxa de aplicação superficial

Taxa de percolação (min/m)	Taxa máxima de aplicação diária (m³/m².d)	Taxa de percolação (min/m)	Taxa máxima de aplicação diária (m³/m².d)
40 ou menos	0,20	400	0,065
80	0,14	600	0,053
120	0,12	1.200	0,037
160	0,10	1.400	0,032
200	0,09	2.400	0,024

Fonte: NBR 13969, 1997.

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 54/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

A área de infiltração (A) é calculada através da Equação 26:

$$A = \frac{V}{c_1} \quad \text{Equação 26}$$

Sendo:

V: Vazão diária dos despejos (m³/dia);

C₁: Taxa de aplicação diária (m³/ m².dia).

O coeficiente de infiltração é calculado a partir do teste de permeabilidade realizado no solo do empreendimento.

Os sumidouros devem ter as paredes revestidas de alvenaria de tijolos, assentes com juntos livres e ter enchimento no fundo de cascalho, pedra britada de pelo menos 0,5 metros de espessura, ou em estruturas pré-moldadas. As lajes de cobertura devem ficar ao nível do terreno, ser de concreto armado e dotadas de aberturas de inspeção com tampão de fechamento hermético. Os sumidouros devem distar, no mínimo, 15 metros um do outro.

10.3.2 Valas de infiltração

A instalação de vala de infiltração deve ser precedida por avaliação técnica, de modo a não haver a contaminação do aquífero utilizado na região, causada pelos nitratos, vírus e outros microrganismos patogênicos e, também, seguir as diretrizes da NBR 13969. Para tanto, o número máximo instalável de valas de infiltração deve ser limitado a 10 unidades/ha. Além disso, deve ser mantida uma distância mínima vertical entre o fundo da vala de infiltração e o nível da superfície do aquífero de 3,0 m.

O sistema de vala de infiltração deve ser construído e operado de modo a manter condição aeróbia no interior da vala de infiltração. Devem ser previstos tubos de exaustão nas linhas de tubulação e, na medida do possível, deve ser adotado o sistema de aplicação intermitente, para melhorar a eficiência de tratamento e durabilidade do sistema de infiltração. Assim, o número mínimo de valas deve ser dois, cada um correspondendo a 100% da capacidade total necessária. Pode-se optar por três valas, cada uma com 50% da capacidade total. As valas devem ser alternadas em um prazo máximo de seis meses.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001		PÁGINA 55/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002		REV. 01

Para o dimensionamento das valas de infiltração também devem ser considerados os valores da taxa de aplicação no solo e o cálculo da área total necessária, referente à superfície lateral e do fundo situada no nível inferior ao tubo de distribuição. Outros parâmetros a serem observados incluem ainda o material de enchimento, composto geralmente por brita, a declividade do tubo de distribuição, geralmente de 0,005 m/m, e a distância mínima entre valas paralelas, de pelo menos 2 m.

10.4 FLUXOGRAMA DOS SISTEMAS PROPOSTOS

O fluxograma dos sistemas determinados para as duas etapas encontram-se apresentados a seguir na Figura 19 e na Figura 20.

Figura 19 - Fluxograma da Etapa 1

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	56/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

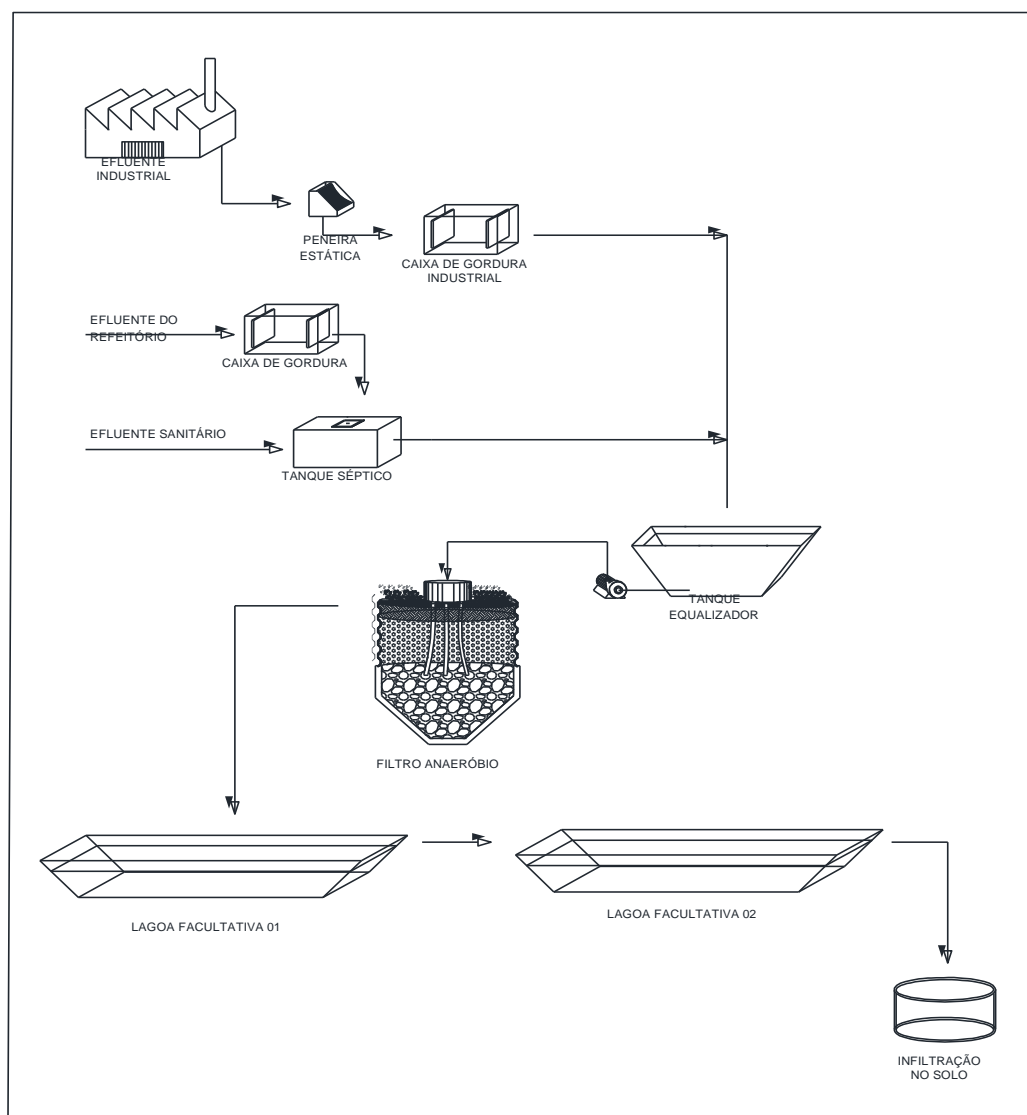
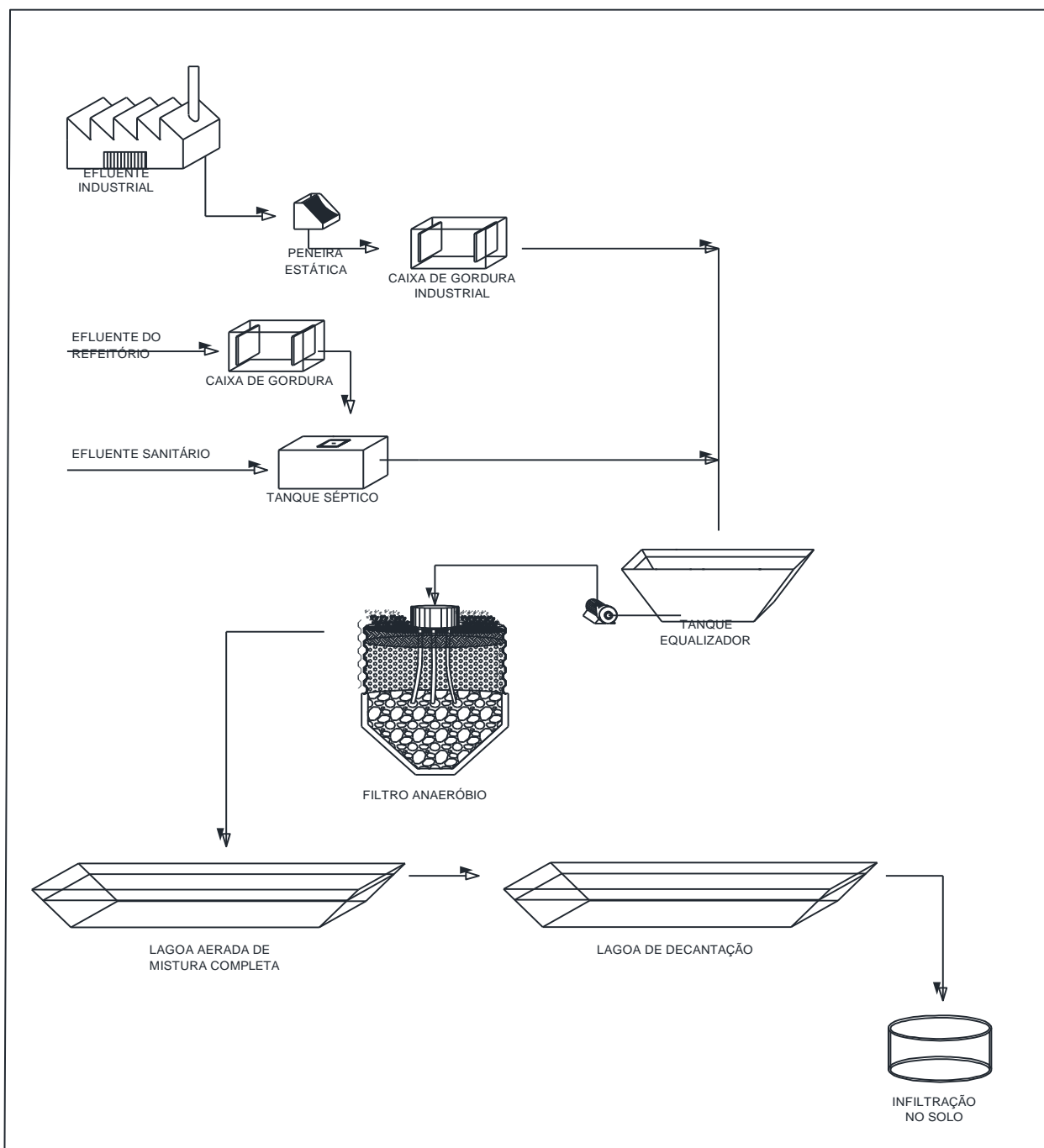


Figura 20 - Fluxograma da Etapa 2

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	57/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01



Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS			Nº TRACTEBEL	PÁGINA
			P.011701-18001-1-SE-MD-001	58/65
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N030600-R-1MD002	01

10.5 CARACTERIZAÇÃO FINAL DO EFLUENTE APÓS O TRATAMENTO

O sistema de tratamento de efluentes a ser implantado no empreendimento será operado, como já explicado anteriormente, em duas fases distintas, buscando-se adequá-lo às vazões de efluente gerado no processo produtivo. Para ambas as fases de operação, o sistema proposto será capaz de tratar os rejeitos líquidos e levá-lo às características adequadas para lançamento em curso d'água, de acordo com a legislação cabível. Ainda que a destinação final do efluente tratado seja a disposição no solo, o uso dos parâmetros estabelecidos pela legislação para o lançamento em corpos d'água se justifica, uma vez que servirá de garantia da qualidade do efluente e de seu baixo impacto no meio físico, mesmo que o solo frequentemente seja capaz de suportar infiltrações com alta carga orgânica e depurá-las.

Em nível estadual, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº. 01, de 05 de maio de 2008, estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes líquidos em Minas Geras, bem como dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. De acordo com a referida DN nº. 01/2008, os efluentes de qualquer fonte poluidora devem atender as condições de lançamento listadas no Quadro 18.

Quadro 18 - Condições de lançamento de acordo com Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº. 01/2008.

Parâmetro	Condições de lançamento de efluentes
pH	entre 6,0 e 9,0
Temperatura	< 40 °C
Materiais sedimentáveis	≤ 1,00 mL/L
Óleos e graxas	≤ 20,00 mg/L - para o caso de óleos minerais; ≤ 50,00 mg/L - para o caso de óleos vegetais e gorduras animais
DBO ₅	≤ 60,00 mg/L ou mínimo de 75 % de eficiência de redução de DBO e média anual igual ou superior a 85%

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	59/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N030600-R-1MD002	01

DQO	≤ 180,00 mg/L ou mínimo de 70% de eficiência de redução de DQO e média anual igual ou superior a 75%
Nitrogênio amoniacal	≤ 20,00 mg/L N
Substâncias tensoativas	≤ 2,00 mg/L
Sólidos em suspensão totais	≤ 100,00 mg/L, sendo 150,00 mg/L nos casos de lagoas de estabilização

A primeira fase de operação da ETE, projetada para a capacidade nominal de processamento de 15.000 L/dia de leite, contará com um sistema adequado para vazões de 41,95 m³/dia de efluente, referentes aos efluentes industriais, do refeitório e despejos sanitários. É possível estimar as características de saída do efluente tratado por este sistema a partir das eficiências de remoção de matéria orgânica de cada uma das operações de tratamento implantadas, como é mostrado no Quadro 19.

Quadro 19 - eficiências de remoção de DBO estimadas para as diferentes operações de tratamento da primeira fase de operação da ETE.

Operação	DBO afluente (mg/L)	Eficiência de remoção de DBO estimada	DBO efluente (mg/L)
Peneira estática	4.290,63	10%	3.861,57
Caixa de gordura industrial	3.861,57	30%	2.703,10
Caixa de gordura do refeitório	300,00	30%	210,00
Tanque séptico	276,32 ¹	30%	193,42
Filtro anaeróbio	2.532,60 ²	60%	1.013,04
Lagoas facultativas 01 e 02	1.013,04	90%	101,30

$$^1 \text{ Média ponderada de [DBO]} = \frac{(2,10 \times 300,00) + (0,75 \times 210,00)}{2,10 + 0,75} = 276,32$$

$$^2 \text{ Média ponderada de [DBO]} = \frac{(39,10 \times 2.703,10) + (2,85 \times 193,42)}{39,10 + 2,85} = 2.532,60$$

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 60/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

Verifica-se que, em relação à concentração média de entrada de DBO no sistema de 4.290,63 mg/L, referente a todos os efluentes gerados, o sistema proposto para a primeira fase indica uma eficiência de remoção total de 97,62%.

A segunda fase de operação da ETE, projetada para a capacidade nominal de processamento de 40.000 L/dia de leite, contará com um sistema adequado para vazões de 109,85 m³/dia de efluente, referentes aos efluentes industriais, do refeitório e despejos sanitários. É possível estimar as características de saída do efluente tratado por este outro sistema de maneira similar à que se fez para a primeira fase, como é mostrado no Quadro 20.

Quadro 20 - Eficiências de remoção de DBO estimadas para as diferentes operações de tratamento da segunda fase de operação da ETE

Operação	DBO afluente (mg/L)	Eficiência de remoção de DBO estimada	DBO efluente (mg/L)
Peneira estática	4.394,26	10%	3.954,83
Caixa de gordura industrial	3.954,83	30%	2.768,39
Caixa de gordura do refeitório	300,00	30%	210,00
Tanque séptico	276,32 ³	30%	193,42
Filtro anaeróbio	2.701,58 ⁴	60%	1.080,63
Lagoa aerada + Lagoa de decantação	1.080,63	90%	108,07

Verifica-se que, em relação à concentração média de entrada de DBO no sistema de 4.394,26 mg/L, referente a todos os efluentes gerados, o sistema proposto para a segunda fase atinge uma eficiência de remoção total de 97,54%.

Vale ressaltar que, em favor da segurança, utilizou-se as vazões nominais de projeto e as concentrações com o maior valor da faixa de DBO nos cálculos do Quadro 19 e Quadro

³ Média ponderada de [DBO] = $\frac{(2,10 \times 300,00) + (0,75 \times 210,00)}{2,10 + 0,75} = 276,32$

⁴ Média ponderada de [DBO] = $\frac{(107 \times 2.768,39) + (2,85 \times 193,42)}{107 + 2,85} = 2.701,58$

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 61/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

20. Dessa forma, é comum que as concentrações de matéria orgânica nos efluentes tratados fiquem bem abaixo daquelas apresentadas para o efluente final.

As características esperadas para o efluente após o tratamento para ambas as fases estão resumidas no Quadro 21 a seguir.

Quadro 21 - Características esperadas para os efluentes líquidos após o tratamento, tanto na primeira quanto na segunda fase.

Operações e processos unitários	Valores esperados
pH	Entre 6,0 e 9,0
Temperatura	< 40 °C
Materiais sedimentáveis	< 1,00 mL/L
Óleos e graxas	< 50 mg/L
DBO	< 60 mg/L ou > 75% de remoção
DQO	< 180 mg/L ou > 70% de remoção
Sólidos em suspensão totais	< 150 mg/L

Código:	FM-ENG-ONN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL		PÁGINA
		P.011701-18001-1-SE-MD-001		62/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA		REV.
		N030600-R-1MD002		01

11.0 PROCEDIMENTOS GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO, PARTIDA, OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DO SISTEMA

Um sistema de tratamento de efluentes, para que seus objetivos resultem na preservação do meio ambiente e na manutenção da saúde da população, independente do processo utilizado, deve ter como base uma sequência lógica de ações em etapas, de concepção, detalhamento, implantação e operação/monitoramento. As últimas etapas não devem ser negligenciadas, de forma que o sistema opere com eficiências adequadas e cumpra com os objetivos de tratamento. Todos os tratamentos (preliminar, primário e secundário) devem ser balizados em procedimentos adequados de operação e monitoramento a fim de manter o bom funcionamento do sistema. A seguir, são apresentados alguns procedimentos gerais.

11.1 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO NO TRATAMENTO PRELIMINAR

Nas operações unitárias do tratamento preliminar, os seguintes procedimentos devem ser adotados:

11.1.1 Peneira

Os materiais sólidos retidos nas peneiras serão recolhidos e encaminhados à compostagem. A limpeza diária dessas instalações eliminará focos de moscas e os riscos de maus odores.

11.1.2 Caixa de gordura

A caixa de gordura é alimentada com os despejos brutos, retendo-os por um curto período, suficiente para separação de uma parte do material graxo presente nos efluentes industriais. Os resíduos, ou gordura separada na caixa e sobrenadante na superfície do líquido, devem ser removidos diariamente e encaminhados para compostagem do empreendimento, o que concorrerá para redução de focos de moscas e riscos de maus odores.

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA	
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	63/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N030600-R-1MD002	01	

11.2 PARTIDA, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO NO TRATAMENTO PRIMÁRIO – TANQUE DE EQUALIZAÇÃO

11.2.1 Partida

Por se tratar de um sistema de baixa taxa e o mecanismo físico de remoção de matéria orgânica particulada ser predominante, não há necessidade de inoculação no sistema. Dessa forma, não há cuidados prévios quando se fala de partida desse sistema. Uma eventual inoculação não confere ganhos consideráveis de eficiência, já que apenas pequena parte da DBO é removida (DBO particulada).

11.2.2 Operação e Manutenção

No tanque de equalização recomenda-se remover materiais grosseiros depositados no fundo ou nas paredes do tanque, assim como os materiais sobrenadantes e enviá-los também para a compostagem junto aos materiais retidos no tratamento preliminar.

11.3 ASPECTOS CONSTRUTIVOS PARA A IMPLANTAÇÃO DAS LAGOAS

As lagoas de estabilização, diferentemente dos filtros anaeróbios, possuem uma particularidade: devido à estreita relação locacional do sistema de lagoas com o terreno em que ele será implantado, alguns aspectos construtivos devem ser levados em conta. Por demandar maior área, se comparado à maioria dos outros métodos de tratamento de efluentes compactos, aspectos como desmatamento, limpeza, escavação do terreno e locação da(s) lagoa(s) se mostram de importante relevância. Para a implantação de lagoas é importante avaliar (von Sperling, 2002):

- A disponibilidade de área, o que pode conduzir a seleção do tipo de lagoa a ser adotada;
- O nível do lençol freático, o que determinará o nível de assentamento e a necessidade de impermeabilização do fundo;

Código:	FM-ENG-0NN		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL P.011701-18001-1-SE-MD-001	PÁGINA 64/65
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N030600-R-1MD002	REV. 01

- A forma da área, o que influencia o arranjo da(s) lagoa(s) e o aproveitamento das curvas de nível;
- As características do solo e material escavado, o qual pode ser utilizado na confecção dos taludes, diminuindo ou eliminando custos com material de empréstimo;

11.3.1 Partida das lagoas anaeróbias/facultativas

O enchimento inicial deve ser feito com água bombeada de córrego vizinho ou proveniente de sistema de abastecimento público ou pode ser feita uma mistura de água bombeada do córrego e uma pequena proporção do efluente a ser tratado. Optando-se pela primeira alternativa, deve-se:

- Encher a lagoa com lâmina d'água superior a 2/3 da lagoa;

Optando-se pela segunda alternativa, deve-se:

- Promover mistura efluente/água na proporção de 1/20;

Deve-se evitar o recebimento inicial da carga total de efluentes prevista em projeto, sem que se estabeleça na lagoa uma comunidade biológica balanceada, inoculando-se lodo anaeróbio de outro sistema de tratamento de efluentes da indústria de laticínios na proporção de 2% de lodo em relação ao volume total da lagoa.

11.3.2 Partida da lagoa aerada de mistura completa

Os mesmos procedimentos descritos para as lagoas anaeróbias/ facultativas devem ser implementados na partida da lagoa aerada de mistura completa.

11.3.3 Operação e manutenção da(s) lagoa(s)

A operação e manutenção, devido à simplicidade conceitual do próprio sistema, não demanda equipe de pessoal técnico qualificado. É essencial:

- Realizar corte de grama, limpeza e outros;

Código:	FM-ENG-0NN			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 18 - DIVERSIFICAÇÃO ECONOMIA REGIONAL MARIANA ENGENHARIA DE PROJETOS PARA ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS - SE18001 MEMORIAL DESCRITIVO - ENGENHARIA SANITÁRIA PROJETO CONCEITUAL ETE DA FABRICA DE LATICÍNIOS		Nº TRACTEBEL	PÁGINA	
		P.011701-18001-1-SE-MD-001	65/65	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N030600-R-1MD002	01	

- Executar inspeção diária das lagoas e unidades complementares, de forma a coletar informações e solucionar problemas referentes à presença de erosão no talude, infiltração, e se as tubulações de entrada/saída encontram-se desobstruídas.

11.4 PARTIDA, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO FILTRO ANAERÓBIO

11.4.1 Partida

No Brasil não há uma preocupação tão grande quanto a partida desses filtros por terem pequena carga aplicada e por apresentarem um meio suporte, no qual os organismos anaeróbios (biomassa) ficarão retidos mais facilmente que em um sistema sem meio suporte, como lagoas de estabilização ou reatores ascendentes de manta de lodo (UASB). Vale, no entanto, a mesma indicação de inoculação da unidade com lodo anaeróbio de outro sistema de tratamento.

11.4.2 Operação e manutenção

Deve-se remover os sólidos sempre que a concentração se aproximar de 2% em peso, situação em que o fluxo da massa de sólidos ficará dificultado, podendo favorecer a formação de caminhos preferenciais para o esgoto, além de dificultar a remoção do lodo excedente.