

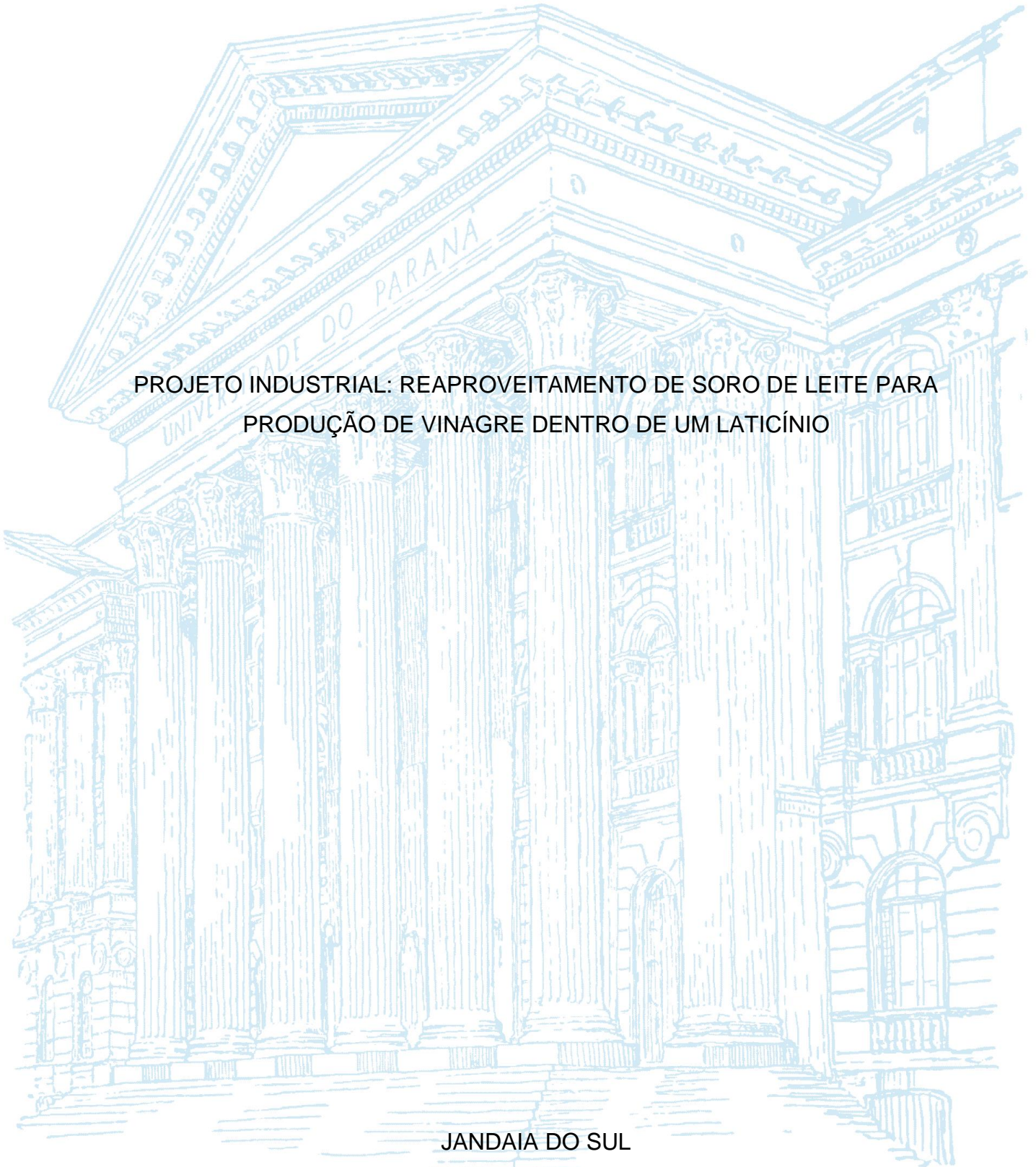
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ EDUARDO NOCHI DE CASTRO

PROJETO INDUSTRIAL: REAPROVEITAMENTO DE SORO DE LEITE PARA
PRODUÇÃO DE VINAGRE DENTRO DE UM LATICÍNIO

JANDAIA DO SUL

2018



LUIZ EDUARDO NOCHI DE CASTRO

PROJETO INDUSTRIAL: REAPROVEITAMENTO DO SORO DE LEITE PARA
PRODUÇÃO DE VINAGRE DENTRO DE UM LATICÍNIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos, curso de Engenharia de Alimentos, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Leomara Floriano Ribeiro

JANDAIA DO SUL

2018

C355p Castro, Luiz Eduardo Nochi de
Projeto Industrial: reaproveitamento de soro de leite para produção de vinagre dentro de um laticínio / Luiz Eduardo Nochi de Castro. Jandaia do Sul: 2018.
155 p.: il.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Leomara Floriano Ribeiro.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Paraná. Campus Jandaia do Sul. Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos.

1. Derivados do leite – Processamento. 2. Vinagre - Produção. 3. Monografia. I. Ribeiro, Leomara Floriano, orient. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD: 664.9

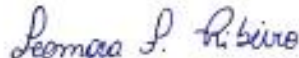
TERMO DE APROVAÇÃO

Luiz Eduardo Nochi de Castro

PROJETO INDUSTRIAL: REAPROVEITAMENTO DE SORO DE LEITE PARA PRODUÇÃO DE VINAGRE DENTRO DE UM LATICÍCIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos no curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora:



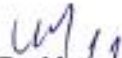
Profa. Dra. Leomara Floriano Ribeiro

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR



Profa. Dra. Luana Carolina Bosmuler Züge

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR



Prof. Dr. Maycon Diego Ribeiro

Curso de Engenharia Agrícola, UFPR

Jandaia do Sul, 23 de Novembro de 2018.

*A Jessyca, Kaique e Nathália por todos os momentos
compartilhados juntos durante esses 5 anos...*

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Denise, pelo amor e apoio incondicionais durante esses cinco anos. Sem você nada disso teria sido possível e não poderia ser mais grato por tê-la como mãe e amiga.

Aos meus amigos de sala, Anny, Débora, Jessyca, Kaique, Nathália e Rafael por cada momento compartilhado dentro e fora de sala de aula, só nós sabemos o tamanho de esforço para chegar até aqui e sem vocês essa caminhada teria sido muito mais exaurível.

Ao restante da minha família por todo apoio e amor durante essa caminhada que se encerra.

A minha orientadora Leomara, que tanto me ensinou dentro e fora de sala de aula, que foi fundamental para a execução desse projeto e que se mostrou paciente em lidar com um aluno tão “afobado”.

A minha orientadora de pesquisa Leda, que não tenho palavras para expressar o tamanho carinho e apreço que tenho por ela, um exemplo de profissional e docente, que me ensinou tanto sobre a vida acadêmica que devo tudo que sei hoje. Obrigado pela paciência de Jó e por compartilhar um pouco da sua experiência com esse “filho”.

Aos meus companheiros de luta do Laboratório de Pesquisa, sem vocês os dias no “lab” não teriam sido os mesmos.

A todos os meus amigos das T1 das engenharias, que embarcamos juntos nessa empreitada e que juntos iremos nos formar.

A todos os professores em que tive o prazer de conviver durante os últimos cinco anos, obrigado por cada ensinamento e momento compartilhado.

Ao professor Samuel Saviski, que despertou em mim a curiosidade e a vontade de aprender cada vez mais sobre as ciências exatas, saiba que você foi a peça fundamental e mais importante para que esse projeto tenha se realizado. Jamais esquecerei suas aulas de física e o excepcional professor que você é.

*“Este não é o fim, nem sequer é o começo do fim,
mas é, talvez, o fim do começo...”*
Winston Churchill

RESUMO

O soro de leite é um subproduto gerado da produção de queijo que tem capacidade de poluição cem vezes maior que o esgoto doméstico se descartado de maneira incorreta no meio ambiente. O reaproveitamento do soro de leite pode ser uma das alternativas para minimizar o impacto ambiental que este resíduo pode gerar, no entanto, ele ainda é pouco explorado pela indústria de alimentos. Assim, com intuito de desenvolver um novo produto a base desse subproduto, o objetivo desse trabalho foi o de apresentar um projeto contendo um conjunto de informações técnicas e econômicas para a implantação de uma extensão de linha para produção de vinagre usando soro de leite proveniente da queijaria de um laticínio. Para a obtenção do vinagre de soro de leite foram estabelecidas as etapas do processamento: a recepção, a pasteurização, a mistura, a fermentação alcoólica e a fermentação acética, a clarificação, a filtração, o envelhecimento, a pasteurização e envase, com posterior dimensionamento dos equipamentos e do *layout* por meio dos balanços de massa e energia. A fim de garantir um produto final de qualidade foram desenvolvidos o manual de boas práticas de fabricação, os procedimentos padrões de higiene operacional e as fichas de análise de perigos e pontos críticos de controle do processo. Portanto, do ponto de vista técnico, econômica e ambiental a implantação da extensão de linha para produção de vinagre de soro de leite é viável, gerando um lucro de aproximadamente 13 milhões de reais por ano e impedindo que aproximadamente 60 milhões de litros de soro de leite sejam descartados de maneira incorreta no meio ambiente todo o ano.

Palavras-chave: Lactose. Fermentação alcoólica. Fermentação acética.

ABSTRACT

Whey is a byproduct of cheese production, which has a pollution potential hundred times higher than domestic sewer if it is discarded incorrectly in the environment. The reuse of whey may be one of the alternatives to minimize the environmental impact that this residue can generate, however, it is still little explored by the food industry. Thus, in order to develop a new product based on this byproduct, the aim of this work was to present a project containing a set of technical and economic information for the implementation of a line extension for the production of vinegar using whey from a dairy industry. In order to obtain whey vinegar, the stages of processing were established: reception, pasteurization, mixing, alcoholic fermentation and acetic fermentation, clarification, filtration, aging, pasteurization and packaging, with subsequent dimensioning equipment and layout through mass and energy balances. In order to ensure a quality product, good manufacturing practice manuals, standard operating hygiene procedures forms, hazard analysis and critical control points forms have been formulated. Therefore, from the technical, economic and environmental point of view, the implementation of line extension for the production of whey vinegar is viable, generating an annual profit of approximately 13.5 million dollars and preventing approximately 60 million liters of whey from being disposed of incorrectly in the environment all year around.

Keywords: Lactose. Alcoholic fermentation. Acetic fermentation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – SORO DE LEITE	17
FIGURA 2 – ROTA DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA DA LACTOSE	24
FIGURA 3 – ROTA DA FERMENTAÇÃO ACÉTICA DO ETANOL	24
FIGURA 4 – DIAGRAMA QUALITATIVO DO PROCESSAMENTO DE VINAGRE DE SORO DE LEITE.....	27
FIGURA 5 – TROCADOR DE CALOR DE PLACAS.....	31
FIGURA 6 – TANQUE DE AGITAÇÃO	32
FIGURA 7 – REATOR ENCAMISADO COM AGITAÇÃO.....	32
FIGURA 8 – ACETATOR DE FRINGS.....	33
FIGURA 9 – FILTRO PRENSA	34
FIGURA 10 – BARRIS DE CARVALHO.....	34
FIGURA 11 – ENVASADORA AUTOMÁTICA.....	35
FIGURA 12 – CALDEIRA A VAPOR HORIZONTAL.....	35
FIGURA 13 – BOMBA CENTRÍFUGA.....	36
FIGURA 14 – DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE VINAGRE DE SORO DE LEITE.....	37
FIGURA 15 – LAYOUT DA LINHA DE PRODUÇÃO DE VINAGRE DE SORO DE LEITE	72

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADOS DURANTE O PROCESSAMENTO DO VINAGRE DE SORO DE LEITE.	22
TABELA 2 – CUSTOS FIXOS RELACIONADOS A MATÉRIA-PRIMA.....	66
TABELA 3 – CUSTOS RELACIONADOS A EQUIPAMENTOS	67
TABELA 4 – CUSTOS RELACIONADOS AOS FUNCIONÁRIOS.	69
TABELA 5 – CUSTO DOS BENEFÍCIOS.....	69
TABELA 6 – CUSTOS DOS MATERIAIS.....	70
TABELA 7 – CUSTOS COM ENERGIA ELÉTRICA.....	70
TABELA 8 – RECEITA BRUTA GERADA.....	70
TABELA 9 – LUCRO OBTIDO POR UNIDADE DE VINAGRE COMERCIALIZADO.....	71
TABELA 10 – RECEITA LÍQUIDA GERADA.....	71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 OBJETIVOS	18
1.1.1 Objetivo geral	18
1.1.2 Objetivos específicos.....	18
1.2 JUSTIFICATIVA	18
2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA	19
2.1 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA	19
2.2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	19
3 DESCRIÇÃO DO PRODUTO	20
3.1 COMPOSIÇÃO DO PRODUTO	21
3.1.1 Ácido acético	21
3.1.2 Álcool etílico (residual)	21
3.1.3 Extrato seco	21
3.1.4 Cinzas	22
4 DESCRIÇÃO DA MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES	22
4.1 SORO DE LEITE	23
4.2 LACTOSE.....	23
4.3 INÓCULOS.....	25
4.3.1 <i>Kluyveromyces marxianus</i>	25
4.3.2 <i>Acetobacter pasteurianus</i>	25
4.4 EMBALAGENS.....	26
4.4.1 Embalagem primária	26
4.4.2 Embalagem secundária.....	26
5 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	27
5.1 RECEPÇÃO DO SORO DE LEITE	28
5.2 PASTEURIZAÇÃO	28
5.3 MISTURA	28
5.4 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA	28
5.5 FERMENTAÇÃO ACÉTICA	29
5.6 CLARIFICAÇÃO	29
5.7 FILTRAÇÃO	29
5.8 ENVELHECIMENTO	30

5.9 ENVASE.....	30
6 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	30
6.1 PASTEURIZADOR DE PLACAS.....	30
6.2 TANQUE COM AGITAÇÃO.....	31
6.3 TANQUE ENCAMISADO E COM AGITAÇÃO	32
6.4 ACETIFICADOR DE FRINGS	33
6.5 FILTRO PRENSA.....	33
6.6 BARRIL DE CARVALHO.....	34
6.7 ENVASADORA AUTOMÁTICA	34
6.8 CALDEIRA GERADORA DE VAPOR HORIZONTAL	35
6.9 BOMBAS CENTRÍFUGAS	36
7 BALANÇOS DE MASSA E ENERGIA DO PROCESSAMENTO	36
7.1 BALANÇO DE MASSA.....	37
7.1.1 Pasteurização I.....	38
7.1.2 Mistura.....	40
7.1.3 Fermentação alcoólica	42
7.1.4 Fermentação acética.....	44
7.1.5 Clarificação.....	46
7.1.6 Filtração.....	47
7.1.7 Envelhecimento	48
7.1.8 Pasteurização II.....	48
7.1.9 Envase	49
7.2 BALANÇO DE ENERGIA TÉRMICA	50
7.2.1 Pasteurização I.....	50
7.2.1.1 Área de troca térmica	52
7.2.2 Pasteurização II.....	54
7.2.2.1 Área de troca térmica	55
7.3 BALANÇO DE ENERGIA MECÂNICA	56
7.3.1 Trecho 1	57
7.3.2 Trecho 2	60
7.3.3 Trecho 3	61
7.3.4 Trecho 4	62
7.3.5 Trecho 5	62
7.3.6 Trecho 5	62

7.3.7	Trecho 7	63
7.3.8	Trecho 8	63
7.3.9	Trecho 9	64
7.4	RENDIMENTO TOTAL DO PROCESSO	64
7.5	DIMENSIONAMENTO DA CALDEIRA	65
8	VIABILIDADE ECONÔMICA	65
8.1	INVESTIMENTOS	66
8.1.1	Matéria-prima	66
8.1.1.1	Fornecedores	66
8.1.2	Equipamentos	67
8.1.2.1	Fornecedores	67
8.1.3	Funcionários	68
8.1.4	Laboratório, escritório e limpeza	70
8.1.5	Energia elétrica e água	70
8.2	RECEITA	70
8.2.1.1	Receita bruta	70
8.2.1.2	Carga tributária e preço de custo	71
8.2.1.3	Receita líquida	71
9	LAYOUT DA EMPRESA	72
10	SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE	73
10.1	EMPRESA EM ESTUDO	73
10.1.1	Missão, Visão, Valores e Comprometimento da empresa	73
10.1.2	Qualificação dos colaboradores em segurança dos alimentos	73
10.1.3	Controle de saúde dos colaboradores	73
10.2	BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPF)	74
10.2.1	Edificação e instalações	74
10.2.1.1	Área externa	74
10.2.1.2	Acesso	75
10.2.1.3	Área interna	75
10.2.1.4	Instalações sanitárias e vestiários para os manipuladores	76
10.2.1.5	Iluminação e instalação elétrica	77
10.2.1.6	Ventilação e climatização	77
10.2.1.7	Higienização das instalações	78
10.2.1.8	Controle integrado de vetores e pragas urbanas	78

10.2.1.9	Abastecimento de água	79
10.2.1.10	Manejo dos resíduos	79
10.2.1.11	Esgotamento sanitário	79
10.2.1.12	<i>Layout</i>	80
10.2.2	Equipamentos, móveis e utensílios	80
10.2.2.1	Equipamentos	80
10.2.2.2	Móveis.....	80
10.2.2.3	Utensílios	80
10.2.2.4	Higienização dos equipamentos, máquinas, moveis e utensílios	81
10.2.3	Manipuladores.....	81
10.2.3.1	Vestuários	81
10.2.3.2	Hábitos higiênicos.....	81
10.2.3.3	Programa de controle de saúde.....	82
10.2.3.4	Equipamento de proteção individual	82
10.2.3.5	Programa de capacitação dos manipuladores e supervisão.....	82
10.2.4	Produção e transporte do alimento	82
10.2.4.1	Matéria-prima, ingredientes e embalagens	82
10.2.4.2	Fluxo de produção	83
10.2.4.3	Rotulagem e armazenamento.....	83
10.2.4.4	Controle de qualidade do produto final	84
10.2.4.5	Transporte do produto final.....	84
10.3	PROCEDIMENTOS PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL (PPHO).....	84
10.4	ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (APPCC)	85
10.5	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP)	87
11	TRATAMENTO DE EFLUENTES	88
11.1	DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS	88
11.1.1	Resíduos sólidos em laticínio	89
11.1.2	Armazenamento dos resíduos sólidos.....	90
11.1.3	Transporte dos resíduos sólidos	90
11.2	DESCARTE DE RESÍDUOS LÍQUIDOS	90
11.2.1	Tratamento dos efluentes líquidos	91
11.2.1.1	Tratamento preliminar	92
11.2.1.2	Tratamento primário.....	92
11.2.1.3	Tratamento secundário	93

11.2.1.4 Tratamento terciário	93
12 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS.....	94
APÊNDICE 1 – PROGRAMAS DE PROCEDIMENTOS PADRÕES DE HIGIENE OPERACIONAL.....	98
APÊNDICE 2 - ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (APPCC)	141
APÊNDICE 3 - PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO (POP)	146
ANEXO 1 – CLASSIFICAÇÃO E DENOMINAÇÃO DO FERMENTADO ACÉTICO 148	
ANEXO 2 – ÁRVORE DECISÓRIA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PCCS PARA MATÉRIA-PRIMA	149
ANEXO 3 – ÁRVORE DECISÓRIA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PCCS NO PROCESSO.....	150
ANEXO 4 – CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES	151
ANEXO 5 – EQUAÇÕES DE CHOI E OKOS (1986).....	152
ANEXO 6 – TABELA TERMODINÂMICA A-4 (ÇENGEL; BOLES, 2013).....	153
ANEXO 7 – DIAGRAMA DE MOODY (TADINI ET AL., 2016).....	154
ANEXO 8 – COEFICIENTES DE PERDA DE CARGA LOCALIZADA (TADINI ET AL., 2016)	155

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO*, 2000), o vinagre é um líquido permitido para consumo humano, que deve ser produzido a partir de matérias-primas de origem agrícola, que contenham amidos ou açúcares em sua composição e que é obtido a partir de duas fermentações consecutivas, a primeira alcoólica e a segunda acética, ele pode ser obtido a partir de vinho, frutas, cidra, álcool, grãos, malte, mel e soro de leite.

O soro de leite é um subproduto da industrialização de queijo ou caseína, (FIGURA 1) produzido em elevadas quantidades, cerca de 85 a 90 % do volume de leite utilizado originalmente (CARVALHO; PRAZERES; RIVAS, 2013). Segundo Leifeld e Marques (2013), estima-se que metade de todo esse volume seja descartado nos corpos d'água.

FIGURA 1 – SORO DE LEITE



FONTE: O autor (2018).

O soro de leite apresenta elevadas quantidade de compostos orgânicos, o que acaba tornando-o um subproduto poluidor, que quando liberado ao meio ambiente sem nenhum tratamento tem a capacidade de poluir 100 vezes mais que o esgoto doméstico (FRIGON et al., 2009; LIRA et al., 2009). Aproximadamente 10 mil litros de soro de leite descartados no meio ambiente equivalem à poluição do esgoto de uma população de 5 mil habitantes (LIRA et al., 2009).

Assim, encontrar alternativas para o uso desse subproduto é impedir a depreciação do meio ambiente como um todo (CARVALHO; PRAZERES; RIVAS, 2013). Entre elas, está a suplementação humana em especial entre os fisiculturistas, que usam o soro de leite como fonte de proteína, bem como no processamento de alguns alimentos como, pães, bebidas lácteas, biscoitos e vinagre de soro de leite, que além de impedir o descarte no meio ambiente eles agregam valor a um subproduto (SOLIERI; GIUDICI, 2009).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Propor um projeto de um novo produto, baseado em um conjunto de informações técnicas e econômicas para a implantação de uma extensão de linha para produção de vinagre usando soro de leite proveniente da queijaria de um laticínio.

1.1.2 Objetivos específicos

- Estimar os dados das matérias-primas, processos e equipamentos para produção do vinagre de soro de leite;
- Realizar os balanços de massa e energia para dimensionamento do processo;
- Estudar a viabilidade econômica da produção;
- Determinar os critérios para o tratamento dos efluentes;
- Elaborar manuais para controle de qualidade, segurança alimentar e higiene de processo;
- Produzir o *layout* da extensão de linha;

1.2 JUSTIFICATIVA

O vinagre é um dos produtos mais clássicos utilizado como tempero para saladas e condimentos, segundo a Associação Nacional das Indústrias de

Vinagre em 2017 o Brasil consumiu um total de 174 milhões de litros de vinagre, mas nos últimos anos ele vem sendo consumido puro devido a seus benefícios a saúde, como auxiliar no emagrecimento, colaborar no processo de digestão, controlar o açúcar no sangue e prevenir o diabetes do tipo 2. Esses fatores colaboram para o crescimento do mercado consumidor de vinagres, especialmente os mais *gourmetizados*, como o vinagre balsâmico.

Entretanto, o Brasil é carente de vinagres de qualidade que podem promover uma experiência sensorial completa para os consumidores, ao invés de ser utilizado como um simples tempero. Aliado a essa necessidade de mercado e a um apelo ambiental crescente para a redução da geração de resíduos, a proposta é elaborar um novo produto utilizando um subproduto como matéria-prima e nesse quesito o soro de leite se encaixa perfeitamente.

Como o soro será obtido de um laticínio produtor de queijo muçarela, grandes volumes de soro de leite são gerados diariamente e na maioria das vezes descartados de maneira errada no meio ambiente, acarretando graves problemas de poluição. Assim, encontrar um destino adequado a esse subproduto é uma das soluções para esse problema, além de agregar valor a um resíduo que antes representava custo para a indústria.

2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

2.1 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Nome fantasia: Laticínios 1D

Razão social: Agroindústria 1D Ltda

CNPJ: 78.212.517/0001-31

Endereço: ROD. PR 218, S/N – KM 06, CEP nº 86.702-670

Cidade: Araçongas – Paraná

Telefone: (43) 3274-0025

2.2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Laticínios 1D se encontra no mercado de produtos lácteos a mais de 10 anos, desde então vem trabalhando com responsabilidade, atendendo os

mais altos padrões de higiene e qualidade necessários para oferecer um produto saudável e saboroso aos consumidores. A empresa tem capacidade de processamento de 60 mil litros de leite por dia, com produção diária de 15 mil quilogramas de muçarela, ela está situada em Arapongas – PR, devido a presença de propriedades produtoras de leite na região, matéria-prima fundamental para a produção de queijo e conseqüentemente do soro de leite. No total, 100 profissionais qualificados fazem parte da equipe, eles são treinados para preparar os produtos com os mais altos níveis de qualidade, garantindo a segurança de alimentos, através de cuidados com a higiene dos colaboradores, equipamentos e insumos, da manipulação higiênica dos produtos acabados e controle de pragas e vetores de doenças.

A empresa tem enfoque na produção de leite pasteurizado, queijo muçarela e iogurte, produtos altamente consumidos pelo mercado brasileiro. No entanto, com o aquecimento do mercado, a falta de destinação correta para o soro de leite e a necessidade de vinagres de qualidade no mercado, uma extensão de linha será projetada para a produção de Vinagre de Soro de Leite na planta atual da empresa.

3 DESCRIÇÃO DO PRODUTO

O vinagre é produto obtido pela fermentação acética de qualquer substrato alcoólico (MARQUES et al., 2010), sendo produzido usualmente pela fermentação de vinhos ou cidras (AQUARONE et al., 2001). No entanto, os vinagres podem ser produzidos através de outras fontes não convencionais desde que essas contenham açúcares fermentativos, como a lactose presente no soro de leite, por exemplo (PARRONDO et al., 2003). A produção de vinagre a partir de soro de leite consiste em duas fermentações: uma fermentação alcoólica da lactose presente no soro e outra fermentação acética do etanol gerado (SOLIERI; GIUDICI, 2009).

A legislação brasileira através da Instrução Normativa nº 6, de 3 de abril de 2012, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2012) estabelece os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos. Pela classificação presente no ANEXO

1, o vinagre de soro de leite se enquadra como “Vinagre de Álcool”, uma vez que vinagre de origem animal não tem classificação específica.

3.1 COMPOSIÇÃO DO PRODUTO

A composição química do vinagre varia de acordo com a matéria-prima que o gerou, no entanto, o ácido acético e o álcool etílico residual são os compostos que usualmente fazem parte da composição básica do vinagre (PEDROSO, 2003).

3.1.1 Ácido acético

O ácido acético ($C_2H_4O_2$) é o componente principal de qualquer vinagre proveniente de substrato alcoólico e sua concentração no produto é expressa em graus acéticos (quantidade de ácido acético em grama por 100 mL de vinagre) (AQUARONE et al., 2001). A legislação estabelece um teor mínimo de 4 g de ácido acético/100 mL de vinagre (BRASIL, 2012).

3.1.2 Álcool etílico (residual)

Durante a fabricação do vinagre, não pode ocorrer esgotamento do substrato alcoólico durante a fermentação acética, uma vez que as bactérias acéticas na ausência de etanol podem degradar o ácido acético produzido, isso acaba gerando um álcool etílico residual ao final do processo (AQUARONE et al., 2001). A legislação brasileira permite um teor máximo de 1 % (v/v) de álcool etílico residual no vinagre (BRASIL, 2012).

3.1.3 Extrato seco

Determinar o teor de extrato seco em vinagres pode auxiliar a combater fraudes no produto, como por exemplo a adição de sal ou água, uma vez que teores muito baixos ou muito altos de extrato seco podem indicar possíveis adulterações do produto (PEDROSO, 2003).

A legislação brasileira não especifica um teor de extrato seco em vinagre de soro de leite, mas para vinagres de cereais ou mel, o teor mínimo de extrato seco estabelecido é de 7 g.L^{-1} (BRASIL, 2012), por aproximação pode-se considerar esse teor para o vinagre de soro, uma vez que a base alcóolica é proveniente da fermentação de dissacarídeos.

3.1.4 Cinzas

As considerações para o teor de cinzas são as mesmas que para o teor de extrato seco dos vinagres. Um vinagre diluído em água e reconstituído parcialmente com ácido acético apresenta baixos valores para o teor de cinzas (aproximadamente $2 - 15 \text{ g.L}^{-1}$), enquanto que para valores muito altos (aproximadamente $20 - 30 \text{ g.L}^{-1}$) isso pode indicar a adição de substâncias não voláteis (TAKEMOTO, 2000).

A legislação brasileira não especifica um teor de cinzas para vinagre de soro de leite, mas em uma analogia parecida com o caso anterior, um valor mínimo de cinzas de 1 g.L^{-1} , pode ser considerado (BRASIL, 2012).

4 DESCRIÇÃO DA MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES

Na TABELA 1 está apresentado as matérias-primas utilizados para a produção do vinagre de soro de leite.

TABELA 1 – MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADOS DURANTE O PROCESSAMENTO DO VINAGRE DE SORO DE LEITE.

Matéria-prima	Etapa
Soro de leite	Recepção
Lactose	Mistura
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	Fermentação alcoólica
<i>Acetobacter pasteurianus</i>	Fermentação acética
Embalagens de vidro	Envase
Embalagens de papelão	Envase

FONTE: O autor (2018).

4.1 SORO DE LEITE

O soro de leite é o produto remanescente da produção de queijo, ele é obtido após a coagulação da caseína do leite, onde a fase líquida é expulsa do coágulo. O soro de leite tem coloração amarelada, é livre de caseína e gordura (DAUFIN et al., 1998). O componente majoritário do soro é a água que representa em torno de 90 a 92 % da composição total e outros compostos remanescentes são a lactose 4 – 5 % (m/v), proteínas do soro 0,6 – 0,8 % (m/v), como a albumina do soro de leite e outros compostos minoritários como vitaminas e minerais (KHAIRE; GOGATE, 2018).

Na maioria das indústrias produtoras de queijo, o soro é tratado como um resíduo e sua capacidade de servir como matéria-prima para a produção de produtos secundários é ignorada. O soro de leite apresenta diversas características tecnológicas que permitem o seu reaproveitamento (MACHADO et al., 2000), como por exemplo, a presença de lactose, que pode ser usada como substrato para a fermentação alcoólica e produção de etanol, esse substrato alcoólico ainda pode ser transformado em ácido acético para a produção de vinagre de soro de leite (PARRONDO et al., 2003).

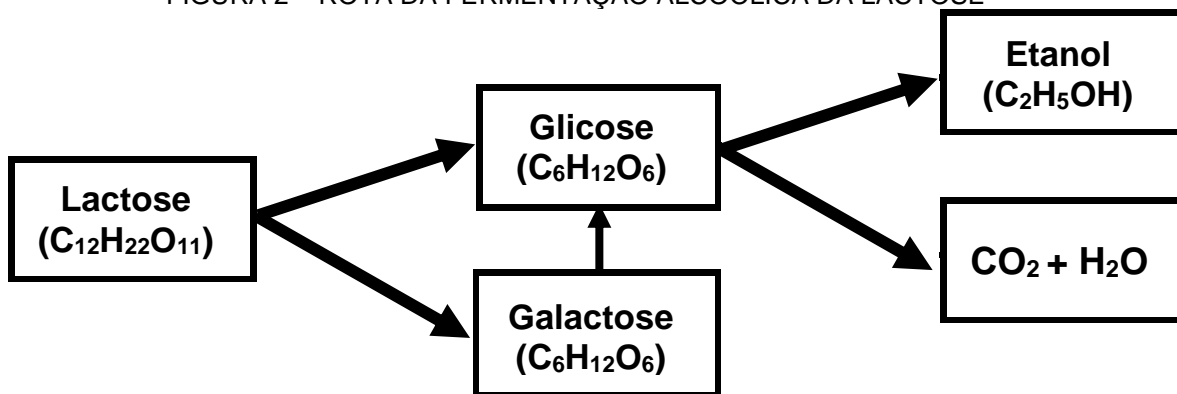
Assim, o soro deixa de ser um resíduo da indústria de produtos lácteos e passa a ser o protagonista para a produção de um produto com alto valor agregado.

4.2 LACTOSE

A lactose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) é um dissacarídeo, presente no leite e seus derivados, composto por dois monossacarídeos: a glicose e a galactose (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

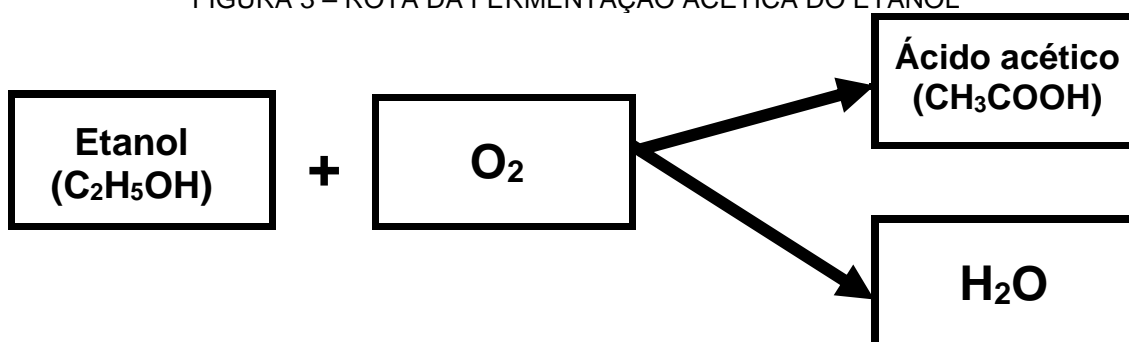
Por ser tratar de um hidrato de carbono que conta com glicose em sua composição, a lactose pode ser submetida a fermentação alcoólica (FIGURA 2) e produzir etanol, um substrato que em contato com o oxigênio do ar pode ser transformado em ácido acético (FIGURA 3) e conseqüentemente em vinagre (PARRONDO et al., 2003).

FIGURA 2 – ROTA DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA DA LACTOSE



Fonte: o autor (2018).

FIGURA 3 – ROTA DA FERMENTAÇÃO ACÉTICA DO ETANOL



Fonte: o autor (2018).

O leite de vaca apresenta uma quantidade de aproximadamente 5 % de lactose (CEBALLOS et al., 2009), após a produção de queijo o soro residual continua com um teor de lactose de aproximadamente 5 % (LINDER; LORIENT, 1999; SISO, 1996).

Durante o processamento do vinagre de soro de leite, essa porcentagem de lactose não é suficiente para a produção de álcool necessária durante a fermentação, sendo assim é adicionado lactose ao soro até uma concentração de aproximadamente 135 g.L^{-1} para aumentar a produção de etanol (SOLIERI; GIUDICI, 2009).

4.3 INÓCULOS

4.3.1 *Kluyveromyces marxianus*

A fermentação alcoólica do soro de leite será realizada por uma levedura fermentadora de lactose a *K. marxianus*, ela é uma levedura ascomicetada e membro do gênero, *Kluyveromyces*, é a fase sexual da *Candida kefyr* e é capaz de utilizar diversos substratos para a produção de etanol como a xilose, celobinose e lactose (SILVEIRA et al., 2005).

K. marxianus é um tipo de levedura termotolerante capaz de produzir etanol em altas temperaturas com rendimentos que são próximos ao teórico, quando cultivada em baixas concentrações de oxigênio e elevadas concentrações de substrato (SILVEIRA et al., 2005). A temperatura de trabalho da levedura foi de 30 °C e o pH de aproximadamente 6,4.

Além dessas características, as leveduras poderão ser retiradas ao final de cada batelada e armazenadas para servir como cultura *starter* da próxima fermentação, esse processo pode ser realizado até três vezes, o que contribui para uma economia da levedura e conseqüentemente representa um ganho econômico (SOLIERI; GIUDICI, 2009).

4.3.2 *Acetobacter pasteurianus*

As acetobactérias pertencem ao grupo de bacilos gram negativos aeróbicos que possuem a habilidade de crescer em baixo pH e de oxidar álcoois em ácidos orgânicos (KÖNIG; UNDEN; FRÖHLICH, 2009). Dentro dessa classe de bactérias encontramos as do gênero *Acetobacter*, como a *Acetobacter pasteurianus*.

O produto alcoólico obtido na fermentação alcoólica servirá como substrato para a fermentação acética, esse processo será realizado pela *A. pasteurianus* em presença de oxigênio. Essa bactéria apresenta excelente crescimento em etanol, o que a torna o microrganismo certo para essa etapa da produção (SOLIERI; GIUDICI, 2009). A temperatura de trabalho das bactérias foi de 30 °C e o pH de aproximadamente 4,2.

4.4 EMBALAGENS

O produto será embalado em uma embalagem primária de garrafa de vidro e outra secundária de caixa de papelão. Essas caixas serão colocadas sobre paletes e armazenadas no estoque, por período máximo de 4 dias.

4.4.1 Embalagem primária

Uma grande variedade de alimentos é embalada em recipientes de vidro como, refrigerantes, cervejas, sucos, produtos lácteos e temperos. As embalagens de vidro podem ser encontradas nos mais diversos tipos, cores e formatos, elas são excelentes recipientes, pois são inertes, não permitem a troca de gases com o exterior e podem acondicionar o produto quente ou gelado (COLES; MCDOWEEL; KIRWAN, 2003).

Comercializar o produto em embalagem de vidro pode representar um custo elevado para a indústria se comparado com embalagens plásticas (GOLDSTEIN, 2009). No entanto, o vidro tem um apelo de marketing por poder se apresentar nos mais diversos formatos e cores da embalagem, o que acaba atraindo o consumidor e conseqüentemente o consumo do produto (COLES; MCDOWEEL; KIRWAN, 2003).

As garrafas de vidro utilizadas são feitas de material transparente, com capacidade de 700 mL e com litografia direta no vidro, cada garrafa tem 7,9 cm de diâmetro, 30,2 cm de altura e massa de 407 g.

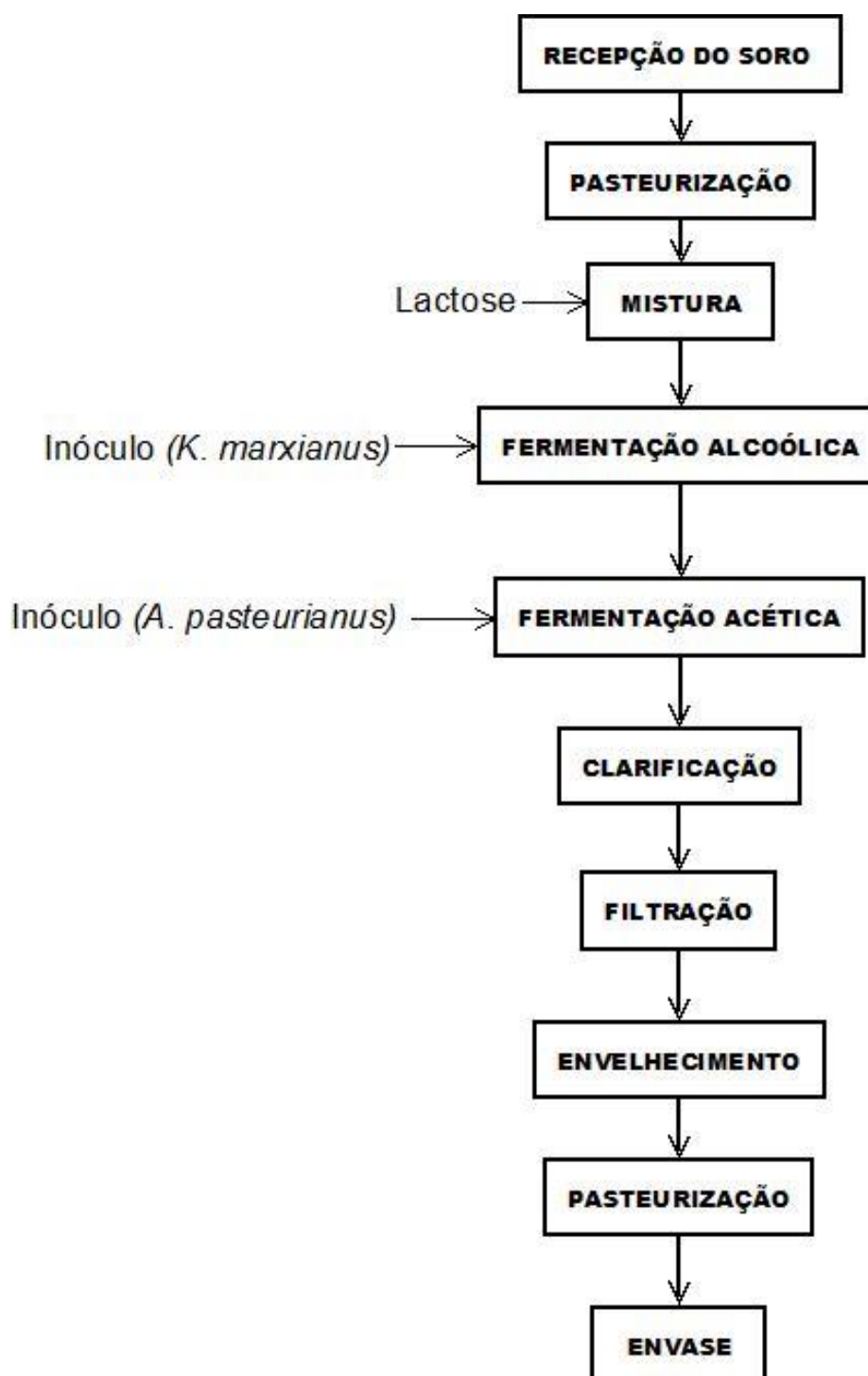
4.4.2 Embalagem secundária

As caixas de papelão usadas para o armazenamento das garrafas, tem 12 divisórias para armazenamento individual de cada garrafa, garantindo uma maior segurança ao produto, a fim de evitar quebras por contato entre elas, cada caixa tem 37,5 cm de comprimento, 28,5 cm de largura e 32 cm de altura. Depois de colocadas nas caixas de papelão, elas são empilhadas em paletes e levados até o estoque, de onde segue para a expedição.

5 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Na FIGURA 4, está ilustrado as etapas do processo de produção do vinagre do soro de leite.

FIGURA 4 – DIAGRAMA QUALITATIVO DO PROCESSAMENTO DE VINAGRE DE SORO DE LEITE



FONTE: O autor (2018).

5.1 RECEPÇÃO DO SORO DE LEITE

O soro utilizado como matéria-prima para a produção do vinagre será proveniente da queijaria da própria indústria, o soro produzido durante a fabricação do queijo muçarela será pasteurizado e bombeado até o tanque de mistura.

5.2 PASTEURIZAÇÃO

Serão realizadas duas etapas de pasteurização do produto, a primeira será realizada assim que o soro de leite sai da queijaria, o intuito dessa etapa é reduzir a carga microbiana total do soro, para que possíveis microrganismos contaminantes não atrapalhem o processo de fermentação, ela ocorrerá a temperatura de 73 °C durante 15 segundos, em seguida o soro será resfriado até a temperatura de 30 °C para seguir para a etapa de fermentação alcoólica.

A segunda pasteurização ocorrerá com o vinagre pronto com a função de estabilizar a composição final do produto, além de manter as características físicas, químicas e sensoriais durante o período de comercialização. A pasteurização ocorrerá a temperatura de 80 °C durante 15 segundos, de modo a inativar as enzimas da classe oxidase que podem oxidar o ácido acético a compostos secundários indesejados.

5.3 MISTURA

A etapa de mistura será realizada antes da fermentação alcoólica, a fim de corrigir a concentração dos açúcares fermentativos do soro de leite, para isso será adicionado lactose na proporção 1:10 (m:m) de soro, para que a concentração de 13,2 g de lactose/100 g de soro seja atingida, o tempo de mistura foi de 3 minutos a 150 rpm (SOLIERI; GIUDICI, 2009).

5.4 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

A fermentação alcoólica do soro de leite será realizada pela levedura *Kluyveromyces marxianus* na ausência de oxigênio e a temperatura de 30 °C. A

etapa de fermentação é uma etapa crítica do processo, pois ela determinará a quantidade de substrato alcoólico produzido que será usado nas etapas seguintes. Antes do início da fermentação o meio de cultura, deverá ser auto clavados a fim de evitar a contaminação por outros microrganismos. O tempo total da fermentação alcoólica é de 5 dias.

5.5 FERMENTAÇÃO ACÉTICA

O produto alcoólico obtido durante a fermentação alcoólica será usado como substrato para a fermentação acética para produção de vinagre. A bactéria aeróbica *Acetobacter pasteurianus*, apresenta melhor crescimento na presença de álcool e na temperatura de 30 °C. Ao final dessa etapa, o fermentado acético deverá apresentar uma concentração de ácido acético de no mínimo 4 % (v/v) e teor máximo de álcool residual de 1 g/100 g e estará pronto para as etapas seguintes. O tempo total da fermentação alcoólica é de 3 dias.

5.6 CLARIFICAÇÃO

A etapa seguinte é clarificação, uma vez que o produto obtido durante a fermentação pode apresenta-se turvo devido à presença de sólidos em suspensão como, substâncias pécnicas, celulósicas e células de microrganismo mortas. A etapa de clarificação será realizada pela mistura de bentonita com o vinagre, a mistura ficará em repouso por 24 horas e ao final é realizada a transfega do sobrenadante. O uso de argilas no processo de clarificação é simples e tem um tempo bastante reduzido. Estima-se que nessa etapa em torno de 14 % da massa de vinagre na entrada seja de sólidos suspensos que serão sedimentados juntos com a argila.

5.7 FILTRAÇÃO

A etapa de filtração é uma etapa complementar a de clarificação, o vinagre clarificado será filtrado em filtro tipo prensa, a fim de se reter quaisquer particulados (diâmetro $\leq 100 \text{ \AA}$) ou impurezas residuais que vieram da etapa

anterior, como restos de argilas. O produto resultante dessa etapa deve ser límpido e brilhante.

5.8 ENVELHECIMENTO

Durante a etapa de envelhecimento do vinagre ocorrem transformações físicas e químicas que auxiliam que o produto apresente sabor e aroma mais suaves. Essa etapa é conduzida em tonéis de madeira que irão promover a oxidação dos aldeídos a ésteres aromáticos, como a oxidação do acetaldeído a acetato de etila, acetato de amila, entre outros. O vinagre poderá permanecer em torno de 8 a 10 semanas nos tonéis e em seguida é encaminhado para a segunda pasteurização.

5.9 ENVASE

Depois de pasteurizado, o vinagre é envasado à quente em embalagens de vidro de 700 mL e o produto está pronto para ser comercializado, o produto vai para o estoque onde é mantido na ausência de luz em temperatura ambiente, por no máximo 4 dias. O prazo de validade depois de envasado é de até 2 anos.

6 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Em todo o processamento do vinagre de soro de leite serão utilizados nove equipamentos. A descrição de cada equipamento será mostrada nos próximos sub tópicos.

6.1 PASTEURIZADOR DE PLACAS

A etapa de pasteurização será realizada em dois momentos diferentes durante todo o processamento, primeiro na recepção da matéria-prima (soro de leite) e posteriormente na pasteurização do produto final (vinagre), onde o fluido frio será sempre o produto e o fluido quente vapor saturado em contracorrente.

O pasteurizador escolhido é do tipo a placas modelo BP30, da marca BERMO® (FIGURA 5), com capacidade nominal de fluxo de 4 kg/s de produto,

com estrutura em aço carbono, com seções de placas corrugadas em inox AISI 316, com 0,6 mm de espessura e tirantes de aperto galvanizado, cada placa possui dimensão de 480 mm de altura e 180 mm de largura. A área de troca térmica de cada pasteurização foi de 7,10 m², 10,6 m² e 6,72 m², respectivamente e o número de placas foram de 83, 123 e 78 placas.

FIGURA 5 – TROCADOR DE CALOR DE PLACAS



Fonte: Bermo Válvulas e Equipamentos Industriais Ltda (2018).

6.2 TANQUE COM AGITAÇÃO

Os tanques com agitação serão usados nas etapas de mistura e clarificação, em ambas as etapas o produto é misturado com um componente secundário, no caso da mistura a lactose e da clarificação a bentonita, em que não é necessário o controle de temperatura, somente da agitação.

O tanque escolhido para a etapa de mistura foi da marca ALKI® (FIGURA 6), modelo PVM-500, com volume útil de 7000 L e volume total de 7500 L, em estrutura de aço inox AISI 304, com agitação através de impulsor do tipo hélice naval com capacidade de rotação de até 300 rpm. As dimensões do tanque são de 3,5 m de altura e diâmetro de 1,7 m e para a etapa de clarificação o tanque escolhido também foi da marca ALKI® -, modelo PVM-950, com volume útil de 56.000 L e volume total de 58.000 L, em estrutura de aço inox AISI 304, com agitação através de impulsor do tipo hélice naval com capacidade de rotação de até 200 rpm. As dimensões do tanque são de 5,4 m de altura e diâmetro de 3,7 m.

FIGURA 6 – TANQUE DE AGITAÇÃO



Fonte: Alki máquinas Ltda (2018).

6.3 TANQUE ENCAMISADO E COM AGITAÇÃO

Durante a etapa de fermentação alcoólica, será utilizado um tanque de agitação encamisado com passagem de vapor pela camisa a fim de manter a temperatura de fermentação em 35 °C e rotação em 40 rpm.

O tanque escolhido foi do modelo TT 350, da marca HWO® (FIGURA 7), com volume útil de 56.000 L e volume total de 58.000 L, em estrutura de aço inox 316 L com 3 mm de espessura, com camisa em aço inox AISI 304 com 2 mm de espessura, sistema de aquecimento e resfriamento tipo *half-pype*, com sistema de agitação simples com velocidade de rotação de 50 rpm. As dimensões do tanque são de 5,4 m de altura e diâmetro de 3,7 m.

FIGURA 7 – REATOR ENCAMISADO COM AGITAÇÃO



Fonte: HWO Equipamentos Industriais (2018).

6.4 ACETIFICADOR DE FRINGS

O processo de acetificação do fermentado alcoólico ocorre em um acetificador tipo Frings®, modelo V900 (FIGURA 8), com capacidade de 56.000L de mosto alcoólico feito em aço inox 316 L, com sistema de oxigenação e agitação do produto. As dimensões do acetificador são de 6 m de altura e 3,5 m de diâmetro. A produção média estimada de 12 milhões de litros de fermentado acético a 6 % de ácido acético por ano.

FIGURA 8 – ACETATOR DE FRINGS

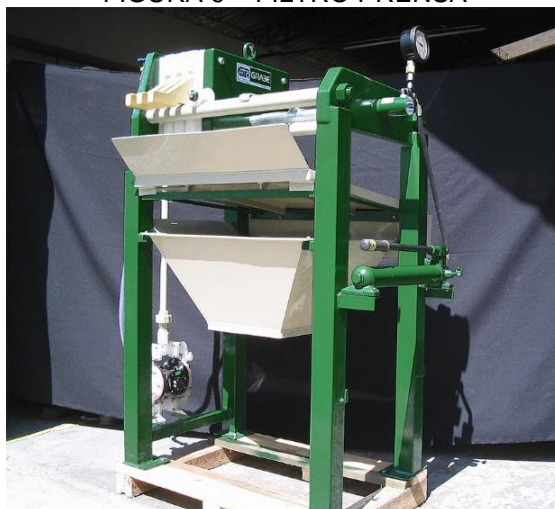


Fonte: Frings Ltda (2018).

6.5 FILTRO PRENSA

A filtração do vinagre será realizada com o auxílio de um filtro prensa, modelo FLOWPRESS 320, da marca Grabe® (FIGURA 9), com 20 placas de dimensão de 320 x 320 mm, tortas com espessura de 25 mm e área filtrante de 3,4 m², pressão de filtração máxima de 10 bar e capacidade de fluxo de entrada de produto de até 8.000 L/h, com estrutura em aço carbono com pintura epóxi verde.

FIGURA 9 – FILTRO PRENSA



Fonte: Grabe equipamentos industriais (2018).

6.6 BARRIL DE CARVALHO

Os barris de carvalho (FIGURA 10), que serão usados na etapa de envelhecimento do vinagre, têm dimensão de 11 m de altura e 9 m de diâmetro com capacidade de 283.000 L cada, eles serão mantidos a temperatura ambiente na ausência de luz durante um período de 8 a 10 semanas.

FIGURA 10 – BARRIS DE CARVALHO



Fonte: PNG Tree (2018).

6.7 ENVASADORA AUTOMÁTICA

O envase das embalagens de vinagre serão realizados com o auxílio de uma envasadora automática modelo MT-B6, da marca HWO® (FIGURA 11), em aço inox AISI 304 com 6 bicos dosadores, esteira transportadora de polipropileno com 6 m de comprimento, alimentação de frascos e tampas manuais, capacidade de envase de 9.000 garrafas de 700 mL por hora. Ao final do envase,

o material passa por um detector de metais, que automaticamente descarta o produto com problema.

FIGURA 11 – ENVASADORA AUTOMÁTICA



Fonte: HWO Equipamentos Industriais (2018).

6.8 CALDEIRA GERADORA DE VAPOR HORIZONTAL

A geração de vapor para os equipamentos da linha de produção será - pelo uso de caldeira horizontal alimentado por lenha, modelo GR-70 (FIGURA 12), da marca ECAL®. A caldeira é de alimentação manual, com capacidade de queima de toras de até 1 m, tem capacidade de produção de vapor de até 1500 kg/h a 8 kgf/cm² de pressão, ela é construída em aço carbono ASTM-A-516.

A caldeira possui um isolamento térmico com mantas de lã de rocha espessura 50 mm, densidade 40 kgf/m³, possui revestimento externo de alumínio tipo estuco, espessura 0,7 mm, cravadas e rebitadas entre si, o que proporciona uma estrutura compacta e rígida, isenta de manutenção de pinturas e resistente à corrosão.

FIGURA 12 – CALDEIRA A VAPOR HORIZONTAL



FONTE: ECAL Caldeira e Aquecedores (2018).

6.9 BOMBAS CENTRÍFUGAS

Em todo o processamento do vinagre de soro de leite, foram utilizadas 6 bombas centrífugas, sendo 2 bombas de 1/6 de cavalo vapor (CV), 1 bomba de 1/4 CV, 1 bomba de 1/3 CV e 2 bombas de 1/2 CV, modelo BC-91 T (FIGURA 13), da marca SCHNEIDER®, a bomba conta com bocais de rosca BSP, caracol da bomba de ferro fundido GG-20, intermediário de ferro fundido GG-15, rotor de ferro fundido GG-15, selo mecânico constituído de aço inox AISI-304, buna N, grafite e cerâmica, motor elétrico IP-55, 2 polos, 60 Hz, com rendimento de processo de 90%.

As bombas têm diâmetro da sucção de 1,25” e do recalque de 1”, temperatura de operação 80 °C e rotação de 4500 rpm.

FIGURA 13 – BOMBA CENTRÍFUGA

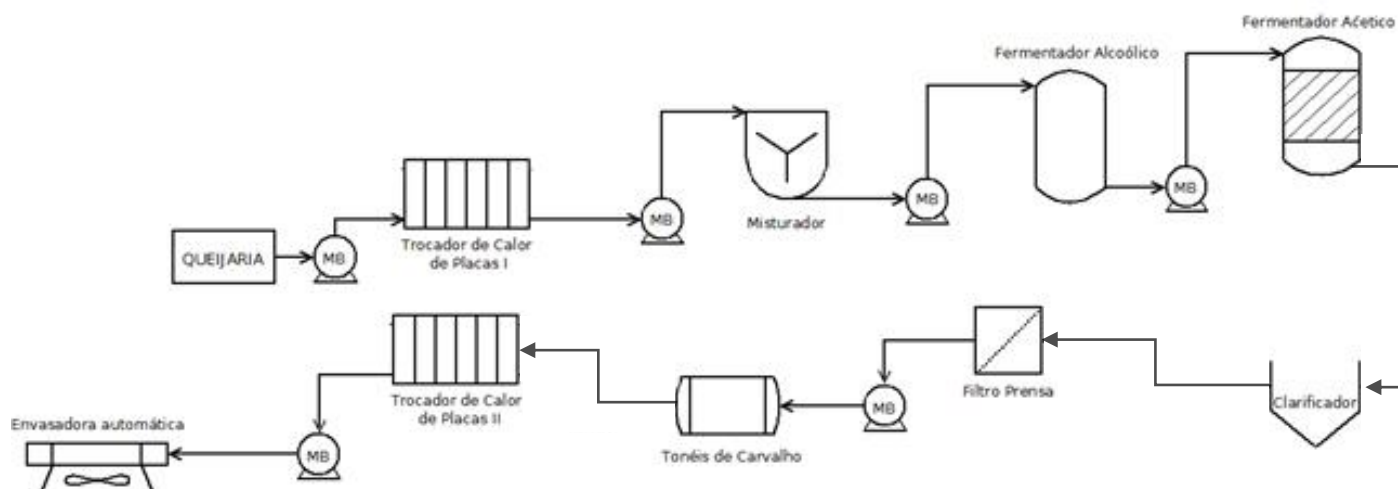


FONTE: SCHNEIDER (2018).

7 BALANÇOS DE MASSA E ENERGIA DO PROCESSAMENTO

Na FIGURA 14, está mostrado o Diagrama de fluxo de processo (DFP) com todas as etapas do processamento, com o processo se iniciando na queijaria e terminando na envasadora automática.

FIGURA 14 – DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE VINAGRE DE SORO DE LEITE.



Fonte: o autor (2018).

7.1 BALANÇO DE MASSA

Para início dos cálculos, foi considerado uma vazão de soro de 50000 L/dia no início do processo, sendo um dia de trabalho o período de 8 horas e um mês 20 dias, assim transformando em fluxo mássico:

✚ **Consideração:** $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$ (TEIXEIRA; FONSECA, 2008).

$$\dot{m} = \dot{Q} * \rho \quad (1)$$

onde: \dot{m} = fluxo de massa [unidade de massa/unidade de tempo];

\dot{Q} = vazão [unidade de volume/unidade de tempo];

ρ = massa específica do soro de leite [kg/m^3];

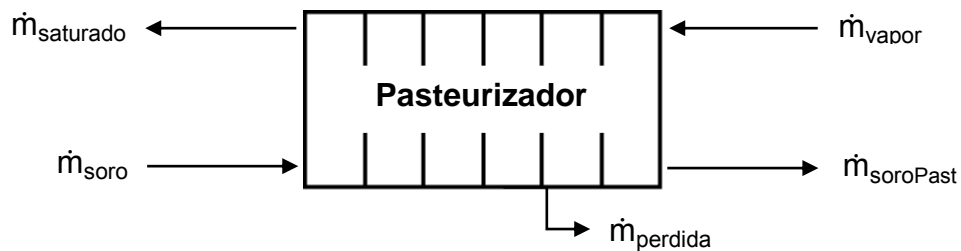
$$\dot{m}_{\text{soro}} = 50 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}} * 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 51.250 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} \text{ de soro de leite}$$

A produção ocorre em turno único de 8 horas diárias, assim podemos determinar o fluxo de massa por hora de soro de leite:

$$\dot{m}_{\text{soro}} = 51.250 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} * \frac{1 \text{ dia}}{8 \text{ h}} = 6.406,25 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de soro de leite}$$

O processamento é semi-contínuo, uma vez que partes do processo são batelada. A concentração de lactose no soro deve estar na faixa de 4,5 a 5 g de lactose/100 g de soro de leite, para os balanços de massa seguinte será considerado o valor de 4,5 g/100g.

7.1.1 Pasteurização I



➤ Balanço de massa global : $\dot{m}_{\text{entrada}} + \dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{saída}} + \dot{m}_{\text{consumo}}$ (2)

onde: \dot{m}_{entrada} = fluxo de massa na entrada no processo [kg/h];

$\dot{m}_{\text{saída}}$ = fluxo de massa na saída no processo [kg/h];

\dot{m}_{gerado} = fluxo de massa gerado durante o processo [kg/h];

\dot{m}_{consumo} = fluxo de massa consumido durante o processo [kg/h];

✚ Considerações:

- Não há reação química, logo $\dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{consumo}} = 0$;
- As perdas por incrustações são baixas, em torno de 0,1%;
- Não há acúmulo nas placas, uma vez que o tempo de residência é baixo (≈ 15 s), assim como a temperatura (73 °C), logo podemos considerar regime permanente, $\dot{m}_{\text{entrada}} = \dot{m}_{\text{saída}}$;

- Balanço de massa do soro:

$$\dot{m}_{\text{entrada}} + \cancel{\dot{m}_{\text{gerado}}} = \dot{m}_{\text{saída}} + \cancel{\dot{m}_{\text{consumo}}}$$

$$\dot{m}_{\text{soro}} = \dot{m}_{\text{soroPast}} + \dot{m}_{\text{perdida}}$$

$$\dot{m}_{\text{soroPast}} = \dot{m}_{\text{soro}} - 0,001 * \dot{m}_{\text{soro}}$$

$$\dot{m}_{\text{soroPast}} = 6406,25 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 0,001 * 6406,25 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_{\text{soroPast}} = 6399,84 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de soro pasteurizado}$$

$$\dot{m}_{\text{perdida}} = 6,41 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de soro perdido}$$

- Balanço de massa do vapor:

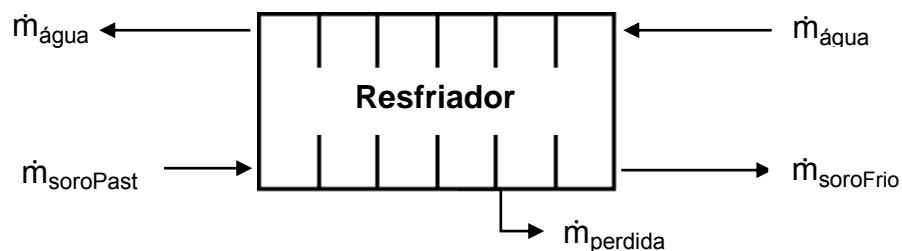
$$\dot{m}_{\text{entrada}} = \dot{m}_{\text{saída}}$$

$$\dot{m}_{\text{vapor}} = \dot{m}_{\text{saturado}}$$

O fluxo de massa do vapor foi determinado através de balanço de energia térmica (7.2.1). Sendo assim, $\dot{m}_{\text{vapor}} = \dot{m}_{\text{saturado}} = 441,5 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$ de vapor.

- Resfriamento do soro:

Para seguir até a etapa de fermentação alcoólica, o soro foi resfriado até a temperatura de 30 °C, utilizando água como fluido a temperatura de 25 °C.



- Balanço de massa global: Equação 2

✚ Considerações:

- Não há reação química, logo $\dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{consumo}} = 0$;
- As perdas por incrustações são baixas, em torno de 0,1%;

- Balanço de massa do soro:

$$\dot{m}_{\text{entrada}} + \cancel{\dot{m}_{\text{gerado}}} = \dot{m}_{\text{saída}} + \cancel{\dot{m}_{\text{consumo}}}$$

$$\dot{m}_{\text{soroPast}} = \dot{m}_{\text{soroFrio}} + \dot{m}_{\text{perdida}}$$

$$\dot{m}_{\text{soroFrio}} = \dot{m}_{\text{soroPast}} - 0,001 * \dot{m}_{\text{soroPast}}$$

$$\dot{m}_{\text{soroFrio}} = 6.399,84 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 0,001 * 6.399,84 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_{\text{soroFrio}} = 6.393,44 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de soro resfriado}$$

$$\dot{m}_{\text{perdida}} = 6,4 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de soro perdido}$$

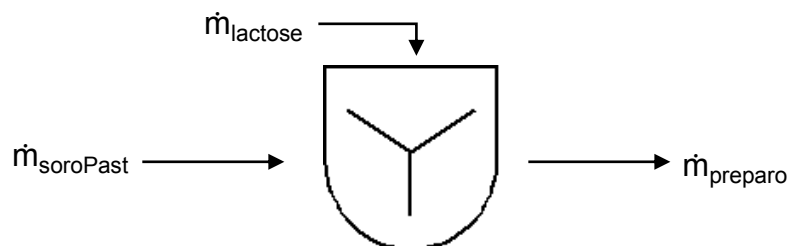
- Balanço de massa do vapor:

$$\dot{m}_{\text{entrada}} = \dot{m}_{\text{saída}}$$

$$\dot{m}_{\text{água}} = \dot{m}_{\text{água}}$$

O fluxo de massa de água foi determinado através de balanço de energia térmica (7.2.1). Sendo assim, $\dot{m}_{\text{água}} = \dot{m}_{\text{água}} = 5.272 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$ de água.

7.1.2 Mistura



- Balanço de massa no tanque de mistura: Equação 2

✚ Considerações:

- Não há reação química, logo $\dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{consumo}} = 0$;
 - Não há acúmulo no tanque, uma vez que o tempo de residência é baixo, logo podemos considerar regime permanente, $\dot{m}_{\text{entrada}} = \dot{m}_{\text{saída}}$;
 - A lactose é adicionada na proporção de 1:10 (m:m) para soro de leite, para que seja atingida a concentração de 13,2 g de lactose/100 g de soro;
- Determinando a massa de lactose a ser adicionada ao soro:

$$\dot{m}_{\text{lactose}} = \frac{\dot{m}_{\text{soroPast}} * 10}{100}$$

onde: \dot{m}_{lactose} = fluxo de massa de lactose [kg/h];

$\dot{m}_{\text{soroPast}}$ = fluxo de massa de soro pasteurizado [kg/h];

$$\dot{m}_{\text{lactose}} = \frac{6.399,84 * 10}{100} \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 639,98 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de lactose}$$

- Retornando ao balanço de massa global:

$$\dot{m}_{\text{entrada}} + \dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{saída}} + \dot{m}_{\text{consumo}}$$

$$\dot{m}_{\text{soroPast}} + \dot{m}_{\text{lactose}} = \dot{m}_{\text{preparo}}$$

$$\dot{m}_{\text{preparo}} = 6.399,84 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + 639,98 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_{\text{preparo}} = 7.039,82 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de preparo}$$

- Determinando a quantidade inicial de lactose no soro:

$$\dot{m}_{\text{LactoseSoro}} = \dot{m}_{\text{soroPast}} * 4,5\%$$

$$\dot{m}_{\text{LactoseSoro}} = 6.399,84 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 0,045$$

$$\dot{m}_{\text{LactoseSoro}} = 287,99 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de lactose no soro}$$

- Encontrando a massa de lactose no preparo:

$$\dot{m}_{\text{LactosePreparo}} = \dot{m}_{\text{lactose}} + \dot{m}_{\text{LactoseSoro}}$$

$$\dot{m}_{\text{LactosePreparo}} = 639,98 \frac{\text{kg}}{\text{h}} + 287,99 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_{\text{LactosePreparo}} = 927,97 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de lactose no preparo}$$

- Encontrando a concentração de lactose no preparo:

$$C = \frac{\dot{m}_{\text{LactosePreparo}}}{\dot{m}_{\text{Preparo}}} * 100 \quad (2)$$

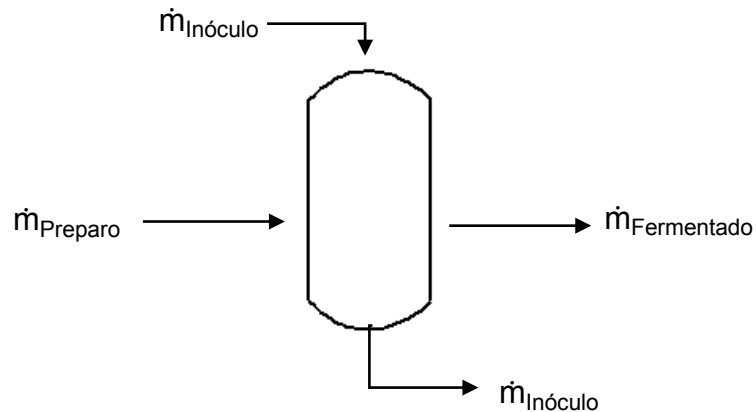
onde: C = concentração de lactose no preparo [g de lactose/100 g de preparo];

$$C = \frac{927,97}{7.039,82} * 100$$

$$C = 13,2 \frac{\text{g de lactose}}{100 \text{ g de preparo}}$$

Com a concentração de lactose desejada atingida, o preparo pode seguir para a primeira fermentação.

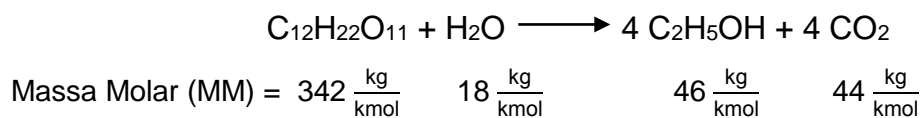
7.1.3 Fermentação alcoólica



➤ Balanço de massa: Equação 2

✚ **Considerações:**

- O inóculo é adicionado na proporção de 1:10;
 - A reação se passa na ausência de oxigênio;
 - Há a conversão de 80% da lactose do preparo em etanol e CO₂;
 - Ao final da fermentação, 95% do inóculo é recuperado e pode ser utilizado em mais três bateladas;
- Determinando a estequiometria da reação e o número de mols de cada reagente e produto:



$$N = \frac{\dot{m}}{\text{MM}} \quad (3)$$

onde: N = número de mols do composto [mol];

MM = massa molar dos compostos (kg/kmol);

$$N_{\text{Lactose}} = \frac{m_{\text{LactosePreparo}}}{MM_{\text{Lactose}}}$$

$$N_{\text{Lactose}} = 0,8 * 927,97 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ kmol}}{342 \text{ kg}}$$

$$N_{\text{Lactose}} = 2,17 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} \text{ de lactose}$$

➤ Pela estequiometria da reação:

$$N_{\text{Água}} = N_{\text{Lactose}} = 2,17 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} \text{ de água}$$

$$N_{\text{CO}_2} = N_{\text{Etanol}} = 4 * N_{\text{Lactose}}$$

$$N_{\text{CO}_2} = N_{\text{Etanol}} = 4 * 2,17 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$$

$$N_{\text{CO}_2} = N_{\text{Etanol}} = 8,68 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} \text{ de CO}_2 \text{ e etanol}$$

➤ Determinando a massa de cada componente:

$$\dot{m} = N * MM$$

$$\dot{m}_{\text{Água}} = 2,17 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} * 18 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

$$\dot{m}_{\text{Água}} = 39,06 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de água}$$

$$\dot{m}_{\text{Etanol}} = 8,68 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} * 46 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

$$\dot{m}_{\text{Etanol}} = 399,28 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de etanol}$$

$$\dot{m}_{\text{CO}_2} = 8,68 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} * 44 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

$$\dot{m}_{\text{CO}_2} = 381,92 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de CO}_2$$

➤ Retornando ao balanço de massa global:

$$\dot{m}_{\text{entrada}} + \dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{saída}} + \dot{m}_{\text{consumo}}$$

$$(\dot{m}_{\text{Preparo}} + \dot{m}_{\text{Inóculo}}) + (\dot{m}_{\text{Etanol}} + \dot{m}_{\text{CO}_2}) = (\dot{m}_{\text{Fermentado}} + \dot{m}_{\text{Inóculo}}) + (\dot{m}_{\text{LactosePreparo}} + \dot{m}_{\text{Água}})$$

$$(7039,82 + 703,98) + (399,28) = (\dot{m}_{\text{Fermentado}} + 0,95 * 703,98) + (927,97 + 39,06)$$

$$\dot{m}_{\text{Fermentado}} = 6507,27 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de fermentado}$$

$$\dot{m}_{\text{resíduo}} = 325,36 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de resíduo de inóculo}$$

- Determinando a concentração de etanol na corrente de fermentado:

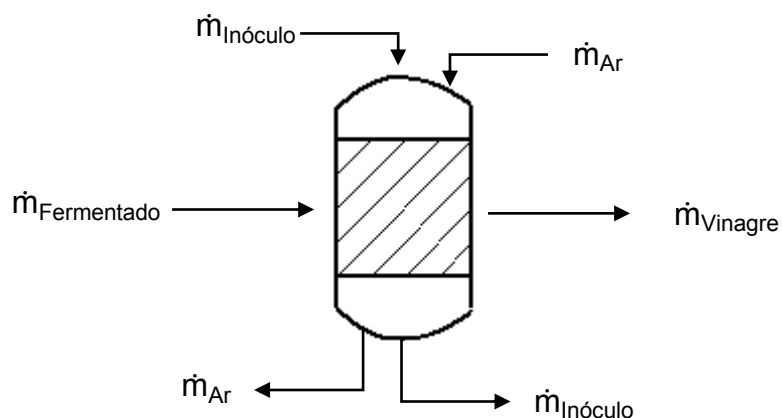
$$C = \frac{\dot{m}_{\text{etanol}}}{\dot{m}_{\text{fermentado}}} * 100$$

$$C = \frac{399,28}{6507,27} * 100$$

$$C = 6,1 \frac{\text{g de etanol}}{100 \text{ g de fermentado}}$$

Com a concentração de etanol desejada atingida, o fermentado pode seguir para a segunda fermentação.

7.1.4 Fermentação acética



- Balanço de massa: Equação 2

✚ Considerações:

- O inóculo é adicionado na proporção de 1:2 (m.m⁻¹);
 - Há a conversão de 80 % do etanol do fermentado em ácido acético e água;
 - Ao final da fermentação, 95 % do inóculo é recuperado e pode ser utilizado em mais três bateladas;
 - No balanço de massa as contribuições das fases gasosas não foram consideradas;
- Determinando a estequiometria da reação e o número de mols de cada reagente e produto:



$$\text{Massa Molar (MM)} = 46 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \quad 32 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \quad 60 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \quad 18 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

$$N_{\text{Etanol}} = \frac{m_{\text{Etanol}}}{\text{MM}_{\text{Etanol}}}$$

$$N_{\text{Etanol}} = 0,8 * 399,28 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ kmol}}{46 \text{ kg}}$$

$$N_{\text{Etanol}} = 6,94 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} \text{ de etanol}$$

- Pela estequiometria da reação:

$$N_{\text{Etanol}} = N_{\text{O}_2} = N_{\text{Ácido}} = N_{\text{Água}} = 6,94 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$$

- Determinando a massa de cada componente:

$$\dot{m}_{\text{Ácido}} = 6,94 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} * 60 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

$$\dot{m}_{\text{Ácido}} = 416,4 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de ácido}$$

$$\dot{m}_{\text{Água}} = 6,94 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} * 18 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

$$\dot{m}_{\text{Água}} = 124,92 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de água}$$

$$\dot{m}_{\text{O}_2} = 6,94 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} * 32 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

$$\dot{m}_{\text{O}_2} = 222,08 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de oxigênio}$$

- Retornando ao balanço de massa global:

$$\dot{m}_{\text{entrada}} + \dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{saída}} + \dot{m}_{\text{consumo}}$$

$$(\dot{m}_{\text{Fermentado}} + \dot{m}_{\text{Inóculo}} + \dot{m}_{\text{Ar}}) + (\dot{m}_{\text{Ácido}} + \dot{m}_{\text{Água}}) = (\dot{m}_{\text{Vinagre}} + \dot{m}_{\text{Inóculo}} + \dot{m}_{\text{Ar}}) + (\dot{m}_{\text{Etanol}} + \dot{m}_{\text{O}_2})$$

$$(6.507,27 + 3.253,63) + (416,4 + 124,92) = (\dot{m}_{\text{Vinagre}} + 0,95 * 3.253,63) + (399,28)$$

$$\dot{m}_{\text{Vinagre}} = 6812 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de fermentado; } \dot{m}_{\text{resíduos}} = 162,7 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de resíduo de inóculo}$$

- Determinando a concentração de ácido na corrente de vinagre:

$$C = \frac{\dot{m}_{\text{ácido}}}{\dot{m}_{\text{vinagre}}} * 100$$

$$C = \frac{416,4}{6812} * 100$$

$$C = 6,1 \frac{\text{g de ácido}}{100 \text{ g de vinagre}}$$

Concentração de ácido acético no vinagre (> 4 g/100g) dentro do estabelecido pela legislação (BRASIL, 2012).

- Determinando a concentração de etanol residual na corrente de vinagre:

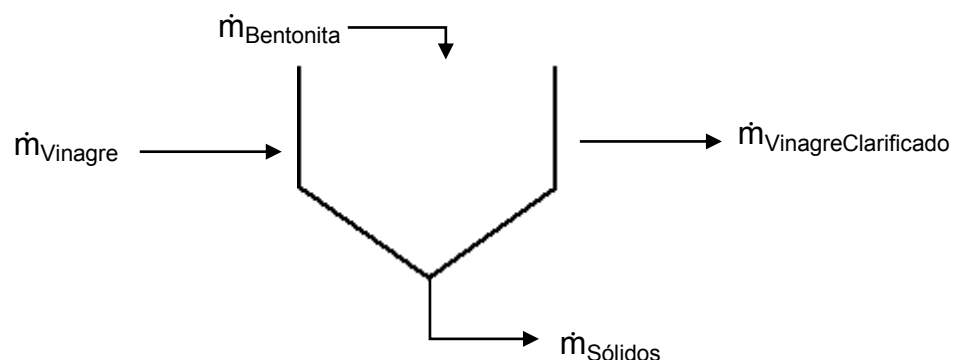
$$C = \frac{0,2 * \dot{m}_{\text{etanol}}}{\dot{m}_{\text{vinagre}}} * 100$$

$$C = \frac{0,2 * 399,28}{6.812} * 100$$

$$C = 1 \frac{\text{g de etanol}}{100 \text{ g de vinagre}}$$

Concentração de etanol residual no vinagre ($\leq 1\text{g}/100\text{g}$) dentro do estabelecido pela legislação (BRASIL, 2012).

7.1.5 Clarificação



- Balanço de massa: Equação 2

✚ Considerações:

- A bentonita é adicionado na proporção de 1:1000 ($\text{m} \cdot \text{m}^{-1}$) de vinagre;

- Nessa etapa serão sedimentados os sólidos restantes das etapas anteriores, como inóculos, lactose e demais sólidos, o que dá em torno de 14 % da massa de entrada, bem como a bentonita utilizada;
- Não há reação química, logo $\dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{consumo}} = 0$;
- Retornando ao balanço de massa global:

$$\dot{m}_{\text{entrada}} + \cancel{\dot{m}_{\text{gerado}}} = \dot{m}_{\text{saída}} + \cancel{\dot{m}_{\text{consumo}}}$$

$$\dot{m}_{\text{Vinagre}} + \dot{m}_{\text{Bentonita}} = \dot{m}_{\text{VinagreClarificado}} + \dot{m}_{\text{Sólidos}}$$

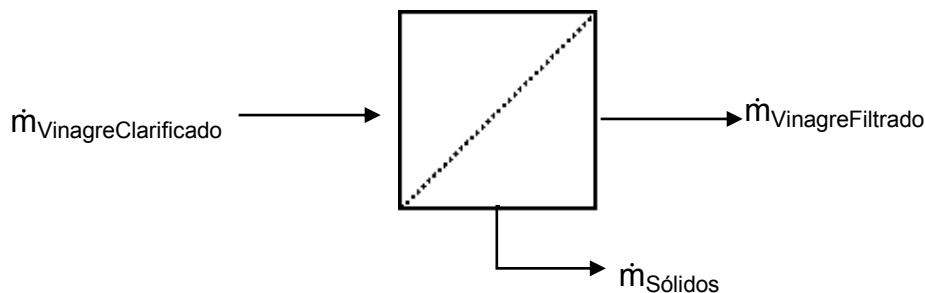
$$6.812 + (0,001 * 6.812) = \dot{m}_{\text{VinagreClarificado}} + (0,14 * 6.812)$$

$$\dot{m}_{\text{VinagreClarificado}} = 5.865,13 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de vinagre clarificado}$$

$$\dot{m}_{\text{Sólidos}} = 953,7 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de sólidos sedimentados}$$

Nessa etapa o vinagre já está pronto para ser envasado, no entanto etapas de filtração e envelhecimento, podem ajudar na melhora da qualidade do vinagre.

7.1.6 Filtração



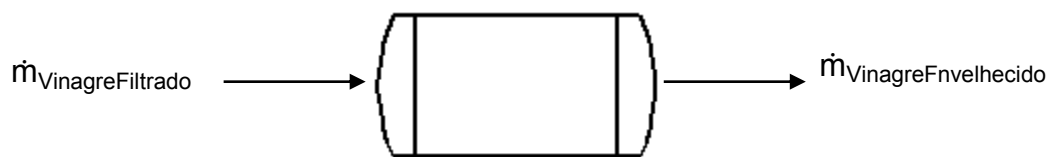
- Balanço de massa: Equação 2

✚ Considerações:

- Nessa etapa, sólidos residuais e resto de bentonita serão retidos nos filtros, em torno de 1 % da massa de entrada;
- Não há reação química, logo $\dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{consumo}} = 0$;
- Retornando ao balanço de massa global:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{\text{entrada}} + \cancel{\dot{m}_{\text{gerado}}} &= \dot{m}_{\text{saída}} + \cancel{\dot{m}_{\text{consumo}}} \\ \dot{m}_{\text{VinagreClarificado}} &= \dot{m}_{\text{VinagreFiltrado}} + \dot{m}_{\text{Sólidos}} \\ 5.865,13 &= \dot{m}_{\text{VinagreFiltrado}} + (0,01 * 5.865,13) \\ \dot{m}_{\text{VinagreFiltrado}} &= 5.806,5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de vinagre filtrado} \end{aligned}$$

7.1.7 Envelhecimento



- Balanço de massa: Equação 2

✚ Considerações:

- Não há reação química, logo $\dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{consumo}} = 0$;
- Retornando ao balanço de massa global:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{\text{entrada}} + \cancel{\dot{m}_{\text{gerado}}} &= \dot{m}_{\text{saída}} + \cancel{\dot{m}_{\text{consumo}}} \\ \dot{m}_{\text{VinagreFiltrado}} &= \dot{m}_{\text{VinagreEnvelhecido}} \\ \dot{m}_{\text{VinagreEnvelhecido}} &= 5.806,5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de vinagre envelhecido} \end{aligned}$$

7.1.8 Pasteurização II



- Balanço de massa global: Equação 2

✚ Considerações:

- Não há reação química, logo $\dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{consumo}} = 0$;
- As perdas por incrustações são baixas, em torno de 0,1 %;

- Não há acúmulo nas placas, uma vez que o tempo de residência é baixo, $\dot{m}_{\text{entrada}} = \dot{m}_{\text{saída}}$:

- Balanço de massa do soro:

$$\dot{m}_{\text{entrada}} + \cancel{\dot{m}_{\text{gerado}}} = \dot{m}_{\text{saída}} + \cancel{\dot{m}_{\text{consumo}}}$$

$$\dot{m}_{\text{VinagreEnvelhecido}} = \dot{m}_{\text{VinagreFinal}}$$

$$\dot{m}_{\text{VinagreFinal}} = 0,999 * \dot{m}_{\text{VinagreEnvelhecido}}$$

$$\dot{m}_{\text{VinagreFinal}} = 0,999 * 5.804,48 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_{\text{soroPast}} = 5.800,7 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de soro pasteurizado}$$

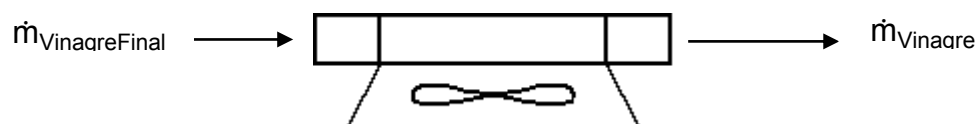
- Balanço de massa do vapor:

$$\dot{m}_{\text{entrada}} = \dot{m}_{\text{saída}}$$

$$\dot{m}_{\text{vapor}} = \dot{m}_{\text{saturado}}$$

O fluxo de massa do vapor foi determinado através de balanço de energia térmica (7.2.2). Sendo assim, $\dot{m}_{\text{vapor}} = \dot{m}_{\text{saturado}} = 497,35 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$ de vapor.

7.1.9 Envase



- Balanço de massa global: Equação 2

✚ Considerações:

- Não há reação química, logo $\dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{consumo}} = 0$;
- Considerando possíveis problemas no equipamento, uma perda de 1% pode ser considerado como margem de segurança;

➤ Balanço de massa do soro:

$$\dot{m}_{\text{entrada}} + \dot{m}_{\text{gerado}} = \dot{m}_{\text{saída}} + \dot{m}_{\text{consumo}}$$

$$\dot{m}_{\text{VinagreFinal}} = \dot{m}_{\text{Vinagre}}$$

$$\dot{m}_{\text{Vinagre}} = 0,99 * \dot{m}_{\text{VinagreFinal}}$$

$$\dot{m}_{\text{Vinagre}} = 0,99 * 5.800,7 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_{\text{Vinagre}} = 5.742,7 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de vinagre de soro de leite}$$

Considerando embalagens de 700 mL, podemos determinar a produção por hora em unidades de produto embalado.

✚ **Consideração:** $\rho = 943 \text{ kg/m}^3$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$943 = \frac{5.742,7}{V}$$

$$V = 6,09 \text{ m}^3 = 6.090 \text{ L}$$

$$N_{\text{embalagens}} = \frac{V}{0,7}$$

$$N_{\text{embalagens}} = \frac{6.090}{0,7}$$

$$N_{\text{embalagens}} = 8.700 \frac{\text{embalagens de vinagre}}{\text{h}}$$

7.2 BALANÇO DE ENERGIA TÉRMICA

7.2.1 Pasteurização I



➤ Balanço global de energia térmica: $\dot{q}_{\text{soro}} - \dot{q}_{\text{vapor}} = 0$ (4)

onde: \dot{q}_{soro} = fluxo de calor recebido pelo soro [kW];

\dot{q}_{Vapor} = fluxo de calor cedido para o soro [kW];

✚ Considerações:

- O soro chega ao pasteurizador a temperatura de 35 °C;
- Será realizada uma pasteurização rápida (HTST), com temperatura de 73 °C durante 15 s;
- O vapor saturado entra a temperatura de 115 °C e sai como líquido saturado na mesma temperatura ($T_{\text{vapor}} = T_{\text{condensado}}$);

- Retornando ao balanço de energia:

$$\begin{aligned} \dot{q}_{\text{soro}} &= \dot{q}_{\text{Vapor}} \\ \dot{m}_{\text{soro}} * C_p * \Delta T &= \dot{m}_{\text{vapor}} * \lambda_H \end{aligned} \quad (5)$$

onde: C_p = calor específico do soro de leite [$\text{kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$];

ΔT = variação de temperatura do soro de leite [°C];

λ_H = calor latente de vaporização [kJ.kg^{-1}];

O valor de C_p foi encontrado usando as equações de Choi e Okos (1986) (ANEXO 5) e tem valor de $4,023 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ e λ_H foi determinado utilizando a Tabela A-4 (ANEXO 6) e tem valor igual a $2216,01 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

$$6399,84 * 4,023 * (73-35) = \dot{m}_{\text{vapor}} * 2216,01$$

$$\dot{m}_{\text{vapor}} = 441,5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de vapor}$$

$$\dot{q}_{\text{soro}} = \dot{q}_{\text{Vapor}} = 441,5 * 2216,01$$

$$\dot{q}_{\text{soro}} = \dot{q}_{\text{Vapor}} = 978.368,41 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}}$$

$$\dot{q}_{\text{soro}} = \dot{q}_{\text{Vapor}} = 271,77 \text{ kW}$$

➤ Resfriamento:



➤ Balanço global de energia térmica: Equação 4

✚ **Considerações:**

- O soro chega ao resfriador a temperatura de 73 °C e é resfriado até a temperatura de 30 °C;
- A água entra a temperatura de 25 °C e sai a temperatura 70 °C;

➤ Retornando ao balanço de energia:

$$\begin{aligned}
 -\dot{q}_{\text{soro}} &= \dot{q}_{\text{água}} \\
 -\dot{m}_{\text{soro}} * C_{p\text{Soro}} * \Delta T &= \dot{m}_{\text{água}} * c_{p\text{Água}} * \Delta T \\
 -6.399,84 * 4,023 * (30-73) &= \dot{m}_{\text{água}} * 4,2 * (70-25) \\
 \dot{m}_{\text{água}} &= 5.272 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de água} \\
 \dot{q}_{\text{soro}} = \dot{q}_{\text{água}} &= 5.272 * 4,2 * (70-25) \\
 \dot{q}_{\text{soro}} = \dot{q}_{\text{água}} &= 996.408 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \\
 \dot{q}_{\text{soro}} = \dot{q}_{\text{água}} &= 276,78 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

7.2.1.1 Área de troca térmica

$$\dot{q} = U * A_T * \Delta T_{ml} \quad (6)$$

onde: U = coeficiente global de troca térmica [kW.m⁻².°C⁻¹];

A_T = área de troca térmica [m²];

ΔT_{ml} = média logarítmica de diferença de temperatura [°C];

$$A_T = \frac{\dot{q}}{U * \Delta T_{ml}}$$

- Em contracorrente o ΔT_{ml} é encontrado através da seguinte fórmula:

$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_{\text{saturado}} - T_{\text{soro}}) - (T_{\text{vapor}} - T_{\text{soropasteurizado}})}{\ln \frac{(T_{\text{saturado}} - T_{\text{soro}})}{(T_{\text{vapor}} - T_{\text{soropasteurizado}})}}$$

onde: T_{saturado} = temperatura do líquido saturado [°C];

T_{soro} = temperatura do soro [°C];

T_{vapor} = temperatura do vapor [°C];

$T_{\text{soropasteurizado}}$ = temperatura do soro pasteurizado [°C];

$$\Delta T_{ml} = \frac{(115 - 35) - (115 - 73)}{\ln \frac{(115 - 35)}{(115 - 73)}}$$

$$\Delta T_{ml} = 58,97 \text{ °C}$$

➤ Determinando a área de troca térmica:

➤ $U = 0,65 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{°C}^{-1}$ (TADINI et al., 2016).

$$A_T = \frac{271,77}{0,65 * 58,97}$$

$$A_T = 7,1 \text{ m}^2$$

➤ Assumindo dimensões para a placa de $h = 480 \text{ mm}$ e $w = 180 \text{ mm}$, podemos determinar o número de placas do trocador de calor:

$$A_{\text{placas}} = h * w$$

$$A_{\text{placas}} = 0,48 * 0,18$$

$$A_{\text{placas}} = 0,0864 \text{ m}^2$$

$$N = \frac{A_T}{A_{\text{placas}}}$$

$$N = \frac{7,1}{0,0864}$$

$$N = 83 \text{ placas}$$

➤ Resfriamento:

$$A_T = \frac{\dot{q}}{U * \Delta T_{ml}}$$

➤ Em contracorrente o ΔT_{ml} é encontrado através da seguinte fórmula:

$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_{\text{água}} - T_{\text{soropast}}) - (T_{\text{água}} - T_{\text{sorofrio}})}{\ln \frac{(T_{\text{água}} - T_{\text{soropast}})}{(T_{\text{água}} - T_{\text{sorofrio}})}}$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{(70 - 73) - (25 - 30)}{\ln \frac{(70 - 73)}{(25 - 30)}}$$

$$\Delta T_{ml} = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Determinando a área de troca térmica:
 - $U = 0,65 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ (TADINI et al., 2016).

$$A_T = \frac{276,78}{0,65 * 40}$$

$$A_T = 10,6 \text{ m}^2$$

- Assumindo dimensões para a placa de $h = 480 \text{ mm}$ e $w = 180 \text{ mm}$, podemos determinar o número de placas do trocador de calor:

$$A_{\text{placas}} = h * w$$

$$A_{\text{placas}} = 0,48 * 0,18$$

$$A_{\text{placas}} = 0,0864 \text{ m}^2$$

$$N = \frac{A_T}{A_{\text{placas}}}$$

$$N = \frac{10,6}{0,0864}$$

$$N = 123 \text{ placas}$$

7.2.2 Pasteurização II



- Balanço global de energia térmica: Equação 5

✚ Considerações:

- O vinagre chega ao pasteurizador a temperatura de 30 °C;
- A pasteurização acontece a uma temperatura de 80 °C durante 15 s;
- O vapor entra a temperatura de 115 °C e sai como líquido saturado ($T_{\text{vapor}} = T_{\text{condensado}}$);

- Retornando ao balanço de energia:

$$\dot{q}_{\text{VinagreEnvelhecido}} = \dot{q}_{\text{Vapor}}$$

$$\dot{m}_{\text{VinagreEnvelhecido}} * C_p * \Delta T = \dot{m}_{\text{vapor}} * \lambda_H$$

O valor de C_p foi encontrado usando as equações de Choi e Okos (ANEXO 5) e tem valor de $3,8 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ e λ_H foi determinado utilizando a Tabela A-4 (ANEXO 6) e tem valor igual a $2216,01 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

$$5.800,7 * 3,8 * (80-30) = \dot{m}_{\text{vapor}} * 2.216,01$$

$$\dot{m}_{\text{vapor}} = 497,35 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de vapor}$$

$$\dot{q}_{\text{VinagreEnvelhecido}} = \dot{q}_{\text{Vapor}} = 497,35 * 2216,01$$

$$\dot{q}_{\text{VinagreEnvelhecido}} = \dot{q}_{\text{Vapor}} = 1.102.132,57 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}}$$

$$\dot{q}_{\text{soro}} = \dot{q}_{\text{Vapor}} = 306,15 \text{ kW}$$

7.2.2.1 Área de troca térmica

$$\dot{q} = U * A_T * \Delta T_{ml}$$

$$A_T = \frac{\dot{q}}{U * \Delta T_{ml}}$$

- Em contracorrente o ΔT_{ml} é encontrado através da seguinte fórmula:

$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_{\text{saturado}} - T_{\text{VinagreEnvelhecido}}) - (T_{\text{vapor}} - T_{\text{VinagreFinal}})}{\ln \frac{(T_{\text{saturado}} - T_{\text{VinagreEnvelhecido}})}{(T_{\text{vapor}} - T_{\text{VinagreFinal}})}}$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{(115 - 30) - (115 - 80)}{\ln \frac{(115 - 30)}{(115 - 80)}}$$

$$\Delta T_{ml} = 45,55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Determinando a área de troca térmica:
 - $U = 1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ (TADINI et al., 2016).

$$A_T = \frac{306,15}{1 * 45,55}$$

$$A_T = 6,72 \text{ m}^2$$

- Assumindo dimensões para a placa de $h = 480 \text{ mm}$ e $w = 180 \text{ mm}$, podemos determinar o número de placas do trocador de calor:

$$A_{\text{placas}} = h * w$$

$$A_{\text{placas}} = 0,48 * 0,18$$

$$A_{\text{placas}} = 0,0864 \text{ m}^2$$

$$N = \frac{A_T}{A_{\text{placas}}}$$

$$N = \frac{6,72}{0,0864}$$

$$N = 78 \text{ placas}$$

7.3 BALANÇO DE ENERGIA MECÂNICA

Para o dimensionamento das bombas necessárias, o processamento foi dividido em nove trechos, cada um com sua respectiva bomba. Todas as equações foram retiradas de TADINI et al. (2016) e os dados necessários para os cálculos se encontram na seção 7 deste trabalho.

7.3.1 Trecho 1 – Queijaria → Pasteurizador I

➤ Dados necessários para a realização dos cálculos:

- $\Phi_{\text{tubulação}} = 0,03175 \text{ m};$
- $\dot{m} = 6406,25 \text{ kg h}^{-1} = 1,78 \text{ kg s}^{-1}$
- $\rho = 1.025 \text{ kg m}^{-3};$
- $\mu = 8,7 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1};$
- $L = 17 \text{ m};$
- Acessórios

1 Saída ajustada ($K_f = 0,50$);
1 Cotovelo 90° ($K_f = 0,75$);
1 Válvula gaveta aberta ($K_f = 0,17$);
1 Ampliação 1" – 1,25" ($K_f = 0,36$);
1 Entrada ($K_f = 1,00$);
$\Sigma K_f = 2,78$
- $\Delta z = 0 \text{ m};$

➤ Determinação da velocidade:

$$\dot{m} = \dot{Q} * \rho \quad (8)$$

onde: \dot{m} = vazão mássica [kg/s];

\dot{Q} = vazão volumétrica [m^3/s];

ρ = massa específica [kg/m^3];

$$\dot{m} = \bar{V} * A * \rho$$

$$\bar{V} = \frac{\dot{m}}{A * \rho} \quad (9)$$

onde: \bar{v} = velocidade média do fluído [m/s];

A = área da superfície [m^2];

\dot{m} = vazão mássica [kg/s];

ρ = massa específica [kg/m^3];

$$\bar{v} = \frac{\dot{m}}{\left(\frac{\pi * D^2}{4}\right) * \rho}$$

$$\bar{v} = \frac{1,78}{\left(\frac{\pi * 0,03175^2}{4}\right) * 1025}$$

$$\bar{v} = 2,2 \text{ m/s}$$

➤ Determinação do número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho * \bar{v} * D}{\mu} \quad (10)$$

onde: Re = número de Reynolds [adimensional];

\bar{v} = velocidade média [m/s];

D = diâmetro da tubulação [m];

μ = viscosidade do fluido [Pa.s];

$$Re = \frac{1025 * 2,2 * 0,03175}{0,0087}$$

Re = 8.204, regime turbulento ($\alpha_k = 1$)

➤ Determinação da perda de carga:

$$E_f = \left(4 * f * \frac{L}{D} + \Sigma K_f\right) * \frac{\bar{v}^2}{2} \quad (11)$$

onde: E_f = perda de carga por atrito [m^2/s^2];

f = fator de atrito de Fanning [adimensional];

L = comprimento da tubulação [m];

D = diâmetro da tubulação [m];

ΣK_f = somatório dos coeficientes de perda de carga localizada [adimensional];

\bar{v} = velocidade média do fluido [m/s];

O fator de atrito de Fanning foi determinado através do Diagrama de Moody apresentado no ANEXO 7 e os coeficientes de perda de carga localizada foram determinados através do ANEXO 8.

$$E_f = \left(4 * 0,0085 * \frac{17}{0,03175} + 2,78 \right) * \frac{2,2^2}{2}$$

$$E_f = 50,5 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

➤ Determinação da altura de projeto através do balanço de energia mecânica:

$$\frac{\Delta \bar{v}^2}{2 * \alpha_k} + \Delta z + \frac{\Delta P}{\rho * g} + \frac{E_f}{g} = \frac{We}{g} \quad (12)$$

onde: $\Delta \bar{v}$ = variação da velocidade média do fluido [m/s];

α_k = fator de correção da energia cinética [adimensional];

Δz = diferença de altura [m];

ΔP = diferença de pressão [Pa];

ρ = massa específica do fluido [kg/m³];

g = aceleração causada pela gravidade [m/s²];

E_f = perda de carga por atrito [m²/s²];

We = trabalho de eixo [J/kg];

$$H_P = \frac{We}{g} \quad (13)$$

onde: H_P = altura de projeto do fluido [m];

g = aceleração causada pela gravidade [m/s²];

We = trabalho de eixo [J/kg];

$$\frac{\Delta \bar{v}^2}{2 * \alpha_k} + \Delta z + \frac{\Delta P}{\rho * g} + \frac{E_f}{g} = H_P$$

Para o trecho 1 não há diferença de pressão, altura e velocidade.

$$H_P = \frac{E_f}{g}$$

$$H_P = \frac{50,46}{9,81} = 5,14 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

➤ Determinação da potência da bomba:

$$\text{Pot} = \frac{\rho * \dot{Q} * H_P}{75 * \eta} \quad (14)$$

onde: Pot = potência da bomba [CV];

\dot{Q} = vazão volumétrica [m^3/s];

ρ = massa específica [kg/m^3];

H_P = altura de projeto do fluido [m];

η = eficiência da bomba [adimensional];

$$\text{Pot} = \frac{1025 * 0,00174 * 5,14}{75 * 0,9}$$

$$\text{Pot} = 0,14 \text{ CV}$$

7.3.2 Trecho 2 – Pasteurizador I → Misturador

➤ Dados necessários para a realização dos cálculos:

- $\Phi_{\text{tubulação}} = 0,03175 \text{ m}$;
- $\dot{m} = 6.399,84 \text{ kg h}^{-1} = 1,78 \text{ kg s}^{-1}$
- $\rho = 1.025 \text{ kg m}^{-3}$;
- $\mu = 8,7 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1}$;
- $L = 7,5 \text{ m}$;
- Acessórios
 - 1 Saída ajustada ($K_f = 0,50$);
 - 3 Cotovelos 90° ($K_f = 0,75$);
 - 1 Válvula gaveta aberta ($K_f = 0,17$);
 - 1 Ampliação $1'' - 1,25''$ ($K_f = 0,36$);
 - 1 Entrada ($K_f = 1,00$);

 $\Sigma K_f = 4,28$
- $\Delta z = 5,4 \text{ m}$;

Os parâmetros de H_P e Pot foram determinados usando as equações de 8 a 14.

$$H_P = 8,41 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\text{Pot} = 0,22 \text{ CV}$$

7.3.3 Trecho 3 – Misturador → Fermentador I

➤ Dados necessários para a realização dos cálculos:

- $\Phi_{\text{tubulação}} = 0,03175 \text{ m};$
- $\dot{m} = 7.039,82 \text{ kg h}^{-1} = 1,95 \text{ kg s}^{-1}$
- $\rho = 1.032,6 \text{ kg m}^{-3};$
- $\mu = 1,64 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1};$
- $L = 13,5 \text{ m};$
- Acessórios

1 Saída ajustada ($K_f = 0,50$);
4 Cotovelos 90° ($K_f = 0,75$);
2 Válvula gaveta aberta ($K_f = 0,17$);
1 Ampliação 1" – 1,25" ($K_f = 0,36$);
1 Entrada ($K_f = 1,00$);
3 Tês-padrão ($K_f = 1,00$);
<hr style="width: 100%; border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 0;"/> $\Sigma K_f = 8,20$
- $\Delta z = 5,4 \text{ m};$

Os parâmetros de H_P e Pot foram determinados usando as equações de 8 a 14.

$$H_P = 10,4 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\text{Pot} = 0,30 \text{ CV}$$

7.3.4 Trecho 4 – Fermentador I → Fermentador II

➤ Dados necessários para a realização dos cálculos:

- $\Phi_{\text{tubulação}} = 0,03175 \text{ m};$
- $\dot{m} = 6.507,27 \text{ kg h}^{-1} = 1,81 \text{ kg s}^{-1}$
- $\rho = 980,0 \text{ kg m}^{-3};$
- $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1};$
- $L = 20,95 \text{ m};$
- Acessórios {
 - 1 Saída ajustada ($K_f = 0,50$);
 - 5 Cotovelos 90° ($K_f = 0,75$);
 - 4 Válvula gaveta aberta ($K_f = 0,17$);
 - 1 Ampliação 1" – 1,25" ($K_f = 0,36$);
 - 1 Entrada ($K_f = 1,00$);
 - 5 Tês-padrão ($K_f = 1,00$);
 - $\Sigma K_f = 11,29$
- $\Delta z = 6 \text{ m};$

Os parâmetros de H_P e Pot foram determinados usando as equações de 8 a 14.

$$H_P = 12,92 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$Pot = 0,35 \text{ CV}$$

7.3.5 Trecho 5 – Fermentador II → Clarificador

Nesse trecho não há bombas.

7.3.6 Trecho 5 – Clarificador → Filtração

Nesse trecho não há bombas.

7.3.7 Trecho 7 – Filtração → Envelhecimento

➤ Dados necessários para a realização dos cálculos:

- $\Phi_{\text{tubulação}} = 0,03175 \text{ m};$
- $\dot{m} = 5.806,5 \text{ kg h}^{-1} = 1,61 \text{ kg s}^{-1}$
- $\rho = 943,0 \text{ kg m}^{-3};$
- $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1};$
- $L = 28,10 \text{ m};$
- Acessórios {
 - 1 Saída ajustada ($K_f = 0,50$);
 - 4 Cotovelos 90° ($K_f = 0,75$);
 - 2 Válvula gaveta aberta ($K_f = 0,17$);
 - 1 Ampliação 1" – 1,25" ($K_f = 0,36$);
 - 1 Entrada ($K_f = 1,00$);
 - 3 Tês-padrão ($K_f = 1,00$);
 - $\Sigma K_f = 8,2$
- $\Delta z = 11 \text{ m};$

Os parâmetros de H_P e Pot foram determinados usando as equações de 8 a 14.

$$H_P = 16,86 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$Pot = 0,40 \text{ CV}$$

7.3.8 Trecho 8 – Envelhecimento → Pasteurizador II

Nesse trecho não há bombas.

7.3.9 Trecho 9 – Pasteurizador II → Envasadora automática

➤ Dados necessários para a realização dos cálculos:

- $\Phi_{\text{tubulação}} = 0,03175 \text{ m};$
- $\dot{m} = 5.800,7 \text{ kg h}^{-1} = 1,61 \text{ kg s}^{-1}$
- $\rho = 943,0 \text{ kg m}^{-3};$
- $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa s}^{-1};$
- $L = 5,60 \text{ m};$
- Acessórios

1 Saída ajustada ($K_f = 0,50$);
3 Cotovelos 90° ($K_f = 0,75$);
2 Válvula gaveta aberta ($K_f = 0,17$);
1 Ampliação 1" – 1,25" ($K_f = 0,36$);
1 Entrada ($K_f = 1,00$);
$\Sigma K_f = 4,28$
- $\Delta z = 2 \text{ m};$

Os parâmetros de H_p e Pot foram determinados usando as equações de 8 a 14.

$$H_p = 3,75 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\text{Pot} = 0,10 \text{ CV}$$

7.4 RENDIMENTO TOTAL DO PROCESSO

$$\eta = \frac{\dot{m}_{\text{Vinagre}}}{\dot{m}_{\text{Soro}}} * 100 \quad (15)$$

$$\eta = \frac{5742,7}{6406,25} * 100$$

$$\eta = 89,6 \%$$

7.5 DIMENSIONAMENTO DA CALDEIRA

A fim de determinar a quantidade de combustível necessário para produzir aproximadamente 1000 kg/h de vapor, foi utilizado a equação de Hugot (1977) apud Perea (2005):

$$Q_C = \frac{Q_v * (h_v - h_a)}{\eta * PCI} \quad (16)$$

onde: Q_C = quantidade de combustível [kg/h];

Q_v = quantidade de vapor [kg/h];

h_v = entalpia de vapor [kJ/kg];

h_a = entalpia de água [kJ/kg];

η = rendimento [%];

PCI = poder calorífico inferior [kJ/kg];

- As entalpias de vapor e da água foram retiradas do ANEXO 6 e o poder calorífico inferior da lenha de eucalipto é de 4400 kJ/kg (NASCIMENTO, 2007):

$$Q_C = \frac{1000 * (2698,6 - 104,83)}{85 * 4400}$$

$$Q_C = 7 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de lenha de eucalipto}$$

Portanto, por dia serão gastos 56 kg de lenha e em um mês 1120 kg.

8 VIABILIDADE ECONÔMICA

As análises financeiras da implementação da extensão de linha do laticínio, para a produção de vinagre de soro de leite descritas a seguir com o período de um ano, como base.

8.1 INVESTIMENTOS

8.1.1 Matéria-prima

Os custos relacionados a compra de matérias-primas e insumos estão mostrados na TABELA 2.

TABELA 2 – CUSTOS FIXOS RELACIONADOS A MATÉRIA-PRIMA

Matéria-prima (unidade)	Quantidade usada por mês	Custo MP (R\$)	Custo mensal (R\$)	Custo Anual (R\$)
Soro de leite (L)	1.000.000	-	-	-
Lactose (kg)	102.500	4,50/kg	461.250,00	5.535.000,00
<i>Kluyveromyces marxianus</i> (kg)	560	1.000,00/kg	560.000,00	6.720.000,00
<i>Acetobacter pasteurianus</i> (kg)	520.640	10,00/kg	5.206.400,00	62.476.800,00
Bentonita (kg)	5.450	3,00/kg	16.350,00	196.200,00
Embalagens de vidro (unidades)	1.392.000	3,00/unidade	4.176.000,00	50.112.000,00
Caixa de papelão (unidades)	116.000	15,00/unidade	1.740.000,00	20.880.000,00
Lenha para caldeira (kg)	1120	22,00/kg	24.640,00	295.680,00
Total	-	-	12.186.640,00	146.215.680,00

FONTE: O autor (2018).

8.1.1.1 Fornecedores

- Soro de leite - Laticínios 1D:
 - Endereço: Rod. PR 218, km 06 – Arapongas – PR - 86.702-670
 - Telefone: (43) 3274-0025
- Lactose - Maybi®:
 - Endereço: Alaybey Mahallesi, 59300 - Malkara/Tekirdağ, Turquia;
 - Telefone: +90 216 378 37 65;
- *Kluyveromyces marxianus* e *Acetobacter pasteurianus* - Microbiologics®:
 - Endereço: R. Vaz da Costa, 103 - Inhauma, Rio de Janeiro - RJ, 20760-510;
 - Telefone: (21) 2501-0888;
 -

- Bentonita - Fungeo®:
 - Endereço: Av. Antonio Ramielli, 272 - Londrina - PR, 86183-000;
 - Telefone: (43) 3254-1777;
- Embalagens de vidro - Acqua Mineira®:
 - Endereço: R. Vinte e dois, 222 – Belo Horizonte - MG, 30590-460;
 - Telefone: (31) 3383-4327;
- Caixa de papelão - Casa do papelão:
 - Endereço: R. Sergio Rosetti, 861 – Barrinha - SP, 14860-000;
 - Telefone: (16) 3943-1851;

8.1.2 Equipamentos

Os custos relacionados a compra de matérias-primas estão mostrados na TABELA 3.

TABELA 3 – CUSTOS RELACIONADOS A EQUIPAMENTOS

Equipamento	Quantidade	Custo total (R\$)	Depreciação anual (R\$)	Custo anual (R\$)
Pasteurizadores	3	84.334,00	8.433,40	92.767,40
Tanque com agitação	2	191.768,35	19.177,00	210.945,35
Tanque encamisado	5	434.726,75	43.473,00	478.199,75
Acetador de Frings	3	386.353,65	38.635,36	424.989,01
Filtro prensa	1	22.100,00	2.210,00	24.310,00
Barries de carvalho	3	1.147.876,00	11.478,76	1.159.354,76
Envadora automática	1	153.850,00	15.385,00	169.235,00
Bombas centrífugas	6	58.788,00	5.878,80	64.666,80
Tubulação e acessórios	-	95.000,00	-	95.000,00
Caldeira	1	117.000,00	11.700,00	128.700,00
Total	-	-	156.371,32	2.848.168,07

FONTE: O autor (2018).

8.1.2.1 Fornecedores

- Pasteurizadores - BERMO®:
 - Endereço: R. Anne Frank, 1013 - Hauer, Curitiba - PR, 81610-020;
 - Telefone: (41) 2111-4344;

- Tanque com agitação - ALKI®:
 - Endereço: R. Sérgio Luís, 128 - Jardim Ruyce, Diadema - SP, 09980-440;
 - Telefone: (11) 4044-1638;
- Tanque encamisado e com agitação - HWO®:
 - Endereço: Av. de Bernardo Seibel, 251 - Distrito Industrial I, Uberaba - MG, 38056-610;
 - Telefone: (34) 3313-9040;
- Acetador de Frings - Frings®:
 - Endereço: Boschstraße 32, 53359, Rheinbach, Alemanha;
 - Telefone: +49 2226 8929400;
- Filtro prensa - Grabe®:
 - Endereço: R. José Soave, 88 - Jardim Ester, Itatiba - SP, 13255-100;
 - Telefone: (11) 3183-5140;
- Barries de carvalho - Mauro José (Anúncio MF Rural):
 - Contato: maurojose405@gmail.com;
- Envasadora automática - HWO®:
 - Endereço: Av. de Bernardo Seibel, 251 - Distrito Industrial I, Uberaba - MG, 38056-610;
 - Telefone: (34) 3313-9040;
- Caldeira de vapor horizontal - Ecal®:
 - Endereço: R. dos Campineiros, 447 - Mooca, São Paulo - SP, 03167-020;
 - Telefone: (11) 2076-3344;
- Bomba centrífuga - SCHNEIDER®:
 - Endereço: Av. Maringá, 101 - Londrina - PR, 86060-000;
 - Telefone: (43) 3328-2838

8.1.3 Funcionários

Os custos relacionados aos funcionários que trabalham na linha de produção de vinagre estão mostrados na TABELA 4.

TABELA 4 – CUSTOS RELACIONADOS AOS FUNCIONÁRIOS.

Cargo	Nº de funcionários	Salário bruto (R\$)	FGTS (R\$)	Férias + 13º salário (R\$)	Custo anual (R\$)
Engenheiro de Alimentos	1	5.724,00	457,92	7.612,92	81.795,96
Operadores chão de fábrica	6	1.441,00	115,28	1.916,53	123.551,34
Analista da qualidade	1	2.490,00	199,20	3.311,70	35.582,10
Técnico em manutenção	1	2.235,00	178,80	2.972,55	31.938,15
Zeladora	2	1.441,00	115,28	1.916,53	41.183,78
Total	11	-	-	-	314.051,33

FONTE: O autor (2018).

Os custos relacionados aos benefícios estão mostrados na TABELA 5.

TABELA 5 – CUSTO DOS BENEFÍCIOS.

Cargo	Nº de funcionários	Benefício	Custo mensal (R\$)	Custo anual (R\$)
Engenheiro de Alimentos	1	Vale transporte	280,00	3.360,00
		Vale refeição	300,00	3.600,00
		Vale alimentação	450,00	5.400,00
		Plano de saúde	300,00	3.600,00
Operador de chão de fábrica	6	Vale transporte	1.680,00	20.160,00
		Vale alimentação	2.700,00	32.400,00
		Plano de saúde	1.800,00	21.600,00
Analista da qualidade	1	Vale transporte	280,00	3.360,00
		Vale refeição	150,00	1.800,00
		Vale alimentação	450,00	5.400,00
		Plano de saúde	300,00	3.600,00
Técnico em manutenção	1	Vale transporte	280,00	3.360,00
		Vale alimentação	450,00	5.400,00
		Plano de saúde	300,00	3.600,00
Zeladora	2	Vale transporte	560,00	6.720,00
		Vale alimentação	900,00	10.800,00
		Plano de saúde	600,00	7.200,00
Total	11	-	-	141.360,00

FONTE: O autor (2018).

8.1.4 Laboratório, escritório e limpeza

Os custos relacionados a compra de materiais de laboratório, escritório e limpeza estão mostrados na TABELA 6.

TABELA 6 – CUSTOS DOS MATERIAIS

Materiais	Custo mensal (R\$)	Custo anual (R\$)
Laboratório	3.000,00	36.000,00
Escritório	2.000,00	24.000,00
Limpeza	5.000,00	60.000,00
Total	-	120.000,00

FONTE: O autor (2018).

8.1.5 Energia elétrica e água

Os custos relacionados ao consumo de energia elétrica no setor de produção de vinagre estão dispostos na TABELA 7. Como toda água utilizada na indústria é de poço artesiano, logo não há custos com a companhia de água.

TABELA 7 – CUSTOS COM ENERGIA ELÉTRICA.

Potência utilizada (kW)	Horas de funcionamento por dia	Custo do kWh médio (R\$)	Custo mensal (R\$)	Custo anual (R\$)
600	8	0,83	47.808,00	573.696,00

*Dados ANEEL (2018).

FONTE: O autor (2018).

8.2 RECEITA

8.2.1.1 Receita bruta

Na TABELA 8, está apresentado a receita bruta gerada pela comercialização do vinagre de soro de leite.

TABELA 8 – RECEITA BRUTA GERADA.

Quantidade produzida por mês (unidade)	Valor de venda unitário (R\$)	Receita mensal (R\$)	Receita anual (R\$)
1.392.000	13,50	18.792.000,00	225.504.000,00

8.2.1.2 Carga tributária e preço de custo

O preço de produção do produto foi determinado somando todos os custos mensais das TABELAS 2 a 7 e dividido pela quantidade produzida por mês, que é de 1.392.000 unidades.

A carga tributária no estado do Paraná para a comercialização de produtos industrializados é em torno de 18,5% sobre o preço final, incluindo ICMS, PIS e Cofins. O custo unitário de produção do vinagre de soro de leite é de R\$ 8,99 considerando todos os gastos da linha de produção (tópico 8.1), já o preço de venda para os estabelecimentos comerciais será de R\$ 13,50.

O preço de custo é a soma do preço de produção com o valor da carga tributária e o lucro a subtração do preço de venda com o preço de custo. Na TABELA 9 está mostrado o lucro gerado por unidade de vinagre vendido.

TABELA 9 – LUCRO OBTIDO POR UNIDADE DE VINAGRE COMERCIALIZADO.

Preço de venda (R\$)	Preço de produção (R\$)	Carga tributária (R\$)	Preço de custo (R\$)	Lucro (R\$)
13,50	8,99	2,50	11,49	2,01

8.2.1.3 Receita líquida

Na TABELA 10, está apresentado a receita líquida gerada pela comercialização do vinagre de soro de leite.

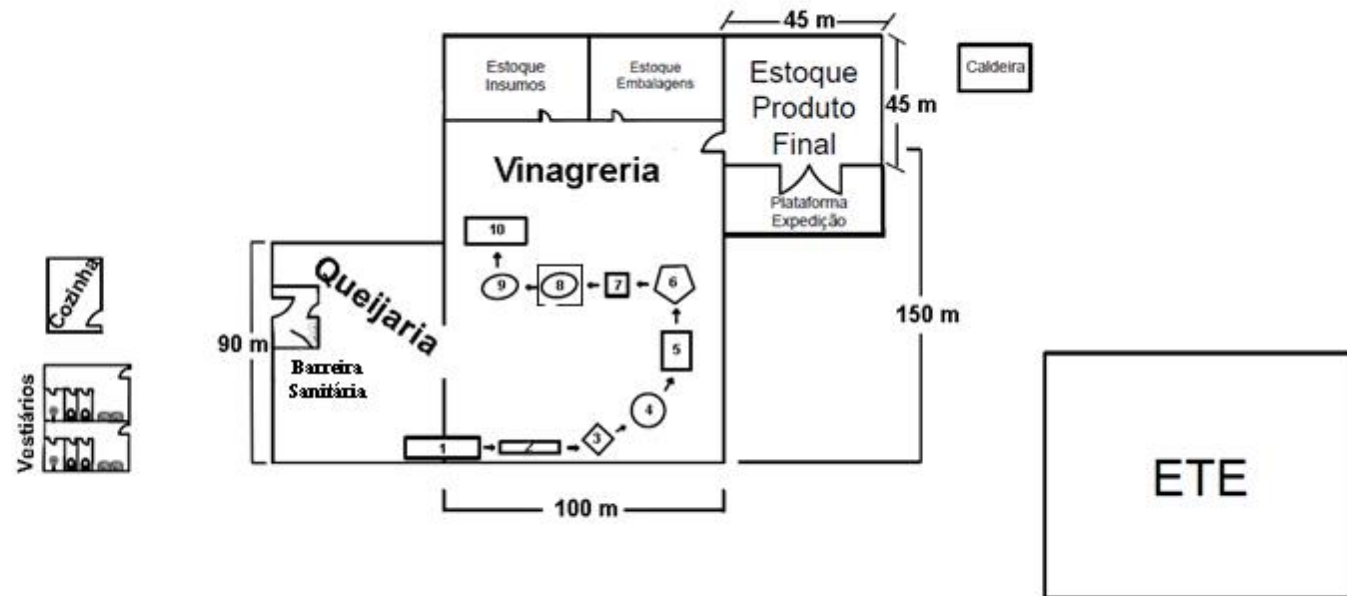
TABELA 10 – RECEITA LÍQUIDA GERADA.

Quantidade produzida mensalmente	Lucro unitário (R\$)	Lucro mensal (R\$)	Lucro anual (R\$)
1.392.000	2,01	2.797.920,00	33.575.040,00

O investimento inicial para a implementação da linha de produção é de R\$ 27.407.754,02 reais. O tempo para se recuperar o investimento inicial é de aproximadamente 12 meses, considerando que os dois primeiros meses o produto está envelhecendo e o as vendas iniciarão no terceiro mês da implantação e são necessários produzir aproximadamente 1.184.747 unidades de vinagre por mês para não se ter prejuízo. Com base no exposto nessa seção a implantação da extensão de linha é viável economicamente com lucro anual de aproximadamente 33,5 milhões de reais

9 LAYOUT DA EMPRESA

FIGURA 15 – LAYOUT DA LINHA DE PRODUÇÃO DE VINAGRE DE SORO DE LEITE



Legenda:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. Recepção; | 6. Clarificador; |
| 2. Trocador de calor I; | 7. Filtro prensa; |
| 3. Misturador; | 8. Tonéis de carvalho; |
| 4. Fermentador alcoólico; | 9. Trocador de calor II; |
| 5. Fermentador acético; | 10. Envasadora; |
- ETE - Estação de tratamento de efluentes;

FONTE: o autor (2018)

10 SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE

10.1 EMPRESA EM ESTUDO

10.1.1 Missão, Visão, Valores e Comprometimento da empresa

A Laticínios 1D tem a missão de fornecer produtos de melhor qualidade, respeitando e satisfazendo clientes, funcionários e fornecedores, sempre comprometidos com a qualidade de nossos produtos, respeitando o meio ambiente e atendendo os clientes da melhor maneira possível. A 1D tem a visão de estar em constante crescimento em nossa linha de produtos e distribuição para melhor atender nossos clientes. Com valores humanos, buscando sempre a transparência em nossas atitudes, valorizando o crescimento humano e aberto a aceitar críticas e sugestões.

10.1.2 Qualificação dos colaboradores em segurança dos alimentos

Todos os colaboradores da empresa que possuem como atividades a manipulação de alimentos devem receber no momento da admissão e na rotina diária das atividades, instruções e treinamentos necessários para o cumprimento de suas funções de maneira segura e higiênica, evitando a contaminação de insumos e dos produtos acabados. Os manipuladores de alimentos são qualificados tecnicamente nos requisitos mínimos de higiene pessoal, manipulação higiênica dos alimentos e doenças transmitidas por alimentos.

10.1.3 Controle de saúde dos colaboradores.

A empresa possui um programa de controle de saúde dos manipuladores, de acordo com determinação da legislação estadual (Decreto nº 5.711, de 5 de maio de 2002 da Secretaria Estadual de Saúde do Paraná). Os atestados de saúde ocupacional (ASOs) dos colaboradores deverão ser mantidos devidamente organizados e arquivados, podendo ser facilmente acessados sempre que necessário. Os colaboradores são instruídos a

comunicar ao seu supervisor e ao responsável da empresa toda vez que manifestarem quaisquer problemas de saúde, antes de começar o trabalho para que sejam tomadas as providências cabíveis.

10.2 BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPF)

A empresa 1D possui manual de BPF de acordo com a Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA e atende a todos os quesitos da RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2002). Esse manual visa garantir as condições higiênico-sanitárias necessárias para o processamento/industrialização dos produtos do laticínio, por meio de um conjunto de princípios e regras para a correta manipulação de alimentos, considerando desde a matéria-prima até o produto final, envolvendo as condições de armazenamento, condições estruturais de edifícios, condições de equipamentos, sanificação de equipamentos e estabelecimentos, controle de pragas, higiene pessoal e tratamento de efluentes.

O manual estabelece os procedimentos, elaboração, implantação, manutenção, verificação e melhoria do Sistema de Controle das BPF da indústria, assegurando que os produtos fabricados sejam elaborados sem perigos à saúde pública, tenham padrões uniformes de identidade e qualidade e atendam às legislações nacionais sob os aspectos sanitários de qualidade.

10.2.1 Edificação e instalações

10.2.1.1 Área externa

A área externa é livre de focos de insalubridade, de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente, de vetores e outros animais no pátio e vizinhança; de acúmulo de lixo nas imediações, de água estagnada, dentre outros. Além disso, as vias de acesso interno são de superfície dura ou pavimentada, adequada ao trânsito sobre rodas, escoamento adequado e limpas.

10.2.1.2 Acesso

O acesso ao chão de fábrica é direto, não comum a outros setores da indústria.

10.2.1.3 Área interna

Área interna é livre de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente.

- Piso

O piso é feito de material que permite fácil e apropriada higienização (liso, resistente, drenados com declive de 15°, impermeável e outros). Em adequado estado de conservação (livre de defeitos, rachaduras, trincas, buracos e outros).

O sistema de drenagem foi dimensionado de forma adequada, a fim de evitar o acúmulo de resíduos, drenos, ralos sifonados e grelhas colocados em locais adequados de forma a facilitar o escoamento e proteger contra a entrada de pragas e vetores.

- Teto

O teto tem acabamento liso, em cor clara, impermeável, de fácil limpeza e, quando for o caso, desinfecção e se encontra em adequado estado de conservação (livre de trincas, rachaduras, umidade, bolor, descascamentos e outros).

- Paredes e divisórias

As paredes têm acabamento liso, impermeável e de fácil higienização até uma altura de 2 m para todas as operações, são de cor clara, estão em adequado estado de conservação (livres de falhas, rachaduras, umidade, descascamento e outros). Conta também com a existência de ângulos abaulados entre as paredes e o piso e entre as paredes e o teto.

- Portas

As portas são de superfície lisa, de fácil higienização, ajustadas aos batentes, sem falhas de revestimento. As portas externas contam com fechamento automático (mola, sistema eletrônico ou outro) e com barreiras adequadas para impedir entrada de vetores e outros animais (telas milimétricas ou outro sistema). Todas as portas estão em adequado estado de conservação (livres de falhas, rachaduras, umidade, descascamento e outros).

- Janelas e outras aberturas

As janelas são de superfície lisa, de fácil higienização, ajustadas aos batentes, sem falhas de revestimento. Contam com proteção contra insetos e roedores (telas milimétricas ou outro sistema). Se encontram em adequado estado de conservação (livres de falhas, rachaduras, umidade, descascamento e outros).

- Escadas, elevadores de serviço, montacargas e estruturas auxiliares

Escadas, elevadores de serviço, montacargas e estruturas auxiliares construídos, localizados e utilizados de forma a não serem fontes de contaminação. De material apropriado, resistente, liso e impermeável, em adequado estado de conservação.

10.2.1.4 Instalações sanitárias e vestiários para os manipuladores

Quando localizados isolados da área de produção, o acesso é realizado por passagens cobertas e calçadas. São independentes para cada sexo, identificados e de uso exclusivo para manipuladores de alimentos. As instalações sanitárias contam com vasos sanitários; mictórios e lavatórios íntegros e em proporção adequada aos 100 empregados da empresa. As instalações sanitárias são servidas de água corrente, dotadas preferencialmente de torneira com acionamento automático e conectadas à rede de esgoto ou fossa séptica.

Não há comunicação direta (incluindo sistema de exaustão) com a área de trabalho e de refeições, contam com portas com fechamento automático por mola. Os pisos e paredes são laváveis e apresentam satisfatório estado de conservação e apresentam iluminação e ventilação adequadas.

As instalações sanitárias são dotadas de produtos destinados à higiene pessoal como, papel higiênico, sabonete líquido inodoro e antisséptico, toalhas de papel não reciclado para as mãos para secagem. Contam com a presença de lixeiras com tampas e com acionamento não manual. A coleta de lixo é realizada todos os dias.

Os vestiários contam com a presença de avisos com os procedimentos para lavagem das mãos, com área compatível e armários individuais para todos os manipuladores, duchas ou chuveiros em número suficiente, com água fria ou com água quente e fria. Estão organizados e em adequado estado de conservação.

As instalações sanitárias para visitantes estão instaladas totalmente independentes da área de produção e higienizados.

10.2.1.5 Iluminação e instalação elétrica

A iluminação ocorre de forma natural e artificial e é adequada à atividade desenvolvida, sem ofuscamento, reflexos fortes, sombras e contrastes excessivos. As luminárias contam com proteção adequada contra quebras e em adequado estado de conservação. Instalações elétricas são embutidas e as expostas são revestidas por tubulações isolantes e presas a paredes e tetos.

10.2.1.6 Ventilação e climatização

Ventilação e circulação de ar são capazes de garantir o conforto térmico e o ambiente livre de fungos, gases, fumaça, pós, partículas em suspensão e condensação de vapores sem causar danos à produção. Existência de registro periódico dos procedimentos de limpeza e manutenção dos componentes do sistema de climatização afixado em local visível.

O sistema de exaustão conta com troca de ar capaz de prevenir contaminações e dotados de filtros adequados. A captação e direção da corrente de ar garante que não ocorra contaminação entre a área suja e a área limpa.

10.2.1.7 Higienização das instalações

A empresa conta com um responsável pela operação de higienização comprovadamente capacitado. A higienização das instalações ocorre de acordo com a frequência determinada pelo PPHO 2 (APÊNDICE 1) e são devidamente registradas. São usados somente produtos de higienização regularizados pelo Ministério da Saúde e aplicador por sistema CIP (*Clean in Place*), que estão disponíveis sempre que necessários à realização da operação. A diluição dos produtos de higienização, tempo de contato e modo de uso/aplicação obedecem às instruções recomendadas pelo fabricante, eles são identificados e guardados em local adequado.

10.2.1.8 Controle integrado de vetores e pragas urbanas

A empresa adota ações contínuas de organização e higiene com o objetivo de impedir a atração, o acesso, abrigo e/ou proliferação de pragas e vetores urbanos em suas instalações, mantendo a sua área livre de sujidades e resíduos alimentares. As medidas de controle incluem a realização de um programa periódico de desinsetização e desratização de maneira segura e eficaz, incluindo controle químico aplicado pela empresa terceirizada especializada (Prodein Control de Pragas Urbanas) e devidamente registrada nos órgãos competentes, seguindo cronograma de visitas pré-determinado. A contratada emite certificado de garantia do serviço, o qual é renovado periodicamente e mantido em local de fácil acesso. Durante a aplicação dos produtos químicos, são tomados os devidos cuidados para evitar a contaminação do pessoal, de produtos, utensílios e equipamentos. Para monitoramento, a empresa deverá adotar o registro de ocorrência de pragas através de formulário específico.

10.2.1.9 Abastecimento de água

A empresa conta com sistema de captação própria (2 poços artesianos), protegidos, revestidos e distantes de fonte de contaminação, reservatório de água acessível com instalação hidráulica com volume, pressão e temperatura adequados, dotado de tampas, em satisfatória condição de uso, livre de vazamentos, infiltrações e descascamentos. Um profissional é responsável por realizar a higienização do reservatório da água, na frequência programada pelo PPHO 1 (APÊNDICE 1) e realizar o registro da higienização do reservatório de água em formulário de registro do PPHO 1.

O encanamento se encontra em estado satisfatório e ausência de infiltrações e interconexões, evitando conexão cruzada entre água potável e não potável. O controle de troca de elemento filtrante é realizado através da planilha de registro. A potabilidade da água é atestada por meio de laudos laboratoriais, com adequada periodicidade, assinados por técnico responsável pela análise ou expedidos por empresa terceirizada.

A empresa conta com reagentes e equipamentos necessários à análise da potabilidade de água realizadas no estabelecimento. O vapor deve ser gerado a partir de água potável quando utilizado em contato com o alimento ou superfície que entre em contato com o alimento.

10.2.1.10 Manejo dos resíduos

A empresa conta com recipientes para coleta de resíduos no interior do estabelecimento de fácil higienização e transporte, devidamente identificados e higienizados constantemente, com o uso de sacos de lixo apropriados. Quando necessário, realiza o uso recipientes tampados com acionamento não manual. É realizada a retirada diária dos resíduos da área de processamento, evitando focos de contaminação. A empresa também conta com uma área adequada para estocagem dos resíduos.

10.2.1.11 Esgotamento sanitário

Fossas, esgoto conectado ao ETE, caixas de gordura em adequado estado de conservação e funcionamento.

10.2.1.12 *Layout*

Layout adequado ao processo produtivo: número, capacidade e distribuição das dependências de acordo com o ramo de atividade, volume de produção e expedição. Conta com áreas para recepção e depósito de matéria-prima, ingredientes e embalagens distintas das áreas de produção, armazenamento e expedição de produto final.

10.2.2 Equipamentos, móveis e utensílios

10.2.2.1 Equipamentos

A empresa conta equipamentos da linha de produção com desenho e número adequado ao ramo, dispostos de forma a permitir fácil acesso e higienização adequada, com superfícies em contato com alimentos lisas, íntegras, impermeáveis, resistentes à corrosão, de fácil higienização e de material não contaminante, em bom estado de conservação e funcionamento.

Os equipamentos de conservação dos alimentos, bem como os destinados ao processamento térmico, contam com medidor de temperatura localizado em local apropriado e em adequado funcionamento.

10.2.2.2 Móveis

Os móveis como, mesa, cadeiras, escrivaninhas e armários são em número suficiente, de material apropriado, resistentes, impermeáveis; em adequado estado de conservação, com superfícies íntegras. Com desenho que permite uma fácil higienização (lisos, sem rugosidades e frestas).

10.2.2.3 Utensílios

Os utensílios como, faca, espátulas, entre outros são feitos de material não contaminante, resistentes à corrosão, de tamanho e forma que permitam fácil higienização: em adequado estado de conservação e em número suficiente e apropriado ao tipo de operação utilizada. Armazenados em local apropriado, de forma organizada e protegidos contra a contaminação.

10.2.2.4 Higienização dos equipamentos, máquinas, moveis e utensílios

A empresa conta com um responsável capacitado pela operação de higienização, realizada em frequência adequada e registrada em planilha adequada (PPHO 2 – APÊNDICE 2). Os produtos de higienização como NaOH, HCl e Cl₂ são regularizados pelo Ministério da Saúde. Os produtos estão disponíveis sempre que necessário a realização de higienização. A diluição dos produtos de higienização, tempo de contato e modo de uso/aplicação obedecem às instruções recomendadas pelo fabricante. Os produtos de higienização são identificados e guardados em local adequado. Os utensílios necessários à realização da operação estão sempre disponíveis e em bom estado de conservação, adequados para a realização da operação.

10.2.3 Manipuladores

10.2.3.1 Vestuários

Os uniformes de trabalho são de cor clara, adequado à atividade e exclusivo para área de produção, limpos e em adequado estado de conservação. Entende-se por asseio pessoal a boa apresentação, asseio corporal, mãos limpas, unhas curtas, sem esmalte, sem adornos (anéis, pulseiras, brincos, etc.); manipuladores barbeados e com os cabelos protegidos.

10.2.3.2 Hábitos higiênicos

Os manipuladores devem lavar as mãos com cuidado antes da manipulação de alimentos, principalmente após qualquer interrupção e depois do uso de sanitários. Manipuladores não espirram sobre os alimentos, não cospem, não tosse, não fumam, não manipulam dinheiro ou não praticam outros atos que possam contaminar o alimento. Cartazes de orientação aos manipuladores sobre a correta lavagem das mãos e demais hábitos de higiene, estão afixados em locais apropriados e recebem treinamento periódico de acordo com o APÊNDICE 1.

Os manipuladores não podem apresentar afecções cutâneas, feridas e supurações; ausência de sintomas e infecções respiratórias, gastrointestinais e oculares

10.2.3.3 Programa de controle de saúde

Os manipuladores passam por uma supervisão periódica do seu estado de saúde e ainda um registro dos exames realizados.

10.2.3.4 Equipamento de proteção individual

Todos os manipuladores devem utilizar os equipamentos de proteção individual, como botas, luvas, máscaras e óculos durante o período laboral.

10.2.3.5 Programa de capacitação dos manipuladores e supervisão

A empresa conta com um programa de capacitação adequado e contínuo relacionado à higiene pessoal e à manipulação dos alimentos, conta com os registros dessas capacitações. Além da supervisão da higiene pessoal e manipulação dos alimentos e a existência de um supervisor comprovadamente capacitado. Todo treinamento é realizado de acordo com o APÊNDICE 1.

10.2.4 Produção e transporte do alimento

10.2.4.1 Matéria-prima, ingredientes e embalagens

Todas as operações de recepção da matéria-prima, ingredientes e embalagens são realizadas em local protegido e isolado da área de processamento, onde as matérias-primas, ingredientes e embalagens são inspecionados na recepção. Durante a recepção é realizado o controle através de planilhas (temperatura, condições de transporte e outros). As matérias-primas e ingredientes aguardam a liberação e aqueles aprovados estão devidamente identificados. Já as matérias-primas, ingredientes e embalagens reprovados no controle efetuado na recepção são devolvidos imediatamente ou identificados e armazenados em local separado.

Os critérios estabelecidos para a seleção das matérias-primas são baseados na segurança do alimento, elas são armazenadas em local adequado e organizado; sobre paletes, bem conservados e limpos, afastados das paredes e distantes do teto de forma que permita apropriada higienização, iluminação e circulação de ar.

Uso das matérias-primas, ingredientes e embalagens respeita a ordem de entrada dos mesmos (PEPS), sendo observado o prazo de validade. As embalagens são acondicionadas de maneira adequadas até serem utilizadas.

10.2.4.2 Fluxo de produção

O acesso de pessoal e a circulação é controlado a fim de evitar contaminação. O fluxo é ordenado, linear e sem cruzamento, para evitar contaminação cruzada. Caso ocorra a necessidade de reprocessamento os materiais são conservados de maneira adequada.

10.2.4.3 Rotulagem e armazenamento

Os dizeres da rotulagem tem identificação visível e de acordo com a legislação vigente. O produto final é acondicionado em embalagens plásticas ou de vidro e posteriormente em caixas papelão. Os alimentos armazenados são separados por tipo como leite, iogurte, queijo e vinagre, sobre paletes distantes do piso, bem conservados e limpos ou sobre outro sistema aprovado, afastados das paredes e distantes do teto de forma a permitir apropriada higienização, iluminação e circulação de ar.

Na área de armazenamento não há a presença de material estranho, estragado ou tóxico, o local é mantido limpo e conservado. Para os ambientes com controle térmico, como as câmaras frias, existe o controle dos registros de temperatura através de planilhas de controle. Os produtos avariados, com prazo de validade vencido, devolvidos ou recolhidos do mercado são devidamente identificados e armazenados em local separado e de forma organizada. Produtos finais aguardando resultado analítico ou em quarentena e aqueles aprovados são devidamente identificados.

10.2.4.4 Controle de qualidade do produto final

Para o controle de qualidade do produto final são realizados testes de acidez e densidade, onde são retirados um produto de cada lote para análise laboratorial. Contam com laudo laboratorial atestando o controle de qualidade do produto final, assinado pelo técnico da empresa responsável pela análise ou expedido por empresa terceirizada. Existência de equipamentos e materiais necessários para análise do produto final realizadas no estabelecimento.

10.2.4.5 Transporte do produto final

Produto transportado na temperatura especificada no rótulo. Veículo limpo, com cobertura para proteção de carga. Ausência de vetores e pragas urbanas ou qualquer evidência de sua presença como fezes, ninhos e outros. Transporte mantém a integridade do produto. Veículo não transporta outras cargas que comprometam a segurança do produto.

10.3 PROCEDIMENTOS PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL (PPHO)

Os PPHOs fazem parte do sistema de controle de qualidade visto que, abrangem os procedimentos necessários ao cumprimento de todos os requisitos de segurança alimentar. De acordo com a Resolução DIPOA/DAS nº 10, de 22 de maio de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o plano PPHO pode ser estruturado em 9 pontos básicos:

1. PPHO 1 – Segurança da Água;
2. PPHO 2 – Condições de higiene das superfícies de contato com alimento;
3. PPHO 3 – Prevenção contra a contaminação cruzada;
4. PPHO 4 – Higiene dos empregados;
5. PPHO 5 – Proteção contra contaminantes e adulterantes do alimento;
6. PPHO 6 – Identificação e estocagem adequadas de substâncias químicas e de agentes tóxicos;
7. PPHO 7 – Saúde dos empregados;
8. PPHO 8 – Controle integrado de pragas e vetores;

9. PPHO 9 – Registros

Cada um dos PPHOs fornece informações dos procedimentos a serem seguidos pela empresa, incluindo também as formas de monitoramento que controlam a eficácia dos procedimentos, os registros que são gerados e guardados, as medidas corretivas e o processo de verificação e supervisão do procedimento em questão. Os PPHOs se encontram disponíveis para todos os colaboradores da empresa que necessitarem realizar sua consulta e estão no APÊNDICE 1.

10.4 ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (APPCC)

O sistema APPCC foi desenvolvido para utilização em todos os segmentos da indústria de alimentos. Os programas de pré-requisitos (PPR) como as Boas Práticas de Fabricação (BPF) são essenciais para o desenvolvimento e implementação dos planos de APPCC. Os sistemas de segurança de alimentos baseados nos princípios do APPCC têm sido aplicados com sucesso em empresas de processamento de alimentos, empresas de varejo e em serviços de alimentação. Os sete princípios do APPCC foram universalmente aceitos pelas agências governamentais, para desenvolver e estabelecer normas para alimentos que visem proteção da saúde do consumidor e práticas equitativas no comércio regional e internacional de alimentos (FDA, 1997; CODEX ALIMENTARIUS, 2003).

Para que as empresas possam garantir a qualidade dos alimentos devem necessariamente adotar o APPCC. Este sistema tem sido muito empregado para controlar possíveis contaminações no momento de preparação dos alimentos, garantindo a segurança do mesmo para o consumidor final (TOLEDO et al., 2000).

De acordo com o *Codex Alimentarius* (2003), o APPCC é implementado por meio de doze etapas sequenciais composta de cinco passos preliminares e os sete princípios do sistema, como mostrados a seguir:

Passos preliminares:

- *Passo 1 – **Formação da equipe do APPCC:*** formação de uma equipe multidisciplinar, que têm a responsabilidade de implementar e manter o sistema funcionando;
- *Passo 2 – **Descrição do produto:*** descrição completa do produto, incluindo sua composição química e outros aspectos que podem afetar a sua segurança;
- *Passo 3 – **Destinação do uso:*** descrição completa dos potenciais clientes finais do produto;
- *Passo 4 – **Elaboração do fluxograma:*** operação realizada para a busca de informações sobre o processo de produção dos alimentos e suas principais variáveis
- *Passo 5 – **Confirmação do fluxograma:*** esta operação é realizada pela equipe de APPCC formada e tem por objetivo confirmar se o que foi escrito corresponde à realidade observada.

Os sete princípios do APPCC:

- *Princípio 1 - **Levantamento de todos os possíveis riscos associados com cada etapa, realização da análise de perigos e estudos das medidas para controlar os perigos identificados:*** esta é a etapa crítica da implementação do APPCC. É realizado um levantamento de todos os possíveis perigos associados em cada uma das etapas levantadas no fluxograma;
- *Princípio 2 - **Determinação dos Pontos Críticos de Controle (PCC):*** esta etapa é realizada por meio da árvore de decisão do processo e da matéria prima (ANEXO 2 e 3);
- *Princípio 3 - **Estabelecimento dos limites críticos para cada PCC identificado:*** o limite crítico é o valor associado a um PCC em que se baseia a realização de um controle por meio de uma medida para que o produto se mantenha seguro tendo, portanto, a necessidade de ser mensurado;
- *Princípio 4 - **Estabelecimento de monitoração de cada PCC:*** é caracterizada pela definição de quem é o responsável da monitoração, com que frequência é realizada, como é realizada e o que é medido;

- **Princípio 5 - Estabelecimento de ações corretivas:** esta etapa é caracterizada pela definição de ações necessárias para que, em caso de desvio, o produto não siga inseguro para a etapa posterior, ou que seja retido antes do consumo;
- **Princípio 6 - Estabelecimento de procedimentos de verificação:** esta etapa é caracterizada pela verificação se o sistema APPCC está sendo adequadamente monitorado, por meio de avaliação dos registros, verificação da ocorrência de desvios e suas ações corretivas, entre outros, para comprovar o funcionamento eficaz do sistema;
- **Princípio 7 - Estabelecimento de um sistema de documentação e registro:** toda a documentação e registros do sistema APPCC implementado deve ser mantido e facilmente recuperado para a comprovação de que o sistema está adequadamente funcionando.

O plano APPCC da indústria encontra-se mostrado no APÊNDICE 3.

10.5 PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP)

Os POPs são procedimentos que tem por objetivo preservar a qualidade e integridade dos produtos por meio da higiene antes, durante e depois de todas as etapas do processamento, ela visa estabelecer uma rotina as etapas realizadas na fábrica a fim de evitar a contaminação direta ou cruzada e possíveis fraudes nos alimentos (TERRA et al., 2010).

Esta série de documentos são uma descrição detalhada das operações necessárias para a realização da atividade, têm o objetivo de padronizar e minimizar a ocorrência de desvios na execução das tarefas do dia a dia da fábrica, garantindo o funcionamento correto do processo (NETO, 2017). Um POP tem a função de padronizar o processo como um todo, garantindo ao consumidor que a qualquer momento que ele se dirija ao estabelecimento, o processamento esteja ocorrendo da mesma maneira, garantindo assim a qualidade constante do produto, de um turno para outro, de um dia para outro e assim por diante (TERRA et al., 2010).

O Procedimento Operacional Padrão (POP) é a base para garantia da padronização de suas tarefas e garante a seus consumidores produto livre de variações indesejáveis na sua qualidade final (MAUNSELL, 2012).

Os Procedimentos Operacionais Padrões com o modo de uso do trocador de calor a placas estão mostrados no APÊNDICE 4.

11 TRATAMENTO DE EFLUENTES

Durante todo o processamento industrial, um laticínio pode gerar resíduos sólidos e líquidos, além de emissões atmosféricas passíveis de impactar o meio ambiente. Independentemente do porte e possível potencial poluidor da indústria, a legislação ambiental exige que todas as indústrias tratem e disponham de forma adequada seus resíduos. A forma mais racional e viável de fazer o controle ambiental é através da minimização da geração dos resíduos pelo controle preciso dos processos, buscando alternativas de reciclagem e reuso para os resíduos gerados na planta, reduzindo ao máximo os custos com tratamento e disposição final. Para conseguir êxito no processo de gerenciamento desses resíduos é fundamental que a organização conheça os tipos de resíduos que são gerados, suas características e fontes de geração.

11.1 DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduos sólidos correspondem a todo tipo de material que sobra de um processo, sendo descartado na forma sólida, como restos de matéria-prima, produto acabado, embalagens, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e efluentes, resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição atmosférica. Assim como os resíduos gerados em outros setores da indústria, como os do setor administrativo e laboratórios.

A legislação brasileira através da Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002 (BRASIL, 2002), identifica e classifica todos os resíduos sólidos gerados pela indústria, como:

[...] Resíduo sólido industrial: é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido – cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d' água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição [...] (BRASIL, 2002, p. 1).

11.1.1 Resíduos sólidos em laticínio

Os resíduos sólidos gerados no laticínio podem ser subdivididos em dois grupos principais, no que se refere a sua origem. O primeiro grupo são os resíduos gerados nos escritórios, nas instalações sanitárias e nos refeitórios da indústria. Corresponderia ao que se costuma denominar lixo comercial e abrange papéis, plásticos e embalagens diversas gerados nos escritórios, resíduos de asseio dos funcionários como papel toalha, papel higiênico, etc. e resíduos de refeitório ou cantina, restos de alimentos, produtos deteriorados, embalagens diversas, papel filtro, etc. O descarte final desses resíduos é realizado e é de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Arapongas, que realiza o recolhimento e disposição final desses materiais e ocorre de acordo com o plano PPHO 6 (APÊNDICE 1).

O segundo grupo refere-se aos resíduos sólidos industriais provenientes das diversas operações e atividades relacionadas diretamente à produção industrial e demais unidades de apoio. São basicamente sobras de embalagens, embalagens defeituosas, papelão, plásticos, produtos devolvidos (com prazos vencidos), embalagens de óleos lubrificantes, resíduos da ETE (sólidos grosseiros, areia, gordura, lodo biológico, etc.) e cinzas de caldeiras (no caso de caldeiras a lenha). Esses resíduos são separados por categoria (recicláveis ou não), os recicláveis têm sua disposição final realizada pela Prefeitura Municipal de Arapongas, enquanto os resíduos de ETE e cinzas são descartados por empresa terceirizada.

Quanto aos resíduos de embalagens, predomina o material plástico (polietileno de baixa densidade e de alta densidade) usados para a embalagem de leite pasteurizado, iogurte e bebidas lácteas, bem como de filmes plásticos diversos usados na embalagem de queijos. Com a implantação da linha de

vinagre poderá haver também resíduos de vidro. Por serem tratados de resíduos recicláveis, a sua disposição final também será realizada pela Prefeitura Municipal de Arapongas.

11.1.2 Armazenamento dos resíduos sólidos

Todos os resíduos sólidos gerados na indústria devem ser separados, acondicionados e armazenados na planta industrial, para posteriormente serem encaminhados para as diversas formas de destinação final. Este período em que o resíduo é estocado na indústria é chamado “armazenagem temporária”.

A armazenagem temporária deve ser realizada fora da área de manipulação dos alimentos em local construído de acordo com as normas NBR-11.174 e NBR 12.235, que descrevem o procedimento para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos.

11.1.3 Transporte dos resíduos sólidos

O transporte dos resíduos está relacionado ao seu manuseio no interior da unidade industrial e ao transporte externo, quando este é encaminhado à reciclagem, aterro ou outra forma de destinação final.

Dentro da planta industrial os resíduos são acondicionados e recolhidos para serem armazenados no galpão de armazenamento temporário. A coleta interna dos resíduos geralmente é feita manual, ou seja, os resíduos são retirados manualmente dos coletores e a coleta é realizada de acordo com o PPHO 7 (APÊNDICE 1). O transporte externo é realizado pela Prefeitura Municipal de Arapongas, bem como por uma empresa terceirizada, para que os resíduos sejam transportados de forma segura, obedecendo às exigências legais que levam em consideração as características de cada resíduo. Os resíduos de laboratório e microrganismos são descartados por empresa terceirizada.

11.2 DESCARTE DE RESÍDUOS LÍQUIDOS

Os descartes líquidos da indústria de laticínios, conhecidos como efluentes industriais são despejos líquidos provenientes de diversas atividades

desenvolvidas na indústria, que podem conter leite e produtos derivados do leite, açúcar, pedaços de frutas, essências, condimentos, produtos químicos diversos utilizados nos procedimentos de higienização, argilas e lubrificantes que são diluídos nas águas de higienização de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria.

O efluente líquido é considerado um dos principais responsáveis pela poluição causada pela indústria de laticínios em especial devido a elevada produção de soro de leite em indústrias produtoras de queijo. Em muitos laticínios o soro é descartado junto com os demais efluentes, sendo considerado um forte agravante devido a sua elevada carga orgânica.

O soro é aproximadamente cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico (FRIGON et al., 2009; LIRA et al., 2009). O soro, o leite e o leite ácido, pelos seus valores nutritivos e pelas suas elevadas cargas orgânicas não devem ser misturados aos demais efluentes da indústria. Ao contrário, devem ser captados e conduzidos separadamente, de modo a viabilizar o seu aproveitamento na fabricação de outros produtos lácteos ou para utilização direta (com ou sem beneficiamento industrial) na alimentação de animais. Atualmente constitui prática incorreta e extremamente nociva ao meio ambiente o descarte do soro, direta e indiretamente, nos cursos de água. Uma fábrica com produção média de 50.000 litros de soro por dia polui o equivalente a uma cidade com 25.000 habitantes.

A legislação brasileira através da Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011 (BRASIL, 2011), dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos d'água receptores. No artigo 16, as condições e padrões de lançamento do efluente são especificados, como pH, temperatura, materiais sedimentáveis, teor de óleos e graxas, entre outros. No ANEXO 4 estão apresentados os valores de cada parâmetro de controle.

11.2.1 Tratamento dos efluentes líquidos

Com a intenção de diminuir o volume de soro de leite descartado na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), foi proposto o desenvolvimento de um novo produto a base de soro, o vinagre de soro de leite, isso acabou fazendo com que toda a produção diária de soro pudesse ser escoada para fora da ETE

e fazendo com que ele se tornasse um produto de valor agregado, ao invés de um simples resíduo. Enquanto que os demais descartes líquidos são encaminhados normalmente para a ETE para tratamento prévio antes de retornarem aos corpos d'água. Na ETE o tratamento dos descartes líquidos é dividido em: tratamento preliminar, primário, secundário e terciário.

11.2.1.1 Tratamento preliminar

O tratamento preliminar é dividido em duas etapas, o gradeamento e a desarenação. O gradeamento é feito com uso de grades finas (espaço de 2 cm entre as barras), que tem o objetivo de reter o material sólido grosseiro em suspensão no efluente. As grades são limpas de maneira manual por colaborador capacitado. Na desarenação ocorre a remoção da areia por sedimentação, a limpeza do desarenador é feita de maneira manual, assim como o das grades. No tratamento preliminar também temos a presença da calha de Parshall, que serve como um medidor de vazão.

11.2.1.2 Tratamento primário

O tratamento primário consiste em três etapas: a sedimentação, a coagulação/floculação e filtração. A sedimentação ocorre em um tanque decantador circular, nele ocorre a remoção de sólidos em suspensão que não ficaram retidos nas grades através de deposição do lodo no fundo do decantador.

Na coagulação/floculação ocorre o aglomeramento das impurezas finas em suspensão ou dissolvidos e formação dos flocos, que acabam sedimentando e posteriormente são removidos na etapa de filtração. Estima-se que em torno de 60 % dos sólidos e 30 % DBO são removidos até aqui. Na etapa de filtração ocorre a retenção dos sólidos em meio filtrante poroso, onde o fluxo do efluente passa perpendicularmente ao meio filtrante, que é composto por uma camada de areia fina, de areia grossa, pedrisco e pedra. Os sólidos provenientes da coagulação são retidos nessa etapa e o filtrado segue para a lagoa anaeróbia e depois facultativa.

11.2.1.3 Tratamento secundário

O tratamento secundário é realizado através de uma lagoa anaeróbia seguida de uma facultativa, nessa etapa é estimado que ocorra a redução de aproximadamente 85 % da DBO, 80 % da DQO e 80 % de sólidos solúveis. A área da lagoa anaeróbia é de aproximadamente 400 m² e a facultativa de aproximadamente 3.000 m², ambas têm profundidade de 3 m. O tempo de residência do efluente nessas duas lagoas é de aproximadamente 15 dias. O lodo produzido pelas lagoas é descartado por empresa terceirizada.

11.2.1.4 Tratamento terciário

O tratamento terciário é realizado para dar um “polimento” ao efluente antes desse retornar para os corpos d’água, ele tem seu pH ajustado para aproximadamente 7 e passa por um processo de cloração.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto, é possível concluir que o objetivo projetar a implantação de uma extensão de linha para produção de vinagre de soro de leite foi alcançado com êxito, com base no dimensionamento de todas as etapas do processo, bem como levantamento do quantitativo de cada matéria-prima, insumo e equipamento. A produção desse novo produto é viável tanto economicamente gerando um lucro anual de aproximadamente 33,5 milhões de reais e viável do ponto de vista ambiental, impedindo que quase 60 milhões de litros de soro de leite sejam descartados de maneira incorreta no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Editora Blücher, 2001.

BRASIL. Instrução Normativa nº 6. de 3 de abril de 2012. **Estabelecer os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos**. Brasília, 3 abr. 2012.

BRASIL. Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997. **Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de elaboração para estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos**. Brasília, 4 set. 1997.

BRASIL. RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. **Regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos**. Brasília, 21 out. 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. **Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais**. Brasília, 29 out. 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**. Brasília, 13 mai. 2011.

BRASIL. Resolução DIPOA/DAS nº 10, de 22 de maio de 2003. **Instituir o programa genérico de procedimentos – padrão de higiene operacional – PPHO, a ser utilizado nos estabelecimentos de leite e derivados**. Brasília, 22 mai. 2003.

CARVALHO, F.; PRAZERES, A. R.; RIVAS, J. Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. **Science Of The Total Environment**, v. 445, p.385-396. 2013.

CEBALLOS, L. S.; MORALES, E. V.; ADARVE, G. T.; CASTRO, J. D.; MARTINEZ, L. P.; SAMPELAYO, M. R. S. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. **Journal Of Food Composition And Analysis**, v. 22, n. 4, p.322-329. 2009.

CODEX ALIMENTARIUS. **Código internacional de práticas recomendadas – princípios gerais de higiene dos alimentos**. FAO/WHO, 2003. Disponível em:

<https://www.actionlive.pt/docs/actionalimentar/codex_alimentarius_VersaoPortuguesa_2003.pdf> Acesso em: 20 set. 2018.

COLES, R.; McDOWELL, D.; KIRWAN, M. J. **Food Packaging Technology**. Oxford: Blackwell Publishing, 2003.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAUFIN G.; RENÉ F.; AIMAR P. **Les separations par membrane dans les procédés de l'industrie alimentaire**. Paris: Collection Sciences et Techniques Agroalimentaires, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Proposed draft revised regional standard for vinegar**. Rome: FAO; 2000. Disponível em: <http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCEURO/CCEURO22/CL00_18e.pdf> Acesso em: 20 ago. 2018.

FRIGON, J. C.; BRETON, J.; BRUNEAU, T.; MOLETTA, R.; GUIOT, S. R. The treatment of cheese whey wastewater by sequential anaerobic and aerobic steps in a single digester at pilot scale. **Bioresource Technology**, v. 100, p.4156-4163. 2009.

GOLDSTEIN, S. **Packaging News**, 20 August 2009. Disponível em: <<http://www.packagingnews.co.uk/news/899484/Glass-sector-eyes-growth-milk-juice-category/>>. Acesso em: 15 agosto 2018.

KHAIRE, R.A.; GOGATE, P. R. Intensified recovery of lactose from whey using fi thermal, ultrasonic and thermosonation pretreatments. **Journal of Food Engineering**, v. 237, p. 240-248. 2018.

KÖNIG, H.; UNDEN, G.; FRÖHLICH, J. **Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine**. Berlin: Springer - Verlag, 2009.

LEIFELD V; MARQUES, M.B. Avaliações ambientais em diferentes tipos de soro de leite. **Anais 53º Congresso Brasileira de Química**. Rio de Janeiro, 2013.

LINDER, G.; LORIENT, D. **New ingredients in food processing: biochemistry and agriculture**. Cambridge: Woodhead Publishing, 1999.

LIRA, H. L.; SILVA, M. C. D.; VASCONCELOS, M. R. S.; LIRA, H. L.; LOPEZ, A. M. Q. Microfiltração do soro de leite de búfala utilizando membranas cerâmicas como alternativa ao processo de pasteurização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 33-37. 2009.

MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H; SILVA, P. C. Alternativas tecnológicas para o controle ambiental em pequenas e médias indústrias de laticínios. **Anais 27º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Porto Alegre, 2000.

MOLLENHAUER H.P. Vinegar, manufacture to extend range of culinary product. **Food Market Technology**. 1986.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

PARANÁ (Estado). Decreto nº 5.711, de 05 de maio de 2002. **Estabelece normas de promoção, proteção e recuperação da saúde e dispõe sobre as infrações sanitárias e respectivo processo administrativo**, Curitiba, 5 maio 2002. Disponível em: <http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/Codigo_Saude.pdf> Acesso em: 22 set. 2018.

PARRONDO, Javier et al. A Note - Production of Vinegar from Whey. **Journal Of The Institute Of Brewing**, v. 109, p.356-358. 2003.

PEDROSO, P. R. F. **Produção de vinagre de maçã em biorreator airlift**. 2003. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SILVEIRA, W. B.; PASSOS, F. J. V.; MANTOVANI, H. C.; PASSOS, F. M. L. Ethanol production from cheese whey permeate by *Kluyveromyces marxianus* UJV-3: A flux analysis of oxido-reductive metabolism as a function of lactose concentration and oxygen levels. **Enzyme Microbiology Technology**, v. 36, p. 930-936. 2005.

SISO, I. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. **Bioresource Technology**, v. 57, p. 1-11. 1996.

SOLIERI, L.; GIUDICI, P. **Vinegars of the world**. Milano: Springer - Verlag, 2009.

TADINI, C.C.; TELIS, V.R.N.; MEIRELLES, A.J.A.; FILHO, P. A.P. **Operações unitárias na indústria de alimentos**. Rio de Janeiro: LTC. 2016.


TAKEMOTO, S. Y. **Avaliação do teor de acetoína em vinagres como forma de verificação de sua genuinidade**. 2000. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

TERRA, C.O.; MADRONA, G.S.; SALVESTRO, A.C.; SANTANA, G. A.; MOURA, M. M.; FIDELIS, J. C. Elaboração e implantação de procedimentos operacionais padrão no setor de laticínios. **Revista Tecnológica**, v. 19, p. 75-78, 2010.

TOLEDO, J.C.; BATALHA, M.O.; AMARAL, D.C. Qualidade na indústria alimentar. Situação atual e perspectivas. **Revista de Administração de Empresas (FGV)**, v.40, p. 90-101, 2000.

UNITED STATES FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). National committee on microbiological criteria for foods (NACMCF), **Hazard Analysis and Critical Control Point Principles and Application Guidelines**. Washington, 14 ago. 1997.

APÊNDICE 1 – PROGRAMAS DE PROCEDIMENTOS PADRÕES DE HIGIENE OPERACIONAL

	PPHO 1	Revisão: 01
	Procedimento Padrão de Higiene Operacional de Controle da Potabilidade da Água	Elaboração: 20/02/2018
		Página: 1/6

I. OBJETIVO

Assegurar que não ocorra contaminação nos produtos e estabelecer procedimentos a serem adotados para manter a segurança e potabilidade da água.

II. DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

III. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento aplica-se ao reservatório de água.

IV. DEFINIÇÕES

- Higienização: procedimentos de limpeza e sanitização;
- Limpeza: remoção de sujidades (terra, restos de alimentos, pó ou outras matérias indesejáveis) de uma superfície.
- Check-list: lista de verificação contendo os requisitos que devem ser verificados na auditoria. Tem como objetivo padronizar a auditoria.

V. RESPONSABILIDADE/AUTORIDADE

Cabe ao Responsável técnico a responsabilidade de implantar e verificar este procedimento. Cabe ao setor de Qualidade acompanhar, monitorar, alterar ou sugerir melhorias neste procedimento quando necessário.

VI. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

a. Sistema de captação de água

Toda a água utilizada na empresa é retirada de poço artesiano. A água é utilizada nas atividades de limpeza e produção de alimentos.

A empresa possui um reservatório de água de aço carbono com volume de 50000 litros, exclusivo para abastecer a indústria.

b. Higienização dos reservatórios

A higienização do reservatório de água é feita a cada 6 meses pela própria empresa.

➤ Instrução de Trabalho para Lavagem e Sanitização da Caixa D'água

Objetivo

Descrever metodologia para a lavagem e sanitização da caixa de água.

Descrição, frequência e responsabilidade

A limpeza de caixa da água é feita semestralmente e na ocorrência de acidentes que possam contaminar a água (presença de animais, sujeira, enchentes) pelo funcionário.

Procedimento

1ª Etapa – Lavagem do reservatório

- Fechar o registro ou amarrar a bóia para impedir a entrada de água;
- Esvaziar o reservatório;
- Fechar a saída de água;
- Lavar o interior do reservatório com água e esfregar as paredes com escova plástica a fim de eliminar toda sujeira.

- Abrir a saída de água;
- Retire a água da lavagem e a sujeira.

2ª Etapa – Desinfecção do reservatório

- Encher o reservatório com água limpa e potável até certa altura;
- Adicionar, por intermédio de um recipiente plástico, hipoclorito de sódio, na proporção de 1 litro do produto para cada 100 litros de água do reservatório que fornecerá entre 200 e 240 ppm de cloro livre (utilizar água sanitária com registro no Ministério da Saúde);
 - Misturar bem a água sanitária com água do reservatório e aspergir a solução nas paredes do reservatório;
 - Manter essa solução em contato com a água durante um período de tempo mínimo de 2 horas, aspergir a solução nas paredes da caixa a cada 30min;
 - Depois deste tempo, esvaziar totalmente o reservatório, mediante a abertura de todos os pontos de utilização de água (torneira, vaso sanitário etc.), de modo a promover a desinfecção das tubulações;
 - Descartar esta água que não deverá ser usada para qualquer fim;
 - Encher novamente o reservatório com água potável e utilizar a água normalmente.

c. Controle de qualidade

A verificação do pH e cloro residual nos pontos de consumo e produção é feita semanalmente pela inspetora de qualidade, através de clorímetro onde o teor de cloro residual livre deve estar entre 0,2 mg/L a 2 mg/L e o pH entre 6,5 a 8.

Semestralmente, e logo após a limpeza da caixa d'água é realizada a coleta de amostras da água diretamente das torneiras das áreas de produção, estas amostras são enviadas para laboratório certificado a ANVISA. Os resultados serão comparados com relação à PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004 – ANVISA (BRASIL, 2004). Se o resultado não for conforme, o encarregado deverá investigar a causa da não conformidade e tomar as ações

corretivas cabíveis. As amostras de água são coletadas dos pontos de coleta identificados na indústria e conforme Instrução de Trabalho nº 1.1:

Instrução de Trabalho nº 1.1: Coleta de Amostras de Água para Análise

- **Material utilizado:** recipientes esterilizados fornecidos pelo laboratório terceirizado; pisseta com álcool, fósforo e etiquetas adesivas.

- **Responsável:** Encarregado de Qualidade;

- **Procedimento:** a torneira do ponto de coleta deve ser previamente esterilizada com álcool e em seguida flambada. Após a esterilização o coletor deve descartar o primeiro jato de água e coletar uma amostra. O recipiente deve ser identificado com data e pontos de coleta. Este procedimento deve ser seguido para a coleta de amostra microbiológica e físico-química.

O encarregado deve encaminhar a amostra coletada para o laboratório terceirizado escolhido, Ambientale Análises Ambientais e de Alimentos – Maringá - PR.

VII. AÇÕES PREVENTIVAS

Realização de manutenções ou trocas periódicas em tubulações, torneiras, registros e reservatório de água checando as boas condições de funcionamento;

Higienização dos reservatórios a cada 6 meses por empresa terceira conforme mencionado;

Análise semanal do cloro residual livre e pH da água utilizada na indústria;

VIII. GERENCIAMENTO

a. Monitoramento

Item Monitorado	Procedimento	Frequência	Responsável
Higiene e manutenção dos reservatórios	Preenchimento de planilha de higiene e manutenção de reservatórios (PL 1.1)	Semestral	Inspetora de Qualidade
Concentração de cloro residual livre e pH	Utilizar clorímetro DPD e pHmêtro, preencher a planilha de monitoramento (PL 1.2).	Semanal	Inspetora de Qualidade
Controle de qualidade da água	Através da coleta de amostra de água e envio para análise ao laboratório (PL 1.3).	Semestral	Inspetora de qualidade

b. Ações Corretivas

- Solicitar ao responsável pela higiene que realize novamente o procedimento, mediante instrução feita imediatamente à detecção do desvio;
- Realizar nova higiene de reservatórios;
- Solicitar a manutenção ou a substituição de reservatórios que apresentem problemas de vazamento, trincamento ou fechamento;
- Realizar novamente a coleta da água para análise microbiológica.

c. Verificação

Item de Verificação	Procedimento	Frequência	Responsável
Planilhas de monitoramento da higienização e manutenção de reservatórios	Observação visual do preenchimento e resultados e acompanhamento in-loco do procedimento	Semestral	Encarregada de Qualidade
Planilhas de monitoramento da concentração de cloro residual livre	Observação visual do preenchimento e resultados com acompanhamento de uma medição	Mensal	Encarregada de Qualidade
Eficiência da higienização de reservatórios	Através da coleta de água e análise microbiológica	Semestralmente	Encarregada de Qualidade

d. Registros

- Planilha de monitoramento de higienização e manutenção de reservatórios de água (PL 1.1) ou Laudo da Empresa prestadora de serviço;

PLANILHA DE MONITORAMENTO PL 1.1

HIGIENE DA CAIXA DE ÁGUA			
Nº	ITENS OBSERVADOS DURANTE A VISTORIA	Sim	Não
1	A caixa de água encontra-se limpa?		
2	São utilizados produtos aprovados pelo controle de qualidade e registrados no MAPA?		
3	A higienização é realizada conforme descrito na Higienização do Reservatório de Água?		
4	A higienização atende os critérios estabelecidos em legislação?		

5	Os colaboradores recebem treinamento sobre uso de produtos químicos?		
6	Os registros de entrada e saída de água da caixa d'água estão funcionando perfeitamente?		
7	A caixa d'água encontra-se com tampa?		
8	A caixa d'água encontra-se em perfeita condições de uso?		

- Planilha de monitoramento de concentração de cloro residual livre (PL 1.2);


PLANILHA DE MONITORAMENTO PL 1.2

Data	Setor monitorado	pH	Teor de cloro livre	Assinatura do responsável

- Laudos de análise microbiológica (PL1.3).

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA HIGIENIZAÇÃO PL 1.3

Data	Equipamento/ Utensílios	Swab ou análise da água			Analista
		Contagem padrão em placas (UFC/cm ²)	Bolores e Leveduras (UFC/cm ²)	Coliformes totais (UFC/cm ²)	

	PPHO 2 Procedimento Padrão de Higiene Operacional de Instalações, Equipamentos, Móveis e Utensílios	Revisão: 01
		Elaboração: 20/02/2018
		Página: 1/12

I. OBJETIVO

Padronizar os procedimentos para a manutenção e limpeza dos ambientes, móveis, equipamentos e utensílios do estabelecimento para manter as superfícies higienizadas e evitar contaminações aos alimentos produzidos, bem como garantir sensação de bem-estar, a segurança, a proteção e o conforto dos profissionais e clientes, de forma que o estabelecimento permaneça limpo, seguro e em ordem.

II. DOCUMENTOS REFERÊNCIA

RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002 e Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997, do Ministério da Saúde.

III. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento aplica-se a todos os setores do laticínio, incluindo desde a recepção da matéria-prima até sua expedição.

IV. DEFINIÇÕES

Para a utilização deste documento são necessárias as seguintes definições:

- Contaminação: presença de substâncias ou agentes estranhos, de origem biológica, química ou física que se considera nocivos ou não para a saúde humana.
- Higienização: procedimentos de limpeza e sanitização.
- Limpeza: remoção de sujidades (terra, restos de alimentos, pó ou outras matérias indesejáveis) de uma superfície.

- Desinfecção (sanitização): é a redução, através de agentes químicos ou métodos físicos adequados, do número de microrganismos no prédio, instalações, maquinários contaminação do alimento elaborado.
- Anti-séptico: produto de natureza química utilizado para reduzir a carga microbiana a níveis aceitáveis e eliminar os microrganismos patogênicos.
- Swab: haste contendo algodão esterilizado para coleta de material destinado a análise microbiológica.
- Check-list: lista de verificação contendo os requisitos que devem ser verificados na auditoria. Tem como objetivo padronizar a auditoria.
- Não-conformidade: um requisito específico não atendido.

V. RESPONSABILIDADE/AUTORIDADE

Cabe ao Responsável Técnico a responsabilidade de implantar este procedimento.

Todos os funcionários envolvidos na fabricação dos produtos da empresa são responsáveis por aplicar os requisitos de higiene e limpeza dos equipamentos, instalações e utensílios.

A auxiliar de Serviços Limpeza fica responsável pela limpeza de chão dos setores.

O Inspetor de qualidade é responsável pelo monitoramento desse procedimento.

Cabe ao Encarregado de Qualidade a responsabilidade de verificar, acompanhar, alterar ou sugerir melhorias, quando necessário, neste procedimento.

VI. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

Entende-se por higienização o processo que envolve a limpeza e desinfecção. Sendo que a limpeza é a retirada de resíduos visíveis e sujidades e a desinfecção a redução de microrganismos contaminantes. Deve-se assegurar na empresa a higiene pré-operacional que deve acontecer antes do início das atividades devendo a desinfecção ser o fator principal para que o

trabalho seja feito com a devida higiene, bem como a higiene operacional que deve acontecer sempre que necessário, e somente durante os intervalos de operações e atividades, evitando que seja feita durante operações de mistura ou envase de produtos em que se corra o risco de contaminações.

A higiene pós-operacional que deve acontecer após o turno de trabalho removendo as sujidades visíveis e na sequência a limpeza prevenindo que pragas possam ser atraídas por sobras de lixo e sujidades.

Para realizar os procedimentos de limpeza, é obrigatório o uso de EPIs luvas e botas, conforme a necessidade para limpeza e desinfecção de materiais e ambientes.

a. Produtos utilizados e forma de armazenamento

i. Saneantes

Para a higienização dos ambientes, dos equipamentos e utensílios a empresa utiliza detergentes e saneantes com registro ou notificação na ANVISA, os quais são comprados diretamente com distribuidor qualificado, são eles:

- Detergente neutro;
- Solução clorada a 200 ppm de cloro ativo preparada com hipoclorito de sódio;
- Álcool a 70 %;

Todos os produtos que são retirados de suas embalagens originais devem ser identificados com etiqueta constando o produto em questão, validade e forma de diluição (caso necessário).

Preparo da solução clorada (Instrução de Trabalho nº 2)

A solução clorada é preparada com água sanitária cujo teor de cloro é 2 %. A equação para a diluição segue abaixo:

$$\frac{V \cdot c}{\% \text{ Cloro ativo} \cdot 10} = x \text{ g ou mL}$$

Onde: V (volume): capacidade em litros do recipiente; c (concentração desejada): expressa em ppm (partes por milhão).

Ex: Caso você tenha 1 litro de água, uma água sanitária de 2 % de cloro ativo e quer prepara uma solução clorada com 200 ppm é necessário realizar a seguinte conta.

$$\frac{1 \text{ L de água} * 200 \text{ ppm}}{2\% \text{ de cloro ativo} * 10} = x \text{ g ou mL}$$

x = 10 g ou 10 mL de cloro, ou seja, é necessário acrescentar 10 mL de água clorada com concentração de 2% para se obter uma solução clorada com concentração de 200 ppm, em outras palavras, uma colher de sopa de água sanitária (aproximadamente 10 mL) para um litro de água limpa.

ii. Local de armazenamento dos saneantes

Os saneantes, produtos e acessórios de limpeza utilizados para higienização ficam armazenados em armário fechado localizado junto ao setor de higienização.

iii. Utensílios de Limpeza

Os utensílios de limpeza das áreas de produção são separados dos materiais de limpeza dos banheiros. Todos os materiais são devidamente identificados para cada fim.

b. Procedimentos Padrões de Higiene Operacional (PPHOs)

i. PPHO – Higiene das Instalações

Ambientes	Frequência	Materiais necessários	Procedimento	Responsável
Pisos e rodapés	<p>Diariamente e sempre que necessário.</p> <p>A higienização operacional, quando necessária, somente deverá ser feita nos intervalos de turnos, ou seja, pela manhã ou no intervalo de almoço.</p> <p><u>Pós-Operacional:</u> Limpeza</p> <p><u>Pré-Operacional:</u> Desinfecção</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Detergente neutro; - Solução clorada a 100 ppm; <ul style="list-style-type: none"> - Água; - Balde; - Rodo de espuma; - Botas e luvas de borracha; - Pano de chão alvejado; - Pá de Lixo; - Rodo Espuma; 	<p><u>Limpeza:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocar as luvas e as botas de borracha; - Retirar os Resíduos Sólidos; <ul style="list-style-type: none"> - Aspirar o pó; - Jogar água e detergente neutro no piso; - Esfregar com rodo de espuma até que o piso fique limpo; - Enxaguar e retirar o excesso de água do piso com auxílio do aspirador de água; <p><u>Desinfecção:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparar a solução clorada conforme Instrução de Trabalho 2; - Aspergir sobre o piso a solução clorada; - Retirar o excesso com auxílio de rodo; - Deixar secar naturalmente <p>Guardar todos os utensílios e produtos no depósito apropriado;</p>	Manipuladores do Setor ou Auxiliar de Limpeza

<p>Paredes, tetos, tomadas, interruptores e luminárias</p>	<p><u>Mensalmente e sempre que necessário:</u> Limpeza e Desinfecção</p> <p>Não deve acontecer juntamente com operações de produção.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Detergente neutro; - Solução clorada a 100 ppm; - Esponja de fibra sintética; - Balde; - Botas e luvas de borracha; - Pano alvejado; - Rodo Espuma; 	<p><u>Limpeza:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocar as luvas e as botas de borracha; - Retirar do local a ser higienizado, utensílios e equipamentos removíveis, desligar os equipamentos elétricos e proteger as tomadas; - Iniciar a limpeza pelo teto ou parte superior das paredes. Umedecer a superfície com água e aplicar detergente neutro com auxílio de esponja de fibra sintética ou rodo de espuma, esfregando em movimentos circulares sobrepostos, de forma a cobrir toda a superfície; - Enxaguar com água com cuidado para não molhar instalações elétricas; <p><u>Desinfecção:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparar a solução clorada conforme Instrução de Trabalho 2; - Passar nas superfícies o pano embebido com a solução clorada; - Limpar as tomadas/interruptores e luminárias com auxílio de pano embebido com solução desinfetante; - Deixar secar naturalmente; - Guardar todos os utensílios e produtos no depósito apropriado; 	<p>Auxiliar de Limpeza</p>
<p>Portas, batentes e janelas</p>	<p><u>Quinzenalmente e sempre que necessário:</u> Limpeza + Desinfecção</p> <p>Não deve acontecer em ambientes internos, juntamente com operações de produção.</p>	<p>Detergente neutro; Solução clorada a 100 ppm; Esponja de fibra sintética; Balde; Botas e luvas de borracha; Pano alvejado;</p>	<p><u>Limpeza:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocar as luvas e as botas de borracha; - Retirar, as telas milimétricas das janelas; - Afastar equipamentos e móveis das janelas; - Iniciar a limpeza pela parte superior. Umedecer a superfície com água e aplicar detergente neutro com auxílio de esponja de fibra sintética, esfregando em movimentos circulares sobrepostos, de forma a cobrir toda a superfície; - Umedecer as telas milimétricas com água, aplicar detergente e esfregar com a esponja. - Enxaguar as superfícies e telas com água; <p><u>Desinfecção:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparar a solução clorada conforme Instrução de Trabalho 2; - Passar nas superfícies pano embebido com a solução desinfetante; - Deixar secar naturalmente; - Guardar todos os utensílios e produtos no depósito apropriado; 	<p>Auxiliar de Limpeza</p>

Banheiros e sanitários	<u>Diariamente</u>	Detergente neutro; Solução clorada a 200 ppm; Espanja de fibra sintética; Balde; Botas e luvas de borracha; Pano alvejado;	<p><u>Limpeza:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocar as luvas e as botas de borracha; - Retirar do local a papel higiênico e papel toalha para não molhar. Iniciar a limpeza pelo teto ou parte superior das paredes. Umedecer a superfície com água e aplicar detergente neutro com auxílio de esponja de fibra sintética ou rodo de espuma, esfregando em movimentos circulares sobrepostos, de forma a cobrir toda a superfície; - Esfregar as pias e sanitários; - Enxaguar com água; <p><u>Desinfecção:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparar a solução clorada conforme Instrução de Trabalho 2; - Passar nas superfícies o pano embebido com a solução clorada; - Deixar secar naturalmente; - Guardar todos os utensílios e produtos no depósito apropriado; 	
------------------------	--------------------	---	--	--

ii. PPHO - Higiene de Móveis, Equipamentos e Utensílios

Ambiente	Frequência	Itens Utilizados	Procedimento	Responsável
Pias, Bancadas e Mesas de Apoio (inox)	<p>Diariamente e sempre que necessário.</p> <p><u>Pré-Operacional:</u> Desinfecção</p> <p><u>Pós-Operacional:</u> Limpeza</p> <p>A higienização Operacional, somente deverá ser feita nos intervalos entre atividades.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Espanja de fibra sintética; - Detergente neutro; - Álcool 70 %; - Balde; - Flanela descartável; 	<p><u>Limpeza:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Retirar todos os resíduos sólidos e descartá-los diretamente no lixo; - Umedecer a superfície com água e aplicar detergente neutro com auxílio de esponja; - Esfregar até obter limpeza; - Enxaguar com água e retirar o excesso; <p><u>Desinfecção:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Borrifar solução de álcool 70 % em toda a superfície; - Espalhar com flanela descartável; - Deixar secar naturalmente; - Recolher todo material usado, lavar e guardar em local apropriado. 	Manipuladores do Setor ou Auxiliar de Limpeza
Armários, Pallets, Caixas plásticas e Prateleiras	<p>Semanalmente e sempre que necessário:</p> <p>Limpeza e Desinfecção</p> <p>Não deve acontecer em ambientes internos, juntamente com operações de produção.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Espanja de fibra sintética; - Papel Toalha; - Detergente neutro; - Álcool 70%; - Balde; - Flanela descartável; 	<p><u>Limpeza:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Retirar todos os resíduos sólidos e descartá-los diretamente no lixo; - Umedecer a superfície com água e aplicar detergente neutro com auxílio de esponja; - Esfregar até obter limpeza; - Enxaguar com água; <p><u>Desinfecção:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Borrifar solução de álcool 70 % em toda a superfície; - Espalhar com flanela descartável; - Deixar secar naturalmente; - Recolher todo material usado, lavar e guardar em local apropriado. 	Manipuladores do Setor ou Auxiliar de Limpeza

Lixeiras	<u>Sempre que o lixo for retirado:</u> A Limpeza e desinfecção não deverá ser feita na área de manipulação	<ul style="list-style-type: none"> - Esponja de fibra sintética; - Detergente neutro; - Solução clorada a 200 ppm; - Flanela descartável; 	<p><u>Limpeza:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Retirar os resíduos e toda sujeira visível; - Umedecer com água, passar detergente e esfregar com esponja, conforme as características das superfícies, retirando todas as incrustações; - Enxaguar e retirar o excesso de água; <p><u>Desinfecção</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparar a solução clorada conforme Instrução de Trabalho 2; - Passar a solução em toda a superfície da lixeira; - Escorrer o excesso e deixar secar naturalmente; - Recolher todo material usado na higienização, lavar e guardar em local apropriado. 	Auxiliar de Limpeza
Pasteurizador, Tanques agitados, Acetificador, Filtro presa, Envasadora e tubulações	Diariamente e sempre que necessário	<ul style="list-style-type: none"> - Hidróxido de sódio a 2,5 %; - Ácido clorídrico 3%; - Água; - Solução clorada a 200 ppm; 	<p>Sistema CIP – “Clean in place”</p> <p><u>Etapas do CIP:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pré lavagem com água; - Limpeza com solução alcalina à 80 °C; - Enxague com água; - Limpeza com solução ácida à 80°C; - Enxague com água; - Desinfecção com solução de trabalho 2; - Enxague com água; 	Operador da Máquina
Balança	<u>Pré-Operacional:</u> Limpeza + Desinfecção <u>Pós-Operacional:</u> Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> - Esponja de fibra sintética; - Detergente; - Álcool 70%; - Dosador aspersor de álcool; - Flanela descartável; 	<p><u>Limpeza</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Desligar da tomada - Tirar os resíduos visíveis; - Desmontar as partes móveis; - Lavar as partes com detergente esponja e água corrente; - Enxaguar com água; - Limpar com pano umedecido as partes externas; <p><u>Desinfecção:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aspergir álcool a 70% e sanitizar todas as partes com flanela descartável; - Remontar; - Recolher todo material usado na higienização, lavar e guardar em local apropriado. 	Manipulador que utilizar
Utensílios diversos: Jarras graduadas, conchas, colheres, tesouras, potes,	<u>Pré-Operacional:</u> Desinfecção <u>Pós-Operacional:</u> Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> - Esponja de fibra sintética; - Água quente; - Detergente Neutro; - Álcool a 70%; 	<p><u>Limpeza:</u></p> <p>Retirar os resíduos e toda sujeira visível com água corrente; Lavar esfregando com esponja e detergente, conforme a superfície de cada instrumento;</p>	Manipuladores do Setor

baldes, peneiras etc.		- Flanela descartável;	- Enxaguar com água corrente; - Escorrer o excesso de água; <u>Desinfecção:</u> - Borrifar álcool a 70% na flanela; - Espalhar, em todas as áreas dos instrumentos; - Deixar secar naturalmente; - Recolher todo material usado na higienização, lavar e guardar em local apropriado.	
Utensílios e Instrumentos de Laboratório (Garra, Suporte, Pisseta, Bastão, Pipeta, Bureta, Cápsula de Porcelana, Bécker, Erlenmeyer).	<u>Pré-Operacional:</u> Limpeza + Desinfecção	- Esponja de fibra sintética; - Detergente Neutro; - Álcool a 70%; - Flanela descartável;	<u>Limpeza:</u> - Retirar os resíduos e toda sujeira visível com água corrente; - Lavar esfregando com esponja e detergente, conforme a superfície de cada instrumento; - Enxaguar com água corrente; - Secar com flanela descartável; <u>Desinfecção:</u> - Borrifar álcool a 70% na flanela; - Espalhar, em todas as áreas dos instrumentos; - Deixar secar naturalmente; - Recolher todo material usado na higienização, lavar e guardar em local apropriado.	Responsável pelas análises laboratoriais

VII. AÇÕES PREVENTIVAS

Treinamentos admissional, e periódicos de reciclagem a cada 6 meses, ou conforme necessário, com colaboradores responsáveis pela higienização das instalações da indústria bem como dos equipamentos, móveis e utensílios utilizados;

VIII. GERENCIAMENTO

a. Monitoramento

Item Monitorado	Procedimento	Frequência	Responsável
Saneantes utilizados e local de guarda.	Observação dos produtos utilizados certificando também sua rotulagem e forma de guarda.	Semanalmente e sempre que chegar novos produtos	Inspetora de Qualidade
Higiene dos Vestiários e Sanitários	Observação visual com preenchimento de check-list PL 2.1	Diária	Encarregada de Qualidade
Higiene das instalações, equipamentos, móveis e utensílios (Pré-Operacional e Pós-Operacional)	Através de observação visual e tato com preenchimento de check-list PL 2.1	Diária	Inspetora de Qualidade

b. Ações Corretivas

- Solicitar ao responsável pela higiene que realize novamente o procedimento, mediante instrução feita imediatamente à detecção do desvio;
- Advertir e verificar a necessidade de novo treinamento sobre os procedimentos corretos de higienização;
- Solicitar a guarda de produtos e utensílios de limpeza em local apropriado;
- Solicitar a troca de produtos saneantes não adequados;
- Revisar os PPHOs para melhor eficiência na higienização.

c. Verificação

Item de Verificação	Procedimento	Frequência	Responsável
Higiene dos Vestiários e Sanitários	Observação visual e certificação <i>in-loco</i> do preenchimento e resultados – PL 2.1	Semanal	Encarregada de Qualidade
Saneantes utilizados e local de guarda.	Observação dos produtos utilizados certificando também sua rotulagem e forma de guarda.	Semanal	Encarregada de Qualidade
Planilhas de monitoramento da higienização de instalações, equipamentos, móveis e utensílios	Observação visual e certificação <i>in-loco</i> do preenchimento e resultados – PL 2.1	Semanal	Encarregada de Qualidade
Eficiência da higienização de superfícies	Através da coleta por <i>swabs</i> e análise de contagem padrão em placas PL 1.3	Semestral	Laboratório Especializado


d. Registros

- Planilha de monitoramento de higienização e manutenção de reservatórios de água (PL 2.1);

PLANILHA DE MONITORAMENTO PL 2.1

HIGIENE DAS INSTALAÇÕES, EQUIPAMENTOS, MOVEIS E UTENSÍLIOS			
Nº	ITENS OBSERVADOS DURANTE A VISTORIA	Sim	Não
1	As instalações estão em perfeitas condições de uso?		
2	Os cestos de resíduos possuem tampas, acionamento pedal e são abastecidos com sacos plásticos diariamente?		
3	O piso encontra-se limpos?		
4	As paredes encontram-se limpas?		
5	Existem cartazes educativos para os colaboradores e visitantes?		
6	Os equipamentos estão devidamente higienizados?		
7	Os equipamentos encontram-se em condições de uso?		
8	Há disponibilidade de detergentes, sanificantes, água nos lavatórios localizados na entrada da fábrica, na sala de lavagem e sanitização de caixas e lavatórios de mãos?		
9	Os móveis encontram-se higienizados?		
10	Os móveis encontram-se em perfeitas condições de uso?		
11	As câmaras frias possuem iluminação adequada?		
12	As paredes das câmaras frias estão limpas?		
13	O piso das câmaras frias está limpo?		

- Laudos de análise microbiológica (swabs) (PL 1.3).

	PPHO 3 Procedimento Padrão de Higiene Operacional de Prevenção contra a Contaminação Cruzada	Revisão: 01
		Elaboração: 20/02/2018
		Página: 1/4

I. OBJETIVO

Deve-se prevenir toda contaminação cruzada por objetos, materiais e superfícies, que possam levar contaminação da matéria-prima para o produto final.

II. DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997, do Ministério da Saúde.

III. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento aplica-se a todos os setores de processamento da fábrica.

IV. DEFINIÇÕES

- Contaminação cruzada: é uma transferência de microrganismos patogênicos de um alimento contaminado (normalmente cru) para outro alimento, diretamente ou indiretamente. Esta é a maior causa de intoxicações alimentares, mas é fácil de prevenir;
- Microrganismos patogênicos: microrganismo que causam doenças;
- Intoxicações alimentares: resultado de uma reação à comida ou à água contaminadas durante o preparo, manipulação ou armazenamento dos alimentos.

V. RESPONSABILIDADE/AUTORIDADE

O encarregado do controle de qualidade é responsável por implementar, acompanhar e assegurar o cumprimento deste procedimento, estabelecendo quem será o responsável pelo manejo adequado. Todos os colaboradores são responsáveis por aplicar os requisitos de higiene descritos neste procedimento.

VI. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

a. Procedimento

- Realizar o treinamento em Boas Práticas de Manipulação de todo o pessoal cujas atribuições estão relacionadas com a manipulação, controle de qualidade, incluindo o pessoal técnico de manutenção, limpeza e todos os outros funcionários cuja atividade poderá afetar a qualidade do produto;
- Fornecer aos funcionários informações e noções adequadas sobre: higiene pessoal, uso correto de EPI (toucas, luvas, máscaras, botas) higiene das mãos e higiene operacional;
- A área destinada ao armazenamento dos insumos alimentícios deve ter uma localização adequada para facilitar a manutenção, operação, limpeza e sanitização. Como também deve haver espaço suficiente para um fluxo racional de pessoal e de materiais, visando reduzir os riscos de contaminação cruzada;
- A área destinada ao fracionamento dos insumos alimentícios deve possuir as superfícies interiores (paredes, piso e teto) revestidas de material liso, impermeável, lavável e resistente, livres de juntas e rachaduras, de fácil limpeza e não deve liberar partículas;
- Verificar e garantir a higiene e limpeza da vestimenta dos manipuladores;
- Manter a limpeza e higiene das superfícies antes, durante e após a manipulação de cada preparação;
- Checar condições higiênicas da fonte de abastecimento de água (poço ou água de reservatório);

VII. AÇÕES PREVENTIVAS

Evitar o contato do produto acabado com a matéria-prima e vice-versa, o processamento deverá ser feito de forma linear;

Higienizar os equipamentos, utensílios e superfícies que tenham contato com alimentos sempre no prazo estipulado pelo PPHO 2;

Higienização dos reservatórios a cada 6 meses por empresa terceira conforme mencionado;

Manipuladores devem higienizar suas mãos todas vezes que forem ter contato com o alimento;

VIII. GERENCIAMENTO

a. Monitoramento

Item Monitorado	Procedimento	Frequência	Responsável
Eficiência da higienização	Preenchimento das planilhas de eficiência de higienização (PL 1.1 e 2.1)	Semestral	Inspetora de Qualidade
Controle de qualidade da água	Através da coleta de amostra de água e envio para análise ao laboratório (PL 1.3).	Semanal	Inspetora de Qualidade

b. Ações Corretivas

- Realizar nova limpeza do reservatório de água conforme descrito na Higienização do Reservatório de Água;
- Colocar cartazes instrutivos higienização adequada das mãos, onde não existirem, e fazer reposição dos mesmos quando estiverem danificados ou ilegíveis;
- Verificar se a limpeza é realizada corretamente;
- Realizar um novo treinamento em Boas Práticas de Manipulação com todos os colaboradores;
- Verificar se os colaboradores estão praticando uso correto de EPI (toucas, luvas, máscaras, botas) higiene das mãos e higiene operacional;
- Realizar uma nova limpeza e sanitização dos equipamentos e utensílios;


- Verificar e garantir a higiene e limpeza da vestimenta dos manipuladores;
- Realizar uma higienização do reservatório de água conforme descrito no PPHO 03;

c. Verificação

Item Monitorado	Procedimento	Frequência	Responsável
Eficiência da higienização	Coleta de swab dos equipamentos e colaboradores	Mensal	Responsável pelo laboratório de análises
Qualidade e portabilidade da água	Coleta de água em torneiras aleatórias da agroindústria	Mensal	Responsável pelo laboratório de análises

d. Registros

- Planilha de monitoramento de eficiência de higienização (PL 1.1 e 2.1);
- Laudos de análise microbiológica (PL 1.3).

	<p style="text-align: center;">PPHO 4 e 5</p> <p style="text-align: center;">Procedimento Padrão de Higiene Operacional de Higiene e Saúde dos Colaboradores</p>	Revisão: 01
		Elaboração: 20/02/2018
		Página: 1/8

I. OBJETIVO

Estabelecer os procedimentos para prevenir e diagnosticar qualquer alteração na saúde dos colaboradores que possam resultar na contaminação microbiológica dos alimentos, bem como estabelecer os procedimentos de higiene a serem adotados para avaliar e prevenir contaminações do produto. Estabelecer procedimentos para capacitação dos funcionários.

II. DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

Portaria nº 24, de 29 de dezembro de 1994, do Ministério do Trabalho.

III. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento aplica-se a todos os setores de processamento da fábrica.

IV. DEFINIÇÕES

Para a utilização deste documento são necessárias as seguintes definições:

- Contaminação: presença de substâncias ou agentes estranhos, de origem biológica, química ou física que considera-se nocivos ou não para a saúde humana.
- Higienização: procedimentos de limpeza e sanificação.
- Limpeza: remoção de sujidades (terra, restos de alimentos, pó ou outras matérias indesejáveis) de uma superfície.
- Desinfecção (sanificação): é a redução, através de agentes químicos ou métodos físicos adequados, do número de microrganismos no prédio, instalações, maquinários contaminação do alimento elaborado.

- Anti-séptico: produto de natureza química utilizado para reduzir a carga microbiana a níveis aceitáveis e eliminar os microrganismos patogênicos.
- Swab: haste contendo algodão esterilizado para coleta de material destinado a análise microbiológica.
- Check-list: lista de verificação contendo os requisitos que devem ser verificados na auditoria. Tem como objetivo padronizar a auditoria.

V. RESPONSABILIDADE/AUTORIDADE

O Proprietário da Empresa é responsável por prover os recursos necessários para a aplicação destes procedimentos.

O Responsável Técnico/Gerente Industrial é responsável por elaborar, alterar, aprovar, divulgar os procedimentos descritos, além de verificar a aplicação eficaz do programa.

VI. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

a. Disponibilização de facilidades para a higienização das mãos

A empresa disponibiliza sabão líquido sem perfume, sanificante a base de álcool gel a 70%, papel toalha não reciclado, lixeira com tampa sem acionamento manual e procedimentos de higiene de mãos fixados às pias localizadas nos sanitários e área de produção.

Diariamente, o auxiliar de produção faz a inspeção dos dispensers com sabão, álcool gel e papel toalha, deixando-os constantemente abastecidos. A frequência é suficiente para garantir o abastecimento constante de todos os itens necessários à operação de higiene de mãos, considerando o número de funcionários da empresa.

b. Conduta e comportamento na produção

i. Uso de uniformes

Os colaboradores têm como obrigação utilizar uniformes contendo camiseta branca, toucas descartáveis, calças claras e calçados fechados antidesslizantes na cor branca.

Os uniformes são utilizados apenas nas instalações da empresa, cada colaborador possui três trocas de uniformes e eles mesmos são os responsáveis pela higienização destes.

Os uniformes são trocados, no mínimo, diariamente, os calçados são higienizados no mínimo três vezes por semana.

ii. Higiene das mãos

Toda o colaborador que trabalha nas áreas de manipulação de alimentos enquanto em serviço, lava as mãos de maneira frequente e cuidadosa com um agente de limpeza autorizado e com água corrente potável fria;

O colaborador deve lavar as mãos antes do início dos trabalhos, imediatamente após o uso do sanitário, após a manipulação de material contaminado e todas as vezes que for necessário;

Lava e desinfeta as mãos imediatamente após a manipulação de qualquer material contaminante que possa transmitir doenças;

São colocados avisos que indiquem a obrigatoriedade e a forma correta de lavar as mãos;

É realizado um controle adequado para garantir o cumprimento deste requisito;

O procedimento de higiene de mãos está afixado nos lavatórios de higiene de mãos e é realizada de acordo com a Instrução de Trabalho no 3:



iii. Regras de conduta

Antes de adentrar a área de produção é obrigatório a antissepsia das mãos junto a pia localizada na entrada da área. Nesta mesma entrada existe um tapete sanitário, o qual fica constantemente embebido com solução clorada a 200 ppm, em que os manipuladores são obrigados a pisar e assim sanitizar seus calçados.

Os colaboradores não devem usar adornos, perfumes e maquiagem; devem fazer a higiene das mãos ao chegar ao trabalho, depois de ir ao banheiro, na troca de tarefas, quando espirrarem ou tocarem partes do corpo, etc. Devem proteger os cabelos com toucas, manterem a barba feita, unhas curtas e sem esmaltes.

Nas áreas de manipulação é proibido todo ato que possa originar uma contaminação das bebidas, como comer, fumar, tossir, conversar demasiadamente, ou outras práticas anti-higiênicas.

O controle e correção da conduta do pessoal são realizados pela supervisão direta pertinente.

Todos os colaboradores que manipulam alimentos, ao serem empregados e periodicamente recebem treinamentos referentes às Boas Práticas de Fabricação, a qual engloba todos os assuntos do Manual de BPF e PPHOs. Sempre que a conduta destes seja recorrente em desacordo com as regras de higiene, um reforço deste treinamento é feito.

c. Regras para visitantes

Todas as pessoas que não fazem parte da equipe envolvida nos serviços de manipulação de alimentos da empresa são consideradas visitantes.

O acesso desses às áreas de manipulação ou produção de alimentos somente é permitido, caso estejam devidamente paramentados com uniformes fornecidos pela empresa, constituído de toucas descartáveis e aventais, os quais são guardados em armário junto ao vestiário.

Os visitantes também são orientados quanto à conduta e comportamento enquanto estiverem nas áreas de produção, obedecendo às mesmas regras de conduta dos manipuladores e também a seguir o procedimento de lavagem das mãos conforme a I.T. nº 3, antes de adentrarem as áreas.

d. Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)

Anualmente a empresa realiza exames adimensionais periódicos de saúde ocupacional (anamnese, e laboratoriais) feita por médico do trabalho habilitado. Também mantém o programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional atualizada visando identificar qualquer desvio que possa comprometer a saúde dos trabalhadores.

e. Controle de saúde

A constatação ou suspeita de que um manipulador apresenta alguma enfermidade ou problema de saúde que possa resultar na transmissão de perigos aos alimentos impede-o de entrar em qualquer área de manipulação ou operação com alimentos.

Os colaboradores que apresentam feridas, lesões, chagas ou cortes nas mãos e braços, gastroenterites agudas ou crônicas (diarreia ou disenteria), infecções pulmonares ou faringites não manipulam os alimentos, ficando afastados até que os sintomas desapareçam.

Qualquer pessoa na situação acima deve comunicar imediatamente ao seu supervisor direto, de sua condição de saúde.

As pessoas que mantêm contatos com alimentos são submetidas a exames médicos e laboratoriais que avaliam a sua condição de saúde na admissão e/ou periodicamente, após a esta.

O exame médico e laboratorial dos manipuladores é exigido também em outras ocasiões em que houver indicação, por razões clínicas ou epidemiológicas.

e. Capacitação de manipuladores de Manipuladores

Todo novo manipulador de alimentos contratado deve receber treinamentos, antes de começar a manipular os alimentos. A empresa realiza ainda a capacitação dos manipuladores periodicamente (1 vez ao ano) e sempre que necessário para reforçar as normas e cuidados a serem adotados nas boas práticas de fabricação da empresa.

Os assuntos abordados envolvem:

- Perigos críticos, físicos, químicos e biológicos;
- Microbiologia básica, formas de reprodução e crescimento;
- Boas práticas de fabricação;
- Higiene pessoal e operacional;
- Uso de uniformes e vestiários;
- Higienização de ambientes, reservatórios, equipamentos, móveis e utensílios;
- Processo produtivo e itens de controle; dentre outros.

Todos os treinamentos ou orientações passadas são registradas em ATA específica.

VII. AÇÕES PREVENTIVAS

- Treinamentos periódicos com todos os manipuladores a respeito de hábitos higiênicos, uso de uniformes, lavagem de mãos e condutas de segurança alimentar;
- Compra e troca de uniformes e calçados com más condições de uso;
- Exames médicos periódicos e adimensionais;
- PCMSO mantido atualizado a cada ano;
- Reparo e abastecimento de dispensers de sabonete e álcool;
- Reposição de itens de proteção: toucas, luvas e EPIs;

VIII. GERENCIAMENTO

a. Monitoramento

Item Monitorado	Procedimento	Frequência	Responsável
Disponibilização de facilidades para a higienização das mãos	Preenchimento de <i>check-list</i> de higiene e comportamento de manipuladores (PL 4.1)	Diário	Supervisor de produção
Conduta e comportamento dos colaboradores na produção			
Higiene de mãos			
Conduta de visitantes			
PCMSO	Observação visual dos relatórios emitidos pela empresa ou médico responsável	Semestral	Supervisor de produção
Controle de Saúde	Preenchimento da planilha de controle de saúde de colaboradores (PL3B)	Sempre que necessário	Supervisor de produção

b. Ações Corretivas

- Aumentar a frequência de revisão dos itens necessários à higiene de mãos;
- Solicitar à manutenção dos equipamentos necessários para higienização das mãos;
- Realizar as adequações descritas no PPRA;

- Conduta e comportamento dos colaboradores na produção;
- Solicitar ao colaborador que realize novamente a higiene de mãos, mediante instrução feita imediatamente à detecção do desvio;
- Solicitar a troca imediata de uniforme ou avental que não se encontre em condições de uso, por higiene ou manutenção inadequados;
- Rever a frequência e conteúdo de treinamento de higiene;
- Realizar novo treinamento de higiene em grupo;
- Adquirir jalecos, toucas e calçados de segurança para o uso de visitantes;
- Discutir eventuais problemas e rever procedimentos;
- Substituir a empresa por outra especializada;
- Encaminhar colaboradores para avaliação médica;

c. Verificação

Item de Verificação	Procedimento	Frequência	Responsável
Higiene e comportamento dos colaboradores	Observação visual do preenchimento do <i>check-list</i> e resultados	Mensal	Responsável Técnico
PCMSO	Observação visual do PCMSO	Anual	Responsável Técnico
PPRA	Observação visual do PPRA	Anual	Responsável Técnico
Controle de Saúde	Observação visual do monitoramento de controle de saúde de colaboradores	Mensal	Responsável Técnico

d. Registros

- Planilha de monitoramento de higiene e comportamento de colaboradores (PL 3.1)

CHECK LIST PARA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE HIGIENE (PL 3.1)


CONDIÇÕES DE HIGIENE PESSOAL			
Nº	ITENS OBSERVADOS DURANTE A VISTORIA	Sim	Não
1	Os uniformes dos colaboradores estão limpos e em bom estado de conservação?		
2	Os calçados são adequados e estão limpos?		
3	Os colaboradores estão devidamente barbeados?		
4	Os colaboradores estão com cabelos cobertos?		

5	Os cestos de resíduo possuem tampas, com acionamento por pedal e são abastecidos com sacos plásticos diariamente?		
6	As unhas estão limpas e aparadas e sem esmalte?		
7	Os colaboradores não estão utilizando acessórios?		
8	Os colaboradores cumprem as recomendações de lavar e sanificar as mãos e antebraços e/ou botas antes de entrar nas áreas de produção?		
9	Existem cartazes educativos para os colaboradores e visitantes nas áreas de acesso aos ambientes de processamento, vestiários e sanitários?		
10	As instalações sanitárias (vasos, pias, chuveiros) estão funcionando adequadamente?		
11	Os uniformes são trocados diariamente?		
12	Há disponibilidade de detergentes, sanificantes, água, papel toalha ou ar quente, papel higiênico nos sanitários e vestiários?		

- Planilha de monitoramento do controle de saúde de colaboradores (PL 3.2)

PLANILHA DE MONITORAMENTO DO CONTROLE DE SAÚDE DOS COLABORADORE (PL 3.2)

Data	Setor	Colaborador	Apresenta problemas de saúde?	
			Sim	Não

	PPHO 6	Revisão: 01
	Procedimento Padrão de Higiene Operacional de Proteção contra contaminantes e adulterantes dos alimentos	Elaboração: 20/02/2018
		Página: 1/4

I. OBJETIVO

Proteger os alimentos, os materiais de embalagem e as superfícies de contato com o alimento contra contaminações causadas por lubrificantes, combustíveis, praguicidas, agentes de limpeza, agentes de desinfecção, condensação e outros agentes contaminantes dos tipos químico, físico ou biológico.

II. DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

III. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento aplica-se a todos os setores de processamento da fábrica.

IV. DEFINIÇÕES

Para a utilização deste documento são necessárias as seguintes definições:

- Resíduos de antimicrobianos: São resíduos encontrados nos alimentos devido a utilização de antibióticos nos animais. Estas drogas aplicadas não são absorvidas totalmente e então são encontradas nos alimentos.
- Contaminação: presença de substâncias ou agentes estranhos, de origem biológica, química ou física que considera-se nocivos ou não para a saúde humana.

V. RESPONSABILIDADE/AUTORIDADE

O encarregado pelo monitoramento é responsável por avaliar as amostras dos alimentos e enviá-las para execuções dos testes para detecção de contaminantes e adulterantes nos alimentos.

VI. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

- Identificar a origem da matéria-prima.
- Evitar a utilização de matérias-primas oriundas de animais cuja alimentação tem utilização de suplementos de dietas.
- Fazer análises enzimáticas e físico-químicas para detecção de contaminantes e adulterantes.
- Observar se os alimentos estão sendo contaminados pelos resíduos dos equipamentos durante a produção.

VII. AÇÕES PREVENTIVAS

- Evitar o contato da matéria-prima e outros insumos com corpos estranhos, insetos e outros focos de contaminação;
- Armazenar os insumos e utensílios em lugares adequados, sem contato com sujidades e outros corpos estranhos;

VIII. GERENCIAMENTO

a. Monitoramento

Item Monitorado	Procedimento	Frequência	Responsável
Eficiência da vistoria dos alimentos	Preenchimento de <i>check-list</i> de avaliação do monitoramento da eficiência da vistoria dos alimentos (PL 6.1)	Semestral	Inspetora de Qualidade
Eficiência da higienização	Preenchimento das planilhas de eficiência de higienização (PL 1.1 e 2.1)	Semestral	Inspetora de Qualidade

Controle de qualidade da água	Através da coleta de amostra de água e envio para análise ao laboratório (PL 1.3).	Semanal	Inspetora de Qualidade
-------------------------------	--	---------	------------------------

b. Ações Corretivas

- Evitar a contaminação direta ou cruzada ou a adulteração dos produtos por meio das superfícies dos equipamentos, utensílios, instrumentos de processo e manipuladores de alimentos;
- Revisão das ações corretivas e preventivas em situações de desvios e alterações tecnológicas dos processos industriais;
- Durante as Auditorias de Conformidade poderão ser colhidas amostras de produtos, ingredientes e aditivos para análises laboratoriais.

c. Verificação

Item de Verificação	Procedimento	Frequência	Responsável
Eficiência da higienização	Coleta de swab dos equipamentos e colaboradores	Mensal	Responsável pelo laboratório de análises
Qualidade do alimento	Coleta de amostra dos alimentos	Mensal	Responsável pelo laboratório de análises

d. Registros


- Check-list para avaliação do monitoramento da eficiência da vistoria dos alimentos (PL 6.1);

CHECK-LIST PARA AVALIAÇÃO DO MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DA VISTORIA DOS ALIMENTOS (PL 6.1)

MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DA VISTORIA DOS ALIMENTOS			
Nº	ITENS OBSERVADOS DURANTE A VISTORIA	Sim	Não
1	Os procedimentos de limpeza e sanitização estão sendo executados adequadamente?		

2	A área destinada ao armazenamento dos insumos alimentícios está localizada em área adequada para facilitar a manutenção, operação, limpeza e sanitização?		
3	As análises estão sendo submetidas a testes químicos, físicos e microbiológicos?		
4	O período de eliminação da substância administrada nas vacas leiteiras está sendo respeitado para prevenir resíduos de drogas e aditivos alimentares no leite?		
5	As amostras do leite estão sendo submetidas a análises na recepção?		
6	Está sendo feito teste de alizarol nas amostras do leite?		

- Planilha de monitoramento de eficiência de higienização (PL 1.1 e 2.1);
- Laudos de análise microbiológica (PL 1.3).

	PPHO 7 Procedimento Padrão de Higiene Operacional de Manejo de Resíduos	Revisão: 01
		Elaboração: 20/02/2018
		Página: 1/3

I. OBJETIVO

Retirada dos resíduos de sobras no processamento de alimentos, além da separação desses resíduos

II. DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002 e Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997, do Ministério da Saúde.

III. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento aplica-se a todos os setores de processamento da fábrica e adjacência.

IV. DEFINIÇÕES

Para a utilização deste documento são necessárias as seguintes definições:

- Resíduos: materiais a serem descartados, oriundos da área de produção.

V. RESPONSABILIDADE/AUTORIDADE

O encarregado do controle de qualidade é responsável por implementar, acompanhar e assegurar o cumprimento deste procedimento, estabelecendo quem será o responsável pelo manejo adequado. Todos os colaboradores são responsáveis por aplicar os requisitos de higiene descritos neste procedimento.

VI. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

a. Procedimentos para o manejo de resíduos

Os resíduos orgânicos gerados pela empresa são as águas residuais de lavagem dos móveis, equipamentos e ambientes, além de descartes de resíduos de inóculos e sedimentado da etapa de clarificação. Todos esses efluentes são encaminhados para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da empresa. Os resíduos recicláveis são compostos por embalagens plásticas, papel, rótulos e frascos danificados, a coleta do lixo gerado é de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Arapongas. Durante a produção, os resíduos são acondicionados em lixeiras, confeccionadas de material apropriado e revestidas com sacos plásticos, com tampa e acionamento por pedal, sendo diariamente abastecidas com sacos plásticos e higienizados conforme o PPHO, os sacos são fechados e colocados em lixeira que fica junto a via pública.

O lixo é manipulado de maneira a evitar a contaminação dos alimentos e/ou da água potável. Especial cuidado é tomado para impedir o acesso de vetores aos lixos.

Os lixos são retirados das áreas de trabalho, todas as vezes que sejam necessárias, no mínimo uma vez por dia. Imediatamente depois da remoção dos lixos, os recipientes utilizados para o seu armazenamento e todos os equipamentos que tenham entrado em contato com os lixos são limpos e desinfetados.

VII. AÇÕES PREVENTIVAS

Não se aplica.

VIII. GERENCIAMENTO

a. Monitoramento

Item Monitorado	Procedimento	Frequência	Responsável
Manejo de resíduos	Preenchimento de <i>check-list</i> de manejo de resíduos (PL 7.1)	Semanal	Inspetor de Qualidade

b. Ações Corretivas

- Realizar treinamento para os colaboradores e revisar programa de capacitação da empresa;
- Executar o plano de ação descrito no *check-list* mediante não conformidade detectada;
- Solicitar ajustes junto a empresa responsável pelo recolhimento dos resíduos;
- Substituir a empresa contratada para o recolhimento de lixo.

c. Verificação


Item de Verificação	Procedimento	Frequência	Responsável
Planilhas de monitoramento do manejo de resíduos	Observação visual do preenchimento e resultados	Bimestral	Responsável Técnico

d. Registros

- Planilha de monitoramento de manejo de resíduos (PL 7.1).

CHECK-LIST PARA AVALIAÇÃO DO MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DA VISTORIA DOS ALIMENTOS (PL 7.1)

MONITORAMENTO DA RETIRADA DOS RESÍDUOS			
Nº	ITENS OBSERVADOS DURANTE A VISTORIA	Sim	Não
1	O lixo esta sendo recolhido diariamente?		
2	Os cestos de resíduos possuem tampas, acionamento pedal e são abastecidos com sacos plásticos diariamente?		
3	As lixeiras estão identificadas corretamente?		
4	As lixeiras encontram-se longe da área de produção?		
5	As lixeiras encontram-se em condições de uso ?		
6	As lixeiras estão devidamente higienizados?		
7	Os resíduos estão sendo descartados corretamente?		

	PPHO 8 Procedimento Padrão de Higiene Operacional de Controle Integrado de Vetores e Pragas Urbanas	Revisão: 01
		Elaboração: 20/02/2018
		Página: 1/4

I. OBJETIVO

Definir e padronizar as normas para o controle preventivo e corretivo de pragas do estabelecimento.

II. DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002, Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997, do Ministério da Saúde e Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

III. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento aplica-se a todos os setores de processamento da fábrica e adjacência.

IV. DEFINIÇÕES

- Vetores e pragas: Animais e insetos como ratos, baratas, moscas, formigas, animais domésticos e pássaros que infestam os ambientes onde são preparados e manipulados os alimentos, podendo transmitir doenças e causar prejuízos a saúde do consumidor;
- Controle integrado de pragas: sistema que incorpora ações preventivas e corretivas destinadas a impedir a atração, o abrigo, o acesso e/ou proliferação de vetores e pragas.

V. RESPONSABILIDADE/AUTORIDADE

Estas atividades serão desenvolvidas mensalmente. A indústria mantém um contrato com empresa terceirizada de controle de pragas ambientais, que

está devidamente registrada para esta atividade, sob supervisão do Responsável Técnico.

VI. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

a. Procedimentos usados no controle integrado de pragas

O controle integrado de pragas é constituído por medidas preventivas e medidas corretivas. As medidas preventivas: consiste em evitar que as pragas tenham acesso às instalações, abrigo, água e alimentos.

As medidas corretivas são aplicadas somente quando necessário, o combate visa à eliminação ou a manutenção de pragas em níveis aceitáveis. Este combate pode ser por métodos químicos ou físicos.

O controle das instalações e equipamentos para evitar a entrada de insetos e roedores é realizado, seguindo uma frequência e um padrão de monitoramento.

O inspetor de qualidade verifica as condições de manutenção das telas, exaustores e ralos, bem como a presença de pragas e a proteção do lixo ou resíduos que possam atrair pragas.

O programa de controle de pragas é realizado por empresa prestadora de serviços devidamente qualificada para execução de atividades de pragas:

A supervisão do trabalho da empresa prestadora de serviço é de responsabilidade do encarregado de qualidade da empresa.

As planilhas de Monitoramento de Pragas – são mantidas nas áreas e usadas para direcionamento do trabalho realizado pela prestadora de serviços.

Somente são utilizados pesticidas permitidos por lei para este fim.

Os porta-isca devem ser lacrados, identificados e posicionados em pontos pré-definidos indicados no Mapa de Posicionamento de Iscas, para facilitar as inspeções.

Os porta-isca devem ser instalados formando um anel sanitário junto ao perímetro divisório do terreno e ao redor da área de fabricação.

Devem fazer parte do programa: fossas, galerias de fiação, incluindo áreas de sucata e guarda de lixo.

A empresa prestadora de serviços deve realizar as seguintes atividades: desinsetização, e desratização.

A empresa prestadora de serviços deverá emitir relatórios após a realização de cada atividade indicando:

- Relatório de desinsetização, contendo: local e data da desinsetização; produto utilizado e sua concentração; equipamentos de aplicação; responsável pela aplicação;
- Relatório de desratização contendo: data da inspeção; resultado da inspeção de porta-isca; produto utilizado; responsável pela inspeção.

VII. GERENCIAMENTO

a. Monitoramento

Item Monitorado	Procedimento	Frequência	Responsável
Controle Integrado de Pragas – instalações, higiene do ambiente, manejo de resíduos, ausência de pragas.	Através da observação do ambiente externo e interno e preenchimento de <i>check-list</i> (PL 8.1)	Semanalmente	Supervisor de produção
Monitoramento da Ocorrência de Pragas.	Através da observação do ambiente externo e interno e preenchimento de <i>check-list</i> (PL 8.2)	Sempre que necessário	Supervisor de produção

b. Ações Corretivas

- Implementar os planos de ação das não conformidades detectadas descritas na aplicação do *check-list*;
- Contatar a empresa especializada na visualização de sinais de insetos ou roedores;
- Contratar nova empresa para a solução de problemas recorrentes.

c. Verificação

Item de Verificação	Procedimento	Frequência	Responsável
Check-list de Controle Integrado de Pragas	Observação visual do preenchimento e resultados	Mensal	Responsável Técnico

Check-list Monitoramento de Ocorrência de Pragas.	Observação visual do preenchimento e resultados	Mensal	Responsável Técnico
Certificado de aplicação de inseticidas ou raticidas	Observação visual das datas de aplicação e prazo de validade, lista de produtos químicos utilizados e idoneidade da empresa	Após a aplicação	Responsável Técnico

d. Registros

Check-list de monitoramento de controle integrado de pragas (PL 8.1);

CHECK-LIST PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE VETORES E PRAGAS URBANAS (PL 8.1)

CONTROLE DE VETORES E PRAGAS URBANAS			
Nº	ITENS OBSERVADOS DURANTE A VISTORIA	Sim	Não
1	A presença de pragas no local?		
2	A presença de vetores no local?		
3	As armadilhas estão em condições de uso?		
4	O controle de vetores e pragas urbanas atende os critérios estabelecidos em legislação?		
5	Os colaboradores recebem treinamento sobre uso de produtos químicos?		
6	Existem boas práticas de saneamento na indústria?		
7	Os resíduos estão sendo manejados ou armazenados apropriadamente?		
8	O monitoramento e a limpeza são realizados corretamente?		

MONITORAMENTO DA PRESENÇA DE VETORES E PRAGAS (PL 8.2)


Data	Setor	Houve a aparecimento de algum vetor ou praga?		Responsável
		Sim	Não	

- Certificados de execução dos serviços de desinsetização ou desratização da empresa especializada;
- Lista de produtos químicos utilizados na desinsetização e desratização;
- Registro da empresa especializada na Vigilância Sanitária ou órgão ambiental.

LATICÍNIOS 1D	PPHO 9 Procedimento Padrão de Higiene Operacional de Registros	Revisão: 01
		Elaboração: 20/02/2017
		Página: 1/1

Todos os registros utilizados pela empresa estão anexos aos demais PPHOs.

APÊNDICE 2 - ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (APCC)

		Data: 20/02/2017	Análise de Perigos Biológicos	Página 01/01		
		Versão: 001		Código APCC 01		
Etapa do processamento	Ingrediente	Perigo Biológico	Justificativa	Severidade	Risco	Medida de Controle
Recepção	Soro do leite	Microrganismos deteriorantes e patogênicos	O soro de leite pode vir contaminado da queijaria, uma vez que ele tem alta atividade de água e disponibilidade de substrato	Médio	Baixo	Quando recepcionado, o soro segue direto para a Pasteurização
Mistura	Lactose	Presença de microrganismos deteriorantes e/ou patogênicos	A lactose pode vir contaminada do fornecedor por microrganismos deteriorantes	Alta	Baixo	Caso ocorra, o produto deve ser devolvido
Fermentação Alcoólica	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	Contaminação por outros microrganismos	As culturas de microrganismos podem vir contaminados por outras espécies de microrganismos.	Altíssima	Altíssimo	Caso ocorra o produto é devolvido ao fornecedor
Fermentação Acética	<i>Acetobacter pasteurianus</i>	Contaminação por outros microrganismos		Altíssima	Altíssimo	
Envase	Garrafas de vidro de 700 mL	Presença de microrganismos deteriorantes e/ou patogênicos	A embalagem pode vir contaminada do fornecedor	Baixa	Baixa	Realizar a auto clavagem do material


LATICÍNIOS 1D	Data: 20/02/2017	Análise de Perigos Físicos	Página 01/01			
	Versão: 001		Código APPCC 02			
Etapa do processamento	Ingrediente	Perigo Físico	Justificativa	Severidade	Risco	Medida de Controle
Recepção	Soro do leite	Pedaços de metais, sujidades, fragmento de insetos, dejetos de animais e outros corpos estranhos	Contaminação por falta de limpeza do equipamento e tubulações	Alta	Baixo	Realizar procedimento PPHO 2
Mistura	Lactose		Contaminação proveniente da fabricação da matéria-prima	Alta	Médio	Caso ocorra, o produto deve ser devolvido
Fermentação Alcoólica	<i>Kluyveromyces marxianus</i>			Altíssima	Altíssimo	
Fermentação Acética	<i>Acetobacter pasteurianus</i>			Altíssima	Altíssimo	
Envase	Garrafas de vidro de 700 mL	Pedaços de metais, sujidades, garrafas quebradas e/ou lascadas e/ou rachadas,	A embalagem pode vir fraturada do fornecedor	Baixa	Baixa	Troca dos materiais; Detector de metais

LATICÍNIOS 1D		Data: 20/02/2017	Análise de Perigos Químicos	Página 01/01		
		Versão: 001		Código APPCC 03		
Etapa do processamento	Ingrediente	Perigo Químico	Justificativa	Severidade	Risco	Medida de Controle
Recepção	Soro do leite	Resíduos de produtos de higienização (NaOH, HCl e Cl ₂)	Falhas de dosagem de produto químico ou enxague insuficiente	Alta	Alta	Realizar procedimento PPHO 2 corretamente
Mistura	Lactose					
Fermentação Alcoólica	<i>Kluyveromyces marxianus</i>					
Fermentação Acética	<i>Acetobacter pasteurianus</i>					
Envase	Garrafas de vidro de 700 mL					

LATICÍNIOS 1D		Data: 20/02/2017		Determinação dos pontos críticos de controle para o processamento			Página 01/01	
		Versão: 001					Código APPCC 05	
Etapa de Processo	PCC?	Categoria do Perigo	Medida de controle	Limite crítico	Monitoramento	Ação corretiva	Registros	Verificação
Pasteurização I	Sim	Biológico	Controle do binômio tempo/temperatura	72 °C	Monitoramento da temperatura no controlador	Correção do <i>set point</i> para aumento da temperatura	Planilha de controle de temperatura	Supervisor
Mistura	Sim	Físico	Controle da entrada de corpos estranhos junto com a lactose	Ausência	Monitoramento do uso de adornos ou de ferramentas, monitoramento da entrada de vetores e/ou pragas	Descarte do lote	Planilha de controle de vetores/pragas e de uniforme dos operadores	Supervisor
Fermentação alcoólica	Sim	Biológico	Utilização do inóculo adequado, seleção do fornecedor, binômio tempo e temperatura de fermentação adequados, calibração do equipamento, controle do pH	T = 35 °C; t = 5 dias para fermentação alcoólica e 3 dias para acética; pH = 6,5	Monitoramento da temperatura e pH antes, durante e depois da fermentação	Rejeitar lote	Planilhas de controle de temperatura, tempo e pH	Supervisor
Fermentação acética								

Clarificação	Sim	Físico	Controle da entrada de corpos estranhos junto com a lactose	Ausência	Monitoramento do uso de adornos ou de ferramentas, monitoramento da entrada de vetores e/ou pragas	Descarte do lote	Planilha de controle de vetores/pragas e de uniforme dos operadores	Supervisor
Filtração	Sim	Físico	Manutenção dos filtros, Limpeza e sanitização dos filtros e tubulações	Ausência de danos nos filtros	Inspeção visual dos filtros	Troca do filtro, reprocessamento	Planilha de processo	Supervisor
Pasteurização II	Sim	Biológico	Controle do binômio tempo/temperatura	79 °C	Monitoramento da temperatura no controlador	Correção do <i>set point</i> para aumento da temperatura	Planilha de controle de temperatura	Supervisor

APÊNDICE 3 - PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO (POP)

	<p style="text-align: center;">POP 001</p> <p style="text-align: center;">Procedimento Operacional Padrão para utilização do Pasteurizador de Placas</p>	Revisão: 01
		Elaboração: 20/02/2017
		Página: 1/2

I. OBJETIVO

Este documento tem por objetivo padronizar a utilização e a manutenção do pasteurizador.

II. DESCRIÇÃO

a. Modo de ligar

Ligue o plug do equipamento na tomada com voltagem 380V. Pressione o botão verde para que o equipamento seja ligado. Ajuste no painel a temperatura desejada (*setpoint*) e a vazão de produto a ser pasteurizado. Aguarde o início do bombeamento e a mudança na temperatura no painel.

b. Modo de usar

O processo de pasteurização dura em torno de 15 a 30 segundos, durante esse tempo o equipamento não poderá ser desligado e as temperaturas devem se manter constantes.

Em caso de emergência acionar a botão de emergência que se encontra no painel do equipamento.

c. Modo de desligar

Depois de finalizado todo o processo aciona o botão preto onde o equipamento será desligado e após essa ação retira o plug da tomada para assim ocorrer a sanitização do equipamento.

d. Higienização do equipamento

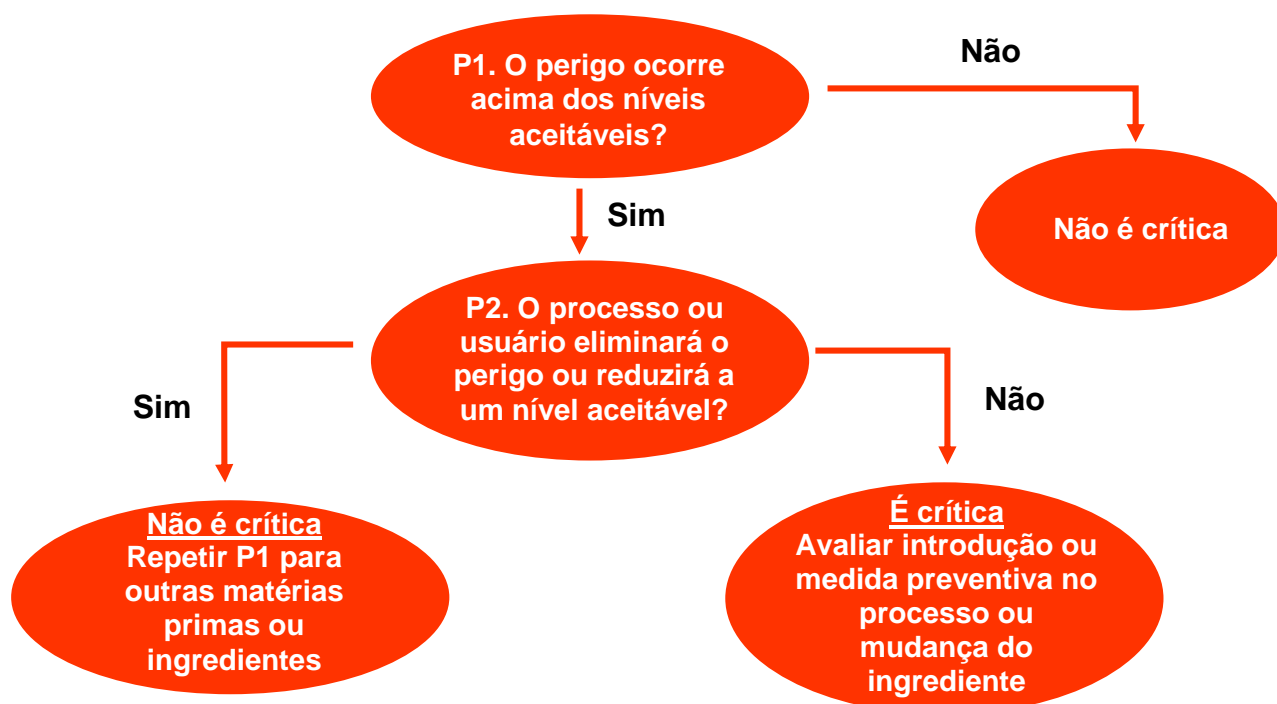
O pasteurizador conta com a tecnologia CIP e o procedimento de limpeza segue as seguintes etapas:

- Pré lavagem com água;
- Limpeza com solução alcalina à 80 °C;
- Enxague com água;
- Limpeza com solução ácida à 80°C;
- Enxague com água;
- Desinfecção com solução hipoclorito de sódio a 200 ppm;
- Enxague com água;

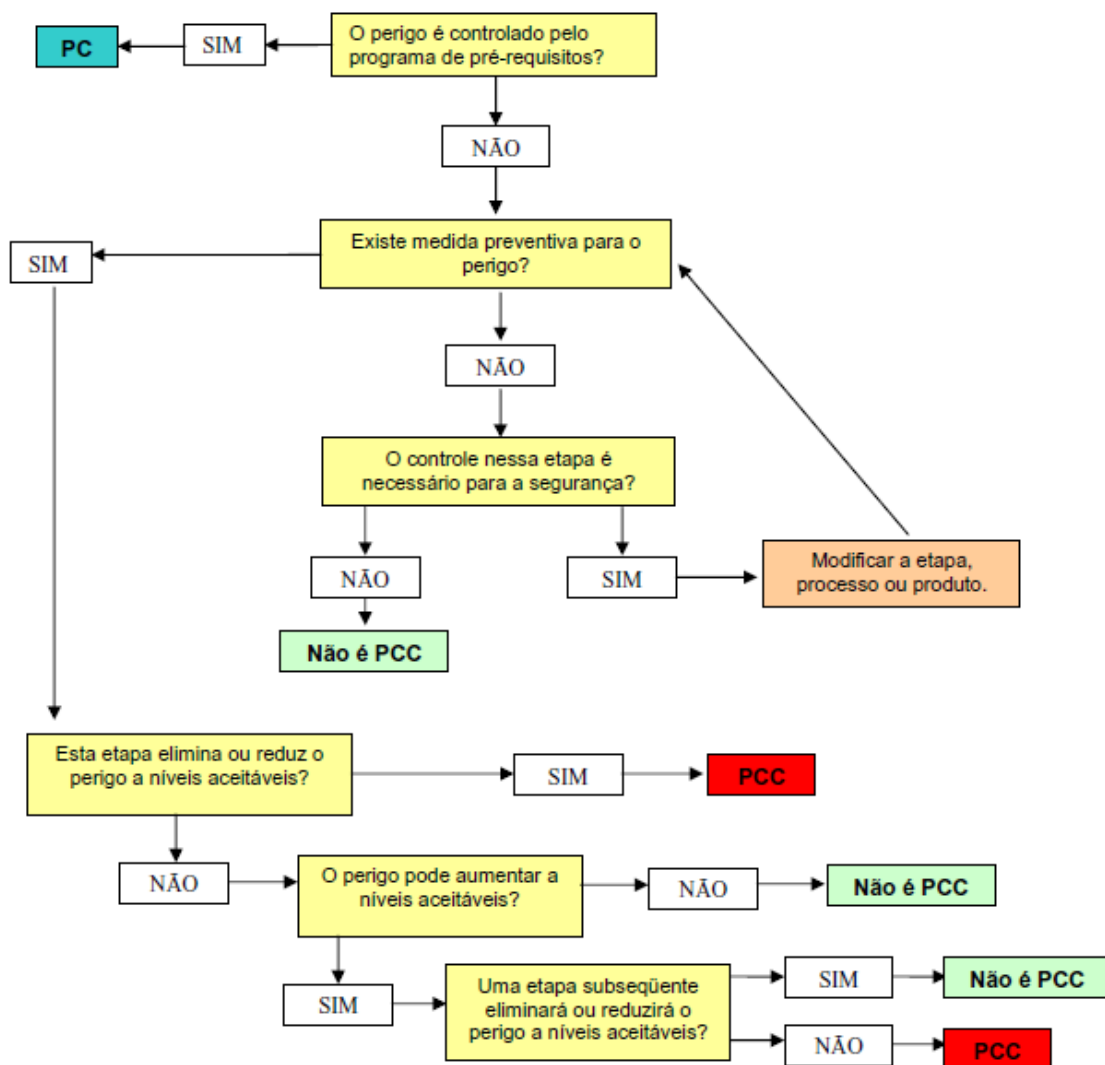
ANEXO 1 – CLASSIFICAÇÃO E DENOMINAÇÃO DO FERMENTADO ACÉTICO

Composição ou Forma de obtenção	Classificação	Denominação	
		Fermentado Acético	Vinagre
Fermentação acética do fermentado alcoólico de mistura hidroalcoólica originária do álcool etílico potável de origem agrícola;	de álcool	Fermentado Acético de Álcool	Vinagre de Álcool
Fermentação acética do fermentado alcoólico de uma ou mais frutas	de fruta	Fermentado Acético de fruta	Vinagre de fruta
Fermentação acética do fermentado alcoólico de um ou mais cereais;	de cereal	Fermentado Acético de cereal	Vinagre de cereal
Fermentação acética do fermentado alcoólico de um ou mais vegetais;	de vegetal	Fermentado Acético de vegetal	Vinagre de vegetal
Fermentação acética do fermentado alcoólico de duas ou mais das seguintes matéria-primas: fruta, cereal e vegetal	misto	Fermentado Acético misto de vegetais	Vinagre misto de vegetais
Fermentação acética do fermentado alcoólico de mel de abelha;	de mel	Fermentado Acético de Mel	Vinagre de Mel
Fermentado acético adicionado de suco de fruta ou suco de vegetal ou de mel de abelha, em conjunto ou separadamente;	Composto	Fermentado Acético de (nome genérico do fermentado acético) Composto	Vinagre de (nome genérico do vinagre) Composto
Fermentado acético de fermentado alcoólico com acidez volátil superior a oito gramas de ácido acético por cem mililitros do produto;	duplo	Fermentado Acético Duplo	Vinagre Duplo
Fermentado acético de fermentado alcoólico com acidez volátil superior a doze gramas de ácido acético por cem mililitros do produto;	triplo	Fermentado Acético Triplo	Vinagre Triplo

**ANEXO 2 – ÁRVORE DECISÓRIA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PCCS
PARA MATÉRIA-PRIMA**



ANEXO 3 – ÁRVORE DECISÓRIA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PCCS NO PROCESSO



Fonte: Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998, do MAPA.

ANEXO 4 – CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Parâmetro	Valores
pH	5 a 9
Temperatura	inferior a 40 °C
Materiais sedimentáveis	≤ 1 mL/L
Óleos minerais	≤ 20 mg/L
Óleos vegetais e gorduras animais	≤ 50 mg/L
Materiais flutuantes	Ausência
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	redução mínima de 60%
Arsênio total	≤ 0,5 mg/L
Bário e Boro total	≤ 5 mg/L
Cádmio total	≤ 0,2 mg/L
Chumbo total	≤ 0,5 mg/L
Cianeto total	≤ 1 mg/L
Cianeto livre	≤ 0,2 mg/L
Cobre dissolvido	≤ 1 mg/L
Cromo hexavalente	≤ 0,1 mg/L
Cromo trivalente	≤ 1 mg/L
Estanho total	≤ 4 mg/L
Ferro dissolvido	≤ 15 mg/L
Fluoreto total	≤ 10 mg/L
Manganês dissolvido	≤ 1 mg/L
Mercúrio total	≤ 0,01 mg/L
Níquel total	≤ 2 mg/L
Nitrogênio amoniacal total	≤ 20 mg/L
Prata total	≤ 0,1 mg/L
Selênio total	≤ 0,3 mg/L
Sulfeto	≤ 1 mg/L
Zinco total	≤ 5 mg/L
Benzeno e Tolueno	≤ 1,2 mg/L
Clorofórmio e Dicloroetano	≤ 1 mg/L
Estireno	≤ 0,07 mg/L
Etilbenzeno	≤ 0,84 mg/L
Fenóis total	≤ 0,5 mg/L
Tetracloroeto de carbono e Tricloroetano	≤ 1 mg/L
Xileno	≤ 1,6 mg/L

ANEXO 5 – EQUAÇÕES DE CHOI E OKOS (1986)

Thermal Property	Component	Equation as a Function of Temperature
k (W/m·°C)	Carbohydrate	$k = 0.20141 + 1.3874 \times 10^{-3} T - 4.3312 \times 10^{-6} T^2$
	Ash	$k = 0.32962 + 1.4011 \times 10^{-3} T - 2.9069 \times 10^{-6} T^2$
	Fiber	$k = 0.18331 + 1.2497 \times 10^{-3} T - 3.1683 \times 10^{-6} T^2$
	Fat	$k = 0.18071 + 2.7604 \times 10^{-3} T - 1.7749 \times 10^{-7} T^2$
	Protein	$k = 0.17881 + 1.1958 \times 10^{-3} T - 2.7178 \times 10^{-6} T^2$
$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Carbohydrate	$\alpha = 8.0842 \times 10^{-2} + 5.3052 \times 10^{-4} T - 2.3218 \times 10^{-6} T^2$
	Ash	$\alpha = 1.2461 \times 10^{-1} + 3.7321 \times 10^{-4} T - 1.2244 \times 10^{-6} T^2$
	Fiber	$\alpha = 7.3976 \times 10^{-2} + 5.1902 \times 10^{-4} T - 2.2202 \times 10^{-6} T^2$
	Fat	$\alpha = 9.8777 \times 10^{-2} + 1.2569 \times 10^{-4} T - 3.8286 \times 10^{-8} T^2$
	Protein	$\alpha = 6.8714 \times 10^{-2} + 4.7578 \times 10^{-4} T - 1.4646 \times 10^{-6} T^2$
ρ (kg/m ³)	Carbohydrate	$\rho = 1.5991 \times 10^3 - 0.31046 T$
	Ash	$\rho = 2.4238 \times 10^3 - 0.28063 T$
	Fiber	$\rho = 1.3115 \times 10^3 - 0.36589 T$
	Fat	$\rho = 9.2559 \times 10^2 - 0.41757 T$
	Protein	$\rho = 1.3299 \times 10^3 - 0.51840 T$
\hat{C}_p (kJ/kg·°C)	Carbohydrate	$\hat{C}_p = 1.5488 + 1.9625 \times 10^{-3} T - 5.9399 \times 10^{-6} T^2$
	Ash	$\hat{C}_p = 1.0926 + 1.8896 \times 10^{-3} T - 3.6817 \times 10^{-6} T^2$
	Fiber	$\hat{C}_p = 1.8459 + 1.8306 \times 10^{-3} T - 4.6509 \times 10^{-6} T^2$
	Fat	$\hat{C}_p = 1.9842 + 1.4733 \times 10^{-3} T - 4.8008 \times 10^{-6} T^2$
	Protein	$\hat{C}_p = 2.0082 + 1.2089 \times 10^{-3} T - 1.3129 \times 10^{-6} T^2$
Water	$k_A = 0.57109 + 1.7625 \times 10^{-3} T - 6.7036 \times 10^{-6} T^2$	(W/m·°C)
	$\rho_A = 997.18 + 3.1439 \times 10^{-3} T - 3.7574 \times 10^{-3} T^2$	(kg/m ³)
	$\hat{C}_{pA1} = 4.0817 - 5.3062 \times 10^{-3} T + 9.9516 \times 10^{-4} T^2$	(kJ/kg·°C)
	$\hat{C}_{pA2} = 4.1762 - 9.0864 \times 10^{-5} T + 5.4731 \times 10^{-6} T^2$	(kJ/kg·°C)
Ice	$k_{II} = 2.2196 - 6.2489 \times 10^{-3} T + 1.0154 \times 10^{-4} T^2$	(W/m·°C)
	$\alpha_{II} = [1.1756 - 6.0833 \times 10^{-3} T + 9.5037 \times 10^{-5} T^2] \times 10^{-6}$	(m ² /s)
	$\rho_{II} = 916.89 - 0.13071 T$	(kg/m ³)
	$\hat{C}_{pII} = 2.0623 + 6.0769 \times 10^{-3} T$	(kJ/kg·°C)

^a \hat{C}_{pA1} = For a temperature range between -40 and 0°C.

\hat{C}_{pA2} = For a temperature range between 0 and 150°C.

Source: Choi and Okos (1986b).

Condutividade	$k = \sum (k_i X_i^v)$	Em que:	$X_i^v = \frac{X_i^n}{\rho_i} \cdot \rho$
---------------	------------------------	---------	---

Densidade	$\rho = \frac{1}{\sum_i \left(\frac{X_i^m}{\rho_i} \right)}$
-----------	---

Calor específico	$\hat{C}_p = \sum_i (\hat{C}_{pi} X_i^m)$
------------------	---

Difusividade térmica	$\alpha = \sum_i (\alpha_i X_i^v)$ ou $\alpha = \frac{k}{\rho \hat{C}_p}$
----------------------	---

ANEXO 6 – TABELA TERMODINÂMICA A-4 (ÇENGEL; BOLES, 2013)

916 | Thermodynamics

TABLE A-4

Saturated water—Temperature table

Temp., T °C	Sat. press., P_{sat} kPa	Specific volume, m^3/kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, $kJ/kg \cdot K$		
		Sat. liquid, v_f	Sat. vapor, v_g	Sat. liquid, u_f	Evap., u_{fg}	Sat. vapor, u_g	Sat. liquid, h_f	Evap., h_{fg}	Sat. vapor, h_g	Sat. liquid, s_f	Evap., s_{fg}	Sat. vapor, s_g
0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2500.9	2500.9	0.0000	9.1556	9.1556
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9551	6.7989	7.7540
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2475.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151
100	101.42	0.001043	1.6720	419.06	2087.0	2506.0	419.17	2256.4	2675.6	1.3072	6.0470	7.3542
105	120.90	0.001047	1.4186	440.15	2071.8	2511.9	440.28	2243.1	2683.4	1.3634	5.9319	7.2952
110	143.38	0.001052	1.2094	461.27	2056.4	2517.7	461.42	2229.7	2691.1	1.4188	5.8193	7.2382
115	169.18	0.001056	1.0360	482.42	2040.9	2523.3	482.59	2216.0	2698.6	1.4737	5.7092	7.1829
120	198.67	0.001060	0.89133	503.60	2025.3	2528.9	503.81	2202.1	2706.0	1.5279	5.6013	7.1292
125	232.23	0.001065	0.77012	524.83	2009.5	2534.3	525.07	2188.1	2713.1	1.5816	5.4956	7.0771
130	270.28	0.001070	0.66808	546.10	1993.4	2539.5	546.38	2173.7	2720.1	1.6346	5.3919	7.0265
135	313.22	0.001075	0.58179	567.41	1977.3	2544.7	567.75	2159.1	2726.9	1.6872	5.2901	6.9773
140	361.53	0.001080	0.50850	588.77	1960.9	2549.6	589.16	2144.3	2733.5	1.7392	5.1901	6.9294
145	415.68	0.001085	0.44600	610.19	1944.2	2554.4	610.64	2129.2	2739.8	1.7908	5.0919	6.8827
150	476.16	0.001091	0.39248	631.66	1927.4	2559.1	632.18	2113.8	2745.9	1.8418	4.9953	6.8371
155	543.49	0.001096	0.34648	653.19	1910.3	2563.5	653.79	2098.0	2751.8	1.8924	4.9002	6.7927
160	618.23	0.001102	0.30680	674.79	1893.0	2567.8	675.47	2082.0	2757.5	1.9426	4.8066	6.7492
165	700.93	0.001108	0.27244	696.46	1875.4	2571.9	697.24	2065.6	2762.8	1.9923	4.7143	6.7067
170	792.18	0.001114	0.24260	718.20	1857.5	2575.7	719.08	2048.8	2767.9	2.0417	4.6233	6.6650
175	892.60	0.001121	0.21659	740.02	1839.4	2579.4	741.02	2031.7	2772.7	2.0906	4.5335	6.6242
180	1002.8	0.001127	0.19384	761.92	1820.9	2582.8	763.05	2014.2	2777.2	2.1392	4.4448	6.5841
185	1123.5	0.001134	0.17390	783.91	1802.1	2586.0	785.19	1996.2	2781.4	2.1875	4.3572	6.5447
190	1255.2	0.001141	0.15636	806.00	1783.0	2589.0	807.43	1977.9	2785.3	2.2355	4.2705	6.5059
195	1398.8	0.001149	0.14089	828.18	1763.6	2591.7	829.78	1959.0	2788.8	2.2831	4.1847	6.4678
200	1554.9	0.001157	0.12721	850.46	1743.7	2594.2	852.26	1939.8	2792.0	2.3305	4.0997	6.4302

ANEXO 7 – DIAGRAMA DE MOODY (TADINI ET AL., 2016)

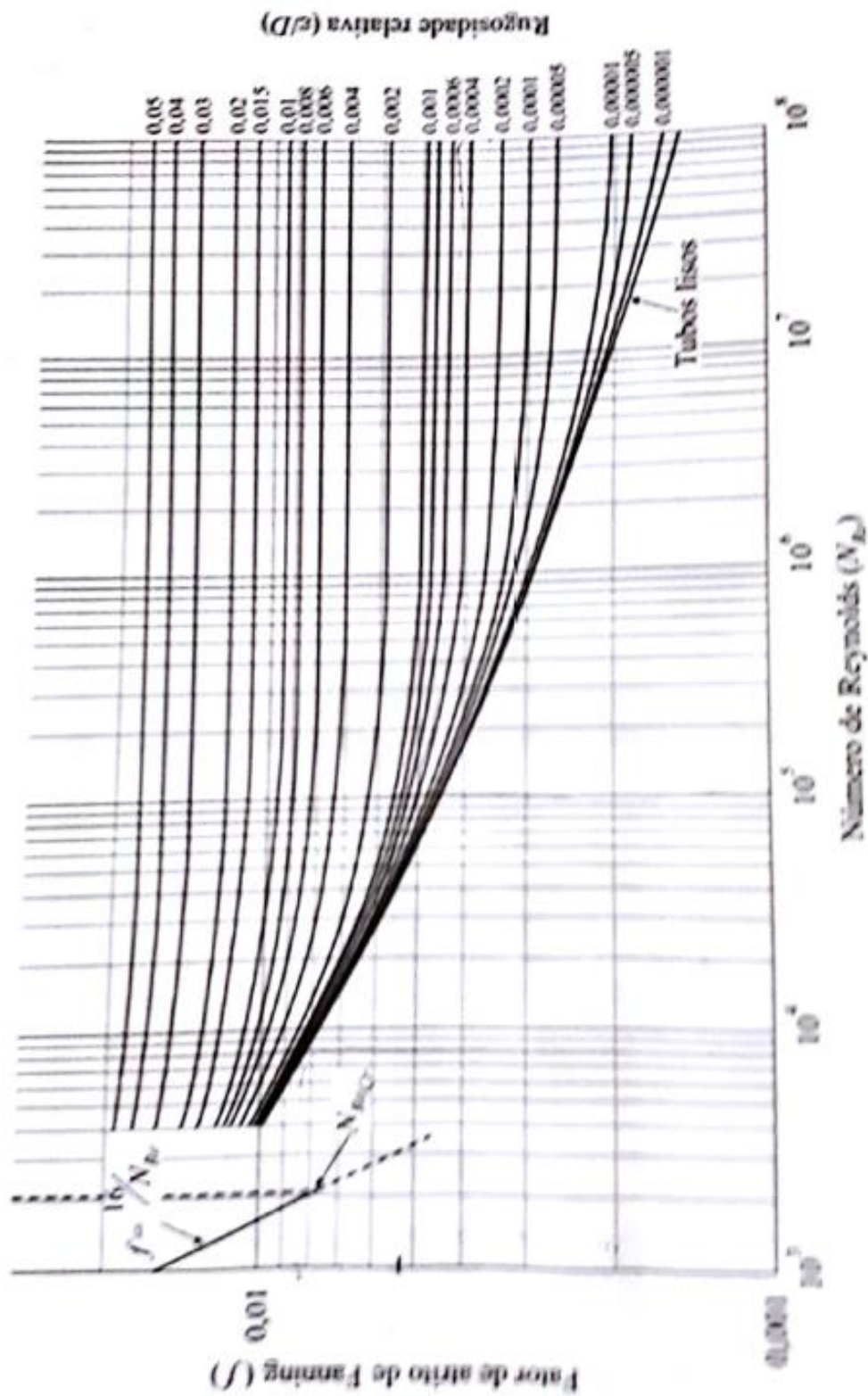


Figura 4.16 Diagrama de Moody.

**ANEXO 8 – COEFICIENTES DE PERDA DE CARGA LOCALIZADA
(TADINI ET AL., 2016)**

Tabela 4.6 Valores de coeficientes de perda de carga localizada (k_f) no escoamento turbulento através de válvulas, acessórios e medidores de vazão

TIPO DE ACESSÓRIO	k_f [ADIMENSIONAL]
Joelho de 45° padrão	0,35
45° raio longo	0,2
Joelho de 90° padrão	0,75
Raio longo	0,45
Canto vivo	1,3
Curva de 180° volta fechada	1,5
Tê-padrão, ao longo do tubo principal com a derivação fechada	0,4
Tê usado como joelho, entrada no tubo principal	1,0
Tê usado como joelho, entrada na derivação	1,0
Tê-padrão, ao longo do tubo principal com a derivação aberta	1,0
Lurva	0,04
União	0,04
Medidores de escoamento de água, disco	7,0
Medidores de escoamento de água, pistão	15,0
Medidores de escoamento de água, rotativo (disco em forma de estrela)	10,0
Medidores de escoamento de água, turbina	6,0
Válvula de gaveta aberta	0,17
¼ aberta	0,9
½ aberta	4,5
¾ aberta	24,0
Válvula de diafragma aberta	2,3
¼ aberta	2,6
½ aberta	4,3
¾ aberta	21,0
Válvula globo sede chanfrada aberta	6,0
½ aberta	9,5
Válvula globo sede material sintético aberta	6,0
½ aberta	8,5
Válvula globo, disco tampão aberta	9,0
¼ aberta	13,0
½ aberta	36,0
¾ aberta	112,0
Válvula angular aberta	2,0
Válvula de segurança ou em Y	3,0
Torneira $\phi = 5^\circ$	0,05
$\phi = 10^\circ$	0,29
$\phi = 20^\circ$	1,56
$\phi = 40^\circ$	17,3
$\phi = 60^\circ$	206,0
Válvula borboleta $\phi = 5^\circ$	0,24
$\phi = 10^\circ$	0,52
$\phi = 20^\circ$	1,54
$\phi = 40^\circ$	10,8
$\phi = 60^\circ$	118,0
Válvula de retenção, portinhola	2,0
Válvula de retenção, disco	10,0
Válvula de retenção, esfera	70,0
Válvula de pé	15,0

Fonte: Perry e Chilton (1986).