



Universidade Federal de São João del-Rei
Coordenadoria do Curso de Química



Processos Químicos na Indústria de Produção de Queijo

Nayara de Resende Gonçalves

São João del-Rei – 2017

PROCESSOS QUÍMICOS NA INDÚSTRIA DE PRODUÇÃO DE QUEIJO

Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado no 2º semestre do ano de 2017 ao Curso de Química, Grau Acadêmico Bacharelado, da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Química.

Autor: Nayara de Resende Gonçalves

Docente Orientador: Profa. Dra. Patrícia B. Martelli

Modalidade do Trabalho: Revisão Bibliográfica

São João del-Rei – 2017

RESUMO:

A produção de laticínios possui papel importante para a indústria de alimentos brasileira, e no ano de 2014 o Brasil ocupou o quinto lugar na produção mundial de leite. Porém, tais indústrias são consideradas altamente poluidoras, afinal são responsáveis pela geração de grande volume de efluentes, devido ao alto consumo de água, a formação de emissões atmosféricas e de soro, este último para o caso de indústrias especializadas na fabricação de queijo como produto principal. Com o passar dos anos, a quantidade de toneladas de queijo produzidas no Brasil, vem aumentando, e, conseqüentemente, o volume de efluentes também. Desta forma, o presente trabalho tem como finalidade uma revisão bibliográfica sobre os resíduos gerados por indústrias de laticínios, suas características físicas, químicas e biológicas. Tais características são de total importância para que os efluentes sejam reaproveitados e/ou tratados de maneira adequada, de forma que, todos os padrões, estabelecidos por lei, sejam obedecidos, para que os resíduos possam ser descartados de forma legal, onde o meio ambiente não sofra impacto e os recursos naturais permaneçam inalterados e não gerem riscos à população.

Palavras-chave: leite, queijo, soro, resíduos, tratamento, gerenciamento.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Objetivos	2
3. Matéria-Prima: Leite	2
3.1. Características Laboratoriais	3
3.2. Processos de Industrialização do leite “ <i>in natura</i> ”	3
3.3. Processos de Beneficiamento	4
3.3.1. Estocagem e Resfriamento	4
3.3.2. Pasteurização	5
4. Produto: Queijo	5
4.1. História	5
4.2. Tipos de Queijo	7
4.3. Geração de resíduos	8
4.4. Geração de Resíduos: Soro	9
5. Resíduos na indústria de laticínios com queijaria	10
5.1. Emissões Atmosféricas	10
5.2. Resíduos Sólidos	11
5.3. Resíduos Líquidos	12
5.4. Legislação Ambiental.....	13
6. Programas de Gerenciamento de Resíduos	15
6.1. Reaproveitamento de Resíduos.....	15
6.1.1. Águas residuais	15
6.1.2. Soro	16
6.2. Resíduos sólidos e a Produção mais Limpa (P + L)	17
7. Processos de Tratamento de Resíduos.....	18
7.1. Efluentes Líquidos	18
7.1.1. Tratamento preliminar	19
7.1.2. Tratamento primário	19
7.1.3. Tratamento secundário	19
7.1.3.1. Lodos ativados convencionais.....	20
7.1.3.2. Lodos Ativados de Fluxo Intermitente por Bateladas	20
7.1.3.3. Lagoas Anaeróbias + Lagoas Aeradas + Lagoas de Decantação.....	21
8. Cosiderações Finais.....	22
9. Referências Bibliográficas.....	23

1. INTRODUÇÃO

A produção de laticínios é de grande importância para a agroindústria brasileira, sendo o estado de Minas Gerais o responsável por 26,6% da produção nacional de leite¹, e também é considerado um grande produtor de seus derivados. De acordo com a Figura 1, é possível observar o crescimento da produção de leite, no Brasil, ao longo dos anos 1990 a 2014. Os laticínios movimentam a economia de pequenas e grandes cidades, sendo que, nas primeiras, os métodos de fabricação utilizados, são passados de geração em geração, mantendo viva a cultura rural de determinadas regiões do país.



Figura 1. Crescimento da produção de leite, no Brasil. (FONTE: IBGE, 2014)

Em todo tipo de indústria (alimentícia, produtos químicos, tecidos, entre outras), há formação de resíduos, com características relacionadas com o tipo de produto fabricado. Os resíduos gerados podem ser líquidos, sólidos e gasosos, e possuem características físicas, químicas e biológicas particulares. Tais características são de suma importância para definir qual o tipo de tratamento ou gerenciamento o efluente deverá ser submetido antes de ser descartado, para que se enquadre aos padrões estabelecidos por lei para o descarte.²

A indústria de laticínios é uma das mais poluidoras, dentre as indústrias de alimentos, pois neste tipo de fabricação, utiliza-se um grande volume de água, principalmente nos processos constantes de higienização. Outro fator que a torna uma grande fonte de poluição e, conseqüentemente, de grande impacto ambiental, é a formação do soro durante o processo de fabricação do queijo. O soro possui uma alta carga orgânica, se descartado de forma irregular, pode desestabilizar ou até eliminar a fauna e flora presentes no ecossistema utilizado para o despejo.³

Diante do exposto, é evidente a necessidade de controle dos resíduos gerados na indústria, assim como sua caracterização e destinação final. Portanto, é de suma importância que todas as indústrias de laticínios possuam um sistema de gerenciamento dos processos e dos resíduos, além de contarem com tratamentos eficientes em suas estruturas, para que o meio ambiente em seu entorno sofra o mínimo ou nenhum impacto devido às suas atividades no local.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo, uma revisão bibliográfica sobre os resíduos gerados em indústrias de laticínios, principalmente aqueles resultantes da fabricação de queijo.

3. Matéria-Prima: Leite

De acordo com a Instrução Normativa nº 62, de 2011, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por leite, o produto resultante de ordenha completa e sem interrupções, com condições de higiene apropriadas, em vacas saudáveis, descansadas e bem alimentadas.⁴

Do ponto de vista físico-químico, o leite é um líquido opaco, duas vezes mais viscoso que a água, com sabor um pouco adocicado e odor característico. É composto, de forma generalizada, por 7/8 de água e 1/8 de extrato seco total (EST), que são substâncias sólidas, responsáveis pelo caráter nutritivo do leite.⁵ Na Tabela 1 estão apresentados, de forma resumida, os principais componentes do leite.

Tabela 1. Principais constituintes do leite de vaca.

Constituintes do Leite	
<i>Componente</i>	<i>Porcentagem</i>
Água	87,50%
EST (12,5%):	
Gordura	3,50%
Lactose	4,70%
Proteínas	3,50%
Sais Minerais	0,80%

(Fonte: Adaptação de Valsechi, 2001)

3.1. Características laboratoriais

Para a utilização do leite, consumo direto, ou seja, para venda do leite “*in natura*”, ou como matéria-prima para a fabricação de produtos lácteos, é necessário realizar análises laboratoriais que seguem alguns padrões de qualidade.⁶ Sendo elas:

- Acidez: faixa de 15^oD (graus Dornic) a 18^oD (leite normal) e 19^oD a 20^oD (ligeiramente ácido). A acidez também pode ser expressa em porcentagem de ácido láctico presente no leite e é realizada por método de titulação, sendo a fenolftaleína o indicador mais utilizado.^{7,8}

- Densidade: faixa entre 1028,0 g/L a 1033,0 g/L. A densidade é medida por meio de termolactodensímetro, que correlaciona a densidade do leite com a temperatura em que o mesmo se encontra.^{8,9}

- Gordura: teor mínimo de 3% de gordura presente no leite integral. O método mais utilizado para a determinação da gordura no leite é o de Geber. Neste método utiliza-se uma mistura de ácido sulfúrico concentrado, álcool amílico e amostra (leite), para que as micelas de gordura sejam destruídas e a caseína sofra dissolução, de modo que a separação da gordura seja possível.^{8,10}

- Crioscopia: valor máximo de ponto de congelamento do leite de vaca: - 0,530^oH (graus Horvert). O método é realizado por meio de análise em crioscópio e é utilizado para verificar o teor de água presente no leite.⁸

- Alizarol: Análise para verificação da estabilidade térmica do leite, ou seja, para avaliar se o leite resistirá ao tratamento por aumento de temperatura, como a pasteurização, que será descrita no item 3.2.2..⁸

- Análises de fraudes e antibióticos: também são realizadas análises de fraudes no leite, como adição de água, reconstituintes, conservantes e neutralizantes. Para cada fraude há análises específicas.⁸

A caracterização seguindo os testes descritos é usada para autorizar, ou não, a utilização do leite. Os testes são de fundamental importância, considerando que o consumo do leite e seus derivados podem ocasionar intoxicações e alergias, se o produto consumido não for devidamente analisado e autorizado para o consumo.

3.2. Processos de industrialização do leite “*in natura*”

O leite “*in natura*” é assim denominado, pois se destina à alimentação em sua forma original, ou seja, no estado líquido.⁵ Logo após o processo de ordenha, o leite é levemente ácido, uma vez que ainda estão presentes nele micro-organismos que realizam o processo de fermentação, no qual a lactose é transformada em ácido láctico, com geração de energia, sendo o ácido láctico responsável pelo teor de acidez

presente no leite.¹¹ Na Figura 2, encontra-se ilustrado um esquema simplificado de fermentação láctica.

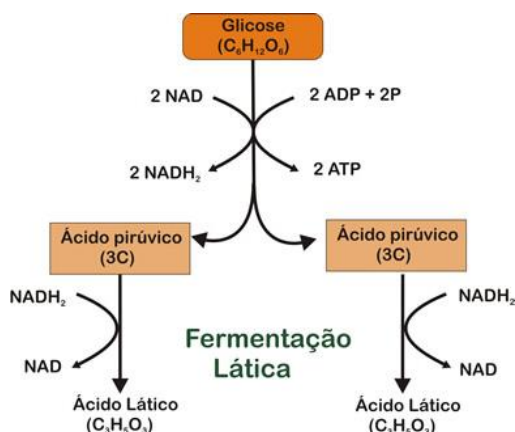


Figura 2. Esquema representativo de fermentação láctica. (Adaptação de Valsechi, 2001 e Foschiera, 2004)

Para que o leite se adeque aos padrões físico-químicos e biológicos para o consumo humano, são necessários alguns processos de beneficiamento.¹²

3.3. Processos de Beneficiamento

Os processos de beneficiamento têm como objetivo a descontaminação do leite, utilizando métodos de filtração, refrigeração e tratamentos térmicos, de forma que micro-organismos patogênicos, presentes no leite após a ordenha, sejam completamente eliminados, para que não haja risco algum para os consumidores, seja do leite *“in natura”* ou de seus derivados.¹¹

Alguns dos métodos utilizados para esta finalidade estão presentes nos tópicos 3.3.1 e 3.3.2..

3.3.1. Estocagem e Resfriamento

Atualmente, as fazendas produtoras de leite, realizam a ordenha de forma mecânica e não mais manual, contribuindo para a diminuição de micro-organismos patogênicos no leite. Seu transporte é realizado por caminhões-tanque isotérmicos, que são dotados de mecanismos de refrigeração, que evitam o aumento da temperatura do leite, uma vez que o aumento da temperatura pode ocasionar o crescimento de micro-organismos e, conseqüentemente, a fermentação da lactose durante o transporte nestes tanques.¹³

Nas plataformas de recepção de leite, este é retirado dos tanques de transporte por meio de um medidor de vazão de leite automático, onde o leite é medido e direcionado para os tanques de armazenamento. Este armazenamento possui controle

de temperatura, de no máximo 5 °C¹⁴, o que aumenta o tempo de vida útil do leite e não permite o crescimento de micro-organismos desagradáveis à qualidade do leite.

3.3.2. Pasteurização

O processo de pasteurização é o tratamento de leite por meio de aquecimento à temperatura entre 71,5 e 75°C, num intervalo de tempo de 15 a 20 minutos com imediato resfriamento a 3 ou 4°C, com o objetivo de eliminar micro-organismos patogênicos, fazendo com que somente os micro-organismos termo tolerantes ainda permaneçam, e estes afetam ao mínimo a qualidade do leite e a saúde humana.¹¹

Na Figura 3, está apresentado, de forma simplificada o método de pasteurização contínua¹⁵.

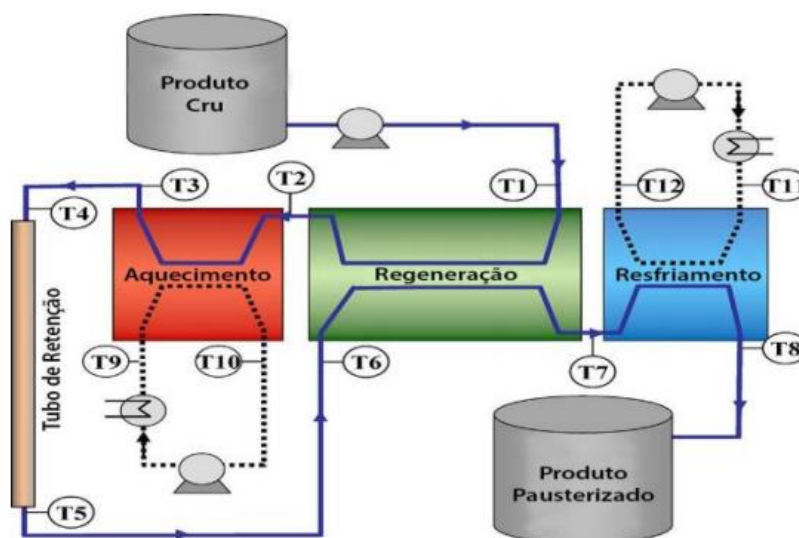


Figura 3. Método de pasteurização contínua, juntamente com as indicações dos pontos de controle de temperatura, feitos ao longo do processo.(FONTE: Guitierrez et. Al, 2014)

4. Produto: Queijo

4.1. História

Há muitos relatos sobre a descoberta do queijo, porém a mais aceita historicamente é sobre um mercador árabe, que transportava leite de cabra dentro de um cantil feito de estômago seco de carneiro. O mercador, ao fazer uma parada para se alimentar, abriu o cantil e percebeu que o leite se transformara em uma massa, juntamente com um líquido fino e aquoso, denominado de coalhada. Tal ocorrência se deve ao fato de que no estômago de alguns animais ruminantes há uma mistura de enzimas quimosina e pepsina, que por sua vez, coagulam o leite, transformando-o em

uma massa semilíquida, que vem a se tornar o queijo, amplamente conhecido desde muitos séculos.⁵ De acordo com alguns historiadores, a produção de queijo artesanal, no estado de Minas Gerais, se deu no ano de 1920, sendo sua fabricação realizada por imigrantes dinamarqueses.¹⁶

Para a fabricação do queijo deve ser realizada a coagulação do leite, e como citado, no estômago de animais jovens, como bezerro ou vitelo, existem enzimas que realizam esta coagulação. Porém, de acordo com a idade do animal e o tipo de alimentação, podem haver variações nas quantidades das enzimas quimosina e de pepsina, sendo a primeira muito mais utilizada em diferentes tipos de queijo e é encontrada em maior quantidade em animais jovens e que só tenham se alimentado de leite, ou seja, é necessário o abate destes animais para a retirada da quimosina.¹⁷ Atualmente, para as pessoas que não se alimentam de produtos provenientes de origem animal, existem os coalhos fúngicos (exemplo: *Rhizomucor miehei*) e os vegetais (como o proveniente da *Cynara cardunculos*, o cardo selvagem)¹⁸, entre outros.

A principal proteína do leite é a caseína, representando 78% do total, e o queijo é obtido por meio da coagulação desta proteína, desta forma, quanto maior a sua fração no leite, maior o rendimento da fabricação. Os outros 22% da fração proteica, são correspondentes às albuminas e às globulinas, que são solúveis em água e não coagulam, portanto, estas proteínas permanecem no soro do queijo, mostrando que o soro possui características ideais para ser reaproveitado para alimentação humana e/ou animal.¹⁶

O processo de fabricação do queijo, envolve, de maneira generalizada os processos de adição de ingredientes característicos de cada tipo de queijo e do coalho, agitação para realizar a mistura dos ingredientes e favorecer a coagulação da caseína com posterior descanso da massa, no tempo necessário para que a coagulação ocorra de maneira completa. Após este processo, ocorre o corte da coalhada, sendo que nesta etapa há a geração do soro e sua posterior dessoragem. Por fim, a massa é cortada, colocada em fôrmas, que são prensadas, levadas para as salgas e para as câmaras frias de secagem. É importante ressaltar que o tempo de salga, secagem e maturação (se houver) até a embalagem do produto final vai variar de acordo com cada tipo de queijo.

A Figura 4 mostra um fluxograma da fabricação de queijo, relacionando as matérias-primas, o processo e os resíduos gerados.¹⁶

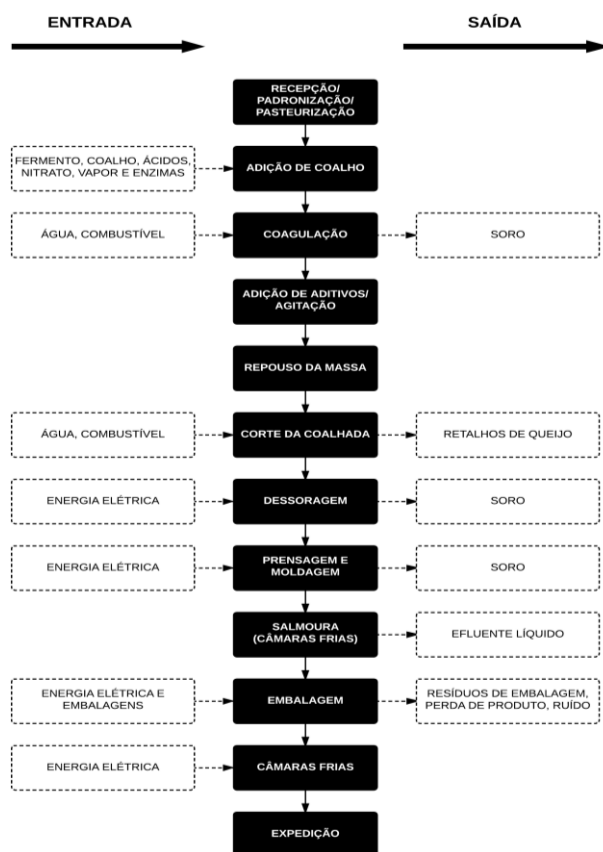


Figura 4. Fluxograma da fabricação de queijo. (Fonte: Guia Técnico Ambiental, FIEMG/FEAM, 2014)

4.2. Tipos de Queijo

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (ABIQ), no ano de 2015, cerca de 11 bilhões de litros de leite, dos 34 bilhões produzidos no Brasil, foram transformados em queijo.¹⁹ A maior concentração de laticínios é na região que mais produz leite, a Sudeste, sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor, com 609 estabelecimentos fiscalizados e reconhecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).²⁰

No Brasil, são produzidos variados tipos de queijos, sendo eles criações brasileiras ou advindos de culturas estrangeiras (dinamarquesas, italianas, francesas, entre outras). São cerca de 70 tipos de queijo produzidos atualmente no país e serão destacados alguns dos mais conhecidos e consumidos pelos brasileiros: Minas Frescal, Prato, Coalho, Gorgonzola, Parmesão, Camembert e Mussarela.

O queijo Minas Frescal e o Prato são brasileiros e criados em Minas Gerais, com grande popularidade em todo o país, principalmente por sua fabricação simples. Já o queijo Coalho é originário da região Nordeste do Brasil e muito consumido nas regiões litorâneas assado em brasa ou frito.²¹

O queijo Gorgonzola é de origem italiana e é caracterizado pela presença de mofo *Penicillium roqueforti* em sua composição, que origina, em seu interior, veios azuis esverdeados, cujo feitiço é mais elaborado e requer fabricação isolada de quaisquer outros queijos, afim de que o mofo citado não prolifere em outros tipos de produtos lácteos. Outro queijo, também de origem italiana, mais precisamente da região de Parma, é o Parmesão, onde é maturado de 1 a 3 anos, já na fabricação brasileira, a maturação chega a 6 meses e seu consumo é destinado, principalmente, à forma ralada.²¹

Um exemplo de queijo francês é o Camembert, que possui em sua superfície o mofo branco *Penicillium candidum*, que confere a este tipo de queijo uma camada aveludada e requer fabricação cuidadosa e isolada, com processo inteiramente artesanal.²¹

Por fim, o queijo mais consumido e fabricado no Brasil é o Mussarela (ou Mozzarella, de origem italiana), devido à sua vasta aplicação na culinária. Diversas tecnologias são utilizadas na sua fabricação, assim sendo, é possível encontra-lo em forma de esferas, palitos e nós, para consumo imediato, ou em forma retangular, para corte e ralação.²¹

4.3. Geração de resíduos

Em todo e qualquer processo fabril há a geração de resíduos, ou seja, substâncias rejeitadas e/ou produzidas durante a fabricação. Os resíduos podem ser sólidos, líquidos, gasosos (emissões atmosféricas), ou uma mistura de ambos. No caso específico das indústrias de laticínios que produzem queijo, há formação dos três tipos citados:

- Sólidos: perdas de produto durante a enformagem, viragem e embalagem; perdas de embalagens plásticas e de papelão, produtos devolvidos. Também são considerados os que são provenientes de escritório, de sanitário, refeitórios, de Estação de Tratamento de Esgoto (E.T.E.), (lodo, por exemplo).

- Gasosos: emissões atmosféricas, resultantes da queima de caldeira (fonte de vapor).

- Líquidos: procedimentos de higienização, vazamentos e derramamentos, e principalmente o descarte do soro.

É importante ressaltar que os resíduos gerados pela indústria de laticínios que produz queijos são os que possuem uma maior Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), ou seja, em seus efluentes líquidos, a concentração de matéria orgânica biodegradável é muito elevada e varia, de 3.000 a 6.000 mg.L⁻¹.¹⁶

4.4. Geração de resíduos: Soro

Durante o processo de fabricação do queijo, há a coagulação da caseína do leite, em que ocorre o aprisionamento da gordura e de sais em suspensão, e a consequente liberação do soro, sendo este composto por água, lactose e sais solúveis.¹¹

Considerando que o rendimento médio da fabricação de queijo é de 10L de leite para 1 Kg de queijo fabricado, há a geração de 9L de soro²², o que faz com que o soro seja o principal efluente gerado durante o processo, tanto pelo seu grande volume quanto pela sua alta carga orgânica (DBO entre 30.000 e 50.000 mg O₂/L) . Existe o soro ácido (pH entre 5 e 6) e o doce (pH entre 6 e 7), sendo o último o mais comum para a fabricação brasileira, por coagulação enzimática. Na Tabela 2, estão listados os componentes do soro doce, de acordo com as proporções em que aparecem.²³

Tabela 2. Componentes do soro doce.

Componentes	Quantificação (%)
Água	93 a 94
Sólidos Totais (6 a 7%)	
Lactose	4,5 a 5
Proteína	0,8 a 1
Nitrogênio	22
Ácido láctico	0,1 a 0,2
Cinzas	0,5 a 0,7

(Fonte: Adaptação de Costa, 2008)

Em muitas fábricas de queijo, o soro é descartado juntamente com outros tipos de resíduos, como a água de limpeza, diretamente em cursos d'água. Entretanto, essa prática é ilegal perante a legislação vigente, considerando que o soro é rico em matéria orgânica e sempre se apresenta em grandes volumes, mesmo que em pequenas fabricações. Esse descarte pode prejudicar e/ou extinguir a vida aquática presente no meio receptor de tal resíduo.

O soro apresenta características que podem torna-lo matéria-prima de outros produtos e não somente um resíduo da fabricação de queijo. Devido à lactose e às proteínas presentes em sua composição, o soro possui alto valor nutricional, além de sua aplicabilidade como gerador de energia em processos biotecnológicos e em indústrias farmacêuticas.²⁴ Porém, o reaproveitamento do soro do queijo para utilização na alimentação humana é um processo que envolve um alto investimento econômico e estrutural. Além disso, a maioria das queijarias do Brasil são de médio e pequeno porte, assim sendo, tal reutilização se torna pouco viável e as indústrias

optam por métodos mais simples e de custo mais baixo. Entretanto, é de suma importância gerar um efluente tratado que se enquadre aos padrões estabelecidos por lei.

5. Resíduos na indústria de laticínios com queijaria

Os resíduos provenientes das indústrias alimentícias geralmente não causam riscos diretos à saúde e são biodegradáveis, porém o grande volume gerado, seus constituintes (gorduras e carboidratos, por exemplo) e a alta carga orgânica podem ocasionar graves danos ao meio ambiente.²⁶ Por isto, o tratamento adequado dos resíduos é obrigatório e essencial para a preservação dos cursos d'água e de todo o ecossistema presente nos arredores das indústrias.

Segundo o artigo 225 da Constituição Federal, de 1988, “Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservar para as presentes e futuras gerações”.²⁷

5.1. Emissões Atmosféricas

A principal fonte de emissões atmosféricas, ou resíduos gasosos, é a proveniente de equipamentos responsáveis pela queima de combustível para geração de vapor. No caso dos laticínios, os equipamentos utilizados são denominados caldeiras. O combustível de maior utilização nas indústrias de laticínios é a lenha, pelo baixo custo de aquisição.¹⁶ Na Figura 5 está demonstrado um esquema simplificado do funcionamento de uma caldeira.²⁸

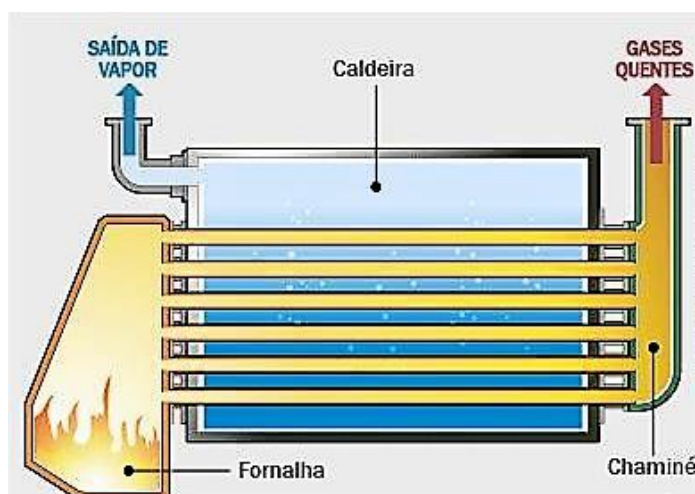


Figura 5. Esquema simplificado de funcionamento de caldeira. (Fonte: Adaptação Alberichi, 2013)

Durante o processo de queima há liberação de gases que são contaminantes à atmosfera, como por exemplo, os óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3), que são diretamente influenciados pelo tipo e a qualidade do combustível utilizado para o funcionamento da caldeira. O monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO e NO_2) e materiais particulados (MP) são oriundos do processo de funcionamento e do projeto do equipamento.²⁹

Outro tipo de contaminante gasoso é o proveniente de possíveis vazamentos em sistemas de refrigeração, que funcionam com fluídos em sistemas fechados, sendo a amônia o mais utilizado, seguido de outros compostos orgânicos halogênicos. A amônia apresenta características tóxicas aos seres humanos e aos ecossistemas terrestres e aquáticos, desta forma, um vazamento pode acarretar graves problemas ambientais e para a população.¹⁶

5.2. Resíduos Sólidos

Todos os resíduos sólidos gerados para que o funcionamento da empresa seja viável são considerados resíduos industriais e se dividem em, basicamente, dois grandes grupos:

1 – Resíduos provenientes de escritórios, instalações sanitárias e refeitórios, sendo eles papéis, papel higiênico, papel toalha, materiais eletrônicos, plásticos, diversas embalagens, restos de alimentos, entre outros.

2 – Resíduos gerados ao longo do processo de fabricação: fitas de queijo (retiradas durante o processo de enformagem), devolução de produtos vencidos, madeiras, cinzas de caldeira, materiais metálicos com resíduos de graxas (utilizados na manutenção e conserto de equipamentos), vidros, equipamentos de proteção individual (E.P.I's), lâmpadas, lodo do processo de tratamento dos efluentes líquidos do laticínio, e quaisquer outros materiais consequentes do processo fabril.

5.3. Resíduos Líquidos

Os resíduos líquidos são também denominados efluentes industriais, são os gerados em maior quantidade durante o processo de fabricação de laticínios, afinal estas indústrias são caracterizadas pelo grande volume de água utilizado ao longo da fabricação e também pela geração do soro. Os constituintes dos efluentes de indústrias de laticínios variam de acordo com cada tipo de processo realizado ao longo da fabricação, bem como o volume de leite, as condições de manutenção dos equipamentos utilizados e se a empresa possui qualquer tipo de gerenciamento e/ou tratamento de efluentes eficazes e em constante utilização.³⁰ Tais processos serão discutidos mais detalhadamente no item 8, do presente trabalho.

Os efluentes, em sua maioria, possuem alta carga orgânica, pois em procedimentos como a higienização de balões de armazenamento de leite, de tanques de fabricação, de pasteurizadores, desnatadeiras, padronizadoras, entre outros, há presença de leite, soro, gordura, proteínas e carboidratos, que aumentam a DBO e a DQO e necessitam de tratamento eficiente. Também há presença de produtos químicos no efluente, utilizados nos processos de higienização pessoal, de equipamentos e ambientes. Assim sendo, são muitas as causas da geração de efluentes, sendo algumas delas listadas na Tabela 3.¹⁶

Tabela 3. Exemplos de efluentes líquidos e seus processos geradores.

Processo	Exemplos
Higienização	<ul style="list-style-type: none"> - Lavagem de caminhões que transportam leite;- Lavagem de balões que armazenam e resfriam o leite; - Lavagem de tanques e equipamentos utilizados durante a fabricação, pisos e paredes. - Limpeza de todos os setores ao se iniciar ou terminar o processo, com presença de produtos químicos; - Limpeza CIP: “Cleaning in Pleace” – geração de resíduos ácidos e básicos. <p>Em todos os processos de limpeza, há presença de produtos químicos.</p>
Descartes	<ul style="list-style-type: none"> - Descarte de leite, gerado pelo início e término de atividade de equipamentos: pasteurizadores, padronizadoras, etc., - Descarte ocasional ou proposital de leite, soro, restos de fabricação em tubulações de águas residuais.
Vazamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Vazamentos ocasionados por falha de equipamentos, que não possuam manutenção preventiva. - Derramamentos gerados por falha humana, em que há o transbordamento de tanques, por exemplo. - Uso incorreto de equipamentos. - Vazamentos de óleos, graxas e combustíveis de equipamentos.
Esgotos	<ul style="list-style-type: none"> - Esgotos provenientes da utilização de sanitários por funcionários. - Esgotos de refeitórios e cozinha. - Efluentes provenientes de lavanderia.

(Fonte: Guia técnico ambiental FIEMG/FEAM, 2014)

Estão presentes nos efluentes poluentes inorgânicos, como nitrogênio e fósforo, que são provenientes do leite, que possui cerca de 3% de proteínas e 1000

mg.L⁻¹ de fósforo.³¹ Ao realizar o despejo, sem tratamento adequado, de efluentes que contenham estes nutrientes, pode ocorrer o processo de eutrofização do corpo d'água que recebeu o rejeito, ou seja, o excesso de fósforo pode ocasionar a superprodução de algas e outras plantas aquáticas que ficam na superfície e impedem que a luz solar passe e impossibilite a realização de fotossíntese, fazendo com que os organismos fotossintetizantes morram, aumentando a quantidade de bactérias aeróbicas. Com o aumento de tais bactérias, a quantidade de oxigênio presente na água tende a diminuir até que se apresente em quantidades inferiores às necessárias para a vida aquática.³²

5.4. Legislação Ambiental

Com base em todos os tipos de resíduos gerados nas indústrias de laticínios citados anteriormente, se faz necessário um controle rígido dos lançamentos de tais efluentes no meio ambiente. Para isto, existem padrões, que podem ser regionais ou nacionais que fazem parte da legislação ambiental.³²

Abaixo, consta a resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº357 do ano de 2005, a deliberação do COPAM (Conselho de Política Ambiental) nº74 de 2004 e Resolução CONAMA nº430 de 2011, que descrevem alguns padrões que devem ser seguidos em relação aos resíduos líquidos gerados pelas indústrias de laticínios.

- **Resolução CONAMA nº 357:** Os efluentes provenientes de qualquer fonte poluidora devem passar por tratamentos que os enquadrem nos padrões de níveis máximos de carga poluidora, previstos na resolução, para que sejam lançados ao meio ambiente. Especificamente no parágrafo 34 da referida resolução, são listados alguns critérios obrigatórios para o despejo final do efluente³³, sendo eles:

- Temperatura: menor que 40 °C e que não varie a temperatura do corpo d'água que irá receber o efluente tratado em mais que 3 °C.

- Materiais sedimentáveis: até 1mLxL⁻¹. Em corpos receptores em que não haja movimentação significativa, a presença de materiais sedimentáveis deve ser igual a zero.

- pH: 5 a 9.

- Óleos e graxas: os de origem vegetal e animal (gordura) não devem exceder a 50 mgxL⁻¹ e os minerais deve se manter até 20 mgxL⁻¹.

- Materiais flutuantes: ausentes.

- Vazão: A vazão de despejo é calculada a partir da vazão média de atividade industrial informada aos órgãos competentes.

- **Resolução CONAMA nº430/2011**: Nesta, constam os padrões para a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) que é 60 mgxL^{-1} e para a Demanda Química de Oxigênio (DQO), sendo seu valor máximo no efluente igual a 180 mgxL^{-1} .¹⁶

- **Deliberação Normativa COPAM nº74/2004**: Estabelece critérios para classificação de empreendimentos e/ou atividades produtivas que alterem o meio ambiente e que necessitem de autorização ambiental ou licenciamento ambiental.³⁴

Considerando os resíduos gasosos gerados durante o processo de fabricação de laticínios, pode-se citar a Deliberação Normativa COPAM nº187 de 2013, a qual estabelece padrões para emissões de poluentes atmosféricos, visando o melhoramento da qualidade do ar.³⁵

A **Resolução CONAMA nº 313/2002** é especificamente direcionada aos resíduos sólidos e é tendo-a como base, juntamente com a **Norma Brasileira (NBR) 10.004 de 2004**, que se torna possível classificar e identificar os resíduos sólidos.^{36,37,38} Tal classificação é realizada da seguinte maneira:

- Classe I: inflamáveis, corrosíveis, reativos, patogênicos e altamente impactantes ao meio ambiente, se manuseados de maneira inadequada.
- Classe IIA: combustíveis, biodegradáveis, voláteis e solúveis em água.
- Classe IIB: aqueles que nenhum de seus componentes se solubilizam em concentrações estabelecidas pela NBR 10.005.

Outras Normas Brasileiras podem ser citadas em se tratando de resíduos sólidos, sendo algumas delas:

- **NBR - 12.235/1992**: Trata de como deve ser realizado o armazenamento de resíduos sólidos perigosos.³⁹

- **NBR - 13.221/2003**: Delibera sobre o transporte terrestre adequado para resíduos sólidos.⁴⁰

- **NBR - 11.174/1990**: Descreve sobre como deve ser realizado o armazenamento de resíduos sólidos inertes e não inertes.⁴¹

6. Programas de Gerenciamento de Resíduos

6.1. Reaproveitamento de Resíduos

A indústria de laticínios, especialmente a que produz queijos, é uma grande geradora de resíduos, sejam eles de natureza líquida, sólida ou gasosa e a legislação ambiental possui padrões rígidos com relação ao descarte destes resíduos. Desta forma, uma alternativa para reduzir os impactos ambientais gerados pelas indústrias é a utilização de programas de gerenciamento de resíduos, ou seja, métodos tecnicamente comprovados de redução da geração de resíduos, bem como suas reutilizações da maneira mais adequada e financeiramente viável para a indústria.

6.1.1. Águas residuais

Grande parte do volume de resíduos líquidos gerados pela indústria é proveniente dos processos de higienização de equipamentos e ambientes. No processo de limpeza, as águas de primeiro enxágue de tanques, padronizadoras, pasteurizadores, balões de estocagem de leite, entre outros, possuem resquícios de leite, que pode ser aproveitado.

Um método de reaproveitamento dos sólidos de leite presentes nas águas de primeiro enxágue é a filtração por membranas⁴², que geralmente são finos polímeros sólidos que separam duas fases presentes no resíduo. Uma das fases é denominada concentrado, em que ficam retidos sólidos pequenos, mas ricos em proteínas e gorduras, que podem ser reutilizados, de maneira legal, na fabricação de alguns produtos lácteos, de baixa umidade, como o leite condensado por exemplo. É importante ressaltar que para a reutilização do concentrado citado, é necessária a realização de procedimentos que retire qualquer contaminante que possa estar presente no concentrado (pasteurização).⁴³ A outra fase é a água resultante, que pode ser reutilizada para limpeza de pisos e exterior de caminhões e nas descargas dos sanitários.

Outro método de reaproveitamento de água é a utilização de equipamentos que façam uso da recirculação de água, em que não há o descarte da água já utilizada. Tal método é muito utilizado em processos de resfriamento do leite, realizado em pasteurizadores e balões de estocagem, por exemplo.

6.1.2. Soro

No Brasil, como já foi descrito anteriormente, em muitas indústrias de laticínios com queijaria o soro é ilegalmente descartado junto com as águas residuais e possui alto potencial poluidor e sabendo que, em média, para a fabricação de 1 kg de queijo, deve se utilizar 10 L de leite, e gera-se 9 L de soro. Além destes fatos, o Brasil, por não fazer o aproveitamento do soro, devido à descaso ou aos altos custos, realiza grandes importações desse subproduto do leite, como mostra a Tabela 4. Assim sendo, um método de redução deste poluente é o seu reaproveitamento como soro em

pó, o que gera a diminuição do potencial poluidor da indústria e das importações realizadas pelo país, contribuindo, desta forma, para a economia.

Tabela 4. Importações de soro nos anos 2007 até 2012.

Ano	Importações de SORO (kg)
2007	28.006.906
2008	36.179.250
2009	26.724.600
2010	28.904.650
2011	22.774.175
2012	24.008.600

(Fonte: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior (ALICE), 2012)⁴⁴

Um método de reaproveitamento do soro é a utilização deste “*in natura*”, ou seja, sem qualquer modificação para o uso, como para a alimentação animal (principalmente bovinos), bebidas lácteas, fabricação do queijo ricota, entre outros. Porém, para cada destinação é necessário a realização de análise técnica e econômica para que o reaproveitamento seja eficiente e que realmente não prejudique o meio ambiente e nem o seres humanos que vierem a consumir os produtos fabricados a partir do soro.³⁰

Outro método de reaproveitamento é a transformação do soro líquido em soro em pó, que é uma variável do soro mais rica em proteínas, afinal ele se encontrará em sua forma mais concentrada. Neste processo, o soro “*in natura*”, primeiramente, é pasteurizado e padronizado a 0% de gordura, sendo posteriormente filtrado em membranas de nanofiltração ou por osmose reversa (concentração do soro). Até nesta etapa, em que o soro se encontra concentrado a sua comercialização já é viável, uma vez que a indústria pode concentrar o soro e vender para outra empresa que realizará a sua secagem ou o utilizará para outros fins, sejam eles alimentícios ou não (indústrias farmacêuticas, cosméticas e químicas, por exemplo).¹⁶

O processo de secagem do soro se inicia em concentradores/evaporadores de coluna, com temperatura igual a 75 °C e vácuo, logo após, o concentrado é levado a atomizadores em torres de secagem, onde há a aspensão do soro em forma de gotículas, as quais entram em contato com o ar quente e umidade controlada na parte superior das torres, de forma que, ao chegarem ao fundo das torres, as gotículas já estarão em forma de pó. O soro em pó é transportado para estocagem, pneumaticamente.¹⁶

Uma outra possível utilidade do soro e de grande interesse econômico é a obtenção de etanol a partir da fermentação do soro, em que há a utilização de leveduras, sendo que a denominada *Saccharomyces lactis* foi a que apresentou maiores índices de produção de etanol a partir do soro com adição de sacarose.⁴⁵

6.2. Resíduos sólidos e a Produção mais Limpa (P + L)

Na denominada Produção mais Limpa (P + L), existem três níveis de gerenciamento de resíduos, sendo eles demonstrados na Figura 6.⁴⁶

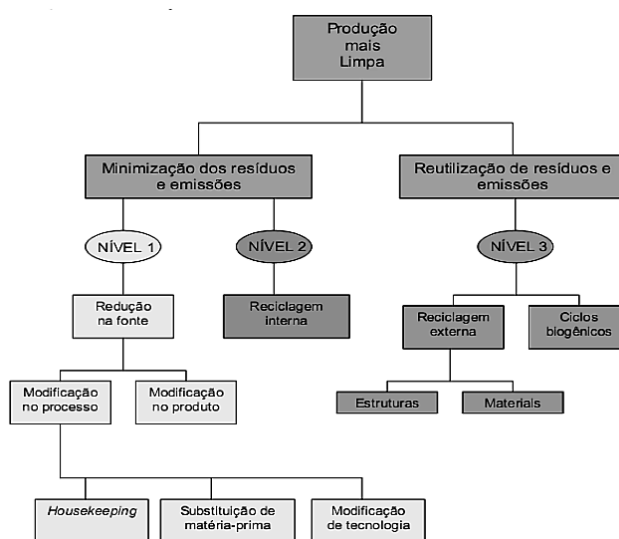


Figura 6. Esquema para gerenciamento de resíduos para P+L (FONTE: Moro, 2005)

Em se tratando de resíduos sólidos, o principal objetivo de planos de controle da geração destes é o primeiro nível, no qual há a redução diretamente na fonte geradora, ou seja, a utilização de planos para que a geração de resíduos de todo o processo industrial seja minimizada. Após esta etapa, se ainda houver resíduos que não possam ser diminuídos, o nível 2 estabelece que ocorra a reciclagem interna dos resíduos sólidos, como por exemplo sua reinserção no próprio processo produtivo. Após esta avaliação, se ainda restarem resíduos, os mesmos devem ser direcionados para a reciclagem externa, que necessita de armazenamento temporário e transporte que estejam de acordo com a legislação vigente.⁴⁶

Um método de redução da geração de resíduos sólidos diretamente na fonte (Nível 1) é o controle das embalagens das matérias-primas, em que é realizada a compra de produtos que contenham a maior quantidade de insumo possível por empacotamento.⁴⁶

Para o Nível 2, pode-se citar o reaproveitamento de caixas de papelão defeituosas, que não são úteis para a embalagem dos produtos alimentícios, em outros setores da indústria, por exemplo na organização de almoxarifados de

embalagens secundárias. Para o nível 3 é necessário que a indústria possua empresas parceiras que realizem reciclagens de acordo com as normas sanitárias e ambientais.

7. Processos de Tratamento de Resíduos

Como foi citado no tópico anterior, o primeiro passo para todo e qualquer tipo de indústria é o plano de gerenciamento de resíduos, em que há primeiramente a redução dos resíduos gerados, afinal uma redução nos resíduos acarreta em uma diminuição dos impactos sentidos pelo meio ambiente e pelos seres humanos. Todavia, mesmo as empresas que possuem planos de gerenciamento, ainda há resíduos que não são passíveis de redução (como o soro, por exemplo) e para tais são necessários tratamentos físicos, químicos ou biológicos (ou uma mistura deles) para tratá-los de maneira eficiente para serem lançados ao meio ambiente dentro dos padrões estabelecidos por lei.

Serão citados alguns métodos para tratamento de resíduos líquidos e suas aplicabilidades.

7.1. Efluentes Líquidos

Os efluentes líquidos de indústrias de laticínios com queijaria possuem alta DBO, além de compostos gordurosos e outros nutrientes que, em grandes quantidades, afetam enormemente o meio ambiente. Assim sendo, o tratamento destes resíduos deve ser realizado de maneira detalhada, cujos resultados devam atender à legislação.

O tratamento dos efluentes consiste, basicamente, em três etapas, que serão descritas nos tópicos seguintes.

7.1.1. Tratamento preliminar

O objetivo desta primeira etapa do tratamento é a retirada dos sólidos grosseiros, por meio de métodos essencialmente físicos. São utilizadas, normalmente, peneiras autolimpantes, feitas em aço inoxidável, cujas fendas possuem espaços de 0,5 mm entre si, para que os sólidos maiores, presentes no efluente que chega até a estação de tratamento de esgoto (E.T.E.), fiquem retidos.¹⁶

7.1.2. Tratamento primário

O tratamento primário tem como objetivo a separação da gordura e de sólidos menores que ainda se encontram no efluente após o tratamento preliminar. Alguns

métodos podem ser utilizados para a finalidade desejada, como a caixa de gordura, que separa os sólidos gordurosos do restante do efluente a ser tratado e a flotação por injeção de ar, em que há a inserção de bolhas de ar no efluente, que envolvem os sólidos que possuem densidade maior que a do líquido e os façam subir até a superfície, facilitando as suas separações.¹⁶

Um método físico-químico que é muito utilizado para a realização do tratamento primário é o denominado coagulação-floculação, que consiste em fazer com que partículas menores se associem a outras maiores, com a adição de coagulantes, para que possam ser separadas do efluente por métodos de sedimentação, filtração ou até mesmo, por flotação, como já foi citado anteriormente.⁴⁷

No processo de coagulação-floculação, ocorre a adição de um coagulante e posterior agitação intensa do efluente, para que as partículas se choquem e, conseqüentemente, se aglomerem em forma de sólidos maiores. Esta floculação (formação de flocos) pode necessitar de agentes floculantes, que promovem a formação de flocos maiores e facilitem a sedimentação dos mesmos. Os coagulantes mais comuns são polímeros orgânicos catiônicos.⁴⁸ Neste processo, o fator mais importante para que a coagulação e a floculação ocorram de maneira eficaz é o pH e este varia de acordo com o agente floculante utilizado, pois cada um possui uma faixa de pH adequada para sua eficácia, como é o caso do sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) que deve ser utilizado na faixa de pH de 5,5 a 8,0, por exemplo.⁴⁹

7.1.3. Tratamento secundário

Nesta última etapa do processo de tratamento, é realizada a estabilização da matéria orgânica presente no efluente, e esta se dá pelo tratamento biológico. O processo pode ser aeróbio, ou seja, com a presença de bactérias que necessitam de oxigênio no meio para que possam existir, ou anaeróbio, que é o justo oposto, em que as bactérias não precisam de absorção de oxigênio do meio para a degradação da matéria orgânica.⁵⁰

Para o tratamento secundário, existem alguns métodos convencionais que podem ser utilizados, serão citados alguns.

7.1.3.1. Lodos ativados convencionais

Neste método há um tanque de aeração, em que ocorre a oxigenação do meio, ou seja, é uma forma aeróbia de tratamento. Neste tanque, ocorrem as reações bioquímicas necessárias para a oxidação da matéria orgânica e a conseqüente formação de biomassa, que deve ser retirada, quando em excesso, para evitar que as

bactérias se reproduzam de maneira excessiva e impossibilite o tratamento eficaz do efluente e se mantenha o sistema em equilíbrio.¹⁶

Após passar pelo tanque de aeração, o efluente é direcionado a um decantador, com posterior controle de vazão e descartado no corpo receptor. A Figura 7 mostra um esquema de tratamento secundário por lodo ativado convencional.¹⁶

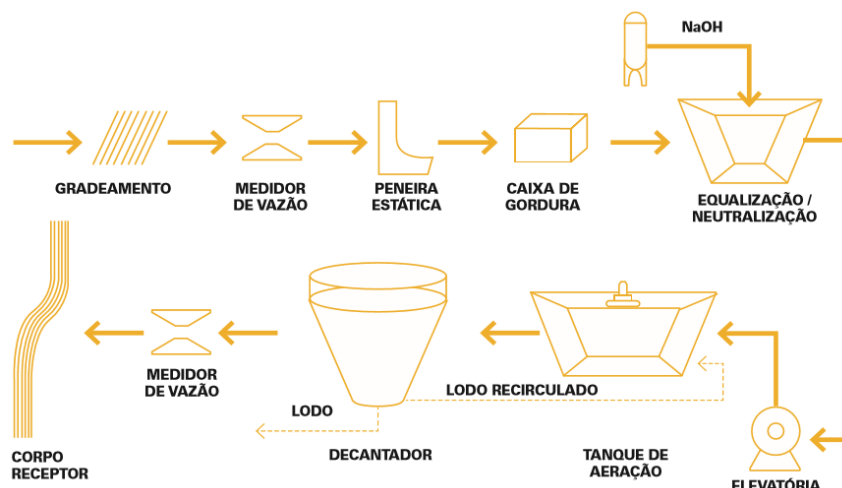


Figura 7. Esquema de tratamento secundário por lodo ativado convencional. (Fonte: Guia Técnico Ambiental FIEMG/FEAM, 2014)

É importante ressaltar que todo o lodo que for retirado do tanque, deve passar por processo de desidratação e seja destinado de maneira adequada, de acordo com a legislação, para fertilização de solos ou aterros licenciados.¹⁶

7.1.3.2. Lodos Ativados de Fluxo Intermitente por Bateladas

Neste processo ocorre a associação de todos os processos do lodo ativado convencional em um só tanque, de forma que todas as etapas e operações ocorram sequencialmente em um determinado intervalo de tempo e é ilustrado na Figura 8.¹⁶

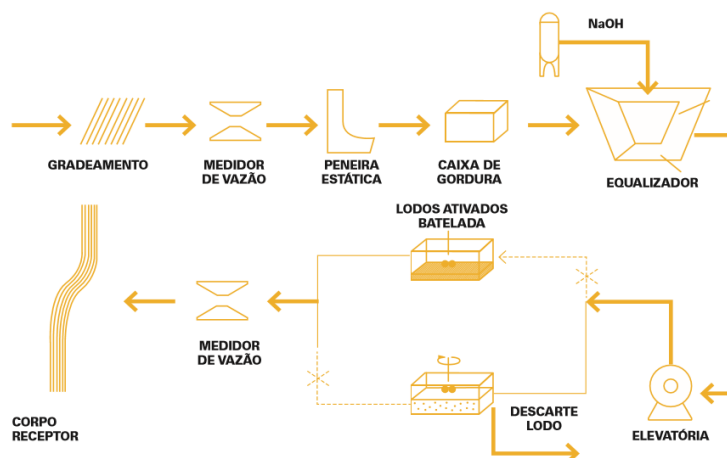


Figura 8. Esquema de tratamento secundário por lodo ativado de Fluxo Intermitente. (FONTE: Guia Técnico Ambiental FIEMG/FEAM, 2014)

Este método de tratamento possui algumas vantagens em comparação com outros métodos, como por exemplo, o tempo de duração do ciclo de tratamento pode ser modificado; a recirculação do lodo é mais eficiente; a sedimentação do lodo é favorecida, de modo que não necessite de outros decantadores, menor espaço físico para instalação, entre outras.⁵¹

7.1.3.3. Lagoas Anaeróbias + Lagoas Aeradas + Lagoas de Decantação

É um sistema de tratamento formado pela junção de três lagoas distintas, cada uma com determinada função, como é mostrado na Figura 9.¹⁶

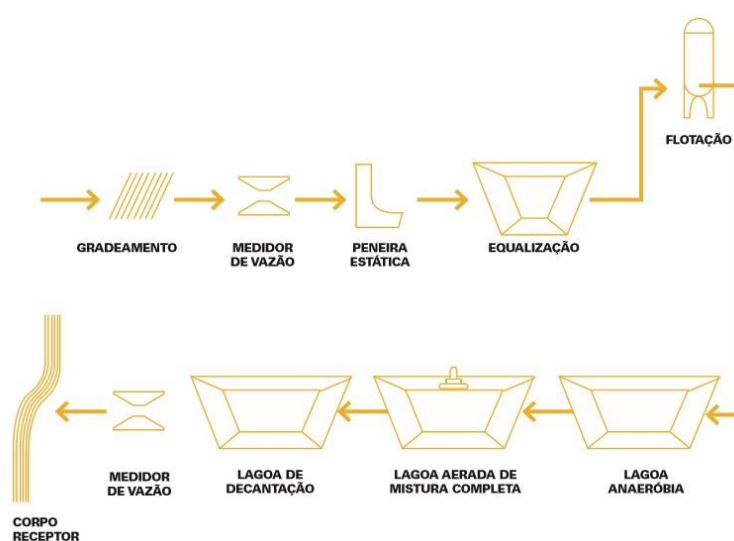


Figura 9. Sistema lagoa anaeróbia + lagoa aerada + lagoa de decantação. (Fonte: Guia Técnico Ambiental FIEMG/FEAM, 2014)

A lagoa anaeróbia tem como finalidade a estabilização inicial da matéria orgânica, com consequente redução da DBO do efluente, que é direcionado, posteriormente, para a lagoa aeróbia e finalmente para a de decantação, cujos processos são os mesmos descritos anteriormente.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As indústrias de produtos lácteos são altamente poluentes, por gerar grandes volumes de efluentes líquidos, em decorrência, principalmente, da geração de soro durante o processo de fabricação deste derivado do leite. O soro possui elevada quantidade de matéria orgânica (DBO), de modo que, seu descarte incorreto acarreta graves impactos ao corpo receptor, e conseqüentemente, ao meio ambiente.

Foi visto que, a principal forma de diminuir os impactos ambientais gerados pelas queijarias é o processo de gerenciamento de resíduos, que consiste, basicamente, na diminuição e controle dos resíduos gerados diariamente. Para os resíduos que ainda permanecem após o gerenciamento, o tratamento é a opção correta, afinal é proibido por lei o despejo de resíduos no meio ambiente sem tratamento prévio, que os adequa aos padrões municipais, estaduais e federais em vigor.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – Produção da Pecuária Municipal, 2014. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/index.php>, acessado em Agosto de 2017.
- 2- Machado, P. A. L.; *Direito Ambiental Brasileiro*, 20ª ed.; Malheiros Editores: São Paulo, São Paulo, 2012.
- 3- Metcalf, L.; Eddy, H.; *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, 4ªd.; Mc GRaw-Hill: New York, USA, 2003.
- 4- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA – Instrução Normativa nº 62, de 29 de Dezembro de 2011. Disponível em http://www.leitedascrianças.pr.gov.br/arquivos/File/legislacao/IN62_2011_MAPA.pdf, acessado em Setembro de 2017.
- 5- Valsechi, O. A.; *O leite e Seus Derivados*. Universidade Federal de São Carlos. Araras, São Paulo, 2001. Disponível em <http://www.cca.ufscar.br/~vico/O%20LEITE%20E%20SEUS%20DERIVADOS.pdf>, acessado em setembro de 2017.
- 6- Silva, P. H. F. da; Pereira, D. B. C.; Oliveira, L. L; Costa-Júnior, L. C. G. *Físico-química do leite e derivados – Métodos analítico*, 2ª ed.; EPAMIG: Juiz de Fora, Minas Gerais, 2001.
- 7- Ministério da Agricultura , Pecuária e Abastecimento – MAPA – Agência de Informação EMBRAPA , Agronegócio do leite. *Acidez Titulável*. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_194_21720039246.html, acessado em setembro de 2017.
- 8- Castanheira, A. C. G.; *Controle de Qualidade de Leite e Derivados*, 2ª ed.; Cap-Lab: São Paulo, São Paulo, 2012.
- 9- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA – Agência de Informação EMBRAPA , Agronegócio do leite. *Densidade Relativa*. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_196_21720039246.html, acessado em setembro de 2017.
- 10- Ministério da Agricultura , Pecuária e Abastecimento – MAPA – Agência de Informação EMBRAPA , Agronegócio do leite. *Composição*. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_190_21720039246.html, acessado em setembro de 2017
- 11- Foschiera, J. L.; *Indústria de Laticínios – Industrialização do Leite, Análises, Produção de Derivados*, 1ª ed.; Suliani Editografia LTDA: Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2004.
- 12- Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA - Normas Higiênico-Sanitárias e Tecnológicas para Leite e Produtos Lácteos. Disponível em http://www.ima.mg.gov.br/component/docman/doc_details/660-normas-para-leite-e-produtos-lacteos, acessado em setembro de 2017.

- 13- Jerônimo, C. E. M., Coelho, M. S., Moura, F. N., Araujo, A. B. A. *Qualidade Ambiental e Sanitária das Indústrias de Laticínios do Município de Mossoró - RN* REGET/UFSM. 2012, 7, 7, p. 1349 - 1356.
- 14 - Sanvido, G. B. *Efeito do tempo de Armazenamento do Leite Cru e da Temperatura de Estocagem do Leite Pasteurizado Sobre sua Vida de Prateleira*. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2007. Disponível em http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/255183/1/Sanvido_GustavoBraga_M.pdf, acessado em setembro de 2017.
- 15- Gutierrez, C. G. C. C.; Diniz, G. N.; Gut, J. A.W. *Dynamic simulation of a plate pasteurizer unit: Mathematical modeling and experimental validation*. Journal of Food Engineering, 2014, 131, p. 124 – 134.
- 16- Guia Técnico Ambiental – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais FIEMG – Fundação Estadual do Meio Ambiente FEAM, 2014. Disponível em http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/GUIAS_TECNICOS_AMBIEN_TAIS/guia_laticinios.pdf, acessado em setembro de 2017
- 17- Antunes, L. A. F.; Vilela S. C.; Campos, S.; Dutra, E. R. P.; Munck, A. V. Critérios para escolha de um coagulante. Ha-la biotec: Chr Hansen, 2004, 82, 4.
- 18- Basso, A., Seolin, R., *Produção de queijos*. Universidade de Santa Catarina: Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Disponível em <http://eqa.ctc.ufsc.br/>
- 19- Associação Brasileira das Indústrias de Queijo – ABIQ. Disponível em <http://www.abiq.com.br>, acessado em setembro de 2017
- 20- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/>, acessado em agosto de 2017
- 21- Associação Brasileira das Indústrias de Queijo – ABIQ – Tipos de Queijo: Queijos de Leite de Vaca. Disponível em http://www.abiq.com.br/nutricao_queijosbrasil_tipos_vaca.asp. acessado em agosto de 2017
- 22- Teixeira, L. V.; Fonseca, L. M. *Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minas-padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais*. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec, 2008, 60, 1, p. 243 – 250.
- 23- Costa, A. M. G. *Desempenho de Filtro Anaeróbio no Tratamento de Efluente Formulado com Diferentes Concentrações de Soro de Queijo*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2008. Disponível em <http://locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2844/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 24- Timofiecsyk, F. R. et al. *Minimização de Resíduos em Indústrias de Alimentos*. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, 2000, 18, p. 221- 235.

- 25- (Vogelaar, R. C.; Pawlowsky, U. *Reaproveitamento do Soro do Queijo por Coagulação com Quitosana*. ABES, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- 26- Hayes, P. R. *Food microbiology and hygiene*. 2ª ed; Chapman e Hall: Londres, Inglaterra, 1995.
- 27- Brasil; *Constituição da República Federativa do Brasil. Promulgada em 5 de outubro de 1988*; Saraiva: São Paulo, 1995.
- 28- Alberichi, M. *Estudo das Instalações e Operações de Caldeiras de uma Indústria de Produtos Químicos do Estado do Paraná, sob Ótica da NR-13 e NR-28*. Dissertação (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2013. Disponível em <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3818>
- 29- Mazzer, C.; Cavalcanti, O. A. *Introdução à Gestão Ambiental de Resíduos*. Infarma, 2004, 16, 11-12, p. 67-77
- 30- Machado, R. M. G. et al. *Alternativas Tecnológicas para o Controle Ambiental em Pequenas e Médias Indústrias de Laticínios*. ABES: Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002.
- 31- Brum, L. F. W.; Júnior, L. C. O. S.; Benedeti, S. *Reaproveitamento de Água de Processo e Resíduos da Indústria de Laticínios*. São Paulo, Brasil, 2009. Disponível em <http://advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/4a/5/L.%20F.%20W.%20Brum%20-%20Resumo%20Exp.pdf>
- 32- Von Sperling, M. *Princípios de Tratamento Biológico de Águas Residuárias*, 1ª ed.; DESA-UFGM: Belo Horizonte, Minas Gerais, 2005.
- 33- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - Resolução CONAMA nº 357. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>, acessado em Setembro de 2017.
- 34- Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM – Deliberação Normativa COPAM nº 74. Disponível em <http://sisemanet.meioambiente.mg.gov.br/mbpo/recursos/DeliberaNormativa74.pdf>, acessado em Agosto de 2017.
- 35- Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM - Deliberação Normativa Copam nº 187. Disponível em <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=29875>, acessado em Agosto de 2017.
- 36- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - Resolução CONAMA nº 313. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>, acessado em Agosto de 2017.
- 37- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBr 10004: *Resíduos Sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- 38- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBr 10005: *Procedimento para Obtenção de Extrato Lixiviado de Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

- 39- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBr 12235: *Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos*. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- 40- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBr 13221: *Transporte Terrestre de Resíduos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- 41- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBr 11174: *Armazenamento de Resíduos Classes II – não inertes e III – inertes - procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- 42- Skelton, R. *Membranes in food processing, Filtration and Separation*. Elsevier Science Publisher B.V., 2000, 37, 3, p. 28 – 30.
- 43- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº354, de 4 de setembro de 1997. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do doce de leite. Brasília, DF, 1997.
- 44- Sistema de Análise das Informações do Comércio Exterior (ALICE). Disponível em alicesweb.desenvolvimento.gov.br, acessado em Outubro de 2017.
- 45 - Florentino, E.R. *Aproveitamento do soro de queijo de coagulação enzimática*. Dissertação (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2006.
- 46- Moro, M. F.; Adamy, A. P. A. *Produção mais Limpa como Alternativa para o Gerenciamento de Resíduos em Laticínios*. ABEPRO, 2015.
- 47 - Mano, A. P. *Coagulação- Floculação- Decantação*. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, Portugal, 2005.
- 48- Trindade, T.; Manuel, R. *Ensaio de Tratabilidade em Águas Residuais (tratamentos físico-químicos: coagulação-floculação)*. Seção de Ambiente e Qualidade do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2006. Disponível em http://pwp.net.ipl.pt/deq.isel/teodoro/li6c2006b/pdf/li6c_floculacao.pdf, acessado em Setembro de 2017.
- 49- Soares, T. F. L. *Remoção da Carga Orgânica Afluente à ETAR de Tolosa por Coagulação-Floculação Química*. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2009. Disponível em https://run.unl.pt/bitstream/10362/2361/1/Soares_2009.pdf
- 50- Daniel, D. D. *Avaliação de Processos Biológicos Utilizados no Tratamento de Efluentes de Laticínios*. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2012. Disponível em <http://www.unaerp.br>, acessado em setembro de 2017.
- 51- Von Sperling, M. *Lodos Ativado*, 2ª ed.; DESA-UFGM: Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002