

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**OTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA APLICADA À PRODUÇÃO EM LATICÍNIOS DE  
PEQUENO PORTE, ESTUDO DE CASO EM EMPRESA LOCALIZADA NA CIDADE DE  
ITAJUBÁ / MG**

**JOSÉ AMARO DE OLIVEIRA ALMEIDA JUNIOR**

**Itajubá, Março de 2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**JOSÉ AMARO DE OLIVEIRA ALMEIDA JUNIOR**

**OTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA APLICADA À PRODUÇÃO EM LATICÍNIOS DE  
PEQUENO PORTE, ESTUDO DE CASO EM EMPRESA LOCALIZADA NA CIDADE DE  
ITAJUBÁ / MG**

Dissertação apresentada para obtenção do  
título de Mestre no curso de Meio Ambiente  
e Recursos Hídricos na Universidade  
Federal de Itajubá / MG.

**Instituto de Recursos Naturais**

**Área de Concentração:**  
Meio Ambiente e Recursos Hídricos

**Orientador:**  
Profa. Dra. Herlane Costa Calheiros

**Março de 2011**  
**Itajubá - MG**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –  
Bibliotecária Margareth Ribeiro- CRB\_6/1700

A447c

Almeida Junior, José Amaro de Oliveira

Otimização do uso da água aplicada à produção em laticínios de pequeno porte, estudo de caso em empresa localizada na cidade de Itajubá\_MG / José Amaro de Oliveira Almeida Junior. -- Itajubá, (MG): [s.n.], 2011. 153 p. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Herlane Costa Calheiros.

Dissertação(Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Laticínio. 2. Reúso de água. 3. Soro. 4. Leite. 5. DQO. 6. UASB. 7. Balanço hídrico. I. Calheiros, Herlane Costa, orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III. Título.

## ***Dedicatória***

Dedico este trabalho a toda a comunidade acadêmica, a todos os profissionais que tive o prazer de conhecer e conviver ao longo destes anos, que me fizeram repensar no atual modelo de desenvolvimento à pesquisa no País. Onde, a falta de incentivos e recursos disponibilizados para esta finalidade no Brasil fazem dos pesquisadores pessoas especiais, cuja perseverança impulsiona este País rumo ao desenvolvimento.

Acredito que um maior estreitamento com as indústrias, padrinhos, seja uma das soluções mais viáveis à evolução e ao aumento da participação das universidades nas questões econômico/sociais da população brasileira. Da mesma forma que a publicação de artigos, a geração de patentes, tem um papel fundamental na importância das atividades desenvolvidas nos centros de pesquisa, que auxiliam na descoberta de novas tecnologias, que melhoram processos e refletem em benefícios a população.

E sem fugir do contexto, espero que este trabalho possa ser utilizado para o melhoramento das indústrias de laticínios de pequeno porte, auxiliando os empreendedores a otimizar o uso da água e a gerenciar de forma mais eficiente os resíduos gerados pelo processo produtivo, revertendo em ganhos sócio/ambientais.

Como dizem: “Com pequenas ações podemos mudar o mundo”. E com o desenvolvimento da pesquisa e a ampliação dos seus horizontes, teremos ferramentas para realizar estas mudanças de forma mais eficiente, reduzindo sacrifícios e maximizando os benefícios.

Homenageio, portanto, toda comunidade acadêmica, pesquisadores e demais pessoas que possibilitam o desenvolvimento da pesquisa no Brasil, derrubando barreiras e ampliando horizontes.

## **Agradecimento**

Não existe ordem de importância às pessoas que menciono neste texto. Todos têm participação neste trabalho, de forma muito especial e em momentos muito específicos, seja com palavras de incentivo, seja com cobranças, com o objetivo de levar-me ao meu melhor rendimento.

Tenho sorte nas escolhas que fiz e nos amigos que cultivei ao longo da minha caminhada. Com companhia, ultrapassar obstáculos se torna uma tarefa menos árdua. Aos agradecimentos:

De forma muito carinhosa agradeço à compreensão e ao incentivo da minha família, da qual tenho ficado afastado por conta do excesso de trabalho e desenvolvimento da minha dissertação.

À orientação da Dra. Herlane Costa Calheiros, agradeço também por não ter desistido de mim (hehehe...), não é fácil trabalhar e se dedicar a conclusão do programa de mestrado, mas com compreensão e alguns puxões de orelha, cumprimos nossos objetivos.

Aos amigos Ana Paula Rigotti, Leopoldo Uberto Junior e Luiz José da Silva Junior, que sempre me incentivaram e não permitiram que desistisse da conclusão do programa, como pensei em várias oportunidades.

Aos amigos da família TREME-TREME, pelo apoio e distrações, em momentos, oportunamente necessários, que me ajudaram a manter a sanidade mental. Destacando o amigo Daniel Garcia que me ajudou na campanha de coleta e análise das amostras dos efluentes do Laticínio estudado.

Finalizando, agradeço de forma geral aos empreendedores que me acolheram em seus laticínios, tornando este trabalho possível, aos professores e colegas que conheci ao longo desta jornada, dos quais não vou me arriscar a citar nomes, mas que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho ou mesmo para momentos de confraternização e relaxamento.

A todos deixo um muito obrigado e continuo por aqui aguardando os convites para churrascos, barzinhos e confraternizações em geral.

## RESUMO

Atualmente, Minas Gerais é o terceiro Estado que mais cresce no Brasil. Porém, com o maior desenvolvimento acentuam-se os problemas sociais e estruturais, causados pelo crescimento não planejado. As poluições do solo e da água estão entre as questões que mais preocupam as autoridades. Os mineiros são os principais produtores nacionais de leite e produtos lácteos, com a existência de cerca de 1.300 laticínios, numero considerado muito maior, observando as empresas clandestinas. A maioria dessas indústrias não possui sistema de gestão ambiental e lançam seus efluentes *in natura* no meio ambiente. O soro proveniente da produção do queijo possui um alto poder de poluição ambiental, possuindo uma Demanda Química de Oxigênio – DQO, 100 vezes maior que o esgoto sanitário. A produção de efluente está diretamente relacionada ao consumo de água observado no laticínio. No estudo de caso realizado em empresa localizada na cidade de Itajubá/MG, realizou-se a caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes produzidos, buscando-se a possibilidade de diminuição do consumo e de reúso da água, bem como opções de tratamento dos efluentes. Conclui-se que apenas a água oriunda do sistema de refrigeração pode ser reutilizada de forma restrita e que a utilização direta do soro do leite como matéria prima na fabricação de produtos lácteos e complemento da ração animal, é prática sustentável e financeiramente viável. A realização destas opções, também, diminui a carga orgânica direcionada ao sistema de tratamento de efluentes, demandando uma estrutura mais simples, idealizada, nesse estudo, por meio da implantação do reator UASB que permite o aproveitamento do biogás, podendo reverter numa economia de 41% no consumo mensal da lenha utilizada na caldeira, ou seja, um benefício de R\$ 246,00 / mês para a empresa. Observa-se de forma geral que a qualidade duvidosa do leite utilizado pelos pequenos laticínios, bem como a falta de procedimentos de boas práticas sanitárias por estas empresas, acarretam em dificuldades no cumprimento das Leis e das Normas, que incidem diretamente na qualidade dos produtos.

**Palavras-chave:** laticínio, reúso de água, soro, leite, DQO, balanço hídrico, UASB.

## ABSTRACT

Minas Gerais is the third fastest growing state in Brazil. However, a fast rate of development of cities emphasizes, and highlights, the social and structural problems caused by unplanned growth. Soil pollution and water pollution, are among the issues that most concern the authorities. Minas Gerais occupy a prominent place in the national milk production. Absolute ruler, it produces about 30% of milk production in the country, having recorded about 1,300 companies processing milk, number that can be much bigger if is considered the illegal enterprises. Most dairies do not have environmental management system and do not treat the wastewater that is produced in their activities, releasing it "in natura" into the environment. The whey produced during the processing of cheese has a high power of environmental pollution, and has a Chemical Oxygen Demand - COD, 100 times larger than the sanitary sewer. The production of effluent is directly related to water consumption observed in the dairy. The case study conducted in a company located in the city of Itajubá/MG, it was held on qualitative and quantitative characterization of the effluents produced, seeking the possibility of decreasing consumption and water reuse, as well effluent treatment options. It could be concluded that only the water coming from the cooling system can be reused in a restricted manner and the direct use of whey as raw material in the manufacture of dairy products and animal feed supplement is a practice sustainable and financially viable. The implementation of these options also reduces the organic load into the effluent treatment system, requiring a simpler structure, designed in this study through the implementation of the UASB reactor that allows the use of biogas, resulting in 41% savings on monthly consumption of firewood used in the boiler, ie a profit of R\$ 246.00 per month for the company. In general, it can be noticed that the questionable quality of the milk used by small dairies, and the lack of procedures on good sanitation practices by these companies, lead to difficulties in meeting of laws and standards, that directly affect the quality of products.

**Keywords:** dairy, water reuse, whey, milk, COD, water balance, UASB.

## LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AMP-cíclico** – Adenosina monofosfato cíclico
- ASL** – Ambiental São Lucas (Laboratório)
- CA** – Consumo de água
- CERH** – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
- CNRH** – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- COPAM** – Conselho Estadual de Política Ambiental
- COPASA** – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
- DBO** - Demanda Biológica de Oxigênio
- DNA** – Deoxyribonucleic acid
- DQO** – Demanda Química de Oxigênio
- ETE** – Estação de Tratamento de Efluentes
- EUA** – Estados Unidos da América
- FEAM** – Fundação Estadual do Meio Ambiente
- GE** – Geração de efluentes
- GLP** – Gás liquefeito de petróleo
- GMP-cíclico** – Guanosín monofosfato cíclico
- IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- MS** – Ministério da Saúde
- OD** – Oxigênio dissolvido
- OMS** – Organização Mundial da Saúde
- PVC** – cloreto de polivinila
- RNA** – Ribonucleic acid
- SEBRAE** – Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas
- SVS** – Secretaria de Vigilância Sanitária
- UASB** – Upflow anaerobic sludge blanket
- UHT** – ultra-high temperature
- UNIFEI** – Universidade Federal de Itajubá
- USEPA** – United States Environmental Protection Agency

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. Balanço de água em indústria alimentícia.....	13
FIGURA 02. Estrutura do filtro biológico. ....	30
FIGURA 03. Esquema da lagoa de estabilização. ....	31
FIGURA 04. Modelo esquemático do reator UASB.....	32
FIGURA 05. Pontos de geração de poluição. ....	39
FIGURA 06. Esquema produtivo do iogurte.....	40
FIGURA 07. Esquema produtivo do leite UAT ou UHT. ....	42
FIGURA 08. Esquema produtivo geral para queijos.....	43
FIGURA 09. Planta da empresa em estudo e setorização da linha de produção. ....	46
FIGURA 10. Tanque de 1.000 L para coagulação do leite. ....	48
FIGURA 11. Em detalhe no setor 3, à frente, o tanque de pasteurização, ao fundo a direita, o tanque de armazenamento, e, ao fundo a esquerda, a empacotadora. ....	48
FIGURA 12. Esquema produtivo da empresa, com determinação dos pontos de entrada de água no sistema. ....	50
FIGURA 13. Pontos de amostragem dos efluentes gerados na indústria de laticínios. ....	52
FIGURA 14. Consumo setorizado de água na empresa em estudo. ....	60
FIGURA 15. Consumo de água por atividade desenvolvida.....	62
FIGURA 16. Resultado das análises de DQO e DBO de cada tipo de efluente produzido durante o processamento do leite. ....	67
FIGURA 17. Caracterização dos parâmetros físico/químicos das amostras: pH, temperatura, condutividade e oxigênio dissolvido. ....	69
FIGURA 18. Resultado da turbidez, sólidos totais e teor de óleos e graxas.....	70
FIGURA 19. Resultado das análises dos nutrientes: fósforo total e nitrogênio total, para os setores 2 e 3.....	71
FIGURA 20. Balanço hídrico da empresa. ....	74
FIGURA 21. Lavagem dos latões no setor 1.....	76
FIGURA 22. Higienização dos latões.....	76
FIGURA 23. Atividades higiene no setor 3.....	76
FIGURA 24. Tanque de pasteurização, setor 3.....	76
FIGURA 25. Mangueira utilizada no setor 1.....	76
FIGURA 26. Esterilização dos latões, setor 1. ....	76
FIGURA 27. Excedente da caixa d' água.....	76
FIGURA 28. Funcionário no setor 2.....	76
FIGURA 29. Formas de aproveitamento comercial do soro. ....	79
FIGURA 30. Esquema para desenvolvimento de estação de tratamento de esgoto.....	82

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 01. Formas de utilização de água de reúso. ....	10
TABELA 02. Características físico-químicas médias dos efluentes líquidos gerados em diferentes tipos de indústrias de laticínios, não produtoras de queijo.....	21
TABELA 03. Qualidade do efluente com e sem recuperação de soro em laticínio produtor de ricota.....	23
TABELA 04. Caracterização da indústria de laticínios analisada. ....	37
TABELA 05. Tipos de poluições produzidas pelo empreendimento. ....	38
TABELA 06. Consumo médio de água nas atividades da empresa. ....	58
TABELA 07. Identificação do efluente gerado na indústria .....	64
TABELA 08. Resumo dos resultados obtidos para os parâmetros analisados. ....	65

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Conservação e uso racional da água nas indústrias.....	5
2.2. Reúso de água.....	8
2.3. Balanço hídrico industrial.....	11
2.4. Utilização de água de reúso na indústria alimentícia.....	12
2.5. Panorama cronológico legal sobre a questão do reúso de água.....	14
2.6. Fator econômico.....	17
2.7. Caracterização da indústria de laticínios no Brasil.....	19
2.8. Formas de reutilização do soro gerado na produção do queijo nos laticínios.....	23
2.9. Formas para o tratamento dos efluentes de laticínio.....	29
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>35</b>
3.1. Geral.....	35
3.2. Específicos.....	35
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>36</b>
4.1. Caracterização da empresa (estudo de caso).....	36
4.2. Processo de fabricação dos produtos da empresa.....	39
4.3. Setorização da empresa.....	45
4.4. Determinação da vazão de água utilizada.....	49
4.5. Amostragem dos efluentes.....	51
4.6. Análise das amostras dos efluentes.....	53
4.7. Determinação do balanço hídrico.....	56
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>58</b>
5.1. Consumo de água nos setores da empresa.....	58
5.2. Resultados das análises das amostras dos efluentes.....	63
5.3. Balanço hídrico.....	73
5.4. Desperdício de água.....	75
5.5. Opções de reúso de água em cascata.....	78
5.6. Estudo de medidas de reaproveitamento ou de tratamento do soro.....	79
5.7. Estação para o tratamento do soro.....	81
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>85</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>88</b>
<b>8 ANEXOS</b> .....	<b>95</b>
<b>I - DELIBERAÇÃO NORMATIVA CONJUNTA COPAM/CERH nº 1, de 05/05/08</b> .....	<b>96</b>
<b>II - PORTARIA SVS/MS nº. 326, de 30/07/97</b> .....	<b>97</b>
<b>III - LEI Nº 9.433, de 08/01/97</b> .....	<b>98</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O trabalho tem justificativa no atual modelo de operação das indústrias de laticínio com sede no Estado de Minas Gerais, sobre tudo nas empresas de pequeno porte, onde o consumo excessivo de água, as péssimas condições sanitárias e o mau gerenciamento dos resíduos produzidos em suas atividades, causam graves prejuízos ao meio ambiente e à sociedade.

A indústria de laticínios representa um ramo específico do segmento alimentício e utiliza uma quantidade expressiva de água, para o desenvolvimento das suas atividades, a fim de atender as exigências mínimas da vigilância sanitária, que determina por meio da Portaria SVS/MS n°. 326 de 1997, apenas a utilização de água potável no manuseio e na produção de alimentos.

As empresas de processamento de leite possuem uma grande importância no Estado de Minas Gerais, devido ao fato de historicamente este Estado deter a maior produção de leite do Brasil. Segundo dados da EMBRAPA (2009), a participação mineira registrada foi 36% da quantidade do leite processado no País no ano 2009, sendo de 20,8 bilhões de litros a produção nacional observada naquele período. Destaque para as regiões mineiras Sul/Sudeste e Triângulo/Alto Paranaíba, com as maiores produções de leite, registrando respectivamente 1,3 e 1,8 bilhões de litros no ano de 2009.

Segundo dados do IBGE (2010), Minas Gerais está entre os três Estados que mais cresceram no País. Assim como no restante do Brasil, este crescimento se dá de forma irregular e desordenada, colocando em perigo a saúde do meio ambiente e conseqüentemente da população. Dados do SEBRAE (2007) observam a ocorrência de cerca de 1,3 mil empresas de processamento de leite, formalmente constituídas, operando em território mineiro. Porém, estima-se que esse número é expressivamente maior, levando-se em consideração os empreendimentos clandestinos.

Num panorama geral as indústrias de laticínios de pequeno porte, normalmente, desenvolvem suas atividades em instalações improvisadas, sanitariamente inadequadas e não possuem um programa de gestão ambiental. O

resíduo gerado não recebe tratamento e é comumente lançado no solo e no leito dos rios que passam nas proximidades desses empreendimentos.

ZACARCHENCO *et al.* (2008) orientam que para cada litro de leite processado são produzidos 9 litros de resíduo (soro) o que somado a quantidade de água empregada nas operações de higienização das instalações e equipamentos da indústria, pode chegar aos 13 litros de resíduo por litro de leite processado. Esse resíduo é extremamente agressivo ao meio ambiente, com uma Demanda Biológica de Oxigênio determinada após 5 dias de incubação a 20°C – (DBO) que pode chegar a 120.000 mg.L<sup>-1</sup> (FEAM, 2003). É, portanto, fundamental a utilização de técnicas de tratamento dos efluentes e de otimização do uso da água, diminuindo a geração desses resíduos.

A preservação dos recursos naturais é estratégica obrigatória para a saúde e bem estar da população, e as formas de degradação ambiental devem ser controladas, pois com o crescimento populacional a situação tende a piorar. Segundo MADDISON (2005), no ano de 1990 a Terra ultrapassou a fronteira dos 5 bilhões de habitantes, exigindo uma produtividade de 2,5 toneladas por hectare de terra cultivada. Com a expansão da agricultura e a sua modernização, estima-se que para 2025, para suprir a demanda por comida, a produção anual por hectare deverá ser da ordem de 4,5 bilhões de toneladas, necessários para alimentar os 8,5 bilhões de seres humanos.

A quantidade dos recursos naturais é finita e insuficiente para atender as necessidades das futuras gerações. Com o intuito de garantir a sua sobrevivência e o seu conforto, o homem deve adotar medidas que visam à preservação do meio ambiente, inserindo em seu meio social conceitos como a reutilização, a reciclagem e a redução do consumo dos materiais provindos da natureza. Este mesmo conceito é adotado para a água, que deverá ser a maior causa de conflitos político/territoriais para os próximos séculos. Muitos países do Norte da África, do Oriente Médio e a Índia, já se encontram em situação de estresse hídrico, que representa a insuficiência de água para as atividades vitais à população.

Segundo RODRIGUES (2005) no Brasil não existe um conjunto de Leis, normas e técnicas consistentes aplicadas e disseminadas à questão do reuso ou da reciclagem de água. Muito se deve à situação privilegiada do País, que detém uma

extensa malha hidrográfica. Porém, como o recurso hídrico é finito e com as projeções de crescimento populacional, que atualmente está intrinsecamente relacionado à poluição dos rios e degradação das áreas de mananciais, é estratégico e necessário um melhor gerenciamento deste bem, melhorando a sua qualidade e priorizando a sua utilização para fins compatíveis com seu estado de nobreza, como já ocorre em muitos países como os Estados Unidos, no Leste da Europa e no norte da África.

Mudanças de hábito e de estilo de vida são aclamadas e requeridas pela população mundial, tendo como ponto de partida a redução do consumo, bem como a reutilização e a reciclagem dos recursos naturais, que nos moldes atuais, são insuficientes para atender às necessidades de uma população em expansão.

Segundo KELMAN (2003), se referindo diretamente aos recursos hídricos, mesmo no Brasil onde a água existe em abundância, a gestão deste recurso natural é tarefa inadiável e urgente, já que devido aos fatores climáticos ou de ocupação não planejada, algumas regiões do País já sofre com os problemas de escassez hídrica. O semi-árido nordestino e as grandes cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Campinas, Recife, Fortaleza e etc., são exemplos da necessidade de se captar água, a distâncias cada vez maiores, para suprir a demanda imposta pela população.

Estimativas sugerem que, se não forem tomadas medidas de preservação e conservação das coleções hídricas do planeta, em 2030, dois terços da população mundial sofrerá com o problema da falta de água.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O problema da escassez de água no mundo é uma realidade já observada em algumas regiões do planeta e que deve ser tratado de forma prioritária, como meio de garantir este recurso essencial à vida, às próximas gerações que habitarão a Terra, em quantidade e qualidade apropriadas.

A demanda por água tem aumentado em projeção maior que o crescimento populacional. Segundo BEM LUIZ (2007), a poluição ocasionada pela expansão demográfica e o maior consumo hídrico, observado para o abastecimento das cidades, agravam de forma considerável a questão da escassez de água. Neste panorama, destacam-se como maiores consumidores os setores agrário e industrial.

KELMAN (2003) observa que em 50 anos a população mundial cresceu três vezes, enquanto a demanda por água aumentou seis vezes. De acordo com pesquisas realizadas pelo INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE (IFPRI e IWMI, 2002), devido ao rápido crescimento e ao aumento da renda *per capita* a demanda hídrica mundial crescerá 71% nos próximos anos, dos quais 90% será em países em desenvolvimento.

Segundo ONYANGO (2002), com base no atual modelo de vida dos seres humanos, em 2025 a agricultura poderá ter seu crescimento limitado pelo estresse hídrico, provocando problemas na produção de alimentos, agravando a fome no mundo e gerando conflitos em várias regiões do planeta.

No Brasil o problema de estresse hídrico está relacionado à posição geográfica de alguns municípios, que tem pouca oferta de água; e ao mau planejamento do crescimento das cidades que poluem o solo, rios e nascentes, ocasionando a captação de água a distâncias da vez maiores.

No contexto apresentado, observando que a água é um recurso finito, a sua preservação é uma questão estratégica e vital à saúde e ao desenvolvimento da civilização mundial. O uso racional é a forma mais efetiva de conservação desse recurso. Esta metodologia deve ser aplicada a todas as esferas da sociedade e sobre tudo no setor industrial, classificado como de maior consumo.

## 2.1. Conservação e uso racional da água nas indústrias

Estima-se que o valor cobrado pela água, sofrerá um sensível aumento, reflexo da Lei do Mercado: Oferta X Procura. Isto já poderia servir de incentivo às empresas, a adotarem técnicas de diminuição, de otimização do consumo e de aumento da permanência ou conservação da água por um maior período dentro dos limites da planta industrial. Antes de ser devolvido ao meio ambiente, o efluente gerado deve passar por um tratamento, compatível com as características do corpo receptor, sendo destinado de forma adequada, BEEKMAN (1996).

Para HESPANHOL (1999), técnicas de diminuição do consumo, de reciclagem e de reúso ou recirculação da água, devem ser aplicadas como uma importante alternativa para a preservação dos corpos d'água.

Neste contexto, define-se reciclagem como o reúso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, para servir como fonte suplementar de abastecimento do uso original (ASANO *et al.*, 1998).

O reúso é definido, por SANTOS (2009), como a utilização de água residuária, que é classificada pela resolução CNRH nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, como sendo composta por esgoto sanitário e efluentes líquidos de edificações domésticas, industriais, agroindustriais e agropecuárias, tratadas ou não, podendo ser potável ou não. A ABNT (1997), aponta no reúso de água uma importante ferramenta, para sanar a crescente demanda hídrica, frente ao aumento da pressão demográfica.

Segundo MATSUMURA (2007), antes de pensar em reúso na indústria, devem ser implantadas medidas para otimizar o consumo e a redução de perdas e desperdícios, além de conscientização e treinamento dos funcionários. Para MIERZWA e HESPANHOL (2005), para iniciar um programa de otimização de consumo de água em uma indústria, é recomendado realizar as seguintes atividades:

- Avaliação dos processos industriais com base em dados de literatura. Embora importante, as informações disponíveis em literatura geralmente referem-se aos processos industriais de outros países com realidades diferentes, como: desenvolvimento técnico e operacional, restrições de ordem legal e econômica e escassez de recursos naturais. Estes dados servem como parâmetros para comparar com dados reais;
- Avaliação dos processos industriais com base em documentos da própria indústria como fluxogramas, documentos descritivos, rotinas operacionais. Essa etapa é uma das formas mais eficientes para obtenção do consumo e qualidade da água e do efluente. Além dos documentos, é importante a coleta de dados junto ao corpo técnico, pois a partir de operações secundárias como fornecimento de vapor para aquecimento ou resfriamento pode se obter informações importantes. Quanto melhor a compreensão das atividades, mais fácil estabelecer uma relação entre a produção e o consumo de água e geração de efluente;
- Visitas de campo para confirmar os dados obtidos na indústria e identificar possíveis alterações. São importantes para confrontar as informações teóricas com a realidade, sendo aconselhável o acompanhamento dos profissionais responsáveis pelas respectivas áreas, dando detalhes e esclarecendo dúvidas, além de fornecer informações úteis para criar estratégias de gerenciamento de águas e efluentes. Quando não existem informações sobre o consumo de água e geração de efluentes, torna-se necessário a realização de procedimentos em campo e a coleta de amostras de efluentes para sua caracterização.

Após a realização dessas etapas, as informações devem ser agrupadas e as demandas de água e geração de efluente devem ser identificadas por categorias de uso, para obter uma melhor compreensão do sistema, possibilitando realizar um balanço hídrico industrial.

Segundo MIERZWA e HESPANHOL (2005), outros aspectos que devem ser observados para a redução do consumo de água e geração de efluentes, são apresentados abaixo:

- **Eliminação de desperdícios:** o consumo excessivo de água pode ocorrer devido ao mau funcionamento ou uso inadequado de dispositivos, condições operacionais impróprias, ausência de monitoramento no processo e cultura de abundância de água. Podem ocorrer desperdícios também por perdas através de vazamentos, falta de manutenção no sistema, uso de equipamentos não econômicos e etc.
- **Mudança nos procedimentos operacionais:** as metodologias de produção propostas inicialmente na sua implantação pertencem a uma realidade diferente quando comparado ao processo já operando há um determinado tempo. Assim, tornam-se necessárias alterações nos procedimentos para que fiquem adequados às condições do dia-a-dia, garantindo que não fiquem obsoletos. Nestes processos devem ser incorporados avanços tecnológicos que sejam aliados aos problemas de escassez de recursos naturais, desde que viáveis, técnica e economicamente.
- **Treinamento dos operadores:** o fator humano é o mais difícil de ter o controle, principalmente devido à questão cultural de cada indivíduo e os vícios de trabalho. Dessa forma, é importante a implementação de programas de treinamento e aperfeiçoamento e também a conscientização das pessoas envolvidas nos processos operacionais.
- **Modernização:** a substituição de máquinas e equipamentos é importante principalmente em indústrias mais antigas, onde é grande a probabilidade de existir dispositivos com elevado consumo de água. No mercado há equipamentos com tecnologia mais avançada que permitem um menor consumo hídrico.

- Alteração do método de produção: esse aspecto é o mais difícil de implantar, pois a viabilidade de sua implantação depende do ramo de atividade da indústria, capacidade de produção, variedade de produtos demanda de mercado e custo de implantação.
- Evitar o uso de água de melhor qualidade para aplicações menos nobres, onde esta não é necessária. Exemplo: uso de água potável para lavar pisos, emprego em sanitários, rega de jardins e etc.

Realizadas as medidas de otimização do consumo, a redução das perdas e desperdícios, o treinamento e conscientização dos funcionários, a indústria pode observar a viabilização de técnicas de reúso, segundo item 2.2, onde a recirculação hídrica pode ocasionar uma redução de até 40% no consumo de água (BEECKMAN, 1998).

## **2.2. Reúso de água**

Em algumas regiões do planeta, o termo reúso não representa novidade, pois devido às necessidades locais, Leis e Normas foram desenvolvidas para utilização da água residuária, reservando a de melhor qualidade para aplicações mais nobres. No Brasil, apenas em 1992, durante a “Conferência Interparlamentar sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente”, é que mostrou-se interesse na instituição de uma política voltada ao reúso de água, recomendando-se o incentivo à reciclagem e recirculação de água sempre que possível, promovendo assim o tratamento e a disposição adequada de esgotos no meio ambiente, evitando a poluição do ecossistema. Estas são ações previstas na Agenda 21 Brasileira (CPDS, 2004).

SANTOS (2009) orienta que quanto ao método de utilização de águas residuárias, são observadas duas classificações:

- Reúso indireto – quando a água inicialmente utilizada é descartada em corpo d'água, superficial ou subterrâneo, promovendo a sua diluição, sendo posteriormente captada a jusante para um novo uso;
- Reúso direto – consiste no uso planejado do reúso hídrico, que é transportado e utilizado no local desejado, sem o lançamento ou a diluição em corpo d'água.

Segundo SANTOS (2009), a utilização de águas residuárias pode ser classificada também em relação ao método empregado de reutilização como sendo:

- Reúso intencional ou planejado – quando existe o conhecimento do uso anterior da água, reconhecendo-se a adequação da qualidade desta ao novo uso dado;
- Reúso não intencional, não planejado ou inconsciente – quando o usuário não sabe que a água utilizada é proveniente, integral ou parcialmente, de descarte decorrente de utilização anterior. Normalmente ocorre no reúso indireto, onde a captação a jusante é realizada sem o conhecimento dos lançamentos a montante.

BEEKMAN (1996) orienta que na operação de reúso a água deve atender a demanda do consumidor final, atendendo às exigências sanitárias, técnicas, operacionais e ambientais, relevantes à sua utilização. Surgem, portanto três importantes figuras inerentes à atividade de reúso:

- Produtor de água residuária;
- Distribuidor de água para fins de reutilização; e
- Usuário da água de reúso.

Como uma das principais condições ao desenvolvimento de uma determinada região é a disponibilidade hídrica, SANTOS (2009) distingue ainda a reutilização de águas residuárias quanto ao uso final, determinando as formas de reúso apresentadas na TABELA 01:

**TABELA 01.** Formas de utilização de água de reúso.

<b>URBANAS</b>	<b>EXEMPLOS</b>
Fins potáveis	Abastecimento da população.
Fins não potáveis	Lavagem de ruas e prédios, rega de jardins.
<b>INDUSTRIAIS</b>	<b>EXEMPLOS</b>
Água gerada na planta da indústria	Água da torre de resfriamento utilizada em caldeira.
Água não gerada na planta da indústria	Água adquirida em estação de tratamento de esgoto e utilizada na planta da empresa.
<b>AGRÍCOLAS</b>	<b>EXEMPLOS</b>
Cultivo de culturas específicas	Utilização de água residuária de esgoto doméstico para o cultivo agrário, minimizando o uso de fertilizantes devido a carga de nutrientes contidos no efluente.
<b>AQUICULTURA</b>	<b>EXEMPLOS</b>
Criação de culturas específicas	Destinado à produção de peixes e plantas aquáticas, sendo os tanques abastecidos com esgoto tratado.
<b>RECARGA DE AQUÍFERO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
Enfoque ambiental e estrutural	Reabastecimento de corpo d'água subterrâneo por meio de leitos de infiltração ou poços de recarga, mitigando os efeitos da exploração desordenada do aquífero, como intrusão da cunha salina em cidades litorâneas ou a ocorrência de recalques acentuados que dificultam a ocupação do solo.

**Fonte: Adaptado de SANTOS (2009)**

Observando-se que após a sua reutilização a água deve ser lançada no meio ambiente, em padrões de qualidade não inferiores aos do curso d'água de destino, segundo os parâmetros estabelecidos por meio de legislação específica. Em Minas Gerais, onde este estudo foi desenvolvido, a Norma Conjunta entre o

Conselho Estadual de Política Ambiental e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, COPAM/CERH nº 1, de 05 de maio de 2008, em anexo, dispõe sobre a classificação dos corpos d'água, as diretrizes deste enquadramento e as condições de lançamento dos efluentes.

Para BERNARDI (2003), o reaproveitamento de águas residuárias é justificado, pois, além dos já mencionados benefícios ambientais, existem também vantagens econômicas aos usuários finais, que pagam um valor menor por uma água de pior qualidade, porém, sendo adequada à atividade fim.

O ganho com o investimento realizado na diminuição do consumo do recurso hídrico tende a ser maximizado com o emprego de técnicas que aumentam o tempo de permanência da água na planta da indústria, sendo recirculada ou reutilizada para novos fins. Por conseguinte, apesar do emprego das técnicas de reúso estar no início no Brasil, observa-se uma forte tendência na busca de alternativas de otimização do consumo hídrico, de diminuição da geração de efluentes e da procura maior pelas águas residuárias, que ganham destaque no contexto mundial com ações tecnológicas, institucionais e educacionais (SAUTCHUK *et al.*, 2005). Para tanto, o balanço hídrico apresentado no item 2.3 é uma importante ferramenta gerencial, utilizada como auxílio à tomada de decisões.

### **2.3. Balanço hídrico industrial**

Nas indústrias, num panorama geral, sobretudo nas empresas produtoras de laticínios, existe a necessidade de economia de água, devido às previsões de escassez deste recurso finito, aumento do seu custo e a grande geração de efluentes líquidos, que devem ser tratados, empenhando um aporte maior de capital. No atual sistema de produção de artigos lácteos, observado em Minas Gerais, não é dado o devido valor a questão do consumo de água, devido ao baixo custo e à grande oferta hídrica neste Estado. Os empreendimentos não realizam medições ou monitoramentos, das correntes aquosas dificultando os procedimentos para o gerenciamento dos gastos de água (KIPERSTOK *et al.*, 2008).

Devido às exigências ambientais e do mercado consumidor, os empresários mineiros estão começando a implementar medidas de otimização hídrica, onde é fundamental a realização do estudo detalhado da atividade produtiva de cada indústria, a caracterização do consumo de água e da geração de efluentes. Estas medidas visam o controle quantitativo e qualitativo, das entradas e das saídas de água em todas as etapas do processo de produção, estabelecendo assim o balanço hídrico industrial, cuja riqueza de informações indicará os volumes e as necessidades da qualidade que a água precisa apresentar ao longo do fluxograma produtivo, que exemplifica todos os setores da empresa (BEEKMAN, 1998).

Realiza-se o balanço hídrico por meio de medições de vazões e de amostragem de água em pontos bem definidos ao longo das atividades desenvolvidas na planta industrial, analisando parâmetros relacionados à composição químico-física do efluente, norteando às ações de reúso que podem ser implementadas, para uma maior redução do consumo de água (MIERZWA e HESPANHOL, 2005).

A legislação em vigor faz sérias restrições à utilização de água residuária na indústria alimentícia. A Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, por meio da Portaria SVS/MS n°. 326 de 1997, em anexo, determina que para o processo de manipulação de alimentos deve-se utilizar apenas água potável. Verifica-se nas exigências apresentadas no Anexo I desta portaria a preocupação do órgão competente com a higiene na produção de alimentos livres de contaminação e em decorrência destas orientações, há um grande consumo de água potável pelas empresas do setor alimentício (CODEX ALIMENTARIUS, 2001), conforme se observa no item 2.4.

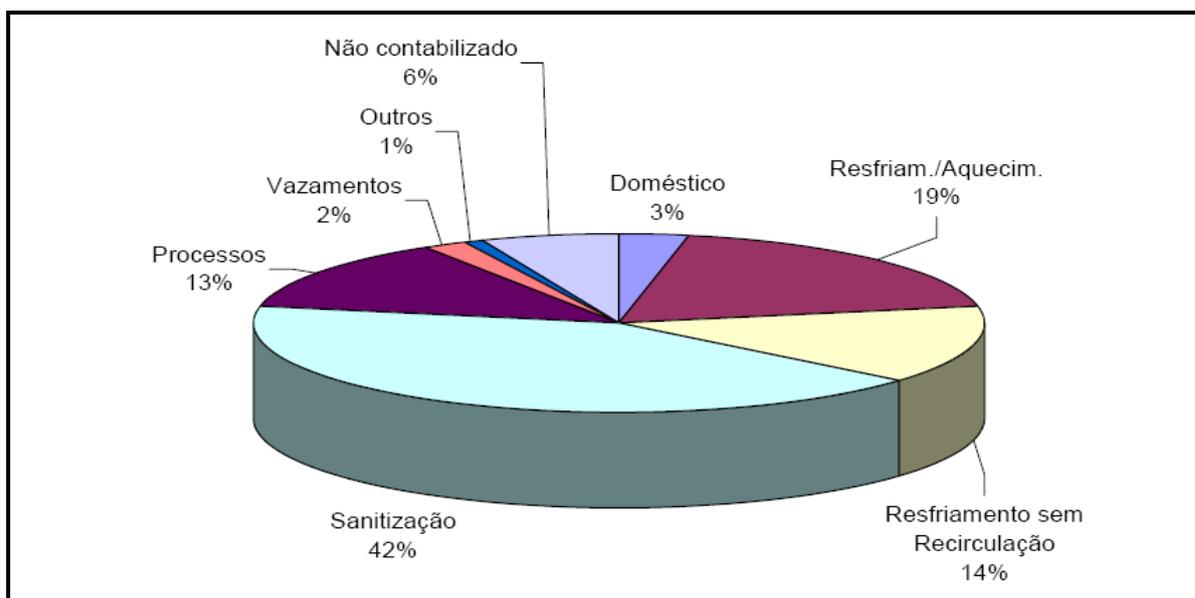
#### **2.4. Utilização de água de reúso na indústria alimentícia**

Com um rigoroso controle de utilização, e um monitoramento constante, a Codex Alimentarius Commission (FAO/WHO) (2001), orienta que a finalidade de

utilização da água de reúso, não se limita apenas às operações de limpeza, de transporte ou de lavagem, podendo ser incorporada ao produto, desde que satisfeitas todas as exigências sanitárias, como forma de se evitar riscos à saúde pública. A água de reúso pode ter contato primário com insumos comestíveis, ou não, e com o produto final comestível ou não, o tipo de uso é limitado em função da característica da água de reúso.

Porém, a falta de regulamentação para a implementação e operação de sistemas de reúso no setor alimentício brasileiro, torna a aplicação deste não recomendável no País, devido aos riscos de contaminação dos alimentos e temeridades ao bem-estar do consumidor final. Conforme Codex Alimentarius Commission (FAO/WHO) (2001), o processamento de alimentos consiste em qualquer operação que envolva a limpeza, separação ou empacotamento, incluindo a limpeza das máquinas, dos equipamentos e utilidades.

Na FIGURA 01, observa-se um gráfico com a distribuição do consumo de água normalmente observado na indústria alimentícia (DPPEA, 2010). A partir de levantamentos desse tipo, é possível priorizar as áreas de foco para a implantação de práticas de conservação e de reúso de água.



Fonte: DPPEA, 2010

**FIGURA 01.** Balanço de água em indústria alimentícia.

Uma das grandes dificuldades para adequar a qualidade da água de reúso aos requisitos exigidos é a caracterização da qualidade do efluente a ser tratado, pois há incertezas em relação à presença, identificação e quantificação de substâncias que podem trazer algum risco à saúde pública.

Focando na questão dos laticínios, tema do trabalho, segundo RUFINO (2005), o Brasil está entre os principais produtores mundiais de leite, detendo 4,3% desta produção. No entanto, com relação à otimização do uso de água nas empresas desse segmento, verificou-se a escassez de publicações científicas sobre o tema, observação que vale também para as Leis e para as Normas aplicáveis, como demonstrado no item 2.5.

## **2.5. Panorama cronológico legal sobre a questão do reúso de água**

Um dos principais problemas enfrentados na questão do reúso de água, diz respeito aos novos compostos sintetizados pela indústria e que tem como destino final os cursos d' água. Estes compostos muitas vezes são prejudiciais à saúde, o que torna necessário o monitoramento destas substâncias. Segundo SARAIVA (2008), atualmente seriam cerca de aproximadamente 360 parâmetros a serem analisados para garantir a qualidade das águas de reúso. A primeira legislação a contemplar o reúso de água foi o relatório da "Royal Commission on Sewage Disposal in England", em 1865, que aprovou oficialmente tal prática.

Em 1918, o Departamento de Saúde do Estado da Califórnia estabeleceu critérios de qualidade para irrigação, implantados em diversas regiões, tornando esta Lei uma das mais complexas e rigorosas da atualidade. Esse mesmo modelo foi adotado, equivocadamente, por outros países, de diferentes características, sendo poucas as adaptações empregadas (HESPANHOL e PROST, 1994).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) reconheceu apenas em 1971 a importância e a direta proporcionalidade dos aspectos de saúde relacionados, as áreas de cultivo irrigadas com água de reúso. A OMS levou em consideração a má experiência apresentada em alguns países, que não estabeleceram um rigoroso

controle de qualidade e nem o monitoramento dos parâmetros do efluente, que pode gerar riscos à saúde pública (RODRIGUES, 2005).

Segundo RODRIGUES (2005), a preocupação com a higiene no processamento de alimentos é uma das grandes preocupações dos juristas, ambientalistas, epidemiologistas e especialistas da saúde pública, em vários países, onde, após a reunião da OMS de 1989, buscaram desenvolver padrões de utilização para a água de reúso à indústria alimentícia. A França foi o primeiro país da Comunidade Europeia a recomendar a aplicação dos padrões microbiológicos da OMS para o uso de águas residuárias, criando para tanto uma norma nacional publicada em 1991, o que a tornou pioneira no tocante à criação de uma legislação específica para reúso de águas residuárias.

Segundo CAMP DRESSER & MCKEE INC (1980), a Alemanha, os EUA, Israel e a África do Sul estão entre os primeiros países que desenvolveram critérios de qualidade para o uso de águas residuárias na agroindústria para as atividades de irrigação. Nos EUA destacam-se os Estados da Califórnia e da Flórida, que possuem critérios específicos para o reúso potável indireto e planejado. As diretrizes federais estão estabelecidas em USEPA (1992).

No Arizona, é expressamente proibido o reúso potável direto e a recarga de aquíferos com efluentes tratados em Estações de Tratamento de Efluentes (ETE), esta operação é fiscalizada por dois departamentos: Arizona Department of Environmental Quality e o Arizona Department of Water Resources. No Texas, não há grande quantidade de instrumentos legais a respeito do reúso, na medida em que o reúso das águas se torna mais comum, considera-se natural que aumentem os aspectos legislativos disciplinando esta prática (MATSUMURA, 2007).

Segundo RODRIGUES (2005), no Brasil o tratamento jurídico dado às águas até a promulgação da Carta Magna de 1988, considerava a água como um bem inesgotável, passível de utilização farta e abundante. A Constituição Federal de 1988, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos – Lei n.º 9.433/97, em anexo, trouxe à consciência de que os recursos hídricos têm fim e tendem a se tornar escassos.

No Brasil é recente o tema que trata sobre a racionalização da água e apesar de não ter existido a preocupação do legislador na criação de regras e princípios para a reutilização de água, a legislação atual, institui fundamentos para a gestão dos recursos hídricos, abrindo a possibilidade da realização do reúso, como uma forma de preservação ambiental e de utilização racional da água, mitigando os problemas da sua escassez (SANTOS, 2009).

Na classificação dos corpos d'água apresentada pelas Resoluções CONAMA nº. 357, de 17 de abril de 2005 e nº. 397, de 3 de abril de 2008, encontra-se o estabelecimento de parâmetros físico-químicos que devem ser respeitados para cada uma das classes em operações de lançamento de efluentes. A Resolução CNRH 54, de 28 de novembro de 2005, aborda a questão da utilização de água de reúso direto, mas a tendência é que problemas relacionados a estas técnicas sejam resolvidos e disciplinados pelos Estados e seus respectivos Comitês de Bacia, em fase de organização.

Porém, segundo SANTOS (2009), diversas regiões do Brasil têm importado normas aplicadas à outros países, que possuem características socioculturais, econômicas e ambientais totalmente diversas da realidade brasileira, que podem implicar em consequências desastrosas, expondo a população a riscos ambientais e, principalmente, a saúde pública e a vida humana.

A criação de parâmetros específicos à realidade do reúso de água no Brasil é uma necessidade de extrema importância. Agências de controle ambiental, de pesquisa e de administração pública, devem auxiliar na consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos, sendo, atualmente, a reutilização de água, tema recorrente na gestão hídrica (RODRIGUES, 2005).

As limitações impostas pelo estresse hídrico, pode causar restrições ao desenvolvimento de empreendimentos e a possibilidade de maior ganho financeiro é o principal fator que motiva as empresas à implementação de técnicas de otimização e reúso de água, conforme item 2.6.

## 2.6. Fator econômico

Deixando o enfoque dos benefícios da preservação ambiental de lado, atualmente as indústrias têm voltado seus esforços para programas que envolvam o reaproveitamento dos resíduos gerados no processo industrial, como fonte de geração de produtos, gerando economia e maximização de lucro. Esta questão é bem exemplificada nas indústrias que utilizam volumes consideráveis de água, como as de polpa, de papel, de alimentos, de metais e químicas, que implementam programas de gestão ambiental e possuem diretrizes voltadas à redução de consumo e ao fechamento de circuitos de água no processo industrial (SANTOS, 2009).

Esses programas possuem importância crescente nas políticas ambientais dessas indústrias devido ao aumento constante da demanda de água pelo conjunto formado pela agricultura, indústria, urbanização e lazer. LIVINGSTON (2005) conclui que o resultado dessa demanda é a pressão para a mudança de percentuais de consumo de água entre os setores.

Para KIPERSTOK *et al.* (2008), a redução do consumo e o fechamento de circuitos de água acarretam uma menor geração de efluentes e, conseqüentemente, a redução da carga poluidora. Esse tipo de controle dos processos produtivos diminui os impactos ambientais e os custos derivados dos processos de tratamento de efluentes. O controle feito na fonte de geração deve levar em conta as possibilidades de modificações no processo industrial, incluindo a substituição de matérias primas que contenham produtos tóxicos por aquelas que não os contenham, e o maior reúso possível dos subprodutos, seja na própria indústria ou em outras indústrias.

QUEIROZ FILHO (2005) aponta os programas de minimização de resíduos como os que mais crescem dentro das indústrias devido ao aumento contínuo das restrições ambientais e por representar uma alternativa de investimento que possui um grande retorno econômico.

A Lei n.º 9.433 de 1997 instituiu no Brasil o princípio do *poluidor-pagador*, ou seja, aquele que gera resíduos deve cobrir o ônus ambiental causado, tornando-

se um fator decisivo para a mudança da perspectiva do reúso de água para as indústrias consumidoras de grandes volumes hídricos. Como se observa na Bacia do Rio Paraíba do Sul e mais recentemente no Rio São Francisco, onde o nível de organização dos seus Comitês possibilita a cobrança pela captação, consumo e lançamento de efluentes naquelas bacias hidrográficas.

Segundo BILLEN (1995), “(...) a sensibilidade com que a reciclagem é realizada depende das taxas ambientais a serem cobradas ou alteradas.”

Dentro deste cenário, a legislação ambiental brasileira deverá implementar a cobrança pelo uso da água de poços artesianos e corpos d'água pelas empresas e pelo despejo dos efluentes. Esta cobrança baseada no custo médio do sistema de tratamento de efluentes líquidos, ou seja, no investimento para o controle da fonte de poluição, fornece instrumentos econômicos para o empreendedor comparar as alternativas (lançar ou consumir), escolhendo a que lhe é apropriada (KIPERSTOK *et al.*, 2008)

Os limites Legais impostos pelo estresse hídrico, com outorgas de uso cada vez mais restritivas; as taxas cobradas pelo uso da água, bem como a aplicação de pesadas multas para o lançamento irregular de efluentes no meio ambiente, determinam a necessidade econômica nas indústrias de investirem em programas de reúso de água e fechamento de circuitos, juntamente com planejamento para a diminuição do consumo de água e geração de resíduos (SOUZA, 1995).

Para SOUZA (1995), os custos visando o reúso de água devem ser comparados com os custos de tratamento de água e de efluentes adicionados às taxas de consumo de água e de lançamento de efluentes. Deste modo, o grau de reúso na indústria depende diretamente do preço das taxas a serem praticadas. Os investimentos no tratamento de água e de efluentes implicam em algum grau de reutilização de água nas indústrias consumidoras de grandes volumes de água instaladas no Brasil. Esta iniciativa depende do tipo de indústria e da sua política ambiental, sendo o lançamento de efluentes inversamente proporcional ao valor das taxas praticadas. Particularizando à situação dos laticínios, conforme item 2.7, normalmente, a alternativa de tratamento de resíduos para empresas de pequeno porte é tida, pelos empresários do setor, como um investimento pouco viável.

## **2.7. Caracterização da indústria de laticínios no Brasil**

No Brasil, enquanto os Comitês de Bacia Hidrográfica se organizam para definir as regras para a cobrança do consumo de água, lançamento de efluentes e a fiscalização rigorosa das empresas potencialmente poluidoras, os rejeitos da indústria são lançados sem tratamento de forma indiscriminada, na natureza, contaminando o solo e os corpos d' água. Os laticínios, foco deste trabalho, representam uma considerável fonte de poluição e Minas Gerais é o estado de maior concentração destas empresas, que geralmente não possuem uma política ambiental consolidada.

A característica dessas micro e pequenas indústrias brasileiras de laticínio é quase sempre artesanal, com uma produção rudimentar, com a utilização de técnicas ultrapassadas, operando em pequena escala e com produtos pouco diversificados, tornando difícil a concorrência com as grandes empresas. A maioria desses estabelecimentos só sobrevive devido à falta de uma fiscalização sanitária mais eficiente (INDI, 2003).

A indústria de laticínios é uma atividade de grande importância na economia mundial e as empresas mineiras colaboram para manter o Brasil entre os dez maiores produtores de artigos lácteos do planeta. Este setor tem convivido com o excesso de consumo de água durante os processos de higienização, o que representa mais de 80% da sua demanda. Este efluente gerado em excesso é tratado nos sistema de tratamento de resíduos, causando a necessidade de estruturas mais robustas (BRIÃO, 2007).

### **2.7.1. Situação mineira das indústrias de laticínios**

Segundo estatísticas do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE (1997), em Minas Gerais prevalecem as micro e pequenas empresas de processamento de leite, onde cerca de 40% demandam até 5.000 L.dia<sup>-1</sup> de leite, 18% processam de 5.000 a 10.000 L.dia<sup>-1</sup> de leite, 17% utilizam de

10.000 a 20.000 L.dia<sup>-1</sup> de leite, 17% consomem de 20.000 a 50.000 L.dia<sup>-1</sup> de leite e somente 8% dos empreendimentos processam mais de 50.000 L.dia<sup>-1</sup> de leite.

Segundo ZOCCAL (2007), Dentre os derivados lácteos, o queijo é o produto com maior participação no portfólio das empresas, demonstrando a importância desse tradicional alimento para o desenvolvimento da indústria mineira de laticínios. De 60% a 70% dos laticínios, com capacidade de processamento inferior a 200.000 L.dia<sup>-1</sup>, fabricam algum tipo de queijo. Nas empresas com maior capacidade instalada, os iogurtes e as sobremesas lácteas aparecem de forma mais frequente, quando comparados com laticínios menores.

SILVA (2006) observa que o efluente gerado na indústria de laticínio é composto pelo esgoto sanitário, águas pluviais coletadas na planta da empresa e pelo resíduo líquido proveniente do processo industrial (soro), sendo considerado um dos principais responsáveis pela degradação ambiental causada por estes empreendimentos. O soro é comumente descartado de forma irregular, contaminando o solo e as coleções hídricas a jusante da área de influência do laticínio, devido ao seu elevado potencial poluidor (DBO de até 120.000 mg.O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>). Uma fábrica com produção diária de 50.000 litros de soro equivale à geração de um pequeno município com população de 25.000 habitantes. Portanto, constitui crime ambiental o lançamento de forma direta ou indireta de soro em corpos d'água (PINTO, 2010).

Em média, para o processamento de um quilo de queijo, necessita-se de dez litros de leite, gerando-se nove litros de soro. Para o Estado de Minas Gerais, que possui cerca de 1.250 laticínios formalmente constituídos, estes dados são preocupantes, pois a destinação adequada do soro não é prática popular entre estas empresas, que lançam o efluente *in natura* no leito dos rios (SILVA, 2006).

### **2.7.2. Caracterização dos resíduos**

Os efluentes gerados nas atividades de processamento de produtos lácteos são compostos por resíduos de leite e de seus subprodutos, detergente, desinfetante, areia, lubrificantes, açúcar, pedaços de frutas, essências e

condimentos diversos, que são diluídos nas operações de lavagem e higienização dos equipamentos, tubulações, pisos e demais sistemas.

Na TABELA 02 é observada a característica média dos efluentes gerados em diferentes tipos de indústrias de laticínios, segundo MINAS AMBIENTE/CETEC (1998).

**TABELA 02.** Características físico-químicas médias dos efluentes líquidos gerados em diferentes tipos de indústrias de laticínios, não produtoras de queijo.

Parâmetros Analisados	Tipos de Indústria (ver legenda abaixo)					
	1	2	3	4	5	6
DBO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	1033	487 a 1319	3420	290	875	761
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	1397	873 a 1740	4430	2010	1365	1370
Sólidos não filtráveis totais (mg.L <sup>-1</sup> )	520	329 a 494	420	915	776	471
Sólidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )	-	993	3300	-	1870	1406
Sólidos sedimentáveis (mg.L <sup>-1</sup> )	-	14	1	1,5	0,1	1,7
Nitrogênio total (mg.L <sup>-1</sup> )	-	26,5 a 43,2	86,2	56,7	25,5	11,3
Fosforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	5,75	4,5 a 5,9	14,2	18,8	6,8	8,8
Óleos e graxas (mg.L <sup>-1</sup> )	562	253	575	-	100	-
Temperatura (° C)	-	29	31	29	38	28
Vazão (m <sup>3</sup> .T <sup>-1</sup> leite processado)	1,06	1,47 a 0,83	4,1	5,5	3,2	5,4
Carga orgânica (kg DBO <sub>5</sub> .T <sup>-1</sup> leite processado)	1,09	0,72 a 1,09	14,02	1,60	2,80	4,11
Leite processado (T)	18,5	29,4 a 48,4	226,2	59,7	80,0	63,4

(1) Posto de recepção e refrigeração; (2) leite pasteurizado e manteiga (3); leite pasteurizado e iogurte; (4) leite esterilizado e iogurte; (5) leite condensado; e (6) leite em pó.

**Fonte:** MINAS AMBIENTE/CETEC (1998)

O soro do queijo representa de 80 a 90% do volume do leite utilizado e retém 55% dos seus nutrientes, apresentado 6,9% de sólidos totais (SILVA, 2006). Segundo SANTOS (2001), entre os sólidos totais destacam-se a lactose (4,5 a 5% m/v), proteínas solúveis (0,6 a 0,9% m/v), lipídios (0,3 a 0,5% m/v), sais minerais (0,6%) e ácido láctico (0,1%), além de outros nutrientes e vitaminas presentes em menores concentrações.

Apesar das características semelhantes dos efluentes gerados pelas indústrias de laticínios, PINTO (2010) conclui que a sua composição detalhada depende dos processos utilizados, do volume do leite processado, das condições e tipos dos equipamentos utilizados, dos procedimentos para redução da carga poluidora e do volume dos efluentes, das práticas de gestão ambiental e da quantidade de água utilizada. Contudo, estima-se uma produção nacional superior a 24 bilhões de litros de água residual por ano.

BRIÃO (2007) orienta para o controle na utilização de detergentes, lubrificantes e sanitizantes, produtos cuja composição contém elementos, que em excesso, podem influenciar no desempenho e eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes.

Nas indústrias de laticínios, qualquer etapa do processamento gera grandes volumes de efluentes, devido ao processo de higienização. Esta água, que contém frações diluídas de produtos lácteos, contribui significativamente para as perdas não acidentais de leite ou de produtos lácteos e para a produção total do efluente (BALLANEC *et al.*, 2002).

A otimização do uso da água pode ser aplicada à indústria de laticínio com o intuito de reduzir o volume do efluente gerado, minimizar os custos de implantação do sistema de tratamento e diminuir o consumo de água na planta da empresa, revertendo em economia para o empreendimento (SILVA, 2006).

A utilização de caldeiras, que normalmente operam com lenha ou óleo, gera efluentes atmosféricos, que quando não tratados poluem o ar com substâncias prejudiciais à saúde (SARAIVA, 2008). A utilização de veículos para o transporte do leite e dos produtos acabados, também é fonte de poluição atmosférica, onde, motores mal regulados, agravam o problema.

Segundo SARAIVA (2008), existe a geração de resíduos sólidos, compostos por pedaços de queijo, embalagens dos insumos e dos produtos utilizados nas etapas produtivas. A operação da caldeira com a utilização de lenha produz cinzas que, normalmente, não são dispostas de forma adequada.

MACHADO *et al.* (2002), orientam que também existe outras formas de componentes de poluição observadas na operação dos laticínios, tais como: água

quente, lançada com temperatura muito acima do corpo receptor; ruídos e vibrações, normalmente restritos ao ambiente interno da empresa, afetando a saúde dos seus funcionários; e a poluição visual ocasionada pelo descaso e falta de organização de algumas empresas. No item 2.8 são apresentadas formas de tratamento para o efluente líquido gerado na produção do queijo (soro), composto altamente poluente.

## 2.8. Formas de reutilização do soro gerado na produção do queijo nos laticínios

Segundo GIROTO e PAWLOWSKY (2001), a identificação de alternativas para um adequado aproveitamento/tratamento do soro de leite é de fundamental importância em função de sua qualidade nutricional (concentra 55% dos nutrientes do leite), do seu volume e de seu poder poluente. Técnicas de recuperação do soro representam alternativas de sucesso na redução da carga orgânica deste resíduo, diminuindo o custo dos sistemas de tratamento, como apresentado na TABELA 03:

**TABELA 03.** Qualidade do efluente com e sem recuperação de soro em laticínio produtor de ricota.

PARÂMETROS (mg.L <sup>-1</sup> )	INSTALAÇÃO COM RECUPERAÇÃO DO SORO	INSTALAÇÃO SEM RECUPERAÇÃO DO SORO
DBO <sub>5</sub>	2.397	5.312
DQO	5.312	20.559
GORDURAS	96	463
N TOTAL	90	159
P TOTAL	26	21

**Fonte:** European Commission – Integrated Pollution Prevention and Control. 2006.

Várias alternativas podem ser empregadas para a recuperação, destinação final ou tratamento do soro, como se pode observar nos itens que serão apresentados adiante.

### **2.8.1. Lançamento no solo**

A aplicação de resíduos orgânicos no solo tem sido comum desde muitos anos como um processo de tratamento e meio de disposição. Nos tratamentos convencionais, a energia contida nos esgotos é dissipada mediante a mineralização da matéria orgânica e lançando-se os nutrientes nos corpos receptores. Porém, através da disposição de esgotos no solo, a energia é canalizada e utilizada para produção de alimentos, recarga de aquíferos, irrigação e outros fins. A disposição no solo é considerada o método mais favorável para o controle do aumento de volume de águas residuárias das atividades da vida urbana e industrial. Ao mesmo tempo, a aplicação no solo e a reutilização de águas residuárias tratadas tem sido uma solução efetiva do custo potencial para o problema de disposição dos efluentes no ambiente (MORAIS et al., 2006).

Segundo GIROTO e PAWLOWSKY (2001), o sistema de disposição no solo é elogiado como forma de tratamento, não causando maiores transtornos ou gastos excessivos. A redução da poluição e de vazão nesta etapa de tratamento contribui para a proteção dos córregos e pequenos riachos a jusante do empreendimento. Em todos os sistemas de disposição no solo é observado um aumento da biodiversidade local, constituindo-se em um fator relevante para o crescimento de vegetação herbácea e aparecimento de pássaros, insetos e pequenos animais.

Para PANCHONI *et al.* (2008), alguns cuidados devem ser tomados para que não haja o comprometimento do solo, contaminação, devido ao excesso de efluente ou a não infiltração adequada. As características do meio infiltrado devem ser estudadas antes da aplicação da água residuária e deve-se realizar o monitoramento periódico do solo, observando suas características físico-químicas e de saturação. A não observação destes cuidados pode causar a erosão da área receptora do efluente, a contaminação dos corpos d' água, por meio da lixiviação e problemas à saúde da população que tenha acesso ao local.

### **2.8.2. Produção de Ricota**

A ricota, conhecida também como “queijo albumina”, constitui-se basicamente de lactoalbumina e lactoglobulina, que representam cerca de 80% das proteínas do soro. A fabricação da ricota é baseada na precipitação do extrato proteico do soro por meio de calor associado à acidificação. Estas proteínas são facilmente desnaturadas, o que constitui o princípio básico da fabricação da ricota (MORAIS *et al.*, 2006).

A aplicação da temperatura elevada é de extrema importância para a formação do coágulo flutuante que será o queijo ricota. O rendimento da fabricação será melhor se a presença de lactoalbumina, lactoglobulina e caseína estiverem em quantidades adequadas e se o efeito da temperatura atuar de maneira uniforme sobre estes componentes. A temperatura de 80°C inicia-se o processo de flutuação da massa, indicando que esta é adequada. Os flocos formados e presentes na superfície devem ser apanhados com auxílio de uma escumadeira própria, pois a permanência exagerada sobre o líquido quente altera as propriedades organolépticas do queijo (SCHMIDT *et al.*, 2005).

Após ser aquecido, o soro é acidificado, porém a temperatura não pode ser inferior que 74°C. A acidificação auxilia no processo final da flutuação do coalho ou massa que formará o queijo e fornece o flavor adequado a partir de pH fixado em 5,6 no máximo. Sendo assim, a verificação periódica do pH após a adição do ácido é primordial na condução da fabricação da ricota (MORAIS *et al.*, 2006). O processo de fabricação da ricota diminui em média 40% da Demanda Química de Oxigênio (DQO) do soro, auxiliando no processo de tratamento deste efluente e na redução dos seus custos, com a diminuição da matéria orgânica.

### **2.8.3. Alimentação direta de suínos**

QUADROS *et al.* (2002) destacam o momento crítico do desmame dos suínos, que tende a causar um estresse que influencia diretamente no crescimento

dos animais. Nas criações modernas, o desmame é realizado normalmente aos 21 dias de idade, momento em que os leitões apresentam o sistema digestivo em desenvolvimento.

A carência de lactose diminui a ação enzimática do sistema digestivo do animal, causando dificuldade em digerir amido, sacarose e gordura até os 21 dias de idade (VEGA *et al.*, 1992). Dessa forma, é necessário incluir fontes de carboidratos mais digestíveis na dieta de leitões desmamados, como a lactose, principal fonte de energia do soro, representando ao redor de 70% da matéria seca. O soro do leite pode ser fornecido ao animal em sua forma natural líquida, pois apesar de apresentar menor teor de proteína em relação ao farelo de soja, o seu valor nutricional referente à composição de aminoácidos essenciais é cerca de 80% superior aquele alimento (MC DONOUGH, 1997).

#### **2.8.4. Nutrição de bovinos**

O soro desidratado pode ser também utilizado na complementação alimentar de bovinos, substituindo parte do sal empregado no ciclo alimentar dos animais. ROSSI *et al.* (2006), observam o valor nutricional do soro desidratado, rico em nucleotídeos que participam de vários processos bioquímicos que são essenciais para o funcionamento do organismo animal. Os nucleotídeos atuam como precursores dos ácidos desoxirribonucléico (DNA) e ácido ribonucléico (RNA), fonte de energia (adenosina trifosfato e guanosina trifosfato), coenzimas (flavina adenina dinucleotídeo, nicotinamida adenina dinucleotídeo e coenzima A) e reguladores fisiológicos (AMP-cíclico, GMP-cíclico).

Segundo ROSSI *et al.* (2007), a dieta a base de soro desidratado auxilia na estruturação e recuperação de tecidos danificados, melhoram a modulação do sistema imunológico do animal e ajudam na manutenção da saúde intestinal, reduzindo a incidência de doenças entéricas, ou seja, os males transmitidos por meio de contaminação fecal. Em função do papel que os nucleotídeos dietéticos desempenham na manutenção da saúde intestinal, os mesmos podem atuar como uma solução ao uso de antibióticos na alimentação dos animais jovens, melhorando

a aceitação social dos produtos originários desta criação, minimizando os riscos à saúde do consumidor final.

#### **2.8.5. Fabricação de bebida láctea**

É um alimento composto de soro de leite e de leite, sendo que a composição láctea é inferior a 51% da massa total do produto. Além disto, as bebidas lácteas representam uma alternativa alimentar mais leve, ideal para um país tropical como o Brasil (GIROTO e PAWLOWSKY, 2001).

As proteínas do soro possuem grande valor nutricional, com alta digestibilidade, além de todos os aminoácidos essenciais, vitaminas hidrossolúveis e sais minerais, que em função disto e do seu baixo custo, a sua formulação vem ganhando importante fatia do mercado de produtos lácteos (MILAGRES *et al.*, 2007).

Com a produção da bebida láctea, cujo investimento aplicado é baixo, são observadas várias formas de atratividade financeira, pois o empreendimento vai reduzir drasticamente os seus custos na operação do tratamento de efluentes, reduzindo a carga orgânica do sistema, podendo ter uma estrutura menor e mais simples. O resíduo retorna a linha de produção como insumo à fabricação de outro produto, que será comercializado gerando mais renda e maximização de lucros (MILAGRES *et al.*, 2007).

#### **2.8.6. Concentração e separação de proteínas**

O soro do leite de vaca é um líquido que contém de 4 a 6 g de proteínas por litro. As proteínas, um dos ingredientes mais importantes das bebidas e fórmulas nutricionais, possuem alto valor nutricional. Estas podem ser extraídas do leite durante o processo de fabricação do queijo e contêm alto teor de aminoácidos essenciais, especialmente os de cadeia ramificada (HARAGUCHI e ABREU, 2006).

Segundo a OMS, a recomendação de consumo de proteínas varia de  $0,75 \text{ g.kg}^{-1}$  para adultos a  $1,85 \text{ g.kg}^{-1}$  para crianças de 3 meses a 6 anos.

As proteínas do soro de leite possuem grande valor comercial, pois, de acordo com LÉONIL *et al.* (2001), poderão exercer vários efeitos benéficos sobre o sistema cardiovascular graças às suas propriedades redutoras (cisteína, estímulo à síntese de glutathiona), sequestrantes de radicais livres (glutathiona, lactoferrina, lactoperoxidase) que são também inibidores da lipoxidação das lipoproteínas e artérias. Peptídios derivados da lactoferrina mostraram atividade anticoagulante, inibindo a agregação de plaquetas.

Existem várias técnicas para a separação das proteínas do leite, como a evapotranspiração à vácuo, que promove a evaporação da fase líquida do soro, num ambiente estéril, e a coacervação, com a utilização do polissacarídeo carboximetilcelulose sódica, que propicia a agregação coloidal de núcleos submicroscópicos, que coalescem para formar gotas microscópicas, formando a precipitação das proteínas (HARAGUCHI e ABREU, 2006).

### **2.8.7. Produção de doce de leite pastoso**

Segundo FEIHRMANN *et al.* (2006), a concentração de uma mistura de leite, soro de leite e açúcar possibilita a obtenção de um doce semelhante ao tradicional doce de leite. A utilização do soro de leite confere características funcionais excelentes ao produto. A aplicação do soro, segundo CÂNDIDO e CAMPOS (1996), são indicados para todos os produtos lácteos por possuírem propriedades funcionais como a capacidade de formação de gel, viscosidade, poder emulsificante, capacidade de retenção de água, que conferem uma série de benefícios estruturais e nutricionais ao produto final.

O doce de leite pastoso é obtido por concentração, elaborado com ou sem adição de sólidos de origem láctea e adicionado de sacarose ou outro mono ou dissacarídeo. Sua composição é de no máximo 30% de umidade, 6 a 9% de gordura, máximo de 2% de cinzas e mínimo de 5% de proteína. A substituição do leite pelo de soro de queijo significa para a indústria diminuição nos custos de

fabricação e uma forma racional de aproveitamento deste produto secundário que apresenta excelente valor nutritivo (FEIHRMANN *et al.*, 2006).

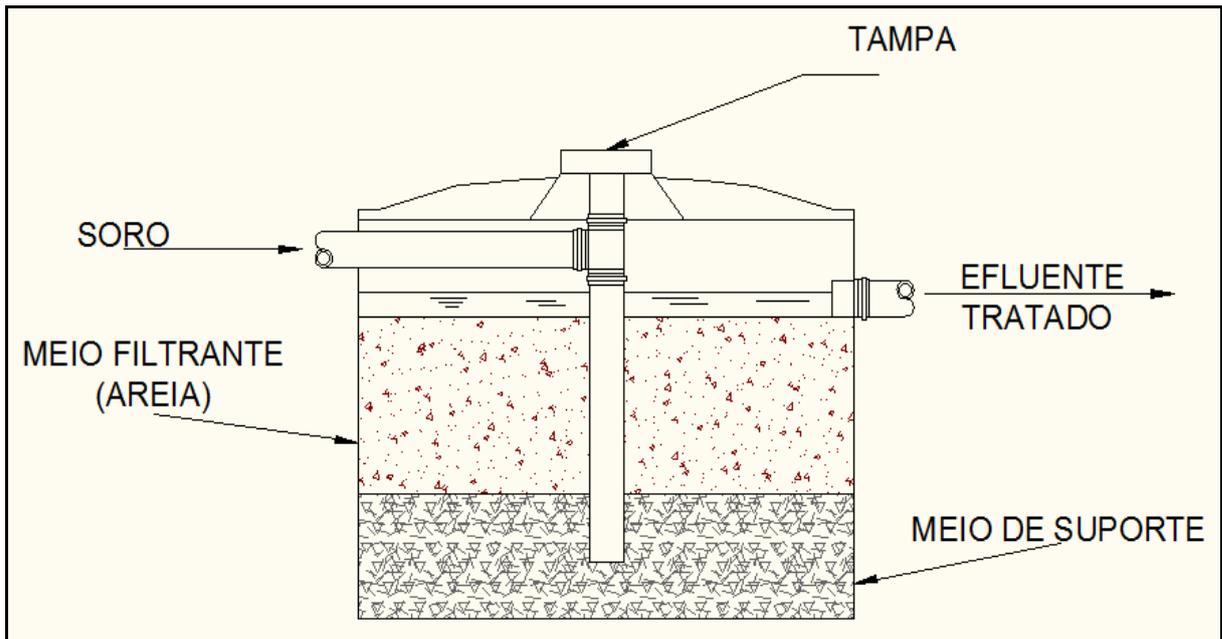
Para o soro resultante, no item 2.9. observam-se os métodos mais utilizados para o tratamento dos efluentes produzidos em laticínios e sistemas auxiliares, que promovem a redução do material mais grosseiro antes do tratamento e o polimento, pós-tratamento, melhorando a eficiência da remoção de DQO.

## **2.9. Formas para o tratamento dos efluentes de laticínio**

Os sistemas de tratamento secundário, envolvendo processos biológicos, são muito utilizados em virtude da grande quantidade de matéria orgânica facilmente biodegradável e da sua fácil operação e manutenção. Os processos mais utilizados são compostos por filtro anaeróbio, lagoas de estabilização e reator anaeróbio de manta de lodo (VILAR, 2009). A seguir são apresentados os componentes mais utilizados no sistema de tratamento do soro e dispositivos complementares:

### **2.9.1. Filtro anaeróbio**

É basicamente uma unidade de contato, comumente construído de forma cilíndrica ou retangular, na qual o efluente passa através de uma massa de sólidos biológicos contida dentro do reator, constituída pelas colônias de bactérias, que aderem ao meio de suporte, formado por estruturas diversas como: blocos cerâmicos, concha de ostras e de mexilhões, calcário, anéis plásticos, cilindros vazados, blocos modulares de PVC e etc, conforme FIGURA 02.



Fonte: Adaptado de CHERNICHARO, 1997.

**FIGURA 02.** Estrutura do filtro biológico.

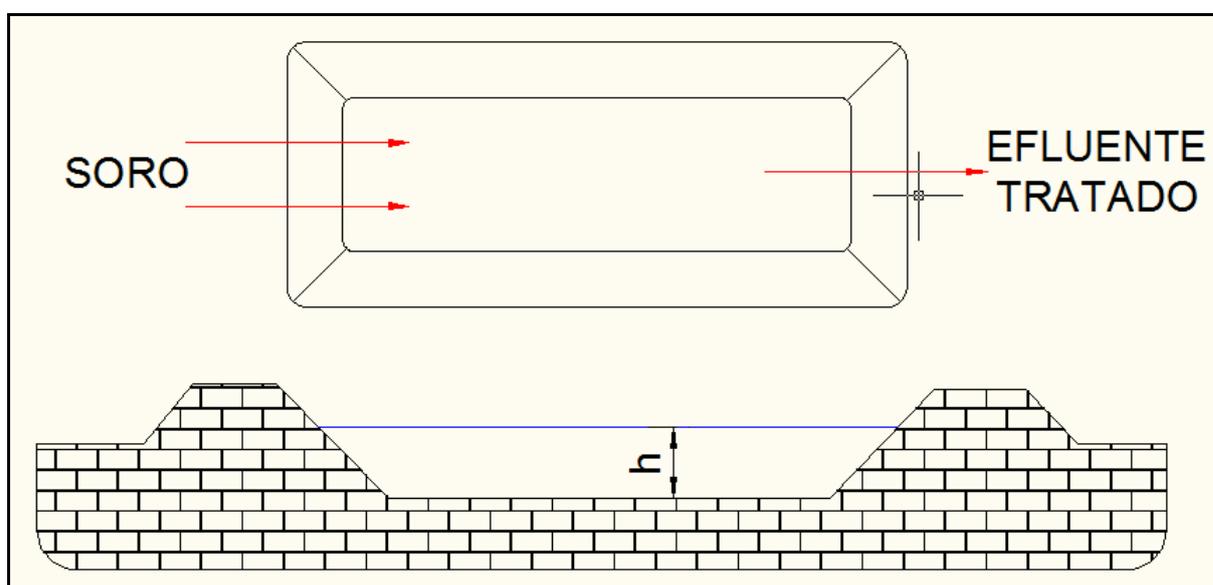
A biomassa retirada no reator pode se apresentar de três formas distintas (CHERNICHARO, 1997):

- Na forma de uma fina camada de biofilme aderido às superfícies do material suporte;
- Na forma de biomassa dispersa retida nos interstícios do material suporte;
- Na forma de flocos ou grânulos retidos no fundo, abaixo do material suporte.

O filtro biológico possui uma eficiência na remoção de DQO de 80 a 90%, porém a colmatação ou entupimento dos espaços existentes no meio de suporte é causa de preocupação na elaboração de projetos para o tratamento de elevada DQO, devendo-se prever um método para limpeza do tanque (CHERNICHARO, 1997).

### 2.9.2. Lagoas de estabilização

Este sistema representa uma solução simples e de baixo custo para o tratamento de efluentes, utilizando técnicas que favorecem os processos naturais de estabilização da matéria orgânica. Sua implantação requer uma estrutura simples, de operação simplificada (SAMPAIO *et. al.*, 2001), conforme FIGURA 03.



**FIGURA 03.** Esquema da lagoa de estabilização.

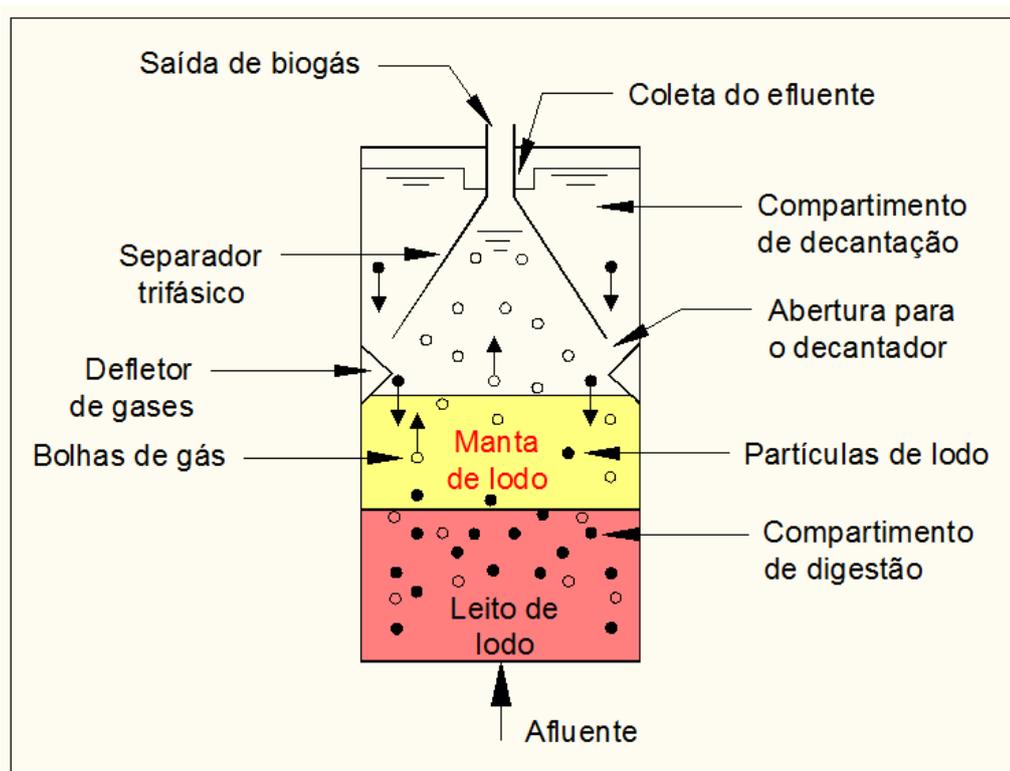
Segundo SAMPAIO *et. al.* (2001), esse tratamento realiza a oxidação bacteriológica da matéria orgânica (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e/ou redução fotossintética das algas. De acordo com a forma predominante pela qual se dá a estabilização da matéria orgânica, as lagoas costumam ser classificadas em: facultativas, anaeróbias, aeradas e de maturação.

As lagoas de estabilização são susceptíveis às condições climáticas (radiação solar, temperatura e vento) encontrando no Brasil, geralmente situações extremamente favoráveis à implantação desse tratamento, que tem de 70 a 85% de eficiência na remoção de DQO, mas que requer extensas áreas para a sua implementação (BRIÃO, 2007).

### 2.9.3. Reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

Os reatores de manta de lodo (UASB) apresentam características hidrodinâmicas favoráveis à formação de grânulos, possibilitando o tratamento de altas cargas orgânicas volumétricas, com tempo de detenção hidráulica curto, da ordem de grandeza de horas, dependendo das condições operacionais e das características dos afluentes (FORESTI, 1994).

Segundo VILLAR (2009), o princípio desse método de tratamento consiste na estabilização da matéria orgânica, anaerobiamente, por microrganismos que crescem dispersos no meio líquido. A parte superior do reator UASB possui um separador trifásico, de forma cônica ou piramidal, permitindo a saída do efluente clarificado, a coleta do biogás gerado no processo e a retenção dos sólidos dentro do sistema, conforme FIGURA 04.



Fonte: Adaptado de BEZERRA *et al.*, 1998.

**FIGURA 04.** Modelo esquemático do reator UASB.

Os sólidos retidos constituem a biomassa, que permanece no reator por tempo suficientemente elevado para que a matéria orgânica seja degradada. Pode-se descartar do sistema de 50 a 60% do lodo retido, segundo o tempo de detenção, onde, o material já se encontra estabilizado, necessitando apenas de secagem e disposição final adequada (VILAR, 2009).

O tratamento de efluentes utilizando o reator UASB constitui um método eficiente e de baixo custo para se remover matéria orgânica e sólidos em suspensão, demandando uma pequena área para a sua implantação e permite a aplicação de tecnologias mais sustentáveis em relação aos outros sistemas de tratamento, proporcionando a produção de energia por meio do biogás, produzido durante o processo de degradação da matéria orgânica pelas bactérias. Sua instalação é de construção simplificada e permite a utilização de nutrientes (nitrogênio e fósforo) após o tratamento (BEZERRA *et al.*, 1998).

Possui eficiência de 73 a 99,3% na remoção da DQO e uma boa condição de tamponamento, ou seja, promove o equilíbrio entre as reações de alcalinidade e de acidez, mantendo o pH numa faixa ótima de 5 a 7,4, dispensando medidas de correção, o que reflete em economia para a empresa (VILAR, 2009).

#### **2.9.4. Flotação por ar dissolvido**

Segundo VILAR (2009), neste processo o ar é dissolvido sob pressão no efluente, em um tanque de pressurização, sendo em seguida liberado no tanque de flotação à pressão atmosférica. O ar liberado ganha a superfície do tanque, carreando a matéria sólida, que tende a flotar. Esta matéria flutuante forma uma camada superior, que é raspada por um braço raspador apropriado e coletada em dispositivos especiais para ser então removida. Em alguns processos são utilizados produtos químicos para auxiliar a formação dos flocos.

### **2.9.5 Gradeamento e Caixa de areia**

São dispositivos utilizados como forma de tratamento preliminar, que tem a função de retirar do sistema os materiais mais grosseiros e areia carregada com a lavagem do piso, dos setores da empresa. Estes sistemas devem passar por limpeza periódica, para continuar operando de maneira apropriada (CHERNICHARO, 1997).

### **2.9.6 Tratamento e Disposição do Lodo**

Todos os sistemas de tratamento de esgotos geram subprodutos: espuma, material gradeado, areia, lodo primário e lodo secundário. O material gradeado, a espuma e a areia devem seguir para disposição final em aterro sanitário. No entanto os lodos primário e secundário necessitam de tratamento antes da disposição final para a redução de volume e de teor de matéria orgânica. Usualmente inclui-se no sistema unidades para o adensamento do lodo, ou sistemas de digestão anaeróbia/aeróbia, ou, ainda, estruturas de desidratação (FORESTI, 1994).

Para as pequenas e médias indústrias de laticínio, as alternativas economicamente viáveis de aproveitamento do soro ficam limitadas, se as empresas forem tratadas de forma individualizadas. Contudo, a busca conjunta de ações que facilitem o escoamento da produção, adoção de programas de melhoria da qualidade nas indústrias, a implantação de unidades estratégicas de concentração e processamento do soro, podem representar o equacionamento para o aproveitamento ou o tratamento deste resíduo.

Estas formas de valorização do soro do leite, ao mesmo tempo em que contribuem para a melhoria do meio-ambiente, proporcionam ganhos às indústrias, porém cada alternativa, para ser aplicada, envolve análise técnica e econômica para sua viabilização.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

Propor por meio de técnicas de otimização de consumo, economia e reúso a diminuição do consumo de água e minimização da geração de efluentes gerados em Laticínios de Pequeno Porte, buscando reduzir a pressão sobre os processos de tratamento da água residual, minimizando os custos gerais construtivos da implementação destes sistemas com estruturas mais simples, e visando a proteção ambiental.

#### **3.2. Específicos**

- Levantamento de dados técnicos com respeito ao consumo de água numa indústria de laticínios de pequeno porte;
- Quantificação e qualificação do efluente gerado em laticínio localizado na cidade de Itajubá / MG;
- Sugestão de técnicas de engenharia de baixo custo para otimizar o uso da água e de orientações aos funcionários da empresa em estudo, para promover a diminuição do consumo hídrico nos processos produtivos do empreendimento;
- Realização do balanço hídrico na indústria, por meio de medição da vazão de água em pontos específicos nas atividades desenvolvidas na linha de produção;
- Observação da possibilidade da implantação de técnicas de reúso de água na estrutura produtiva do laticínio;
- Proposição e esquematização de um sistema de tratamento para os efluentes oriundos da linha de produção da empresa em estudo, bem como do esgoto sanitário gerado nos banheiros do laticínio.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo de caso foi realizado em uma indústria de laticínios de pequeno porte, localizada na cidade de Itajubá, no Sul do Estado de Minas Gerais. Adotou-se a estratégia de estudo para levantamento de dados técnicos e amostragem, realizando-se inicialmente a caracterização da empresa, observando-se as particularidades da sua estrutura de produção, como forma de realizar-se a setorização da indústria, possibilitando o registro das características do consumo de água e de geração de efluente nas atividades observadas no processamento do leite.

Num segundo momento, realizou-se a quantificação da água gasta em cada setor produtivo, medindo-se a vazão hídrica em cada ponto da linha produtiva. Determinou-se pontos de amostragem dentro da planta da empresa, segundo critérios bibliográficos, conforme a expressividade do volume e da qualidade do efluente gerando, buscando-se analisar e definir as características deste resíduo. Com estes resultados, determinou-se o balanço hídrico da empresa e a possibilidade de existir reúso direto de água, para as atividades desenvolvidas. Observam-se, também, técnicas que podem ser empregadas no momento da destinação final e no tratamento do efluente, como é apresentado nos itens a seguir:

### **4.1. Caracterização da empresa (estudo de caso)**

Algumas indústrias de laticínios da região foram visitadas ao longo do desenvolvimento do trabalho, porém, apesar do seu pequeno porte, esta empresa foi escolhida como cenário desta pesquisa, por se localizar na zona urbana da cidade, ao contrario das outras empresas observadas. Normalmente, esses empreendimentos são instalados nas áreas rurais, próximos à matéria prima, fazendas produtoras de leite e fontes de água, utilizadas em abundância, sem preocupação com o consumo, por, atualmente, não ocasionar custos.

Na zona urbana da cidade, a empresa consome água tratada pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, pagando pelo seu consumo, o que causa a preocupação do seu corpo gerencial, que estuda a implementação de técnicas de baixo custo para a minimização e a otimização do consumo hídrico, maximizando os lucros da atividade. O tratamento e aceitação do empreendedor à realização deste trabalho foi a melhor possível.

A empresa tem uma estrutura bastante modesta, com uma área útil de aproximadamente 200 m<sup>2</sup>. A complexidade das instalações hidráulica e elétrica, com tubos e fios a vista, alguns não mais utilizados, retratam a história do estabelecimento, que começou na garagem da residência do proprietário e, conforme a necessidade, foram feitas as ampliações necessárias. Hoje os enquadramentos à legislação sanitária e ambiental são grandes desafios ao empreendedor. Na TABELA 04 é apresentada a estrutura da empresa.

**TABELA 04.** Caracterização da indústria de laticínios analisada.

<b>Nº DE FUNCIONÁRIOS: 6</b> (3) queijeiros e (3) logística		<b>HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO:</b> Das 6:00 às 14:00 h, de segunda à domingo	
<b>CAPACIDADE INSTALADA DE PROCESSAMENTO: 2.500 L de leite.dia<sup>-1</sup></b>			
<b>PRODUÇÃO MÉDIA DIÁRIA</b>			
<b>QUEIJO/kg</b>	<b>LEITE EMPACOTADO/L</b>	<b>IOGURTE/L</b>	
150	800	200	
<b>GASTO MÉDIO MENSAL</b>			
<b>ÁGUA/m<sup>3</sup></b>	<b>LUZ/kWh</b>	<b>LENHA/m<sup>3</sup></b>	
150	1.930	4	

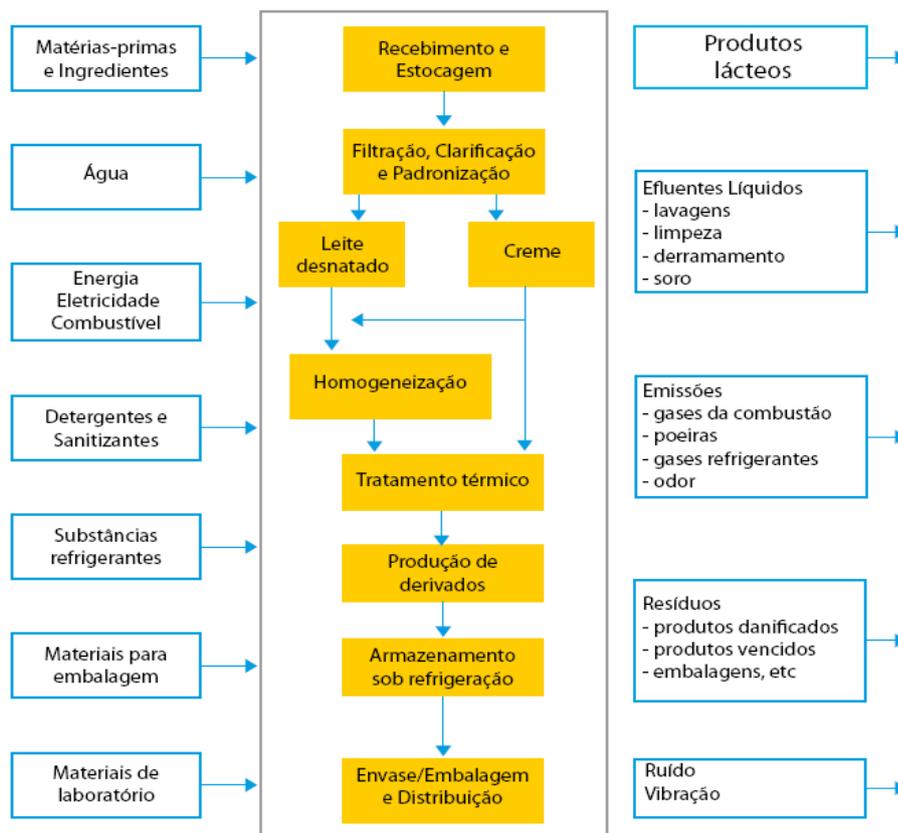
Como nas empresas concorrentes da região de porte semelhante, o processamento dos produtos é realizado de forma artesanal, o que, normalmente, exige muito contato físico dos funcionários da indústria com o produto. Esse tem sido um ponto chave das exigências sanitárias, já que de forma geral, os procedimentos de higiene das empresas são falhos ou, simplesmente, não existem, conferindo ao produto final características de qualidade duvidosa, podendo resultar em riscos à saúde da população.

O empreendimento possui Autorização Ambiental de Funcionamento junto à Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, porém, suas práticas ambientais não são adequadas. Vários impactos são observados, influenciando diretamente à população vizinha. Na TABELA 05 são apresentadas as formas de degradação ambiental praticadas pela empresa.

**TABELA 05.** Tipos de poluições produzidas pelo empreendimento.

TIPO DE POLUIÇÃO	PONTO DE GERAÇÃO	DESTINAÇÃO FINAL
Atmosférica	Caldeira	Lançado na atmosfera, sem a utilização de filtro, utilização de veículos para o transporte do leite e de produtos acabados
Hídrica	Produção de queijo e procedimentos de higienização da empresa, esgoto dos sanitários	O soro é doado para criadores de bovinos e suínos para composição da ração animal, porém, quando a coleta falha, este efluente, junto com o esgoto dos sanitários é lançado na rede de coleta pública de esgoto
Sonora	Movimentação de veículos de coleta de leite, desinfecção de latões de leite com vapor d'água	Dissipação na atmosfera
Do Solo	Embalagens defeituosas, frascos dos insumos utilizados	Coletados e destinados pelo serviço de coleta pública, sendo atualmente descartados em aterro controlado municipal

A operação da empresa tem causado transtorno à vizinhança, pois a chaminé da caldeira, por estar num nível inferior ao de algumas residências, lança fuligem que perturba o bem estar da população local. O mesmo acontece com o ruído provocado pelos caminhões e algumas atividades durante o processamento do leite. Na FIGURA 05 são apresentadas, de forma esquemática, os tipos e etapas de geração de poluição na empresa.



Fonte: MAGANHA (2006)

**FIGURA 05.** Pontos de geração de poluição.

Reconhecendo as limitações das suas instalações e as dificuldades em cumprir as adequações necessárias ao cumprimento das normas sanitárias e ambientais, o empreendedor está construindo uma estrutura física, na zona rural do município, buscando melhorar a qualidade e aceitação do seu produto, cujas características são apresentadas no item 4.2.

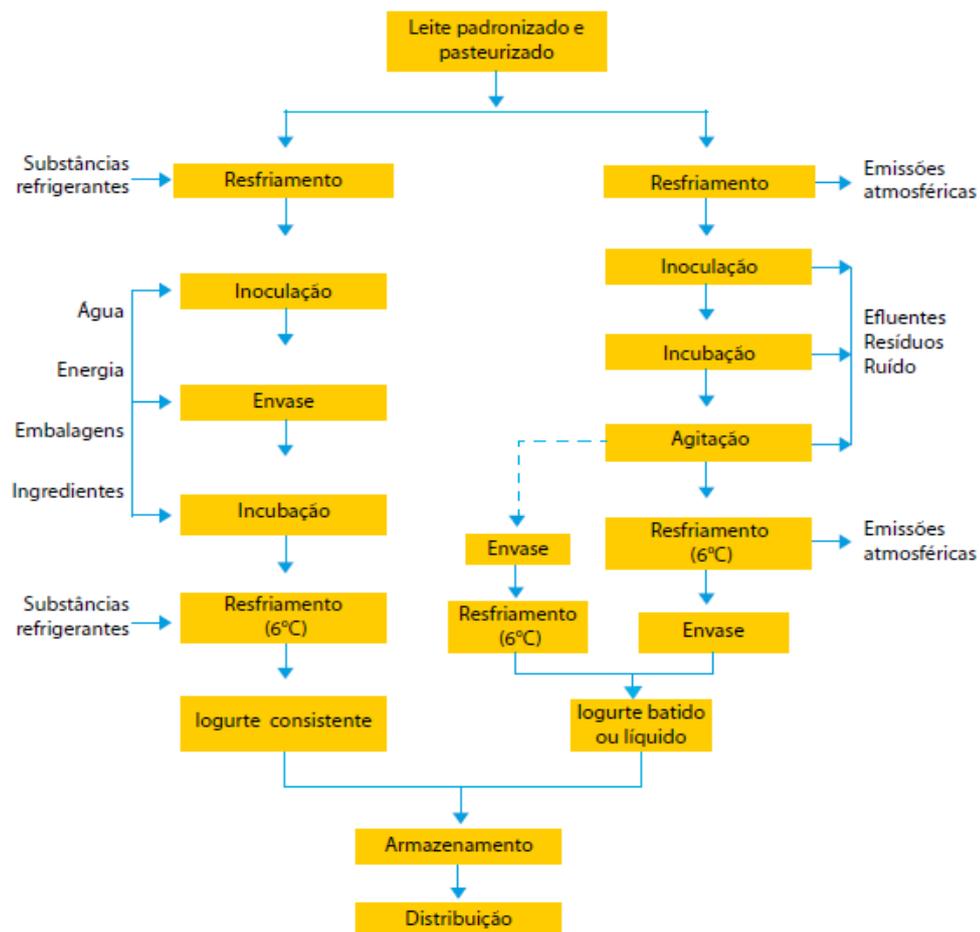
#### 4.2. Processo de fabricação dos produtos da empresa

Os artigos lácteos fabricados pela empresa são para abastecimento exclusivo do mercado local, com a produção de iogurte, do leite UHT (*Ultra High Temperature*) e dos queijos mussarela, parmesão, ricota e minas padrão, nas

quantidades definidas na TABELA 04, no item 4.1. De forma concisa, as FIGURAS 06 a 08 apresentam o esquema de fabricação dos produtos processados na indústria em estudo, ressaltando as formas de poluição apresentadas ao longo da cadeia produtiva.

**4.2.1. Iogurte** - O iogurte é um produto fermentado do leite com um sabor ligeiramente azedo, obtido a partir da ação combinada de duas espécies de bactérias, a *Streptococcus thermophilus* e a *Thermobacterium bulgaricum*. É uma excelente fonte de múltiplas vitaminas e minerais, incluindo proteína, cálcio, potássio, fósforo, vitaminas B6 e B12, riboflavina, ácido fólico e niacina.

O iogurte pode ser batido (líquido) ou natural (consistente), como apresentado na FIGURA 06.



Fonte: MAGANHA (2006)

**FIGURA 06.** Esquema produtivo do iogurte

O iogurte de maior produção no Laticínio é o batido. Processo que inicia-se com a seleção do leite, que deve preencher algumas condições como:

- Acidez inferior a 20 °Dornic (°D);
- Aroma e sabor normais;
- Alto teor de sólidos solúveis;
- Ausência de substâncias inibidoras de enzimas;
- Ausência de microrganismos patogênicos;
- Teor de gordura padronizado.

Para que o iogurte tenha uma boa consistência, o leite deve ter um extrato seco desengordurado de 15%. Para aumentar o teor de sólidos pode-se adicionar leite em pó ou leite concentrado.

Logo em seguida vem a pasteurização, que tem como principal objetivo destruir os microrganismos patogênicos e eliminar grande parte da flora microbiana normal do leite, favorecendo o crescimento dos microrganismos que serão inoculados. Esta operação, normalmente, é realizada em trocadores de calor de placas.

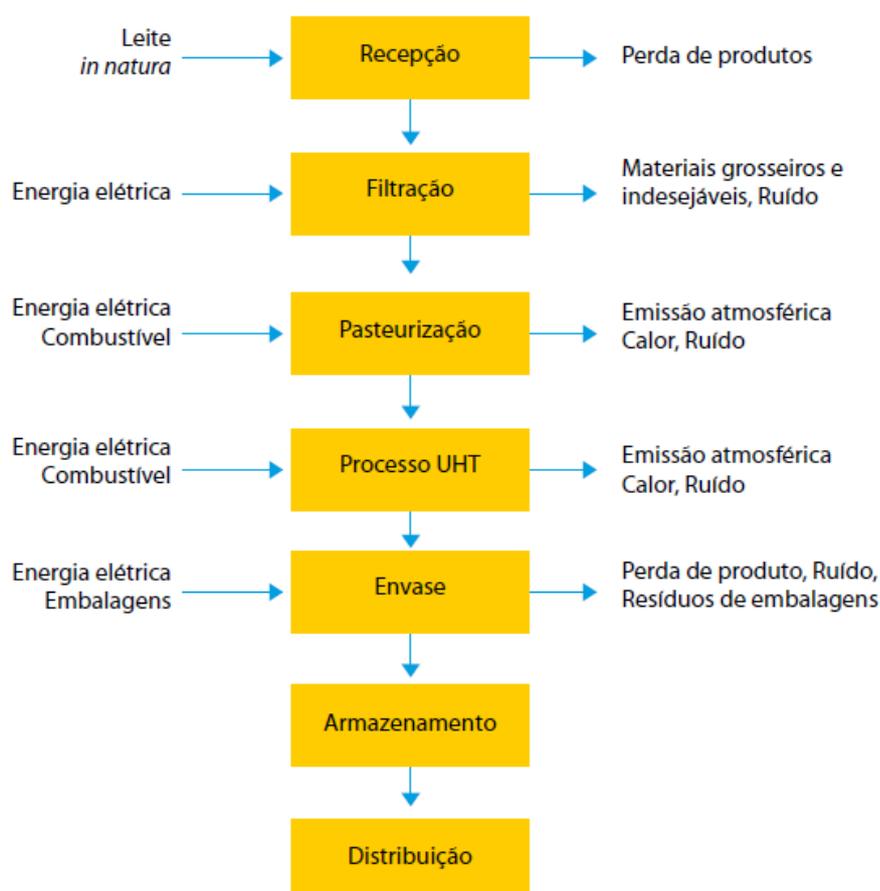
Em seguida, a cultura de microrganismos, que foi preparada anteriormente em laboratório, é adicionada ao leite. Fica incubada de 4 a 5 horas a 45 °C para que ocorra a fermentação. Este processo ocorre na própria dorna e é mantido até que se atinja a acidez desejada.

Após a fermentação, o coágulo formado é rompido por agitação na própria dorna, passando por um filtro e em seguida por um trocador de calor de placas, onde é resfriado até um temperatura de 4 ou 6 °C.

O iogurte é então embalado e armazenado em câmaras frias, onde a temperatura é mantida entre 2 e 4 °C.

O processamento do iogurte natural é semelhante ao batido, sendo que a principal diferença está na etapa da fermentação. Antes de ir para a incubação em estufas, o iogurte é embalado. O tempo de preenchimento das embalagens individuais não deve exceder 30 minutos após a inoculação para evitarem-se problemas de consistência do produto, sendo em seguida estocado em câmaras frias entre 4 e 6 °C.

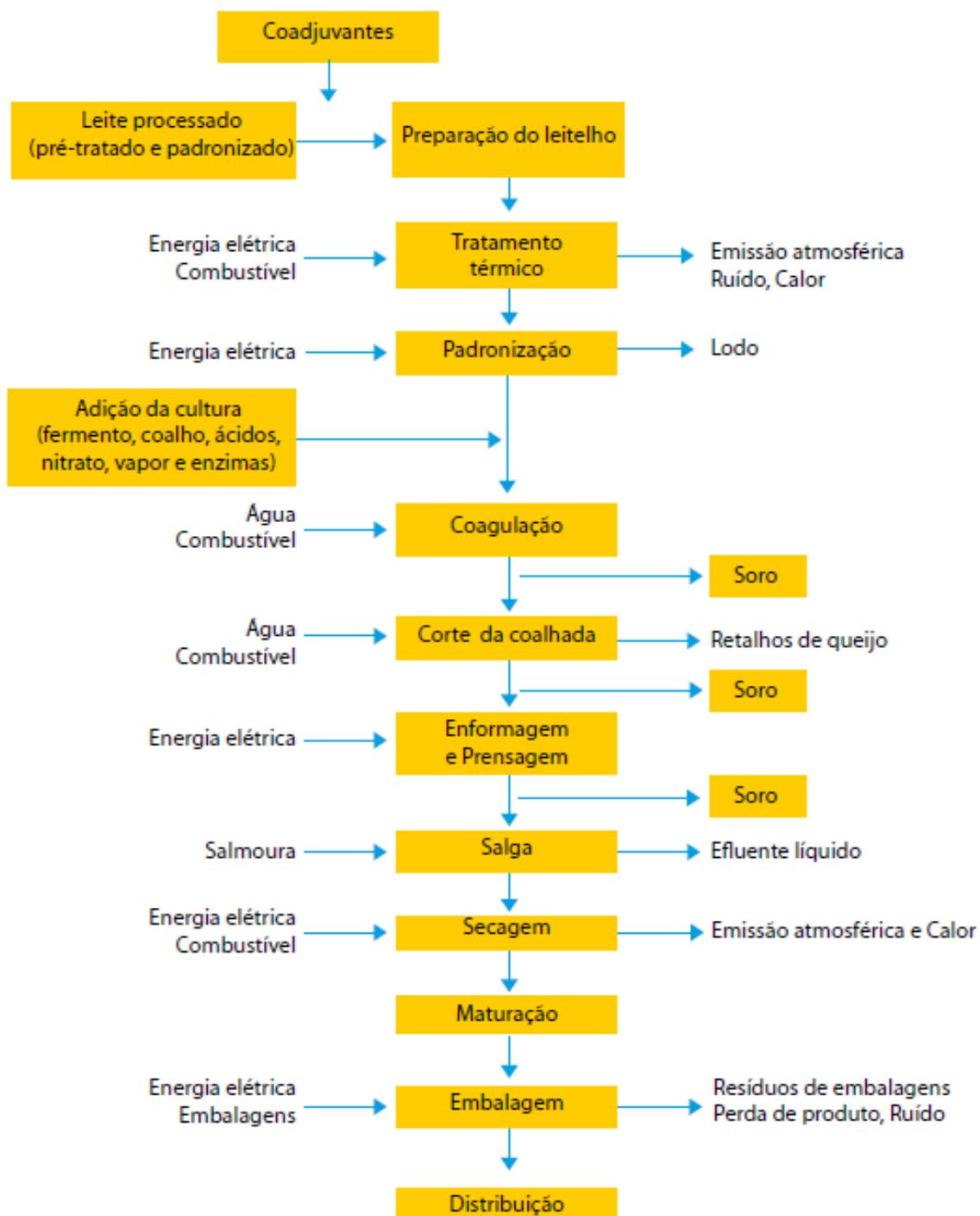
4.2.2. **Leite UAT OU UHT** - entende-se por leite UHT ou UAT (Ultra Alta Temperatura) o leite (integral, parcialmente desnatado ou semidesnatado e desnatado) homogeneizado que foi submetido, durante 2 a 4 segundos, a uma temperatura entre 130°C e 150°C, mediante um processo térmico de fluxo contínuo, imediatamente resfriado a uma temperatura inferior a 32°C e envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas, como apresentado na FIGURA 07.



Fonte: MAGANHA (2006)

FIGURA 07. Esquema produtivo do leite UAT ou UHT.

O processo de fabricação do queijo envolve algumas etapas básicas, para todos os tipos produzidos no estabelecimento, com exceção da ricota que provém do soro gerado na produção dos demais queijos. A FIGURA 08 descreve o esquema produtivo básico para estes artigos.



Fonte: MAGANHA (2006)

FIGURA 08. Esquema produtivo geral para queijos.

4.2.3. **Queijo Mussarela** - produto fresco que se obtém por separação parcial do soro do leite ou de soros lácteos coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes;

4.2.4. **Queijo parmesão** - o processo de fabricação do produto inicia-se com a pasteurização do leite integral, com a padronizado a 3,2% de gordura. Logo em seguida acrescenta-se uma solução de cloreto de cálcio na proporção de 40 ml para cada 100 litros de leite, adicionando também: fermento láctico *S. Thermophilus* e *L. Bulgaricus* ou *L. Helveticus*, na proporção de 1,5% da mistura; o coalho, na temperatura de coagulação de 34°C. Em cerca de 45 minutos, promove-se o corte da massa coagulada em liras verticais e horizontais, de modo a obter grãos com 0,5 cm. A próxima etapa consiste na retirada de 40% do soro (dessoragem). Acrescenta-se sal, dissolvido em água e eleva-se a temperatura da mistura lentamente (1°C por cada 3 minutos), até 43°C, usando vapor indireto. Retira-se o restante do soro, prensa-se a massa e realiza-se a operação de enformagem, seguindo para o tanque de salga, que contem 20% de cloreto de sódio, permanecendo por um período de 24 h. Após um período de maturação de 6 meses, com os devidos cuidados, o queijo está pronto para o consumo.

4.2.5. **Queijo minas padrão** - o produto é formado pelo leite pasteurizado com teor de gordura na faixa de 3,2 a 3,4%, adicionando-se 40 ml de cloreto de cálcio e uma dosagem de 25 a 30 ml de coalho para cada 100 litros de leite. Adiciona-se fermento láctico mesofílico, na dosagem de 1,5% sobre o volume de leite. Após pronta, a massa do queijo é prensada nas formas e segue para a salga (água com cloreto de sódio), permanecendo por um tempo que varia de 16 a 18 horas, sendo desenformado e seguindo para as prateleiras de secagem e cura. O consumo médio é de aproximadamente 8,5 a 8,8 litros de leite por quilo de queijo obtido.

**4.2.6. Queijo ricota** - sua fabricação tem como matéria prima o soro fresco de queijos com acidez máxima de 13°D. Para cada 100 litros de leite processado acrescenta-se uma dosagem de 50 g de ácido cítrico, de 20 a 30 g de bicarbonato de sódio (regular a acidez final do soro para 9 a 10°D) e de 3 a 5% de leite integral ou desnatado.

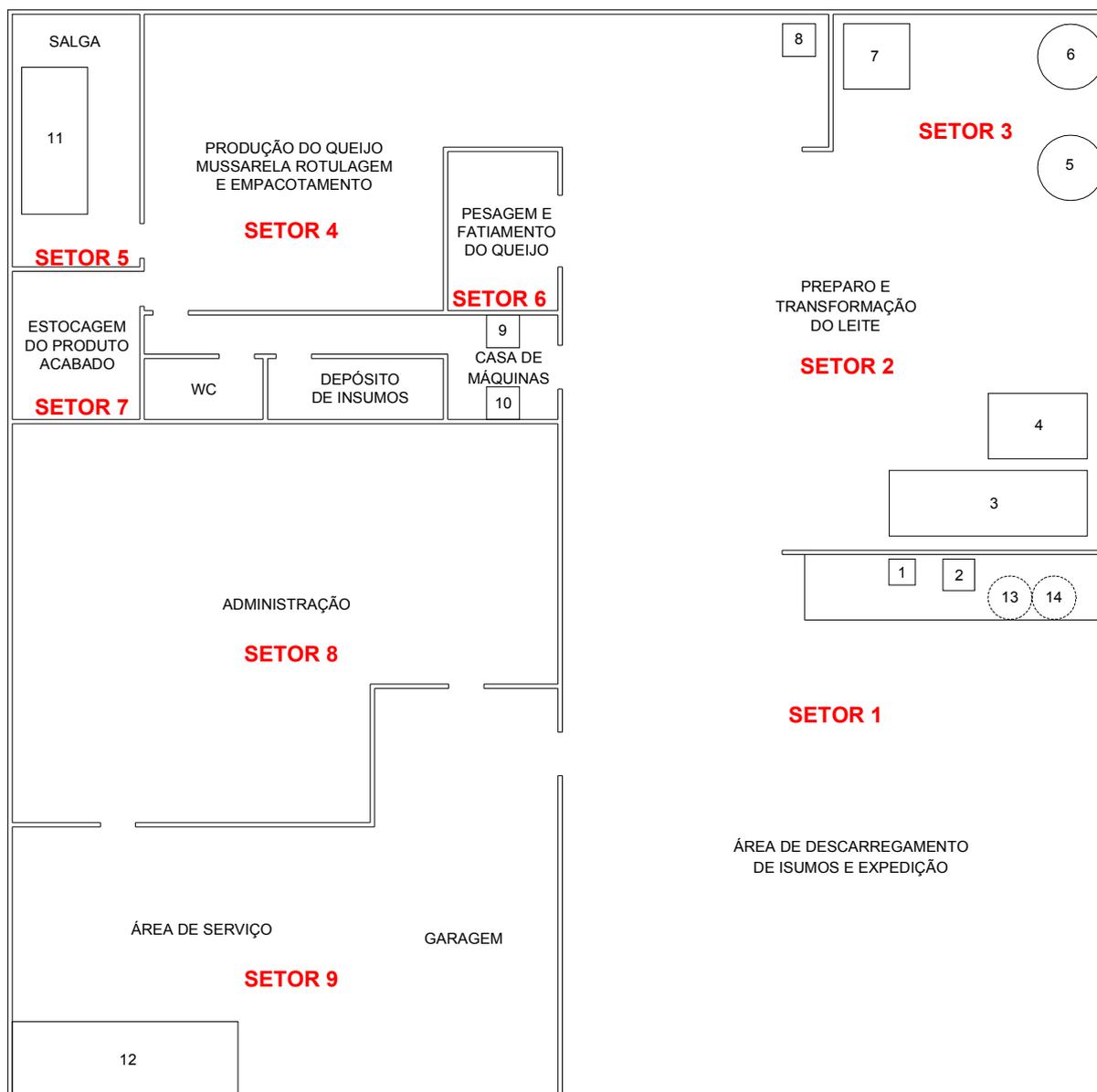
O preparo segue os seguintes passos: após a seleção do soro, que deverá ser coado ou desnatado, adiciona-se ao tanque de fabricação o bicarbonato de sódio. A mistura é aquecida até atingir 75°C, momento onde o leite desnatado é acrescentado. O aquecimento continua até atingir a temperatura de 85°C (neste momento já há formação de precipitados, soro talhando). Adiciona-se o ácido cítrico diluído em duas partes de água, elevando-se a temperatura ao seu patamar máximo de 93°C. Adiciona-se o ácido láctico e reduz o fornecimento de calor à mistura. Forma-se uma massa compacta e de coloração esverdeada do soro, que após atingir a consistência adequada é enformada. O consumo médio é de 20 litros de soro para cada 1 quilo de Ricota.

A produção de ricota foge ao esquema produtivo apresentado na FIGURA 08, por se tratar de um produto obtido por meio da utilização do resíduo, soro, produzido na fabricação dos outros tipos de queijo. Sua escala de produção é reduzida na empresa em estudo, sendo fabricado apenas por encomenda, normalmente de clientes da cidade de São Paulo / SP.

Devido à utilização de procedimentos distintos para a fabricação dos produtos lácteos na empresa, envolvendo demandas diferenciadas de água e em qualidades apropriadas às atividades desenvolvidas, tornou-se necessário realizar a setorização do empreendimento, conforme apresentado no item 4.3.

### **4.3. Setorização da empresa**

Na empresa observa-se uma estrutura simples, como apresentado na FIGURA 09. A linha de produção com atividades distintas facilita o trabalho de setorização da planta baixa do empreendimento.



**FIGURA 09.** Planta da empresa em estudo e setorização da linha de produção.

Na FIGURA 09, observa-se a divisão do layout produtivo em 9 setores:

- Setor 1 – recepção do leite, lavagem e esterilização dos latões utilizados no transporte;
- Setor 2 – 1º estágio da fabricação do queijo, produção da massa, por meio da coagulação do leite, separação da parte sólida do soro;
- Setor 3 – fabricação de iogurte e leite UHT;
- Setor 4 – 2º estágio da fabricação do queijo, manipulação da massa, disposição nas formas;

- Setor 5 – tanque para salga dos queijos;
- Setor 6 – pesagem, fatiamento e empacotamento do queijo;
- Setor 7 – estocagem dos produtos;
- Setor 8 – área administrativa;
- Setor 9 – caldeira e garagem.

A FIGURA 09, também descreve a localização dos equipamentos instalados na empresa, numerados de 1 a 14, conforme relação abaixo:

- 1- Tanque de recepção do leite direcionado à fabricação de queijo, com 200 L de capacidade, marca Inox Rodrigues;
- 2- Tanque de recepção do leite direcionado à fabricação de iogurte/leite UHT, com 200 L de capacidade, marca Inox Rodrigues;
- 3- Tanque com 1.000 L de capacidade, destinado à coagulação do leite para a fabricação do queijo, marca Harmo Milk;
- 4- Tanque com 500 L de capacidade, destinado à coagulação do leite para a fabricação do queijo, marca Harmo Milk;
- 5- Tanque de pasteurização de leite, com 300 L/h de capacidade, marca Finamac;
- 6- Tanque de armazenamento do iogurte/leite UHT resfriado, capacidade 500 L, marca Harmo Milk;
- 7- Máquina para empacotamento do iogurte/leite UHT, capacidade de 1.000 L/h, marca Harmo Milk;
- 8- Trocador de calor por fluxo em contracorrente, capacidade 300 L/h, marca Finamac, resfriamento do iogurte/leite UHT;
- 9- Resfriador da água da caldeira, circuito fechado, marca Chillers;
- 10- Compressor Schulz de 350 L, 40 pés;
- 11- Tanque para salga do queijo, piscina de fibra improvisada;
- 12- Caldeira, marca KG Therm, modelo HLA-250, 10 kgf/cm<sup>2</sup>, superfície de aquecimento 13 m<sup>2</sup>;
- 13- Tanque de 1.000 L de capacidade para armazenamento do soro, caixa d'água marca Fortlev;
- 14- Tanque de 500 L de capacidade para armazenamento do soro, caixa d'água marca Fortlev;

Todas as máquinas e equipamentos que tem contato direto com o leite, são fabricados em aço inox, atendendo às normas sanitárias, menos o tubo de PVC (adaptação), que direciona o leite ao setor 3, conforme as FIGURAS 10 e 11:



**FIGURA 10.** Tanque de 1.000 L para coagulação do leite.



**FIGURA 11.** Em detalhe no setor 3, à frente, o tanque de pasteurização, ao fundo a direita, o tanque de armazenamento, e, ao fundo a esquerda, a empacotadora.

Não diferente da característica das indústrias alimentícias, de forma geral, a maior demanda por água está relacionada às operações de higienização e limpeza das instalações, máquinas e equipamentos da empresa, bem como, atividades de aquecimento e resfriamento que ocorrem ao longo da linha de produção. No próximo item é apresentado um levantamento setorizado do consumo hídrico no empreendimento.

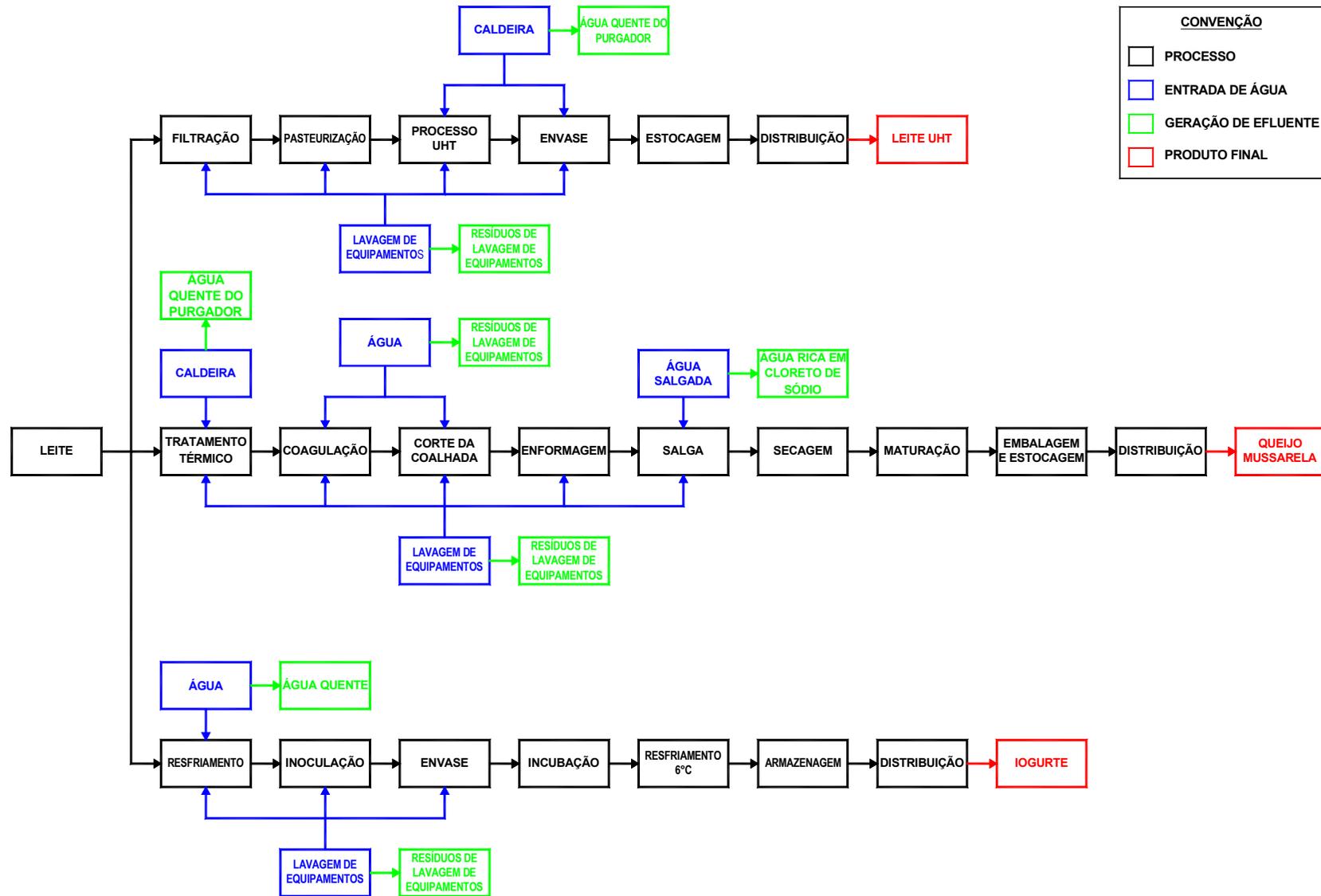
#### **4.4. Determinação da vazão de água utilizada**

Para a medição de vazão utilizou-se a estratégia de medir o consumo hídrico nos setores determinados, por meio do medidor ultrassônico PT-878, da GE Sensing, utilizou-se também o método volumétrico em alguns pontos de difícil instalação daquele equipamento, empregando um volume conhecido de 5 litros e um cronômetro.

Segundo campanha realizada em três dias de medições, verifica-se que o consumo total médio de água observado num período normal de 8 horas de operação diária da empresa é de aproximadamente 5,5 m<sup>3</sup>. Ressalta-se que a caldeira trabalha em circuito fechado, porém as perdas ao longo da tubulação e a operação de esterilização dos latões de transporte do leite torna necessária a reposição de água no sistema de geração de vapor, como é apresentado na TABELA 06, no item 5.1.

Devido à dificuldade de medição da água utilizada nos sanitários, adotou-se o critério de subtrair do volume total registrado no hidrômetro do estabelecimento, a somatória do consumo observado nos setores produtivos, admitindo-se que o resultado final é representativo da água utilizada nos sanitários e das perdas. O volume dos tanques de salga foi calculado e como a mistura destes reservatórios é trocada a cada 5 dias, optou-se por dividir o consumo de água dentro deste período.

Na FIGURA 12 são apresentados os pontos de entrada de água, dentro das etapas do processo produtivo, observados para cada produto fabricado no empreendimento.



**FIGURA 12.** Esquema produtivo da empresa, com determinação dos pontos de entrada de água no sistema.

Do volume hídrico consumido pelo empreendimento, observa-se que um percentual de cerca de 45% é utilizado nas operações de troca de calor (aquecimento e resfriamento) e 30% é utilizado nas operações de limpeza e higienização das suas dependências, máquinas e equipamentos. Esses dados diferem dos percentuais apresentados na bibliografia, observando-se que no Laticínio o maior volume de água é empregado na operação de refrigeração do Leite UHT e do iogurte.

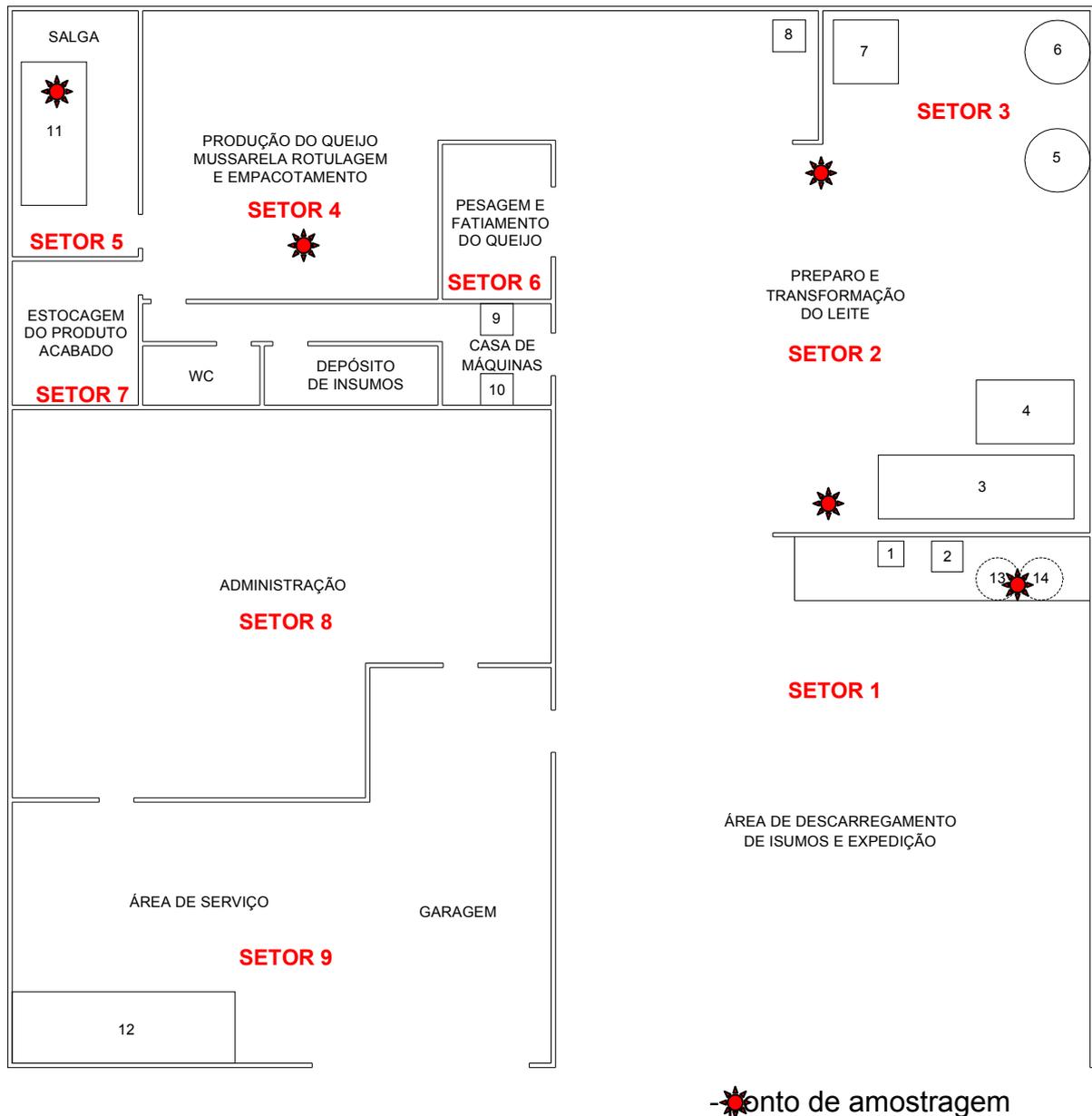
A falta de investimentos em infraestrutura, treinamento, conscientização ambiental e padronização de procedimentos, são fatores que influenciam no desperdício e no mau uso de água na empresa em estudo.

A quantidade de água utilizada nas atividades do empreendimento influencia diretamente no volume do efluente gerado. Buscando-se o estudo e a caracterização qualitativa deste resíduo, procedeu-se como apresentado nos itens 4.5 e 4.6, realizando-se a coleta e análise físico-química deste material.

#### **4.5. Amostragem dos efluentes**

A amostragem foi realizada em dia ensolarado com temperatura média registrada de 24,5 °C. Para cada ponto foram feitas três coletas do resíduo, sendo cada prova composta de 2 litros, colhidas de forma discreta, para não influenciar no modo de trabalho dos funcionários da empresa, o que poderia interferir na consistência dos dados. O efluente dos sanitários não foi coletado, pois o mesmo é lançado no sistema de coleta de esgoto da COPASA, tendo uma composição semelhante ao esgotamento sanitário das residências do município, sendo direcionado para a estação de tratamento de esgoto municipal, em fase de implantação.

A amostragem dos efluentes foi realizada em campanha de três dias de coleta, na qual buscou-se acompanhar todas as atividades realizadas na empresa, colhendo amostras dos resíduos líquidos gerados. Para tanto, inicialmente foram definidos pontos de coleta, conforme apresentado na FIGURA 13.



**FIGURA 13.** Pontos de amostragem dos efluentes gerados na indústria de laticínios.

O material coletado no setor 1 é composto pelo soro produzido no processo de fabricação do queijo, retirado diretamente dos tanques de estocagem, no momento da sua produção. Nos setores 2 e 3 foram amostradas as águas de lavagem das máquinas, equipamentos e do piso. Nestes locais o efluente escorre pelo chão, até alcançar os dois ralos que dão acesso à rede de coleta pública de esgoto, misturando-se ao esgotamento sanitário do município de Itajubá. No setor 4 é coletado o resíduo produzido na manipulação da massa base para o queijo, onde, devido aos procedimentos adotados, a mussarela gera a maior quantidade de

efluente. No setor 5 foi amostrada a mistura do tanque de salga, inicialmente composta por água e cloreto de sódio.

Os cinco pontos estudados geraram 15 amostras de 2 litros cada, sendo estas analisadas em triplicata no laboratório de saneamento da Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, observando-se que, devido a limitações desta estrutura alguns parâmetros foram analisados no Laboratório de Análises Ambientais, Ambiental São Lucas – ASL, localizado na cidade de Rio Claro / SP.

#### **4.6. Análise das amostras dos efluentes**

De forma sucinta são apresentados os materiais e métodos utilizados no laboratório da UNIFEI, para caracterização das amostras do efluente produzido nos setores da empresa. Análises dos parâmetros temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade e turbidez, foram realizadas no local de geração. As concentrações de fósforo e nitrogênio foram determinadas pelo ASL e, o restante, composto pela determinação das medidas de oxigênio dissolvido, coliformes fecais e totais, sólidos totais, totais fixos e totais voláteis, DQO, DBO e óleos e graxas, foram realizadas no laboratório de saneamento da UNIFEI, conforme apresentado a seguir:

##### **4.6.1. TEMPERATURA [°C]**

Determinação por meio de leitura em termômetro. Com a utilização do equipamento de marca LABCENTER, modelo INCOTERM L-176, foram medidas as temperaturas das 15 amostras do laticínio.

##### **4.6.2. pH**

Utilizou-se o método potenciométrico. Empregando-se o pHmetro da marca INSTRUTEMP INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA., modelo pH-1.500,

foram realizadas leituras diretas no instrumento, registrando-se as medidas dos pHs das 15 amostras do laticínio.

#### **4.6.3. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA [ $mS.cm^{-1}$ ]**

Utilizou-se o método eletrométrico. Com a utilização do condutivímetro da marca MS TECNOPON EQUIPAMENTOS ESPECIAIS LTDA., modelo PHy150 mediu-se a condutividade elétrica das amostras, realizando-se a leitura direta no equipamento.

#### **4.6.4. TURBIDEZ [NTU]**

Utilizou-se o método nefelométrico. O turbidímetro da marca POLICONTROL, modelo AP2000iR foi utilizado na operação de determinação da turbidez nas 15 amostras de efluente.

#### **4.6.5. OXIGÊNIO DISSOLVIDO [ $mg.L^{-1}$ ]**

Utilizou-se o método eletrométrico, com a utilização do oxímetro da marca SCHOTT – GERÄTE GMBTT, modelo handylab OX1/Set, para a medição do oxigênio dissolvido no efluente analisado.

#### **4.6.6. COLIFORMES FECAIS E TOTAIS [NMP/100mL]**

Utilizando-se a estufa para cultura bacteriológica da marca OLIDEFCZ, cartelas Colilerts IDEXX, a seladora Quanti-Tray Scaler Modelo 2X IDEXX da empresa SOVEREIGN BRASIL e o espectrofotômetro da marca SPECTRONICS CORPORATION WESTBURY, modelo spectroline EA-160, foram medidos os coliformes fecais e totais das amostras do laticínio pelo método Colilert.

Devido às limitações de materiais no laboratório de saneamento da UNIFEI, não foi possível quantificar os coliformes existentes nas amostras, sendo apenas identificada a existência ou não deste parâmetro.

#### **4.6.7. SÓLIDOS TOTAIS, TOTAIS FIXOS E TOTAIS VOLÁTEIS [g.L<sup>-1</sup>]**

Utilizou-se o método gravimétrico, empregando-se a estufa da marca BIOPAR LTDA., Modelo S150SA, da mufla da empresa FORNITEC – INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. e da balança digital da marca QUIMIS, modelo Q-500L210C (faixa de variação – de 1mg a 210g), para medição dos sólidos totais, totais fixos e totais voláteis do material amostrado.

#### **4.6.8. DQO [mg.O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>]**

Utilizou-se o método de refluxo do dicromato de potássio. Com a utilização de um digestor, e de um espectrofotômetro da empresa HACH COMPANY, modelo DR2800, foram medidas as demandas químicas de oxigênio das 15 amostras.

#### **4.6.9. DBO**

Determinação do consumo de oxigênio após 5 dias de incubação a 20°C. Utilizando-se uma incubadora de DBO, e um oxímetro da empresa SCHOTT – GERÄTE GMBTT, modelo handylab OX1/Set, foram medidas as demandas bioquímicas de oxigênio das amostras.

#### **4.6.10. ÓLEOS E GRAXAS [g.L<sup>-1</sup>]**

Para determinação do teor de gordura das amostras (óleos e graxas) empregou-se o método de extração em Soxhlet, utilizando-se o aparelho de extração da marca MARCONI EQUIPAMENTOS PARA LABORATÓRIO LTDA.,

modelo MA 491/3, uma bomba de vácuo e uma estufa da empresa OLIDEFCZ, e uma balança digital QUIMIS, modelo Q-500L210C.

Para determinação das concentrações de fósforo e nitrogênio, realizadas pelo ASL, as metodologias e limites analíticos seguem o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, APHA (ano) e normas relacionadas:

Fósforo total – Espectrofotometria de Emissão Atômica com Plasma de Argônio Induzido (USEPA, 2000).

Nitrogênio total – Método Kjeldah, transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio por meio da digestão com ácido sulfúrico e posterior destilação com liberação da amônia, que é fixada em solução ácida e titulada, (ABNT 13.796, 1997).

#### **4.7. Determinação do balanço hídrico**

Após o estudo e o conhecimento de todas as atividades desenvolvidas na indústria de laticínio, foco deste trabalho, procedeu-se a determinação do balanço hídrico do estabelecimento, onde, devido às dificuldades encontradas na estrutura física da empresa, tornou-se necessário a realização de alguns procedimentos:

- A impossibilidade de medir, de forma precisa, o consumo da água utilizada nos banheiros, faz com que este gasto seja estimado no cálculo do balanço hídrico da empresa. Entretanto, observações relativas à otimização hídrica dos sanitários, serão apresentadas em momento oportuno.
- A água utilizada pela indústria nos procedimentos de higienização dos setores da sua linha produtiva, máquinas e equipamentos, escorre pelo chão até alcançar o ralo de acesso à rede pública de esgoto. A desorganização das tubulações de esgoto, onde inexistem caixas de passagem, de gordura ou de visita, inviabilizou a medição da vazão do efluente produzido. Porém, como

não existe retenção de água, estima-se que o volume de saída é igual ao de entrada.

- O vapor utilizado na operação de esterilização dos latões utilizados para o transporte de leite, bem como as perdas observadas nas tubulações e equipamentos à vapor, de difícil medição, são quantificadas por meio da água de reposição do sistema de geração de vapor.

Devido às restrições impostas pela legislação sanitárias para a utilização de água de reúso na manipulação de alimentos, a determinação do ponto de mínimo consumo (*Water Pinch*) não foi realizada, pois a técnica se baseia no balanço de massa na entrada e saída de água nas operações da empresa e prevê a utilização em cascata dos efluentes gerados nas atividades, cuja sua utilização seja compatível ao novo uso, promovendo uma maior conservação da água na planta da empresa.

Como as determinações legais orientam para o uso de água potável, quando em contato com alimentos e observando as características dos efluentes, com exceção da água utilizada na operação de resfriamento do leite UHT e do iogurte, os demais resíduos não podem ser reutilizados sem o devido tratamento e monitoramento qualitativo.

Observa-se, porém, que o ponto de menor consumo hídrico nas atividades da indústria em estudo é determinado pela utilização da água do sistema de resfriamento, de qualidade inalterada por não entrar em contato com os funcionários ou com os produtos. O efluente do resfriador pode ser utilizado, por exemplo, em atividades de baixo risco a qualidade dos produtos, como os serviços de higienização de pátios e de veículos da empresa.

A água residuária do soro do queijo, produzida pela indústria de laticínios, deve ser utilizada como matéria prima de outros processos, ou ser tratada em estação de tratamento de esgoto, adequadamente dimensionada ao recebimento desse efluente, conforme se observa no item 5.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados a seguir, são oriundos dos procedimentos realizados no item 4 e que tem por objetivo a caracterização da empresa, do seu sistema produtivo e dos efluentes gerados ao longo de suas atividades.

### 5.1. Consumo de água nos setores da empresa

A TABELA 06 apresenta os volumes médios de água utilizados nos setores da empresa, em medições realizadas em triplicata, em três dias de expedições, gerando 9 medidas por ponto.

**TABELA 06.** Consumo médio de água nas atividades da empresa.

LOCAL/SETOR	ATIVIDADE	CONSUMO	CONSUMO CALDEIRA	CONSUMO TOTAL MÉDIO
		L.dia <sup>-1</sup>	L.dia <sup>-1</sup>	L.dia <sup>-1</sup>
1	Lavagem dos latões	303,1 ± 37,6	-	714,9
	Esterilização dos latões	-	47,6 ± 11,7	
	Higienização do local	242,6 ± 26,8	-	
	Higienização do veículo	121,6 ± 10,4	-	
2	Pré-aquecimento do leite	-	91,5 ± 7,8	383,9
	Higienização do local	292,4 ± 39,8	-	
3	Pasteurização do leite	-	167,8 ± 9,5	2.675,3
	Resfriamento do leite	2.273,2 ± 15,1	-	
	Higienização do local	234,3 ± 24,6	-	
4	Manipulação do queijo	476,7 ± 41,7	126,6 ± 22,6	863,3
	Higienização do local	260 ± 33,2	-	
5	Salga	176,1 ± 25,9	-	269,0
	Higienização do local	92,9 ± 17,1	-	
6	Higienização do local	62,1 ± 15,5	-	62,1
7	Higienização do local	18,6 ± 4,3	-	18,6
8	Administração	-	-	-
-	Sanitários e perdas	490,0 ± 52,2	-	490,0
<b>CONSUMO TOTAL MÉDIO.....</b>				<b>5.477,1</b>

Para determinação do consumo hídrico da empresa, em seus setores, algumas observações e considerações foram realizadas:

- 1- em média 80 latões/dia são utilizados no transporte do leite, sendo lavados e esterilizados, no empreendimento;
- 2- após cada operação de higienização dos latões, o setor 1 é lavado, mantendo-se sempre limpo;
- 3- os caminhões utilizados para a coleta e transporte do leite são higienizados, antes de carregados com os latões limpos;
- 4- a água dos tanques de salga é trocada a cada 5 dias, portanto o consumo total foi dividido por 5 para se encontrar o consumo diário;
- 5- o único consumo observado na administração é o do banheiro, que não teve o seu volume mensurado individualmente, sendo estimado, junto com as perdas, subtraindo-se do gasto total, registrado no hidrômetro.

Observa-se que no setor 3 ocorre a utilização do maior volume de água no empreendimento, devido às atividades de troca de calor com o insumo, na produção do leite UHT e do iogurte, destacando-se o processo de resfriamento do produto como a atividade que mais demanda recursos hídricos, seguido pela manipulação do queijo no setor 4, com a utilização de água quente para o derretimento e enformagem da massa, retirada dos tanques no setor 2, utilizada para a produção dos diversos tipos de queijo. Na medição setorizada do consumo de água, são contabilizados todos os gastos que ocorrem no local, tanto para as atividades produtivas, quanto para as operações de limpeza.

Na FIGURA 14 é apresentado o resumo da TABELA 06, com indicação do consumo volumétrico de água nos setores da empresa.

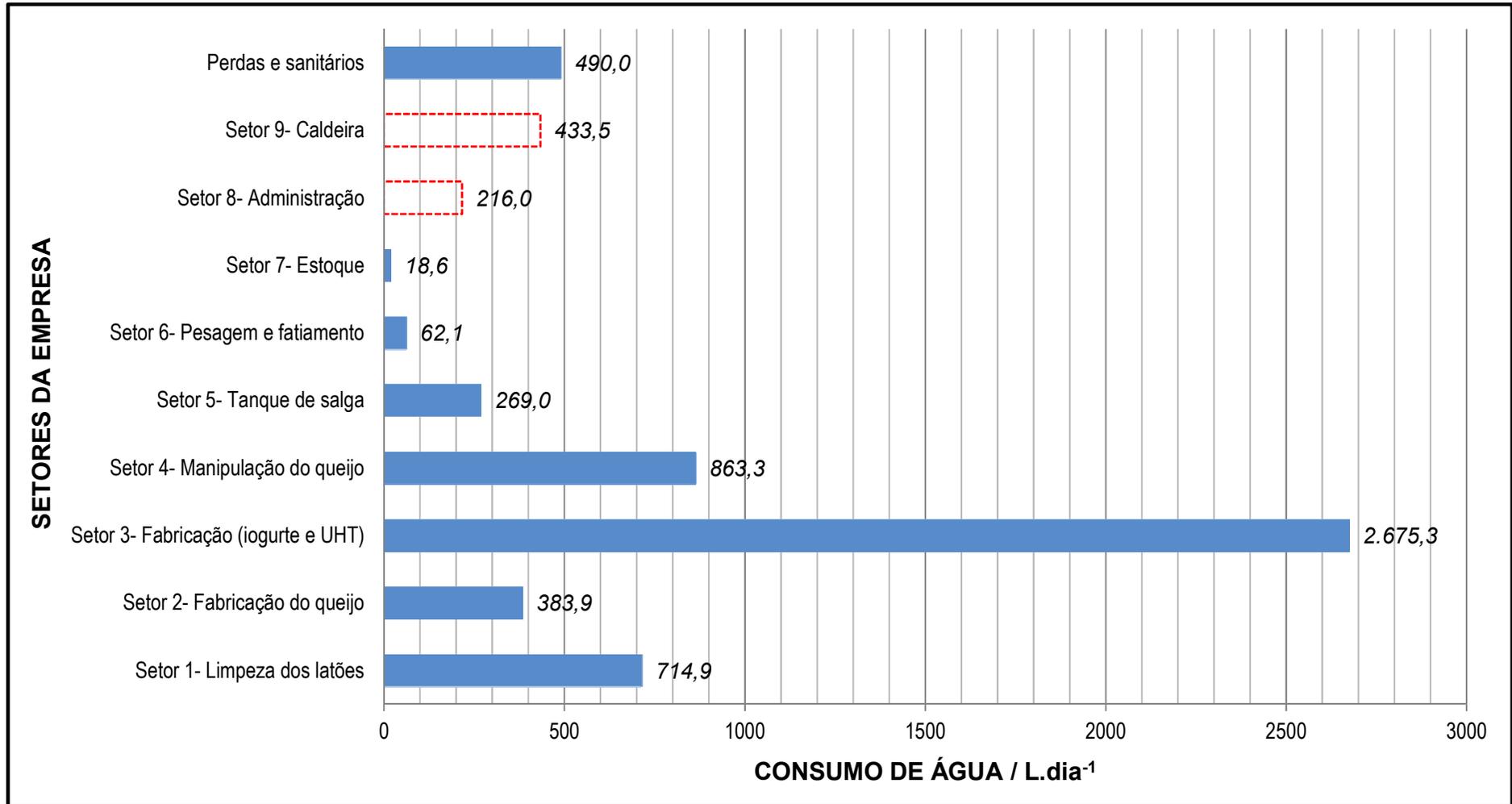


FIGURA 14. Consumo setorizado de água na empresa em estudo.

As linhas vermelhas pontilhadas, observadas nos setores 8 e 9, da FIGURA 14, simbolizam que existe consumo de água naqueles locais destacados, porém, como o interesse maior das medições realizadas é o descrever quantitativamente o volume hídrico demandado para a realização das diversas tarefas na empresa, os gastos foram contabilizados nos setores onde ocorrem.

Conforme observado na bibliografia, um dos maiores consumos hídricos registrados em empreendimentos do ramo alimentício é aquele destinado às operações de troca de calor. No Laticínio em estudo, a maior demanda foi mensurada na etapa de resfriamento do leite e do iogurte, que ocorre no setor 3 e que consome cerca de 2.700 L de água diariamente.

No setor 4, onde ocorre a manipulação da massa base para a produção do queijo, registra-se o segundo maior consumo. O volume de aproximadamente 850 L de água aquecida é utilizado, em contato direto com o produto, para auxiliar no derretimento e na enformagem do queijo, sendo a elevação da temperatura obtida pela utilização do vapor da caldeira.

A lavagem dos latões utilizados no transporte de leite, com um gasto de cerca de 720 L de água, ocupa a terceira posição das atividades que mais demandam recursos hídricos. São verificadas duas falhas que ocorrem comumente na realização desse serviço:

- Manutenção de equipamento – a mangueira utilizada na limpeza dos vasos não possui um perfeito acoplamento com a torneira (válvula hidráulica), gerando um vazamento constante;
- Erro de procedimento – os funcionários responsáveis pela execução dessa tarefa deixam a torneira aberta durante toda a operação, mesmo quando a água não está sendo utilizada.

Observa-se na FIGURA 15 o gráfico do volume hídrico total utilizado nas 6 atividades principais desenvolvidas, ao longo da linha de produção da empresa, verificando-se que os maiores consumos ocorrem nas operações de higienização das máquinas, equipamentos e dos setores onde são realizadas as etapas de fabricação dos produtos, destacando-se a operação de resfriamento do leite/iogurte.

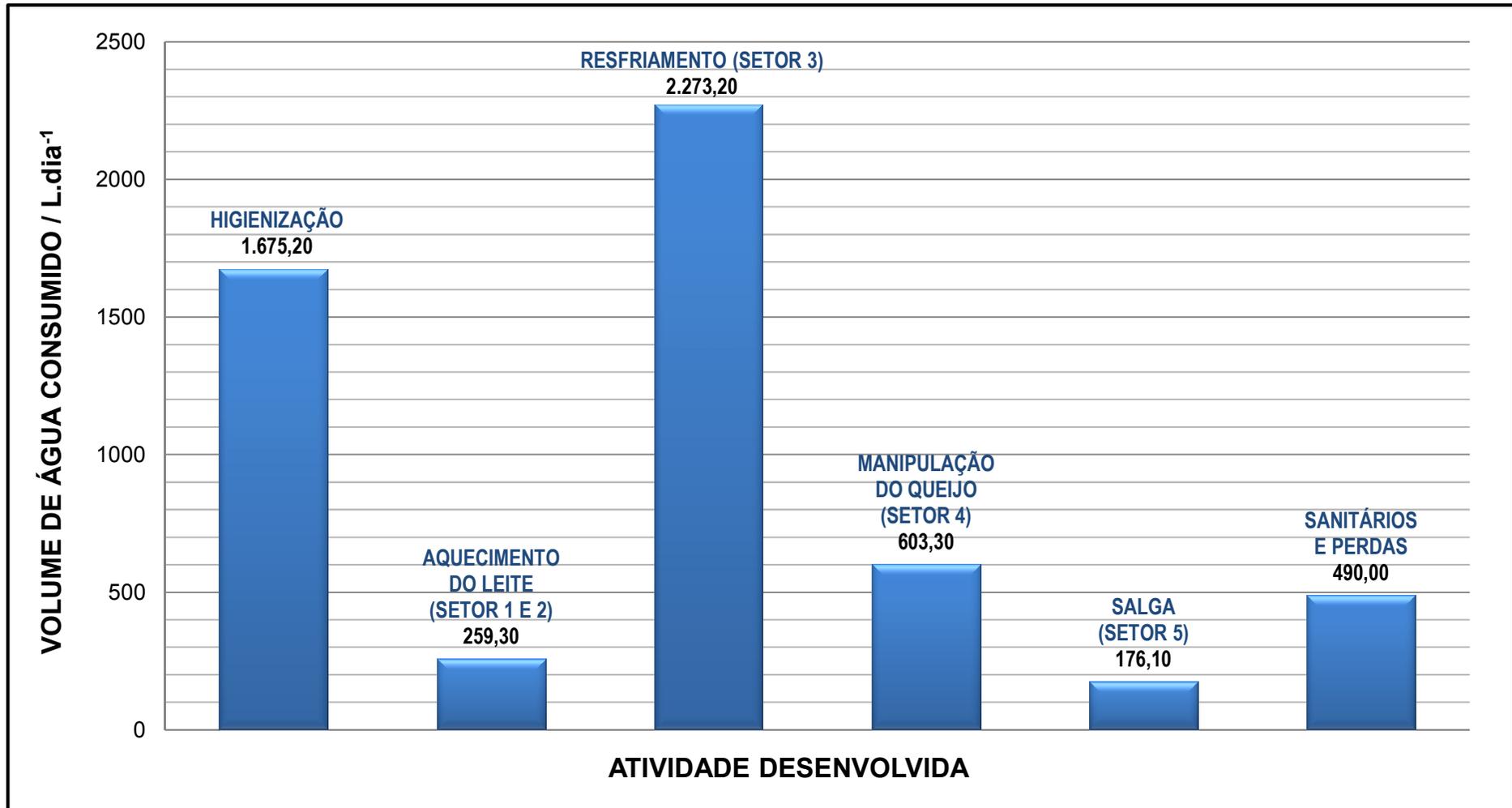


FIGURA 15. Consumo de água por atividade desenvolvida.

Conforme a bibliografia verifica-se que outra grande demanda de água é observada nas atividades de higienização da infraestrutura geral da empresa. Com um volume de cerca de 30% do total consumido pelo Laticínio, as operações de limpeza representam o segundo maior gasto hídrico do empreendimento.

Quando se comparam as FIGURAS 14 e 15 verifica-se a influência da higienização no consumo hídrico dos setores, o que foi constatado *in loco*, observando-se no setor 4 (FIGURA 14), devido às exigências desta etapa produtiva do queijo de manipulação intensiva da massa, uma maior intensidade na higienização do local, bem como dos equipamentos utilizados, levando essa atividade à segunda posição no consumo de água. Porém, quando desconsideramos os gastos com limpeza, separando como atividades gerais da planta da empresa, não setorizadas, FIGURA 15, verifica-se que a manipulação do queijo, fica com a terceira maior utilização de volume de água.

O quarto maior gasto hídrico é relativo à estimativa das perdas e do consumo nos sanitários, cujas determinações foram baseadas nos preceitos da ABNT, por meio da NBR 13.969/97. Observa-se que válvulas e tubulações em péssimo estado de conservação ocasionam vazamentos de água na empresa, que podem interferir na eficiência do cumprimento das tarefas, fazendo com que estas demandem um intervalo maior de tempo para o seu encerramento, podendo ocasionar no aumento do consumo de água.

No item 5.2. são apresentados os resultados obtidos para os parâmetros analisados, referentes às amostras coletadas, dos efluentes produzidos:

## **5.2. Resultados das análises das amostras dos efluentes**

Os parâmetros analisados caracterizam qualitativamente os efluentes produzidos, sendo de extrema importância para que se determine a possibilidade de reúso de água, dentro da indústria e/ou as formas adequadas ao seu tratamento. As amostras foram coletadas em cinco pontos, conforme observado na FIGURA 13, sendo identificadas na TABELA 07.

**TABELA 07.** Identificação do efluente gerado na indústria

<b>LOCAL</b>	<b>COMPOSIÇÃO</b>
Setor 1	Soro do queijo
Setor 2	Água com detergente – operação de higienização
Setor 3	Água com detergente – operação de higienização
Setor 4	Água quente onde o queijo é derretido
Setor 5	Solução aquosa com cloreto de sódio e detritos de queijo

A escolha dos pontos amostrados baseou-se na representatividade da quantidade do efluente produzido ao longo da linha de produção da empresa, orientando-se pelo consumo de água observado para os setores, admitindo-se que todo recurso hídrico utilizado é transformado em resíduo, segundo item 5.1. Os custos e as limitações das instalações laboratoriais utilizadas, também influenciaram na quantidade de pontos amostrados e nas análises realizadas.

Destaque para a quantidade de efluente gerado no setor 2,  $1.350,0 \text{ L.dia}^{-1}$  de soro, proveniente da coagulação do leite, na produção da massa base do queijo. Porém, para tornar a apresentação dos resultados menos confusa, optou-se por contabilizar a produção desse resíduo para o setor 1, para onde o soro é imediatamente direcionado e armazenado, até o momento da sua coleta, servindo de ração animal; ou descarte, sendo irregularmente lançado na rede pública de esgoto, onde, devido a elevada carga orgânica, prejudica de forma direta a eficiência do sistema de tratamento do esgoto sanitário municipal, em fase de instalação em Itajubá.

No Laticínio todos os outros efluentes apresentados na TABELA 07, são direcionados à rede pública de esgoto da COPASA, sem qualquer tipo de tratamento.

Na TABELA 08 são apresentados os resultados obtidos para os parâmetros analisados.

**TABELA 08.** Resumo dos resultados obtidos para os parâmetros analisados.

PARÂMETRO	UNIDADE	AMOSTRAS / SETOR				
		1	2	3	4	5
TEMPERATURA	°C	42,0 ± 4,1	27,3 ± 2,5	26,7 ± 1,8	57,0 ± 3,5	17,5 ± 2,1
pH	-	5,70 ± 0,5	5,95 ± 0,7	13,67 ± 1,8	3,92 ± 0,3	5,01 ± 0,9
CONDUTIVIDADE	mS.cm <sup>-1</sup>	6,09 ± 0,7	0,57 ± 0,1	1,38 ± 0,2	2,72 ± 0,2	25,47 ± 2,2
TURBIDEZ	NTU	707,0 ± 60,5	349,1 ± 40,7	401,9 ± 50,6	180,0 ± 5,9	81,2 ± 7,4
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	mg.L <sup>-1</sup>	3,0 ± 0,3	3,4 ± 0,4	9,0 ± 1,1	3,5 ± 0,1	11,2 ± 1,0
COLIFORMES FECAIS*	Presença	s	s	s	s	s
COLIFORMES TOTAIS*	(s-sim, n-não)	s	s	s	s	s
SÓLIDOS TOTAIS	mg.L <sup>-1</sup>	580,9 ± 93,8	18,7 ± 3,6	20,7 ± 4,2	470,5 ± 51,1	43,2 ± 7,2
SÓLIDOS TOTAIS FIXOS	mg.L <sup>-1</sup>	211,5 ± 20,7	2,9 ± 0,4	14,3 ± 2,0	39,2 ± 1,8	21,2 ± 2,2
SÓLIDOS TOT. VOLÁTEIS	mg.L <sup>-1</sup>	369,4 ± 36,8	15,8 ± 2,1	6,3 ± 0,9	431,3 ± 20,5	22,1 ± 2,3
DQO	mg.O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	71862,3 ± 5895,0	1387,7 ± 194,2	790,2 ± 94,2	12093,3 ± 432,5	1034,4 ± 121,3
DBO	mg.O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	43820,5 ± 3752,7	1120,6 ± 130,5	611,0 ± 76,9	11274,7 ± 368,8	914,1 ± 83,3
ÓLEOS E GRAXAS	g.L <sup>-1</sup>	110,0 ± 13,8	1,5 ± 0,2	0,5 ± 0,1	211,0 ± 15,3	3,3 ± 0,4
FÓSFORO TOTAL	mg.L <sup>-1</sup>	-	18,2 ± 4,3	14,8 ± 3,6	-	-
NITROGÊNIO TOTAL	mg.L <sup>-1</sup>	-	54,3 ± 6,4	84,1 ± 5,7	-	-

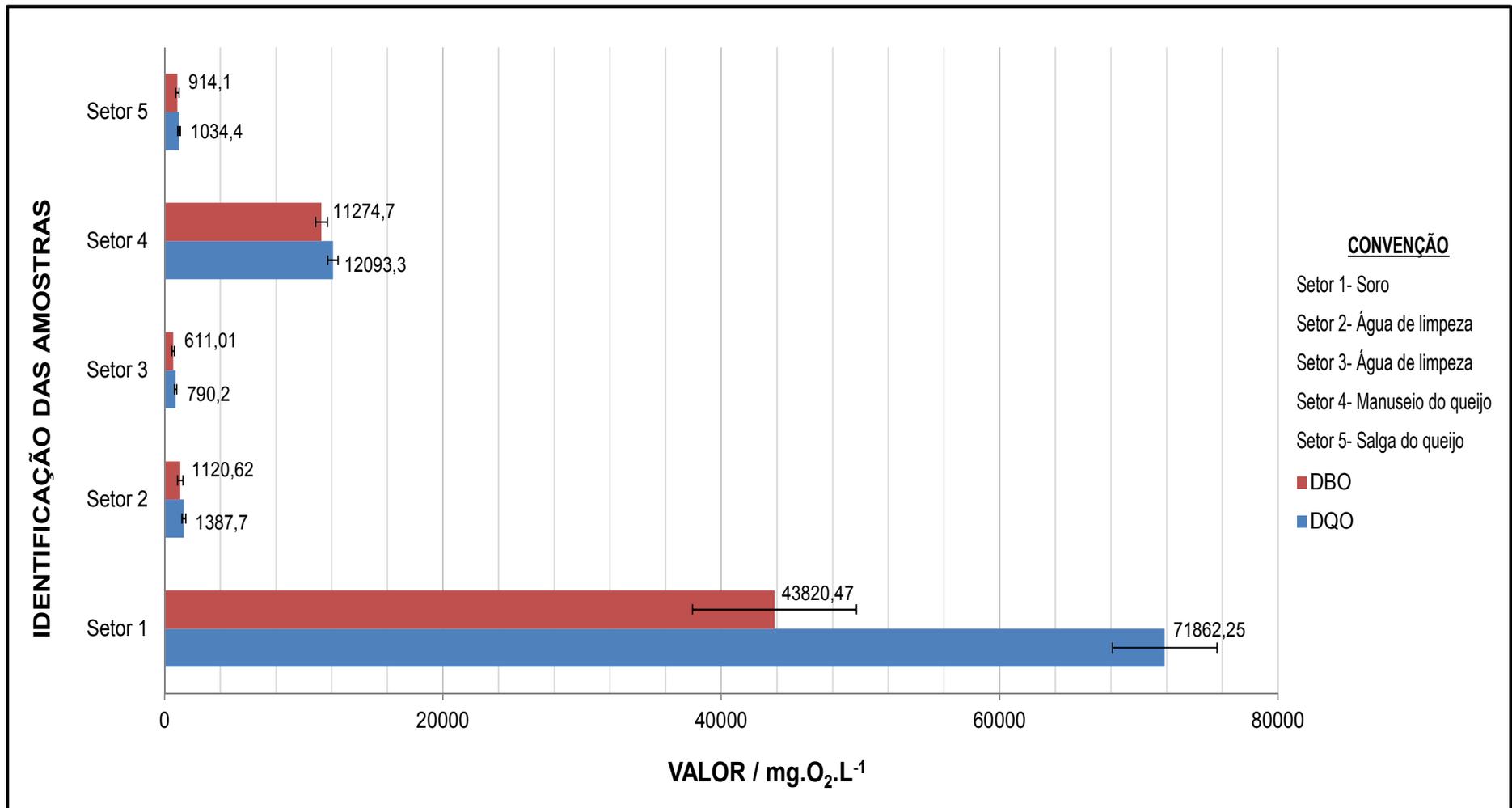
O leite utilizado no Laticínio sofre variações diárias de qualidade, devido ao fato de serem fornecidos por diversos produtores e, como a empresa opera de forma artesanal, os insumos são adicionados até que a massa atinja o seu “ponto certo”, a cargo do queijeiro. Essa falta de padronização na metodologia produtiva influencia nas características dos efluentes gerados, o que pode ser observado no cálculo do desvio padrão das amostras apresentado na TABELA 08.

As análises de fósforo e nitrogênio foram realizadas apenas nas amostras dos setores 2 e 3, onde se observa a maior utilização de detergente para limpeza da estrutura da empresa, representando, também, um efluente com potencial para reúso. O objetivo é verificar a influência que a utilização de produtos químicos, do cotidiano da empresa, pode causar à água residual produzida e quais os procedimentos que devem ser empregados para o seu correto reúso, ou tratamento, e/ou destinação final.

Todas as amostras apresentaram coliformes fecais e totais, demonstrando falhas na qualidade do produto, que podem ser provenientes da falta de um rigoroso controle sanitário aplicado ao produtor de leite, ou devido às condições duvidosas de higiene da empresa, resultado já esperado segundo a bibliografia. Como a grande maioria dos laticínios de pequeno porte, o empreendimento em estudo tem sérios problemas para adequação às Normas da Vigilância Sanitária. Observa-se também a falta de treinamento e do emprego de boas práticas sanitárias pelos funcionários da empresa.

A presença de sólidos em maior concentração nos efluentes dos setores 1 e 4, respectivamente, soro do leite e água de derretimento do queijo, já era esperado, devido a grande quantidade de pequenos resíduos sólidos de queijo, que são lançados junto com o efluente.

Na FIGURA 16 são apresentados graficamente os resultados obtidos para as análises das amostras coletadas nos setores do Laticínio, para os valores de DQO e DBO, buscando-se caracterizar qualitativa e quantitativamente os efluentes produzidos pela empresa.



**FIGURA 16.** Resultado das análises de DQO e DBO de cada tipo de efluente produzido durante o processamento do leite.

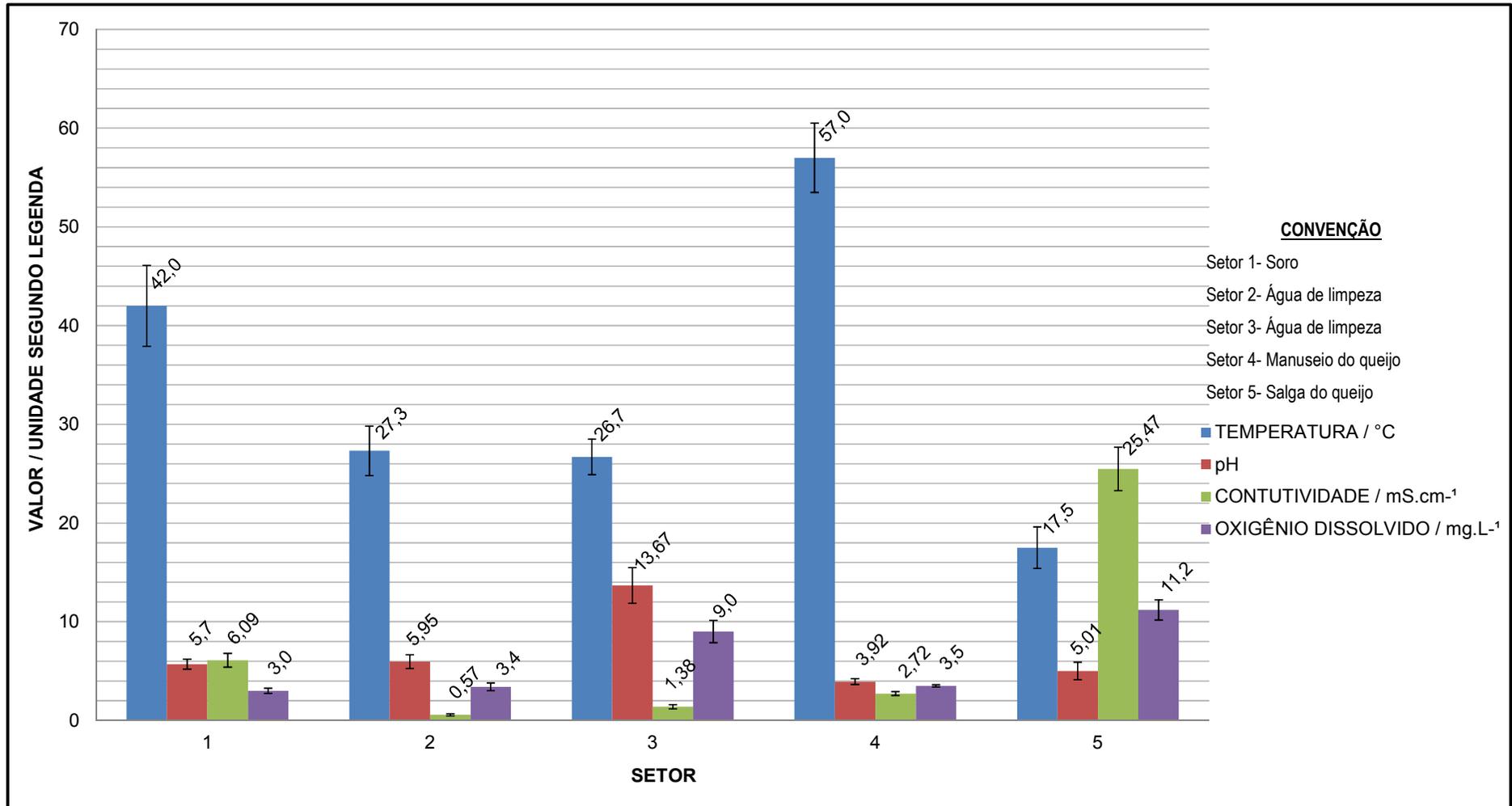
O soro, coletado no setor 1, apresentou as concentrações de DQO e DBO, dentro do esperado, estando dentro do intervalo de valores apresentados na bibliografia, sendo o efluente com a maior carga orgânica encontrada. O setor 4, onde a água entra em contato direto com o produto, na operação de derretimento da massa do queijo, gerando um efluente leitoso de coloração branca, também apresenta expressivos índices de DBO e DQO, respectivamente da ordem de 4 e 7 vezes menor que os encontrados no soro.

Destaque para as altas temperaturas observadas no setor 1, devido ao pré-aquecimento do leite, o soro é produzido a 42 °C; e o efluente gerado na operação de derretimento da massa base do queijo, no setor 4, que é lançado diretamente na rede pública de esgoto com a temperatura de 57 °C.

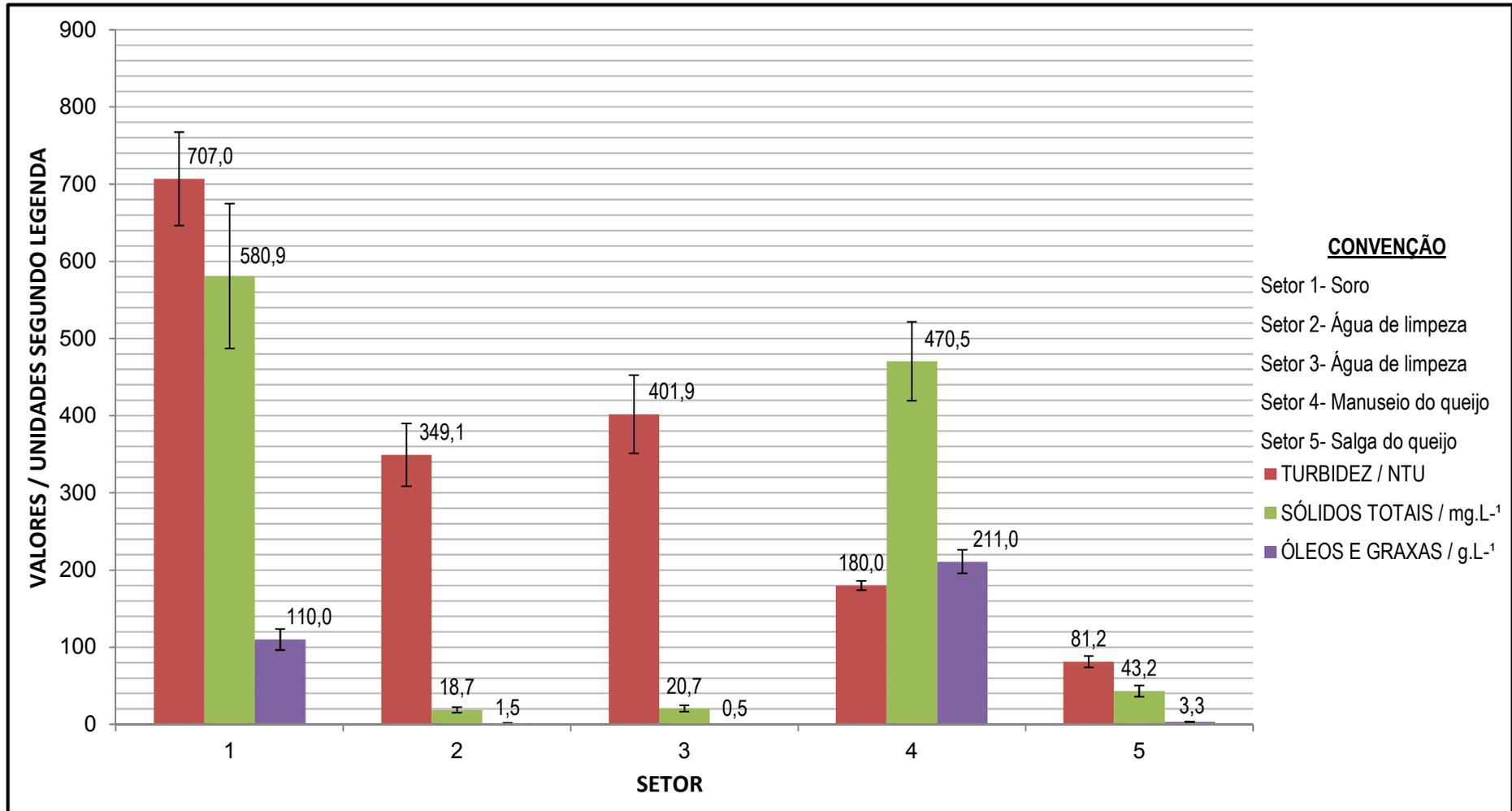
Observa-se um índice de condutividade maior no setor 5, como esperado, devido à presença do efluente composto por solução aquosa de cloreto de sódio, o que inibe a proliferação de micro organismos, influenciando diretamente no valor do oxigênio dissolvido encontrado. Este efluente não pode ser direcionado para o sistema de tratamento, pois pode comprometer o desenvolvimento das bactérias e a eficiência da retirada da matéria orgânica.

Estima-se que o elevado pH observado no setor 3 é decorrente da utilização do conservante, a base de citrato de sódio ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ), na produção do Leite UHT e do logurte. Esse sal é utilizado como agente tamponador, na concentração máxima de 0,05%, para controlar a acidez daqueles produtos.

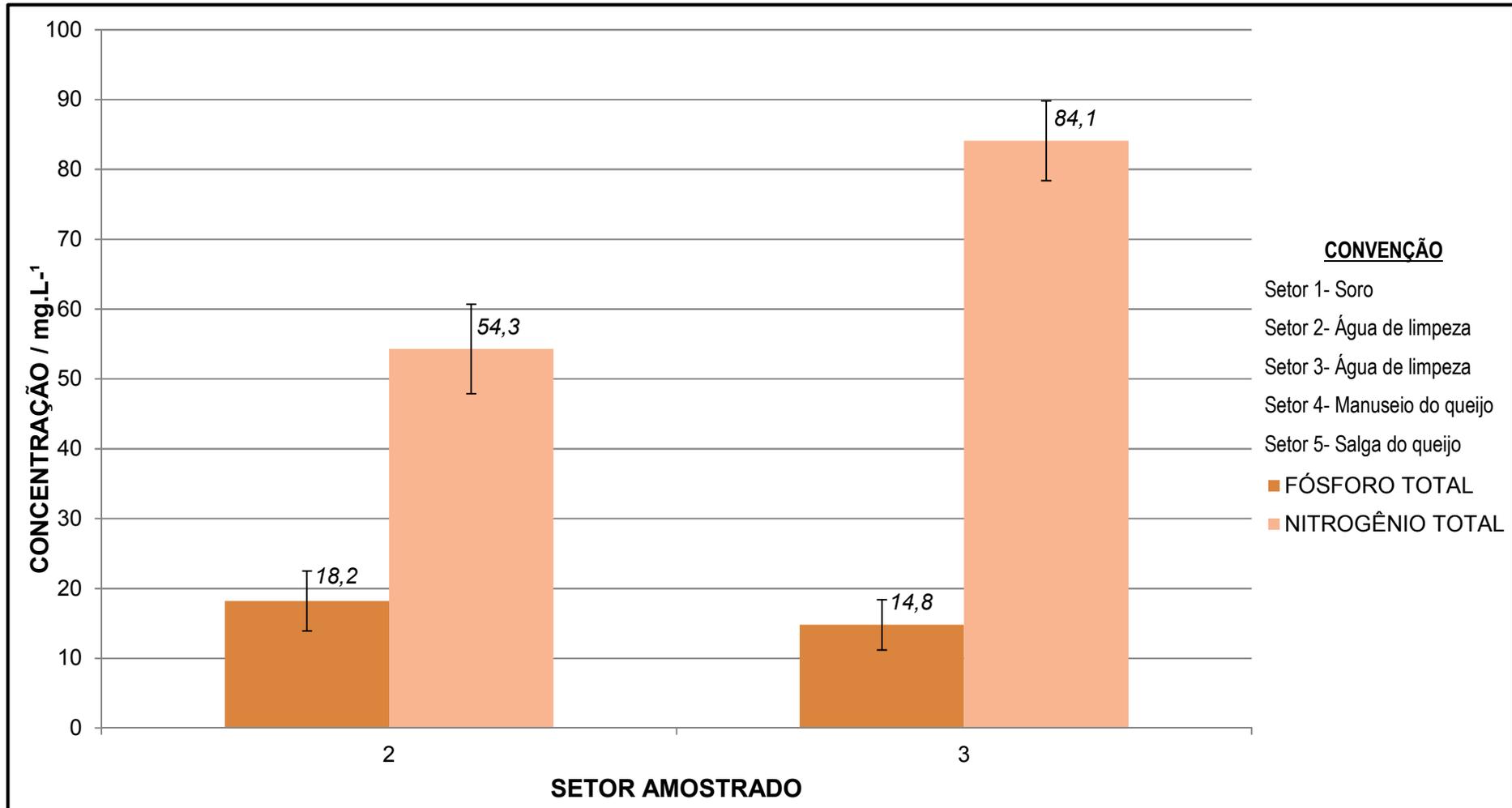
A representação dos parâmetros físicos analisados apresentados na TABELA 08 é observada nas FIGURAS de 17 a 19, com a respectiva discussão dos resultados encontrados para cada setor amostrado, buscando-se nortear as formas adequadas para o reúso e/ou tratamento dos efluentes estudados.



**FIGURA 17.** Caracterização dos parâmetros físico/químicos das amostras: pH, temperatura, condutividade e oxigênio dissolvido.



**FIGURA 18.** Resultado da turbidez, sólidos totais e teor de óleos e graxas.



**FIGURA 19.** Resultado das análises dos nutrientes: fósforo total e nitrogênio total, para os setores 2 e 3.

Os setores 1 e 4, respectivamente onde o soro é produzido e o queijo é derretido para manipulação, apresentaram expressivos valores de sólidos totais e de óleos e graxas, devido ao contato direto da água com o produto. Esse efluente também apresenta uma elevada DQO e DBO, devendo ser conduzido ao sistema de tratamento, após a diminuição da sua elevada temperatura.

Apesar do resíduo de leite, proveniente da lavagem de máquinas e equipamentos, conferir aos efluentes dos setores 2 e 3, a cor branca, não esperava-se obter um índice de turbidez maior que o do setor 4, que visualmente é mais turvo. A presença de detergente na composição do efluente dos setores 2 e 3, pode ter provocado a produção de bolhas no interior dos frascos de prova do turbidímetro, causando medições equivocadas no aparelho.

Toda a água residual gerada nos setores produtivos da empresa, com exceção da água do tanque de salga e do efluente gerado nas operações de resfriamento, que pode sofrer reúso, devem ser direcionadas ao sistema de tratamento de efluentes. A presença do nitrogênio e do fósforo na concentração apresentada, não causa preocupação e dispensa a utilização de técnicas para recuperação destes compostos.

O efluente produzido no Laticínio condiz com as características apresentadas na bibliografia e representa uma fonte poderosa de contaminação ambiental. As características observadas na empresa e uma pesquisa informal realizada por meio de entrevista a outros empresários locais do mesmo segmento, demonstram que a situação registrada na empresa em estudo, pode ser generalizada aos pequenos laticínios da região. Estes empreendimentos enfrentam os mesmos problemas sanitários, estruturais, de mão de obra e lançam indiscriminadamente seus resíduos no meio ambiente.

A seguir é apresentada de forma esquemática a caracterização quantitativa do efluente gerado, a fim de se determinar técnicas que podem ser empregadas para sua utilização ou tratamento.

### 5.3. Balanço hídrico

O balanço hídrico foi realizado de forma setorizada e global, sendo para isto utilizado os preceitos apresentados no item 4.7, relativo às aproximações e limites de contorno; e medições, observações e considerações, observadas no item 5.1.

Com as condições de contorno adotadas a relação de subtração entre o consumo de água (CA) e a geração de efluentes (GE), torna-se ideal ( $CA - GE = 0$ ). Porém, o valor líquido não é zero, devido a produção, no setor 2, de 1.350,0 L de soro, que são adicionados ao sistema global. Portanto, o consumo total de água é de 5.477,1 L e a geração total de efluentes é de 6.827,1 L, estabelecendo a relação de 2,19 L de água utilizados para cada litro de leite processado, observando que 800 L de leite são destinados à produção do leite UHT, 200 L reservados à fabricação do iogurte e 1.500 L utilizados no processamento do queijo.

O balanço hídrico da empresa foi realizado de forma idealizada, onde se assumiu que a água utilizada nos setores da empresa é totalmente convertida em resíduo, após a realização das atividades. A água utilizada para reposição do volume empregado na caldeira, não é contabilizada no setor 9, onde o vapor é gerado, e sim nos locais onde o consumo é observado, para ter-se a real demanda hídrica para a execução das tarefas desenvolvidas nos setores da empresa.

O setor 8, administração, não foi contabilizado, devido a dificuldades em se realizar a medição da vazão nos sanitários, porém, segundo medida de consumo total no hidrômetro do empreendimento, para que o balanço feche, ou seja, a água utilizada é igual a quantidade de efluente produzido, menos a quantidade de soro gerada, admitiu-se que o valor de  $490 \text{ L.dia}^{-1}$  é representativo do gasto hídrico no setor 8, mais as perdas observadas na estrutura do Laticínio.

A FIGURA 20 apresenta o esquema gráfico do consumo de água e da geração de efluentes na planta baixa da empresa, observando o gasto hídrico setorizado.



No item 5.4. são apresentadas algumas situações observadas no empreendimento, que refletem a má utilização da água nas tarefas realizadas, fruto da falta de treinamento dos funcionários, da não padronização das técnicas para realização das atividades e da carência de investimentos na estrutura física da empresa, objetivando a racionalização do recurso hídrico.

#### **5.4. Desperdício de água**

Observam-se no empreendimento várias situações de desperdício de água, que são exemplificadas no mosaico das FIGURAS 21 a 28. O registro relata operações corriqueiras do cotidiano da empresa, realizadas pelos funcionários no desenvolvimento das atividades no processamento do leite e higienização do ambiente de trabalho, bem como maus procedimentos e limitações na estrutura física do Laticínio, que ocasionam perdas de água.

Nas FIGURAS 21 e 22, observa-se a operação de lavagem dos latões utilizados para o transporte do leite. Nesta tarefa a torneira é aberta no início da atividade e só é fechada no momento da limpeza do último latão. Este serviço é realizado em conjunto e enquanto um funcionário aplica detergente nos vasos, outro se encarrega pelo enxague. A mangueira, sempre escoando, por vezes tem que esperar que os latões sejam ensaboados, para ser utilizada e o seu engate com a torneira, promove o vazamento constante de água apresentado na FIGURA 25.

Na FIGURA 23 registra-se o momento de coleta de água no setor 3, para a realização da atividade de limpeza nos setores 4 e 6. A torneira é aberta e coloca-se, a uma distância superior a 0,5 m, um recipiente para o armazenamento dessa água. O jato que sai diretamente da torneira é irregular, molhando a superfície externa do vaso e o chão, no em torno.

Na FIGURA 24 apresenta-se a água proveniente do tanque de pasteurização do leite, produzida durante o condensamento do vapor disponibilizado pela caldeira, que devido a ação do purgador é lançada no chão do setor 3, escorrendo para o ralo de acesso à rede pública de esgoto.



**FIGURA 21.** Lavagem dos latões no setor 1.



**FIGURA 22.** Higienização dos latões.



**FIGURA 23.** Atividades higiene no setor 3.



**FIGURA 24.** Tanque de pasteurização, setor 3.



**FIGURA 25.** Mangueira utilizada no setor 1.



**FIGURA 26.** Esterilização dos latões, setor 1.



**FIGURA 27.** Excedente da caixa d' água.



**FIGURA 28.** Funcionário no setor 2.

O processo de perda hídrica que ocorrer no pasteurizador, também ocorre nos tanques de aquecimento do leite e na fabricação de queijo.

Ainda na atividade de higienização dos latões de transporte de leite, no procedimento de aplicação de vapor para esterilização dos vasos, demonstrado na FIGURA 26, observa-se que a válvula de liberação do gás é aberta no início da operação, sendo fechada apenas quando o último vaso é submetido ao tratamento. Este processo é realizado por um funcionário e por vezes o vapor é lançado diretamente na atmosfera, resultando em mais um ponto de desperdício de água.

Na FIGURA 27, observa-se a perda que ocorre na tubulação de retirada do excedente da caixa d' água, "ladrao", ocasionada pelo mau funcionamento da boia de acionamento da válvula que interrompe o fluxo de enchimento do sistema de armazenamento de água.

A FIGURA 28 registra o momento em que um funcionário efetua a lavagem de mãos, operação realizada com grande frequência por todos os trabalhadores da empresa. A válvula permanece aberta durante todo o procedimento, sendo a água direcionada à rede de coleta pública de esgoto.

Estimando, segundo a NBR 13.969/97, que a contribuição de esgoto por operário de uma indústria é de  $70 \text{ L.dia}^{-1}$  e que no Laticínio em estudo, apenas 4 funcionários permanecem constantemente na planta da empresa, conclui-se, com base no Balanço Hídrico, que as perdas de água são de aproximadamente  $210 \text{ L.dia}^{-1}$ , o que em um mês de operação totaliza  $6.300 \text{ L}$  de água desperdiçados em vazamentos. Caso fossem tomadas medidas de contenção destas perdas, levando-se em consideração que o custo de  $1 \text{ m}^3$  de água tratada disponibilizada pela COPASA é de R\$ 5,37, o empreendimento teria uma economia mensal de cerca de R\$ 33,00.

A seguir são apresentadas opções, com base no porte e estrutura da empresa, para a destinação adequada do efluente gerado durante as atividades produtivas da indústria de laticínios em estudo.

### 5.5. Opções de reúso de água em cascata

A água proveniente do resfriador de leite representa o único efluente gerado na empresa que pode ser reutilizado de forma direta. Porém, como medida cautelar de cumprimento às determinações sanitárias, o uso desta água não é recomendado no contato direto com produto. Todavia, este efluente pode ser muito bem empregado em operações de limpeza e higienização dos veículos, do pátio no setor 1, na garagem e na área de serviço no setor 9, sendo interessante a sua utilização nestas tarefas, pois a água com uma temperatura mais alta favorece a retirada de gordura. Com essa medida, deixariam de ser consumidos cerca de 365 L.dia<sup>-1</sup> de água potável com a higienização do setor 1, como apresentado na TABELA 06, representando uma economia mensal de cerca de R\$ 59,00. Não existindo outra aplicação viável ao excedente, deve-se promover o decaimento da temperatura à 20° C, antes do seu lançamento no meio ambiente ou na rede pública de esgoto.

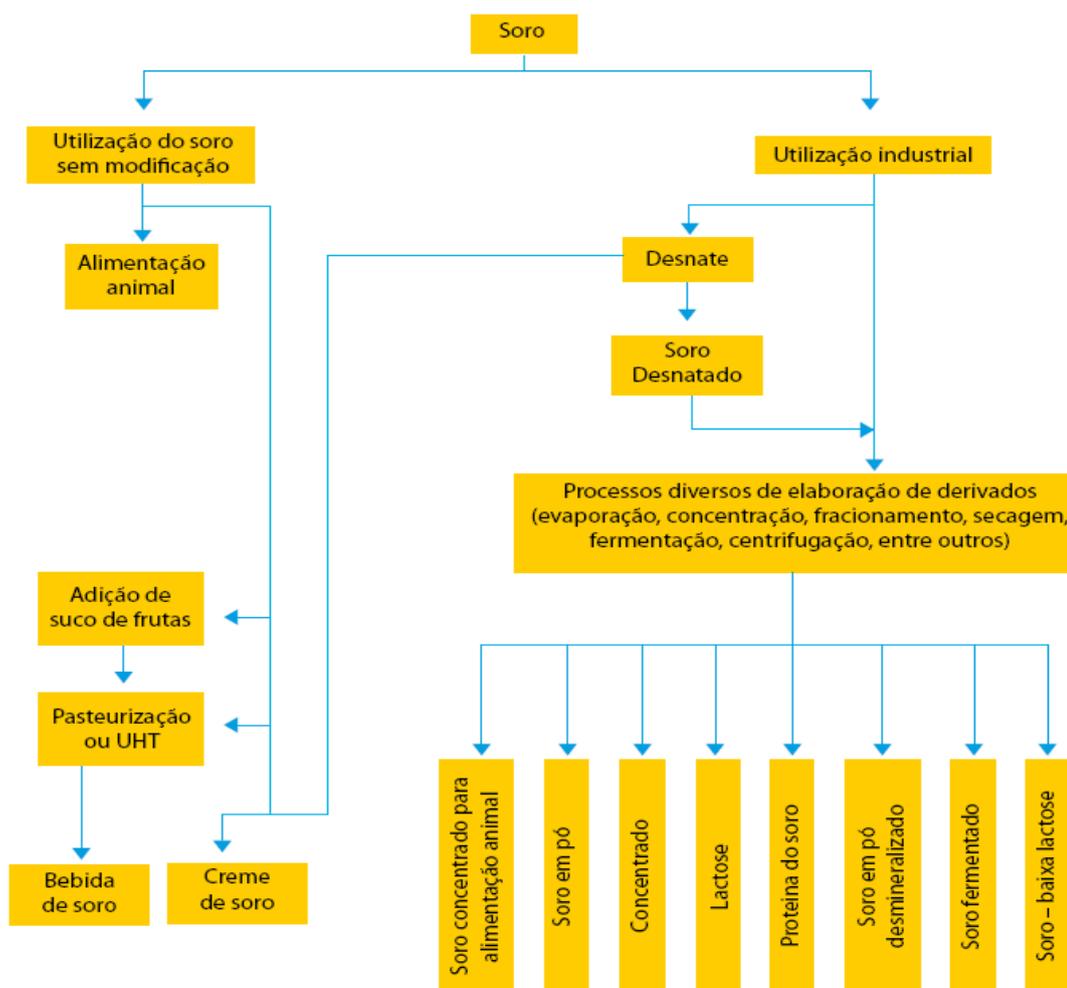
A água salgada proveniente do setor 5 representa um efluente de difícil tratamento. Opções viáveis aos pequenos laticínios remetem a sua utilização para o complemento da alimentação de gado, representando parte do sal que os animais necessitam para o seu desenvolvimento. Outra medida que pode ser empregada, desde que o estabelecimento possua área disponível, é a recuperação do sal por meio de leito de evaporação. Em estado sólido, esse material pode ainda compor a ração animal ou ser disposto em aterro sanitário.

Segundo entrevista realizada com o empreendedor do estabelecimento em estudo e com proprietários de outras empresas de laticínio da região, de porte semelhante, conforme apresentado no item 5.6, observa-se que as técnicas viáveis para o aproveitamento do soro são: produção de ricota, de bebida láctea, a comercialização do soro para laticínios maiores, que utilizam como matéria prima de seus produtos, e a utilização direta na alimentação animal. Estas opções foram selecionadas por não necessitarem de investimentos ou alterações na estrutura física da empresa, como ocorre com as alternativas de beneficiamento e extração das proteínas do soro, que tem um elevado custo de implantação.

## 5.6. Estudo de medidas de reaproveitamento ou de tratamento do soro

O equacionamento do problema do tratamento e da destinação final adequada dos efluentes gerados pela empresa em estudo pode ser implementado de forma coletiva com outros empreendimentos da região, que preferencialmente atuem no mesmo segmento industrial e tenham características estruturais semelhantes, para minimizar conflitos de interesses; ou podem ser adotadas técnicas individuais de mitigação dos impactos causados ao meio ambiente.

A FIGURA 29 apresenta de forma sintetizada algumas alternativas de aplicação do soro:



Fonte: MAGANHA (2006)

**FIGURA 29.** Formas de aproveitamento comercial do soro.

As alternativas mais adequadas à destinação final do soro do leite, resíduo de maior preocupação na empresa, conduzem a sua utilização direta, sem modificação, para a produção de bebida láctea, ou a redução de sua carga orgânica, por meio da fabricação do queijo tipo ricota, que diminui em média 40% da DQO do efluente, conforme visto no item 2.8.2., exigindo uma estação de tratamento de esgoto menor, operando em conjunto. Pode-se também empregar todas estas medidas de forma associada, conforme as necessidades e estratégias de mercado.

Acordos poderiam ser firmados, por exemplo, entre as escolas da região e o empreendedor para o fornecimento de bebida láctea, como forma de complemento à merenda escolar, onde seriam ou não cobrados apenas os custos relativos à fabricação do produto, que representa uma fonte rica em proteínas e em elementos que favorecem o funcionamento do sistema digestivo.

A produção de ricota poderia ser empregada como forma de redução da concentração de matéria orgânica no soro, tornando necessária a construção de estações menores para o tratamento do efluente. Esse processo é realizado de forma controlada pelo estabelecimento, que produz ricota esporadicamente, apenas por encomenda antecipada de seus clientes. É consenso entre os empresários que a ricota é um produto não muito apreciado no mercado regional, porém, por meio de parceria entre as empresas de laticínio da região, podem-se penetrar nos grandes centros, onde este queijo tem melhor aceitação.

Estimando que o soro fosse totalmente empregado na fabricação da ricota, levando-se em consideração que a cada 20 L de soro processado é produzido 1 kg do queijo e que o produto é comercializado a R\$ 4,20/kg, o Laticínio tem a capacidade de fabricar cerca de  $68 \text{ kg.dia}^{-1}$  desse produto, representando uma receita bruta mensal de aproximadamente R\$ 8.500,00.

A utilização direta do soro no complemento da alimentação animal de bovinos e suínos é uma medida que pode ser utilizada, desde que se estabeleçam controles para o monitoramento deste material, entregue à terceiros, para a comprovação da correta destinação do soro. Esta é uma prática observada com cautela pelos órgãos ambientais, pois em muitos casos, servem apenas como forma de justificar a ausência, na estrutura da empresa, de um sistema de tratamento de

efluente, sendo o soro na realidade despejado de forma irregular no solo e nos corpos d'água.

Outras opções remetem à utilização indireta do soro, que com a aplicação de processos industriais promovem a recuperação das proteínas presentes no efluente, originando produtos de elevado teor proteico. Esse processo implica em custos originados pelas alterações no sistema de produção da empresa. O soro pode ainda ser destinado no solo, como alternativa à fertilização, porém, esta alternativa deve sofrer rigoroso monitoramento e controle, observando a capacidade de absorção e depuração do meio, para não representar uma fonte de contaminação.

Existe também a possibilidade do tratamento do efluente, gerado na produção do queijo, em estações projetadas para a remoção da elevada DQO. Essas ETE possuem um sistema de remoção de gordura, que facilita o tratamento da mistura. Observa-se que a abordagem dos órgãos ambientais, que cobram a implantação de um sistema de tratamento de efluentes, é um fator que colabora para tornar a utilização da ETE a opção mais empregada pelos empreendedores. O modelo de tratamento proposto para o Laticínio utiliza um reator anaeróbio com manta de lodo ativado UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), com sistema de flotação por oxigênio dissolvido. Esse sistema possibilita a utilização do biogás, produzido durante o processo de degradação da matéria orgânica, resultando em economia para o empreendimento, como é apresentado no item 5.7.

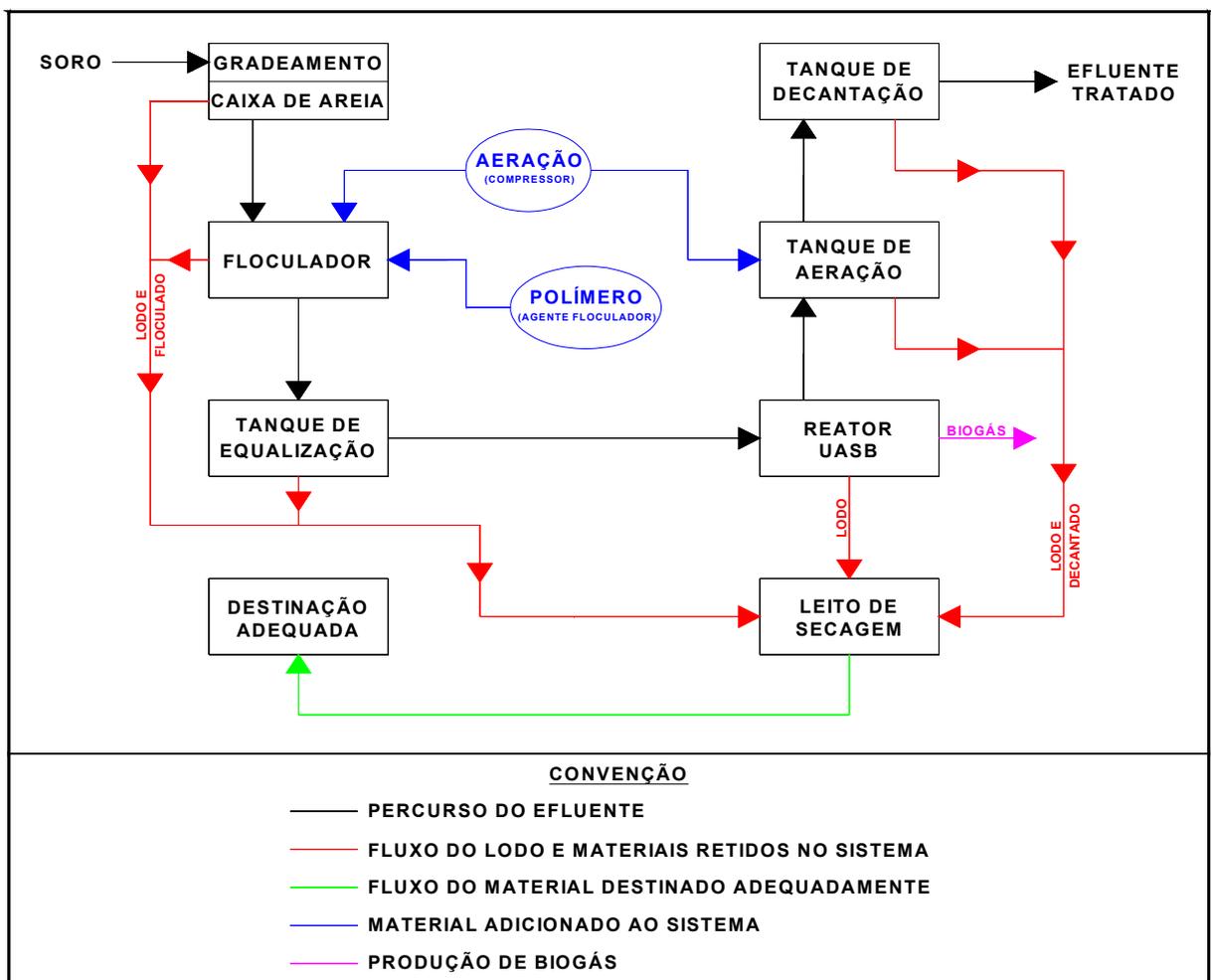
### **5.7. Estação para o tratamento do soro**

Na seleção do método mais adequado à redução da DQO no efluente produzido pelo laticínio, optou-se pelo sistema anaeróbio de manta de lodo (UASB), pois é um arranjo que demanda pouco espaço para implantação, de fácil operação, manutenção e instalação simplificada, possui uma excelente condição de tamponamento, dispensando a correção de pH e propicia a utilização do biogás,

gerado no processo de degradação da matéria orgânica, representando uma opção ambientalmente correta e sustentável para a redução do consumo de energia.

Como parte do efluente é composto por material sólido grosseiro, a mistura é rica em óleos e graxas e o piso é constantemente lavado, carreando detritos do chão, está previsto a instalação no início do sistema de uma grade de retenção, de caixa de areia e de um tanque de flotação, onde o efluente recebe a adição de ar dissolvido e de um polímero com a função de auxiliar no processo de coagulação, de forma a se obter um melhor desempenho no processo de remoção de matéria orgânica.

A FIGURA 30 apresenta o arranjo proposto para o tratamento dos efluentes do laticínio em estudo, representando de forma esquemática todas as etapas do tratamento sugerido.



**FIGURA 30.** Esquema para desenvolvimento de estação de tratamento de esgoto

Para a utilização de produtos químicos que auxiliam no processo de flotação é necessário um estudo prévio do produto utilizado, pois esse agente pode tornar o lodo resultante do processo, um composto de difícil destinação. Como parte do efluente é produzido com elevadas temperaturas, o tanque de flotação será também utilizado para o decaimento e normalização térmica, antes do início do tratamento.

Observa-se que o sistema receberá o soro, o resíduo gerado no setor 4 decorrente da manipulação do queijo e as águas de lavagem de máquinas, equipamentos e higienização do laticínio, pois as análises laboratoriais demonstram que as substâncias contidas no efluente produzido nas operações de limpeza, não prejudicam o desempenho das bactérias do reator UASB.

Devido ao curto tempo de operação diária da empresa, o fluxo de água residual não é constante, portanto, o tratamento será realizado em batelada, tornando-se necessário a implantação de um tanque de equalização. Após o procedimento de homogeneização, o efluente é direcionado para o reator UASB, onde recebe a ação de microrganismos, que degradam a matéria orgânica.

Nessa fase o efluente, muito provavelmente, já poderia ser lançado no meio ambiente, pois atenderia às exigências legais pertinentes. Porém, buscando-se uma melhor eficiência no tratamento, objetivando a remoção de materiais mais grosseiros que podem ter sido carregados do interior do reator, sugere-se a implantação de um pós-tratamento.

O polimento do tratamento principal é realizado com a implantação de um tanque de aeração, onde o efluente receberá novamente a aplicação de ar comprimido, sendo direcionado para um tanque de decantação, onde os sólidos mais grosseiros, aglutinados pela ação do ar, ficam retidos no fundo do tanque. Estima-se uma redução de 73 a 99,3% da DQO, auxiliando também na remoção do fósforo, turbidez e cor.

Os resíduos retidos na grade e na caixa de areia, bem como o lodo retirado dos tanques de flotação, equalização, o excesso de material extraído do reator UASB e o material retirado do tanque de aeração e decantação, devem ser

encaminhados para o leito de secagem, sendo posteriormente destinado em aterro sanitário.

A produção e utilização do biogás gerado no reator UASB, promove uma redução no consumo de energia, revertendo em economia e maximização de lucros para a empresa. Considerando-se apenas a DQO do soro e da água de manipulação do queijo, os dois maiores valores encontrados entre os efluentes gerados no Laticínio, respectivamente  $71.862,25 \text{ mg.O}_2\text{.L}^{-1}$  e  $12.093,30 \text{ mg.O}_2\text{.L}^{-1}$ , para os volumes gerados desse efluentes de  $1.350,0 \text{ L.dia}^{-1}$  e  $603,3 \text{ L.dia}^{-1}$ , tem-se, portanto, as respectivas gerações diárias de DQO,  $97.014,0 \text{ kg.O}_2\text{.dia}^{-1}$  e  $7.295,9 \text{ kg.O}_2\text{.dia}^{-1}$ . Adotando-se uma eficiência média de 85% na remoção de DQO, tem-se, por ciclo de trabalho do sistema de tratamento de efluentes, a remoção de  $88.663,4 \text{ kg.O}_2\text{.dia}^{-1}$ .

Adotando-se, segundo bibliografia, o poder energético da geração de biogás de  $12.660,7 \text{ kJ}/1.000 \text{ kg.O}_2$  de DQO removida, estima-se uma produção de  $1.122.540,7 \text{ kJ.dia}^{-1}$ . Comparando-se com o botijão de GLP (gás de cozinha), cujo poder calorífico superior é de  $11.920,0 \text{ kcal/kg}$ , portanto,  $13 \text{ kg}$  corresponde à  $154.960,0 \text{ kcal}$  (fator de conversão,  $1 \text{ kcal} = 4,1868 \text{ kJ}$ ) ou  $648.786,5 \text{ kJ}$ , portanto, o tratamento do soro no reator UASB deve produzir diariamente o equivalente a  $1,7$  botijão de GLP.

Com o consumo aproximado de  $275 \text{ kg.dia}^{-1}$  de lenha pela caldeira, adotando-se, segundo bibliografia, um poder calorífico para a lenha de  $9.839,0 \text{ kJ/kg}$ , com a utilização do biogás no sistema de geração de vapor, estima-se uma economia de 41%, ou R\$ 246,00 / mês, sendo  $1 \text{ m}^3$  de lenha cotado a R\$ 40,00 (em 18/01/2011).

É conveniente a experimentação do modelo em laboratório, inclusive com a adição de polímeros ao tratamento, identificando qual composto se adapta melhor às condições do reator, observando também o fator econômico e financeiro. Os custos para deposição dos dejetos do sistema de tratamento, lodo e demais materiais retidos, não foram contabilizados neste trabalho, porém, devem ser considerados na escolha e adoção do modelo para tratamento dos efluentes.

## 6 CONCLUSÕES

A tarefa de levantamento de dados técnicos no empreendimento em estudo, só foi possível devido ao apoio do empreendedor e dos funcionários na execução das atividades, pois a falta de organização na estrutura civil da empresa dificultou o processo de medição de vazão e amostragem dos efluentes produzidos nos setores do Laticínio. Devido às dificuldades o balanço hídrico dos setores da empresa, foi realizado de forma idealizada, estabelecendo-se algumas condições de contorno.

Os dados obtidos para o consumo hídrico demonstram que o empreendimento possui um gasto cerca de 40% abaixo da média observada na bibliografia para laticínios de mesmo porte, onde 2,19 L de água são utilizados para cada litro de leite processado no Laticínio, com um consumo diário de 5.447,1 L. A explicação para o fato remettesse a localização da empresa, na zona urbana do município, utilizando em suas atividades água fornecida pela concessionária local, ocasionando em custo. Diferente da realidade da grande maioria dos empreendimentos desse segmento, que instalam-se na zona rural, nas proximidades de fontes de água, explorando-as sem tarifação.

Como esperado as atividades de refrigeração e higienização representam os maiores consumos hídricos observados no Laticínio, típicos de empresas do ramo alimentício. Observa-se, porém, que algumas situações de desperdício de água foram registradas, destacando-se como responsáveis a falta de treinamento e padronização de procedimentos dos funcionários, na execução das suas tarefas; a falta de manutenção de tubulações, máquinas e equipamentos e a não utilização de componentes hidromecânicos, com tecnologia que promove a racionalização da água, como torneiras e válvulas de sanitários econômicas. Estima-se que a eliminação das perdas de água por vazamentos deve resultar em uma economia mensal de R\$ 33,00.

O soro produzido durante o processo de fabricação do queijo, possui uma DQO cerca de 100 vezes maior que a observada no esgoto doméstico, representando um efluente de alto poder de contaminação. No Laticínio são gerados diariamente cerca de 1.350 L de soro, onde, somando-se aos outros efluentes produzidos, com menor carga orgânica, observa-se um volume aproximado de 6.800 L de água residual, que necessita de tratamento.

Como forma de diminuir os custos de implantação de um sistema de tratamento, diminuindo a estrutura a ser projetada, deve-se realizar a utilização do soro para a produção de bebida láctea, queijo tipo ricota ou utilização direta na composição da ração animal de suínos e bovinos. Estas atividades reduzem a carga orgânica do efluente a ser tratado, tornando mais simples a composição do sistema de tratamento. Podem, também, reverter em ganhos extras ao empreendedor, que passa a comercializar novos produtos, que tem o soro como matéria prima.

A única opção observada de reuso direto é o da água utilizada no processo de refrigeração do leite UHT e do iogurte. Mas, devido às orientações da legislação sanitária e a preocupação com os procedimentos de higiene na empresa, mesmo essa água não tendo contato direto com o produto, sugere-se que a sua reutilização seja limitada às atividades de higienização do setor 1 e dos veículos de coleta do leite, representando uma economia mensal de R\$ 59,00, para os cerca de 365 L.dia<sup>-1</sup> de água potável que deixarão de ser consumidos.

O esquema da estação de tratamento de efluentes proposta, idealizada para receber os efluentes *in natura*, baseia-se no reator anaeróbio UASB, sistema que se enquadra entre as tecnologias mais modernas e eficazes para a remoção de DQO. A geração e utilização do biogás pode gerar uma economia para o empreendedor de 41% no consumo de lenha, maximizando os lucros do Laticínio.

A fabricação da ricota influencia na geração do biogás, já que diminui em 40% a DQO do soro, porém, pode gerar uma receita mensal bruta de R\$ 8.568,00, para os 68 kg desse queijo produzidos diariamente. É interessante a criação de uma cooperativa entre os pequenos laticínios para facilitar a penetração dos seus produtos nos grandes centros consumidores.

Caso realmente não exista o interesse na fabricação dos produtos que tem o soro como matéria prima, esses pequenos empreendimentos podem manter a qualidade deste subproduto, evitando contaminações, armazenando dentro dos padrões sanitários exigidos, e comercializá-lo com as empresas maiores, que muitas vezes importam soro dos países vizinhos para a composição dos seus produtos.

Os laticínios de pequeno porte, que representam a maioria das empresas de processamento do leite, têm dificuldade no cumprimento das Leis e Normas sanitárias. Normalmente esses empreendimentos são iniciados em pequenas estruturas “garagens”, que, devido ao aumento da demanda vão passando por ampliações, realizadas sem a aprovação da Agência de Vigilância Sanitária.

Os produtos são artesanais, exigindo um maior contato físico com as mãos dos funcionários e como normalmente as técnicas de produção são passadas de pai para filho, falta a profissionalização da atividade, com treinamentos e boas práticas de higiene para os funcionários e fornecedores de leite, visando a padronização dos procedimentos e a melhora na qualidade dos produtos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Água - Determinação de nitrogênio orgânico, Kjeldahl e total – Métodos macro e semimicro Kjeldahl – NBR 13796. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Tanques sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos – Projeto, Construção e Operação – NBR 13969. Rio de Janeiro, 1997.
- ALESSI, M. C. M. – Avaliação de hidrólise alcalina da gordura sobre a biodegradação anaeróbia de soro de queijo. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, 2005.
- ASANO, T. et al. Wastewater reclamation and reuse. Lancaster: Technomic Publishing, 1998. 1528 p.
- BALANNEC, B.; GENEVIÉVE, G. G.; BERNARD, C.; MURIELLE, R. B.; GEORGES, D. Treatment of dairy process waters by membrane operations for water reuse and milk constituents concentration. Desalination, Rennes: Elsevier Science Publisher B.V, v. 147, p. 89 – 94, 2002.
- BASSETTI, F.; PERES, L.; PETRUS, J. C. C.; QUADRI, M. B. - Aplicação de um Modelo Numérico na Ultrafiltração de Soro de Queijo. 4º Congresso Ibero-americano em Ciência e Tecnologia de Membranas. Florianópolis. CITEM 2003.
- BEECKMAN, G. B. – Water Conservation, Recycling and Reuse. Water Resources Development, Oxford, Vol. 14, n° 3, pp. 353 – 364, 1998.
- BEEKMAN, G. B. – Qualidade e Conservação da Água. Encontro Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996, Brasília. Conferência Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.
- BEM LUIZ, D. – Gerenciamento Hídrico em Frigoríficos. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.
- BERNARDI, C. C. – Reúso de Água para Irrigação. Monografia apresentada ao ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL como requisito para obtenção de título de Pós-Graduação, em nível de Especialização *Lato Sensu*, modalidade MBA, em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, 2003.

- BEZERRA, S. M. C. – Influência do tempo de detenção hidráulica sobre a auto-inoculação na partida de um reator UASB tratando Esgoto Sanitário, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campina Grande – Brasil, 1998.
- BILLEN, G. – Vicious Circule for Waste Producers. Artigo apresentado à Associação Nacional da Alemanha para Conservação Ambiental e da Natureza, 1995.
- BRIÃO, V. B. – Estudo de prevenção à poluição em uma indústria de laticínios. Maringá, 2000, 71 p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá).
- BRIÃO, V. B. – Processos de separação por membranas para reúso de efluentes de laticínios. Maringá, 2007, 94 p. (Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá).
- CAMP DRESSER & MCKEE INC – “Guidelines for Water Reuse”. In: The Legal and Institutional Issues, 1980.
- CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos para fins especiais: dietéticos. São Paulo: Livraria Varela, p.115-330, 1996.
- CHERNICHARO, C. A. DE L., Reatores anaeróbios. Princípios do tratamento Biológico de águas residuárias. DESA/UFMG. Belo Horizonte – MG, v.5, 1997.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (FAO/WHO) – Codex Committee on Food Hygiene – Proposed Draft Guidelines for the Hygienic Reuse of Processing Water in Food Plants. Thirty-fourth Session. Bangkok, Thailand, 2001.
- CPDS – Comissão de Política de Desenvolvimento Sustentável. Agenda 21 brasileira: ações prioritárias. 2 ed. Brasília: Ministério do meio Ambiente, 2004. 158 p.
- DELIBERAÇÃO NORMATIVA CONJUNTA COPAM/CERH nº 1, de 5 de maio de 2008, que trata da classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, além de estabelecer as condições e padrões para lançamento de efluentes.
- DPPEA (Pollution Prevention and Environmental Assistance) – North Carolina Department and Natural Resources. Water Efficiency. Sound Principles of Water Management. Estados Unidos. Disponível em: <http://www.p2pays.org>. Acesso em: 19 jun. 2010.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Produção de leite em Minas Gerais e na Zona da Mata Mineira, UFV, 2009.

- FEIHRMANN, A. C.; CICHOSKI, A. J.; JACQUES, A. R. Doce de leite elaborado em evaporador, com leite semi-desnatado concentrado. *Revista Higiene Alimentar*, v. 20, n. 141, p. 29-32, 2006.
- FONSECA, A. F. da. Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado. Escola Superior de Agricultura .Luiz de Queiroz., Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. (Dissertação Mestrado). 110p.
- FORESTI, E. – Fundamentos do processo de digestão anaeróbia. In: III Taller Y Seminario Latinoamericano “Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales”. Montevideo, Uruguay, pp. 97 – 110, 1994.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. Iniciação ao desenvolvimento sustentável. Belo Horizonte: FEAM, 2003. p. 349.
- GIROTO J. M.; PAWLOWSKY, U. Reaproveitamento de Resíduos Industriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL XII, Curitiba, 1983. Anais. SUREHMA. Curitiba - Paraná.
- HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.
- HESPANHOL, I.; PROST, A.M. – WHO guidelines and national standarts for reuse and water quality. *Water Research*, v.28, n.4, 9.237-249, 1994.
- HESPANHOL, I. – Água e Saneamento Básico. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA B.; TUNDISI J. G. Águas Doces do Brasil – Capital Ecológico, Uso e Conservação. 1 ed. São Paulo: Escritura Editora, 1999.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 setembro, 2010.
- IFPRI & IWMI - INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE & INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE. Água e irrigação segundo IFPRI e IWMI. In: Lista Fonte d’água. Florida Center for Environmental Studies. Relatório "Global Water Outlook to 2025: Averting an Impeding Crises". Publicação no Dia Mundial do Alimento. Washington D.C., 16 Out. 2002. Disponível em: <http://archives.ces.fau.edu/fontedagua.html>
- INDI – Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais. A Indústria Brasileira e Mineira em Números. Belo Horizonte/MG: INDI, 2003. 122 p.
- KELMAN, J. O desafio de levar água para todos. *Revista SENAC e Educação Ambiental*. Rio de Janeiro, ano 12, nº1, p. 8-12, jan./abr. 2003. Disponível em: [www.senac.br/informativo/educambiental/EA\\_012003/entrevista.asp](http://www.senac.br/informativo/educambiental/EA_012003/entrevista.asp).

- KIPERSTOK,A; KALID,R.; SALES,E.; ESQUERRE,K.; SOUZA,L; MATOS,M.C.; CARVALHO,E; TEIXEIRA,L.; BRAGA,B; ASSIS,B.; SILVA,S.; MENDES,C.; PIRES,V.M.; MOCOCAIN,F.; HORTÉLIO, S.; ANDRADE,S. “Metodologia Teclim e o Projeto Ecobraskem: Otimização Ambiental do Uso da Água e Geração de Efluentes. TECBAHIA, v.23, n.1-3,jan-dez.2008.
- KOBYLINSK, E. A.; HUNTER, G. L. – Wastewater Chemical Engineering. p. 86-88, jun., 1992.
- LEI Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- LÉONIL, J.; BOS, C.; MAUBOIS, J. L.; TOMÉ, D. Protéines in lait, Nutrition et santé. Paris: Tec. & Doc., 2001. p. 45-83.
- LIVINGSTON, M. L. – Evaluating changes in water institutions: methodological issues at the micro and meso levels. Water Policy 7, 2005. p. 21–34.
- MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. C. et al. Controle ambiental nas pequenas e médias indústrias de laticínios. Belo Horizonte: Segrac, 2002. 224p.
- MADDISON, Angus. World Development and Outlook 1820-2030: Its Implications for Energy Use, London, 20th February 2005. Disponível em: <http://www.ggdc.net/maddison>.
- MAGANHA, M. F. B. – Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos. São Paulo : CETESB, 2006, 95p. (1 CD) : il. ; 21 cm. (Série P + L) Disponível em : <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>.
- MATSUMURA, E. M. – Perspectiva para conservação e reúso de água na indústria de alimentos – estudo de uma unidade de processamento de frangos / E. M. Matsumura. – São Paulo, 2007, p.249.
- MC DONOUGH, F.E. Whey solids utilization and salvage system. Cult Dairy Produc J, Washington, v.11, n.1, p.8-11, 1997.
- MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. – Programa para Gerenciamento de Águas e Efluentes nas Industrias, Visando ao Uso Racional e à Reutilização. Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 4, nº. 1 e 2, pp. 11 – 15, 1999.
- MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I – Água na indústria: uso racional e reúso, São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2005. 144p.

- MILAGRES, M. P., ABRANCHES, A., DIAS, G., ARAUJO, M. M., SILVA, M., BRANDÃO, S. C. C. – Estudo de viabilidade e desenvolvimento de uma bebida a base de soro de leite probiótica nas versões com açúcar e sem açúcar. Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes. Juiz de Fora, n. 357, v. 62, p. 230-236, 2007.
- MINAS AMBIENTE/CETEC. Pesquisa tecnológica para controle ambiental em pequenos e médios laticínios de Minas Gerais. Estado da arte. Belo Horizonte: Minas Ambiente/CETEC, 1998. V. 1. Efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas.
- MIZUBUTI, I. Y. Soro de leite: composição, processamento e utilização na alimentação. Revista Cultural e Científica da Universidade Estadual de Londrina, v.15, n. 3, p. 81-85, 1986.
- MORAIS, M.V.T.; ABREU, P.R.; NETO, L.G.G.; PENNA, C.F.A.M.; CERQUEIRA, M.M.O.P; OLIVEIRA, A.L.; Produção industrial de ricota. Disponível em: <<http://www.dipemar.com.br>> on line em Fevereiro 2006.
- ONYANGO, E. Re: Oferta de água em 2025. In: Lista Fonte d'água. Centro de Referência do Everglades (USA), Movimento de Cidadania pelas Águas. Water Media Network, 16 Nov. 2002. Disponível na Internet: <<http://archives.ces.fau.edu/fontedagua.html>>. Citado: 20 Nov. 2002.
- PANCHONI, L. C.; OTENIO, M. H.; GUERRA, N. M. M.; CRUZ, G. C. A.; SANTOS, V. – Avaliação físico-química e bioquímica de efluente infiltrado de laticínio, Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite, 2008. 18 p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de Pesquisa, 25).
- PORTARIA SVS/MS nº. 326, de 30 de julho de 1997, que Aprova o Regulamento Técnico; “Condições Higiênicos-Sanitárias e Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos”. Secretaria de Vigilância Sanitária – Ministério da Saúde.
- PINTO, F. A. - Metodologia da espectroscopia no infravermelho para análise dos soros provenientes da fabricação de queijos Minas padrão e prato. Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, 2010.
- QUADROS, A.B. – Dietas simples e complexa sobre o desempenho de leitões na fase de creche. Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.1, p.109-114, 2002.
- QUEIROZ FILHO, S. J. – Minimização de resíduos de pós de carbono na UCAR Produtos de Carbono S.A., em Candeias – BA. Salvador, 2005. 138 p.; il., color.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 20, de 18 de junho de 1986 - classifica as águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.

RESOLUÇÃO CNRH Nº. 54, de 28 de novembro de 2005 - Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências.

RESOLUÇÕES CONAMA Nº. 357, de 17 de abril de 2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

RESOLUÇÕES CONAMA Nº. 397, de 3 de abril de 2008 - Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

RODRIGUES, R. S. – As dimensões legais e institucionais do reúso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reúso no Brasil. São Paulo, 177p., 2005.

ROSSI, P.; XAVIER, E. G.; RUTZ, F. - Nucleotídeos na nutrição animal. R. Bras. Agrociência, Pelotas, v.13, n.1, p.05-12, jan-mar, 2007.

RUFINO, J. L. S. – Avanços e Questões Perspectivas na Cadeia Produtiva do Leite, 2005. Disponível: [http://www.terraviva.com.br/palestra/palestra\\_4.html](http://www.terraviva.com.br/palestra/palestra_4.html).

SAMPAIO, P. S.; SCÁRDUA, F. P.; BERNARDES, R. S. Avaliação do desempenho de sistemas de tratamento de esgotos domésticos no Distrito Federal que utilizam processo de disposição no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2001, João Pessoa, PB. Anais. Rio de Janeiro: Abes, 2001.

SANTOS, D. G. – Inserção do Reúso na Política Nacional dos Recursos Hídricos, 3º Workshop Uso e Reúso de Águas Residuárias, Brasília 2009. Superintendência de Usos Múltiplos, Agência Nacional das Águas, disponível em: [www.nupegel.usp.br/reuso2009/Palestras/Devanir\\_Garcia\\_dos\\_Santos.pdf](http://www.nupegel.usp.br/reuso2009/Palestras/Devanir_Garcia_dos_Santos.pdf)

SARAIVA, C. B. – Potencial poluidor de um laticínio de pequeno porte: um estudo de caso/ Claudety Barbosa Saraiva. Viçosa, MG, 2008.

SAUTCHÜK, C. A.; LANDI, D. N. F.; MIERZWA, J. C.; VIVACQUA, M. C. R.; SILVA, M. C. C.; LANDI, P. D. N.; SCHMIDT, W. – Conservação e Reúso de água: Manual de orientações para o setor industrial. Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo – Fiesp/Ciesp, v. 1, 2005.

SEBRAE – SP. A Informatização nas MPEs Paulistas – Agosto 2003.

SEBRAE/SILEMG/FAEMG – Diagnóstico da indústria de laticínios do Estado de Minas Geras. Belo Horizonte-MG: Sebrae-MG, 2007. 270 p.

- SERPA, L.; PRIAMO, W. L.; REGINATTO, V. - Destino Ambientalmente Correto a Rejeitos de Queijaria e Análise de Viabilidade Econômica. KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE. São Paulo – Brazil – May 20th-22nd – 2009.
- SETTI, M. C. B. – Reúso de água – condições de contorno. São Paulo, Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1995.
- SCHMIDT, F. L.; VITALI, A.; GUMERATO, H. F. et al. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.com.br/scielo>> on line fevereiro de 2006.
- SILVA, D. J. P. – Diagnóstico do Consumo de Água e da Geração de Efluentes em uma Indústria de Laticínios e Desenvolvimento de um Sistema Multimídia de Apoio. Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 72p.,2006. (Dissertação de Mestrado).
- SOUZA, M. P. – A cobrança e a água como bem comum. Revista Brasileira de Engenharia – Caderno de Recursos Hídricos, vol. 13, nº1, p. 25-55, jun.,1995.
- USEPA/USAID – Manual Guidelines for Water Reuse. Office of Water. EPA/625/R-92/004. Washington. Legal and Institutional Issues:p.141-50, 1992.
- USEPA – Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectroscopy, 6010C - Revision 3, US Environmental Protection Agency Las Vegas, NV, U.S, 2000.
- VEGA, I.M. et al. Intestinal amino acid and monosaccharide transport in suckling pigs fed milk replaces with different sources of carbohydrate. J Nut, v.122, n.12, p.2430–2439, 1992.
- VILAR, A. C. – Utilização da Flotação em Coluna para o Tratamento de Efluentes da Indústria Láctea. Dissertação apresentada para conclusão do programa de mestrado em Processos Ambientais. Universidade Católica de Pernambuco, 2009.
- ZACARCHENCO, P. B.; VAN, D. A. G.; SPADOTI, L. M.; MORENO – Soro de leite: de problema ambiental a solução para tratamento de doenças. Revista Leite e Derivados, n. 106, p. 138, 2008.

## 8 ANEXOS

**I - DELIBERAÇÃO NORMATIVA CONJUNTA COPAM/CERH nº 1, de 05/05/08**



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

**Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008**  
**(publicado no “Minas Gerais” no dia 13/05/2008)**

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

O Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei Delegada n.º 178, de 29 de janeiro de 2007, regulamentada pelo Decreto n.º 44.667, de 3 de dezembro de 2007, tendo em vista o disposto no seu regulamento interno e com base no art. 1.º e §1.º do art. 2.º da Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997 e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais – CERH-MG, no uso de suas atribuições, especialmente aquelas contidas no art. 41, inciso I da Lei n.º 13.199/99 e no Decreto n.º 41.578, de 08 de março de 2001,

Considerando que a Constituição Federal e a Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando o art. 9.º, inciso I, da Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e os arts. 15 e 16, da Lei n.º 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e demais normas aplicáveis à matéria;

Considerando as alterações da Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências;

Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando ser a classificação das águas doces essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes e a qualidade ambiental requerida para o corpo de água;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes - POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo n.º 204, de 7 de maio de 2004;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor



distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas e dos ambientes aquáticos, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:

**DELIBERAM:**

Art. 1º Esta Deliberação Normativa dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

### **Capítulo I Das Definições**

Art. 2º Para efeito desta Deliberação Normativa são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - ambiente aquático: corpo hídrico e seus componentes biológicos a ser considerado na proposição de classe de qualidade nas metas de enquadramento;

III - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;

IV - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;

V - aquíicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

VI - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;

VII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

---

denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;

VIII - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água e de condições de ambientes aquáticos necessários, respectivamente, ao atendimento dos usos preponderantes e à integridade ecológica, atuais ou futuros;

IX - classificação: qualificação das águas doces em função dos usos preponderantes e qualificação dos corpos de água continentais em função da integridade ecológica, (sistema de classes de qualidade), atuais e futuros;

X - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;

XI - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo de-água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;

XII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

XIII - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

XIV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de efluentes;

XV - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;

XVI - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causados por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;

XVII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causados por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

XVIII - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XIX - enquadramento: instrumento de gestão de recursos hídricos instituído pela Lei nº 13.199 de 29 de janeiro de 1999, que estabelece meta ou objetivo de qualidade da água e de ambiente aquático (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos ao longo do tempo,



conforme deliberação dos respectivos comitês de bacia hidrográfica.

XX - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a organismos aquáticos, visando avaliar o potencial de risco aos ambientes aquáticos;

XXI - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos em organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXII - *Escherichia coli* (*E.coli*): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima-glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo *habitat* exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

XXIII - metas: desdobramento do objetivo de qualidade das águas e de ambientes aquáticos a ser alcançado, por meio de realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de atendimento obrigatório, conforme programa para efetivação do enquadramento;

XXIV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água e dos ambientes aquáticos que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXV - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVI - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;

XXVIII - atividade de pesca: exploração de recursos pesqueiros com fins comerciais ou de subsistência;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água e de ambientes aquáticos estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

---

pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento de água avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento de água convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento de água simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - tributário direto (ou curso de água afluente): corpo de água que flui diretamente para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVII - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como referência para a outorga pelo uso de recursos hídricos, base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Estadual de Meio Ambiente, a ser definida pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG, em função das peculiaridades regionais;

XXXVIII - virtualmente ausente: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

XXXIX - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

XL - bioacumulação: acúmulo de substâncias tóxicas em organismos ou em teias alimentares dos ecossistemas;

XLI - ecorregiões aquáticas: áreas constituídas por uma ou mais bacias hidrográficas que compartilham ecossistemas semelhantes, caracterizadas por tipos de vegetação, solo, vida selvagem e águas, cujos padrões espaciais de distribuição são explicados, além do enfoque ambiental, pelo uso e ocupação humana do espaço físico;

XLII - ecomorfologia dos *habitats*: aborda os processos geomorfológicos e sedimentológicos como condicionantes básicos da estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos em conexão com a paisagem;

XLIII - indicadores biológicos: bactérias, vegetais e animais cuja presença ou comportamento estão relacionados de forma tão estreita a determinadas condições do meio ambiente que podem ser utilizados para avaliá-las;



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

---

XLIV - fitoplâncton: comunidade vegetal microscópica, que flutua livremente na coluna de água;

XLV - floração algal: desenvolvimento maciço de algas devido ao enriquecimento por nutrientes em um corpo de água;

XLVI - macrófitas aquáticas: conjunto de plantas desde algas macroscópicas e musgos até as plantas vasculares;

XLVII - macroinvertebrados bentônicos: comunidade de animais macroscópicos, com tamanho superior a 2 mm que vivem em substratos sólidos;

XLVIII - invertebrados bentônicos: comunidade de animais que vivem em ambientes aquáticos, aderidos e ou associados a substratos abióticos ou bióticos;

XLIX - perifíton: complexa comunidade de organismos microscópicos (bactérias, algas, protozoários, microcrustáceos, fungos, etc) e detritos (orgânicos e inorgânicos) que estão aderidos ou associados a diferentes substratos aquáticos abióticos ou bióticos, vivos ou mortos;

L - substâncias com efeito endócrino: compostos orgânicos que atuam como ruotores endócrinos perturbando o sistema hormonal e, em particular, os hormônios sexuais, acarretando riscos à fertilidade e de feminilização e masculinização nos sexos opostos da biota aquática e dos seres humanos;

LI - zona funcional: segmentos e trechos de rio que possuem regimes de descarga de água e sedimento similares, que manifestam características geomorfológicas distintas;

LII - zooplâncton: comunidade de animais, em geral microscópicos, que flutuam livremente na coluna de água e, embora tenham movimentos próprios, não são capazes de vencer as correntezas;

## **Capítulo II**

### **Da Classificação Dos Corpos De Água**

Art. 3º As águas doces estaduais são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes e as condições ambientais dos corpos de água, em cinco classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água e as condições ambientais dos corpos de água, atendidos outros requisitos pertinentes.

### **Seção I**

#### **Das Águas Doces**

Art. 4º As águas doces estaduais são classificadas em:



I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro 2000.
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;



- d) à recreação de contato secundário; e
  - e) à dessedentação de animais.
- V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística; e
- c) aos usos menos exigentes.

### **Capítulo III**

#### **Das Condições e Padrões de Qualidade das Águas e das Condições de Qualidade dos Ambientes Aquáticos**

##### **Seção I**

##### **Das Disposições Gerais**

Art. 5º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Deliberação Normativa estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Deliberação Normativa, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 29 desta Deliberação Normativa.

Art. 6º A qualidade dos ambientes aquáticos deverá ser avaliada por indicadores biológicos, utilizando-se comunidades aquáticas, com critérios a serem definidos por deliberação conjunta do COPAM e CERH-MG.

§1º - Serão estabelecidos sítios de referência em locais preservados e com baixo ou nenhum impacto antropogênico, caracterizados pela composição e estrutura das comunidades e diferenciados por ecorregiões aquáticas, zonas funcionais e características ecomorfológicas dos *habitats*.

§2º - Os desvios da composição e estrutura das comunidades biológicas associados aos desvios da ecomorfologia dos *habitats* e da qualidades das águas, em relação ao(s) sítio(s) de referência, serão utilizados para avaliar o estado da qualidade dos ambientes aquáticos (classes de qualidade).

§3º - As comunidades aquáticas a serem preferencialmente consideradas para avaliar a qualidade dos ambientes aquáticos são:

- I - para os ambientes lóticos: invertebrados bentônicos, macrófitas, perífiton.



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

---

a) Em situações que se fizer necessário, deverão ser incluídos outros grupos de organismos aquáticos, como, ictiofauna, zooplâncton, potenciais vetores de doenças e patógenos.

II - para os ambientes lênticos: zooplâncton, macrófitas e perífiton.

a) Em situações que se fizer necessário, deverão ser incluídos outros grupos de organismos aquáticos, como, ictiofauna, invertebrados bentônicos, potenciais vetores de doenças e patógenos.

Art. 7º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo órgão estadual competente.

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos deverá ser monitorada periodicamente pelo órgão estadual competente observado o disposto no artigo 35 desta Deliberação Normativa.

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes listados ou não nesta Deliberação Normativa, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas, utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, análises de bioacumulação e efeitos endócrinos ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

I – a necessidade e a periodicidade de utilização destes testes deverá ser estabelecida pelo órgão estadual competente.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas.

Art. 8º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Deliberação Normativa serão realizadas pelo órgão estadual competente, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis, conforme Deliberação Normativa COPAM nº 89, de 15 de setembro de 2005.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos estaduais competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Deliberação Normativa.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para detectar as concentrações desses parâmetros de qualidade de água, os sedimentos e biota aquática poderão ser investigados respectivamente por meio de ensaio ecotoxicológico e análise de



bioacumulação, quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 9º A análise e avaliação da composição e estrutura das comunidades aquáticas e das características ecomorfológicas dos *habitats* serão realizadas pelo órgão estadual competente, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, capacitado para atender a demanda, observado o disposto no artigo 35 desta Deliberação Normativa.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura, conforme modelos internacionalmente reconhecidos.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

Art. 11. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, tornando-os inclusive mais restritivos ou estabelecendo medidas adicionais, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Parágrafo único – Quando a vazão do corpo hídrico estiver abaixo da vazão de referência, ou quando o CERH-MG, ou os comitês de bacias hidrográficas, no uso de suas respectivas competências para a gestão de recursos hídricos determinarem, o estabelecimento de restrições e de medidas adicionais deverá ocorrer em caráter excepcional e temporário, para o atendimento às especificidades sazonais e locais.

## **Seção II** **Das Águas Doces**

Art. 12. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

Art. 13. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

---

I - Condições de qualidade dos ambientes aquáticos: serão consideradas as modificações em relação ao(s) sítio(s) de referência, a serem detalhadas em regulamento específico.

II - Condições de qualidade de água:

a) biológicas:

1. coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 (seis) amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes observando-se os mesmos limites;

2. clorofila *a*: valor máximo 10 µg/L;

3. densidade de cianobactérias: valor máximo 20.000 cel/mL ou 2 mm<sup>3</sup>/L. No caso de uso para recreação de contato primário valor máximo 10.000 cel/mL ou 1 mm<sup>3</sup>/L;

4. não verificação de efeitos tóxicos decorrentes de florações algais, devendo, a partir de 10.000 cel/mL ou 1 mm<sup>3</sup>/L, realizar teste de toxicidade para verificar estes possíveis efeitos de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão estadual competente ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio toxicológico padronizado;

5. não verificação de efeito tóxico agudo e crônico a organismos em amostras de água e/ou sedimento, de acordo com os critérios a serem estabelecidos pelo COPAM;

6. não verificação de bioacumulação de metais e compostos orgânicos na biota aquática, de acordo com os critérios a serem estabelecidos pelo COPAM e CERH-MG;e

7. não verificação de alterações no sistema endócrino de espécies da biota aquática, de acordo com os critérios a serem estabelecidos pelo COPAM e CERH-MG.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O<sub>2</sub>;

**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

- h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;
- i) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- j) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L;
- k) pH: 6,0 a 9,0; e
- l) sólidos em suspensão totais 50 mg/L.
- III - Padrões físico-químicos de qualidade de água:

<b>TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOÇES</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>PARÂMETROS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N

**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO <sub>4</sub>
Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Acilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L

**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

IV - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso III deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

<b>TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES</b>	
<b>PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO</b>	
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Arsênio total	0,14 µg/L As
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Art 14. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

a) biológicas:

1. coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com os mesmos limites.

2. clorofila *a*: até 30 µg/L;e

3. densidade de cianobactérias: até 50.000 cel/mL ou 5 mm<sup>3</sup>/L. No caso de uso para recreação de contato primário valor máximo 10.000 cel/mL ou 1 mm<sup>3</sup>/L.

b) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

c) turbidez: até 100 UNT;

d) DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O<sub>2</sub>;

e) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;

f) sólidos em suspensão totais: 100 mg/L;e

g) fósforo total:

1. até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos;

2. até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 15 As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - Condições de qualidade dos ambientes aquáticos: serão consideradas as



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

---

modificações em relação ao(s) sítio(s) de referência, a serem detalhadas em regulamento específico:

**II - Condições de qualidade de água:**

**a)biológicas:**

1. coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com os mesmos limites;

2. clorofila *a*: valor máximo 60 µg/L;

3. densidade de cianobactérias 100.000 cel/mL ou 10 mm<sup>3</sup>/L;

4. densidade de cianobactérias para dessedentação de animais: os valores não deverão exceder 50.000 cel/mL ou 5 mm<sup>3</sup>;

5. não verificação de efeitos tóxicos decorrentes de florações algais devendo a partir de 10.000 cel/mL ou 1 mm<sup>3</sup>/L realizar teste de toxicidade para verificar estes possíveis efeitos de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão estadual competente ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio toxicológico padronizado;

6. não verificação de efeito tóxico agudo e crônico a organismos, em amostras de água e/ou sedimento, de acordo com os critérios a serem estabelecidos pelo COPAM e CERH-MG;

7. possibilidade de detectar bioacumulação de metais e compostos orgânicos na biota aquática, de acordo com os critérios a serem estabelecidos pelo COPAM e CERH-MG;

8. possibilidade de verificação de alterações no sistema endócrino de espécies da biota aquática, de acordo com os critérios a serem estabelecidos pelo COPAM e CERH-MG;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não



sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O<sub>2</sub>;
- h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O<sub>2</sub>;
- i) turbidez até 100 UNT;
- j) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;
- k) pH: 6,0 a 9,0;e
- l) sólidos em suspensão totais: 100 mg/L.

II - Padrões físico-químicos de qualidade de água:

<b>TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>PARÂMETROS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be
Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobalto total	0,2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercurio total	0,002 mg/L Hg

**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO <sub>4</sub>
Sulfeto (como H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	280 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (γ-HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L



2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

Art. 16 As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

I – Condições de qualidade dos ambientes aquáticos: serão consideradas as modificações em relação ao(s) sítio(s) de referência, a serem detalhadas em regulamento específico.

II - Condições de qualidade de água:

- a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- b) odor e aspecto: não objetáveis;
- c) óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- d) substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- e) fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 0,5 mg/L de  $C_6H_5OH$ ;
- f) OD, não inferior a 2,0 mg/L  $O_2$  em qualquer amostra; e
- g) pH: 6,0 a 9,0.

#### **Capítulo IV** **Diretrizes Ambientais Para o Enquadramento**

Art. 17 Os mecanismos e critérios do enquadramento serão estabelecidos por Deliberação específica, pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG, em conjunto com o COPAM, sob a coordenação da SEMAD, conforme determina art. 7º, inciso II, do Decreto n.º 41.578, de 18 de março de 2001.

§ 1º O enquadramento do corpo de água será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes atuais ou pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água e de condições de ambientes aquáticos para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas



observando-se a vazão de referência para outorga de direito de uso.

§ 4º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 5º No enquadramento dos corpos de água, as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final deverão ser estabelecidas mediante definição de parâmetros de qualidade.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

Art. 18. As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica, segmento ou corpo hídrico específico.

## **Capítulo V** **Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes**

Art. 19. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Deliberação Normativa e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e

II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 20. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Deliberação Normativa.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 29 desta Deliberação Normativa, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

---

III - realização de Estudo de Impacto Ambiental - EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 21. O órgão ambiental competente deverá, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 29 desta Deliberação Normativa, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo receptor.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

§ 3º Sob pena de nulidade da licença expedida, o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental competente as substâncias que poderão estar contidas no seu efluente, entre aquelas previstas nesta Deliberação Normativa para padrões de qualidade de água.

§ 4º O disposto no § 1º deste artigo aplica-se também às substâncias não contempladas nesta Deliberação Normativa, exceto se o empreendedor não tivesse condições de saber de sua existência nos seus efluentes.

Art. 22. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004.

Parágrafo único. Nos processos onde possa ocorrer a formação de dioxinas (2, 3, 7, 8 TCDD) e furanos (2, 3, 7, 8 TCDF) deverá ser utilizada a melhor tecnologia disponível para a sua redução, até a completa eliminação.

Art. 23. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

---

§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 24. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.

Art. 25. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 26. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Deliberação Normativa aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 27. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes de poluição, mesmo que tratados.

§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;

II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e

III - atender a outras exigências aplicáveis, especialmente aquelas estabelecidas nos planos de recursos hídricos.

§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

Art. 28. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.

Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Art. 29. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade



estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Deliberação Normativa não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.

§ 4º Condições de lançamento de efluentes:

I - pH entre 6,0 a 9,0;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura, desde que não comprometa os usos previstos para o corpo d'água;

III - materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

a) óleos minerais: até 20mg/L;

b) óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L.

VI - ausência de materiais flutuantes;

VII – DBO: até 60 mg/L ou:

a) tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo 60% e média anual igual ou superior a 70% para sistemas de esgotos sanitários e de percolados de aterros sanitários municipais;

b) tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo 75% e média anual igual ou superior a 85% para os demais sistemas.

VIII - DQO - até 180 mg/L ou:

a) tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 55% e média anual igual ou superior a 65% para sistemas de esgotos sanitários e de percolados de aterros

**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

sanitários municipais;

b) tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 70% e média anual igual ou superior a 75% para os demais sistemas;

c) Se tratar de efluentes de indústria têxtil, o padrão será de 250 mg/L;e

d) Se tratar de efluentes de fabricação de celulose Kraft branqueada, o padrão será de 15 kg de DQO/ tonelada de celulose seca ao ar (tSA) para novas unidades ou ampliação. Para as unidades existentes o padrão será de 20 Kg de DQO/ tonelada de celulose seca ao ar (tSA), média diária, e 15Kg de DQO/ tonelada de celulose seca ao ar (tSA), média anual.

IX – Substancias tensoativas que reagem com azul de metileno: até 2,0 mg/L de LAS, exceto para sistemas públicos de tratamento de esgotos sanitários;

X – Sólidos em suspensão totais até 100 mg/L, sendo 150 mg/L nos casos de lagoas de estabilização.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

<b>TABELA IV - LANÇAMENTO DE EFLUENTES</b>	
<b>PADRÕES</b>	
<b>PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Arsênio total	0,2 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,1 mg/L Cd
Chumbo total	0,1 mg/L Pb
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,5 mg/L Cr <sup>6+</sup>
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr <sup>3+</sup>
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fé
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	1,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total*	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
<b>PARÂMETROS ORGÂNICOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L



Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroeteno	1,0 mg/L

\* Não aplicável a sistemas de tratamento de esgotos sanitários

Art. 30. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do parágrafo único do art. 18 desta Deliberação Normativa, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras conseqüências:

I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou

II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 31. Além dos requisitos previstos nesta Deliberação Normativa e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos só poderão ser lançados após tratamento especial.

Art. 32. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

## **Capítulo VI** **Disposições Finais e Transitórias**

Art. 33. Cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes.

Art. 34. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Deliberação Normativa, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de potabilidade.

Art. 35. A classificação da qualidade dos ambientes aquáticos deverá ser adotada para o enquadramento dos ambientes aquáticos após o prazo de 4 (quatro) anos, a contar da data de publicação desta Deliberação Normativa.

§ 1º Durante este prazo o órgão estadual competente deverá implementar, em caráter piloto, a utilização de indicadores biológicos para avaliação da qualidade dos ambientes aquáticos, conforme disposto no artigo 6º, sendo que a utilização piloto terá como objetivo padronizar a metodologia de: seleção dos sítios de referência, caracterização ecomorfológica dos *habitats*, amostragem, análise laboratorial, processamento e representação dos dados;

§ 2º Para implementar o disposto no § 1º deste artigo deverá ser criado Grupo de



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

---

Trabalho multidisciplinar, até 90 (noventa) dias após a data da publicação desta Deliberação Normativa, constituído por representantes dos órgãos ambientais estaduais, centros tecnológicos, universidades, entidades usuárias e gestoras dos recursos hídricos e sociedades afins;

Art. 36. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 37. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Art. 38. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Deliberação Normativa, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada terão que estar adequados às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos na Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005, de acordo com os prazos contidos na citada Resolução e terão o prazo de três anos a contar da data de publicação desta Deliberação Normativa para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Deliberação Normativa.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no *caput* deste artigo, antes do início da execução do projeto.

§ 2º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Deliberação Normativa.

§ 3º O descarte contínuo de água de processo ou de produção em áreas cársticas será objeto de deliberação específica, a ser publicada no prazo máximo de um ano, a contar da data de publicação desta Deliberação Normativa.

Art. 39. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1º A declaração referida no *caput* deste artigo deverá seguir o modelo constante do anexo único, sendo que para cada tipologia o COPAM poderá exigir parâmetros específicos.

§ 2º Para as fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas enquadrados nas classes 5 e 6 a declaração deverá ser apresentada anualmente; para as enquadradas nas classes 3 e 4, a declaração deverá ser apresentada a cada dois anos.

§ 3º As fontes potencialmente ou efetivamente poluidoras das águas enquadradas nas classes 1 e 2 estão dispensadas da declaração prevista no *caput*.



Art. 40. O não cumprimento ao disposto nesta Deliberação Normativa acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgão ambiental competente e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Deliberação Normativa, bem como quando pertinente, a aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Deliberação Normativa caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 41. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 42. O não cumprimento ao disposto nesta Deliberação Normativa sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 43. Esta Deliberação Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 44. Revoga-se a Deliberação Normativa COPAM nº 10, de 16 de dezembro de 1986.

Belo Horizonte, 05 de Maio de 2008.

Shelley de Souza Carneiro  
Secretário Adjunto da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e  
Secretário Executivo do COPAM e CERH/MG



**ANEXO ÚNICO**

(a que se refere o § 1º do artigo 39 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n.º 1, de 14 de abril de 2008)

	<b>SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE/ INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS/INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS</b>
--	--

**DECLARAÇÃO DE CARGA POLUIDORA (ANO BASE)**

**Atenção!** A presente Declaração, parte integrante da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n.º 1, de 14 de abril de 2008, deve ser preenchida com informações para cada ponto de lançamento.

<b>IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR</b>			
Razão social ou nome:			
Nome Fantasia:			
CNPJ/CPF:		Inscrição estadual:	
Endereço (Rua, Av. Rod. Etc.):			Nº/km:
Complemento:		Bairro/localidade:	
Município:	UF:	CEP:	Telefone: ( )
Fax:( )	Caixa Postal:	E-mail:	

<b>IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO</b>			
Razão social ou nome:			
Nome Fantasia:			
CNPJ/CPF:		Inscrição estadual:	
Endereço (Rua, Av. Rod. Etc.):			Nº/km:
Complemento:		Bairro/localidade:	
Município:	UF:	CEP:	Telefone: ( )
Fax:( )	Caixa Postal:	E-mail:	
Pessoa de contato:			
Número do processo do COPAM:			
Número do processo DNPM (Específico para Mineração):			

<b>IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>			
Nome:			
Número da ART ou similar:			
Endereço:			
Telefone:			
e-mail:			

<b>LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE LANÇAMENTO DO EMPREENDIMENTO EM UM DOS FORMATOS ABAIXO.</b>						
Formato LAT/LONG	<b>LATITUDE</b>			<b>LONGITUDE</b>		
	graus	minutos	segundos	graus	minutos	segundos
<b>Formato UTM (X, Y)</b>	DATUM: [ ] SAD 69; [ ] WGS 84; [ ] Córrego Alegre			FUSO: [ ] 22 [ ] 23 [ ] 24 Meridiano Central: [ ] 39° [ ] 45° [ ] 51°		

**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM

**Secretaria Executiva**

<b>X =</b>	<b>Y =</b>
<b>Observação:</b> Quando informar em <b>Latitude e Longitude</b> o <b>DATUM é obrigatório</b> , e quando expressa em formato <b>UTM</b> o <b>DATUM, FUSO e o Meridiano Central são obrigatórios</b> .	

**IDENTIFICAÇÃO DO CORPO RECEPTOR**

Curso de água ( ) Lagoa ou Lagoa natural ( ) Reservatório ( ) Rede coletora pública ( ) Outro ( )
Nome do corpo de água: _____ Regime de fluxo de água: Perene ( ) Intermitente ( )
Unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos – UPGRH:
Bacia hidrográfica estadual:
Bacia hidrográfica federal:
Ambiente: Léntico: ( ) Lótico: ( ) Intermediário ( )

**DADOS DO EMPREENDIMENTO**

Código da atividade (DN COPAM 74/04):
Classe (DN COPAM 74/04):

**CARACTERIZAÇÃO DE VAZÕES**

Vazão média gerada (m <sup>3</sup> /mês)	Vazão média tratada (m <sup>3</sup> /mês)	Número de medições

**CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE LÍQUIDO BRUTO**

	Unidade	Média Anual	Número amostras(*)
Temperatura (° C)	° C		
pH			
Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO	mg/L		
Demanda Química de Oxigênio DQO	mg/L		
Coliformes termotolerantes ou <i>E. coli</i>	NMP/100 mL		
Sólidos suspensos totais	mg/L		
Fósforo total	mg/L		
Nitrogênio amoniacal total	mg/L		
Outros (definidos nas condicionantes do licenciamento ambiental aprovado pelo COPAM)			

(\*) Mínimo de 6 amostras, conforme estabelece a NBR 13402/1995

**CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE LÍQUIDO APÓS TRATAMENTO**

	Unidade	Média Anual	Número amostras(*)
Temperatura (° C)	° C		
pH			
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	mg/L		
Demanda Química de Oxigênio - DQO	mg/L		
Coliformes termotolerantes ou <i>E. coli</i>	NMP/100 mL		
Sólidos suspensos totais	mg/L		
Fósforo total	mg/L		
Nitrogênio amoniacal total	mg/L		
Eficiência de remoção de DBO	%		
Eficiência de remoção de DQO	%		
Outros (definidos nas condicionantes do licenciamento ambiental aprovado pelo COPAM)			

(\*) Mínimo de 6 amostras, conforme estabelece a NBR 13402/1995

**QUANTIFICAÇÃO DE CARGA POLUIDORA LANÇADA**

	Carga (ton/mês)
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	
Demanda Química de Oxigênio - DQO	
Sólidos suspensos totais	
Fósforo total	
Nitrogênio amoniacal total	



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**  
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
Conselho Estadual de Política Ambiental -COPAM  
**Secretaria Executiva**

---

Outros (definidos nas condicionantes do licenciamento ambiental aprovado pelo COPAM)	
--	--

**INFORMAÇÕES ADICIONAIS: (estado de manutenção dos equipamentos e das unidades de tratamento e outras)**

---

Data da Declaração

---

Assinatura do Responsável Técnico

**II - PORTARIA SVS/MS nº. 326, de 30/07/97**

## **Portaria nº 326 – SVS/MS de 30 de julho de 1997 (DOU. DE 01/08/97)**

A Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, no uso de suas atribuições legais e considerando:

- a necessidade do constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos visando a proteção da saúde da população;
- a importância de compatibilizar a legislação nacional com base nos instrumentos harmonizados no Mercosul, relacionados às condições higiênic-sanitárias dos estabelecimentos produtores/industrializadores e Boas Práticas de Fabricação de alimentos – Resolução GMC n ] 80/96;
- que os aspectos não abrangidos por este regulamento de acordo com Anexo I, continuarão cobertos pela legislação nacional vigente, conforme Resolução GMC nº 126/94, resolve:

Art. 1º - aprovar o Regulamento Técnico; "Condições Higiênic-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos", conforme Anexo I.

Art. 2º - Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário.

MARTA NÓBREGA MARTINEZ

Portaria D.O.U – Seção I – 01.08.97

ANEXO I

### **REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE AS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO PARA ESTABELECIMENTOS PRODUTORE/INDUSTRIALIZADORES DE ALIMENTOS**

#### **1.OBJETIVO**

O presente Regulamento estabelece os requisitos gerais (essenciais) de higiene e de boas práticas de fabricação para alimentos produzidos /fabricados para o consumo humano.

#### **2.ÂMBITO DE APLICAÇÃO**

O presente Regulamento se aplica, quando for o caso, a toda pessoa física ou jurídica que possua pelo menos um estabelecimento no qual sejam realizadas algumas das atividades seguintes; produção/industrialização, fracionamento, armazenamento e transportes de alimentos industrializados.

O cumprimento dos requisitos gerais deste Regulamento não excetua o cumprimento de outros Regulamentos específicos que devem ser publicados.

#### **3.DEFINIÇÕES**

Para efeitos deste Regulamento são definidos:

3.1 – Adequado: se entende como suficiente para alcançar a finalidade proposta;

3.2 – Alimento apto para o consumo humano: aqui considerado como alimento que atende ao padrão de identidade e qualidade pré-estabelecido, nos aspectos higiênico-sanitários e nutricionais.

3.3 – Armazenamento: é o conjunto de atividades e requisitos para se obter uma correta conservação de matéria-prima, insumos e produtos acabados.

3.4 – Boas práticas: são os procedimentos necessários para garantir a qualidade dos alimentos.

3.5 – Contaminação: presença de substâncias ou agentes estranhos, de origem biológica, química ou física que sejam considerados nocivos ou não para saúde humana.

3.6 – Desinfecção: é a redução, através de agentes químicos ou métodos físicos adequados, do número de microorganismos no prédio, instalações, maquinários e utensílios, a um nível que não origine contaminação do alimento que será elaborado .

3.7 - Estabelecimento de alimentos produzidos/industrializados: é a região que compreende o local e sua circunvizinhança, no qual se efetua um conjunto de operações e processos, com a finalidade de obter um alimento elaborado, assim como o armazenamento ou o transporte de alimentos e/ou suas matérias primas.

3.8 – Fracionamento de alimentos: são as operações através das quais se divide um alimento, sem modificar sua composição original.

3.9 – Limpeza: é a eliminação de terra, restos de alimentos, pó e outras matérias indesejáveis.

3.10 – Estabelecimento de alimentos produzidos/industrializados: é a região que compreende o local e sua circunvizinhança, no qual se efetua um conjunto de operações e processos, com a finalidade de obter um alimento elaborado, assim como o armazenamento ou transporte de alimentos e/ou suas matérias –primas.

3.11 – Material de Embalagem: todos os recipientes como latas, garrafas, caixas de papelão, outras caixas, sacos ou materiais para envolver ou cobrir, tais como papel laminado, películas, plástico, papel encerado e tela.

3.12 – Órgão competente: é o órgão oficial ou oficialmente reconhecido ao qual o País lhe outorga mecanismos legais para exercer suas funções.

3.13 – Pessoal Tecnicamente Competente/Responsabilidade Técnica: é o profissional habilitado a exercer atividade na área de produção de alimentos e respectivos controles de contaminantes que possa intervir com vistas à proteção da saúde.

3.14 – Pragas: os animais capazes de contaminar direta ou indiretamente os alimentos.

3.15 – Produção de Alimentos: é o conjunto de todas as operações e processos efetuados para obtenção de um alimento acabado.

#### 4 – PRINCÍPIOS GERAIS HIGIÊNICO-SANITÁRIOS DAS MATÉRIAS PARA ALIMENTOS PRODUZIDOS /INDUSTRIALIZADOS

4.1- Áreas inadequadas de produção, criação, extração, cultivo ou colheita:

Não devem ser produzidos, cultivados, nem coletados ou extraídos alimentos ou criação de animais destinados à alimentação humana, em áreas onde a presença de substâncias potencialmente nocivas possam provocar a contaminação destes alimentos ou seus derivados, em níveis que possam constituir um risco para saúde.

4.2 – Controle de prevenção da contaminação por lixo/sujidades:

As matérias-primas alimentícias devem ter controle de prevenção da contaminação por lixos ou sujidades de origem animal, doméstico, industrial e agrícola, cuja presença possa atingir níveis passíveis de constituir um risco para saúde.

4.3 – Controle de água:

Não devem ser cultivados, produzidos nem extraídos alimentos ou criações de animais destinados à alimentação humana, em áreas onde a água utilizada nos diversos processos produtivos possa constituir, através de alimentos, um risco a saúde do consumidor.

4.4 – Controle de pragas ou doenças:

As medidas de controle que compreende o tratamento com agentes químicos, biológicos ou físicos devem ser aplicadas somente sob a supervisão direta do pessoal tecnicamente competente que saiba identificar, avaliar e intervir nos perigos potenciais que estas substâncias representam para a saúde.

Tais medidas somente devem ser aplicadas em conformidade com as recomendações do órgão oficial competente.

4.5 – Colheita, produção, extração e abate:

4.5.1- Os métodos e procedimentos para colheita, produção, extração e abate devem ser higiênicos, sem constituir um perigo potencial para a saúde e nem provocar a contaminação dos produtos.

4.5.2- Equipamentos e recipientes que são utilizados nos diversos processos produtivos não devem constituir um risco à saúde.

Os recipientes que são reutilizáveis devem ser fabricados de material que permita a limpeza e desinfecção completa. Uma vez usados com matérias tóxicas não devem ser utilizados posteriormente para alimentos ou ingredientes alimentares sem que sofram desinfecção.

4.5.3- Remoção de matérias-primas impróprias:

As matérias-primas que forem impróprias para o consumo humano devem ser isoladas durante os processos produtivos, de maneira a evitar a contaminação dos alimentos, das matérias-primas, da água e do meio ambiente.

4.5.4- Proteção contra a contaminação das matérias-primas e danos à saúde pública:

Devem ser utilizados controles adequados para evitar a contaminação química, física ou microbiológica, ou por outras substâncias indesejáveis. Também, devem ser tomadas medidas de controle com relação à prevenção de possíveis danos.

4.6 – Armazenamento no local de produção:

As matérias-primas devem ser armazenadas em condições cujo controle garanta a proteção contra a contaminação e reduzam ao mínimo as perdas da qualidade nutricional ou deteriorações.

4.7- Transporte

4.7.1- Meios de transporte:

Os meios de transporte de alimentos colhidos, transformados ou semi-processados dos locais de produção ou armazenamento devem ser adequados para o fim a que se destinam e constituídos de materiais que permitam o controle de conservação, da limpeza, desinfecção e desinfestação fácil e completa.

4.7.2- Processos de manipulação:

Devem ser de tal forma controlados que impeçam a contaminação dos materiais. Cuidados especiais devem ser tomados para evitar a putrefação, proteger contra a contaminação e minimizar danos. Equipamento especial, por exemplo, equipamento de refrigeração, dependendo da natureza do produto, ou das condições de transporte, (distância/tempo). No caso de utilizar gelo em contato com o produto deve -se observar a qualidade do mesmo conforme item 5.3.12.c) do presente regulamento.

## 5 – CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DOS ESTABELECIMENTOS PRODUTORES/INDUSTRIALIZADORES DE ALIMENTOS

OBJETIVO: Estabelecer os requisitos gerais/essenciais e de boas práticas de fabricação a que deve ajustar -se todo o estabelecimento com a finalidade de obter alimentos aptos para o consumo humano.

Requisitos Gerais para Estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos.

### 5.1- Localização:

Os estabelecimentos devem se situar em zonas isentas de odores indesejáveis, fumaça, póe outros contaminantes e não devem estar expostos a inundações, quando não, deve m estabelecer controles com o objetivo de evitar riscos de perigos, contaminação de alimentos e agravos àsaúde.

### 5.2- Vias de acesso interno:

As vias e áreas utilizadas para circulação pelo estabelecimento, que se encontram dentro de seu perímetro de ação , devem ter uma superfície dura/ou pavimentada, adequada para o trânsito sobre rodas. Devem dispor de um escoamento adequado assim como controle de meios de limpeza.

### 5.3- Edifícios e instalações:

5.3.1- Para aprovação das plantas, os edifícios e instalações devem ter construção sáida e sanitariamente adequada . todos os materiais usados na construção e na manutenção não devem transmitir nenhuma substância indesejável ao alimento.

5.3.2- Deve ser levado em conta a existência de espaços suficientes para a tender de maneira adequada, a toda as operações.

5.3.3- O desenho deve ser tal que permita uma limpeza adequada e permita a devida inspeção quanto a garantia da qualidade higiênico –sanitária do alimento.

5.3.4- Os edifícios e instalações devem impedir a entrada e o alojamento de insetos, roedores e ou pragas e também a entrada de contaminantes do meio, tais como: fumaça, pó vapor, e outros.

5.3.5- Os edifícios e instalações devem ser projetados de forma a permitir a separação, por áreas, setores e outr os meios eficazes, como definição de um fluxo de pessoas e alimentos, de forma a evitar as operações suscetíveis de causar contaminação cruzada.

5.3.6- Os edifícios e instalações devem ser projetados de maneira que seu fluxo de operações possa ser realiza do nas condições higiênicas, desde a chegada da matéria-prima, durante o processo de produção, até a obtenção do produto final.

5.3.7- Nas áreas de manipulação de alimentos, os pisos devem ser de material resistente ao trânsito, impermeáveis, laváveis, e antiderrapantes; não possuir frestas e serem fáceis de limpar ou desinfetar. Os líquidos devem escorrer até os ralos (que devem ser do tipo sifão ou similar), impedindo a formação de poças. As paredes devem ser revestidas de materiais impermeáveis e laváveis, e de cores claras . Devem ser lisas e sem frestas e fáceis de limpar e desinfetar, até uma altura adequada para todas as operações. Os ângulos entre as paredes e o piso e entre as paredes e o teto devem ser abaulados héméticos para facilitar a limpeza. Nas plantas deve-se indicar a altura da parede que será impermeável. O teto deve ser constituído e/ou acabado de modo a que se impeça o acúmulo de sujeira e se reduza ao mínimo a condensação e a formação de mofo, e deve ser fácil de limpar. As janelas e outras aberturas devem ser construídas de maneira a que se evite o acúmulo de sujeira e as que se comunicam com o exterior devem ser providas de proteção anti-pragas. As proteções devem ser de fácil limpeza e boa conservação. As portas devem ser de material não absorvente e de fácil limpeza. As escadas, elevadores de serviço, monta-cargas e estruturas auxiliares, como plataformas, escadas de mão rampas, devem estar localizadas e construídas de modo a não serem fontes de contaminação.

5.3.8- Nos locais de manipulação de alimentos, todas as estruturas e acessórios elevados devem ser instalados de maneira a evitar a contaminação direta ou indireta dos alimentos, da matéria-prima e do material de embalagem, por gotejamento ou condensação e que não dificultem as operações de limpeza.

5.3.9- Os refeitórios, lavabos, vestiários e banheiro de limpeza do pessoal auxiliar do estabelecimento devem estar completamente separados dos locais de manipulação de alimentos e não devem ter acesso direto e nem comunicação com estes locais.

5.3.10- Os insumos, matérias-primas e produtos terminados devem estar localizados sobre estrados e separados das paredes para permitir a correta higienização do local.

5.3.11- Deve-se evitar a utilização de materiais que não possam ser higienizados ou desinfetados adequadamente, por exemplo, a madeira, a menos que a tecnologia utilizada faça seu uso imprescindível e que seu controle demonstre que não se constitui uma fonte de contaminação.

### 5.3.12- Abastecimento de água:

a. Dispor de um abundante abastecimento de água potável, que se ajuste ao item 8.3 do presente regulamento, com pressão adequada e temperatura conveniente, com um adequado sistema de distribuição e com proteção eficiente contra contaminação. No caso necessário de armazenamento, deve-se dispor ainda de instalações apropriadas e nas condições indicadas anteriormente. É imprescindível um controle freqüente da potabilidade da água.

b. O órgão competente poderá admitir variação das especificações químicas e físico-químicas diferentes das normais quando a composição da água do local o fizer necessário e sempre que não se comprometa a sanidade do produto e a saúde pública.

c. O vapor e o gelo utilizados em contato direto com alimentos ou superfícies que entram em contato direto com os mesmos não devem conter nenhuma substância que possa ser perigosa para a saúde ou contaminar o alimento, obedecendo o padrão de água potável.

d. A água potável que seja utilizada para produção de vapor, refrigeração, para apagar incêndios e outros propósitos similares, não relacionados com alimentos, deve ser transportada por tubulações completamente separadas, de preferência identificadas através de cores, sem que haja nenhuma conexão transversal nem processo de retrofriação, com as tubulações que conduzem água potável.

#### 5.3.13- Efluentes e águas residuais:

Eliminação de efluentes e águas residuais: os estabelecimentos devem dispor de um sistema eficaz de eliminação de efluentes e águas residuais, o qual deve ser mantido em bom estado de funcionamento. Todos os tubos de escoamento (incluídos o sistema de esgoto) devem ser suficientemente grandes para suportar cargas máximas e devem ser construídos de modo a evitar a contaminação do abastecimento de água potável.

#### 5.3.14- Vestiários e banheiros:

Todos os estabelecimentos devem dispor de vestiários, banheiros e quartos de limpeza adequados, convenientemente situados, garantindo a eliminação higiênica das águas residuais. Esses locais devem estar bem iluminados e ventilados, de acordo com a legislação, sem comunicação direta com o local onde são manipulados os alimentos. Junto aos vasos sanitários e situados de tal modo que o pessoal tenha que passar junto a eles antes de voltar para área de manipulação, devem ser construídos lavabos com água fria ou fria e quente, providos de elementos adequados (sabonete líquido, detergente, desinfetante, entre outros) para lavagem das mãos em meios higiênicos convenientes para sua secagem. Não será permitido o uso de toalhas de pano. No caso de se usar toalhas de papel, deve haver um controle de qualidade higiênico-sanitária e dispositivos de distribuição e lixeiras que não necessite de acionamento manual para essas toalhas. Devem ser indicado ao pessoal, a obrigatoriedade e a forma correta de lavar as mãos após o uso do sanitário.

#### 5.3.15- Instalações para lavagem das mãos nas áreas de produção:

Devem ter instalações adequadas e convenientemente localizadas para lavagem e secagem das mãos sempre que a natureza das operações assim o exija. Nos casos em que sejam manipuladas substâncias contaminantes ou quando a natureza das tarefas requeira uma desinfecção adicional a lavagem devem estar disponíveis também instalações para desinfecção das mãos. Deve-se dispor de água fria ou fria e quente e de elementos adequados (sabonete líquido, detergente, desinfetante, entre outros) para limpeza das mãos. Deve haver também um meio higiênico adequado para secagem das mãos. Não é permitido o uso de toalhas de tecido. No caso de se usar toalhas de papel, deve haver um controle de qualidade higiênico-sanitária e dispositivos de distribuição e lixeiras que não necessite de acionamento manual para essas toalhas. As instalações devem estar providas de tubulações devidamente sifonadas que transportem as águas residuais até o local de deságue.

#### 5.3.16- Instalações para limpeza e desinfecção:

Quando necessário, deve haver instalações adequadas para a limpeza e desinfecção dos utensílios e equipamentos de trabalho, essas instalações devem ser construídas com materiais resistentes à corrosão, que possam ser limpidos facilmente e devem estar providas de meios convenientes para abastecer de água fria ou fria e quente, em quantidade suficiente.

#### 5.3.17- Iluminação e instalação elétrica:

Os estabelecimentos devem ter iluminação natural ou não artificial que possibilitem a realização dos trabalhos e não comprometa a higiene dos alimentos. As fontes de luz artificial, de acordo com a legislação, que estejam suspensas ou colocadas diretamente no teto e que se localizem sobre a área de manipulação de alimentos, em qualquer das fases de produção, devem ser do tipo adequado e estar protegidas contra quebras. A iluminação não deverá alterar as cores. As instalações elétricas devem ser embutidas ou exteriores e, neste caso, estarem perfeitamente revestidas por tubulações isolantes e presas a paredes e tetos não sendo permitidas fiações elétricas soltas sobre a zona de manipulação de alimento. O órgão competente poderá autorizar outra forma de instalação ou modificação das instalações aqui descritas, quando assim se justifique.

#### 5.3.18- Ventilação:

O estabelecimento deve dispor de uma ventilação adequada de tal forma a evitar o calor excessivo, a condensação de vapor, o acúmulo de poeira, com a finalidade de eliminar o ar contaminado. A direção da corrente de ar nunca deve ir de um local sujo para um limpo. Deve haver abertura a ventilação provida de sistema de proteção para evitar a entrada de agentes contaminantes.

#### 5.3.19- Armazenamento para lixos e materiais não comestíveis:

O estabelecimento deve dispor de meios para armazenamento de lixos e materiais não comestíveis, antes da sua eliminação, do estabelecimento, de modo a impedir o ingresso de pragas e evitar a contaminação das matérias-primas, do alimento, da água potável, do equipamento e dos edifícios ou vias de acesso aos locais.

### 5.3.20- Devolução de produtos:

No caso de devolução de produtos os mesmos devem ser colocados em setor separado e destinados a tal fim por um período até que se determine seu destino.

### 5.4- Equipamentos e utensílios

#### 5.4.1-Materiais:

Todo o equipamento e utensílio utilizado nos locais de manipulação de alimentos que possam entrar em contato com o alimento devem ser confeccionados de material que não transmitam substâncias tóxicas, odores e sabores que sejam não absorvem tes e resistentes à corrosão e capaz de resistir a repetidas operações de limpeza e desinfecção. As superfícies devem ser lisas e estejam isentas de rugosidade e frestas e outras imperfeições que possam comprometer a higiene dos alimentos ou sejam fontes de contaminação. Deve evitar-se o uso de madeira e de outros materiais que não possam ser limpos e desinfetados adequadamente, a menos que se tenha a certeza de que seu uso não será uma fonte de contaminação. Deve ser evitado o uso de diferentes materiais para evitar o aparecimento de corrosão por contato.

#### 5.4.2- Projetos e construção:

a) Todos os equipamentos e utensílios devem ser desenhados e construídos de modo a assegurar a higiene e permitir uma fácil e completa limpeza e desinfecção e, quando possível, devem ser instalados de modo a permitir um acesso fácil e uma limpeza adequada, além disto devem ser utilizados exclusivamente para os fins a que foram projetados.

## 6 – REQUISITOS DE HIGIENE DO ESTABELECIMENTO

6.1- Conservação: Os edifícios, equipamentos, utensílios e todas as demais instalações, incluídos os desaguamentos, devem ser mantidos em bom estado de conservação e funcionamento. As salas devem ser secas, estar isentas de vapor, poeira, fumaça água residual.

### 6.2 – Limpeza e desinfecção:

6.2.1 – Todos os produtos de limpeza e desinfecção devem ser aprovados previamente para seu uso, através de controle da empresa, identificados e guardados em local adequado, fora das áreas de manipulação dos alimentos. Além disto devem ser autorizados pelo órgão competente.

6.2.2 – Com a finalidade de impedir a contaminação dos alimentos, toda área de manipulação de alimentos, os equipamentos e utensílios devem ser limpos com a frequência necessária e desinfetados sempre que as circunstâncias assim o exigem. O estabelecimento deve dispor de recipientes adequados, de forma a impedir qualquer possibilidade de contaminação, e em número e capacidade suficiente para verter os lixos e materiais não comestíveis.

6.2.3 – Devem ser tomadas precauções adequadas para impedir a contaminação dos alimentos quando as áreas, os equipamentos e os utensílios forem limpos ou desinfetados com águas ou detergentes ou com desinfetantes ou soluções destes. Os detergentes e desinfetantes devem ser adequados para esta finalidade e devem ser aprovados pelo órgão oficialmente competente. Os resíduos destes agentes que permaneçam em superfície suscetível de entrar em contato com alimento devem ser eliminados mediante uma lavagem cuidadosa com água potável antes que volte a ser utilizada para a manipulação de alimentos. Devem ser tomadas precauções adequadas na limpeza e desinfecção quando se realizem operações de manutenção geral ou particular em qualquer local do estabelecimento, equipamentos, utensílios ou qualquer elemento que possa contaminar o alimento.

6.2.4 – Imediatamente após o término do trabalho ou quantas vezes for conveniente, devem ser limpos cuidadosamente o chão incluindo o desague, as estruturas auxiliares e as paredes da área de manipulação de alimentos.

6.2.5- Os vestiários devem estar sempre limpos.

6.2.6 – As vias de acesso e os pátios situados nas imediações dos locais em que sejam parte destes devem manter-se limpos.

### 6.3 – Programa de Controle de higiene e desinfecção:

Cada estabelecimento deve assegurar sua limpeza e desinfecção. Não devem ser utilizados, nos procedimentos de higiene, substâncias odorizantes e/ou desodorantes em qualquer das suas formas nas áreas de manipulação dos alimentos, com vistas a evitar a contaminação pelos mesmos e que não se misturem os odores. O pessoal deve ter pleno conhecimento da importância da contaminação e de seus riscos, devendo estar bem capacitado em técnicas de limpeza.

### 6.4 – Subprodutos:

Os subprodutos armazenados de maneira que os subprodutos resultantes da elaboração que forem veículos de contaminação sejam retirados das áreas de trabalho tantas vezes quantas forem necessárias.

### 6.5 – Manipulação, Armazenamento e Remoção de lixo :

Deve manipular-se o lixo de maneira que se evite a contaminação dos alimentos e ou da água potável. Especial cuidado é necessário para impedir o acesso de vetores aos lixos. Os lixos devem ser 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 devem ser limpos e desinfetados. A área de armazenamento do lixo deve também ser limpa e desinfetada.

### 6.6 – Proibição de animais domésticos:

Deve-se impedir a entrada de animais em todos os lugares onde se encontram matérias-primas, material de embalagem, alimentos prontos ou em qualquer das etapas da produção/industrialização.

#### 6.7 – Sistema de Controle de Pragas:

Deve-se aplicar um programa eficaz e contínuo de controle das pragas. Os estabelecimentos e as áreas circundantes devem manter inspeção periódica com vistas a diminuir conseqüentemente os riscos de contaminação.

No caso de invasão de pragas, os estabelecimentos devem adotar medidas para sua erradicação. As medidas de controle devem compreender o tratamento com agentes químicos, físicos ou biológicos autorizados. Aplicados sob a supervisão direta de profissional que conheça os riscos que o uso destes agentes possam acarretar para a saúde, especialmente os riscos que possam originar resíduos a serem retidos no produto. Só devem ser empregados praguicidas caso não se possa aplicar com eficácia outras medidas de prevenção. Antes da aplicação de praguicidas deve -se ter o cuidado de proteger todos os alimentos, equipamentos e utensílios da contaminação. Após a aplicação dos praguicidas deve -se limpar cuidadosamente o equipamento e os utensílios contaminados a fim de que antes de sua reutilização sejam eliminados os resíduos.

#### 6.8 – Armazenamento de substâncias tóxicas:

Os praguicidas solventes e outras substâncias tóxicas que representam risco para a saúde devem ser rotulados com informações sobre sua toxicidade e emprego. Estes produtos devem ser armazenados em áreas separadas ou armários fechados com chave, destinados exclusivamente com este fim, e só devem ser distribuídos ou manipulados por pessoal autorizado e devidamente capacitado sob controle de pessoal tecnicamente competente. Deve ser evitada a contaminação dos alimentos.

Não deve ser utilizado nem armazenado, na área de manipulação de alimentos, nenhuma substância que possa contaminar os alimentos, salvo sob controle, quando necessário para higienização ou sanitização.

#### 6.9 – Roupas e Objeto:

Não devem ser guardados roupas nem objetos pessoais na área de manipulação de alimentos.

### 7 – HIGIENE PESSOAL E REQUISITO SANITÁRIO

#### 7.1 – Capacitação em Higiene:

A direção do estabelecimento deve tomar providências para que todas as pessoas que manipulem alimentos recebam instrução adequada e contínua em matéria higiênica-sanitária, na manipulação dos alimentos e higiene pessoal, com vistas a adotar as precauções necessárias para evitar a contaminação dos alimentos. Tal capacitação deve abranger todas as partes pertinentes deste regulamento.

#### 7.2- Situação de saúde;

A constatação ou suspeita de que o manipulador apresenta alguma enfermidade ou problema de saúde que possa resultar na transmissão de perigos aos alimentos ou mesmo que sejam portadores ou sãos, deve impedi-lo de entrar em qualquer área de manipulação ou operação com alimentos se existir a probabilidade da contaminação destes. Qualquer pessoa na situação acima deve comunicar imediatamente à direção do estabelecimento, de sua condição de saúde.

As pessoas que mantêm contatos com alimentos devem submeter-se aos exames médicos e laboratoriais que avaliem a sua condição de saúde antes do início de sua atividade e/ou periodicamente, após o início das mesmas. O exame médico e laboratorial dos manipuladores deve ser exigido também em outras ocasiões em que houver indicação, por razões clínicas ou epidemiológicas.

#### 7.3 – Enfermidades contagiosas:

A direção tomará as medidas necessárias para que não se permita a ninguém que se saiba ou suspeite que padece ou é vetor de uma enfermidade suscetível de transmitir-se aos alimentos, ou que apresentem feridas infectadas, infecções cutâneas, chagas ou diarreias, trabalhar em qualquer área de manipulação de alimentos com microorganismos patogênicos, até que obtenha alta médica. Toda pessoa que se encontre nestas condições deve comunicar imediatamente a direção do estabelecimento.

#### 7.4 – Feridas:

Ninguém que apresente feridas pode manipular alimentos ou superfícies que entrem em contato com alimentos até que se determine sua reincorporação por determinação profissional.

#### 7.5- Lavagem das mãos:

Toda pessoa que trabalhe numa área de manipulação de alimentos deve, enquanto em serviço, lavar as mãos de maneira freqüente e cuidadosa com um agente de limpeza autorizado e com água corrente potável fria ou fria e quente. Esta pessoa 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. Deve lavar e desinfetar as mãos imediatamente após a manipulação de qualquer material contaminante que possa transmitir doenças. Devem ser colocados avisos que indiquem a obrigatoriedade e a forma correta de lavar as mãos. Deve ser realizado um controle adequado para garantir o cumprimento deste requisito.

#### 7.6 – Higiene pessoal:

Toda pessoa que trabalhe em uma área de manipulação de alimentos deve manter uma higiene pessoal esmerada e deve usar roupa protetora, sapatos adequados, touca protetora. Todos estes elementos devem ser laváveis, a menos que sejam descartáveis e mantidos limpos, de acordo com a natureza do trabalho. Durante a manipulação de matérias-primas e alimentos, devem ser retirados todos os objetos de adorno pessoal.

#### 7.7 – Conduta pessoal:

Nas áreas de manipulação de alimentos deve ser proibido todo o ato que possa originar uma contaminação de alimentos, como: comer, fumar, tossir ou outras práticas anti-higiênicas.

#### 7.8 – Luvas:

O emprego de luvas na manipulação de alimentos deve obedecer as perfeitas condições de higiene e limpeza destas. O uso de luvas não exime o manipulador da obrigação de lavar as mãos cuidadosamente.

#### 7.9 – Visitantes:

Inclui-se nesta categoria todas as pessoas que não pertençam às áreas ou setores que manipulam alimentos. Os visitantes devem cumprir as disposições recomendadas nos itens 6.9, 7.3, 7.4 e 7.7 do presente regulamento.

7.10 – Supervisão: a responsabilidade do cumprimento dos requisitos descritos nos itens 7.1 à 7.9 deve recair ao supervisor competente.

## 8 – REQUISITOS DE HIGIENE NA PRODUÇÃO

### 8.1 – Requisitos aplicáveis à matéria-prima:

8.1.1 – O estabelecimento não deve aceitar nenhuma matéria-prima ou insumo que contenha parasitas, microorganismos ou substâncias tóxicas, decompostas ou estranhas, que não possam ser reduzidas a níveis aceitáveis através de processos normais de classificação e/ou preparação ou fabricação. O responsável técnico deve dispor de padrões de identidade e qualidade da matéria-prima ou insumos de forma a poder controlar os contaminantes passíveis de serem reduzidos a níveis aceitáveis, através dos processos normais de classificação e/ou preparação ou fabricação.

8.1.2 – O controle de qualidade da matéria-prima ou insumo deve incluir a sua inspeção, classificação, e se necessário análise laboratorial antes de serem levados à linha de fabricação. Na fabricação somente devem ser utilizadas matérias-primas ou insumos em boas condições.

8.1.3 – As matérias-primas e os ingredientes armazenados nas áreas do estabelecimento devem ser mantidos em condições tais que evitem sua deterioração, protejam contra a contaminação e re-duzam os danos ao mínimo possível. Deve-se assegurar, através do controle, a adequada rotatividade das matérias-primas e ingredientes.

### 8.2 - Prevenção da contaminação cruzada:

8.2.1- Devem ser tomadas medidas eficazes para evitar a contaminação do material alimentar por contato direto ou indireto com material contaminado que se encontrem nas fases iniciais do processo.

8.2.2- As pessoas que manipulam matérias-primas ou produtos semi elaborados com risco de contaminar o produto final enquanto não tenham retirado a roupa protetora que foi utilizada durante a manipulação de matérias-primas e produtos semi elaborados, com os quais, tenham entrado em contato ou que tenha sido contaminada por matéria-prima ou produtos semi elaborados e, colocado outra roupa protetora limpa e cumprindo com os itens 7.5 e 7.6.

8.2.3 – Se existir possibilidade de contaminação, as mãos devem ser cuidadosamente lavadas entre uma e outra manipulação de produtos nas diversas fases do processo.

8.2.4 – Todo equipamento e utensílios que tenham entrado em contato com matérias-primas ou com material contaminado devem ser limpos e desinfetados cuidadosamente antes de serem utilizados para entrar em contato com produtos acabados.

### 8.3 – Uso da água:

8.3.1 – Como princípio geral na manipulação de alimentos somente deve ser utilizada água potável.

8.3.2 – Pode ser utilizada água não potável para a produção de vapor, sistema de refrigeração, controle de incêndio e outros fins análogos não relacionados com alimentos, com a aprovação do órgão competente.

8.3.3 – A água recirculada para ser reutilizada novamente dentro de um estabelecimento deve ser tratada e mantida em condições tais que seu uso não possa representar um risco para a saúde. O processo de tratamento deve ser mantido sob constante vigilância. Por outro lado, a água recirculada que não tenha recebido tratamento posterior pode ser utilizada nas condições em que o seu emprego não constitua um risco para saúde e nem contamine a matéria-prima nem o produto final. Deve haver um sistema separado de distribuição que possa ser identificado facilmente, para a utilização da água recirculada. Qualquer controle de tratamento para a utilização da água recirculada em qualquer processo de elaboração de alimentos deve ter sua eficácia comprovada e deve ter sido prevista nas boas práticas adotadas pelo estabelecimento e devidamente aprovadas pelo organismo oficialmente competente. As situações particulares indicadas nos itens 7.3.2 e neste devem estar em concordância com o item 5.3.2 e neste devem estar em concordância com o item 5.3.12.

### 8.4-Produção:

8.4.1 – A produção deve ser realizada por pessoal capacitado e supervisionada por pessoal tecnicamente competente.

8.4.2 – Todas as operações do processo de produção incluindo o acondicionamento, devem ser realizadas sem demoras inúteis e em condições que excluam toda a possibilidade de contaminação, deterioração e proliferação de microorganismos patogênicos e deteriorantes.

8.4.3 – Os recipientes devem ser tratados com o devido cuidado para evitar toda a possibilidade de contaminação do produto fabricado.

8.4.4 – Os métodos de conservação e os controles necessários devem ser tais que protejam contra a contaminação ou a presença de um risco à saúde pública e contra a deterioração dentro dos limites de uma prática comercial correta, de acordo com as boas práticas de prestação de serviço na comercialização.

## 8.5 – Embalagem

8.5.1 – Todo material utilizado para embalagem deve ser armazenado em condições higiênico-sanitárias, em áreas destinadas para este fim. O material deve ser apropriado para o produto e as condições previstas de armazenamento e não deve transmitir ao produto substâncias indesejáveis que excedam os limites aceitáveis pelo órgão competente. O material de embalagem deve ser seguro e conferir uma proteção apropriada contra a contaminação.

8.5.2 – As embalagens ou recipientes não devem ter sido anteriormente utilizados para nenhuma finalidade que possam dar lugar a uma contaminação do produto. As embalagens ou recipientes devem ser inspecionados imediatamente antes do uso, para verificar sua segurança, em casos específicos, limpos e/ou desinfetados; quando lavados devem ser secos antes do uso. Na área de enchimento/embalagem, somente devem permanecer as embalagens ou recipientes necessários para uso imediato.

8.5.3 – a embalagem deve ser processada em condições que excluam as possibilidades a contaminação do produto.

## 8.6 Responsabilidade Técnica e supervisão:

O tipo de controle e supervisão necessário depende do risco de contaminação na produção do alimento. Os responsáveis técnicos devem ter conhecimento suficiente sobre as boas práticas de produção de alimentos para poder avaliar e intervir nos possíveis riscos e assegurar uma vigilância e controle eficazes.

## 8.7 – Documentação e registro :

Em função do risco do alimento devem ser mantidos registros dos controles apropriados a produção e distribuição, conservando -os durante um período superior ao tempo de vida de prateleira do alimento.

## 8.8 – Armazenamento e transporte de matérias-primas e produtos acabados:

8.8.1 – As matéria-primas e produtos acabados devem ser armazenados e transportados segundo as boas práticas respectivas de forma a impedir a contaminação e/ou a proliferação de microorganismos e que protejam contra a alteração ou danos ao recipiente ou embalagem. Durante o armazenamento deve ser exercida uma inspeção periódica dos produtos acabados, a fim de que somente sejam expedidos alimentos aptos para o consumo humano e sejam cumpridas as especificações de rótulo quanto as condições e transporte, quando existam.

8.2.2. – Os veículos de transportes pertencentes ao estabelecimento produtor de alimento ou por contratado devem atender as boas práticas de transporte de alimentos autorizados pelo órgão competente. Os veículos de transporte e devem realizar as operações de carga e descarga fora dos locais de fabricação dos alimentos, devendo ser evitada a contaminação dos mesmos e do ar por gases de combustão. Os veículos destinados ao transporte de alimentos refrigerados ou congelados devem possuir instrumentos de controle que permitam verificar a umidade, caso seja necessário e a manutenção da temperatura adequada.

## 9 - Controle de alimentos

O responsável técnico deve usar metodologia apropriada de avaliação dos riscos de contaminação dos alimentos nas diversas etapas de produção contidas no presente regulamento e intervir sempre que necessário, com vistas a assegurar alimentos aptos ao consumo humano. O estabelecimento deve prover instrumentos necessários para controles.

**III - LEI N° 9.433, de 08/01/97**

LEI Nº 9433, DE 08 DE JANEIRO DE 1997.

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº [8.001](#), de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº [7.990](#), de 28 de dezembro de 1989.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

**TÍTULO I**  
**DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS**

**Capítulo I**  
**Dos Fundamentos**

**Art. 1º.** A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica e a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

**Capítulo II**  
**Dos Objetivos**

**Art. 2º.** São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

### **Capítulo III**

#### **Das Diretrizes Gerais de Ação**

**Art. 3º.** Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recurso Hídricos:

I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;

III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

**Art. 4º.** A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

### **Capítulo IV**

#### **Dos Instrumentos**

**Art. 5º.** São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - os Planos de Recursos Hídricos;

II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água,

III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V - a compensação a municípios;

VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

### **Seção I**

#### **Dos Planos de Recursos Hídricos**

**Art. 6º.** Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos.

**Art. 7º.** Os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo mínimo:

I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;

II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;

III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;

IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;

V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;

VI - (VETADO)

VII - (VETADO)

VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;

IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

**Art. 8º.** Os Planos de Recursos Hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.

## **Seção II**

### **Do Enquadramento dos Corpos de Água em Classes, segundo os Usos Preponderantes da Água**

**Art. 9º.** O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visa a:

I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;

II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

**Art. 10.** As classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental.

### **Seção III**

#### **Da Outorga de Direitos de Uso de Recursos Hídricos**

**Art. 11.** O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

**Art. 12.** Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

§ 1º Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;

II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;

III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

§ 2º A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica estará subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, aprovado na forma do disposto no inciso VIII do art. 35 desta Lei, obedecida a disciplina da legislação setorial específica.

**Art. 13.** Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso.

Parágrafo único. A outorga de uso dos recursos hídricos deverá preservar o uso múltiplo destes.

**Art. 14.** A outorga efetivar-se-á por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal.

§ 1º O Poder Executivo Federal poderá delegar aos Estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recurso hídrico de domínio da União.

§ 2º (VETADO)

**Art. 15.** A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensa parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias:

I - não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;

II - ausência de uso por três anos consecutivos;

III - necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;

IV - necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental;

V - necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;

VI - necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

**Art. 16.** Toda outorga de direitos de uso de recursos hídricos far-se-á por prazo não excedente a trinta e cinco anos, renovável.

**Art. 17.** (VETADO)

**Art. 18.** A outorga não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso.

#### **Seção IV** **Da Cobrança do Uso de Recursos Hídricos**

**Art. 19.** A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva:

I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II - incentivar a racionalização do uso da água;

III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

**Art. 20.** Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga, nos termos do art. 12 desta Lei.

Parágrafo único. (VETADO)

**Art. 21.** Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos devem ser observados, dentre outros:

I - nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;

II - nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluentes.

**Art. 22.** Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:

I - no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;

II - no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 1º A aplicação nas despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a sete e meio por cento do total arrecadado.

§ 2º Os valores previstos no "caput" deste artigo poderão ser aplicados a fundo perdido em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.

§ 3º (VETADO)

**Art. 23.** (VETADO)

## **Seção V Da Compensação a Municípios**

**Art. 24.** (VETADO)

## **Seção VI Do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos**

**Art. 25.** O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

Parágrafo único. Os dados gerados pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos serão incorporados ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

**Art. 26.** São princípios básicos para o funcionamento do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos:

- I - descentralização da obtenção e produção de dados e informações;
- II - coordenação unificada do sistema;
- III - acesso aos dados e informações garantido à toda a sociedade.

**Art. 27.** São objetivos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos:

- I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;
- II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;
- III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

## **Capítulo V**

### **Do Rateio de Custos das Obras de Uso Múltiplo, de Interesse Comum ou Coletivo**

**Art. 28.** (VETADO)

## **Capítulo VI**

### **Da Ação do Poder Público**

**Art. 29.** Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, compete ao Poder Executivo Federal:

- I - tomar as providências necessárias à implementação e ao funcionamento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- II - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos, e regulamentar e fiscalizar os usos, na sua esfera de competência;
- III - implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito nacional;

IV - promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Parágrafo único. O Poder Executivo Federal indicará, por decreto, a autoridade responsável pela efetivação de outorgas de direito de uso dos recursos hídricos sob domínio da União.

**Art. 30.** Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, cabe aos Poderes Executivos Estaduais e do Distrito Federal, na sua esfera de competência:

I - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos e regulamentar e fiscalizar os seus usos;

II - realizar o controle técnico das obras de oferta hídrica;

III - implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito estadual e do Distrito Federal;

IV - promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

**Art. 31.** Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.

## **TÍTULO II**

### **DO SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS**

#### **Capítulo I**

##### **Dos Objetivos e da Composição**

**Art. 32.** Fica criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com os seguintes objetivos:

I - coordenar a gestão integrada das águas;

II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;

III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;

IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;

V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

**"Art. 33.** Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:"

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

"I - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;"

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

"I – A - a Agência Nacional de Águas;"(AC)

(Inciso acrescentado pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

"II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;"

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

"III - os Comitês de Bacia Hidrográfica;"

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

"IV - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;"

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

"V - as Agências de Água."

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

## **Capítulo II** **Do Conselho Nacional de Recursos Hídricos**

**Art. 34.** O Conselho Nacional de Recursos Hídricos é composto por:

I - representantes dos Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou no uso de recursos hídricos;

II - representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;

III - representantes dos usuários dos recursos hídricos;

IV - representantes das organizações civis de recursos hídricos.

Parágrafo único. O número de representantes do Poder Executivo Federal não poderá ceder à metade mais um do total dos membros do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

**Art. 35.** Compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos:

I - promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais e dos setores usuários;

II - arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;

III - deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos cujas repercussões extrapolem o âmbito dos Estados em que serão implantados;

IV - deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;

V - analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Nacional de Recursos Hídricos;

VI - estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VII - aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;

VIII - (VETADO)

"IX - acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;"

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

X - estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso.

**Art. 36.** O Conselho Nacional de Recursos Hídricos será gerido por:

I - um Presidente, que será o Ministro titular do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal;

II - um Secretário Executivo, que será o titular do órgão integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, responsável pela gestão dos recursos hídricos.

### **Capítulo III Dos Comitês de Bacia Hidrográfica**

**Art. 37.** Os Comitês de Bacia Hidrográfica terão como área de atuação:

I - a totalidade de uma bacia hidrográfica;

II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou

III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Parágrafo único. A instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica em rios de domínio da União será efetivada por ato do Presidente da República.

**Art. 38.** Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;

IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

VII - (VETADO)

VIII - (VETADO)

IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Parágrafo único. Das decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica caberá recurso ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com sua esfera de competência.

**Art. 39.** Os Comitês de Bacia Hidrográfica são compostos por representantes:

I - da União;

II - dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação;

III - dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação;

IV - dos usuários das águas de sua área de atuação;

V - das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.

§ 1º O número de representantes de cada setor mencionado neste artigo, bem como os critérios para sua indicação, serão estabelecidos nos regimentos dos comitês, limitada a representação dos poderes executivos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios à metade do total de membros.

§ 2º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias de rios fronteirços e transfronteirços de gestão compartilhada, a representação da União deverá incluir um representante do Ministério das Relações Exteriores.

§ 3º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias cujos territórios abranjam terras indígenas devem ser incluídos representantes:

I - da Fundação Nacional do Índio - FUNAI, como parte da representação da União;

II - das comunidades indígenas ali residentes ou com interesses na bacia.

§ 4º A participação da União nos Comitês de Bacia Hidrográfica com área de atuação restrita a bacias de rios sob domínio estadual, dar-se-á na forma estabelecida nos respectivos regimentos.

**Art. 40.** Os Comitês de Bacia Hidrográfica serão dirigidos por um Presidente e um Secretário, eleitos dentre seus membros.

#### **Capítulo IV Das Agências de Água**

**Art. 41.** As Agências de Água exercerão a função de secretaria executiva do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica.

**Art. 42.** As Agências de Água terão a mesma área de atuação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.

Parágrafo único. A criação das Agências de Água será autorizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos mediante solicitação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.

**Art. 43.** A criação de uma Agência de Água é condicionada ao atendimento dos seguintes requisitos:

I - prévia existência do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;

II - viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso dos recursos hídricos em sua área de atuação.

**Art. 44.** Compete às Agências de Água no âmbito de sua área de atuação:

I - manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação;

II - manter o cadastro de usuários de recursos hídricos;

III - efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

IV - analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso de Recursos Hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos;

V - acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação;

VI - gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação;

VII - celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências;

VIII - elaborar a sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;

IX - promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação;

X - elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica;

XI - propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica:

a) o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes;

b) os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos;

c) o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

d) o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

## **Capítulo V**

### **Da Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos**

**Art. 45.** A Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos será exercida pelo órgão integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, responsável pela gestão dos recursos hídricos.

**"Art. 46.** Compete à Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos:"

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

"I - prestar apoio administrativo, técnico e financeiro ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos;"

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

II - (Revogado pela Lei nº [9.984](#) de 17.07.2000)

"III - instruir os expedientes provenientes dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e dos Comitês de Bacia Hidrográfica;"

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

IV - (Revogado pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

"V - elaborar seu programa de trabalho e respectiva proposta orçamentária anual e submetê-los à aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos."

(Redação dada pela Lei nº [9.984](#), de 17.07.2000)

## **Capítulo VI Das Organizações Cíveis de Recursos Hídricos**

**Art. 47.** São consideradas, para os efeitos desta Lei, organizações cíveis de recursos hídricos:

I - consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas;

II - associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos;

III - organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos;

IV - organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade;

V - outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

**Art. 48.** Para integrar o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, as organizações cíveis de recursos hídricos devem ser legalmente constituídas.

### **TÍTULO III DAS INFRAÇÕES E PENALIDADES**

**Art. 49.** Constitui infração das normas de utilização de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos:

I - derivar ou utilizar recursos hídricos para qualquer finalidade, sem a respectiva outorga de direito de uso;

II - iniciar a implantação ou implantar empreendimento relacionado com a derivação ou a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, que implique alterações no regime, quantidade ou qualidade dos mesmos, sem autorização dos órgãos ou entidades competentes;

III - (VETADO)

IV - utilizar-se dos recursos hídricos ou executar obras ou serviços relacionados com os mesmos em desacordo com as condições estabelecidas na outorga;

V - perfurar poços para extração de água subterrânea ou operá-los sem a devida autorização;

VI - fraudar as medições dos volumes de água utilizados ou declarar valores diferentes dos medidos;

VII - infringir normas estabelecidas no regulamento desta Lei e nos regulamentos administrativos, compreendendo instruções e procedimentos fixados pelos órgãos ou entidades competentes;

VIII - obstar ou dificultar a ação fiscalizadora das autoridades competentes no exercício de suas funções.

**Art. 50.** Por infração de qualquer disposição legal ou regulamentar referentes à execução de obras e serviços hidráulicos, derivação ou utilização de recursos hídricos de domínio ou administração da União, ou pelo não atendimento das solicitações feitas, o infrator, a critério da autoridade competente, ficará sujeito as seguintes penalidades, independentemente de sua ordem de enumeração:

I - advertência por escrito, na qual serão estabelecidos prazos para correção das irregularidades;

II - multa, simples ou diária, proporcional à gravidade da infração, de R\$ 100,00 (cem reais) a R\$ 10.000,00 (dez mil reais);

III - embargo provisório, por prazo determinado, para execução de serviços e obras necessárias ao efetivo cumprimento das condições de outorga ou para o cumprimento de normas referentes ao uso, controle, conservação e proteção dos recursos hídricos;

IV - embargo definitivo, com revogação da outorga, se for o caso, para repor incontinenti, no seu antigo estado, os recursos hídricos, leitos e margens, nos termos dos arts. 58 e 59 do Código de Águas ou tamponar os poços de extração de água subterrânea.

§ 1º Sempre que da infração cometida resultar prejuízo a serviço público de abastecimento de água, riscos à saúde ou à vida, perecimento de bens ou animais, ou prejuízos de qualquer natureza a terceiros, a multa a ser aplicada nunca será inferior à metade do valor máximo cominado em abstrato.

§ 2º No caso dos incisos III e IV, independentemente da pena de multa, serão cobradas do infrator as despesas em que incorrer a Administração para tornar efetivas as medidas previstas nos citados incisos, na forma dos arts. 36, 53, 56 e 58 do Código de Águas, sem prejuízo de responder pela indenização dos danos a que der causa.

§ 3º Da aplicação das sanções previstas neste título caberá recurso à autoridade administrativa competente, nos termos do regulamento.

§ 4º Em caso de reincidência, a multa será aplicada em dobro.

#### **TÍTULO IV DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS**

**"Art. 51.** O Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos poderão delegar a organizações sem fins lucrativos relacionadas no art. 47 desta Lei, por prazo determinado, o exercício de funções de competência das Agências de Água, enquanto esses organismos não estiverem constituídos."

(Redação dada pela Lei nº 10.881, de 09.06.2004)

**Art. 52.** Enquanto não estiver aprovado e regulamentado o Plano Nacional de Recursos Hídricos, a utilização dos potenciais hidráulicos para fins de geração de energia elétrica continuará subordinada à disciplina da legislação setorial específica.

**Art. 53.** O Poder Executivo, no prazo de cento e vinte dias a partir da publicação desta Lei, encaminhará ao Congresso Nacional projeto de lei dispondo sobre a criação das Agências de Água.

**Art. 54.** O art. 1º da Lei nº [8.001](#), de 13 de março de 1990, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art.

1º

.....

III - quatro inteiros e quatro décimos por cento à Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal;

IV - três inteiros e seis décimos por cento ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, do Ministério de Minas e Energia;

V - dois por cento ao Ministério da Ciência e Tecnologia.

.....

§ 4º A cota destinada à Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal será empregada na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e na gestão da rede hidrometeorológica nacional.

§ 5º A cota destinada ao DNAEE será empregada na operação e expansão de sua rede hidrometeorológica, no estudo dos recursos hídricos e em serviços relacionados ao aproveitamento da energia hidráulica."

Parágrafo único. Os novos percentuais definidos no "caput" deste artigo entrarão em vigor no prazo de cento e oitenta dias contados a partir da data de publicação desta Lei.

**Art. 55.** O Poder Executivo Federal regulamentará esta Lei no prazo de cento e oitenta dias, contados da data de sua publicação.

**Art. 56.** Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

**Art. 57.** Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 8 de janeiro de 1997; 176º da Independência e 109º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

Gustavo Krause

Publicado no D.O de 09.01.1997, seção 1, p. 470, v. 135,n. 6.

**Este texto não substitui o publicado no D.O de 09.01.1997.**