



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA



ENG07053 - TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

**ESTUDO DO MONITORAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS DE
FRIGORÍFICOS NO RIO GRANDE DO SUL**

JULIA MENEGOTTO FRICK

Orientadora: Prof. Líliliana Amaral Féris

Porto Alegre, Julho de 2011

Sumário

1	Introdução.....	1
1.1	Objetivos	2
2	Revisão da Literatura	3
2.1	Controle Ambiental das Indústrias no Brasil	3
2.1.1	Sistema Nacional do Meio Ambiente.....	4
2.1.2	Órgão de Controle Estadual do Rio Grande do Sul- FEPAM.....	5
2.2	Efluentes Industriais.....	7
2.2.1	Caracterização de Efluentes	8
2.2.2	Graus de Tratamento de Efluentes	8
2.2.3	Técnicas de Tratamento de Efluentes.....	10
3	Estudo de Caso	16
3.1	Frigoríficos.....	16
3.1.1	Atividade	16
3.1.2	Processo.....	17
3.1.3	A geração de efluentes e os principais poluentes encontrados.....	18
3.2	Metodologia	18
3.3	Resultados Obtidos	19
3.3.1	Principais poluentes e impactos relacionados	23
3.3.2	Variáveis de Operação dos Processos de Tratamento por Lagoas	26
4	Conclusões	29
5	Referências Bibliográficas	30
6	Anexo 1	33

Lista de Figuras

Figura 1: Esquema de uma lagoa anaeróbia.....	11
Figura 2: Esquema de uma lagoa facultativa.	12
Figura 3: Esquema de uma lagoa de maturação.....	13
Figura 4: Esquema das unidades da etapa biológica do sistema de lodo ativado.	14
Figura 5: Curva do oxigênio dissolvido.....	24
Figura 6: Zonas de Autodepuração.	25
Figura 7: Relação qualitativa entre poluição e diversidade de espécies.	26

Lista de Tabelas

Tabela 1: Níveis do Tratamento de Efluentes.....	10
Tabela 2: Parâmetros de lançamento segundo a Resolução CONSEMA N.º 128.....	19
Tabela 3: Tabela de dados dos 15 frigoríficos estudados.	21

Resumo

Indústrias de diferentes setores geram, mensalmente, grandes volumes de efluentes líquidos. Estes devem respeitar critérios regidos pela legislação para que possam ser devolvidos ao meio ambiente, via descarte, em recursos hídricos. Objetiva-se assim, reduzir o impacto destes na natureza. Neste contexto, o presente trabalho visa avaliar a situação, no âmbito ambiental, da atividade frigorífica no Estado do Rio Grande do Sul, a partir do estudo de laudos de automonitoramento, encaminhados ao longo do segundo semestre do ano de 2010, à FEPAM, de 15 empresas do ramo. Foram avaliadas as não conformidades com a legislação e os impactos ambientais relacionados com o lançamento destes despejos. Ainda, foi feito um estudo sobre as principais variáveis de funcionamento do sistema de tratamento por lagoas de estabilização, processo utilizado pelas indústrias analisadas. Os dados obtidos mostram que as concentrações residuais dos efluentes tratados nas empresas, foram superiores aos padrões de lançamento estabelecidos para os parâmetros DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), fósforo, nitrogênio e coliformes termotolerantes. Este resultado sugere que as mesmas devem aperfeiçoar os processos de tratamento implementados, a fim de melhorar a qualidade do efluente tratado.

1 Introdução

A demanda pela água cresce mundialmente, à medida que a população, a atividade industrial e a agricultura irrigada expandem-se. Os processos industriais, apesar de ocuparem a segunda posição no consumo total de água, são um dos principais responsáveis pela poluição das águas, causando alteração da qualidade dos corpos receptores, quando lançam seus efluentes sem o tratamento adequado.

De acordo com o ramo de atividade, muda a complexidade dos possíveis impactos ambientais causados pelas empresas. Assim, pode-se perceber a importância da obrigatoriedade do prévio licenciamento destas pelos órgãos ambientais, que têm a função de analisar todo o processo e definir o potencial poluidor de cada empreendimento, ditando condicionantes que deverão ser seguidas de modo a minimizar os impactos que venham a causar.

As características físicas, químicas e biológicas de um efluente líquido industrial variam de acordo com o tipo de indústria, com o período de operação, com a matéria-prima utilizada, com a reutilização de água, entre outros fatores. Portanto, os principais parâmetros de poluentes devem ser investigados para a caracterização dos despejos, considerando que cada indústria possui um tipo de matéria-prima, o que gera despejos diferentes.

No que se refere a frigoríficos, os problemas ambientais gerados por esta atividade, estão relacionados com os despejos ou resíduos, oriundos das diversas etapas do processamento industrial. As águas residuárias contêm sangue, gordura, excrementos, substâncias contidas no trato digestivo dos animais, fragmentos de tecidos, entre outros, caracterizando um efluente com elevada concentração de matéria orgânica. Esse efluente, quando disposto ao meio ambiente sem tratamento, traz sérios problemas aos corpos receptores, como por exemplo, o fenômeno da eutrofização.

Neste contexto, o presente trabalho visa avaliar a situação desse ramo de atividade no Rio Grande do Sul, no que se refere ao monitoramento ambiental das empresas de médio e grande porte do Estado.

1.1 Objetivos

Tendo em vista o cenário apresentado, o objetivo geral deste trabalho consiste em avaliar laudos de automonitoramento de efluentes industriais de frigoríficos, os quais são enviados à FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental, para cumprir com o licenciamento ambiental, a fim de identificar as não conformidades com a legislação e os impactos ambientais relacionados.

Os objetivos específicos são:

- Realizar o levantamento dos laudos SISAUTO (Sistema de Automonitoramento), encaminhados por frigoríficos à FEPAM, referentes ao segundo semestre de 2010;
- Identificar as não conformidades com a legislação;
- Avaliar os dados obtidos, considerando os possíveis impactos ambientais relacionados.
- Também, com informações sobre o tratamento de efluentes utilizado em cada uma das empresas estudadas, buscar relacionar estes dados com os principais poluentes encontrados, visando propor melhorias.

2 Revisão da Literatura

Neste capítulo, é apresentada uma revisão da forma como ocorre o controle e o licenciamento ambiental das indústrias e as legislações a serem seguidas; principalmente, de lançamento de efluentes líquidos.

Além disso, também são abordadas as características dos despejos de frigoríficos, empresas consideradas para o estudo de caso, e as principais técnicas utilizadas para o seu tratamento.

2.1 Controle Ambiental das Indústrias no Brasil

Segundo MONTEIRO (2007), a legislação ambiental brasileira divide-se em dois momentos bem distintos: antes e depois de 1981. Até esta data, eram tidas como "poluição", para todos os efeitos, as emissões das indústrias que não estivessem de acordo com os padrões estabelecidos por leis e normas técnicas. Nessa época, sob o pressuposto de que toda a atividade produtiva causa certo impacto ao meio ambiente, eram plenamente toleradas todas as emissões poluentes que atendessem a determinados parâmetros.

A partir da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, conhecida como Política Nacional do Meio Ambiente, foi introduzida uma diferença conceitual que serviu como um divisor de águas. Não há mais dano ambiental a salvo da respectiva reparação; a rigor, não há mais emissão poluente tolerada. A nova legislação baseia-se na idéia de que mesmo o resíduo poluente, tolerado pelos padrões estabelecidos, poderá causar um dano ambiental e, portanto, sujeitar o causador do dano ao pagamento de indenização. É o conceito da responsabilidade objetiva, ou do risco da atividade, segundo o qual os danos não podem ser partilhados com a comunidade (MONTEIRO, 2007).

Também, como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, tem-se o Licenciamento Ambiental, que permite a ação preventiva do Poder Público no que tange a empreendimentos potencialmente poluidores ou degradadores, implementando, assim, o princípio da prevenção dos danos ambientais.

Para controlar e fazer valer a legislação ambiental, foi instituído, pela própria Política Nacional do Meio Ambiente, o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

2.1.1 Sistema Nacional do Meio Ambiente

O Sistema Nacional do Meio Ambiente congrega todos os órgãos e instituições ambientais da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e, também, as Fundações instituídas pelo Poder Público, que são responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

A sua estrutura se dá da seguinte maneira:

- Órgão Superior: O Conselho de Governo. Dá assessoria ao Presidente da República na formulação das diretrizes e política nacional do meio ambiente;
- Órgão Consultivo e Deliberativo: Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Assessoria o Governo e estabelece normas, resoluções e padrões federais a serem obedecidos pelos Estados.
- Órgão Central: Ministério do Meio Ambiente – MMA. Responsável pelo planejamento, coordenação, controle e supervisão da Política Nacional do Meio Ambiente. É quem congrega os vários órgãos e entidades que compõem o SISNAMA.
- Órgão Executor: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Responsável por formular, coordenar, fiscalizar, executar e fazer executar a Política Nacional do Meio Ambiente.
- Órgãos Seccionais: São os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental.
- Órgãos Locais: Órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

A atuação do SISNAMA se dará mediante articulação coordenada dos Órgãos e entidades que o constituem, observado o acesso da opinião pública às informações relativas às agressões ao meio ambiente e às ações de proteção ambiental, na forma estabelecida pelo CONAMA.

2.1.2 Órgão de Controle Estadual do Rio Grande do Sul- FEPAM

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - FEPAM, é a instituição responsável pelo licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul. Esta instituição é vinculada desde 1999 à Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA, e é um dos órgãos executivos do Sistema Estadual de Proteção Ambiental (SISEPRA), que prevê a ação integrada dos órgãos ambientais do Estado, em articulação com o trabalho dos Municípios.

Além da operação do Licenciamento Ambiental das atividades de impacto supra-local, as principais atividades da Fundação são:

- Aplicação da Legislação Ambiental e fiscalização em conjunto com os demais órgãos da SEMA, Municípios e Batalhão Ambiental da Brigada Militar;
- Avaliação, monitoramento e divulgação de informação sobre a qualidade ambiental. Este trabalho é a base para a priorização e avaliação da efetividade das ações desenvolvidas (como o próprio licenciamento ambiental);
- Diagnóstico e Planejamento, para que a ação do SISEPRA, a avaliação das mudanças ambientais e o licenciamento ambiental de atividades individuais, sejam vistos dentro do marco de diretrizes regionais e da capacidade suporte do ambiente;
- Apoio, informação, orientação técnica e mobilização de outros atores importantes como os Municípios, os Comitês de Bacia e organizações da sociedade civil.

A sua estrutura se divide basicamente entre a presidência e assessorias. Também existem as diretorias técnica e administrativa, que se subdividem em vários departamentos, ajudando no controle da instituição.

Dentro da diretoria técnica, encontram-se vários serviços e divisões, entre elas, a Divisão de Licenciamento, o Serviço de Emergência Ambiental, Departamento de Qualidade Ambiental, Departamento de Controle de Fontes Poluidoras, Divisão de Saneamento Ambiental, entre outras.

Ainda, dentro da Diretoria Técnica, encontra-se a Divisão do Controle da Poluição Industrial, departamento responsável pelo licenciamento, fiscalização e monitoramento das atividades industriais, instaladas ou em implantação no Estado. Este é subdividido em três setores: SELAI (Serviço de Licenciamento Ambiental Industrial), SEFIND (Serviço de Fiscalização Industrial) e SELMI (Serviço de Licenciamento e Monitoramento de Indústrias).

2.1.2.1 *Licenciamento Ambiental de Indústrias*

A licença ambiental é um instrumento para proteção dos ecossistemas e melhoria da qualidade ambiental, consistindo na obrigação de prévia autorização dos órgãos ambientais para a implantação e operação de atividades potencialmente poluidoras (na prática, as principais atividades econômicas e sociais dependem hoje de licenciamento). O licenciamento não é apenas a emissão de um documento, mas uma série de atividades complexas, que abrange, entre outros, a análise técnica preliminar, a abertura de espaços e promoção do debate público e a fiscalização posterior do atendimento aos termos da licença ambiental (FEPAM, 2003).

No licenciamento ambiental são avaliados impactos causados pelo empreendimento, tais como: seu potencial ou sua capacidade de gerar líquidos poluentes (despejos e efluentes), resíduos sólidos, emissões atmosféricas, ruídos e o potencial de risco, como por exemplo, explosões e incêndios.

São três as etapas do licenciamento ambiental: Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação, respectivamente.

Na Licença Prévia (LP) é avaliado o projeto de implantação de um novo empreendimento ou o de ampliação e ou alteração de um já existente. Cabe salientar, que de posse desta, as obras ainda não podem começar.

A próxima etapa é o pedido da Licença de Instalação (LI) que, após aprovados os projetos apresentados e cumpridas possíveis exigências da Licença Prévia, autoriza o início das obras, alterações, etc.

Depois de terminada a implantação do empreendimento e de posse da Licença de Operação (LO), é que a empresa poderá iniciar seu funcionamento. É nela que estão todas as condicionantes que a indústria deverá seguir para estar de acordo com a legislação ambiental e continuar operando.

2.1.2.2 *Monitoramento dos Efluentes Líquidos Industriais*

Dentre as condições e restrições presentes na LO, algumas delas são referentes aos efluentes líquidos, como por exemplo, dizer onde será o lançamento, qual a vazão máxima permitida e os padrões de emissão.

No âmbito Federal, é a Resolução CONAMA N.º 357/2005, 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. Os Estados, então, a partir desta Resolução, podem delimitar seus próprios padrões, desde que sejam, no mínimo, iguais ou mais restritivos. No Estado do Rio Grande do Sul, é a Resolução CONSEMA N.º 128/2006, que fixa esses padrões de emissão de efluentes líquidos.

O monitoramento dos empreendimentos é feito através da análise das documentações exigidas na LO, que são enviadas pelas empresas à FEPAM e por vistorias, onde, além de verificar a situação da empresa, também são recolhidas amostras dos efluentes para verificar o atendimento aos padrões de emissão.

Para fontes emittentes com significativo potencial de poluição por efluentes líquidos e/ou localizados em regiões críticas, de acordo com a Resolução CONSEMA N.º 01/1998, estas são incluídas no Sistema de Automonitoramento chamado SISAUTO, devendo encaminhar à FEPAM planilhas com os resultados das análises físico-químicas e biológicas realizadas. São as próprias indústrias as responsáveis pela coleta, medição e análise de seus efluentes.

2.2 Efluentes Industriais

É importante observar, que as características dos despejos industriais dependem essencialmente do tipo da indústria e do processo utilizado. Com isso, estes efluentes apresentam uma ampla variabilidade das suas características qualitativas, o que dificulta uma generalização dos valores mais comuns.

2.2.1 Caracterização de Efluentes

Segundo VON SPERLING (1996 a), o conceito de qualidade da água é muito mais amplo do que a simples caracterização da água pela sua fórmula molecular. Isto, porque a água, devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a sua qualidade.

Os diversos componentes presentes na água, que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados, de uma maneira ampla e simplificados, em termos das suas características físicas, químicas e biológicas. Estas características podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água (VON SPERLING, 1996 a).

Dentro dos parâmetros físicos, estão a cor, turbidez, sabor, odor, temperatura e sólidos totais. Os químicos são o pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micro poluentes orgânicos e inorgânicos. Os parâmetros biológicos são os microorganismos como bactérias, algas, fungos, protozoários, vírus, etc.

Para a caracterização de um efluente é importante o conhecimento da forma, em termos de sólidos ou gases, apresentada pelos diversos parâmetros de qualidade da água. Nos processos de tratamento, os sólidos em suspensão são removidos por operações e processos unitários diferentes dos utilizados para remoção dos sólidos dissolvidos e, também, naturalmente, dos gases dissolvidos (VON SPERLING, 1996 a).

Devido à complexidade da composição dos efluentes industriais, são necessárias as associações de diversos níveis de tratamento para a obtenção de efluentes com as qualidades requeridas pelos padrões de lançamento.

2.2.2 Graus de Tratamento de Efluentes

Para o projeto e dimensionamento de um tratamento de efluentes, primeiramente, deve-se definir qual o objetivo deste, ou seja, a que níveis este efluente deverá ser processado, dependendo de suas características e poluentes presentes. Os processos de tratamento podem

ser divididos em quatro níveis e/ou graus, como se pode visualizar na Tabela 1, sendo estes descritos a seguir:

a) Tratamento preliminar: objetiva, principalmente, a remoção de areia e sólidos grosseiros, onde predominam os mecanismos físicos de remoção dos poluentes. Nesta etapa, também se pode incluir algum medidor de vazão, como por exemplo, a calha Parshall e a remoção de gorduras.

Alguns dos mecanismos utilizados para remoção dos sólidos grosseiros são grades e peneiras. No caso da areia, são utilizadas unidades especiais denominadas desarenadores, nos quais, o princípio básico da separação é a sedimentação (ABEAS, 1996). A finalidade desta etapa é a proteção dos equipamentos, tubulações e etapas subsequentes do tratamento.

b) Tratamento primário: visa à remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis, sólidos flutuantes e parte da matéria orgânica. Predominam, também, mecanismos físicos de remoção de poluentes, sendo os tanques de decantação e as fossas sépticas os processos mais utilizados.

c) Tratamento secundário: o seu objetivo é a remoção da matéria orgânica, que pode estar tanto em suspensão quanto dissolvida e, eventualmente, nutrientes como o fósforo e o nitrogênio.

A base do tratamento secundário é a etapa biológica, onde a remoção desta matéria orgânica é feita através de reações bioquímicas, realizadas por microorganismos. São diversos os métodos de tratamento a nível secundário, sendo que os mais importantes são os por lagoas de estabilização, lodos ativados, filtros biológicos e tratamento anaeróbio.

d) Tratamento terciário: objetiva a remoção de poluentes específicos ou, ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos nas etapas anteriores. Em função das necessidades de cada indústria, os processos de tratamento terciário são muito diversificados; encontram-se aqui técnicas de tratamento químico e/ou avançado.

Tabela 1: Níveis do Tratamento de Efluentes.

Nível	Remoção
<i>Preliminar</i>	- Sólidos em suspensão grosseiros (materiais de maiores dimensões e areia)
<i>Primário</i>	- Sólidos em suspensão sedimentáveis - DBO em suspensão (matéria orgânica componente dos sólidos em suspensão sedimentáveis)
<i>Secundário</i>	- DBO em suspensão (matéria orgânica em suspensão fina, não removida no tratamento primário) - DBO solúvel (matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos)
<i>Terciário</i>	- Nutrientes - Patogênicos - Compostos não biodegradáveis - Metais pesados - Sólidos inorgânicos dissolvidos - Sólidos em suspensão remanescentes

Nota: A remoção de nutrientes por processos biológicos e patogênicos, pode ser considerada como integrante do tratamento secundário, dependendo da concepção de tratamento local.

Fonte: ABEAS, 1996.

2.2.3 Técnicas de Tratamento de Efluentes

A seguir são apresentadas as principais técnicas para o tratamento de efluentes com carga poluidora orgânica, característica dos despejos de frigoríficos.

Os processos mais utilizados são:

a) Lagoas de Estabilização:

São os sistemas mais simples e amplamente utilizados, sendo seu principal objetivo a remoção da matéria orgânica, como DBO e DQO, através da ação de bactérias e microorganismos. Caracterizam-se não só por serem de simples operação, mas também, por ser uma técnica barata e necessitar de pouco ou até nenhum equipamento (VON SPERLING, 1996 b).

Segundo BAVARESCO (1998), as lagoas são classificadas em três categorias de acordo com a atividade metabólica predominante na degradação da matéria orgânica, sendo elas: anaeróbias, facultativas e de maturação ou aeróbias, com variantes de acordo com a intensificação do processo.

Existem diversas variações dos sistemas de lagoas de estabilização, como por exemplo: lagoas aeradas facultativas; sistemas de lagoas anaeróbias, seguidas por lagoas facultativas; sistema de lagoas aeradas de mistura completa, seguido por lagoas de decantação; entre outras.

As lagoas anaeróbias têm como principal função a estabilização parcial da matéria orgânica (DBO e DQO) e são projetadas para receber altas cargas orgânicas, fazendo com que a taxa de consumo de oxigênio seja muito superior à de reprodução, envolvendo, portanto, apenas a participação de bactérias facultativas e estritamente anaeróbias. Suas profundidades variam de 3,5 a 5 metros e seus tempos de detenção variam de 3 a 5 dias. Na Figura 1 observa-se o seu funcionamento.

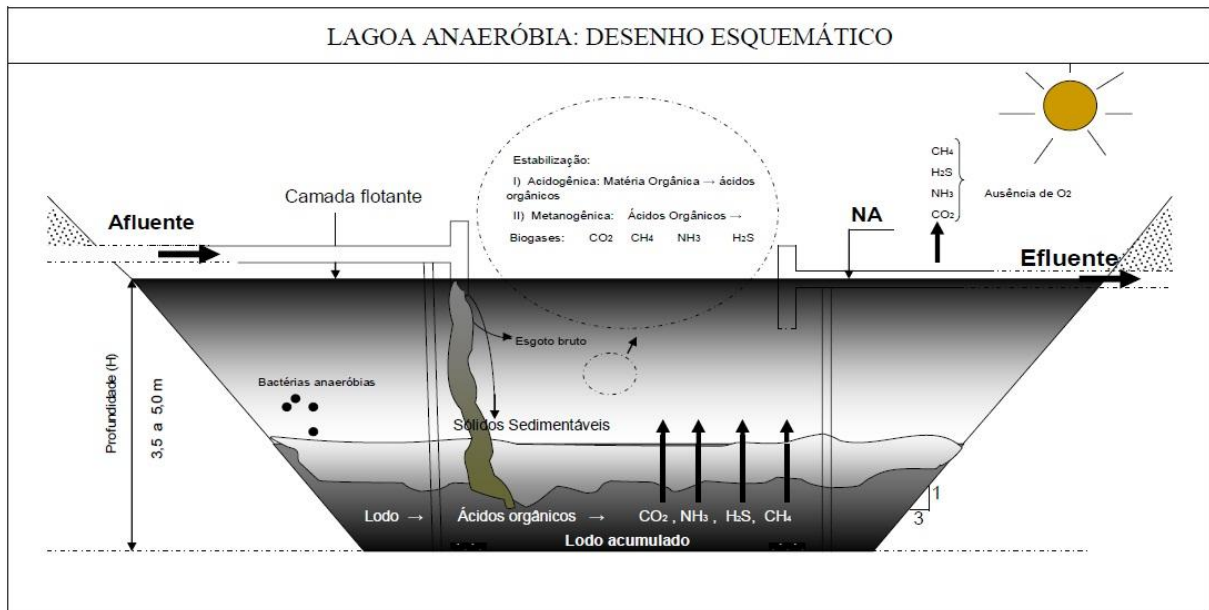


Figura 1: Esquema de uma lagoa anaeróbia.

Fonte: SILVA FILHO, 2007.

As lagoas facultativas operam com condições aeróbias próximas à superfície e anaeróbias próximas ao fundo da lagoa, onde a matéria orgânica é sedimentada (MEDRI, 1997). A oxidação na parte superior se dá através da atividade fotossintética das algas e da ação de bactérias e, no fundo, a matéria orgânica sedimentada é estabilizada por bactérias anaeróbias e facultativas, liberando gases como o metano, como esquematizado na Figura 2. Em relação à remoção de patogênicos, elas são melhores que as anaeróbias. Seus tempos de detenção variam de 15 a 45 dias e sua profundidade de 1,5 a 2 metros.

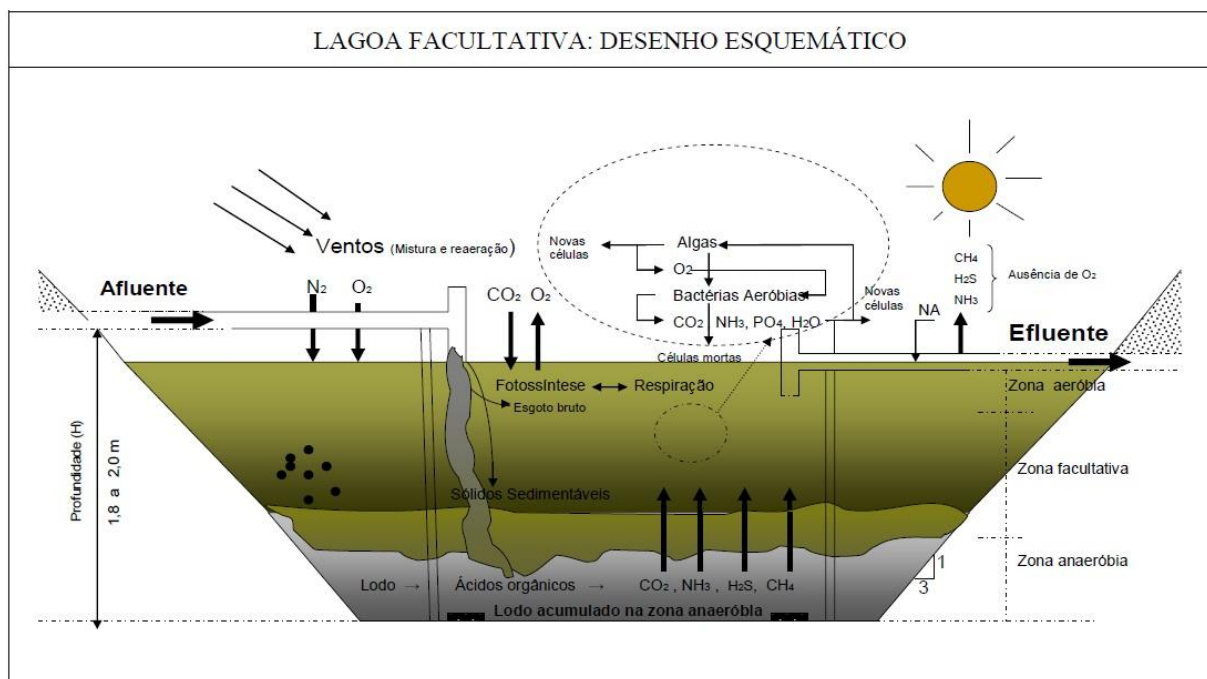


Figura 2: Esquema de uma lagoa facultativa.

Fonte: SILVA FILHO, 2007.

Já as lagoas de maturação ou aeróbias são utilizadas para tratamento e desinfecção de descargas orgânicas leves provenientes de outras lagoas e têm como principal função a remoção de organismos patogênicos e de nutrientes, principalmente, pela volatilização da amônia e a precipitação de fosfatos. São mais rasas, como se pode verificar na Figura 3, com profundidades entre 0,5 e 1,5 metros, permitindo a eficaz ação dos raios ultravioleta sobre os microorganismos presentes em toda a coluna d'água (SILVA FILHO, 2007). Possibilitam um polimento final do efluente, antes de ser lançado no corpo receptor. O tempo de detenção hidráulico nestas lagoas fica entre 2 e 4 dias.

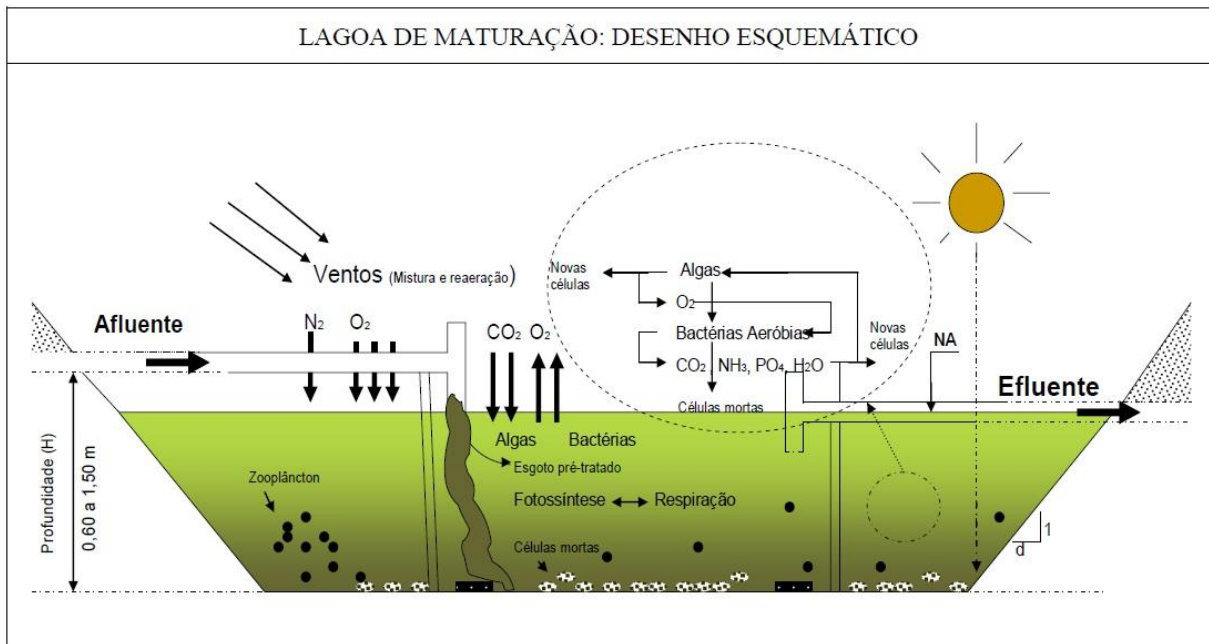


Figura 3: Esquema de uma lagoa de maturação.

Fonte: SILVA FILHO, 2007.

b) Lodo Ativado

É um sistema amplamente utilizado para o tratamento de esgotos e despejos industriais, quando é necessária uma elevada qualidade do efluente tratado. Porém, sua operação envolve mecanização e um maior consumo de energia, em comparação com outros sistemas de tratamento.

As etapas do processo, como representadas na Figura 4, consistem em um tanque de aeração (reator), onde ocorrem as reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica, um tanque de decantação para sedimentação dos sólidos e um sistema de recirculação de lodo, para aumentar a concentração de biomassa no reator.

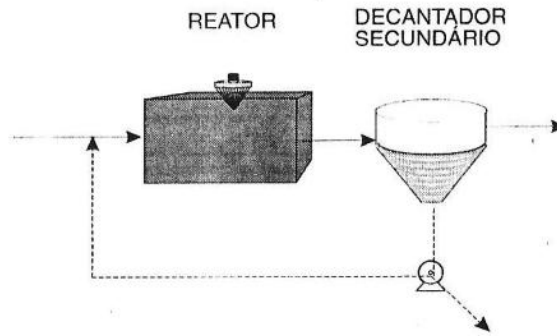


Figura 4: Esquema das unidades da etapa biológica do sistema de lodo ativado.

Fonte: VON SPERLING, 2002.

Esta recirculação do lodo implica numa maior permanência destes sólidos no sistema, garantindo uma elevada eficiência, já que a biomassa tem tempo suficiente para metabolizar praticamente toda a matéria orgânica.

Cabe ressaltar, que os sistemas de lodos ativados podem ser adaptados para incluir as remoções biológicas dos nutrientes nitrogênio e fósforo, os quais se encontram, respectivamente, nas formas de amônia e fosfatos.

Sem alterações do processo, os sistemas são capazes de converter, satisfatoriamente, amônia para nitrato, mecanismo chamado de nitrificação. Porém, a remoção do nitrogênio se dá com a desnitrificação, processo em condições anóxicas, através do qual bactérias que utilizam nitratos em seu processo respiratório, os convertem a nitrogênio gasoso. E, para isto, são necessárias modificações tais como, a criação de zonas anóxicas e possíveis recirculações internas (VON SPERLING, 2002).

Para a remoção do fósforo, é essencial a existência de zonas anaeróbias e aeróbias na linha de tratamento, sendo que a zona anaeróbia permitirá o desenvolvimento de uma grande população de organismos acumuladores de fósforo no sistema, os quais absorverão consideráveis quantidades deste nutriente, removendo-o do meio líquido.

c) Sistemas Anaeróbios:

Os sistemas anaeróbios são processos também bastante utilizados no tratamento de efluentes orgânicos sanitários e industriais, sendo que os principais tipos são os filtros anaeróbios, as fossas sépticas e os reatores anaeróbios de manta de lodo.

As fossas sépticas reúnem, principalmente, os objetivos dos decantadores e digestores em uma mesma unidade (ANDRADE NETO, 1997). Removem os sólidos em suspensão, os quais sedimentam e sofrem o processo de digestão anaeróbia no fundo do tanque; porém os efluentes dos tanques sépticos muitas vezes necessitam de um tratamento complementar, sendo o mais utilizado o filtro anaeróbio.

Os filtros consistem de um leito espesso de um material inerte (meio suporte), que é imóvel e completamente submerso, confinado em um tanque fechado. Na superfície desses suportes ocorre a fixação e o desenvolvimento de microorganismos na forma de biofilmes e nos interstícios também podem se proliferar microorganismos na forma de grânulos e flocos (CARVALHO e POVINELLI, 1996 apud NETO, 1997).

Já nos reatores anaeróbios de manta de lodo, também conhecidos como reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), a biomassa cresce dispersa no meio e não aderida a um meio suporte, como no caso dos filtros biológicos. A própria biomassa cresce e pode formar pequenos grânulos que, por sua vez, servirão de meio suporte a outras bactérias (VON SPERLING, 1996a).

O fluxo do líquido é ascendente e, como é um processo anaeróbio, são formados gases (metano e gás carbônico), os quais também tendem a subir. Na parte superior destes reatores, para impedir a saída da biomassa junto com o efluente, tem-se uma estrutura que possibilita a separação e acúmulo de gás e a separação e retorno dos sólidos.

3 Estudo de Caso

O objetivo deste estudo de caso é avaliar e comparar, com exemplos reais, os métodos aplicados para o tratamento de efluentes industriais com carga orgânica em sua composição, suas eficiências para remoção dos poluentes, visando o cumprimento da legislação e os impactos ambientais causados pelo seu lançamento. Para este estudo, foi escolhido o ramo de frigoríficos, atividade que gera grandes volumes de efluentes mensalmente.

3.1 Frigoríficos

3.1.1 Atividade

O abate de bovinos e suínos, assim como, de outras espécies animais, é realizado para obtenção de carne e de seus derivados, destinados ao consumo humano. Como consequências das operações de abate para obtenção de carne e derivados, originam-se vários subprodutos e/ou resíduos, que devem sofrer processamentos específicos: pele, sangue, ossos, gorduras, aparas de carne, tripas, animais ou suas partes condenadas pela inspeção sanitária, etc.

Algumas destas operações podem ser realizadas pelos próprios abatedouros ou frigoríficos, mas também, podem ser executadas por terceiros.

Os frigoríficos podem ser divididos em dois tipos: os que abatem os animais, separam sua carne, suas vísceras e as industrializam, gerando seus derivados e subprodutos, ou seja, fazem todo o processo dos abatedouros/matadouros e, também, industrializam a carne; e aqueles que não abatem os animais – compram a carne em carcaças ou cortes, bem como vísceras, dos matadouros ou de outros frigoríficos, para seu processamento e geração de seus derivados e subprodutos – ou seja, somente industrializam a carne (CETESB, 2006).

3.1.2 Processo

Os frigoríficos podem ou não ter as atividades de abate em seu processo produtivo. Para efeito de estudo, serão apresentadas as etapas de produção de um frigorífico com abatedouro.

Uma vez recebidos, os animais são pesados e permanecem em currais sob dieta hídrica, por pelo menos 12 (doze) horas antes do abate. Os animais são submetidos a um banho sob pressão, para retirada de eventuais materiais presentes na pele do animal e enviados para o abate. Após, são imediatamente suspensos pela pata traseira esquerda e entram em uma canaleta de sangria por um trilho aéreo, onde ocorre a secção dos grandes vasos do pescoço.

Ainda na sala de abate, ocorre a retirada da pele, dos chifres, das patas dianteiras e traseiras e a preparação para a retirada da cabeça. Também é feita a oclusão do reto, para evitar contaminação. Após a retirada da cabeça, a mesma é lavada e retirada a língua, sendo o resto enviado para inspeção. A pele é enviada para o depósito, onde é salgada e armazenada para comercialização.

Após a separação da cabeça, os animais são conduzidos, ainda suspensos, à mesa de evisceração, onde são retirados o esôfago, estômago, baço, pâncreas, intestinos, bexiga, fígado, coração, pulmão e traquéia. Estes são imediatamente inspecionados e, depois, enviados à seção de miúdos, onde são lavados, classificados e prontos para a comercialização.

Depois de eviscerados, os animais são divididos em duas meias carcaças, que são inspecionadas e seguem para a retirada dos rins, gordura inguinal e perirenal, medula espinhal e pequenas contusões e feridas resultantes da sangria. As carcaças são então pesadas, classificadas e carimbadas, e encaminhadas às câmaras de resfriamento, para que atinjam a temperatura de, aproximadamente, 7° C no interior de suas massas musculares. Uma vez nesta temperatura, as carcaças são divididas em dianteiro, traseiro e costela, e estão prontas para serem encaminhadas para a expedição ou para a sala de desossa.

Na sala de desossa, os cortes de traseiro, dianteiro e costela são novamente trabalhados, originando cortes adequados ao consumo final, como filé, picanha, alcatra e os demais cortes que são encontrados no varejo (TELLECHEA, 2001).

3.1.3 A geração de efluentes e os principais poluentes encontrados

Assim como em várias indústrias do setor alimentício, os principais aspectos e impactos ambientais da indústria de carne e derivados estão ligados a um alto consumo de água, à geração de efluentes líquidos com alta carga poluidora, principalmente orgânica e a um alto consumo de energia. Odor, resíduos sólidos e ruído, também podem ser significativos para algumas empresas do setor.

Os problemas ambientais gerados pela atividade de frigoríficos estão relacionados com os seus despejos ou resíduos, oriundos de diversas etapas do processamento industrial. As águas residuárias contêm sangue, gordura, excrementos, substâncias contidas no trato digestivo dos animais, fragmentos de tecidos, entre outros, caracterizando um efluente com elevada concentração de matéria orgânica (MARIA, 2008).

De acordo com TEIXEIRA (2006), os principais constituintes dos efluentes oriundos do processamento de carnes são uma variedade de componentes orgânicos biodegradáveis, primariamente gorduras e proteínas, as quais são responsáveis pela alta concentração de nutrientes, presentes tanto na forma particulada quanto dissolvida.

Desta forma, os despejos de frigoríficos possuem altos valores de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio), sólidos em suspensão, graxas e material flotável. Fragmentos de carne, de gorduras e de vísceras, normalmente podem ser encontrados, também, nos efluentes.

3.2 Metodologia

Foi feita a coleta de dados das planilhas do SISAUTO, de 15 frigoríficos de médio e grande porte, devidamente licenciados e, em operação no estado do Rio Grande do Sul, referentes ao 2º semestre do ano de 2010.

O local da coleta das informações foi o setor responsável pelo serviço de monitoramento e licenciamento ambiental de indústrias da FEPAM, chamado SELMI – Serviço de Licenciamento e Monitoramento Industrial.

Analisou-se, para cada empresa, o número de planilhas de automonitoramento enviadas em relação à conformidade com os padrões de lançamento exigidos pela legislação. Para as que não o respeitaram, foram então citados os parâmetros ultrapassados.

Além disso, foi pesquisado para cada indústria o seu sistema de tratamento de efluentes, visando comparar, de forma preliminar, a eficiência alcançada com o processo utilizado.

O número de laudos enviados também foi tido como relevante, pois de acordo com o porte, o potencial poluidor e a vazão de lançamento de efluentes, as empresas são enquadradas em diferentes classes do SISAUTO, tendo diferentes frequências de medição (vide Anexo I).

3.3 Resultados Obtidos

Na Tabela 2, estão listados os limites das concentrações dos poluentes DBO, DQO, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK), Fósforo e Coliformes Termotolerantes estabelecidos pela Resolução CONSEMA N.º 128/2006.

Tabela 2: Parâmetros de lançamento segundo a Resolução CONSEMA N.º 128/2006.

Faixa de Vazão (m ³ /dia)	DBO (mg O ₂ /L)	DQO (mg O ₂ /L)	Nitrogênio Amoniacal (mg Nam/L)	NTK (mg NTK/L)	Fósforo (mg P/L)	Coliformes (NMP/100mL)
Q < 20	180	400	20	20	4	10 ⁵
20 ≤ Q < 100	150	360	20	20	4	10 ⁵
100 ≤ Q < 500	110	330	20	20	3	10 ⁴
500 ≤ Q < 1000	80	300	20	20	3	10 ⁴
1000 ≤ Q < 3000	70	260	20	15	2	10 ⁴
3000 ≤ Q < 7000	60	200	20	15	2	10 ⁴
7000 ≤ Q < 10000	50	180	20	15	2	10 ⁴
10000 ≤ Q	40	150	20	10	1	10 ³

Como se pode observar, esses parâmetros dependem da vazão de lançamento dos efluentes; quanto maior a vazão, mais restritivo. Cabe também salientar, que para os parâmetros NTK, Fósforo e Coliformes Termotolerantes, estes, não necessariamente, devem seguir estas concentrações, podendo ser atingidos por eficiência de remoção. Para o fósforo e o NTK, a eficiência deve ser de no mínimo 75% de remoção, sendo que para o NTK, ainda, deve-se observar o máximo de 20 mg Nam/L de Nitrogênio Amoniacal. Para os coliformes, até uma vazão de 10000 m³/d, a eficiência é de 95% e, acima, 99%.

No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas químicas: nitrogênio molecular (N₂) em equilíbrio entre a água e a atmosfera; nitrogênio orgânico dissolvido e em suspensão; nitrito (NO₂-), nitrato (NO₃-) e nitrogênio amoniacal (NH₃ e NH₄⁺). O Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) refere-se à combinação do nitrogênio amoniacal e do nitrogênio orgânico (TEIXEIRA, 2006).

A Tabela 3 apresenta os dados coletados, base para a discussão deste estudo de caso. Nela, pode-se observar, para cada empresa, o número de planilhas enviadas, o atendimento, ou não, dos padrões de emissão estabelecidos pela legislação e o tratamento de efluente utilizado.

Tabela 3: Tabela de dados dos 15 frigoríficos estudados.

Empresa	Nº Laudos SISAUTO	Atingiu o padrão?	Principal Problema	Tratamento Utilizado
A	3	NÃO	Nitrogênio e fósforo	<u>Preliminar</u> : peneiras, flotação e separador de gorduras <u>Secundário</u> : Lagoas
B	5	NÃO	Nitrogênio, Fósforo e Coliformes	<u>Preliminar</u> : Separador de graxas, peneiras hidrostáticas e decantador primário <u>Secundário</u> : Lagoas
C	3	NÃO	Nitrogênio, Fósforo, DBO, DQO	<u>Preliminar</u> : Caixa de gordura, digestor, esterqueira, filtro de areia, fossa séptica <u>Secundário</u> : Lagoas
D	1	NÃO	Nitrogênio, Fósforo, DQO	Lagoas de Estabilização
E	3	NÃO	Nitrogênio, Fósforo, DBO, DQO, Coliformes	<u>Preliminar</u> : Peneira e flotador <u>Secundário</u> : Lagoas
F	4	NÃO	Nitrogênio, Fósforo, DBO, DQO, Coliformes	<u>Preliminar</u> : Grades, peneiras, flotador <u>Secundário</u> : Lagoas
G	3	NÃO	Nitrogênio	<u>Preliminar</u> : Peneiras, coagulação/floculação, flotação <u>Secundário</u> : tanque anóxico, tanque aerado, decantador secundário e lagoa facultativa
H	3	NÃO	Nitrogênio, Fósforo	<u>Preliminar</u> : Peneiras e decantador <u>Secundário</u> : Lagoas, tanque de aeração e decantador secundário ^o
I	4	NÃO	Nitrogênio, Fósforo, DBO, DQO, Coliformes	<u>Preliminar</u> : Peneiras, Flotador, decantador primário <u>Secundário</u> : Lagoas
J	3	NÃO	Nitrogênio, Fósforo, DQO	<u>Preliminar</u> : separador de esterco e de graxas <u>Secundário</u> : Lagoas
K	3	NÃO	Nitrogênio, Fósforo, DBO, DQO, Sólidos Suspensos	<u>Preliminar</u> : caixa de gordura e esterqueira <u>Secundário</u> : Lagoas

Tabela 3: continuação.

L	1	NÃO	Nitrogênio, Fósforo, DQO, Sólidos Suspensos, Coliformes	<u>Preliminar:</u> Gradeamento e tanque de gordura <u>Secundário:</u> Lagoas
M	2	SIM		<u>Primário:</u> Peneira, flotor, decantador 1° <u>Secundário:</u> Lagoas, tanque de aeração e decantador secundário <u>Polimento:</u> Lagoas
N	3	NÃO	Nitrogênio, DBO, DQO, Sólidos Suspensos, Coliformes	<u>Primário:</u> Flotador e tanque de aeração <u>Secundário:</u> Lagoas
O	5	NÃO	Fósforo, Nitrogênio	<u>Preliminar:</u> Peneira e caixa de decantação <u>Secundário:</u> Lagoas

Como uma primeira análise, pode-se observar que das 15 empresas estudadas, apenas uma conseguiu alcançar os padrões estipulados para o lançamento de seus efluentes industriais, o que pode ser considerado preocupante, tendo em vista os impactos ambientais relacionados com estas emissões.

Outro ponto importante a considerar é que todas as empresas utilizam o mesmo tipo de tratamento biológico, as lagoas de estabilização, tendo apenas algumas diferenças no pré-tratamento e no tratamento primário. Observa-se, entretanto, que a diferença na sequência de operações unitárias que antecedem ao processo biológico podem, também, interferir na qualidade do efluente que ingressa no tratamento secundário.

Em relação à concentração dos poluentes no efluente tratado final que ultrapassam os limites estabelecidos pela legislação, observa-se que eles são referentes à matéria orgânica, coliformes e nutrientes, sendo o fósforo e o nitrogênio os principais problemas para os frigoríficos estudados. Neste contexto é relevante o fato da legislação ambiental ter se tornado mais exigente em relação aos nutrientes a partir de 2006. A maior parte das estações foi construída antes deste período e provavelmente tiveram que sofrer adaptações para alcançar os novos limites.

Chama a atenção, também, o fato de que a única empresa que atingiu a eficiência desejada e permitida para o lançamento de seus efluentes foi a que possui um tratamento um pouco diferenciado em relação às demais. Após o tratamento com as lagoas (como utilizado na maioria das empresas) e de um tratamento aerado com decantador secundário como também fazem as empresas G e H, possui ainda um polimento final, novamente com lagoas, para só depois efetuar o lançamento no corpo receptor.

A empresa G também utiliza, após seu tratamento secundário com tanques anóxico e aerado e decantador secundário, um sistema com lagoas. Porém, não o utiliza anteriormente como faz a empresa M e o padrão de nitrogênio não é atingido.

A partir destas análises preliminares, podem ser avaliados os principais impactos causados por estes poluentes quando lançados no corpo receptor. Além disso, também, a eficiência do sistema de tratamento utilizado – que no caso são as lagoas de estabilização – e suas principais variáveis de processo que possam ter influenciado no resultado final.

3.3.1 Principais poluentes e impactos relacionados

Como apresentado, os principais poluentes encontrados nos frigoríficos referem-se à matéria orgânica, refletindo em altos valores de DBO e DQO, e valores significativos de coliformes e nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio. Faz-se necessário salientar que a importância do tratamento correto dos despejos industriais, não deve ser vista apenas como uma necessidade de cumprir com a legislação, mas também, como uma forma de diminuir os impactos ambientais relacionados.

A presença da matéria orgânica nos corpos d'água tem como principal efeito ecológico o consumo de oxigênio dissolvido, o qual se deve aos processos de estabilização desta carga orgânica, através de microorganismos decompositores que o utilizam em suas atividades metabólicas.

A curva do oxigênio dissolvido (OD) (vide Figura 5) mostra que em uma longa extensão de um corpo hídrico, o OD pode atingir valores baixos, os quais podem prejudicar a fauna aquática e, também, provocar uma alteração marcante na biodiversidade deste sistema.

Observa-se também que, nas proximidades do ponto de lançamento, ocorre a proliferação de bactérias, enquanto que nas regiões de menor nível de OD, desaparecem os organismos que dependem dele. Assim, o corpo receptor só recupera o nível de oxigênio quilômetros abaixo do ponto de lançamento.

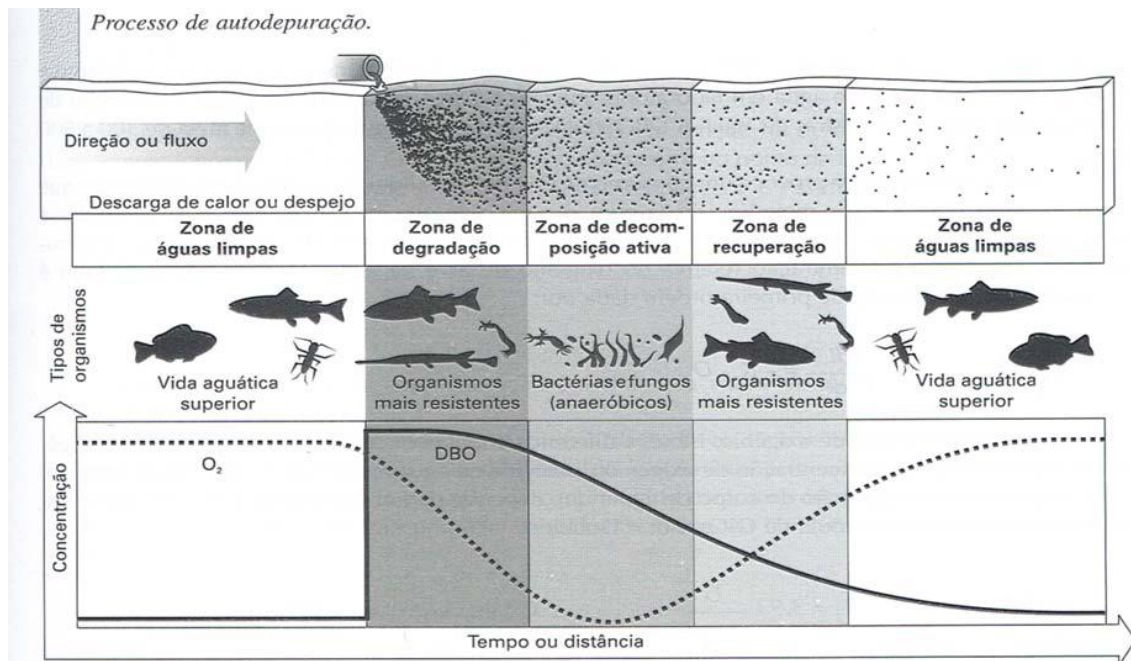


Figura 5: Curva do oxigênio dissolvido.

Fonte: BRAGA et al., 2005.

De acordo com VON SPERLING (1996 a), o fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio aquático por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações causadas pelo lançamento do efluente e seus estágios podem ser associados em quatro zonas: águas limpas, degradação, decomposição ativa e recuperação. Estas podem ser observadas tanto na Figura 5 como na Figura 6.

Na zona de águas limpas, o corpo receptor encontra-se em equilíbrio e com elevada qualidade da água. Após o despejo, ocorre uma completa desordem, os níveis de matéria orgânica se elevam e as bactérias decompositoras começam a consumir o oxigênio dissolvido no meio. Conforme vai sendo degradada a matéria orgânica, diminui-se, então, o número de bactérias e os níveis de oxigênio vão novamente aumentando até se restabelecer o equilíbrio novamente.

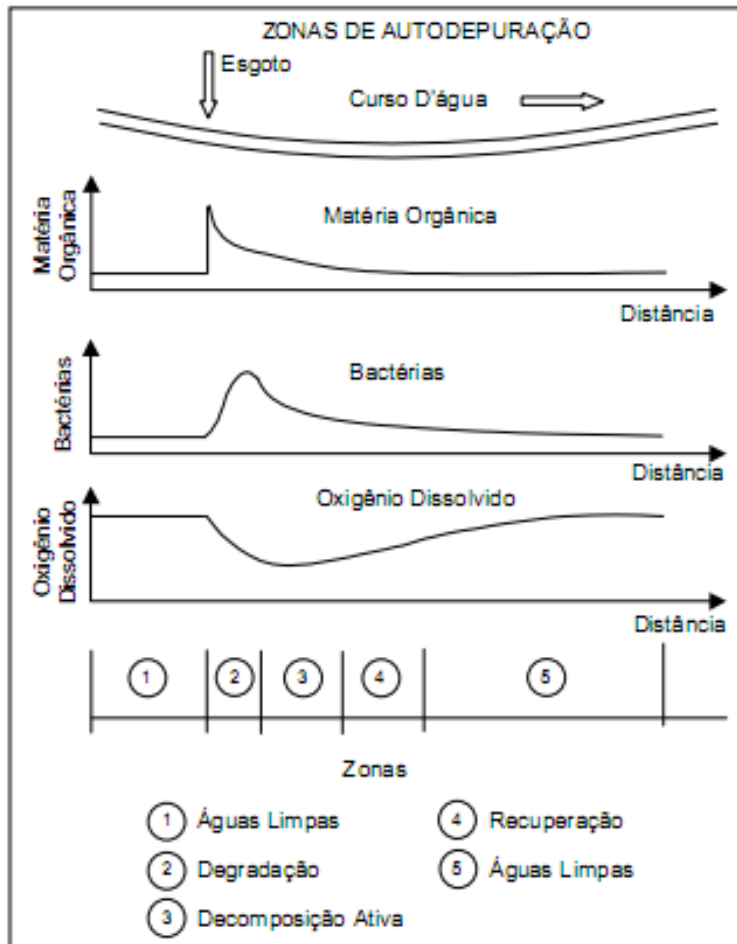


Figura 6: Zonas de Autodepuração.

FONTE: VON SPERLING, 1996a.

Caso a quantidade de matéria orgânica lançada seja muito grande, poderá haver o esgotamento total do OD e a decomposição será feita pelos decompositores anaeróbios (BRAGA et al., 2005). Porém, menor será a capacidade de recuperação deste sistema. Logo, é fundamental a utilização de processos de tratamento adequados, a fim de removê-la até que se atinjam níveis que não venham a causar comprometimento dos sistemas aquáticos.

Na Figura 7, assim como também já comentado na Figura 5, tem-se a relação da poluição com a diversidade de espécies, onde mostra que a poluição é seletiva para as espécies, pois somente as bem adaptadas às novas condições sobrevivem, conduzindo a um reduzido número total de espécies.

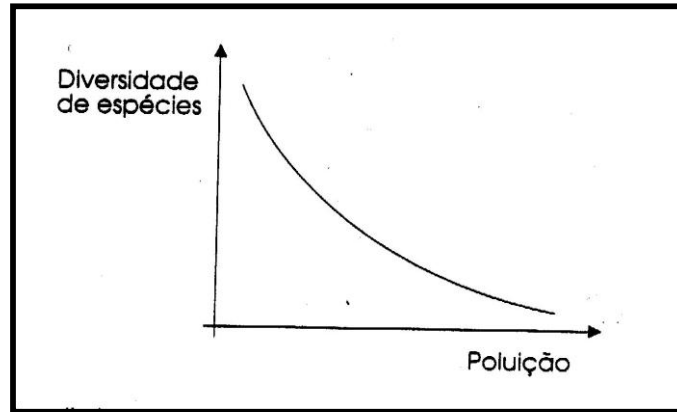


Figura 7: Relação qualitativa entre poluição e diversidade de espécies.

FONTE: VON SPERLING, 1996a.

Já, os nutrientes fósforo e nitrogênio, se lançados em quantidades elevadas nos ecossistemas aquáticos, aceleram o processo de eutrofização em sistemas estagnados, como lagos, lagoas e baías, com alteração das propriedades da água, diminuição da lâmina líquida e acúmulo de lodo no leito desses corpos receptores.

A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, a níveis tais, que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água. Dependendo da capacidade de assimilação do corpo hídrico, a população de algas poderá atingir valores bastante elevados. Em períodos de elevada insolação, estas algas poderão atingir superpopulações, criando uma camada superficial que impedirá a penetração da luz solar, causando a morte das algas nas camadas inferiores e, como consequência, uma série de outros problemas, como por exemplo, mortandade de peixes.

3.3.2 Variáveis de Operação dos Processos de Tratamento por Lagoas

Com estas informações e, a partir de dados da literatura referentes aos princípios de tratamento de efluentes orgânicos, pode-se estimar uma relação de eficiência entre os procedimentos utilizados e sugerir possíveis melhorias aos sistemas.

Como já comentado anteriormente, os sistemas de tratamento por lagoas de estabilização são os mais simples e mais utilizados pelas indústrias frigoríficas. Porém, como percebido no estudo feito, a maioria das empresas não conseguiu a eficiência necessária. Isto não quer dizer que as lagoas não sejam adequadas, mas sim, que as condições de operação não estejam sendo corretamente empregadas.

O princípio de todo o processo de decomposição depende do contato efetivo dos microorganismos com o material orgânico. Logo, é importante a preocupação com a mistura para homogeneização da lagoa. Os ventos também contribuem para a mistura e, ainda, para a oxigenação. Mas também, é necessário não só a presença de oxigênio, para o caso dos processos aeróbios, como também, a manutenção de condições favoráveis como pH, tempo de retenção, temperatura, entre outros.

Os processos de degradação nas lagoas de estabilização são influenciados, assim como ocorre nos corpos d'água, por fatores meteorológicos, como luz solar, chuvas, ventos, temperatura; porém, outras variáveis são também importantes para este processo, como: carga de nutrientes, OD, profundidade, tamanho, tempo de detenção hidráulica (TDH), tempo de detenção da biomassa e modelo do fluxo (GU e STEFAN, 1995 *apud* ARAUJO, 2007a).

De acordo com ANDRADE NETO (1997), o projeto das lagoas de estabilização não se resume apenas à aplicação de parâmetros de projeto especificados. Exige também, conhecimento e prática, desde a estratégia de implantação, identificação de objetivos, escolha do modelo e suas associações, até a determinação da geometria e da posição relativa no espaço físico em função dos fatores geográficos e climáticos da região.

Além dos fatores climáticos, outra variável importante de projeto é a forma das lagoas. Deve-se tomar o cuidado para que a distribuição do efluente ocorra de forma rápida e ao longo de toda a área da lagoa, de modo a impedir a formação de zonas mortas, que podem fazer com que não ocorra a mistura correta e o efluente saia sem o devido tratamento (ANDRADE NETO, 1997). Problemas como esses, são chamados de curto-circuitos hidráulicos.

Para a remoção da matéria orgânica, a temperatura tem grande influência, pois afeta a velocidade de decomposição e está diretamente relacionada com o crescimento dos microorganismos (Merkel, 1981 *apud* MEDRI, 1997). Com a diminuição da temperatura,

também decresce a atividade biológica do sistema, diminuindo a atividade de degradação da matéria orgânica.

Também relacionado com a temperatura está o fenômeno da estratificação térmica, caracterizado pela formação de um gradiente vertical de temperatura. A alta turbidez das lagoas proporciona as condições favoráveis para este fenômeno, principalmente durante o verão (HOEPPNER, 2007). Com o aquecimento da camada superior, tem-se a separação da lagoa em diferentes camadas, sendo a superior, por consequência, a menos densa, impedindo a mistura entre elas e prejudicando a oxigenação do sistema.

Outro fator que afeta o desempenho das lagoas é a concentração de algas, sendo que ao mesmo tempo em que aumentam a concentração de oxigênio, também podem impedir a incidência dos raios solares na lagoa, que são importantes na remoção de patogênicos.

Segundo ARAÚJO (2007 b), o pH é um fator bastante citado como o responsável pela maior eliminação de coliformes termotolerantes. Estudos mostram que valores elevados de pH, iguais ou acima de 9, contribuem significativamente para o aumento da mortalidade dos organismos patogênicos (MEDRI, 1997). Ainda, estes valores também contribuem para a remoção de nitrogênio (volatilização da amônia) e fósforo (precipitação dos fosfatos).

Para o projeto e cálculo do tempo de detenção hidráulico (TDH), fator de extrema importância para a eficiência do tratamento por lagoas, deve-se levar em conta todos os parâmetros climáticos, como por exemplo os citados anteriormente, pois a modelagem de lagoas de estabilização, varia de acordo com o local e região.

4 Conclusões

Após a análise dos laudos de automonitoramento dos efluentes líquidos tratados dos 15 frigoríficos encaminhados à FEPAM, foram identificadas não conformidades com a legislação, tendo em vista que as concentrações residuais dos efluentes tratados foi superior aos padrões de lançamento estabelecidos para os parâmetros DBO, DQO, fósforo, nitrogênio e coliformes termotolerantes.

Como discutido, o despejo destes efluentes, sem o tratamento adequado, causa alterações significativas ao corpo receptor, podendo gerar sérios impactos ambientais, como um alto consumo de oxigênio dissolvido que, sem reaeração natural suficiente, dificulta a capacidade de autodepuração do meio aquático, além da eutrofização causada pelo excesso de nutrientes e, em casos mais graves, podendo levar à mortandade de peixes.

O estudo dos processos de tratamento de efluentes por lagoas de estabilização, mostrou que estes sistemas envolvem inúmeras variáveis operacionais, e dependem inclusive das características climáticas da região, devendo estas, serem corretamente analisadas na elaboração do projeto da estação.

Ainda, constatou-se que os sistemas de tratamento utilizados pelas indústrias analisadas, não se mostraram eficientes para o cumprimento da legislação e minimização dos impactos ao meio ambiente, podendo ter como causa um projeto inadequado ou até mesmo uma manutenção incorreta.

Com isso, percebe-se que, ainda há necessidade de reforçar a preocupação em relação ao meio ambiente nas empresas e motivar o cumprimento da legislação. Das 15 empresas avaliadas, apenas uma estava de acordo com as exigências estabelecidas. Como proposta de melhoria, as demais devem reavaliar suas estações de tratamento e aperfeiçoá-las, frente aos impactos que sua ineficiência possa vir a causar.

5 Referências Bibliográficas

ABEAS – Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Curso de Gestão de Recursos Hídricos para o Desenvolvimento Sustentado de Projetos Hidroagrícolas. *Tratamento e Destinação de Efluentes Líquidos da Agroindústria*. Módulo 6.2. Brasília – DF, 1996. 92p.

ANDRADE NETO, C.O. *Sistemas Simples Para Tratamento de Esgotos Sanitários*. Rio de Janeiro. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1997. 301p.

ARAÚJO, I.S. *Avaliação de lagoas facultativa aerada e de maturação, em escala real, como etapas secundária e terciária de sistema de tratamento de dejetos suínos*. Florianópolis, Santa Catarina. 2007. 241p. a

ARAÚJO, R.E.C.L. *Estudo do desempenho de um sistema de lagoas de estabilização no tratamento de águas residuárias de bairros populares (glória i, glória ii, jardim américa e belo monte) da cidade de campina grande, paraíba*. Campina Grande – Paraíba. 2007. 96p. b

BRAGA, B. et AL. *Introdução à Engenharia Ambiental*. 2ª Ed. São Paulo. Ed. Pearson Prentice Hall, 2005. 318p.

BAVARESCO, A.S.L. *Lagoas de aguapés no tratamento terciário de dejetos de suínos*. Dissertação de Mestrado. UFSC – SC, 1998. 92 p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA N.º 357 de Março de 2005.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONSEMA N.º 128/2006.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONSEMA N.º 01/1998.

CETESB - Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de carnes (bovina e suína) / José Wagner Pacheco. São Paulo, 2006. 85p. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/frigorifico.pdf - Acesso em 18 de maio de 2011.

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. *O Licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul: conceitos jurídicos e documentos associados*. Porto Alegre, 2003. 71p.

HOEPPNER, A.F.S. *Comportamento de variáveis físicas, químicas e da eficiência de sistemas de lagoas de estabilização em ambiente tropical (Vale do Ribeira de Iguape, SP)*. São Carlos, 2007. 286p.

MARIA, R.R. *Avaliação da eficácia no tratamento de efluentes líquidos em frigoríficos*. Foz do Iguaçu – PR. 2008. 73p.

MEDRI, W. *Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos de suínos*. Florianópolis – SC. 1997. 205p.

MONTEIRO, A.J.L.C. *Legislação Ambiental*. Pinheiro Neto Advogados. 2007.

NUNES, J.A. *Tratamento Físico-Químico de Águas Residuárias*. 2ª ed. Aracaju: Gráfica e Editora J. Andrade, 1996. 277 p.

Política Nacional do Meio Ambiente

SANTOS FILHO, D.F. dos. *Tecnologia de Tratamento de Água – Água para Indústria*. 3ª ed. São Paulo: NOBEL, 1985. 251p.

SILVA FILHO, P.A. *Diagnóstico Operacional de Lagoas de Estabilização*. Natal – Rio Grande do Norte. 2007. 169p.

TEIXEIRA, R.M. *Remoção de nitrogênio de efluentes da indústria frigorífica através da aplicação dos processos de nitrificação e desnitrificação em biorreatores utilizados em um sistema de lagoas de tratamento*. Florianópolis. 2006.

TELLECHEA, F. *Análise dos custos de transação no setor industrial da cadeia produtiva de carne bovina no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre. 2001. 100p.

VON SPERLING, M. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol. 1 - Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1996. 243p. a

VON SPERLING, M. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol. 3 - Lagoas de Estabilização*. 1ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1996. 140p. b

VON SPERLING, M. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol. 4 - Lodos Ativados*. 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2002. 428p.

6 Anexo 1

Tabela: Frequências de medição segundo a Resolução CONSEMA N.º 01/98.

CLASSE		A	B	C	D	E	F
Parâmetro	Vazão	<20 m³/dia	20-100 m³/dia	100-500 m³/dia	500-1.000 m³/dia	1.000-10.000 m³/dia	>10.000 m³/dia
Vazão		diária	diária	diária	diária	diária	diária
pH		diária	diária	diária	diária	diária	diária
Temperatura		diária	diária	diária	diária	diária	diária
DQO		trimestral	bimestral	mensal	semanal	diária	diária
Sólidos Sedimentáveis		semestral	trimestral	bimestral	mensal	semanal	diária
Metais		semestral	trimestral	bimestral	mensal	semanal	diária
Sólidos Suspensos		semestral	trimestral	bimestral	mensal	semanal	diária
DBO5(20° C)		semestral	trimestral	bimestral	mensal	semanal	diária
Parâmetros específicos da atividade		semestral	trimestral	bimestral	mensal	semanal	diária