

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
DIRETORIA DE ENSINO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**ADENIR PAULO TAVARES
JONATAN ANDRÉ CHRISTMANN**

TRATAMENTO E REUSO DE ÁGUA EM ABATEDOURO DE SUÍNOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MEDIANEIRA
2013**

**ADENIR PAULO TAVARES
JONATAN ANDRÉ CHRISTMANN**

TRATAMENTO E REUSO DE ÁGUA EM ABATEDOURO DE SUÍNOS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental, do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus de Medianeira.

Orientador: Prof. Msc. Fábio Orssatto.

**MEDIANEIRA - PR
2013**



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em
Gestão Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

TRATAMENTO E REUSO DE ÁGUA EM ABATEDOURO DE SUÍNOS

Por

ADENIR PAULO TAVARES
JONATAN ANDRE CHRISTMANN

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 13:50 h do dia 03 de setembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. Os acadêmicos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho: Aprovado.

Prof. Msc. Fábio Orssatto
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Orientador)

Prof. Dr. Eduardo Eyng .
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidado)

Prof. Dr. Laércio Mantovani Frare
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidado)

***A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso.**

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a nossas famílias que sempre nos apoiaram e nos deram força nos momentos de dificuldade e nos ensinando que não se deve desistir diante da primeira dificuldade.

AGRADECIMENTO

Agradecemos primeiramente a Deus pela força que nos foi concedida nos momentos de grande dificuldade.

Agradeço aos nossos pais pelo apoio que nos deram nessa longa caminhada, a nossas namoradas pela paciência e compreensão nos momentos difíceis, e também a nossos colegas de trabalho pela insistência para que eu não desistisse de terminar o curso.

Ao Professor Fábio Orssatto pela boa vontade em ensinar, ajudar e ao apoio técnico necessário para a elaboração desse trabalho.

A todos os professores de toda a nossa graduação, pelos ensinamentos transmitidos, através das disciplinas ministradas ao longo desses anos de estudo que foram fundamentais para nossa formação.

Agradecemos aos professores da banca examinadora pela atenção e contribuição ao aceitarem o convite para participarem do nosso trabalho final de conclusão de curso.

Agradecemos a empresa que nos permitiu a elaboração deste trabalho, em especial à Gisele Maria Brod Caldereiro e Erivelto Costa.

RESUMO

TAVARES, Adenir Paulo; CHRISTMANN, Jonatan André. **Tratamento e reuso de água em abatedouro de suínos**. 2013. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

As indústrias de abate bem como a de industrialização de produtos alimentícios consomem em seu processo produtivo um volume muito alto de água potável, o que faz com que essas indústrias procurem formas de minimizar o máximo possível esse consumo tão elevado, pois nos processos de abate e industrialização de carne suína são gerados todos os dias milhares de metros cúbicos de efluentes líquidos que sem tratamento adequado se tornam um grave problema ambiental. Mas com um tratamento adequado e possível reutilizar esse efluente tratado em vários processos industriais, reduzindo assim o uso de água tratada nos processos onde não é necessária à utilização de água potável, com isso a solução proposta nesse trabalho e justamente a de reaproveitar o efluente de um abatedouro suíno de Medianeira a fim de reduzir a quantidade de água captada ou comprada da concessionária e subseqüentemente reduzindo a quantidade de efluente lançado no corpo receptor.

Palavras chave: Reaproveitar, Reduzir, Poluentes.

ABSTRACT

TAVARES, Adenir Paulo; CHRISTMAN, Jonatan Andre. **Treatment and water reuse in abattoir porcine**. 2013. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

The slaughter industries as well as the industrialization of food products consume in its production process a very high volume of drinking water, which, makes these industries seek ways to minimize as much as possible this high consumption, because the processes of slaughtering and industrialization of swine meat are generated every day thousands of cubic meters of wastewater that untreated become a serious environmental problem. But with proper treatment it's possible to reuse this treated effluent in various industrial processes, thereby reducing the use of treated water in processes where it is not necessary the utilization of drinking water, with it the solution proposed in this work is precisely to reuse the effluent of an abattoir porcine from Medianeira to reduce the amount of water withdrawn or purchased from the dealership and subsequently reduce the amount of effluent disposed in the receiving body.

Keywords: Reuse, Reduce, Pollutants

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros básicos para água de reuso classe 1	24
Tabela 2 – Parâmetros básicos para água de reuso classe 2... ..	25
Tabela 3 – Parâmetros básicos para água de reuso classe 3... ..	26
Tabela 4 – Variáveis de qualidade de água recomendado para uso em torres de resfriamento	27
Tabela 5 – Resultados dos laudos de análises do efluente tratado	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Análises realizadas para estudo de reuso.....	28
Quadro 2 – Valor cobrado por m ³ de água.....	38
Quadro 3 – Pontos de reuso de água e consumo diário	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição do consumo de água em abatedouros	15
Figura 2 – Fluxograma frigoríficos suínos	18
Figura 3 – Fluxograma sistema de tratamento de efluentes da empresa.....	29
Figura 4 – Peneira estática linha verde	30
Figura 5 – Peneira estática linha vermelha	30
Figura 6 – Decantador linha verde	31
Figura 7 – Decantador linha vermelha	31
Figura 8 – Decantador 3.....	33
Figura 9 – Lagoa anaeróbia I	34
Figura 11 – Lagoa anaeróbia II	34
Figura 11 – Lagoa aerada de mistura completa	35
Figura 12 – Lagoa de decantação.....	36
Figura 13 – Flotador físico-químico	37
Figura 14 – Lodo gerado no flotador	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 GERENCIAMENTO DE ÁGUAS E EFLUENTES NA INDÚSTRIA.....	15
2.2 A INDÚSTRIA DA CARNE SUÍNA.....	17
2.3 CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS DE FRIGORÍFICOS DE SUÍNOS	19
2.4 REUSO DE EFLUENTES.....	21
2.5 CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS DE REUSO NÃO POTÁVEL	23
2.6 PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA DE REUSO	23
2.6.1 Água de Reuso Classe 1	23
2.6.2 Água de Reuso Classe 2	25
2.6.3 Água de Reuso Classe 3	25
2.6.4 Água de Reuso Classe 4	26
3 MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 ANÁLISES REALIZADAS.....	27
3.2 SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES	29
3.2.1 Tratamento Preliminar	30
3.2.1.1 Peneiras estáticas	30
3.2.2 Tratamento Primário.....	31
3.2.2.1 Decantadores	31
3.2.3 Tratamento Secundário	32
3.2.3.1 Lagoas anaeróbias I e II	32
3.2.3.2 Lagoas aerada de mistura completa	34
3.2.3.3 Lagoas de decantação	36
3.2.4 Tratamento Terciário	36
3.3 ESTUDO DE VIABILIDADE DE REUSO.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES	40
4.2 PONTO DE REUSO DE ÁGUA.....	41
4.3 PONTOS DE MELHORIA.....	42

5 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

A água é fundamental para o planeta. Nela, surgiram as primeiras formas de vida, e a partir dessas, originaram-se as formas terrestres, as quais somente conseguiram sobreviver na medida em que puderam desenvolver mecanismos fisiológicos que lhes permitiram retirar água do meio e retê-la em seus próprios organismos. A evolução dos seres vivos sempre foi dependente da água. É o mais crítico e importante elemento para a vida humana, pois compõe de 60 a 70% do peso corporal do homem e é essencial para todas as funções orgânicas: sistema circulatório, sistema de absorção, sistema digestivo, sistema de evacuação, regulador da temperatura corporal, etc. Em média, o organismo humano precisa de, no mínimo, 4 litros de água por dia. Por isso, tem-se que garantir uma água segura, com qualidade, pura e cristalina (CUNOLATINA, 2008).

O aumento da população mundial, da diversidade de uso dos recursos hídricos, da forma e aumento continua das terras destinadas ao plantio, a ocupação indevida do leito dos rios e as explorações de jazidas entre outros, trouxeram problemas significativos ao homem tais como as enchentes, o assoreamento dos rios, a redução e contaminação dos lençóis freáticos por metais pesados, a erosão, a diminuição dos níveis dos mananciais superficiais e subterrâneos. (CHAVES 1998).

O Brasil caminha lentamente na direção da sustentabilidade já adotada mundialmente, principalmente no que se refere ao uso inteligente da água, ao controle ambiental e consequentes vantagens socioeconômicas. (TELLES e COSTA, 2010).

Os principais responsáveis pelo elevado consumo de água e poluição de mananciais no Brasil são as indústrias, pois consomem grandes quantidades de água durante a fabricação de seus produtos, e acabam descartando esse efluente muitas vezes sem tratamento adequado no corpo receptor.

As operações de limpeza são as principais responsáveis pelo elevado consumo de água em matadouros, pois os pisos das áreas de processo devem ser lavados e sanitizados ao menos uma vez por dia. A água consumida nas operações de limpeza e lavagem das carcaças representa mais de 80% da água utilizada e do volume de efluente gerado (UK, 2000).

Por causa da grande quantidade de água utilizada nos processos de abate e que deve-se tratar o uso da água de forma mais delicada, evitando o máximo possível de desperdício e reutilizando sempre que possível em seus processos produtivos, pois ela é de suma importância para que os produtos gerados sejam de qualidade e livres de contaminação.

A água utilizada nos processos de lavagem das carcaças, bem como a usada na fabricação dos subprodutos, podem ser reutilizadas em outros locais onde não se exija o uso de água potável, tais como:

- Lavagens dos caminhões porcadeiros;
- Na limpeza de pocilgas;
- Na lavagem dos pisos externos da indústria;
- No resfriamento de caldeiras;
- Sanitários.

Estratégias para redução do consumo de água podem envolver soluções tecnológicas (melhorias de equipamentos e das instalações atuais ou a instalação de novos equipamentos, por exemplo). Porém, uma revisão dos procedimentos e práticas operacionais, tanto de produção como de limpeza e higienização, podem representar alguns dos ganhos e benefícios mais significativos para frigoríficos. (CETESB, 2006).

Com isso as indústrias de abate estão desenvolvendo estudos para reduzir o consumo de água, bem como para reutilizar essa água, assim reduzindo custos em seus processos, lançando menos efluentes no corpo receptor e principalmente incentivando a todos da importância de se preservar e cuidar de nossos recursos naturais.

O Brasil, em vista de outros países mais desenvolvidos, está atrasado no que se diz respeito ao reaproveitamento de água, ainda são poucas as indústrias que empregam o reuso em sua unidade, porém há uma tendência de mudança, cada vez mais os órgãos ambientais estão cobrando providências quanto ao desperdício de água bem como do reuso do efluente tratado.

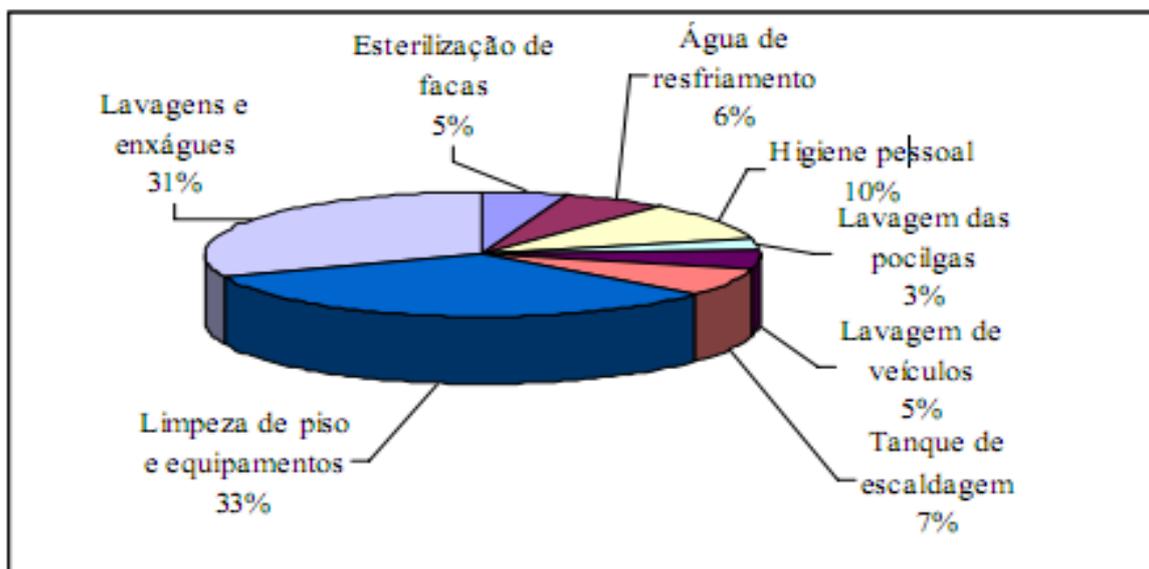
O objetivo é um estudo preliminar, para subsidiar a implantação de um programa de reuso de água em um frigorífico de suínos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GERENCIAMENTO DE ÁGUAS E EFLUENTES NA INDÚSTRIA

Sendo o setor industrial um importante usuário de água, é fundamental que seu desenvolvimento se dê de forma sustentável, adotando práticas como o uso racional e eficiente da água (FIESP/CIESP, 2004). Por isso é de grande importância que todas as indústrias venham a adotar tais práticas de racionamento e uso eficiente de água, através da conscientização de seus colaboradores e também através de investimentos em sistema de tratamento e equipamentos que utilizem menos água.

A figura 1 mostra a distribuição do consumo de água em diferentes áreas de processo em um grande abatedouro de suínos.



Fonte: ENVIROWISE, 2000 *apud* KRIEGER 2007

Figura 1 - Distribuição do consumo de água em abatedouros

A prática de conservação e reuso de água, que vem se disseminando em todo o Brasil, consiste basicamente na gestão da demanda, ou seja, na utilização de fontes alternativas de água e na redução dos volumes de água captados por meio da otimização do uso. A gestão da demanda se inicia por um processo integrado de

identificação e medição contínua de demandas específicas de cada sub-setor industrial. Essa informação gerenciada permite um efetivo controle da demanda individualizada e orienta a eliminação do desperdício operacional e a modernização dos processos. Uma vez controlada a demanda, inicia-se a gestão da oferta, que consiste em substituir as fontes de abastecimento convencionais por opções mais favoráveis em termos de custos e de proteção ambiental. As opções se concentram no reuso da água que constitui os efluentes gerados na própria indústria, no aproveitamento de águas pluviais de telhados ou pátios internos (FIRJAN, 2006).

No caso do reuso macro interno é preciso ter consciência que ele não substitui integralmente a necessidade de água de uma planta industrial, pois existem limitações de ordem técnica, operacional e ambiental que restringem a utilização de sistemas de circuito fechado. Além disso, o reuso macro interno deve ser realizado após uma avaliação integrada do uso da água na fábrica, a qual deve estar contemplada no Programa de Conservação e Reuso de Água (PCRA). É importante ter em mente que antes de se pensar no reuso de efluentes da própria empresa, é preciso implantar medidas para a otimização do consumo e redução de perdas e desperdícios, além de programas de conscientização e treinamento (FIESP/CIESP, 2004).

Um Plano de Conservação e Reúso de Água (PCRA) é uma importante ferramenta na promoção do uso racional da água na indústria. Para implantá-lo eficientemente, é necessário considerar os aspectos legais, institucionais, técnicos e econômicos (FIRJAN, 2006).

Segundo o manual elaborado pela FIRJAN em 2006, para elaborar um PCRA se deve seguir os seguintes passos:

- Levantamento de dados;
- Identificação de opções de otimização do uso e reuso de água;
- Ponto de mínimo consumo de água;
- Aspectos econômicos.

Tendo em mãos um plano de gerenciamento de recursos hídricos bem elaborados fica muito mais fácil a implementação do mesmo, pois pode se apoiar nele para melhoria do processo tanto industrial quanto da parte do tratamento, porém é muito importante que tudo isso tenha apoio da diretoria da empresa, pois

muitas vezes a melhoria do processo ou do tratamento do efluente pode vir a custar um valor relativamente elevado.

2.2 A INDÚSTRIA DA CARNE SUÍNA

Matadouros e frigoríficos são estabelecimentos dotados de instalações e equipamentos adequados para o abate, manipulação, preparo e conservação das espécies de açougue sob variadas formas, com o aproveitamento dos subprodutos não comestíveis, e dotados de instalação de frio industrial (SENAI, 2003).

Os termos abatedouro e matadouro são sinônimos e se referem às empresas que realizam somente o abate e evisceração, freqüentemente com processamento de subprodutos limitado ou ausente. Os produtos dessas indústrias são usualmente carcaças evisceradas, porém, também é comum que seja realizada a desossa das carcaças para produzir cortes vendidos no varejo destes estabelecimentos (UNEP, 2000).

O fluxograma de funcionamento de uma indústria de processamento de carne em geral e de acordo como a Figura 2 (podendo haver diferenças de indústria para indústria).

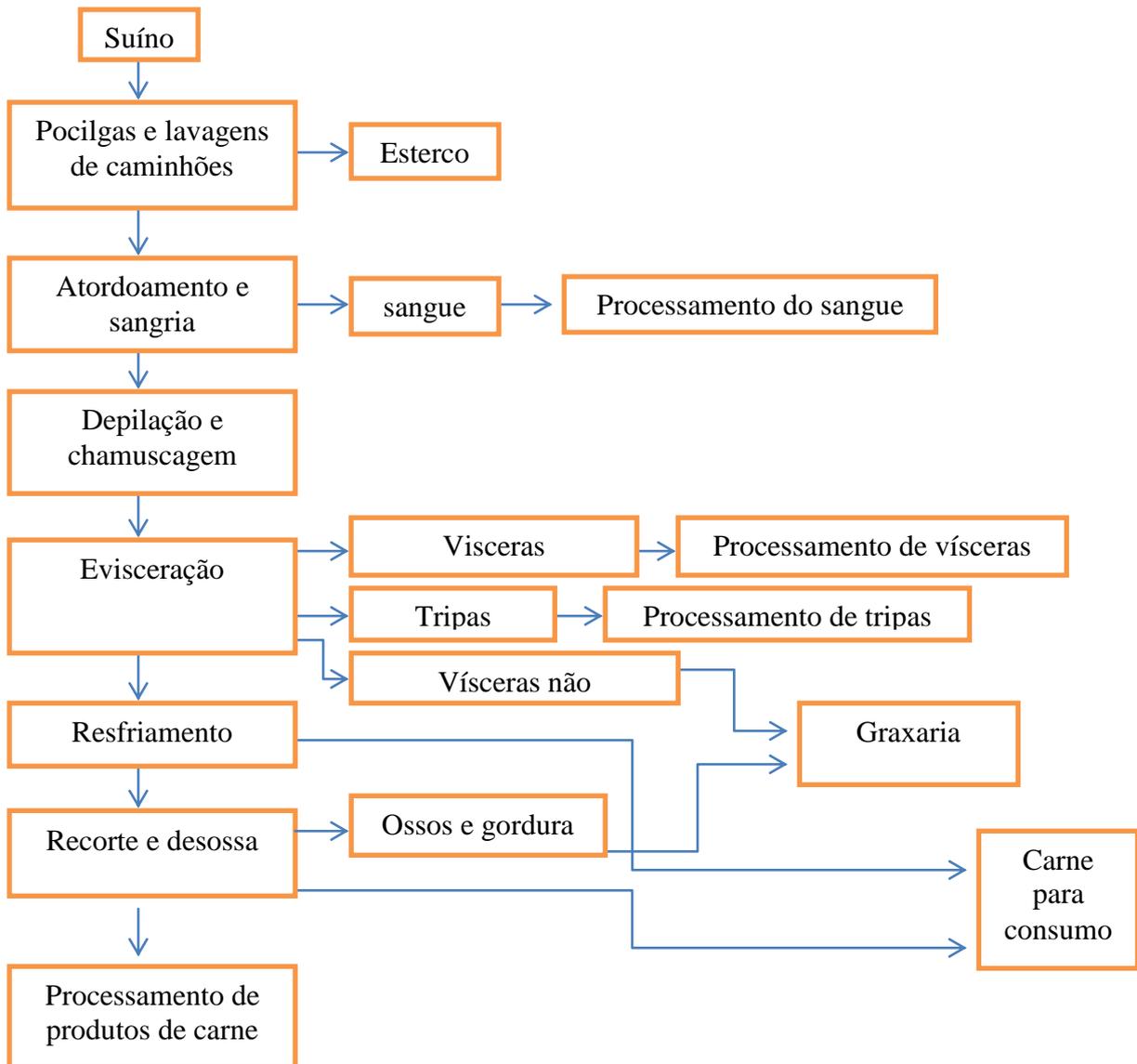


Figura 2 - Fluxograma frigorífico suíno
Fonte: UNEP, 2000

Os animais chegam ao frigorífico em caminhões porcadeiros preferencialmente na parte da noite, para evitar que os animais se estressem e por a temperatura ambiente ser menor aumenta o conforto térmico dos mesmos. Assim que chegam são descarregados nas pocilgas, na qual ficam em uma dieta hídrica que varia de 4 a 6 horas, para reduzir o conteúdo intestinal. Na insensibilização o suíno recebe uma descarga elétrica de 275 volts e fica totalmente insensibilizado para a sangria, na sangria ocorre o corte das artérias do pescoço. Cada animal tem em média 3 litros de sangue o qual é coletado de forma asséptica visando à separação de seus componentes para ração animal. Os pêlos dos suínos são

retirados através da escaldagem onde os animais são imersos em um tanque inoxidável com água quente em torno de 60°C para facilitar a remoção dos pêlos e das unhas, o tempo de escaldagem é de aproximadamente 6 minutos. Após a escaldagem o suíno vai para a depiladeira onde é feita a total retirada dos pêlos do animal. Após a depiladeira o suíno vai para a chamuscagem para finalizar a depilação. Após a chamuscagem o suíno vai para etapa de evisceração, onde o suíno é aberto e suas vísceras, o coração, pulmões e fígado são retirados, estes itens são separados, inspecionados e encaminhados para processamento caso estejam em boas qualidades ou mandados para fabrica de rações caso tenham algum tipo de problema. A carcaça é dividida ao meio ao longo da espinha dorsal formando assim duas peças, as mesmas as resfriadas e armazenadas em câmara frigorífica para posterior corte ou desossa ou ainda ser vendida a carcaça inteira (REVISTA FRIMESA, 2010).

2.3 CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS DE FRIGORÍFICOS DE SUÍNOS

A legislação ambiental, cada vez mais rigorosa, está obrigando que os efluentes industriais sejam tratados antes do descarte, para evitar problemas ecológicos e toxicológicos sérios (PASCHOAL E FILHO, 2005).

O consumo de água em indústrias é influenciado por vários fatores, com: capacidade produtiva, condições climáticas da região (determinarão as quantidades de água consumida nos processos de troca térmica), disponibilidade hídrica, método de produção, idade da instalação (indústrias mais novas utilizam tecnologias mais modernas, com equipamentos menos suscetíveis a paradas e manutenção), as praticas operacionais e cultura da empresa e da comunidade local (MIERZWA E HESPANHOL, 2005).

Segundo UNEP (2000), 80 a 95% da água consumida em matadouros se torna efluente, que contem elevados níveis de matéria orgânica, devido ao esterco, gorduras e sangue. O efluente também pode conter elevadas concentrações de sais (sódio), fosfatos e nitratos, provenientes do esterco e conteúdos estomacais.

O efluente dos matadouros possui uma grande carga de sólidos em suspensão, nitrogênio orgânico, com uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em torno de 4.200 mg.L^{-1} dependendo do sistema de abate (AGUILAR, 2002).

Em frigoríficos, assim como em vários tipos de indústrias, o alto consumo de água acarreta grandes volumes de efluentes - 80 a 95% da água consumida é descarregada como efluente líquido (UNEP; DEPA; COWI, 2000). Estes efluentes caracterizam-se principalmente por:

- Alta carga orgânica;
- Alto conteúdo de gordura;
- Flutuações de pH em função do uso de agentes de limpeza ácidos e básicos;
- Altos conteúdos de nitrogênio, fósforo e sal;
- Teores significativos de sais diversos de cura e, eventualmente, de compostos aromáticos diversos (no caso de processos de defumação de produtos de carne);
- Flutuações de temperatura (uso de água quente e fria).

Desta forma, os despejos de frigoríficos possuem altos valores de DBO_5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio) parâmetros utilizados para quantificar carga poluidora orgânica nos efluentes, sólidos em suspensão, graxas e material flotável. Fragmentos de carne, de gorduras e de vísceras normalmente podem ser encontrados nos efluentes. Portanto, juntamente com sangue, há material altamente putrescível nestes efluentes, que entram em decomposição poucas horas depois de sua geração, tanto mais quanto mais alta for a temperatura ambiente. Os efluentes de graxarias, se existirem na unidade industrial, também apresentam altas DBO_5 e DQO. O sangue tem a DQO mais alta de todos os efluentes líquidos gerados no processamento de carnes. Sangue líquido bruto tem uma DQO em torno de 400 g.L^{-1} , uma DBO_5 de aproximadamente 200 g.L^{-1} e uma concentração de nitrogênio de cerca de 30 g.L^{-1} (CETESB, 2006).

O consumo total de água por suíno abatido pode variar muito de um frigorífico para outro, pois depende muito do *layout*, do tipo de animal, tamanho do mesmo, da maneira de abate, do tipo de tecnologia que o frigorífico tem e principalmente da

consciência de cada colaborador, que precisa ser frequentemente sensibilizado sobre o desperdício de água.

Os abatedouros frigoríficos possuem efluentes de natureza essencialmente orgânica, mesmo quando contam com unidades de industrialização de carne e subprodutos. Por esta característica estes efluentes são, na grande maioria dos casos, tratados por processos biológicos como lagoas de estabilização, reatores anaeróbios ou sistemas de lodos ativados, de acordo com seu porte, capacidade de abate ou da existência de unidades de industrialização da carne (FORLANI, MEDEIROS E LÉO, 2004).

2.4 REUSO DE EFLUENTES

O padrão produtivo atual extrai do meio ambiente os recursos necessários para a produção de alimentos e bens de consumo, gerando em contrapartida, resíduos e poluentes, que quando não tratados corretamente levam a poluição e mesmo a degradação dos recursos naturais. O caráter finito dos recursos naturais e os impactos de resíduos dos processos industriais, apontados por SEVERO, DELGADO e PEDROZO (2006), resultaram em um processo de desenvolvimento econômico pouco responsável com o meio ambiente.

As indústrias assumem papel determinante neste sentido, onde sem o envolvimento, a consciência e investimento de recursos por parte deste segmento, o uso sustentável dos recursos em longo prazo não será possível. Inseridas neste contexto, empresas industriais buscam se adequar a esta nova realidade, incluindo em suas estratégias políticas ambientais, buscando um relacionamento saudável com a comunidade, redução de custos e riscos ambientais e mesmo atender a exigências impostas por mercados potenciais ao negócio. (CORAL, 2002).

A prática do reuso em sistemas industriais proporciona benefícios ambientais significativos, pois permite que um volume maior de água permaneça disponível para outros usos. Em certas condições, pode reduzir a poluição hídrica por meio da minimização da descarga de efluentes. Existem também benefícios econômicos, uma vez que a empresa não acrescenta a seus produtos os custos relativos à cobrança pelo uso da água (FIESP/CIESP, 2004).

O reuso de efluentes pode trazer muitos benefícios à empresa que adere a este tipo de recurso, segue alguns tipos de benefícios obtidos através do reuso segundo o FIESP/CIESP, 2004:

1. Benefícios Ambientais

- Redução do lançamento de efluentes industriais em cursos d'água, possibilitando melhorar a qualidade das águas interiores das regiões mais industrializadas do Estado de São Paulo.

- Redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada.

- Aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes, como abastecimento público, hospitalar, etc.

2. Benefícios Econômicos

- Conformidade ambiental em relação a padrões e normas ambientais estabelecidos, possibilitando melhor inserção dos produtos brasileiros nos mercados internacionais;

- Mudanças nos padrões de produção e consumo;

- Redução dos custos de produção;

- Aumento da competitividade do setor;

- Habilitação para receber incentivos e coeficientes redutores dos fatores da cobrança pelo uso da água.

3. Benefícios Sociais

- Ampliação da oportunidade de negócios para as empresas fornecedoras de serviços e equipamentos, e em toda a cadeia produtiva;

- Ampliação na geração de empregos diretos e indiretos;

- Melhoria da imagem do setor produtivo junto à sociedade, com reconhecimento de empresas socialmente responsáveis.

2.5 CARACTERÍSTICAS DE ÁGUAS DE REUSO NÃO POTÁVEL

Segundo OCEPAR (2007), existem algumas características que devem ser seguidas para o reuso de água não potável, segue as mesmas.

Em águas para uso em irrigação de jardins, lavagem de piso:

- Não deve apresentar mau cheiro;
- Não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas;
- Não deve ser abrasivas;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve propiciar infecções ou contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Em águas para lavagem de veículos:

- Não deve apresentar mau cheiro;
- Não deve ser abrasivas;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem;
- Não deve propiciar infecções ou contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

2.6 PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA DE REUSO

2.6.1 Água de Reuso Classe 1

Este tipo de água é indicado para lavagem de roupas e veículos, além de lavagem de pisos, fins ornamentais.

Apesar de estas aplicações incorporarem diversas atividades, todas convergem para as mesmas condições de restrição que é a exposição do público, usuários e operários que operam, manuseiam ou tenham algum contato com os sistemas de distribuição de água reciclada (OCEPAR, 2007).

A questão do reuso de água leva muito em conta a parte estética desta água, se a mesma aparentar cor escura, cheiro forte ou ter substância

sobrenadantes ela com certeza não irá ser aprovada por quem a for utilizar, por isto se deve atentar as características da água de reuso citadas anteriormente.

Segundo OCEPAR (2007), cabe ainda ressaltar que o uso da água de reuso classe 1 pode gerar problemas de sedimentação, o que causaria odores devido à decomposição de matéria orgânica, obstrução e presença de materiais flutuantes. Como solução cita-se:

- A detecção de cloro residual combinado em todo o sistema de distribuição;
 - O controle de agentes tensoativos, devendo seu limite ser $< 0,5 \text{ mg/L}^{-1}$.
- Na Tabela 01 constam alguns parâmetros básicos para o reuso de água classe 1 segundo OCEPAR (2007).

Tabela 1 - Parâmetros Básicos para Água de Reuso Classe 1

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÕES
Coliformes fecais ¹	Não detectáveis
pH	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
DBO ² (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis ³	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fosforo total ⁴ (mg/L)	$\leq 0,1$ mg/L
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	≤ 5 mg/L
Sólido dissolvido total ⁵ (SDT) (mg/L)	≤ 500 mg/L

1. Esse parâmetro é prioritário para os usos considerados.

2. O controle da carga orgânica biodegradável evita proliferação de microrganismos e cheiro desagradável, em função do processo de decomposição, que pode ocorrer em linhas e reservatórios de decomposição.

3. O controle deste composto visa evitar odores desagradáveis, principalmente em aplicações externas em dias quentes.

4. O controle de formas de nitrogênio e fosforo visa evitar a proliferação de algas e filmes biológicos, que podem formar depósitos em tubulações, peças sanitárias, reservatórios, tanques etc.

5. Valor recomendado para lavagem de veículos.

Fonte: OCEPAR, 2007

Recomende-se utilizar a água classe 1 em lavagem de veículos, pisos, fins ornamentais e lavagem de roupas.

2.6.2 Águas de Reuso Classe 2

Segundo OCEPAR (2007), este tipo de água de reuso é indicado para as seguintes situações:

- Lavagem de agregados;
- Preparação de concreto;
- Compactação do solo;
- Controle de poeira.

Os parâmetros básicos de controle são apresentados na Tabela abaixo:

Tabela 2 - Parâmetros Básicos para Água de Reuso Classe 2

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÕES
Coliformes fecais	≤ 1000 / mL
pH	Entre 6,0 e 9,0
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1,0 mg/L
DBO (mg/L)	≤ 30 mg/L
Compostos orgânicos voláteis	Ausentes
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	30 mg/L

Fonte: OCEPAR, 2007

2.6.3 Águas de Reuso Classe 3

O uso preponderante das águas de classe 3 é na irrigação de áreas verdes e regas de jardins. A preocupação maior deste tipo de reuso fica condicionada às concentrações de contaminantes biológicos e químicos, incidindo sobre o meio ambiente e o homem.

Os aspectos condicionantes para a aplicação apresentada incidem principalmente sobre a saúde pública a vegetação e o lado estético.

Os parâmetros mais importantes que devem ser verificados para o uso de água para irrigação estão apresentados na Tabela 3 da OCEPAR (2007).

Tabela 3 - Parâmetros Básicos para Água de Reuso Classe 3

PARÂMETROS		CONCENTRAÇÕES
pH		Entre 6,0 e 9,0
Salinidade		0,7<EC(dS/m)<3,0 450<SDT(mg/L)<1500
Toxicidade por íons específicos	Para irrigação superficial	Sódio (SAR) Entre 3 e 9 Cloretos (mg/L) < 350 mg/L Cloro residual(mg/L) Maxima de 1mg/L
	Para irrigação com aspersores	Sódio (SAR) >Ou = 3,0 Cloretos (mg/L) < 100 mg/L Cloro residual(mg/L) < 1,0 mg/L
	Irrigação de culturas alimentícias	0,7 mg/L
	Regas de jardim e similares	3,0 mg/L
Nitrogênio total (mg/L)		5 – 30 mg/L
DBO (mg/L)		< 20 mg/L
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)		< 20 mg/L
Cor aparente (UH)		< 30 UH
Turbidez (UT)		< 5 UT
Coliformes fecais		≤ 200 / 100mL

Fonte: OCEPAR, 2007

Para este tipo de classe de reuso é utilizado em regas de jardins e irrigação de áreas verdes, a preocupação maior deste tipo de reuso é com o risco de contaminação das plantas e com bem estar do ser humano.

2.6.4 Água de Reuso Classe 4

Uso preponderante para esta classe é no resfriamento de ar-condicionado (torres de resfriamento) (OCEPAR, 2007). Na Tabela a seguir mostra as variáveis de controle em função das torres de resfriamento.

Tabela 4- Variáveis de Qualidade de Água Recomendado para Uso em Torres de Resfriamento.

Variável (*)	Sem recirculação	Com recirculação
Sílica	50	50
Alumínio	Sem referência	0,1
Ferro	Sem referência	0,5
Manganês	Sem referência	0,5
Amônia	Sem referência	1,0
Sólidos Dissolvidos Totais	1000	500
Cloretos	600	500
Dureza	850	650
Alcalinidade	500	350
Sólidos em Suspensão Totais	5000	100
pH	5,0 – 8,3	6,8 – 7,2
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Sem referência	2,2
Bicarbonato	600	24
Sulfato	680	200
Fósforo	Sem referência	1,0
Cálcio	200	50
Magnésio	Sem referência	30
O ₂ dissolvido	Presente	Sem referência
DQO	75	75

(*) Unidade de referência: mg/L, a menos que indicado.

Fonte: OCEPAR, 2007.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O objeto de estudo deste trabalho de conclusão de curso, foi um frigorífico de suínos localizado na região Oeste do Paraná, que possui um abate médio diário de 6.000 suínos/dia e tem uma média de consumo de água de 750L por suíno abatido, tendo um consumo aproximado de 4.500.000 L de água por dia.

As análises foram realizadas em laboratório próprio da empresa e toda a análise realizada gerou um laudo com os resultados das mesmas.

O ponto de análise da amostra para o referido estudo foi o efluente final tratado, pronto para ser lançado em corpo receptor.

Este trabalho de conclusão de curso utilizará o efluente tratado para reuso nos seguintes locais.

- Pocilga;
- Rampa de lavagem de caminhões;
- Depósito de resíduos sólidos;
- Asfalto interno;
- Jardins da empresa.

3.1 ANÁLISES REALIZADAS

No quadro 1 estão representadas as análises realizadas para o presente trabalho.

Parâmetro	Unidade
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	mg/L ⁻¹
pH (Potencial Hidrogênionico)	-
O.G (Óleos e Graxas)	mg/L ⁻¹
M.S (Materiais Sedimentáveis)	ml/L ⁻¹
S.S.T (Sólidos Suspensos Totais)	mg/L ⁻¹
DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	mg/L ⁻¹
Temperatura	°C

Quadro 1: Análises realizadas para estudo de reuso.

Fonte: Autoria própria.

Todas as análises foram realizadas de acordo com o STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER WASTEWATER – 20^o ED.(1998).

3.2 SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTE

Os efluentes líquidos gerados na unidade são provenientes de duas linhas básicas: esgoto sanitário e efluente industrial. O esgoto sanitário é encaminhado à fossa séptica; após o processo de degradação, a fase líquida é unificada ao sistema de tratamento de efluentes líquidos, o qual é composto pelas seguintes etapas:

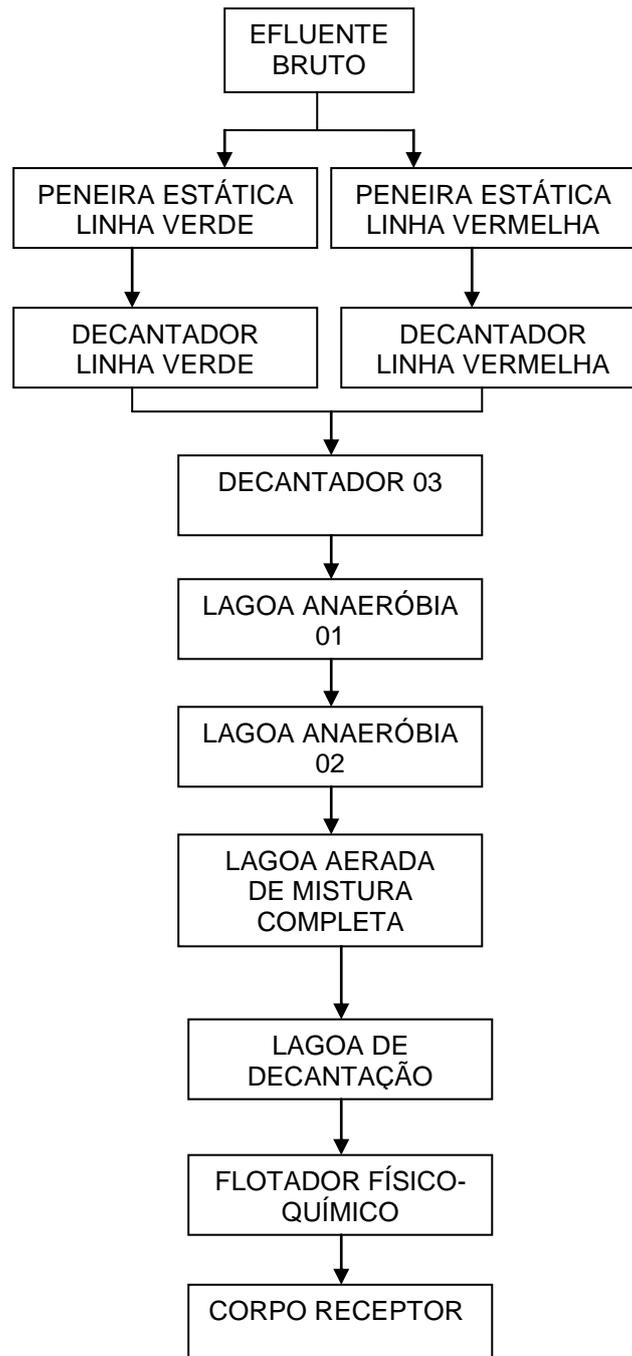


Figura 3: Fluxograma do sistema de tratamento de efluentes da empresa
Fonte: Empresa em estudo

3.2.1 Tratamento Preliminar

O tratamento preliminar empregado:

- Peneiras Estáticas.

O tratamento preliminar prepara o efluente para o tratamento biológico, incluindo a separação dos sólidos grossos com grades ou desintegradores.

3.2.1.1 Peneiras Estáticas

Peneiras Estáticas são utilizadas para eliminar uma grande parte dos sólidos orgânicos e inorgânicos, reduzindo a carga destes, no efluente e, portanto, reduzindo gastos de manutenção, aumentando vida útil do sistema e aumentando eficiência dos tratamentos posteriores. O efluente originado nestas peneiras segue para os decantadores. As peneiras estáticas utilizadas são empregadas para a remoção de sólidos das linhas verde e vermelha. Os resíduos coletados das peneiras são encaminhados de forma diferenciada: linha vermelha segue para fábrica de subprodutos e, linha verde encaminhados para biodigestor para auxiliar na produção de biogás.



Figura 4 – Peneira estática linha verde
Fonte: Autoria própria



Figura 5 – Peneira estática linha vermelha
Fonte: Autoria própria

3.2.2 Tratamento Primário

O tratamento primário utilizado pela empresa em estudo é:

- Decantadores.

O tratamento primário remove os sólidos em suspensão sedimentáveis e DBO em suspensão, sendo um tratamento, basicamente, físico.

3.2.2.1 Decantadores

Os decantadores são caixas de concreto, responsáveis pela decantação de sólidos sedimentáveis e separação de resíduos com densidade menor que a água, o resíduo sobrenadante, oriundo da linha vermelha, é raspado da superfície do tanque e processado para obtenção de gorduras industriais usadas em saboarias, fábricas de detergentes, fábricas de ração, PVC, entre outras, o resíduo que fica no fundo do decantador é retirado com caminhão auto-fossa e encaminhado para o biodigestor.

O excesso de sólidos do decantador da linha verde é enviado para o biodigestor.

Após passagem pelos decantadores, em linhas separadas, o efluente líquido vai para um terceiro decantador que consiste no mesmo processo utilizado no decantador da linha vermelha, posteriormente passa pela calha parshall, e é encaminhado ao sistema de tratamento secundário, sendo estas, lagoas de estabilização. As Figuras 5, 6 e 7 ilustram 3 decantadores em funcionamento na empresa estudada.



Figura 6 – Decantador linha verde
Fonte: Autoria própria



Figura 7 – Decantador linha vermelha
Fonte: Autoria própria



Figura 8 – Decantador 03
Fonte: Autoria própria

3.2.3 Tratamento Secundário

Abrange todos os processos biológicos de tratamento, podendo ser de natureza aeróbia, anaeróbia ou facultativa; visam a remoção da matéria orgânica em solução biodegradável. Consiste em otimizar o fenômeno de degradação de matéria orgânica e de alguns compostos inorgânicos que ocorrem na natureza. Os processos biológicos reduzem a DBO de 70 a 95% e os sólidos em suspensão de 80 a 95%. O tratamento secundário, biológico, aplicado são as Lagoas de Estabilização: Anaeróbia 1, Anaeróbia 2, Aerada de mistura completa e Lagoa de Decantação. Segundo (Eckenfelder,1989), o tratamento secundário inclui a degradação biológica dos compostos orgânicos solúveis, são típicos níveis de entrada de 50 - 1,000mg/L de DBO e de saída 30mg/L de DBO. Geralmente, o tratamento é aeróbico, porém, pode-se realizar um tratamento combinado anaeróbico- aeróbico.

3.2.3.1 Lagoas anaeróbias I e II

Lagoa Anaeróbia I e II (1° e 2° lagoas) constituem uma forma alternativa de tratamento, onde a existência de condições estritamente anaeróbias é essencial. Tal objetivo é alcançado através do lançamento de uma grande carga de DBO por unidade de volume da lagoa, fazendo com que a taxa de consumo de oxigênio seja várias vezes superior à taxa de produção. As lagoas anaeróbias têm sido utilizadas para o tratamento de despejos industriais predominantemente orgânicos, com altos teores de DBO.

A temperatura do meio tem uma grande influência nas taxas de reprodução e estabilização, o que faz com que locais de clima favorável (temperatura elevada), como o Brasil, se tornem propícios a este tipo de lagoas. As lagoas anaeróbias são usualmente profundas. A profundidade é importante, no sentido de reduzir a possibilidade da penetração do oxigênio produzido na superfície para as demais camadas.

A eficiência de remoção de DBO nas lagoas anaeróbias é da ordem de 50% a 60%, e no Brasil (país de clima Tropical com temperaturas elevadas) podem atingir uma eficiência maior. A DBO do efluente é ainda elevada, implicando na necessidade de uma unidade posterior de tratamento. A estabilização anaeróbia se desenvolve em duas etapas:

- Liquefação e formação de ácidos (através das bactérias acidogênicas);
- Formação de metano (através das bactérias metanogênicas).

Na primeira fase não há remoção de DBO, apenas a conversão da matéria-orgânica a outras formas (ácidos). É na segunda etapa que a DBO é removida, com a matéria orgânica (ácidos produzidos na primeira etapa) sendo convertida a metano, gás carbônico e água, principalmente. O carbono é removido do meio líquido pelo fato do metano (CH_4) escapar para a atmosfera.

É fundamental, portanto, que se garanta o adequado equilíbrio entre as duas comunidades de bactérias. Para o adequado desenvolvimento das bactérias metanogênicas, deve-se ter as seguintes condições:

- Ausência de oxigênio dissolvido;
- Temperatura do líquido adequada (acima de 15°C);
- pH adequado (próximo 7.0).

O tempo de retenção baseia-se no tempo necessário para a reprodução das bactérias anaeróbias, variando de 3 a 6 dias; com um tempo de detenção inferior a 3 dias, poderá ocorrer que a taxa de saída das bactérias metanogênicas com o efluente da lagoa (fatores hidráulicos) seja inferior à sua própria taxa de reprodução, a qual é lenta (fatores biológicos). Nestas condições, não seria possível a manutenção de uma população bacteriana estável, reduzindo assim a eficiência da lagoa e um desequilíbrio entre a fase acidogênica e metanogênica.

E com o tempo de detenção superior a 6 dias, a lagoa anaeróbia poderia se comportar como uma lagoa facultativa, tal fator é indesejável, pois a presença de O_2 é

fatal para bactérias metanogênicas.

A profundidade das lagoas anaeróbias é elevada, para garantir a predominância das condições Anaeróbias, evitando que a lagoa trabalhe como facultativa. Valores usualmente adotados encontram-se na faixa de 3 a 5 metros de profundidade.



Figura 9 – Lagoa anaeróbia I
Fonte: Autoria própria



Figura 10 – Lagoa anaeróbia II
Fonte: Autoria própria

3.2.3.2 Lagoa aerada de mistura completa

Lagoa Aerada de Mistura Completa (3ª Lagoa) as lagoas aeradas de mistura completa são essencialmente aeróbias. Os aeradores servem, para garantir a oxigenação do meio, mas também para manter os sólidos em suspensão (biomassa) dispersos no meio líquido. O tempo de retenção típico em uma lagoa aerada de mistura completa é da ordem de 2 a 4 dias.

A qualidade do efluente de uma lagoa aerada de mistura completa não é adequada para lançamento direto, pelo fato de conter elevados teores de sólidos em suspensão.

Por esta razão estas lagoas são seguidas por outras lagoas, onde a sedimentação e estabilização destes sólidos podem ocorrer. Tais lagoas são denominadas lagoas de decantação.

Para as lagoas aeradas de mistura completa podemos assim descrever o processo: o nível de energia introduzido pela aeração cria uma turbulência tal que, além de garantir a oxigenação, permite ainda que todos os sólidos sejam dispersos no meio líquido. A denominação mistura completa é, portanto advinda do alto grau

de energia por unidade de volume, responsável pela total mistura dos constituintes na lagoa.

Entre os sólidos mantidos em suspensão e em mistura completa se incluem, além da matéria orgânica do esgoto bruto, as bactérias (biomassa). Há, em decorrência, uma maior concentração de bactérias no meio líquido, além de um maior contato matéria orgânica bactéria. Com isso a eficiência do sistema aumenta bastante, permitindo a que o volume da lagoa aerada seja bastante reduzido.

Apesar da boa eficiência das lagoas aeradas na remoção da matéria orgânica originalmente presente nos esgotos, a qualidade do efluente não é satisfatória para lançamento direto no corpo receptor. A biomassa é, em última análise, também matéria orgânica, caso lançada no corpo receptor, exerce também uma demanda de oxigênio, causando deterioração da qualidade das águas.

Há necessidade, portanto, de uma unidade a jusante, na qual os sólidos em suspensão (predominantemente biomassa) podem vir a sedimentar. Pode ser usada então, uma lagoa de decantação, onde o efluente de uma lagoa de decantação sairá com teor de sólidos, podendo ser lançado diretamente em corpo receptor.

A profundidade deve ser selecionada de forma a satisfazer os requisitos do sistema de aeração, em termos de mistura e oxigenação, variando de 2,5 a 4,5 metros.

Atualmente a capacidade instalada dos aeradores é de 75 CV.



Figura 11 – Lagoa aerada de mistura completa
Fonte: Autoria própria

3.2.3.3 Lagoa de decantação

Lagoa de Decantação (4^o Lagoa) normalmente são empregadas após lagoas aeradas de mistura completa, recebendo efluente com elevados teores de sólidos em suspensão, onde sedimentam e estabilizam estes sólidos. A capacidade de acúmulo de lodo é relativamente reduzida, implicando na necessidade de uma remoção a cada 1 a 5 anos. O tempo de retenção de uma lagoa de decantação deve ser menor ou igual a 2 dias, para evitar o crescimento de algas. A profundidade adotada deve ser superior a 3 metros, para permitir uma camada aeróbia acima do lodo.



Figura 12 – Lagoa de decantação
Fonte: Autoria própria

3.2.4 Tratamento Terciário

Esta etapa consiste no polimento final do efluente, por meio da adição de produtos químicos, para a remoção, principalmente, de algas e nutrientes; para tanto, utiliza-se o Flotador físico-químico. Com a adição de coagulante orgânico (floculante) e polímero catiônico (coagulante), ocorre a formação de lodo físico-químico, o qual é destinado ao biodigestor para auxiliar na produção de biogás; o efluente tratado é lançado no corpo receptor atendendo os requisitos legais vigentes.



Figura 13 – Flotador físico-químico
Fonte: Autoria própria



Figura 14 – Lodo gerado no flotador
Fonte: Autoria própria

3.3 ESTUDO DE VIABILIDADE DE REUSO

Uma das alternativas que se têm apontado para o enfrentamento do problema da falta de água é o reuso de água, importante instrumento de gestão ambiental do recurso água e detentor de tecnologias já consagradas para sua adequada utilização (MANCUSO e SANTOS, 2003.)

Se considerarmos que 65% de toda água consumida é utilizada pela agricultura, 25% pelas indústrias e que os restantes 10% são encaminhados para diversos fins urbanos, temos uma redução de 10% na fração destinada à irrigação que liberaria água suficiente para, grosseiramente, duplicar o consumo doméstico em âmbito mundial. Por exemplo, técnicas modernas de irrigação poderiam contar com mais suporte governamental, substituindo métodos com mais de cinco mil anos que ainda são empregados em várias regiões do globo. O reuso para fins industriais pode ser visualizado sob diversos aspectos, conforme as possibilidades existentes no contexto interno ou externo às indústrias (MANCUSO e SANTOS, 2003.)

No caso do frigorífico em questão que tem um consumo equivalente à 4.000.000 L/dia é de suma importância que se realize um estudo para verificar possibilidades de reuso na empresa. Pensando neste consumo elevado de água e também neste estudo que elaboramos o presente estudo.

Hoje o abastecimento de água do frigorífico é composto por quatro poços semi-artesianos, água de minas para utilização nas caldeiras e torres de resfriamento e também se compra água da concessionária.

Comparando que hoje a empresa tem somente o custo em relação da água dos poços e da mina com a utilização das bombas de recalque, energia elétrica e manutenção das bombas, e no caso da água da concessionária são pago um valor pré-estabelecido pela concessionária por m³.

O valor pago hoje pelo m³ da água da concessionária esta no seguinte quadro:

Valor da água cobrado pela concessionária	
Volume (m ³)	Valor (R\$)/m ³
Até 10m ³	4,24
Acima de 10m ³	4,78

Quadro 2: Valor cobrado por m³ de água.

Fonte: Fatura concessionária.

Se hoje a empresa os valores do quadro 2 por toda a água utilizada ela teria um custo diário somente com água de R\$21.504,60, se somarmos em dias úteis de trabalho da empresa por mês que equivale a 24 dias/mês teríamos um custo mensal de R\$516.110,40.

Porém hoje está em estudo pelo Instituto das Águas do Paraná a cobrança de outorgas pela água retirada dos lençóis freáticos e também pelo lançamento do efluente tratado em corpo receptor, porém ainda hoje não se tem nada definido em relação de valores e de quando será começado a cobrar por estes usos.

Os volumes de água utilizados nos locais de estudo de água de reuso do presente trabalho estão representados no quadro a seguir:

Locais de reuso de água	Consumo diário em m³
Pocilga e rampa de lavagem de caminhões	130 m ³ /dia
Depósito de resíduos sólidos	20m ³ /dia
Asfalto interno*	Sem uso diário
Jardins da empresa*	Sem uso diário
*locais que dependem das condições climáticas	

Quadro 3: Pontos de reuso de água e consumo diário.

Fonte: autoria própria.

Se reutilizarem uma média diária de 150m³ seria possível economizar por dia o valor de R\$ 717,00, o que daria uma economia mensal de R\$17.208,00.

E como a empresa tem capacidade e vontade de ampliar o sistema de reaproveitamento de efluente tratado a economia iria aumentar significativamente.

Sabendo que o presente trabalho foi implementado pela empresa e está dando um bom retorno financeiro para mesma, é possível realizar estudos em outros locais da empresa para a reutilização de água, seja do efluente já tratado, quanto em locais que se é possível reutilizar a água residuária nos próprios setores geradores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visando este grande consumo de água dos frigoríficos, se faz a procura de métodos de minimização do consumo e o possível reuso de água em seus processos de produção. Por este motivo se faz necessário o estudo de formas de reaproveitar, reutilizar ou reciclar a água residuária resultante do processo produtivo.

4.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES

Baseado nos resultados de análises realizadas no próprio laboratório da empresa em estudo obteve-se os resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados dos laudos de análises do efluente tratado
FLOTADOR

Data	Temperatura (°C)	pH (unidade de pH)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	SST (mg/L)	OG (mg/L)	MS (ml/L)
01/05/2013	26,4	7,91	124	41,3	38	2,2	<0,1
06/06/2013	23,1	8,28	114,8	21,7	38	9,2	<0,1
05/07/2013	24,8	8,15	73,53	18,2	24	4,4	<0,1
01/08/2013	24,2	7,85	104,1	20	36	1,6	<0,1

Fonte: Laboratório da empresa em estudo

De acordo com os resultados obtidos é possível analisar que o efluente pode ser utilizado nas áreas citadas anteriormente, pois se percebe que o pH encontra-se dentro dos padrões estabelecidos na portaria 2914/2011.

As análises de DQO, DBO, SST, OG e MS estão dentro dos padrões de lançamento em corpo receptor de acordo com Instituto Ambiental do Paraná. Porém hoje no Brasil como na maioria dos países, não existem padrões para reuso de água que são reconhecidos pelo Ministério de Meio Ambiente ou por qualquer órgão internacional. De acordo com RODRIGUES (2005) para a determinação de padrões de reuso se fazem necessários os seguintes pontos:

- Conhecimentos dos riscos associados às práticas;
- O tratamento de efluentes, bem como sua eficiência e segurança;

- A disponibilidade e características dos efluentes;
- Experiência na promoção do reuso, que fornece subsídios para estudos epidemiológicos;
- Valores culturais;
- Condições ambientais;
- Condições econômicas e tecnológicas, entre outras.

Em comparação aos padrões apresentados da Tabela 1 e laudos de análise feitas em laboratório da empresa em estudo mostraram que em comparação com a água de reuso de classe 1 somente o parâmetro de pH está dentro do recomendado, os demais estão com valores um pouco acima do recomendado.

No reuso de água de classe 2 a empresa utilizaria o efluente tratado apenas para controle de poeira e retiradas de sujeiras do asfalto interno, o que é feito quando o clima da região encontra-se muito seco ou após grandes precipitações. Em comparação dos padrões apresentados na Tabela 2 com os resultados obtidos em análise do efluente tratado percebe-se que os parâmetros de pH e DBO atenderam ao padrões desta classe de reuso já DQO, O.G, MS e SST ficaram acima do recomendado.

O efluente analisado apresentou parâmetros fora dos padrões, não se é recomendada a utilização para reuso de água do tipo classe 3. Acredita-se que estes valores de concentração apresentados na tabela 3 são pra sistemas de irrigação contínuo, como no caso da empresa em estudo o efluente tratado só seria utilizado em caso de seca prolongada.

Nas águas de reuso classe 4, não foram realizados trabalho de pesquisa em relação de águas de reuso em torres de resfriamento e caldeiras, por se tratar de equipamentos de alto risco e apresentarem problemas com incrustações e entupimento de tubos o que poderia ocasionar graves danos ao equipamento e seus operadores.

4.2 PONTOS DE REUSO DE ÁGUA

Tendo estes dados em mãos foi elaborado um estudo da viabilidade de reuso do efluente tratado em pontos onde não se exige o uso de água potável em seus processos, tais como:

- Rampa de lavagem de caminhões;
- Pocilga;
- Depósito de resíduos sólidos;
- Lavagem de asfalto interno;
- Rega de jardins.

O reuso de efluente será empregado neste frigorífico para lavagem dos caminhões porcadeiros após descarga dos animais em três rampas próprias para lavagem dos mesmos, bem como nas pocilgas onde os suínos ficam em uma dieta hídrica de até 6 horas gerando assim grande quantidade de dejetos, o volume de água utilizado nestes locais é de aproximadamente $130 \text{ m}^3 \cdot \text{dia}^{-1}$.

No depósito de resíduos sólidos o reuso de efluentes será empregado na lavagem de plásticos e na lavagem dos pisos do depósito, o consumo atual de água neste local é de aproximadamente $20 \text{ m}^3 \cdot \text{dia}^{-1}$.

Na lavagem do asfalto interno somente é necessário em períodos após grande precipitação, pois como a empresa vive em constantes obras de ampliação há um grande tráfego de máquinas pesadas e isso faz com que os asfaltos fiquem por muitas vezes com sujeiras indevidas, e por isto é necessária a lavagem do mesmo. Não foi possível quantificar o volume de água utilizada neste trabalho.

Em regas de jardins somente é utilizada água quando há um período de grande estiagem, sendo necessário assim regar os mesmos, pois influenciam na imagem da empresa, sendo que há um grande fluxo de pessoas na empresa, tanto colaboradores quanto visitantes e terceiros.

4.3 PONTOS DE MELHORIA

Percebe-se através dos resultados das análises que é necessário melhorar a qualidade da água tratada para reuso, para isso se faz necessário melhorar o sistema de tratamento de efluentes da empresa, o que poderia acarretar em investimentos de valor razoável para empresa, porém a mesma com certeza iria ter um economia no uso de água potável, e em pouco tempo a economia do valor pago a concessionária pela uso da água, pagaria o valor investido no sistema de tratamento de efluente.

Existem vários tipos de sistemas que podem ser alocados na empresa para melhoria da qualidade do efluente tratado, entre eles pode-se listar alguns.

- Adsorção em carvão ativado;
- Tecnologias de membranas (osmose reversa, nanofiltração, ultrafiltração, microfiltração);
- Tratamento eletroquímico;
- Troca iônica;
- Oxidação.

São sistemas que auxiliariam o sistema atual já implantado na empresa, porém para instalá-los se faz necessário dimensionamento e analisar qual traria resultados mais satisfatórios para empresa, podendo ser realizados testes em bancadas com empresas que fornecem estes sistemas.

5 CONCLUSÃO

Com base no trabalho não podemos concluir que é possível realizar o reaproveitamento do efluente tratado na empresa, pois faltaram a análises de alguns parâmetros que não foram realizados neste trabalho de conclusão de curso e alguns do que foram feitas análises ficaram fora dos padrões.

As amostras de efluente apresentaram resultados não tão satisfatórios ficando fora dos padrões para reuso em determinados locais, pois alguns dos parâmetros avaliados estavam acima do recomendado, mesmo em locais onde não se faz necessário o uso de água de boa qualidade.

No caso do frigorífico em estudo o reuso poderá ser empregado em alguns processos onde são consumidas quantidades de água consideráveis e onde o uso de água potável não se faz necessário. Contudo a grande vantagem desse trabalho será preservar a água potável exclusivamente para necessidades como é o caso do consumo humano e produção de alimentos.

Para que o efluente possa ser reaproveitado no processo industrial dependerá de investimentos em melhorias no sistema de tratamento, pois com o atual tratamento só está atendendo aos padrões de lançamento no corpo receptor.

O resultado desse trabalho busca atender as necessidades da empresa em diminuir o consumo de água e implantar um sistema de reuso posterior da mesma, um sistema que seja economicamente viável e sustentável ambientalmente, diminuindo o consumo e reaproveitando sempre que possível tendo assim o grande sucesso do programa.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, M. I. **Nutrient Removal and Sludge Production in the Coagulation Flocculation Process**. Water Research, v. 36, p. 2910-2919. 2002

CHAVES, E. M. B. **A água no planejamento global**. In SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HIDRICOS, 3.,1998, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu - Secretaria de Recursos Hídricos, 1997/1999.

CORAL, E. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. 2002. 282f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CUNOLATINA (2008). **Guia para o estudo da água**. São Paulo. 2002. Disponível em <http://www.cunolatina.com.br/dicas.htm#agua1>. Acessado em 25 de Junho de 2013.

ECKENFELDER, W. W., **Industrial Water pollution Control**, McGraw-Hill, 1989.

FIESP / CIESP. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO / CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, São Paulo. **Conservação e Reuso de Água - Manual de Orientações para o Setor Industrial – V. 1 – 2004**.

FIRJAN , FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Manual de Conservação e Reuso da Água na Indústria**, 28P. 1º edição - Rio de Janeiro, 2006.

FORLANI, J. P. M.; MEDEIROS, M., LÉO, L. F. R. **O potencial de Reuso de Água (efluentes tratados) em um Matadouro-Frigorífico**, Anais do I Simpósio da Engenharia Ambiental – EESC/ USP. (2004).

KRIEGER, E. I. F. **Avaliação do Consumo de Água, racionalização do uso e reuso do efluente líquido de frigorífico de suínas na busca sustentabilidade socioambiental da empresa**. 130 f. Tese (Doutorado de Ciências com ênfase em Ecologia) do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos, **Reúso de Água**. Universidade de São

Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de informações em Saúde Ambiental. 1º edição. Editora Manole. Barueri, SP, 2003

MIERZWA, J.C.; HESPANHOL, I. **Água na indústria: uso racional e reuso**. São Paulo, Oficina dos Textos, 2005.

PASCHOAL, F. M. M.; FILHO, G. T., **Aplicação da tecnologia de eletrofloculação na recuperação do corante índigo blue a partir de efluentes industriais**. Química Nova, v.28, n. 5, p. 766-772, 2005.

PACHECO, J. W. 2006. **Guia Técnico ambiental de Frigoríficos – Industrialização de carnes (bovina e suína)**. São Paulo. CETESB 2006. Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/frigorifico.pdf, consultado em: 20/08/2013

REVISTA FRIMESA, Ano VII – Edição nº 41 – março/abril, 2010.

RODRIGUES, Raquel dos Santos. **As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reuso no Brasil**. 177 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) EPUSP-PHD – São Paulo, 2005.

SENAI, serviço nacional de aprendizagem industrial. **Princípios Básicos de Produção mais Limpa em Matadouros Frigoríficos**. 1ºed. Coord. Paulo Fernando Presser. Porto Alegre: 2003. 58p.

SEVERO, L.S.; DELGADO, N.A. & PEDROZO, E.A. **A emergência de “inovações sustentáveis”: questão de opção e percepção**. In: SIMPOSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 9., 2006, São Paulo. Anais ... São Paulo: FGV, EAESP. 2006

SISTEMA OCEPAR, **Apostila do Curso de Reuso de Água**, Cascavel – PR, 2007.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER WASTEWATER – 20º EDIÇÃO. 1998.

TELLES, D. D ALKMIN; COSTA, R. P. **REÚSO DA ÁGUA conceitos, teorias e práticas**. 2º edição revista, atualizada e ampliada. Editora BLUCHER 2010. FUNDAÇÃO DE APOIO À TECNOLOGIA.

UK. ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY BEST PRACTICE PROGRAMME. **Reducing Water and effluent Costs in Red meat Abattoirs**. Good Practice Guide - GG234, 2000. Disponível em www.envirowise.gov.uk. Acesso em 22/07/2013 as 21:15 horas

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; DEPA – DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; COWI Consulting Engineers and Planners AS, Denmark. cleaner production assessment in meat processing. Paris: UNEP, 2000. Disponível em <http://www.agrifoodforum.net/publications/guide/index.htm>