

Rafael Fleck da Silva

**Diagnóstico ambiental com proposta de melhoria de processos em
um frigorífico do norte do estado do Rio Grande do Sul**

Passo Fundo

2020

Rafael Fleck da Silva

Diagnóstico ambiental com proposta de melhoria de processos em um frigorífico do norte do estado do Rio Grande do Sul

Proposta para Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo.

Orientador: Prof. Dr. Iziquiel Cecchin

Passo Fundo

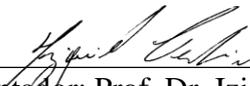
2020

Rafael Fleck da Silva

**Diagnóstico ambiental com proposta de melhoria de processos em
um frigorífico do norte do estado do Rio Grande do Sul**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao curso de
Engenharia Ambiental da
Universidade de Passo Fundo,
como requisito parcial à
obtenção do título de
Engenheiro Ambiental

BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Dr. Iziquiel Cechin
Universidade de Passo Fundo



Prof. Me. Éder Nonnemacher
Universidade de Passo Fundo



Prof. Dr. Cleomar Reginatto
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo

2020

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar esse agradecimento citando em primeiro lugar a minha família, que sempre me manteve perseverante, me dando suporte, incentivo e me apoiando nos momentos em que mais precisei de serenidade e tranquilidade. Sempre os mantive em primeiro lugar, e nos momentos difíceis sempre nos levantamos, unidos. Gostaria de agradecer também a todos os meus amigos, que não citarei nomes para não correr o risco de ser injusto e deixar de citar alguém importante em toda minha caminhada e história, pois cada um me fez ser um pouco do que sou hoje, me cativou de alguma forma única e especial. Não posso deixar de citar o nome do professor Marcelo Hemkemeier, uma grande pessoa e excelente profissional, pois foi a primeira pessoa em que confiou no meu potencial e me oportunizou a inserção no mercado de trabalho voltado a área de engenharia.

Gostaria de agradecer também a banca de avaliação deste trabalho, os professores Cleomar, Éder e Iziquiel, pois além de excelentes docentes sempre foram amigos e muito solícitos quanto as necessidades dos acadêmicos. Ao professor Iziquiel, em especial por ser meu orientador, pela paciência, pelo empenho e todo o conhecimento que me foi repassado, pelo exemplo de profissional que é, por nunca medir esforços para tentar conseguir sempre dar o seu melhor e cativar isso em cada um de seus alunos.

Fleck da Silva, Rafael. **Diagnóstico ambiental com proposta de melhoria de processos em um frigorífico do norte do estado do Rio Grande do Sul**. Ano. 2020 f. (quantidade folhas) Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2020.

RESUMO

As agroindústrias apresentam grande potencial de degradação do meio ambiente, fazendo com que seja necessário o cumprimento de todas as suas responsabilidades perante a lei. Com o aumento da população mundial nos últimos anos, é de extrema importância que sejam tomadas medidas mitigadoras de degradação do meio, porém com uma enorme necessidade de produção em larga escala para abastecimento populacional as fontes de matéria prima se tornam cada vez mais escassas e centralizadas para as grandes empresas, fazendo com que o meio ambiente fique saturado e o poder monopolizado. Perante essa situação, o presente trabalho tem por intuito apresentar uma ferramenta de gestão, oportunizando a aplicação de Produção Mais Limpa dentro de um abatedouro de aves de grande porte do norte do estado do Rio Grande do Sul, tendo como foco os setores de ETE e ETA. Para elaboração do plano será aplicada uma metodologia conhecida como Matriz GUT, que visa apontar as melhorias que tem preferência na realização, em função da multiplicação dos valores de gravidade, tendência e urgência. Serão identificadas as oportunidades de melhoria dentro da empresa e logo após apresentado o plano de ação para posterior aplicação do estudo na planta.

Síntese do texto. Necessariamente deve apresentar o objetivo, os métodos, resultados e as conclusões do trabalho, de maneira direta e clara. Deve ter no máximo 250 palavras.

Palavras-chaves: Produção mais limpa. Abatedouro. Matriz GUT

Fleck da Silva, Rafael. **Environmental diagnosis with proposal to implement a cleaner production program in a refrigerator in the north of the state of Rio Grande do Sul** Ano. 2020 f. Completion of course work (Environmental Engineering) – University of Passo Fundo, Passo Fundo. 2020.

ABSTRACT

Agro-industries have great potential for degrading the environment, making it necessary to fulfill all their responsibilities under the law. With the increase in the world population in recent years, it is extremely important that mitigation measures are taken to degrade the environment, but with an enormous need for large-scale production for population supply, raw material sources become increasingly scarce and centralized. For large companies, making the environment saturated and power monopolized. In view of this situation, the present work aims to present a management tool, enabling the application of Cleaner Production within a large poultry slaughterhouse in the northern state of Rio Grande do Sul, focusing on the ETE and ETA. To prepare the plan, a methodology known as the GUT Matrix will be applied, which aims to point out the improvements that are preferred in the realization, due to the multiplication of the values of severity, tendency and urgency. Improvement opportunities will be identified within the company and soon after the action plan will be presented for further application of the study in the plant

Palavras-chaves: Cleaner production, Slaughterhouse, GUT matrix.

Lista de Quadros

Quadro 1. Legislação ambiental pertinente as agroindústrias	19
Quadro 2. Avaliação de impactos	33
Quadro 3. Exemplo da planilha utilizada no ETE	44
Quadro 4. Custos do tratamento de água.....	56
Quadro 5. Geração de resíduos ETE.....	58
Quadro 6. Oportunidades e matriz GUT ETE	60
Quadro 7. Identificação de oportunidades e matriz GUT - ETA	68
Quadro 8. Matriz de prioridades e oportunidades ETA lodo	69

Lista de Tabelas

Tabela 1. Tabela de parâmetros de efluentes.....	33
Tabela 2. Matriz de priorização GUT.....	42
Tabela 3. Foco de oportunidades	62
Tabela 4. Foco de oportunidades da ETA	69
Tabela 5. Foco de oportunidades ETA/lodo	70

Lista de Figuras

Figura 1. Matriz GUT.....	25
Figura 2. Etapas de execução do diagnóstico ambiental e proposta de aplicação de P+L	27
Figura 3. ETA	28
Figura 4. ETE.....	29
Figura 5. Condicionantes de licença	32
Figura 7. Medidor ultrassônicos instalado	36
Figura 8. Jar test.....	40
Figura 9. Balde de polímero com marca indicativa de dosagem	41
Figura 11. Redução de fósforo no efluente final após início de operação com Cal virgem	44
Figura 12. pH médio horário na ETE	45
Figura 13. Tendência de horários mais elevados de pH.....	46
Figura 14. Dosagem de sacos de cal/hora	47
Figura 15. Dosagem de cal/horário e em Kg	48
Figura 16. Concentração de fósforo média durante a semana.....	49
Figura 17. Concentração de fósforo média da saída do flotador e seu respectivo desvio padrão	51
Figura 18. Dados de consumo de água no frigorífico e vazão de efluentes tratados.....	52
Figura 19. Porcentagem de perda de água dentro da indústria.....	53
Figura 20. Perdas no sistema desde o tratamento de água até o lançamento no recurso hídrico	54
Figura 21. Valor gasto com tratamento de água no mês.....	55
Figura 22. Valor estimado de perdas mensais com o tratamento de água	55
Figura 23. Desperdício de água	57
Figura 24. Total de desperdício.....	57
Figura 26. Efluente sem qualidade de tratamento nos flotadores em função de falha na bomba	63
Figura 27. Tanque de acúmulo de lodo.....	65
Figura 28. Tanque de acúmulo 2 com presença de efluente bruto	66
Figura 29. Presença de sangue no efluente bruto	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Agroindústrias	15
2.2. Meio Ambiente	16
2.3 Início da preocupação ambiental	17
2.4 Desenvolvimento sustentável	18
2.5 Legislação Vigente	19
2.6 Produção mais limpa	22
2.6.1 Planilha de avaliação de impactos	23
2.6.2 Matriz de priorização GUT	24
2.7 Oportunidade de aplicação de P+L	25
2.8 Aplicação da produção mais limpa em frigoríficos	25
2. MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 Escolha dos setores	27
3.2 Etapa 1 – Diagnóstico ambiental e identificação das oportunidades	29
3.3 Etapa 2 – Proposta de melhoria	30
3.4 Etapa 3 – Estimativa de ganho	30
3.5. Apresentação dos dados	30
4. identificação de oportunidades	32
5.1 Diagnóstico dos Impactos Ambientais	32
5.2 Planilha de avaliação de impactos	33
5.3 Indicadores	34
5.3.1 Consumo de água	34

5.3.2	Geração de efluentes	34
5.3.4	Tratamento físico químico de efluentes	36
5.3.3	Geração de resíduos sólidos	38
5.3.4	Consumo de insumos	39
5.4	Matriz de priorização GUT	41
5.	resultados e discussões	43
6.1.	Diagnóstico ambiental dos setores	43
6.2.	Diagnóstico ambiental ETE	43
6.2.1.	Utilização da Cal virgem para remoção de fósforo na ETE	43
6.2.2.	Monitoramento de fósforo no sistema de tratamento de efluentes	48
6.3.	Diagnóstico ambiental ETA/ETA lodo	51
6.4.	Geração de resíduos	58
6.5	Matriz GUT aplicada a ETE	59
6.6.	Matriz GUT aplicada a ETA	67
6.7.	Matriz GUT ETA de lodo	69
7.	Conclusão	73
8.	REFERÊNCIAS	75

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por tecnologias que tragam excelência entre o capital financeiro, meio ambiente e meio social, faz com as empresas busquem cada vez mais opções para estarem em equilíbrio em todos os setores, desde a produção na fonte, transformação da matéria prima até a sua destinação final.

Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas, 2019) a perspectiva de aumento da população mundial é de até 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos, sendo assim existe a necessidade de aumentar a produção de alimentos no mundo, para suprir a necessidade de consumo global.

O aumento da produtividade irá gerar uma necessidade de reusar, reciclar e otimizar os processos industriais, fazendo com que ao invés de dispor ou lançar os insumos, eles retornem ao processo produtivo e se tornem disponíveis para reprocessamento ou reaproveitamento.

Além das condicionantes nacionais, estaduais e municipais, algumas empresas, principalmente de exportação e importação, estabelecem alguns critérios mínimos de atendimentos internos dentro de suas filiais, de fornecedores e compradores, fazendo com que busquem assim, cada vez mais a minimização dos impactos nos meios de produção, causando um menor impacto ao meio ambiente.

A maioria das preocupações ambientais pode ser relacionada com aspectos econômicos, uma vez que a redução no consumo de materiais e de energia está diretamente ligada aos benefícios financeiros, além das melhorias ambientais (MEINDERS; MEUFFELS, 2001).

O desafio passa a ser a maneira de encontrar medidas de gestão que possibilitem o crescimento econômico sem prejudicar a disponibilidade de recursos para as gerações futuras delineando, desta forma, os conceitos de sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável (SANTOS, 2006; BERTÉ, 2009).

O presente trabalho visa apresentar um diagnóstico ambiental e uma das ferramentas de baixo custo, o sistema de Produção Mais Limpa (P+L), que busca atender determinados setores de um frigorífico avícola de grande porte do norte do estado do Rio Grande do Sul. O P+L traz ferramentas, que são na sua maioria, simples, porém eficazes que olham diretamente para a necessidade interna da empresa.

A implantação de oportunidades de Produção mais Limpa para este setor, deve ser abordada integrando quesitos legais, para atender a legislação vigente, e tecnologias mais limpas para que se atinjam os objetivos múltiplos do empreendimento (KUBOTA e ROSA, 2013).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

- Realizar o diagnóstico ambiental e propor a implementação de um programa de produção mais limpa em um frigorífico de grande porte do norte do estado do Rio Grande do Sul.
-

1.1.2 Objetivos específicos

- Mapear os pontos de geração de efluentes;
- Obter dados de consumo de água dentro dos setores da indústria;
- Identificar os pontos de melhoria dentro do setor de ETE e ETA;
- Apresentar soluções para os pontos de melhoria identificados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Agroindústrias

As agroindústrias são responsáveis pela geração de renda em muitos locais do globo, e as responsáveis pelo processamento de carnes e ramo alimentício se fazem extremamente necessárias para a produção e abastecimento de alimentos com altos teores de proteína no mundo. Muitas acabam sendo conhecidas por apresentar um alto potencial poluidor, mudando a características dos meios onde estão inseridas. Segundo CRUZ, F.P.; ARAÚJO, W.E.L, 2015 essa atividade é caracterizada pelo seu potencial poluidor considerável, em função da grande demanda de recursos naturais utilizados na produção e processamento, e sua elevada geração de resíduos e efluentes.

O Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) buscou minimizar os impactos causados por empresas que utilizem e usufruam de recursos naturais no seu funcionamento, fazendo com que todo empreendimento e atividade que possua tal demanda seja licenciada, afim de garantir a qualidade do meio ambiente, através da CONSEMA 372/2018.

Quando se trata de uma agroindústria de processamento de carnes, no ramo da avicultura, existe uma necessidade de otimização em todos os setores, desde a criação do animal e manutenção genética da ave destinada ao corte, até a tratamento final do produto e seus subprodutos, ocasionando na geração de efluentes e resíduos sólidos. Sendo assim, se faz necessário um monitoramento contínuo das matrizes genéticas, alimentação balanceada desde os primeiros dias de vida das aves, monitoramento do crescimento, logística para transporte, recepção e armazenamento temporário das aves até antes do abate e seu destino final. No processo de abate, existe uma grande demanda de recursos naturais, como água para higienização do produto, lavagem dos locais de trabalho e escaldagem das aves, consumo energético para manutenção dos sistemas de passagem entre setores e do maquinário necessário e variados insumos para conservação e embalagem dos produtos finais. Os produtos, após expedidos, são comercializados por mercados externos diversos do país e também boa parte é exportada. Já os subprodutos, como sangue, medula e restos orgânicos do processo produtivo, servem como matéria prima para formulação de medicamentos e fabricação de farinha para ração (DJEKIC et al., 2015).

Com o aumento da população percebe-se maior degradação ambiental, escassez de recursos hídricos de qualidade e conflitos de interesses entre indústria, órgãos públicos, população e até países com interesses divergentes (BUENO, 2019). Logo, a correta utilização da água passou a ser alvo de preocupação e discussão, e hoje é considerado um fator competitivo no mercado e internacional (TELLES; COSTA, 2010); (WESCHENFELDER, 2014). As indústrias têm grande representatividade no consumo de água no cenário mundial, sendo 25% destinado para tal, ocupando o segundo lugar como setor que demanda mais água depois da agricultura (BUENO, 2019). Os meios para redução do consumo de água dentro das agroindústrias são variados, e várias estratégias podem ser traçadas ao longo processo produtivo, como mudança de maquinário, substituição de tubulação ou de operação interna. Além disso, para obtenção de bons resultados são necessárias políticas que harmonizem com o conceito de economia circular que vem ao encontro da sustentabilidade (HENS et al, 2017). A implementação de medidas de Produção mais Limpa já foram estudadas e aplicadas em diversas Unidades Produtivas, como resultado percebe-se a redução de custos nos empreendimentos, maior segurança para os colaboradores e atendimento à legislação ambiental (DJEKIC e TOMASEVIC, 2016); (WESCHENFELDER, 2014); (MALDANER, TL, 2008).

2.2. Meio Ambiente

Pós Segunda revolução industrial, o mundo começou a experimentar novas maneiras de realizar determinadas tarefas, sentindo o efeito da modernização dos processos industriais, onde as máquinas começavam a tomar o lugar de homens e mulheres nos setores fabris. Segundo Pires, 2011, é inegável que a industrialização melhorou significativamente a vida dos seres humanos, mas provocou igualmente efeitos desastrosos, que agora ameaçam aqueles que ela própria procurou beneficiar. As consequências negativas não são somente fruto da própria ciência e tecnologia, mas também da falta de uma cultura mais sistêmica do ambiente e de um igualitarismo em relação a todos os seres vivos.

O aumento da demanda da produção e do consumo, trouxe uma dualidade entre o que era realmente necessário para o ser humano e quais os impactos provocados na natureza eram realmente essenciais. Por mais que seja intrínseco que o ser humano necessita da natureza, e para fazer seu uso, necessita de fato impacta-la, surgiu uma grande indeterminação circundando o quanto que realmente seria necessário impactar um dos bens mais preciosos e necessários

para existência da vida humana, para suprir a necessidade do ser humano de obter determinadas facilidades, por vezes passageiras. Com a rápida expansão das empresas de consumo, impulsionadas por novas tecnologias, cada vez mais o ser humano se acomoda, e faz-se entender de que de fato seja necessário uma destruição sistemática dos meios naturais, baseado na retórica ideia de que é mais cômodo produzir facilidades do que preservar e ter que se remeter aos tempos longínquos, onde se era necessário construir suas próprias ferramentas, casas e alimentos. Parece indispensável uma mutação cultural que supere a visão reducionista e alcance um enfoque mais global da natureza. Trata-se da passagem de um reducionismo científico metodológico que fragmenta a natureza para conhecê-la a uma cultura sistêmica que compreende as inter-relações presentes no ambiente (JUNGES, 2004).

Reduzir os impactos ao meio ambiente, bem como fazer um uso racional da matéria prima e dos subprodutos é uma opção extremamente viável e necessária para os empreendimentos.

2.3 Início da preocupação ambiental

Antes do estabelecimento de leis ambientais, o ar, a água e o solo eram tratados como propriedades livres, disponíveis para receber resíduos. Isso não causava problemas quando a população era esparsa e os produtos industrializados eram poucos, comparados aos índices atuais (BUCHHOLZ, 1998).

A partir do momento que o meio ambiente passou a dar sinais de que não era capaz de absorver a carga de poluentes lançada, as indústrias foram forçadas a respeitar medidas de redução de impacto, por meio de força de lei ou mecanismos regulatórios, incluindo, assim, o impacto ambiental na visão de custos de operação e produção. Como reação, algumas empresas potencialmente poluidoras passaram a adotar estratégias paliativas como a de diluição de resíduos como forma de mascarar os impactos ambientais de suas atividades. Na prática isto se verificava através do uso de chaminés mais altas e de tubulações mais compridas (SANTOS, 2005).

Resultado de todo esse acúmulo de contaminação, hoje, a quase 100 anos desde a segunda revolução industrial, ainda temos empresas que adotam medidas ineficazes contra a

contaminação e poluição dos recursos naturais, como se os recursos fossem infinitos e o consumo desenfreado fosse necessário e justificado

2.4 Desenvolvimento sustentável

O conceito de desenvolvimento sustentável começou a ser abordado pela ONU no ano de 1985, onde ela conferiu o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) a tarefa de enquadrar as questões ambientais de todo o globo. Esse programa foi o criador do WCED (Comissão Mundial sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente), presidida pela primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. Em outubro de 1987, a WCED apresentou à ONU o Relatório Brundtland, uma síntese dos problemas ambientais da atualidade e um repertório de estratégias sugeridas para o seu equacionamento (SOARES, 2003).

Em 1992 no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD, UNCED em inglês) colocou em pauta um novo modelo de desenvolvimento para o século 21, sendo um marco internacional com vistas ao estabelecimento de estratégias para o desenvolvimento sustentável.

Algumas ações são realizadas em empresas para a melhoria dos seus sistemas, porém o que gera grande estagnação da expansão dos programas de desenvolvimento sustentável, são as políticas públicas e de incentivo, que se tornam inviáveis financeiramente, e também não dão suporte para o tomador da decisão. De forma a suplantar esta dificuldade, a indústria tem adotado princípios normativos, que geralmente levam a resultados positivos, apesar de não garantirem a ausência de problemas e desvantagens (SANTOS, 2005).

Um ponto que fortalece esse discurso de frenagem nos investimento ambientais, foi citado no Relatório sobre Produção mais Limpa e Consumo Sustentável na América Latina e Caribe (2004), desenvolvido pela CETESB, onde salienta-se que a grave situação social, econômica e política em que se encontravam nos últimos anos, a maioria dos países da AL&C (América Latina e Caribe) dificultaram investimentos para a promoção do desenvolvimento sustentável, bem como, a disponibilização de recursos humanos e financeiros, dos governos, para a área ambiental.

Hoje em dia se fala muito no limite de abastecimento do planeta as necessidades humanas, inclusive todo ano existe o dia de saturação de recursos naturais, onde é previsto que

até determinada data do ano, o planeta terra não consegue mais sustentar o consumo da humanidade moderna. Compreender o significado desses limites, e como retroceder as tendências atuais para voltar a operar dentro de limites seguros, exigirá contínuo aperfeiçoamento das ferramentas de análise, com base nas lições do passado e o desenvolvimento de soluções sustentáveis para os desafios ambientais, como a dissociação entre o uso de recursos e impactos ambientais do crescimento econômico (UNEP, 2010).

Segundo Pires 2011, uma série de abordagens normativas têm surgido e evoluído ao longo da última década do século passado, como os princípios de engenharia reversa, prevenção à poluição, gerenciamento para a qualidade total, ecologia industrial, entre outros, que fornecem diretrizes sistemáticas para a melhoria da performance ambiental de novos produtos e processos. Esta evolução foi acompanhada de perto pelo desenvolvimento de abordagens analíticas para a avaliação da performance ambiental de produtos e processos, dentre as quais a mais notória é a avaliação de ciclo de vida (FIKSEL, 2002).

2.5 Legislação Vigente

Os empreendimentos definidos como potenciais poluidores estão sujeitos a passarem por licenciamento ambiental. Sendo assim, existem algumas legislações que serão apresentadas no QUADRO 1.

Quadro 1. Legislação ambiental pertinente as agroindústrias

Lei genérica	Área	Resumo
Lei Federal nº7.889/89	Geral	Estabelece a responsabilidade de cada órgão governamental na fiscalização do abate de animais baseado no tipo de comercialização
Lei Federal nº 6.938, de 02 de setembro de 1981	Geral	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e outras providências
Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Geral	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e

		atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
Lei Federal nº 6.938/1981	Recursos hídricos	Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A lei foi criada com intuito de dar ênfase ao uso sustentável e equilibrado dos recursos hídricos.
Resolução CONAMA nº 357/2005 e CONAMA 430/2011	Recursos hídricos	Faz a classificação dos corpos hídricos e define diretrizes para sua aplicação, realiza o estabelecimento de condições adequadas para o lançamento de efluentes oriundos de atividades industriais em corpos hídricos.
CONSEMA 355/2017	Recursos hídricos	Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul.
Resolução nº54/2005 - Conselho Nacional de Recursos Hídricos	Recursos hídricos	Tem como finalidade definir modalidades, diretrizes e critérios para o reuso direto não potável da água. Define a prática de reuso como de conservação dos recursos hídricos, contribui assim para a redução das descargas de efluentes em corpos receptores e com a proteção do meio ambiente e saúde pública.
Resolução CONSEMA nº 419 de 2020	Recursos hídricos	Estabelece critérios e procedimentos para a utilização de água de reuso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais no Estado do Rio Grande do Sul
Lei Estadual nº 9.493, de 07 de janeiro de 1992	Resíduos sólidos	Considera, no estado do Rio Grande do Sul, a coleta seletiva e a reciclagem do lixo como atividades ecológicas, de relevância social e de interesse público

Lei Estadual nº 11.019, de 24 de setembro de 1997	Resíduos sólidos	Dispõe sobre o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados no Estado do Rio Grande do Sul.
Lei Estadual nº 14.528, de 16 de abril de 2014	Resíduos sólidos	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos do RS e dá outras providências
Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010	Resíduos sólidos	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos
Lei Estadual nº 9.921, de 27 de julho de 1993	Resíduos sólidos	Em seu artigo 3º diz “Os sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos terão como instrumentos básicos planos e projetos específicos de coleta, transporte, tratamento, processamento e destinação final a serem licenciados pelo órgão ambiental do Estado, tendo como metas a redução da quantidade de resíduos gerados e o perfeito controle de possíveis efeitos ambientais”
Resolução CONAMA nº 313/2002	Resíduos sólidos	Dispõe sobre a geração de resíduos nas atividades industriais
NR-25	Resíduos sólidos	Discorre sobre os resíduos Industriais
Resolução CONAMA 275/2005	Resíduos sólidos	No artigo 4º diz “Os sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de qualquer natureza terão como instrumentos básicos planos e projetos específicos de coleta, transporte, tratamento, processamento e destinação final, a serem licenciados pela FEPAM, tendo como metas a redução da quantidade de resíduos gerados e o perfeito controle de possíveis efeitos ambientais

Resolução CONAMA n° 257, de 22 de julho de 1999	Resíduos sólidos	Dispõe sobre o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado de pilhas e baterias usadas, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final
Portaria FEPAM n° 016, de 20 de abril de 2010	Resíduos sólidos	Dispõe sobre o controle da disposição final de resíduos classe I com características de inflamabilidade no solo, em sistemas de destinação final de resíduos denominados “aterro de resíduos classe I” e “central de recebimento e destinação de resíduos classe I”, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul.
Resolução CONAMA n° 275, de 19 de junho de 2001	Resíduos sólidos	Estabelece código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.
Norma ABNT - NBR 10.004:2004	Resíduos sólidos	Classificação de resíduos
Norma ABNT - NBR 11.174:1990	Resíduos sólidos	Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e III – inertes
PORTARIA FEPAM 33/2018	Resíduos sólidos	Versa sobre a obrigatoriedade de emissão da MTR.

Fonte: Autor, 2020

2.6 Produção mais limpa

Segundo o Relatório sobre Produção mais Limpa e Consumo Sustentável na América Latina e Caribe (2004), o conceito de Produção Mais Limpa (P+L) foi definido pelo PNUMA, no início da década de 1990, como sendo a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente. Esse conceito aplica-se as seguintes áreas:

- processos produtivos: inclui conservação de recursos naturais e

energia, eliminação de matérias-primas tóxicas e redução da quantidade e da toxicidade dos resíduos e emissões;

- produtos: envolve a redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida de um produto, desde a extração de matérias-primas até a sua disposição final, e
- serviços: estratégia para incorporação de considerações ambientais no planejamento e entrega dos serviços.

Algumas formas de expansão do tema têm sido abordadas em países emergentes, onde os governos propõem trocas de informações e a integração de países ou, até mesmo a Inter regionalização da informação dentro dos limites do próprio país. Até o ano de 2004, foram feitos 6 eventos a nível sul-americano. Foram eles:

- Seminários Internacionais de P+L, (Colômbia, 1996 e 1998);
- Workshop PNUD/PNUMA sobre Centros de P+L no Mercosul, (Brasil, 1998);
- Primeira Conferência das Américas sobre P+L, (Brasil, 1998);
- Seminário Internacional sobre P+L, (Chile, 1998);
- Segunda Conferência das Américas sobre P+L, (Colômbia, 1999);

A P+L é uma ferramenta de grande relevância para as empresas dos mais variados ramos. Impacta, de modo significativo, não apenas nas operações de gerenciamento, mas também no planejamento estratégico dos processos produtivos (ZHOU et al., 2012 citado por Bueno, 2019). Quando se trata da aplicação de um sistema de produção mais limpa em um abatedouro de aves, este se torna subsidiado pela necessidade de adaptações que demandam a modernização constante do seu sistema de produção. Muitos empreendimentos que fazem uso de tecnologias antigas e ineficientes, desatualizadas, que não obtiveram informações sobre novas tecnologias verdes e que dependem de uma infraestrutura antiga são os que mais contribuem para a geração de impactos ambientais (LIU, 2014).

2.6.1 Planilha de avaliação de impactos

Para elaboração da planilha de avaliação de impactos, será utilizada a Resolução CONAMA/ 01/86, onde é possível classificar o impacto em função da sua natureza, incidência, capacidade de reversibilidade e abrangência.

De acordo com definições de SÁNCHEZ, 2013 se caracterizam da seguinte maneira:

- a) Natureza do impacto: Corresponde à classificação da natureza dos impactos, isto é, positivo ou negativo em relação aos componentes ambientais atingidos.
- b) Incidência do impacto: Diferencia impactos diretos, decorrentes de ações do empreendimento, dos impactos indiretos, decorrentes do somatório de interferências geradas por um ou mais impactos, estabelecidos direta ou indiretamente pelo empreendimento.
- c) Reversibilidade: Verifica se o impacto é reversível, se o fator alterado pode voltar a ter as condições iniciais, ou irreversíveis, podendo ser compensado, mas não mitigado ou evitado.
- d) Abrangência: Avalia se os efeitos foram em escala local ou regional. Considera-se como efeito local aquele que atinge, no máximo, a área diretamente afetada pelo empreendimento e, como regional, aquele que afeta áreas mais amplas.
- e)

2.6.2 Matriz de priorização GUT

A matriz de priorização, conhecida como Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) é uma ferramenta onde se apresenta as ações que necessitam ser tratadas com prioridade na resolução de problemas (BUENO, 2019). São levantadas as ações pertinentes, identificadas junto a planilha de avaliação e logo após atribuído valores conforme a necessidade de cada ação. Ela é nomeada em função da característica de soma de seus atributos, sendo representados na FIGURA 1.

Figura 1. Matriz GUT.



Fonte: Autor, 2020

2.7 Oportunidade de aplicação de P+L

Para realizar o levantamento da viabilidade de aplicação de P+L, é necessário identificar as oportunidades de aplicação. Esse estudo de viabilidade vai demonstrar todas as informações referentes a realização ou não da técnica, como os investimentos, retorno, podendo este ser financeiro ou para adequação de não conformidades legais ou de auditorias, as consequências das alterações, podendo está ser favorável ou indesejável.

Para justificar algumas mudanças nos processos ou compra de materiais, é necessário apresentar um *payback* demonstrando a sua viabilidade econômica ou não. O *payback* se caracteriza como período de tempo de retorno do investimento inicial (BRITO, 2012). Logo, quanto menor o tempo para o retorno do *payback* menor será o risco e maior a liquidez do projeto.

2.8 Aplicação da produção mais limpa em frigoríficos

Segundo Schueeroff, 2013, as estratégias de Produção mais Limpa com maior significância em relação aos impactos causados por abatedouros estão relacionados ao consumo de água e volume de efluente gerado, esses seguidos de resíduos sólidos. Diz ainda que a principal estratégia de Produção mais Limpa (P+L) refere-se à coleta e separação de todo

material orgânico secundário, gerado ao longo do processo produtivo, de forma a evitar a junção com os efluentes líquidos gerados na atividade, aproveitando-os de maneira adequada e diminuindo o uso de novos insumos e recursos (CETESB, 2008).

As medidas de Produção mais Limpa trazem vários benefícios, sejam eles econômicos ou que proporcionem melhorias no desempenho ambiental. Quando se trata de indústrias do setor de alimentos as medidas adotadas não podem comprometer a segurança alimentar dos produtos oferecidos pela empresa. As medidas que forem tomadas devem ser discutidas com as autoridades sanitárias responsáveis pela fiscalização (CETESB, 2008).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo (CEBDS, 2011), a técnica de P+L é dividida em 18 etapas, porém o programa não será aplicado em sua literalidade, pois o intuito é realizar o diagnóstico dos setores e demonstrar as oportunidades de aplicação e melhorias, apresentar os possíveis resultados esperados e as vantagens da aplicação do sistema.

A FIGURA 2 demonstra as etapas dos processos que serão realizados.

Figura 2. Etapas de execução do diagnóstico ambiental e proposta de aplicação de P+L



Fonte: Autor, 2020

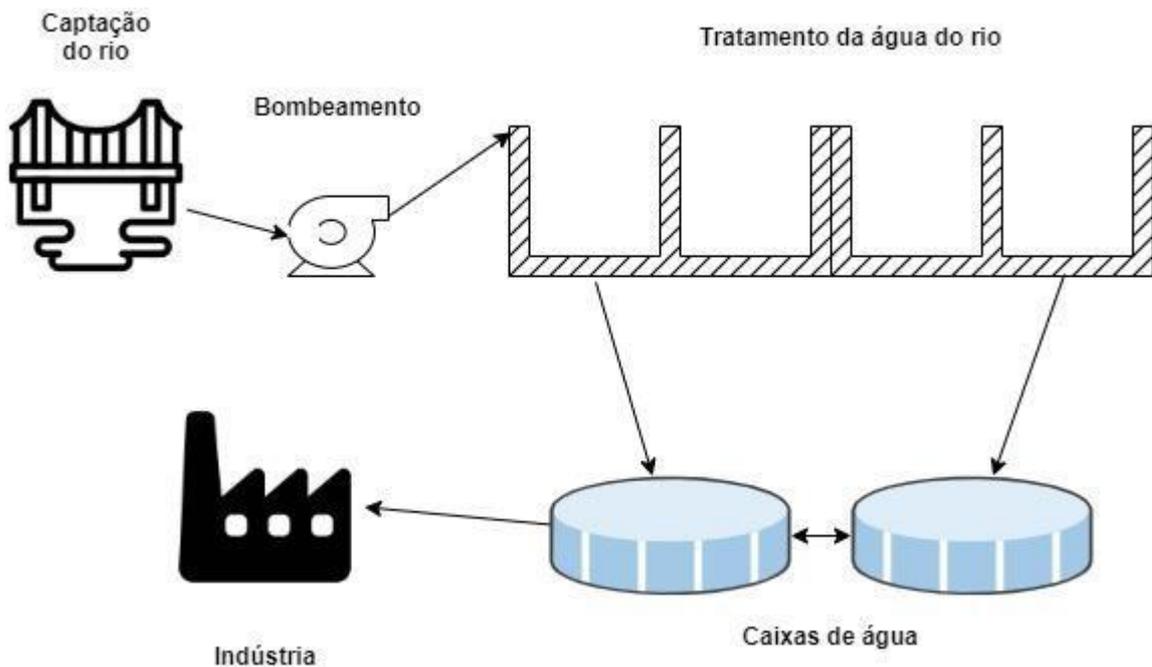
3.1 Escolha dos setores

O estudo foi desenvolvido em uma agroindústria de grande porte atuante no setor de abate de aves, industrialização, distribuição e comercialização dos produtos. A área de estudo deste trabalho delimita-se à avaliação e ao diagnóstico ambiental da ETE, ETA e ETA de tratamento de lodo, tendo como prioridade apresentar oportunidades preferenciais, justificada pela linha de produção ser complexa e ter grande dimensão.

Os setores foram escolhidos em função da necessidade da empresa. Como a empresa possui um sistema de tratamento próprio de água, o setor de ETA se torna parte fundamental para que a indústria se mantenha em pleno funcionamento, tendo que atender aos parâmetros legislativos, como a Portaria nº 2.914/2011 e de qualidade interna para potabilidade de água.

Para tal, é necessário que seja feito um estudo de demanda de toda a fábrica, identificando os setores críticos e os que mais usam água nos seus processos, sendo assim possível identificar pontos de melhoria. O fluxograma da ETA segue na FIGURA 3.

Figura 3. Fluxograma da Estação de Tratamento de Água (ETA)

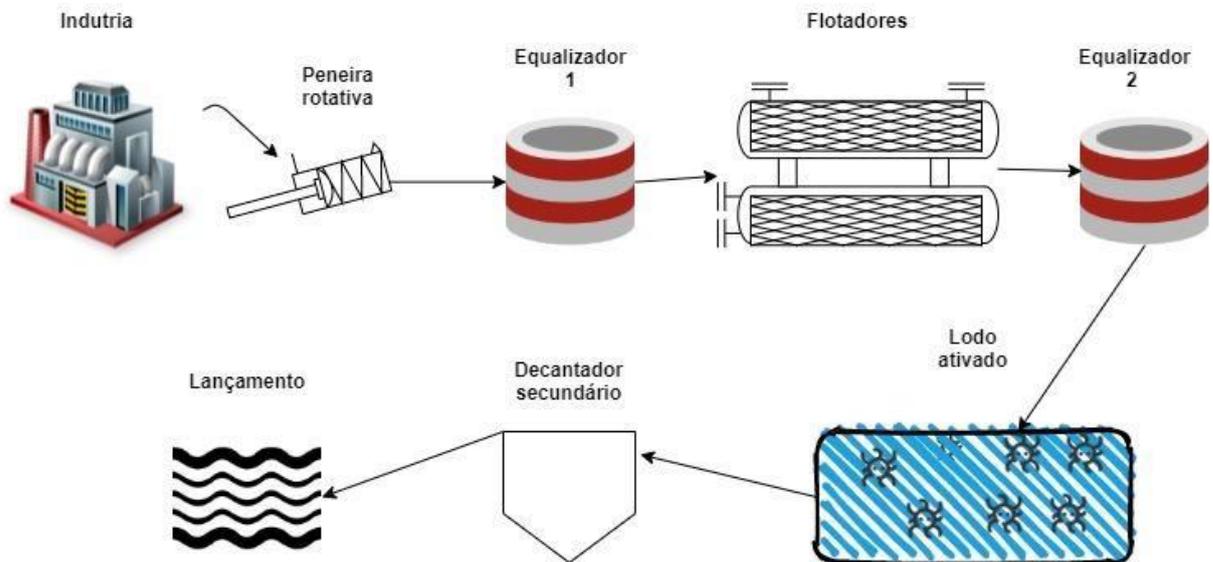


Fonte: Autor, 2020

A empresa possui um setor de tratamento do lodo oriundo do tratamento da ETA, onde se processa o lodo em uma prensa desaguadora e o resíduo gerado é destinado para compostagem externa. A água separada desse lodo é reutilizada na ETA, fazendo com que ela se torne disponível a reprocessamento e utilização interna. O setor possui deficiência no sistema de tratamento do lodo, sendo necessária a realização de melhorias.

Como em grande parte das agroindústrias, a maior parte da água e de produtos utilizados na confecção do produto final, acabam sendo destinados até as estações de tratamento de efluentes, as ETE's. O sistema de tratamento possui 4 tipos de tratamento, conforme segue a FIGURA 4.

Figura 4. Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)



Fonte: Autor, 2020

A avaliação dos aspectos e impactos ambientais será realizada a partir de análises das atividades, produtos e serviços existentes nos setores, em função de suas entradas, como: materiais, recursos e matéria prima, como também de suas saídas, que são: geração de lodo, qualidade do tratamento, atendimento as especificações internas e externas e resíduos variados. Além disso, será realizado o acompanhamento das atividades, bem como a avaliação de consumo de água, energia e geração de resíduos (MALDANER, TL, 2008); (NOBREGA, R.S, 2009) citado por (BUENO, 2019). Desse modo, será elaborada uma planilha contendo as oportunidades de melhoria, onde na classificação serão atribuídos pesos conforme suas características e seguindo as recomendações da Resolução CONAMA 01/86 e definições segundo SÁNCHEZ, (2013).

3.2 Etapa 1 – Diagnóstico ambiental e identificação das oportunidades

Para realização do diagnóstico ambiental dos setores, foi necessário acompanhar o funcionamento individualizado de cada setor, fazendo apontamentos dos processos e assim podendo realizar assim um diagnóstico total do setor. Após a realização do diagnóstico dos setores foi indicado quais os processos poderiam apresentar pontos de melhora, identificando cada ponto de possível melhora, avaliando quais processos demandavam adaptação ou

mudança na execução de determinada ação. Todas as ações foram compiladas em uma matriz de prioridades, onde foram atribuídas notas quanto a sua necessidade de execução, podendo ela ser imediata ou classificada como ação que pode esperar.

3.3 Etapa 2 – Proposta de melhoria

Após ser feito o levantamento dos pontos de melhorias e atribuição de prioridades através da matriz GUT, foi elaborado um levantamento quantitativo e qualitativo de dados, relacionando os investimentos possíveis com o retorno da ação. A obtenção da matriz se deu primeiramente pela listagem dos pontos críticos encontrados e posteriormente, pela atribuição de notas para cada um deles em cada variável analisada (gravidade, urgência e tendência), com o objetivo de elaborar planos de ação com medidas e prazos para solucionar e mitigar ações impactantes (RIVA, 2018). Dessa forma, para selecionar e priorizar as demandas e possibilidades de melhorias existentes na agroindústria será realizado o cálculo da pontuação da matriz, que consistiu na realização da multiplicação dos pesos atribuídos nos campos gravidade, urgência e tendência (BUENO, 2019).

3.4 Etapa 3 – Estimativa de ganho

Após aferição de viabilidade econômica o plano poderá ser executado na planta. Foram usados os dados levantados *in loco* e os disponibilizados pela empresa, com o intuito de buscar maneiras e ações que pudessem trazer economia ou vantagens, fossem elas de redução de riscos, gastos ou práticos. A execução se dará após autorização de liberação de verba pelo setor competente e do estudo realizado ser aprovado pelos administradores do frigorífico.

3.5. Apresentação dos dados

Para realização dos levantamentos dos dados de consumo da empresa, foram usados os dados disponibilizados pela própria indústria, e também os dados que foram levantados conforme elaboração de planilhas de dados, onde foram segregados conforme o setor, a fim de

buscar saber quais seriam os valores médios de gasto de produtos e de consumo em determinados processos.

Os dados da ETE foram coletados via planilhas digitais disponíveis no site da FEPAM, e também através dos medidores de saída de efluente, bem como através das planilhas de consumo desenvolvidas para controle de uso de alguns materiais, como a Cal hidratada (Hidróxido de cálcio).

4. IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES

4.1. Diagnóstico dos Impactos Ambientais

Para realização do diagnóstico ambiental, foi necessário acompanhar os indicadores internos, legislações pertinentes e em vigor, e relacionar com os desvios obtidos dentro do período observado. Foi possível também identificar pontos de melhoria, que estão indicados na matriz GUT, no quadro 5 citado nos resultados deste trabalho.

Foram obtidos os dados pertinentes ao licenciamento ambiental do frigorífico, onde as condicionantes referentes aos setores destinados ao estudo, foram segregados e constam na FIGURA 5 e na TABELA 1.

Figura 5. Condicionantes de licença

3. Quanto aos Efluentes Líquidos:

3.1- para o Efluente Líquido INDUSTRIAL e SANITÁRIO:

- 3.1.1- este empreendimento está incluído no Sistema de Automonitoramento de Efluentes Líquidos das Atividades Poluidoras Localizadas no Estado do Rio Grande do Sul - SISAUTO, atualizado pela Resolução CONSEMA N.º 01 de 20 de março de 1998 e publicada em 15 de abril de 1998, na classe E, devendo realizar medições e análises de seus efluentes líquidos de acordo com a "Tabela de Parâmetros e Padrão de Emissão" desta Licença e encaminhar a respectiva "Planilha de Acompanhamento de Efluentes Líquidos" à FEPAM, via digital, até o décimo dia de todos os meses do ano, de acordo com o Art. 19 desta Resolução (a Planilha digital encontra-se disponível na home-page da FEPAM: www.fepam.rs.gov.br, em Licenciamento Ambiental/ Resíduos e Efluentes - Planilhas de Acompanhamento/ SISAUTO-Planilha SISAUTO on Line);
- 3.1.2- a vazão máxima de efluentes líquidos a ser gerada é de 8.500,0000 m³/dia;
- 3.1.3- a vazão máxima permitida para o lançamento dos efluentes líquidos industriais e sanitários é de 8.500,0000 m³/dia, sendo que a vazão de pico não poderá ultrapassar 1,5 vezes a vazão média horária lançada no dia, de modo a atender o artigo 16 da Resolução CONAMA 430/2011;
- 3.1.4- corpo receptor dos efluentes líquidos tratados: RIO MARAU;
- 3.1.5- para fins de automonitoramento, deverão ser analisados e reportados, através da "Planilha de Acompanhamento de Efluentes Líquidos", os parâmetros, as frequências de medição e os tipos de amostragem abaixo listados para os efluentes líquidos industriais e sanitários tratados com lançamento direto ou indireto em corpos hídricos (conforme Resoluções CONSEMA N.º 01/1998 e N.º 355/2017):

Fonte: Fepam, 2020

Tabela 1. parâmetros de lançamento de efluentes

<i>Parâmetro</i>	<i>Padrão de Emissão a Ser Atendido</i>	<i>Frequência Medição</i>	<i>Tipo Amostragem</i>
Coliformes termotolerantes	<= 6690 NMP/ 100 ml	semanal	composta
Cor	Não deve conferir mudança de coloração (cor verdadeira) ao corpo hídrico receptor	diária	
Demanda bioquímica de oxigênio	<= 33,4 mg O ₂ /l	semanal	composta
Demanda química de oxigênio	<= 180 mg O ₂ /l	diária	composta
Espumas	Virtualmente ausentes	diária	
Fósforo total	<= 0,67 mg P/l	semanal	composta
Materiais flutuantes	Ausentes	diária	
Odor	Livre de odor desagradável	diária	
Óleos e graxas minerais	<= 10 mg OG/L	semanal	composta
pH	entre 6 e 9	diária	composta
Sólidos suspensos totais	<= 60 mg/l	semanal	composta
Subst tensoativas reag azul metileno	<= 2 mg LAS/L	semanal	composta
Temperatura	< 40 °C	diária	simples

Fonte: Fepam, 2020

4.2. Planilha de avaliação de impactos

A elaboração da planilha de avaliação de impactos seguiu o padrão citado por Bueno, 2019, onde para a avaliação dos aspectos e impactos ambientais proveniente da Unidade Produtiva foi elaborado o QUADRO 2 que apresenta sua classificação para todos os setores considerados neste trabalho. Os parâmetros avaliados neste quadro foram referentes a:

- Natureza do impacto (N): representado pela simbologia + quando positivo ou por – quando negativo
- Incidência de Impacto (I): representados pela letra **D** quando se referirem à impactos diretos e por **I** quando indiretos;
- Reversibilidade (R): pode ser classificado como Parcialmente Reversível (**P**), Reversível (**R**) ou irreversíveis (**I**);
- Abrangência: considera-se impactos locais (**L**) ou regionais (**R**).

Quadro 2. Avaliação de impactos

Setor	Aspecto	Impacto	N	I	R	A
ETE, ETA e ETA de lodo	Consumo de água	Falta de água	-	D	R	R

ETE, ETA, caldeira e ETA de lodo	Consumo energético	Desperdício energético	-	D	P	L
ETE, ETA e ETA de lodo	Geração de efluentes	Contaminação do recurso hídrico	-	D	R	R
ETE, ETA, caldeira e ETA de lodo	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do meio ambiente	-	D	R	R
ETE, ETA, caldeira e ETA de lodo	Consumo de insumos	Desperdício de materiais	-	D	P	L

Fonte: Autor, 2020

4.3. Indicadores

Para obtenção dos indicadores de consumo da empresa, foi necessário realizar a coleta de dados temporais junto aos setores de interesse, bem como os dados históricos existentes na unidade não passíveis de auditoria externa, em função do termo de sigilo e política de uso de dados da empresa.

4.3.1. Consumo de água

Os dados de consumo de água foram obtidos através de medidores de vazão instalados na saída da ETA, onde é possível identificar qual o consumo de toda a unidade, porém não houve tempo disponível para realizar a compra e instalação de medidores de vazão na entrada de cada setor, obtendo assim um dado estratificado de consumo, podendo realizar a identificação de perdas dentro dos processos de forma individualizada, e até anomalias quanto ao consumo diário ou horário. Com os dados coletados foi possível realizar a interpretação dos dados e apresentados de forma quantitativa.

4.3.2. Geração de efluentes

Os abatedouros são atividades com elevado consumo de água devido às exigências higiênicas e sanitárias, porém, junto com o consumo há o alto potencial de geração de efluentes

líquidos que se não destinados e tratados de forma correta acarretam graves problemas ambientais. Os efluentes industriais e sanitários são oriundos dos processos de produção, limpeza e de higiene pessoal dos funcionários. Todo o efluente gerado na unidade é destinado até a ETE, onde são tratados e devolvidos ao recurso hídrico com um grau de potabilidade condizente com a classe do rio. Como consequência desse alto consumo, há também como problemática a geração de efluentes industriais que necessitam ser tratados e destinados com qualidade de água Classe 2 conforme Resolução CONAMA 357. Dessa forma, são problemas proporcionais e com a consequente diminuição do consumo de água no processo produtivo é possível a geração de menor volume de efluentes decorrentes do processo, ocasionando melhora econômica e ambiental (Bueno,2019).

Para o controle da geração de efluentes, foi instalado um medidor ultrassônico na entrada do tanque de equalização de efluente bruto, e os resultados serão comparados continuamente e comparados com os valores de consumo de água e de saída final, buscando identificar pontos de perda de águas residuárias ou de picos de vazão, podendo ocasionar na perda da eficiência do sistema e consequente não atendimento dos padrões de qualidades estabelecidos pelo órgão de regulamentação estadual, FEPAM. A FIGURA 7 mostra o medidor instalado.

Figura 6. Medidor ultrassônicos instalado



Fonte: Autor, 2020

O medidor de vazão foi instalado na metade do mês de outubro, impossibilitando o uso dos dados comparativos com outros meses, sendo assim serão compilados os dados para análises futuras.

4.3.3. Tratamento físico químico de efluentes

Para manter a eficiência do tratamento físico químico, é necessário que exista um equilíbrio entre os agentes coagulantes, para manutenção de pH e identificação do ponto ótimo de coagulação. Os métodos físico-químicos abrangem o acoplamento dos métodos físicos de tratamento, responsáveis pela remoção de sólidos flutuantes de dimensões relativamente grandes, de sólidos em suspensão, areias, óleos e gorduras; e os métodos químicos são

responsáveis pela remoção de materiais coloidais, cor, turbidez, odor, alcalinidade, acidez, metais pesados e óleos, entre outros parâmetros BRAILE, (1993).]

Em diversos efluentes é possível encontrar uma grande variedade de espécies químicas, microrganismos, substâncias que produzem cor e turbidez. Estes sólidos em suspensão ou dissolvidos, por possuírem carga superficial negativa, sofrem um grau de repulsão muito grande, permanecendo no meio até que sejam criadas condições favoráveis para a sua remoção. Segundo Almada, 2008, diversos fatores interferem no processo de coagulação/floculação, dentre os quais se destacam o pH e a alcalinidade do efluente, o tipo de coagulante, a natureza das partículas coloidais, a distribuição de tamanho das partículas causadoras da turbidez e a uniformidade da aplicação dos produtos químicos. Dependendo do mecanismo de coagulação predominante, também tem relevância a condição da mistura, ou seja, o tempo e o gradiente de velocidade, relacionado com a intensidade de agitação do líquido necessário para garantir a adequada dispersão dos produtos químicos.

No frigorífico em estudo, é utilizado como meio alcalinizante a Cal virgem, que tem por finalidade aumentar o pH até a faixa próxima de 9, e ajudar na precipitação do fosfato solúvel em água. Segundo Giordano (2010), a cal por apresentar significativa carga catiônica, pode auxiliar na remoção de poluentes com contra íons. Assim, a utilização de cal com vistas à remoção de alguns poluentes surge como uma alternativa viável química, ambiental e economicamente.

Goldschmidt (2014), as principais vantagens do uso da Cal virgem em efluentes industriais são as seguintes:

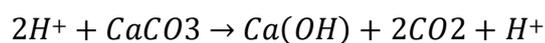
- Preço atrativo;
- Permite a inativação de patógenos;
- Auxilia na remoção de nutrientes, como o fósforo.

O tratamento com cal hidratada consiste na adição de um volume de solução de Ca(OH)_2 necessário para a precipitação do fósforo (ortofosfatos). De acordo com o trabalho de Fernandes (Fernandes et al., 2012), a eficiência de remoção de fósforo é superior a 90% com a adição de solução de Ca(OH)_2 até pH 8,5 e superior a 96% em pH 9.

Outro fator relevante e que justifica o uso da Cal no sistema é a manutenção da alcalinidade no sistema de tratamento. Segundo Oliveira, (2007), alcalinidade é a capacidade que um sistema tem de neutralizar ácidos. Alcalinidade elevada não é sinônimo de pH elevado,

mas significa que o sistema tem elevada concentração de radicais alcalinos e, em função disso, tem elevado poder de tamponamento. Pode-se dizer que a basicidade é um fator de intensidade (afeta o pH) e alcalinidade é um fator de capacidade. Sendo assim a alcalinidade nada mais é medida total das substâncias presentes na água, e capazes de neutralizarem ácidos. Em outras palavras, é a quantidade de substâncias presentes na água e que atuam como tampão. Essas substâncias tem importante papel para manutenção de pH em todo o sistema, principalmente no tanque destinado ao lodo ativado, pois as bactérias, associadas a inserção de oxigênio tendem a deixar o pH mais ácido.

Segundo Magri, (2013), para oxidação de 1 mol de amônia (18 g) a nitrato, aproximadamente dois moles de H⁺ são gerados. No sistema de tamponamento carbonato/gás carbônico cada 2 moles de H⁺ "consomem" 1 mol de alcalinidade na forma de carbonato de cálcio (100 g), como visto na Equação 1. Portanto, cada 1 mol de amônia oxidada (18 g) promove o "consumo" de 1 mol de carbonato (100 g).



A cal virgem atua então com uma mão de via dupla, auxiliando a atuação do coagulante para remoção de fósforo, neste caso o cloreto férrico, e também na manutenção da alcalinidade no sistema de tratamento.

A desvantagem do uso desse produto é a geração de uma quantidade de lodo maior, em função da precipitação deste material junto a atuação do coagulante.

4.3.4. *Geração de resíduos sólidos*

A geração de resíduos sólidos dentro dos processos produtivos é inevitável em função das partes não utilizáveis dentro do processo e dos matérias necessários para o beneficiamento e transformação das matérias primas. Outros processos que geram resíduos, são os setores de tratamento de água e efluentes, pois o material solúvel e em suspensão é coagulado através da ação de coagulantes, e este lodo oriundo do tratamento é reprocessado e recebe sua destinação final. Quanto ao lodo gerado da ETA, ele é encaminhado até a estação de tratamento de lodo. A estação de tratamento de lodo faz um novo processo de coagulação, com adição e polímero, e o lodo final é destinado até a ETE para tratamento.

O lodo gerado no processo de coagulação físico-química da ETE, é encaminhado para três centrífugas, do tipo *decanter*, onde o lodo é centrifugado com a finalidade de remover a umidade do lodo, diminuindo assim seu volume. A água que é retirada desse processo retorna para a ETE, onde é reprocessada junto com o efluente.

Caldeira é um recipiente cuja função é, entre muitas, a produção de vapor através do aquecimento da água. As caldeiras produzem vapor para alimentar máquinas térmicas, autoclaves para esterilização de materiais diversos, cozimento de alimentos e de outros produtos orgânicos, calefação ambiental e outras aplicações do calor utilizando-se o vapor, (Walton, 1974). No processo de queima da lenha na caldeira, é gerado uma grande quantidade de cinzas. Essas cinzas são destinadas para unidades de compostagem. Este trabalho buscou utilizar as cinzas para realizar a correção do pH dentro do tanque de lodo ativado e do efluente bruto. Segundo Silveira, (2010), A cinza de caldeira ainda apresenta valores de pH (água 1:1) de 10,2 e poder de neutralização da ordem de 5,46%. Sendo assim, foi realizado o cálculo de necessidade do uso de cinzas e a sua consequente diminuição no uso da cal para correção do pH.

4.3.5. *Consumo de insumos*

Os insumos utilizados nos processos de tratamento de água, efluentes, lodo e na caldeira tem extrema importância na qualidade dos processos industriais. Cada setor utiliza um produto específico para determinada operação. Dentro do setor da ETE são utilizados polímeros (catiônico e aniônico), cal hidratada e cloreto para realizar o tratamento físico químico nos flotores. Para obter o ponto ótimo de coagulação e flotação, é necessário que haja um equilíbrio entre esses os reagentes químicos utilizados no processo, sendo este observado conforme a FIGURA 8.

Figura 7. Jar test



Fonte: Autor, 2020

Outro fator importante é quanto a padronização da quantidade de polímeros e de cal nos tanques de preparação. Os polímeros são preparados em dois tanques, sendo dois de polímero catiônico e dois de polímero aniônico, servindo um como uso e o outro é preparado no intervalo de uso. Para realizar a padronização ideal, é necessário que haja a graduação dos recipientes de dosagem, bem como a aferição do volume dos tanques. Para isso foram medidos os tanques, sendo que os tanques 1 e 2, tanques de preparação de polímero catiônico, possuem um volume de 2500L, e o os tanques 3 e 4, de polímero aniônico, possuem volume de 2800L. Como a diluição ideal, obtida em jar test, é de 1%, foram pesados dois baldes, um para cada polímero, sendo que a medida inicial foi registrada, e após isso foram adicionados 2,5kg de polímero catiônico e 2,8kg de polímero aniônico em cada balde, feita a marcação dos baldes internamente e externamente, como consta na FIGURA 9.

Figura 8. Balde de polímero com marca indicativa de dosagem



Fonte: Autor, 2020

Para a padronização da concentração de cal, foi solicitada a aquisição de, no mínimo, mais um tanque de mistura, sendo assim possível realizar a preparação de um e o uso do outro concomitantemente. Como é adicionado uma quantidade entre 2 e 3 sacos de 20kg por hora, a concentração no tanque varia muito com o decorrer do tempo, sendo que ele permanece mais concentrado no ato de pôr a cal, e após passado 1h, a concentração já é inferior a inicial, em função de que o fluxo de água no tanque de mistura, é contínua.

4.4. Matriz de priorização GUT

Para realizar a identificação dos pontos de melhoria dentro dos setores de estudo, foi elaborada uma matriz de identificação, elaborada pós diagnóstico ambiental e realizada nos setores competentes. Os quadros 2, 3 e 4 trazem a identificação dessas melhorias de forma setorizada e a sua respectiva atribuição de valores para matriz GUT, sendo que os itens como necessários e pertinentes constam com coloração em destaque.

As melhorias receberam notas distribuídas de 1 a 5, e após isso os valores foram multiplicados entre si, sendo que os valores mais altos apresentam uma necessidade prioritária de realização em função dos outros atributos. Os itens da matriz GUT elaborada, constam na TABELA 2.

Tabela 2. Matriz de priorização GUT

Matriz GUT (para priorizar problemas a serem tratados)				
VALOR	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	G x U x T
5	Extremamente grave	Extremamente urgente	Agravar rápido	
4	Muito grave	Muito urgente	Piorar em curto prazo	
3	Grave	Urgente	Piorar em médio prazo	
2	Pouco grave	Pouco urgente	Piorar em longo prazo	
1	Sem gravidade	Sem urgência	Sem tendência de piorar	
G	GRAVIDADE	Impacto do problema sobre operações e pessoas da empresa. Efeitos que surgirão a longo prazo em caso de não resolução.		
U	URGÊNCIA	O tempo disponível e necessário para resolver o problema.		
T	TENDÊNCIA	Potencial de crescimento (piora) do problema.		

Fonte: Autor, 2020

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Diagnóstico ambiental dos setores

Para realizar o diagnóstico ambiental, foi necessário obter os dados relativos as atividades desenvolvidas dentro de cada setor, para então assim ser feito a interpretação e compilação dos dados pertinentes, sendo possível então identificar os possíveis pontos de melhoria. Os dados levantados foram disponibilizados pela empresa, tendo acesso parcial a determinados valores em função da política interna de uso de dados e compromisso de sigilo entre as partes.

Foi realizado um diagnóstico para cada setor estudado, sendo eles: Estação de tratamento de Água (ETA), abrangendo a Estação de tratamento de lodo, oriundo do tratamento primário na ETA, a Estação de tratamento de efluentes (ETE).

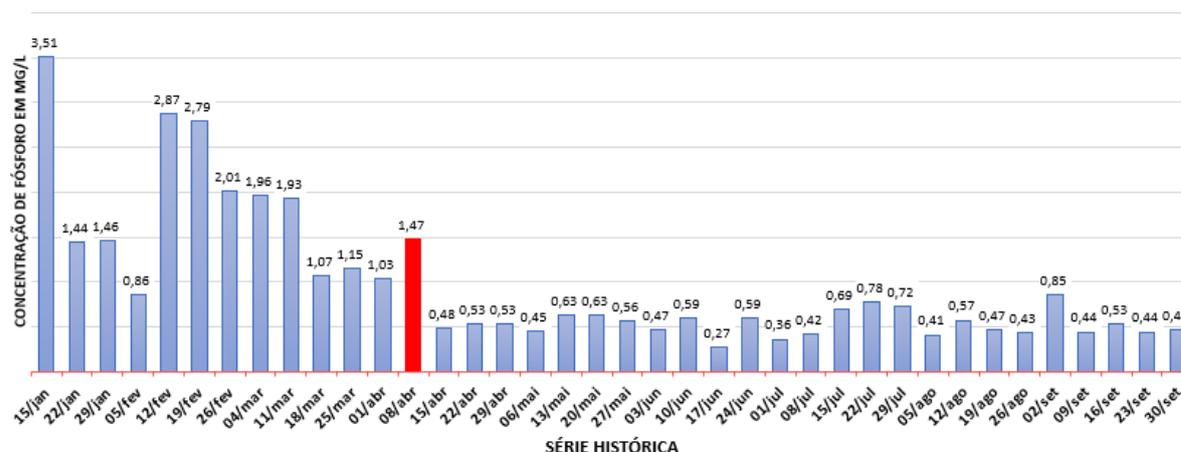
5.2. Diagnóstico ambiental ETE

5.2.1. Utilização da Cal virgem para remoção de fósforo na ETE

O uso da cal virgem se fez necessário em função da redução da concentração de fósforo no efluente final ser diminuída na atualização da licença ambiental da unidade, passando de 2mg/L para 0,67mg/L.

A utilização de cal no tanque de equalização de efluente bruto foi iniciada no mês de Abril de 2020, sendo possível observar o crescente aumento na eficiência da remoção de fósforo no sistema, conforme segue a FIGURA 11.

Figura 9. Redução de fósforo no efluente final após início de operação com Cal virgem



Fonte: Frigorífico, 2020

A FIGURA 11 demonstra que a Cal virgem se mostrou adequada no auxílio da remoção do fósforo no efluente final, apesar de em algumas análises o fósforo se manteve do limite indicado pela LO vigente, o valor tendeu a ficar mais baixo do que a média sem a utilização da cal. É necessário pontuar que ao ser iniciada a adição da cal virgem no efluente bruto não foi estabelecido um padrão de diluição da cal, quantidade a ser dosada horária, melhor faixa de pH para atuação em conjunto com o cloreto férrico ou qualquer outro levantamento experimental em bancada. Os resultados foram experimentados apenas em aplicação na planta, sendo ajustado conforme resultados obtidos

Foi elaborada uma planilha de acompanhamento do uso durante os turnos de trabalho. A planilha foi elaborada com o intuito de comparar a eficiência de remoção do fósforo no sistema físico químico (flotadores), e no impacto causado na manutenção do pH e auxílio de remoção de fósforo no lodo ativado. Foi gerado um banco de dados de 1855 dados oriundos da ETE.

O QUADRO 3 apresenta um exemplar da planilha utilizada.

Quadro 3. Exemplo da planilha utilizada no ETE

Hora	Dosagem de cal	pH bruto	pH saída do flotador	Fósforo saída do flotador	pH saída final	Fósforo saída final
00:00						
01:00						

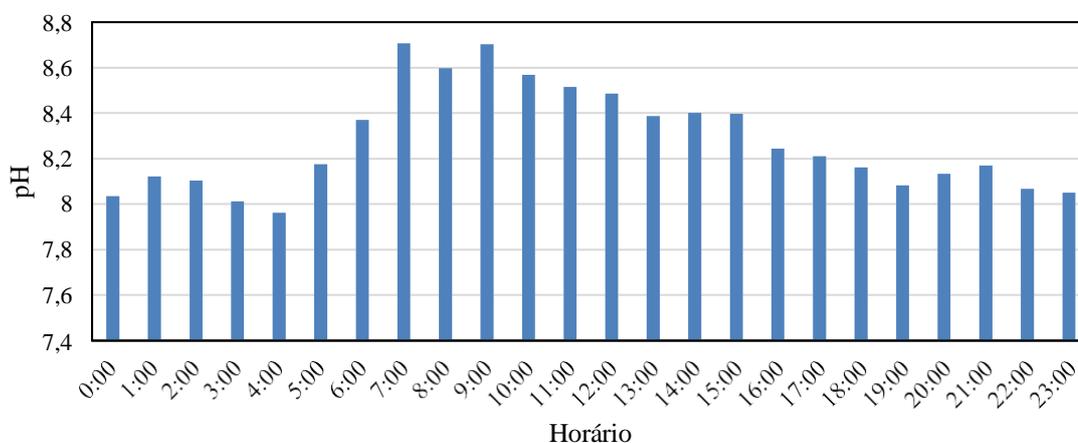
02:00						
03:00						

Fonte: Autor, 2020

Após a elaboração e impressão para aplicação no ETE, foi observado que a planilha necessita de atualização, fazendo necessário abranger também nos itens monitorados a vazão de efluente que chega para o tratamento na estação.

Os resultados obtidos das planilhas de monitoramento foram compilados, sendo esta iniciada no dia 11/08/2020 e se estendendo até o dia 27/10/2020, gerando os resultados importantes quanto ao comportamento da ETE, como o pH médio do efluente bruto, quantidade de cal média que é dosado a cal, pH da saída do flotador e pH e fósforo da saída final. Alguns desses dados estão apresentados nas figuras, sendo a FIGURA 12 apresentando o pH médio horário na ETE.

Figura 10. pH médio horário na ETE



Fonte: Autor, 2020

A FIGURA 12 demonstra a tendência de comportamento da ETE durante todo o dia. Sendo assim é possível observar qual o comportamento da estação durante o período de funcionamento da fábrica. Os valores mais altos se encontram a partir das 07h da manhã, se estendendo até próximo ao meio dia. O fator que justifica essa tendência é a higienização feita com hidróxido de sódio e outros componentes na indústria iniciado no período das 06h da manhã. Em função do tempo de detenção hidráulico (TDH) do tanque de equalização ser de

aproximadamente 3h, essa característica alcalina é justificada e tem proximidade com o esperado da estação. A figura 13 demonstra o comportamento da ETE de forma numérica, apresentando as médias de cada horário e separando em ordem crescente qual o horário com pH mais alto na chegada do efluente na estação.

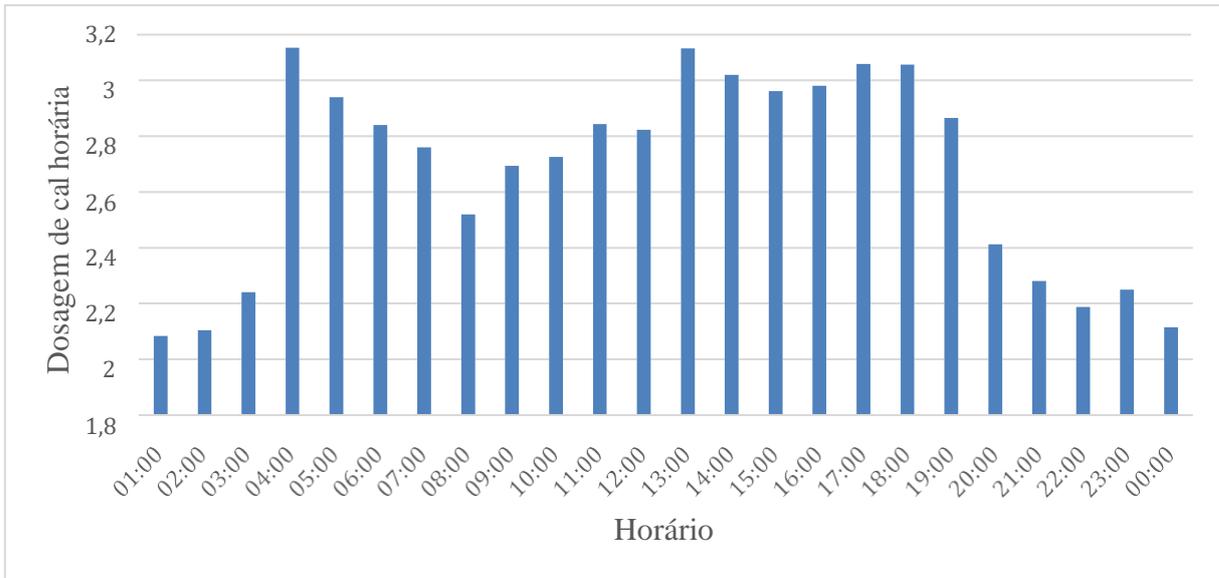
Figura 11. Tendência de horários mais elevados de pH

09:00	8,705961538
07:00	8,689803922
08:00	8,634067797
10:00	8,567254902
11:00	8,536153846
12:00	8,496603774
15:00	8,441132075
14:00	8,413773585
06:00	8,388269231
13:00	8,387358491
16:00	8,246603774
05:00	8,193846154
17:00	8,185769231
21:00	8,16372549
18:00	8,160192308
20:00	8,126730769
01:00	8,1116
19:00	8,087358491
22:00	8,0836
02:00	8,0672
23:00	8,0648
00:00	8,063529412
03:00	8,046096154
04:00	8,009807692

Fonte: Autor, 2020

Foi possível acompanhar a tendência de adição da Cal virgem no sistema, e esses resultados comparados com a tendência de pH do efluente bruto do sistema, sendo que nos horários de pH mais alto poderia ser dosado uma quantidade menor de cal no sistema, e nos horários de menor pH poderia ser dosado mais cal, buscando assim um padrão no sistema. A FIGURA 14 demonstra esses resultados.

Figura 12. Dosagem de sacos de cal/hora



Fonte: Autor, 2020

Os dados de dosagem de cal se dão em função de quantas unidades de cal estavam sendo dosadas, sendo que cada saco contém 20Kg de cal virgem. Foi possível observar que os horários em que existe uma dosagem média de cal maiores, se dão no período da tarde e na retomada do tratamento, as 4 horas da madrugada. Como essa dosagem é feita de forma aleatória e depende do operador, não existe uma tendência lógica que possa ser observada, inclusive no levantamento das informações *in loco* foi relatada a aleatoriedade por parte dos operadores. A FIGURA 15 demonstra a tendência de forma numérica.

Figura 13. Dosagem de cal/horário e em Kg

01:00	2,083333333	41,66666667
02:00	2,104166667	42,08333333
03:00	2,24	44,8
04:00	3,117647059	62,35294118
05:00	2,94	58,8
06:00	2,84	56,8
07:00	2,76	55,2
08:00	2,52	50,4
09:00	2,693877551	53,87755102
10:00	2,725490196	54,50980392
11:00	2,843137255	56,8627451
12:00	2,823529412	56,47058824
13:00	3,115384615	62,30769231
14:00	3,019607843	60,39215686
15:00	2,961538462	59,23076923
16:00	2,980769231	59,61538462
17:00	3,058823529	61,17647059
18:00	3,056603774	61,13207547
19:00	2,865384615	57,30769231
20:00	2,411764706	48,23529412
21:00	2,28	45,6
22:00	2,1875	43,75
23:00	2,25	45
00:00	2,114285714	42,28571429

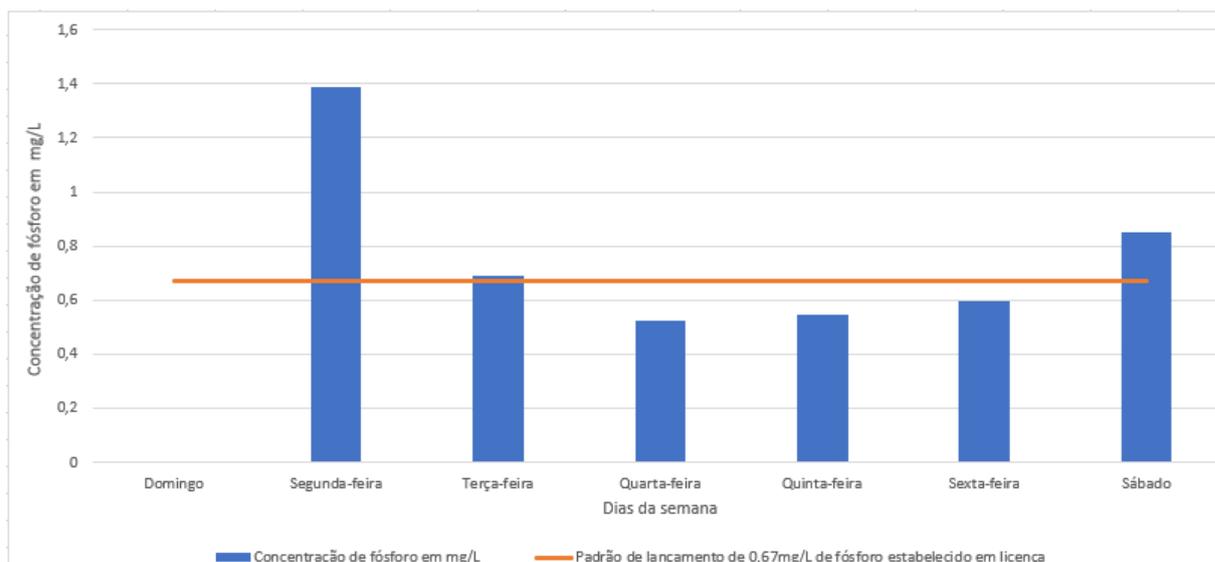
Fonte: Autor, 2020

5.2.2. Monitoramento de fósforo no sistema de tratamento de efluentes

Através do monitoramento da ETE, com as planilhas citados no QUADRO 3, foi possível observar quais os dias da semana tendem a apresentar uma concentração de fósforo maior, podendo estes não atender os padrões exigidos por legislação e indicando quais os dias necessitam de adequações e melhorias, justificando os possíveis motivos para os desvios encontrados.

Com os dados levantados através das tabelas analisadas, foram gerados os dados necessários para elaborar a compilação de alguns dados. A FIGURA 16 demonstra a média dos valores de fósforo no efluente final durante os dias da semana do período amostrado.

Figura 14. Concentração de fósforo média durante a semana



Fonte: Autor, 2020

Com os dados gerados foi possível observar que a estação possui desvios constantes, iniciados possivelmente nos domingos, onde não há dados comparativos, porém, a tendência de crescimento, aliada a não operação do ETE no dia é um indicador, se estendendo até a terça-feira. No domingo não é realizada análise da saída final, porém há uma tendência de crescimento em função da concentração de fósforo principalmente no lodo ativado, por não haver descarte de lodo e qualquer operação no dia. O que justifica essa tendência de decréscimo de fósforo no efluente final é a operação nos dias regulares de funcionamento da indústria, iniciado as 03 horas da madrugada de segunda, pois a análise destinada ao órgão de meio ambiente estadual é feita na quarta-feira, e a operação é intensificada no início do turno, sendo descartado lodo e ajustado o sistema físico químico.

Segundo Von Sperling, (2002), o fósforo em efluentes se apresenta predominantemente na forma de fosfatos ou ligado a certos aminoácidos, denominado, neste último caso, fósforo orgânico. No sistema de lodo ativado há mineralização de quase todo o fósforo orgânico e, conseqüentemente, o fosfato predomina no efluente se não houver perdas excessivas de sólidos no sistema. A presença de fosfato na água causa a eutrofização, o que pode gerar um consumo de Oxigênio elevado nos recursos hídricos, gerando desequilíbrio no meio.

Nos sistemas de lodo ativado convencionais a remoção de fósforo se dá através da descarga junto com o lodo de excesso, ou seja, pelo descarte de lodo. No sistema atual do frigorífico não existe um meio de realizar o cálculo de qual seria o volume ideal de descarte,

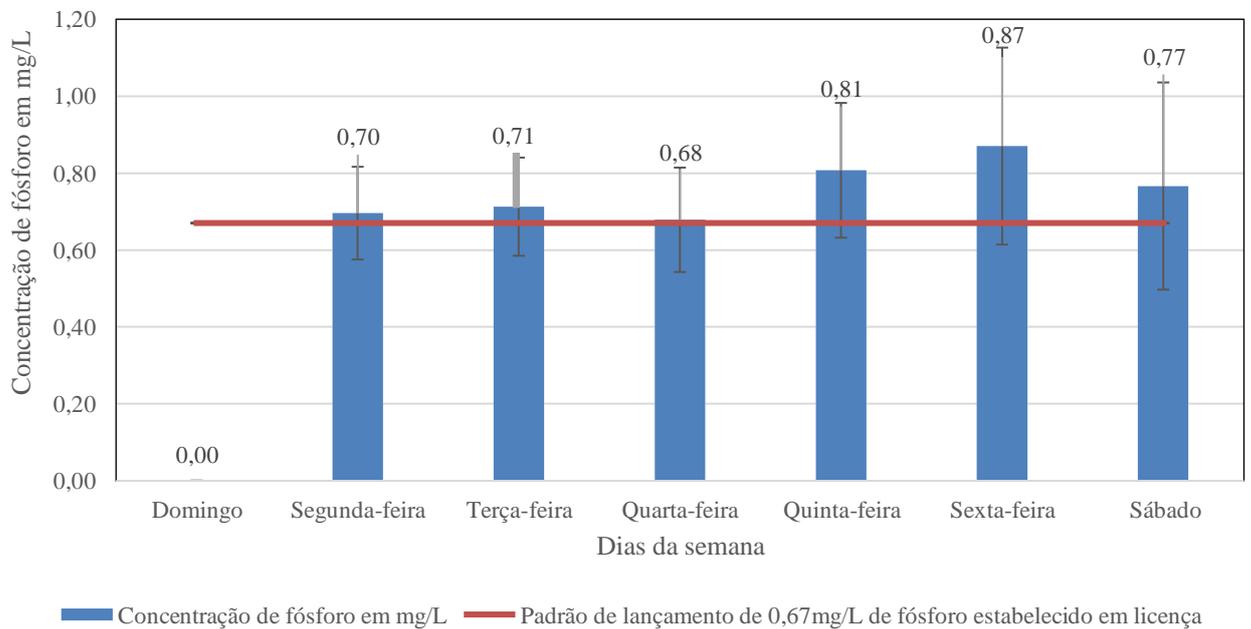
apontado por Von Sperling, (2002), isto em função de não haver um meio de fazer a medição do quanto está sendo recirculado e nem de quanto está sendo destinado ao descarte. No atual sistema existem medidores instalados, porém os mesmos apresentam falhas e não estão conectados ao sistema de monitoramento instalado na sala de controle da ETE. Como a vazão de lodo nos dois processos é alta, se tornou inviável a medição de forma manual

A operação da ETE se dá de segunda a sexta, sendo que no sábado apenas um operador se faz presente, no turno da manhã, com o intuito de realizar o tratamento do efluente presente no tanque de acúmulo. Este tratamento por vezes se faz ineficaz, em função de não haver a adição de Cal no tanque, o que auxilia na remoção de fósforo, e também não é feito o descarte de qualquer volume de lodo do lodo ativado, sendo assim existe uma entrada muito maior de fósforo no sistema e uma concentração maior de fósforo em função de só ser feito o reciclo do lodo ativado para o tanque aerado.

Outro fator que influencia na remoção de fósforo no lodo ativado, é a capacidade de remoção de fosfatos em função da carga orgânica e de nitratos no tanque. Segundo o PROSAB, a razão ideal é de DBO:100 mg/L N:5 mg/L e P:1 mg/L. Como no final de semana a fábrica produz um efluente oriundo apenas da lavagem de pátios e dos setores internos, a quantidade de produtos de limpeza usados são mais altas do que durante a operação em dias de abate normais, e a carga orgânica é muito menor. Os detergentes usados possuem até 5% de sua composição de ácido fosfórico, segundo a FISQ dos produtos. A entrada de DBO no tanque aerado, em dias de abate, é em média de 600mg/L, enquanto a de fósforo é próxima de 1,2mg/L. Nos finais de semana essa razão chega próxima a DBO:100mg/L e P: 5mg/L, sendo assim, é necessário adequar o balanceamento das cargas de entrada no tanque aerado, ou ajustar a eficiência dos flutuadores, dosando Cal para auxiliar na precipitação de fósforo ou dosando alguma fonte de carga orgânica no segundo equalizador para uma melhor sintetização do nutriente em questão pelas bactérias do lodo ativado.

Nas análises de fósforo realizadas na saída do flutuador, se observou que não existe relação direta com a concentração de fósforo da saída final, pois após análise das médias de saída do flutuador na semana, comparados com o desvio padrão de saída do flutuador, demonstra que os valores podem ser constantes em determinados períodos, e os valores da saída final demonstram crescimento nos finais de semana. Quando comparados os valores de fósforo da saída do flutuador com o padrão estabelecido na licença de operação, nota-se que existe uma proximidade nos valores, evidenciando ainda mais a necessidade de adequação do sistema de lodo ativado, com o descarte adequado e reciclo adequado. A FIGURA 17 demonstra a tendência semanal de concentração de fósforo da saída do flutuador.

Figura 15. Concentração de fósforo média da saída do flotador e seu respectivo desvio padrão



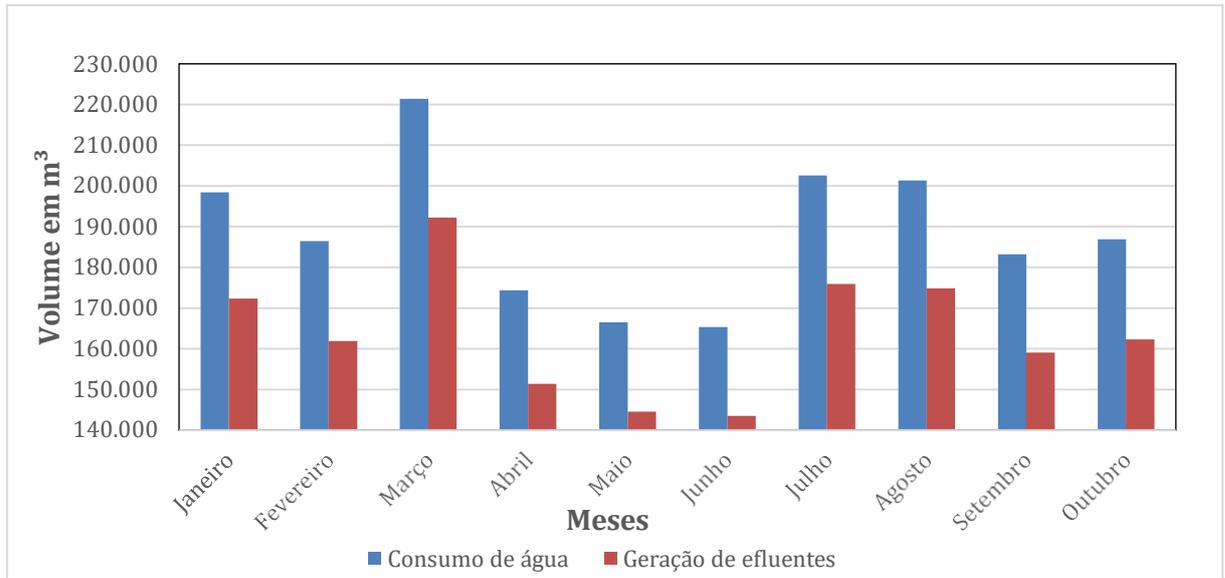
Fonte: Autor, 2020

5.3. Diagnóstico ambiental ETA/ETA lodo

Para análise de consumo de água no frigorífico, foi necessário realizar a compilação dos dados que constavam no sistema interno da empresa, sendo estes disponibilizados conforme política interna de uso de dados e assegurado o sigilo. Os dados de vazão de tratamento, vazão da ETE e perda foram obtidos e analisados para ser possível a realização do diagnóstico deste setor. Os dados de tratamento efetivo de água foram estimados em função das legislações pertinentes a indústria.

Os dados observados são dados diários e compreendem desde o mês de janeiro de 2020 até o mês de outubro do mesmo ano. Sendo assim foram obtidos os seguintes resultados, conforme constam na FIGURA 18.

Figura 16. Dados de consumo de água no frigorífico e vazão de efluentes tratados



Fonte: Autor, 2020

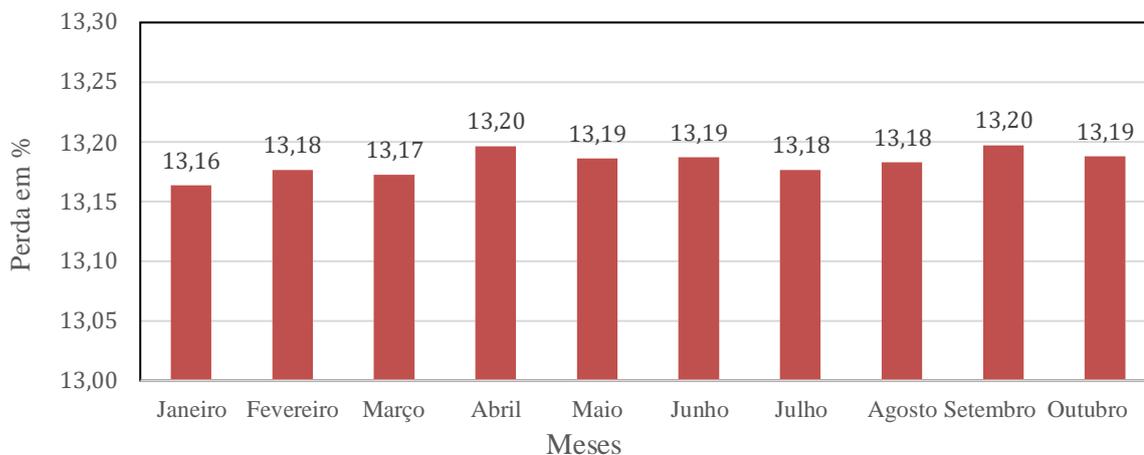
Para realização do cálculo de perda de água tratada no sistema, foi necessária a observação do volume de água tratada pela ETA e o volume de água devolvido ao recurso hídrico pela ETE, fazendo assim um balanço hídrico do sistema.

O cálculo se deu pela Equação 2:

$$\text{Porcentagem de perda do sistema} = 100 - \frac{\text{Volume de efluente lançado} \cdot 100}{\text{Volume de água tratado}} \quad 02$$

Levando em conta as perdas do sistema em decorrências naturais nos processos, como evaporação, sublimação e processamento junto ao produto final (entenda-se o processo como um todo, desde a recepção da matéria prima, manutenção do clima por aspersores, abate, processamento de matéria prima, embalagem e processamento de subprodutos) é estimado que exista uma perda média de 12% de água em todo esse processo. Esse dado foi estimado junto ao departamento de eficiência energética. Sendo assim, foi possível compara os dados de tratamento de água diária versus lançamento de efluentes, sendo que o balanço hídrico teria que apresentar equilíbrio, eliminando as perdas pelos processos. A FIGURA 19 apresenta a média de perda por mês na indústria, mostrando que existe uma defasagem de água constante no sistema.

Figura 17. Porcentagem de perda de água dentro da indústria



Fonte: Autor

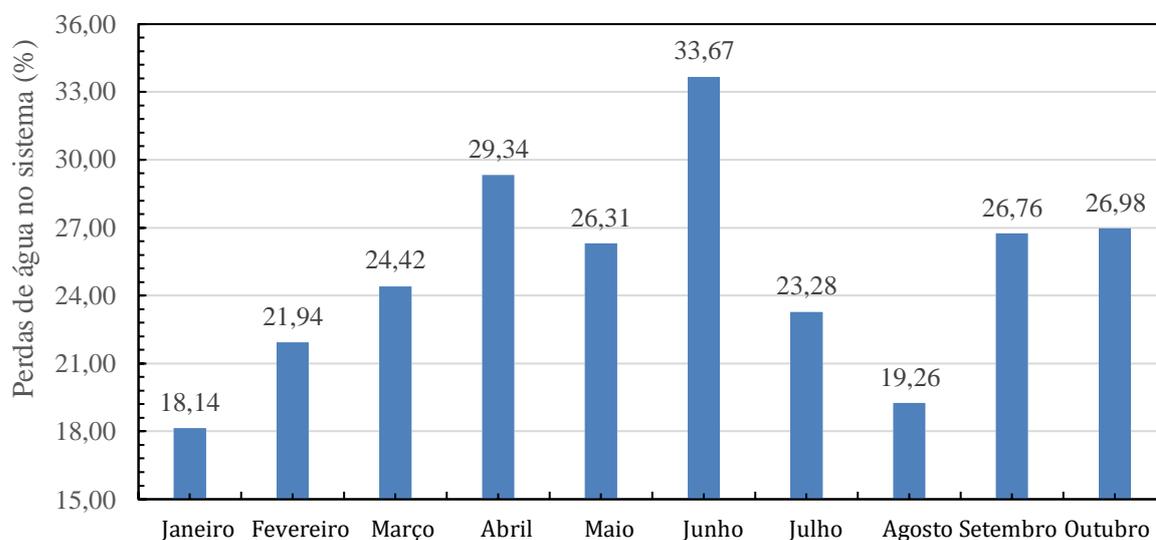
O Cálculo da perda se deu pela equação 3 a seguir:

$$\text{Porcentagem de perda} = 100 - \left(\frac{\text{Volume de efluente lançado} \cdot 100}{\text{Volume de Água tratada destinado a indústria}} \right)$$

03

Quando é realizado o balanço hídrico, comparando o volume de água tratado pela ETA até o volume devolvido ao recurso hídrico pela ETE, obtém-se os seguintes resultados, conforme consta na FIGURA 20.

Figura 18. Perdas no sistema desde o tratamento de água até o lançamento no recurso hídrico

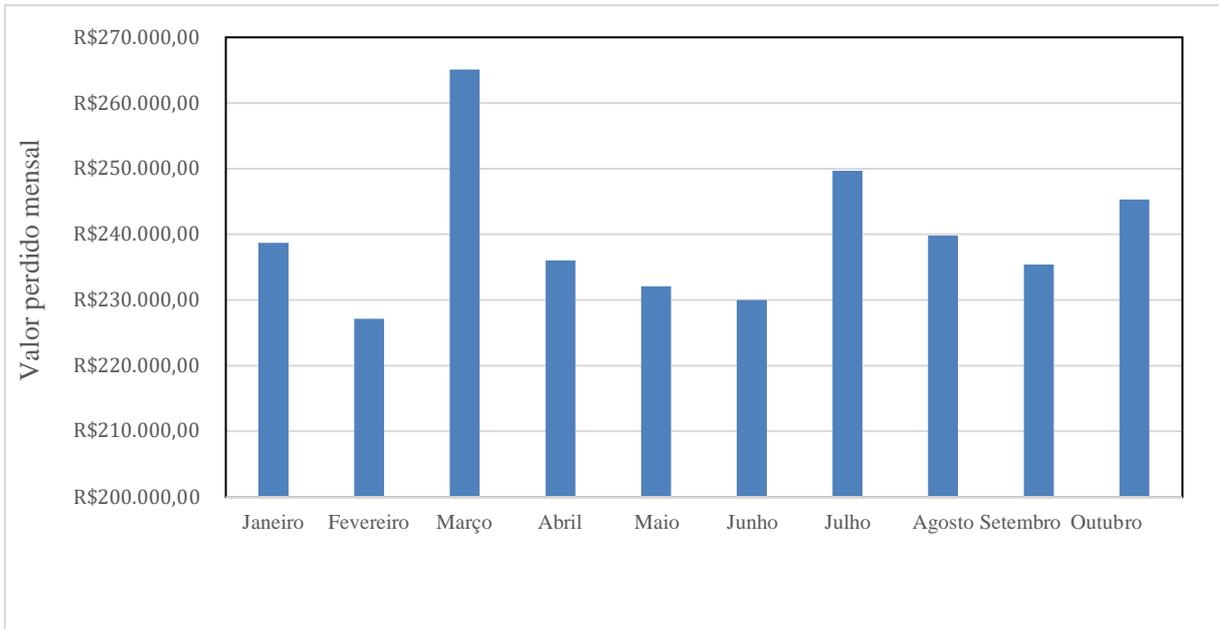


Fonte: Autor, 2020

Observa-se que não existe uma relação com o volume tratado ao mês com a perda total mensal, comparando a FIGURA 20 com a FIGURA 18 citada anteriormente, o que pode indicar possíveis falhas pontuais no decorrer do mês, como canos com vazamentos, desperdício por setores, dentre outros possíveis indicativos.

Foi estimado junto ao setor de eficiência energética que o valor do tratamento de água dentro da indústria é de R\$ 0,10 por m³, sendo este o valor aplicado somente ao tratamento de água. Quando o valor estimado é abrangente até o lançamento final, ele passa a ser de aproximadamente R\$1,10. Este valor engloba desde o tratamento de água e efluentes, horas dos funcionários, impostos aplicados, equipamentos necessários para o tratamento, como bombas de recalque, sucção, dosagem de produtos e todos os processos internos. O valor gasto mensal com tratamento de água e efluente encontra-se na FIGURA 21.

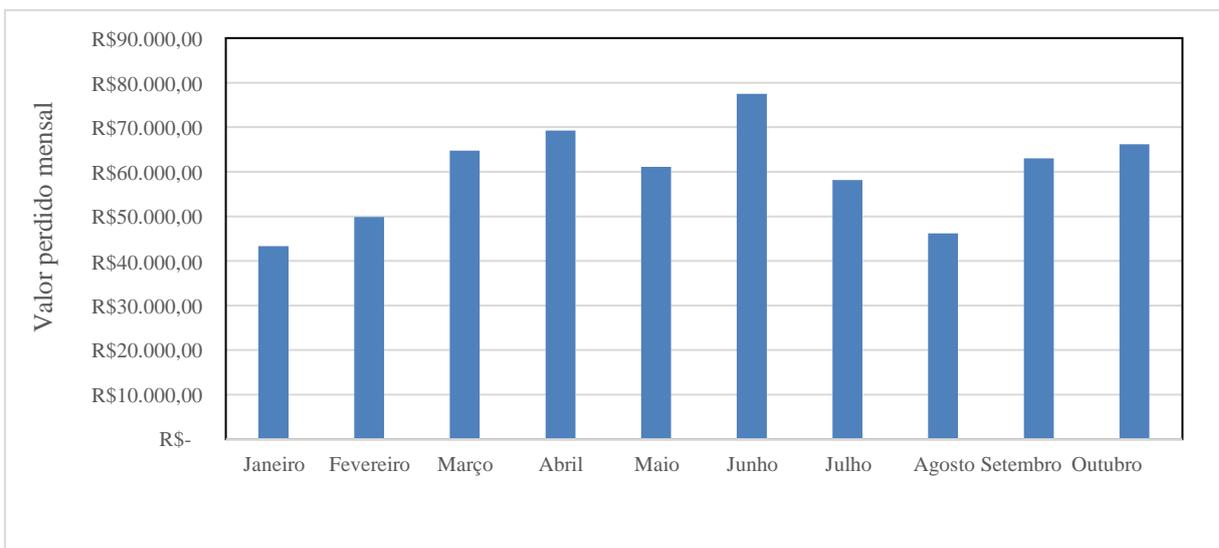
Figura 19. Valor gasto com tratamento de água no mês



Fonte: Autor, 2020

Quando confrontados os valores de tratamento de água mensal, e os valores de perda mensal, obtém-se os seguintes valores, conforme consta na FIGURA 22

Figura 20. Valor estimado de perdas mensais com o tratamento de água



Fonte: Autor, 2020

Os valores absolutos se encontram no QUADRO 4.

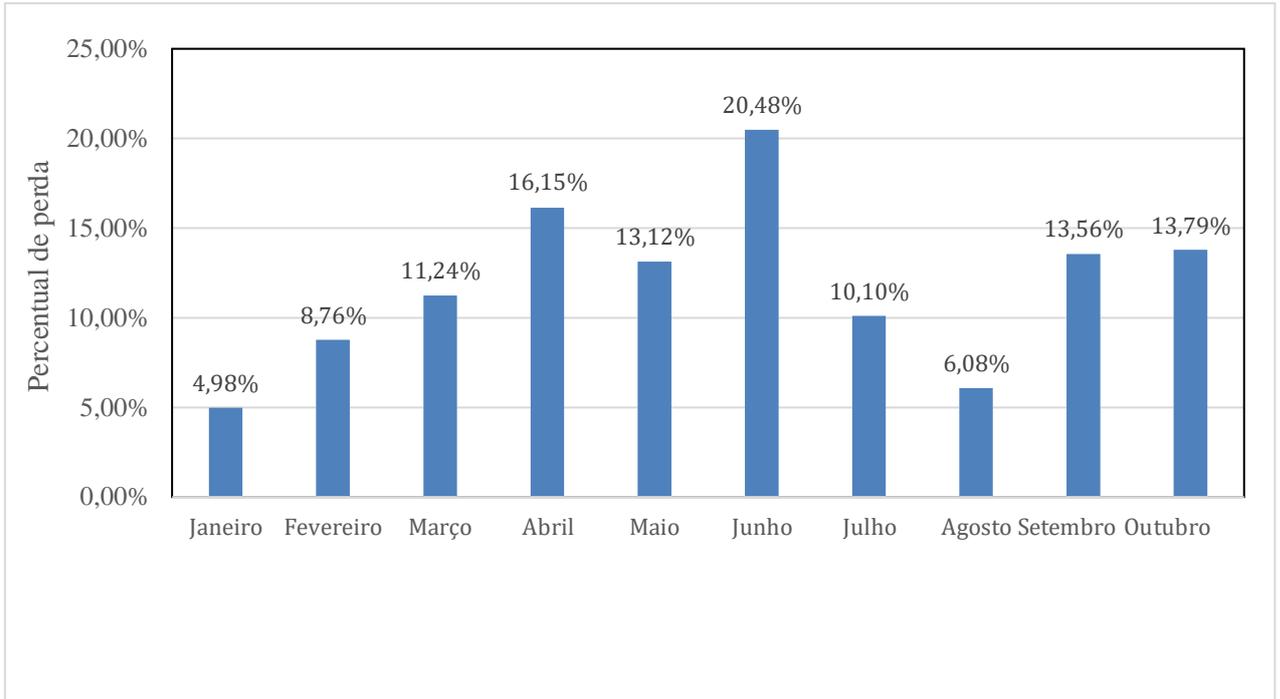
Quadro 4. Custos do tratamento de água

Total captado mensal (m³)	Geração de Efluentes mensal (m³)	Custo do tratamento mensal de água e efluente	Valor estimado de perda mensal
217.000	172.281	R\$ 238.700,00	R\$ 43.302,33
206.500	161.853	R\$ 227.150,00	R\$ 49.838,50
241.000	192.223	R\$ 265.100,00	R\$ 64.729,62
214.580	151.349	R\$ 236.038,00	R\$ 69.259,44
211.000	144.557	R\$ 232.100,00	R\$ 61.067,17
209.089	143.545	R\$ 229.997,90	R\$ 77.444,68
227.000	175.897	R\$ 249.700,00	R\$ 58.126,12
218.000	174.809	R\$ 239.800,00	R\$ 46.196,23
214.000	159.058	R\$ 235.400,00	R\$ 62.995,87
223.000	162.280	R\$ 245.300,00	R\$ 66.173,14
Total:		R\$ 2.399.285,90	R\$ 599.133,09
Média mensal de perda:			R\$ 59.913,31

Fonte: Autor, 2020

Após separar as perdas tidas como naturais do sistema, se obtém os seguintes valores percentuais de perda, apresentados como valores de desperdício, conforme a FIGURA 23.

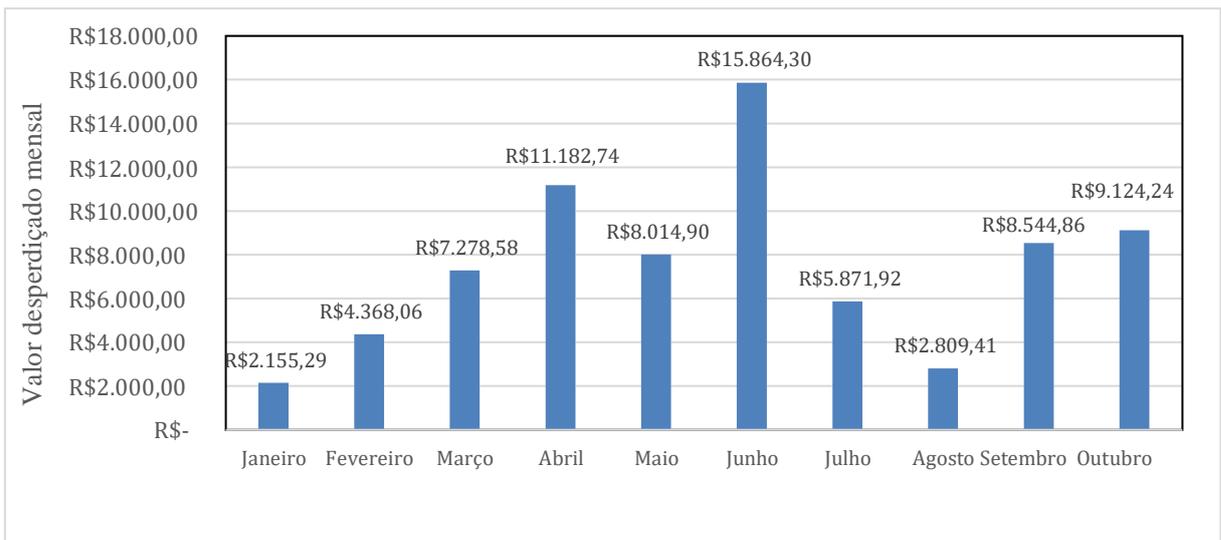
Figura 21. Desperdício de água



Fonte: Autor, 2020

Com os valores de desperdício, foi possível obter o total desperdiçado dentro da unidade, conforme segue a FIGURA 24.

Figura 22. Total de desperdício



Fonte: Autor, 2020

O valor estimado absoluto de desperdício nesse cenário é de R\$ 75,214.30 no período amostrado de 10 meses.

5.4. Geração de resíduos

O levantamento de dados quanto a geração de resíduos se deu conforme disponibilidade pela empresa, sendo apenas os dados a seguir disponibilizados: Geração de cinzas da caldeira, geração de lodo da ETA e geração de lodo do ETE.

Quanto a geração de lodo do ETE, foi possível destacar os seguintes dados, conforme o QUADRO 5:

Quadro 5. Geração de resíduos ETE

Mês	Total gerado (toneladas)	Total em R\$
Abril	591,06	24.211,20
Maio	789,52	32.906,00
Junho	755,42	28.868,00
Julho	719,78	27.167,00
Agosto	976,42	38.110,00
Setembro	984,21	38.962,00
Outubro	967,69	38.110,00
Total no período amostrado		228.334,20

Fonte: Autor, 2020

Foi levantado junto ao responsável técnico pelos setores qual seriam as quantidades de cal dosadas desde o início da atualização do sistema de tratamento de efluentes com a cal, e foi estimado que até o início do mês de maio eram dosados cerca de 5 sacos de 20kg de cal no tanque de equalização de efluente bruto por turno, totalizando 15 sacos de cal por dia. Após esse período foi adquirido um tanque para dosagem de cal, onde o mesmo é abastecido pelo efluente tratado pelo flotador e é homogeneizado com a cal virgem.

É possível observar que a quantidade de lodo destinado para a compostagem, oriundo do processo de tratamento de efluentes, tem determinada elevação de volume a partir do mês

de agosto. Neste mês houve a padronização da dosagem de aproximadamente 3 sacos de cal de 20kg por hora no tanque de recalque de efluente bruto. Aliado a isso, um descarte contínuo de lodo começou a ser realizado, descarte esse sem medida exata pois não existem meios de fazer a aferição da quantidade exata descartada.

6.5 Matriz GUT aplicada a ETE

A identificação dos pontos de melhoria da ETE consta no QUADRO 6, onde os itens mais relevantes, segundo avaliação, encontram-se na coloração vermelha na coluna destinada como “total”.

Quadro 6. Oportunidades e matriz GUT ETE

OPORTUNIDADES ETE	G	U	T	Total = GxUxT
Operação com bombas reservas	5	5	5	125
Padronização na diluição dos reagentes químicos	2	4	2	16
Verificação da eficiência das centrífugas	3	2	4	24
Aquisição de tanque maior para acúmulo de lodo	2	4	5	40
Medidor de vazão de entrada de efluente bruto	2	1	1	2
Instalação de dosador automático de alcalinizante (cal)	2	2	2	8
Aquisição de materiais para JAR-TEST	2	1	1	2
Instalação de dosador automático de coagulante	3	2	1	6
Mudança no layout	2	2	2	8
Rebaixamento da tubulação do tanque anaeróbio	1	1	1	1
Adição de cinza oriunda da queima da caldeira para correção de pH	3	5	3	45
Ajuste do descarte e reciclo de lodo	5	5	5	125
Ajuste de vazão para os decantadores secundários	2	4	4	32
Verificação das membranas do sistema de aeração do lodo ativado	5	2	4	40
Manutenção dos equipamentos dos decantadores secundários	2	1	3	6
Manutenção dos flutuadores (pás, correias, sistema de microbolha...)	2	3	4	24
Verificação do sistema elétrico (automático) de bombas	4	5	5	120
Utilização de serpentina no tanque de acúmulo de lodo	1	1	1	1
Reuso do efluente da saída final para diluição dos produtos químicos e limpeza da estação	3	1	1	3

Identificar os pontos de geração de cada efluente e caracterizar cada um deles	4	4	1	1
Adequar a operação nos finais de semana	5	5	5	125
Reutilização do efluente tratado para a caldeira e condensadores	4	4	1	16
Verificação da eficiência dos flotores	3	2	3	18

Fonte: Autor, 2020

Com a elaboração da matriz de priorização, foi elaborado o seguinte foco de oportunidades, conforme consta na TABELA 3.

Tabela 3. Foco de oportunidades

Opções	Valor estratégico da ação	Impacto no Sucesso	Tempo para Implementação	Necessidade de Recurso Financeiro	Facilidade	Ranking
Compra de bombas reservas	2	2	3	2	1	0
Aquisição de um tanque de acúmulo de lodo	3	3	1	2	2	5
Ajuste de descarte e reciclo de lodo	3	3	2	1	2	5
Manutenção do sistema de ar difuso	2	2	2	3	1	0
Manutenção de sistema automático de bombas	2	2	1	1	3	5
Ajustar sistemas para finais de semana	2	2	3	1	2	2

Fonte: Autor, 2020

A compra de bombas reservas para a operação se faz torna necessária, visto que a falha, seja ela de qualquer natureza, impossibilite o tratamento do efluente, podendo este não receber o tratamento adequado ou até mesmo passando pelo sistema até o lodo ativado e consequentemente até a saída final. A FIGURA 26 demonstra o momento em que uma bomba de adição de polímero apresentou falha, arrastando assim efluente com uma qualidade inferior ao comum lançado.

Figura 23. Efluente sem qualidade de tratamento nos flotadores em função de falha na bomba



Fonte: Autor, 2020

O sistema de lodos ativados é amplamente utilizado, em nível mundial, para o tratamento de despejos domésticos e industriais, em situações em que são necessários uma elevada qualidade do efluente e reduzidos requisitos de área Von Sperling, (2002). No reator ocorrem as reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica e, em determinadas condições, da matéria nitrogenada. a biomassa se utiliza do substrato presente no esgoto bruto para se desenvolver. no decantador secundário ocorre a sedimentação dos sólidos (biomassa), permitindo que o efluente final saia clarificado. os sólidos sedimentados no fundo do decantador

secundário são recirculados para o reator, aumentando a concentração de biomassa no mesmo, o que é responsável pela elevada eficiência do sistema.

Os processos biológicos foram concebidos para serem aplicados na remoção de material orgânico carbonáceo, geralmente medido em termos de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5)/ Demanda Química de Oxigênio (DQO), nitrificação, desnitrificação, remoção de fósforo e estabilização do lodo gerado no sistema primário e secundário, possibilitando, assim, a correção das características indesejáveis dos esgotos e sua disposição final, de acordo com as regras e critérios definidos pela legislação ambiental METCALF, (1991).

Para a remoção de nutrientes, como o fósforo, é necessário que haja um equilíbrio entre o total recirculado e o total descartado, pois se houver um desbalanceamento da quantidade de sólidos presentes na lagoa, o tratamento pode entrar em colapso, favorecendo o surgimento de bactérias indesejáveis. Para tal se faz necessária a aquisição de um tanque para acúmulo de lodo maior, pois o tanque existente tem uma capacidade de armazenamento baixa em função da geração de lodo da ETE e descarte de lodo pela lagoa. Abaixo segue a FIGURA 27 demonstrando o atual tanque de acúmulo de lodo.

Figura 24. Tanque de acúmulo de lodo



Fonte: Autor, 2020

Sendo assim fica evidenciada que o choque de carga é prejudicial para o sistema de lodos ativados, pois aumenta muito a oferta de nutrientes e a quantidade de oxigênio para remoção da carga se torna obsoleto, fazendo com que o tratamento seja ineficaz e o ambiente favoreça o crescimento de bactérias indesejadas. O principal efeito ecológico da poluição orgânica em cursos de água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido. A demanda

bioquímica de oxigênio (DBO) retrata a quantidade de oxigênio requerido para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica Von sperling, (1996).

Na FIGURA 28 é possível ver que o tanque de equalização excede a sua capacidade, fazendo com que o efluente bruto seja arrastado para o sistema sem tratamento nos flotores.

Figura 25. Tanque de acúmulo 2 com presença de efluente bruto



Fonte: Autor, 2020

Outro fator que pode alterar a qualidade do efluente que chega até o tanque de equalização, é a presença demasiada de sangue, este oriundo dos tanques de sangue da indústria. A FIGURA 29 demonstra o momento em que o sangue chega até a estação.

Figura 26. Presença de sangue no efluente bruto



Fonte: Autor, 2020

6.6. Matriz GUT aplicada a ETA

Já para a ETA, foi elaborada a seguinte matriz de priorização, conforme segue no QUADRO 7.

Quadro 7. Identificação de oportunidades e matriz GUT - ETA

Oportunidades	Gravidade	Urgência	Tendência	Total
Quantificação de entradas e saídas de cada setor	5	5	2	50
Captação de água da chuva	3	5	3	45
Verificação de tubulações com vazamentos	5	5	5	125
Captação da água de drenagem pluvial	1	2	1	2

Fonte: Autor, 2020

A quantificação das entradas e saídas de cada setor se torna imprescindível em função da verificação do quanto está sendo efetivamente desperdiçado dentro do processo produtivo.

A água é utilizada em diversas etapas do processo produtivo e na limpeza das instalações, que após sua utilização, se transforma em efluente líquido e encaminhado a estação de tratamento de efluentes (ETE), presente nas dependências do terreno. Levando em consideração que a Portaria 210/98 diz que o consumo médio de água para cada frango pode ser calculado tomando como base o volume de 30 litros por frango abatido, incluindo todas as seções do abatedouro, e analisando o volume gasto com a quantidade de frangos abatidos, a empresa em estudo atende ao determinado pela legislação vigente. Portanto, novas propostas podem ser implantadas permitindo o volume médio inferior, desde que preservados os requisitos higiênicos- sanitários SCHUEROFF, (2013).

Para a redução da quantidade da água utilizada e conseqüentemente a diminuição na geração de efluentes propõe-se maior controle na quantidade de água utilizada no processo através de P+L. Isso se dá pela aquisição de medidores (hidrômetros) na entrada das instalações, podendo assim fazer o balanço de massa, observando o quanto está sendo perdido no sistema como um todo.

Para tais ações sugeridas na ETA, foi elaborado o seguinte foco de oportunidades, conforme segue na TABELA 4.

Tabela 4. Foco de oportunidades da ETA

Opções	Valor estratégico da ação	Impacto no Sucesso	Tempo para Implementação	Necessidade de Recurso Financeiro	Facilidade	Ranking
Instalação de hidrômetros nas entradas e saídas dos setores	3	2	2	2	2	3
Captação de água da chuva em telhados	3	2	2	2	2	3
Apontar tubulações que possuem vazamentos	3	2	3	2	1	1

Fonte: Autor, 2020

6.7. Matriz GUT ETA de lodo

Já para a ETA de lodo, foi elaborada a matriz GUT do QUADRO 8.

Quadro 8. Matriz de prioridades e oportunidades ETA lodo

Oportunidades	Gravidade	Urgência	Tendência	Total GxUxT
Valoração do lodo gerado	1	1	1	1
Incorporação do lodo junto ao lodo da ETE	1	1	1	1
Treinamento na operação	3	3	3	27
Padronização na dosagem de polímeros	4	5	5	100
Reuso de água da prensa para diluição dos reagentes	1	4	1	4

Fonte: Autor, 2020

Para a matriz, foi realizado o seguinte foco de oportunidades, conforme segue na TABELA 5.

Tabela 5. Foco de oportunidades ETA/lodo

Opções	Valor estratégico da ação	Impacto no Sucesso	Tempo para Implementação	Necessidade de Recurso Financeiro	Facilidade	Ranking
Treinamento de operadores	3	3	2	1	1	4
Padronização da dosagem de reagentes químicos	2	2	1	1	3	5

Fonte: Autor, 2020

7. EXPECTATIVAS DE GANHO

7.1. Estação de tratamento de efluentes

Após desenvolvimento do diagnóstico da ETE e a elaboração da matriz de prioridades, é esperado que exista um ganho qualitativo significativo no sistema de tratamento, principalmente no quesito de atendimento de parâmetros de lançamento exigidos pelo órgão ambiental estadual. O controle setorizado de geração de efluentes dará condição melhor no quesito de monitoramento diário dos nutrientes e carga orgânica que é destinada em cada local, possibilitando ainda adequar de forma eficiente o tratamento em finais de semana.

Como não existe um controle do volume gerado no parque, estratificando o que é característico de cara setor, existe a dificuldade de elaborar um plano de ação adequado a necessidade da ETE.

Outro fator importante identificado é realizar o manejo de lodo de forma adequada aos dias de operação do ETE. Com a atual situação não existe nenhuma maneira de apontar um volume adequado de descarte, reciclo ou cálculo de idade do lodo, sendo esses parâmetros fundamentais para remoção de nutrientes em um efluente industrial.

Foi buscado uma maneira de reduzir o consumo de cal dentro da ETE, e indicado o uso de cinza oriundo do processo de queima da caldeira, resíduo esse destinado para compostagem externa. Com a adição da cinza no lodo ativado, esperasse reduzir o consumo de cal dentro do sistema, gerando assim uma economia na quantidade de lodo gerado, mantendo igualmente o padrão de pH dentro da legislação na saída final. Esse estudo será realizado após testes dentro do frigorífico.

7.2. Estação de tratamento de água

Com a o desenvolvimento do diagnóstico ambiental dentro da ETA, foi possível identificar os pontos de melhoria dentro do setor, e fazer apontamentos sobre desperdícios consideráveis dentro do processo. Esses desperdícios foram levantados de forma quantitativa, relacionando os dados de entrada e saída de água dentro do parque fabril.

As prioridades levantadas na matriz GUT foram voltadas a identificação setorizada dos pontos de desperdício de água, fazendo com que se torne possível mitigar, dentro do possível do investimento da empresa, as perdas dentro do sistema.

É estimado que o valor que possa ser revertido para o setor fabril seja o apresentado na FIGURA 24, onde se é contabilizado o valor de R\$ 75,214.30 num período de 10 meses, totalizando mensalmente um valor de R\$ 7,521,43 mensais. Esse valor poderá ser convertido em manutenção nos setores, compra de reagentes químicos, modernização e automação dos setores. É estimado ainda que se possa diminuir a vazão de água tratada na ETA em função de se obter um consumo menor, quando se puder estratificar o utilizado em cada setor. Sendo assim o sistema de tratamento de lodo também poderá ser mais eficiente, pois o mesmo opera conforme descarga de fundo da ETA, processo esse realizado a cada hora e em pares de filtros.

8. CONCLUSÃO

Com o trabalho desenvolvido dentro da unidade de aves e industrializados do frigorífico, foi possível observar que existem vários aspectos ambientais e financeiros que podem ser melhorados, trazendo uma redução significativa nos danos ambientais causados, como uso de recursos naturais e diminuição no valor final do produto em função de desperdícios ou pequenas alterações nos processos produtivos.

Como o trabalho se manteve apenas em setores de meio ambiente, em função da grande demanda que os setores apresentavam, é possível ser assertivo e concluir que existem muitos meios de redução de consumo em outros setores da indústria, em função de sua elevada área de estudo e a dificuldade de envolver outros setores nos processos de diminuição de gastos e desperdícios

Através dos levantamentos feitos em cada setor de estudo foi possível concluir que é necessária a quantificação de entradas e saídas de cada setor, podendo assim ser identificado de uma maneira rápida e precisa as possíveis falhas dentro de cada setor. Esse levantamento também irá proporcionar a interação dos setores, pois cada setor terá acesso aos indicadores individuais proporcionando levantar oportunidades de melhoria em cada setor.

Quanto aos levantamentos de indicadores da empresa, alguns dados apresentaram incongruências sobre os volumes gerados, o que impossibilitou a realização de uma quantificação mais precisa tanto de perdas como de ganhos, inviabilizando um estudo do processo como um todo.

Foi observado que existe um grande desperdício de água dentro da unidade, sendo que nos últimos dias de semana de funcionamento do abate sempre há uma comoção por parte dos responsáveis de cada setor sobre a iminente falta de água que a indústria poderá sofrer, parando linhas inteiras de produção, acarretando em uma perda orçamentária muito grande. Essas perdas poderiam ser sanadas se existissem meios de quantificar e qualificar o consumo do recurso dentro de cada setor.

Quanto a geração de efluentes, foi observado que a cal foi eficaz na remoção de nutrientes, porém é de extrema importância realizar a instalação dos equipamentos para quantificação de parâmetros da ETE, tornando capaz de ajustar o sistema para um melhor funcionamento e atendimento de padrões legais e internos de qualidade.

Foram levantadas as oportunidades de melhoria dentro de cada setor e analisadas as suas prioridades e representatividade dentro do sistema. Quanto maior o fator GUT maior seria a importância da oportunidade. Essa matriz poderia ser melhorada se houvesse interação dos supervisores dos setores, envolvendo todos os trabalhadores e compilados os dados, não dependendo apenas da avaliação de uma pessoa.

Cada oportunidade de melhoria apresentada como prioridade foi justificada e demonstrada a sua importância dentro do setor e demonstrado o seu valor qualitativo ou quantitativo, dependendo da característica da indicação.

8. REFERÊNCIAS

- ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Introdução à ABNT NBR ISO 14001:2015. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/publicacoes2/category/146-abnt-nbr-iso-14001>>. Acesso em: 19 junho de 2020
- ALVARENGA, R.P; QUEIROZ, T. R. **Produção Mais Limpa e Aspectos Ambientais na Indústria Sucroalcooleira**. International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo, 2009.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040: **Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida** – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: versão digital, 2009. 21p.
- BECHELLI, C. B. **Utilização de matriz de impactos como ferramenta de análise em estudos de impacto de vizinhança: edifício residencial em Porto Rico – PR**. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre. 2010.
- BENNEMANN, Rafael Batista. **Proposta de Gestão Ambiental para Indústria Metal Mecânica**. 2012. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, FEAR, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.
- BRASIL. 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. DOU, S.1 – Atos Poder Legislativo, Ed.147 de 3, de agosto de 2010
- BRONSTRUP, D. E.; MORAES, J. A. R.; MACHADO, E. L.; SILVA, A. L. E. **Proposta de implantação de Produção mais Limpa em um frigorífico de suínos de grande porte**. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v.14, n. 2, p.25-37, mai./ago. 2015.
- BUENO, Pietra Taize. Oportunidades de Produção mais Limpa em uma Agroindústria de Abate de Suínos. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2019.
- CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. (2011) **Guia da Produção Mais Limpa: Faça você Mesmo**. Disponível em:< <http://pmaisl.com.br/>>. Acesso em: 04/11/2019.
- CETESB. **A produção mais limpa e o consumo sustentável na América Latina e Caribe**. 2004. 134 f. Governo de São Paulo, Cetesb Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico, São Paulo, 2004
- Confederação Nacional da Indústria (CNI). **Economia circular: o uso eficiente dos recursos**. – Brasília. CNI, 2018. 36 p.: il. – (Propostas da indústria eleições 2018; v. 12)
- CRUZ, F.P.; ARAÚJO, W.E.L. **Avaliação dos aspectos e impactos ambientais no setor de abate de um frigorífico em Cachoeira Alta - GO**. Revista Online UniRV, v.1, p.28-40,2015.
- FARIA A. M. **Economia Circular: Reinvenção das Formas de Negócio**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2018.

FERREIRA, Margarida Machado Boavida. **Avaliação de Ciclo de Vida de uma Central Hidroelétrica**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007.

FLORES, R. K.; MISOCZKY, M. C. **Dos antagonismos na apropriação capitalista da água à sua concepção como bem comum**. *Organizações & Sociedade*, v. 22, p. 237-250, 2015.

FURTADO, J. S. **Atitude ambiental sustentável na Construção Civil: ecobuilding & produção limpa**. São Paulo: Programa de Produção Limpa, Fundação Vanzolini, Departamento de Engenharia de Produção e Escola Politécnica, USP, 2000.

GHISELLINI P., CIALANI C., ULGIATI S., 2016. **A review on circular economy; the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems**. *Journal of Cleaner Production* 114, 11-32.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**- 5. Ed; Atlas, São Paulo, 2010. INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION (ISO). Pesquisa ISO Survey. Disponível em: <www.iso.org/iso/iso-survey>. Acesso em: 19 de junho. 2020.

JUNKES, Leticia; FERREIRA, Denize Demarche Minatti; ARAUJO, Alessandra Rodrigues Machado de. **EVOLUÇÃO DA NBR ISO 14001 NO BRASIL NOS ÚLTIMOS 10 ANOS: ANÁLISE COMPARATIVA POR ESTADOS E SETORES DE ATUAÇÃO**. 2017. 13 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

MORO, Patrícia dal *et al.* **Diagnóstico ambiental de indústrias de fabricação de estruturas metálicas e esquadrias de metal de pequeno e médio porte**. 2014. 3 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, FEAR, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2014.

QUEIROZ, Victor Vieira. **AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE UMA PEÇA AUTOMOTIVA**. 2011. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011

RODRIGUES, Franciele. **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA DE IMBITUVA - PR**. 2018. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2018.

ROSSI, M T.B **Barreiras à Implementação de Produção Mais Limpa Como Prática de Ecoeficiência em Pequenas e Médias Empresas no Estado do Rio de Janeiro**. 2017. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2017.

TAKATA, Jorge Tatsusi. **ANÁLISE DO MERCADO DE FUNDIÇÃO DOS METAIS FERROSOS NO BRASIL**. 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Fundação Getúlio Vargas Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo, 2002

VALT, Renata Bachmann Guimarães. **ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE EMBALAGENS DE PET, DE ALUMÍNIO E DE VIDRO PARA REFRIGERANTES NO BRASIL VARIANDO A TAXA DE RECICLAGEM DOS MATERIAIS**. 2004. 208 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Processos Térmicos e Químicos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004

Walton J.N. **Doble Steam Cars, Buses, Lorries, and Railcars . "Light Steam Power" Isle of Man**, UK, (1965-74)