

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRARIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

LUCIANA ANGÉLICA GOMES

**CARACTERIZAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO EFLUENTES DE UM FRIGORÍFICO DE AVES**

UBERLÂNDIA

2021

LUCIANA ANGÉLICA GOMES

**CARACTERIZAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO EFLUENTES DE UM FRIGORÍFICO DE AVES**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção de Conclusão do
Curso de graduação em Engenharia Ambiental.**

Orientador: Prof. Dr. José Geraldo Mageste

UBERLÂNDIA

2021

AGRADECIMENTOS

Ao Professor José Geraldo Mageste pela orientação, paciência, compreensão e cooperação em todas as etapas de realização deste trabalho. A todos os professores do Universidade Federal de Uberlândia pelo esforço e empenho dedicados ao Curso de Engenharia Ambiental, cujo resultado se reflete nas amizades conquistadas.

Aos colegas que juntos, formaram a oitava turma deste curso, conquistando não somente o conhecimento, mas também os laços de amizade que se formaram, e que jamais serão esquecidos.

Aos meus familiares e amigos, que me acompanharam e encorajaram durante todo este tempo de trabalho e estudo.

A todas as pessoas, que de uma maneira ou de outra, contribuíram de alguma forma e fizeram parte do desenvolvimento desta dissertação.

A Deus, sem o qual nada disso teria sentido.

RESUMO

O presente trabalho apresenta a identificação da viabilidade técnica e econômica da utilização da coagulação e desidratação do sangue e centrifugação do lodo flotado a frio como utilização de métricas de retorno econômico em um estudo de caso de uma indústria frigorífica no estado de Goiás. Assim sendo, foi realizada uma caracterização da situação atual do sistema de tratamento dos efluentes, e implementação de uma unidade de coagulação e automação do sistema de separação sólido-líquidas do tratamento primário da ETE otimizando a remoção de sólidos e atendimento do parâmetro de nitrogênio amoniacal no lançamento de efluentes no corpo hídrico. Na fase de modificação do sistema foram estudadas formas de separação do sangue no processo de centrifugação realizando a automação e coagulação por meio de outra centrífuga decanter. Já no processo de tratamento do lodo flotado foi implantado centrífuga realizando processo de centrifugação a frio – sem utilização de vapor. Os resultados do estudo demonstram eficiência para os processos com reduções no consumo de vapor, mitigação do envio de sangue para o tratamento primário e o atendimento aos resultados de análises de nitrogênio amoniacal proporcionando atendimento ao Indicador de Sustentabilidade Ambiental (ISA). Conclui-se também que apesar dos grandes avanços já realizados em busca da sustentabilidade muito ainda há por se fazer no tão desejado equilíbrio econômico-ambiental.

Palavras chaves: tratamento de efluente, sustentabilidade ambiental, ocorrência ambiental, centrifugação de efluente, vapor na ETE.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Histórico de dados ano de 2018 do indicador de vapor e consumo de lenha	27
Tabela 2: Histórico de dados ano de 2019 do indicador de vapor e consumo de lenha	28
Tabela 3: Resultado de análise do parâmetro de nitrogênio amoniacal após implantação do novo sistema	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Geração de valor do projeto com os ganhos financeiros.....	20
Quadro 2: Memorial de cálculo com premissas dos gastos com manutenção e redução de custos.....	21
Quadro 3: Estrutura do Índice de Sustentabilidade Ambiental – ISA	21
Quadro 4: Parâmetros conforme CONAMA 430/2011.....	22
Quadro 5: Ganho anual com redução do consumo de lenha.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do abate de processamento de aves e principais efluentes	12
Figura 2: Concepção do sistema de coagulação e automação de sangue	19
Figura 3: Fluxograma do tratamento de efluente secundário	26
Figura 4: Nova configuração do processo do sangue no tratamento de efluente	29
Figura 5: Nova configuração do tratamento primário após retirada do sangue	29

SUMÁRIO

<u>1. INTRODUÇÃO</u>	8
<u>2. OBJETIVOS</u>	8
<u>2.1 Objetivo Geral</u>	8
<u>2.2 Objetivos Específicos</u>	9
<u>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	9
<u>3.1 A indústria frigorífica</u>	9
<u>3.2 Geração de Lodo de Efluentes da indústria frigorífica de abate de aves</u> 11	
<u>3.3 Tratamento de Efluentes líquidos do abatimento de aves</u>	13
<u>3.4 Indicador de Sustentabilidade Ambiental (ISA)</u>	16
<u>4. METODOLOGIA</u>	17
<u>4.1 Área de Estudo</u>	17
<u>4.2 Proposta de redução de vapor na centrifugação para posterior modificações na unidade do tratamento físico-químico do sistema ETE</u> 17	
<u>4.3. Indicador de Sustentabilidade Ambiental (ISA)</u>	21
<u>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	23
<u>5.1 Caracterização da ETE</u>	23
<u>5.1.1 Tratamento Preliminar-Primário</u>	24
<u>5.1.2 Tratamento Secundário</u>	25
<u>5.2 Redução de vapor na unidade Centrífugo Tridecanter 470 G</u>	26
<u>5.3 Adequação do efluente final da ETE após implantação da unidade de coagulação no tratamento físico-químico</u>	28
<u>5.4 Atendimento ao Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA)</u>	30
<u>6. CONCLUSÃO</u>	30
<u>7. REFERÊNCIAS</u>	31

1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira ocupa atualmente a posição de terceiro maior produtor mundial de carne de frango, atrás apenas de Estados Unidos e China, e a primeira posição entre os exportadores. A receita cambial com as exportações atingiu R\$ 19 bilhões, segundo dados divulgados pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2018).

Segundo o Ministério da Agropecuária, Pecuária e Abastecimento (MAPA), as projeções com maiores taxas de crescimento de produção no período de 2016/17 a 2026/27 serão para a produção de carne de frango e suína, que deve crescer a 2,8% e 2,5% ao ano (MAPA, 2017).

Tendo em vista a relevância deste setor para o país, os aspectos ambientais relacionados ao manejo adequado das águas residuais estão cada vez mais relevantes, uma vez que os principais problemas ambientais derivados dessa atividade econômica são o elevado consumo de água, a geração de efluente com alta carga orgânica e o uso intensivo de energia, como a eletricidade e o combustível (BUGALLO et al., 2014).

Tratar os efluentes das indústrias de carne tem sido uma das maiores preocupações do setor, tendo em vista que o mercado consumidor interno e, principalmente o externo, vem aumentando suas exigências quanto à qualidade ambiental do processo produtivo. O investimento em processos que visam à redução da geração dos fluentes e melhor eficiência de tratamento aumenta cada vez mais, mesmo assim, ainda é muito elevada a quantidade de resíduos gerados, tendo a água como principal efluente, com alta concentração de poluentes (BRAILE; CAVALCANTI, 1993).

Diante disso, sabendo que o ramo industrial dedicado ao abate e processamento de aves utiliza grandes quantidades de recursos e insumos em seus processos, gerando resíduos potencialmente poluentes e recursos energéticos, este trabalho propõe avaliar a redução destes poluentes no processo, minimizando seu impacto ambiental, o que acarretaria a diminuição de custos operacionais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi apresentar o estudo de caso da otimização de um sistema de Tratamento de Efluentes de uma indústria processadora de carnes de frango, a fim de melhorar a eficiência global do sistema.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o sistema de tratamento de Efluente da empresa.
- Manter atendimento no Indicador de Sustentabilidade Ambiental (ISA).
- Avaliar a implementação de uma unidade de coagulação e automação do sistema de separação sólido-líquidas do tratamento primário da ETE.
- Redução no consumo de lenha aplicado no vapor no tratamento primário da ETE.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A indústria frigorífica

De acordo com Padilha et.al (2005), o início do desenvolvimento da avicultura no Brasil em escala industrial ocorreu na década de 1930. A primeira experiência foi no Estado de Santa Catarina, na empresa Sadia, com base em experiências americanas. Foi a partir de 1950 que a atividade atingiu bons níveis de crescimento e competitividade, fomentada pelo surgimento de inúmeras inovações tecnológicas e também pela boa adaptação da atividade no país. Segundo Belusso e Hespanhol (2010), na década de 1970 começaram as exportações brasileiras de carne de frango e o setor ganhou destaque nos estados de Santa Catarina e Paraná.

O bom desempenho da avicultura no Brasil pode ser explicado pela vocação agrícola do país e pela introdução de novas tecnologias, melhorias genéticas, uso de instalações mais apropriadas e alimentação racional, em que a manutenção desse bom desenvolvimento exige uma evolução constante no setor (VOGADO, 2016). As novas tecnologias propiciaram maior controle produtivo com a criação dos frangos em galpões, onde se tem condições ambientais artificiais, que juntamente com a política agrícola trouxe acesso aos mercados consumidores, aptidão dos produtores, condições de transporte e a disponibilidade de matérias-primas como o milho e a soja para a produção de frango, em

que estes foram os principais responsáveis pela expansão das plantas industriais avícolas no Brasil (BELUSSO e HESPANHOL, 2010).

A produção avícola no Brasil atualmente ocupa a segunda posição mundial , atrás apenas dos Estados Unidos. E o consumo de proteína avícola é segundo tipo de carne mais consumida a nível mundial (UNFRIED; YOSHI, 2012).

As empresas do ramo frigorífico são as responsáveis pelo processamento de carnes e o aumento em suas atividades industriais diante da demanda mundial por proteína animal trouxe como consequência o grande aumento da dependência dos recursos naturais. Diante disso, as empresas passaram a se preocupar com a questão ambiental, em que se procura causar o mínimo de impacto negativo ao meio ambiente durante todo seu processo produtivo (DA CRUZ; DE ARAÚJO, 2015).

De um ponto de vista ambiental, segundo Ferreira (2016) e Schenini et al. (2006), a intensificação da produção avícola causa uma série de impactos ambientais. O processamento frigorífico de aves gera resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas decorrentes da energia consumida em toda cadeia produtiva. Segundo Vogado (2016), problemas de gestão ambiental referente aos resíduos gerados, acarretam diversos impactos no solo que os recebe, devido ao excesso de minerais e mau uso dos processos de compostagem. A destinação de efluentes líquidos com tratamentos ineficientes e em alguns casos sem tratamento trazem prejuízo aos canais receptores.

Nesse sentido, durante as etapas de abate de aves, seguida de seu processamento é necessária uma separação e tratamento dos dejetos líquidos, semi- sólidos e sólidos que são gerados em grande quantidade durante o processo, antes mesmo de serem liberados no meio ambiente, pois são poluentes (MATSUMURA, 2007).

De acordo com Padilha et al. (2005), no abatedouro de aves muitas partes do frango são descartadas durante seu abate, sejam por não serem de consumo humano ou por não possuir fins comerciais. Visto isso, estes resíduos necessitam de um destino apropriado para não poluir o meio ambiente. Os mesmos autores ainda citam que os resíduos são divididos em dois grupos, os resíduos sólidos (penas, vísceras, cabeças, pés, peles diversas, ossos diversos, borra do flotador e as carcaças) e os fluídos(sangue, e os efluentes líquidos). Nesse contexto, para atender as normas ambientais, as empresas do setor buscam sistemas de tratamento destes resíduos, por exemplo naquele em que é gerado o lodo flotado, resultado do processo de tratamento de efluentes líquidos, que passa a ser objeto de estudo deste trabalho.

3.2 Geração de Lodo de Efluentes da indústria frigorífica de abate de aves

De acordo com Matsumura (2007), os processos de abate do frango em uma indústria avícola podem ser resumidos nas seguintes etapas: recepção, atordoamento, sangria, escaldagem, evisceração, lavagem final, resfriamento, gotejamento, embalagem, armazenamento e aproveitamento dos subprodutos.

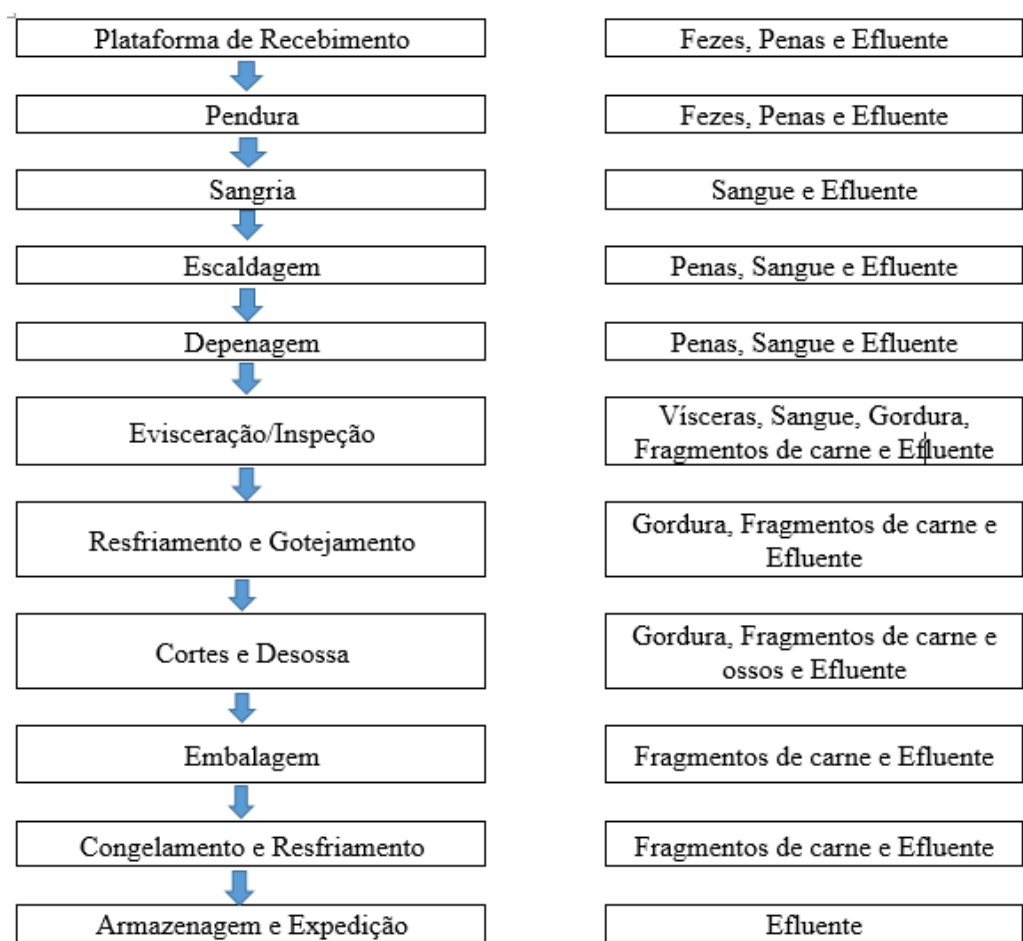
A primeira rota de geração de resíduo líquido acontece na unidade de sangria, onde são sangradas com um corte na jugular e seguem para um túnel, onde o sangue é captado por canaletas e destinado a fábrica de farinha de origem animal ou lançado no sistema de tratamento de efluentes líquidos (MATSUMURA, 2007).

Já na etapa da escaldagem, as aves passam pela primeira etapa de lavagem, imersa em água a temperatura de 55 a 60°C, durante 90 a 120 segundos. Na depenagem, tem-se o consumo de água, em que é feita de forma contínua em máquinas depenadeiras em série. Nesta etapa, há injeção contínua de água fria através de chuveiros, onde as penas removidas são recolhidas na saída das canaletas e são destinadas a fabricação de ração (MATSUMURA, 2007).

Após a remoção das penas e limpeza externas, segue a evisceração, que consiste no corte do abdome, em que são retiradas as vísceras, seguida dos pulmões e separação dos miúdos. Nesta fase, os pulmões e moelas recebem os devidos cuidados, os miúdos são selecionados e resfriados. E por fim, as aves passam por uma lavagem final, depois da retirada dos órgãos internos e são encaminhadas para o resfriamento (MATSUMURA, 2007).

Após a evisceração as aves elas são derrubadas em tanques abertos, chamados de pré-chiller, onde é feito o pré-resfriamento. Em seguida para permanecer resfriadas é adicionado gelo, no sistema chiller, (MATSUMURA, 2007). Por fim, as aves são encaminhadas para o gotejamento, onde são removidos o excesso de água e são destinadas a serem embaladas e armazenadas. A Figura 1 apresenta na coluna da esquerda a rota do processamento do abate de aves e na coluna da direita os resíduos gerados.

Figura 1: Fluxograma do abate de processamento de aves e principais efluentes



Fonte: ADAPTADO DE TAKEDA (2010); PINTO et al. (2015).

Nas indústrias de processamento de frangos a produção de efluente é bastante elevada e relativamente proporcional ao consumo de água potável de aproximadamente 87.823,00 m³ por mês, sendo originado principalmente em quatro seções distintas; a sangria, depenagem, evisceração e preparação das carcaças (Hübner, 2001; citado por SCHOENHALS, 2006)

A quantidade de água utilizada por tonelada de peso corporal de ave abatida sob condições brasileiras encontrada foi de 15 litros por carcaça ou 7500 litros por tonelada

de ave abatida (SILVA, 2005). Totalizando aproximadamente 2.700 m³ de água por dia somente no processamento de 180.000 mil aves.

3.3 Tratamento de Efluentes líquidos do abatimento de aves

Como pode ser observado na descrição das etapas do abate de aves (Figura 1), a indústria avícola é responsável por uma grande geração de efluentes líquidos devido ao elevado consumo de água no processo que são contaminados com os resíduos do processo produtivo, o que implica na necessidade de um tratamento eficiente para adequada liberação antes de sua disposição final (SENA, 2005).

O método de tratamento depende do tipo de efluente gerado, do controle operacional da indústria e as características da água contaminada (MENDES, 2005; FERREIRA, 2016). Os efluentes gerados variam de indústria para indústria, porém, geralmente contêm altas taxas de compostos orgânicos, como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio (N), Fósforo (F), óleos, gorduras e proteínas (DEDIK; MONAV, 2009; FERREIRA, 2016). Este efluente necessita de um tratamento adequado, que é dividido em tratamento preliminar ou pré tratamento, tratamento primário, tratamento secundário e tratamento terciário ou avançado, contemplando um sistema de tratamento de efluentes (ETE).

Segundo dados compilados por JOHNS (1995) a composição do resíduo oriundo de abatedouros de aves pode oscilar entre 710 e 4.633 mg de O₂/litro de efluente para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), 1.400 e 11.118 mg de O₂/litro de efluente para a demanda química de oxigênio (DQO), sendo 780 até 10.090 mg de O₂/litro de efluente para a DQO na fração em suspensão, respectivamente. O mesmo autor ainda compilou os resultados para os constituintes óleos e graxas, nitrogênio amoniacal, fósforo total (P) que variaram de 50 a 897; 3 a 300; 13 a 120 mg/l de efluente, respectivamente.

Segundo Saxena et al. (1986) citado por MASSE et al. (2001) os efluentes oriundos do processamento de frangos de corte apresentam aproximadamente 1000 mg de sólidos suspensos por litro de água residuária produzida. A composição da concentração do mesmo pode ainda apresentar grande variação, em função do teor de diluição, ou seja, da quantidade de água empregada no processo de abate.

O tratamento deste efluente contendo alta carga orgânica, materiais em suspensão e nutrientes, necessita de um sistema de tratamento completo. Primeiramente, é feito o tratamento preliminar, que tem a função de proteger os equipamentos da ETE de

entupimentos, obstruções e desgastes, pois o efluente é composto por materiais grosseiros, matéria orgânica, nutrientes e demais poluentes dissolvidos. Este tratamento preliminar pode ser composto por meio de gradeamento, peneiramento, caixa de areia, dentre outros (SPELLMAN, 2003; SCHATZMAN, 2009). O material retido no peneiramento, como as penas, as vísceras, os ossos e demais sólidos são destinados para a produção de farinha na fábrica de subprodutos (SHATZMANN, 2009).

Em seguida, é realizado o tratamento primário, com o principal objetivo de remoção de sólidos suspensos, de material flotante, óleos e graxas. Nesta etapa, pode-se remover 40% a 70% dos sólidos em suspensão e cerca de 35% de DBO, que podem ser utilizadas as técnicas de sedimentação, coagulação/floculação, flotação e precipitação química (CAMAROTA, 2011).

Segundo Schetzmann (2009), nas unidades do tratamento primário são utilizados decantadores e flotadores. O autor ainda cita a importância da separação do tratamento primário para a linha verde e vermelha, pois evita a contaminação do material proteico e lipídico da linha vermelha, o que permite seu reaproveitamento. Segundo Sena (2005), a flotação é um processo físico-químico, que a separação de partículas, agregados ou gotículas são por adesão de bolhas de ar, e como as bolhas de ar possuem densidade menor que o meio aquoso, flutuam ou flotam até a superfície do reator, que na sequência é removida por pás.

O tratamento secundário abrange todos os processos biológicos de tratamento de efluentes, desde os de natureza aeróbia e anaeróbia, como objetivo de transformar a matéria orgânica biodegradável dos efluentes em sólidos sedimentáveis e gases. E nesta etapa se destaca o processo de lodos ativos, lagoas aeradas, lagoas de estabilização, filtros biológicos e reatores anaeróbios (CAMAROTA, 2011).

Por fim, tem-se o tratamento terciário ou avançado, que é realizado após o tratamento secundário, com o objetivo de melhorar a qualidade do efluente, quando os sistemas anteriores não atingem todos os parâmetros de lançamento estabelecidos pelo órgão ambiental na Licença de Operação. Assim, é aplicado o tratamento terciário, definido como um método de remoção de contaminantes (substância suspensas e dissolvidas), que não foram removidos dos efluentes por processos biológicos convencionais, o que inclui remoção de nutrientes como nitrogênio e fósforo (SPELLMAN, 2003; SCHATZMANN, 2009).

O processo de geração do lodo flotado se inicia com o processo físico-químico, com a equalização do efluente bruto e em seguida o agente floculante e polímeros são

adicionados para intensificar o processo de separação da gordura. Também faz uso de dosagens de produtos que induzem a formação de microbolhas de ar, o que auxilia no processo de flotação. Assim, ocorre o agrupamento de partículas de gorduras e material orgânico suspenso em “flocos”, em que é elevado à superfície da água para que o lodo flotado seja retirado do flotador por raspadores e a água enviada para o tratamento secundário (PINTO et al., 2015; FERREIRA, 2016).

Segundo Unfried e Yoshi (2012) após a separação o lodo úmido como é denominado o material proveniente do flotador, é aquecido a 90°C e enviado a uma centrífuga chamada Tridecanter, este equipamento tem por princípio ativo a separação do lodo aquecido em três fases, óleo de lodo, água ou efluente clarificado e lodo flotado.

O lodo flotado é a porção sólida do efluente, contendo umidade aproximada de 60%. Possui características potenciais para ser utilizada como combustível. A secagem da torta de lodo é recomendada favorecendo seu aproveitamento energético por combustão direta, desta forma este material ainda deve passar por um processo térmico para secagem e redução da umidade para um intervalo entre 12 e 15%, viabilizando desta forma sua posterior utilização como biomassa na combustão em caldeiras e fornalhas (UNFRIED E YOSHI, 2012).

O lodo flotado é composto basicamente de C, O e N, devido ao seu processo de obtenção ser exclusivamente orgânico. No entanto, contribuem em sua formação algumas substâncias advindas do processo de tratamento físico-químico como os coagulantes e coadjuvantes de coagulação. Outro elemento que pode ser encontrado no lodo é o cloro (Cl) utilizado na higiene da indústria, sendo este, considerado como um elemento-chave na formação de compostos organoclorados (MCKAY, 2002; STANMORE, 2004).

Segundo Sena (2005) um dos principais coagulantes utilizados nas indústrias frigoríficas para o tratamento primário, é o cloreto férrico (FeCl_3), no entanto esse elemento químico pode comprometer significativamente o processo de reutilização do lodo flotado como combustível.

O lodo gerado no tratamento de efluentes é destinado ao processo de compostagem, sendo que o processo de compostagem é considerado um sistema eficiente no tratamento de resíduos sólidos de frigoríficos e abatedouros, uma vez que a estabilização do material ocorre em tempo satisfatório (90 dias), permitindo a reciclagem de nutrientes (COSTA et al. 2008). Porém o lodo flotado não tem valor comercial e é uma prática das empresas que fazem o processo de compostagem aceitarem o resíduo em suas plantas, ou seja, o frete para transporte do resíduo fica por conta do gerador.

3.4 Indicador de Sustentabilidade Ambiental (ISA)

Os indicadores ambientais começaram a ser utilizados durante a década de 70 e 80, como resultado de esforços de governos e organizações internacionais na elaboração e divulgação dos primeiros Relatórios sobre o Estado do Ambiente, (FRANCA, 2001). Sendo o governo holandês o pioneiro na adoção de indicadores ambientais, em 1989, para avaliar os resultados da implementação do Plano de Política Ambiental Nacional (HAMMOND et al, 1995)

São ferramentas utilizadas para auxiliar no monitoramento da operacionalização do desenvolvimento sustentável, sendo a sua principal função fornecer informações sobre o estado das diversas dimensões (ambientais, econômicas, socioeconômicas, culturais, institucionais etc.) que compõem o desenvolvimento sustentável do sistema na sociedade (CARVALHO, J. et al., 2011).

Através da utilização de indicadores ambientais deve ser possível a análise das condições, mudanças da qualidade ambiental, além de favorecer o entendimento das interfaces da sustentabilidade, bem como de tendências, como uma ferramenta de suporte no processo de tomada de decisão e formulação de políticas e práticas sustentáveis (GOMES; MALHEIROS, 2012), pois os indicadores têm como função diagnosticar a saúde do ecossistema e fornecer uma ferramenta para monitorar condições e mudanças ambientais ao longo do tempo (JORGENSEN, 2005).

A partir da utilização dos indicadores de sustentabilidade, gera-se o Índice de Sustentabilidade, o qual é uma forma de sintetizar, matematicamente, uma série de informações quantitativas e semiquantitativas, associadas à sustentabilidade do desenvolvimento. Cada índice, ao final, gerará um valor numérico, que será o resultado de operações matemáticas com as informações que utiliza, e, que quando comparado a uma escala padrão, avaliará a sustentabilidade (KRONEMBERGER et al., 2008).

Entretanto, os indicadores não são e nem devem ser vistos como soluções para todas as dificuldades que envolvem a sustentabilidade, seja na sua avaliação ou na sua operacionalização. Fernandes (2004) afirma que o que deve ficar claro é que os indicadores cumprem com sua função, ou seja, simplesmente indicam os caminhos para avaliação, para a discussão e a percepção da sustentabilidade, cabendo a quem os utiliza realizar as demais etapas.

4. METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

A ETE a ser avaliada está localizada em um frigorífico no estado de Goiás, na unidade de abate de aves, que tem como fins lucrativos atividade principal abate de frango leve.

O frigorífico possui 1 (uma) linha de frango leve, onde aproximadamente 85% dos frangos abatidos são embalados inteiros. A unidade abate frangos Griller em 2 (dois) turnos a uma velocidade de 10.800 frangos/hora, totalizando 180.000 frangos abatidos por dia.

No processamento de abatimento das aves a separação das fases sólidas e líquida é realizada por uma centrífuga, sistema tridecanter centrífugo 470 G. Atuante no interior do tambor rotativo chega a 1700 g a 2900 g mais do que a força gravitacional atuante em um ambiente comum possibilitando separar as fases sólidas e líquidas (Clarificado, óleo e parte sólida - lodo com sangue). O lodo formado no flotador devido ao sistema de microbolhas é bombeado para o tanque de aquecimento juntamente com o sangue encaminhado do processo de sangria e aquecido a temperatura de 100°C. Após aquecimento é enviado para tridecanter centrífugo obtendo a separação das fases.

Para caracterização das unidades do Sistema de Tratamento de Esgotos (ETE) do processo de abatimento de aves, foi utilizado a pesquisa documental, através do levantamento de documentos junto à empresa tais como, projeto executivo da ETE, relatórios de eficiências, relatórios de atualizações. Além disso, foi utilizado a pesquisa observacional, através de relatos e registros fotográficos da própria autora.

4.2 Proposta de redução de vapor na centrifugação para posterior modificações na unidade do tratamento físico-químico do sistema ETE

Mediante estudo aplicado, foi utilizado a ferramenta de melhoria contínua para redução de vapor no tratamento de efluente. A ferramenta é utilizada para analisar os problemas crônicos e as oportunidades de melhoria, propondo ações de forma ágil e orientada a resultados.

O ciclo da melhoria contínua se inicia com o planejamento buscando conhecimento do processo, a identificação dos problemas e implantação de metas, observar e priorizar os problemas, identificar as causas e elaborar ações para atingimento das metas.

O tratamento físico químico no sistema de tratamento de efluentes do frigorífico de aves em questão, possui oportunidades de melhorias, e uma delas é o alto consumo de vapor na etapa de centrifugação do lodo flotado e sangue. Cerca de 35% de vapor utilizado na unidade produtiva é consumido no cozimento do lodo e sangue, processo esse que antecede a centrifugação.

Após a priorização do problema acima foram implantadas metas de reduzir o consumo do vapor em 35% até dezembro de 2020. Mediante isso, iniciou a observação e priorização dos problemas para buscar entender o motivo do alto consumo.

O setor da centrífuga é contemplado por tanque de cozimento, dois tanques reservatórios de óleo animal, centrífuga tridecanter, tubulações de vapor e caçambas para acondicionamento do lodo formado.

O sangue, por sua vez, deve ter seu aproveitamento total como subproduto ou resíduo, conforme condicionante da licença de funcionamento do empreendimento, proibindo lançamento na rede de esgoto. Assim, é encaminhado para o tanque de cozimento e aquecido juntamente com o lodo flotado é encaminhado para centrifugação.

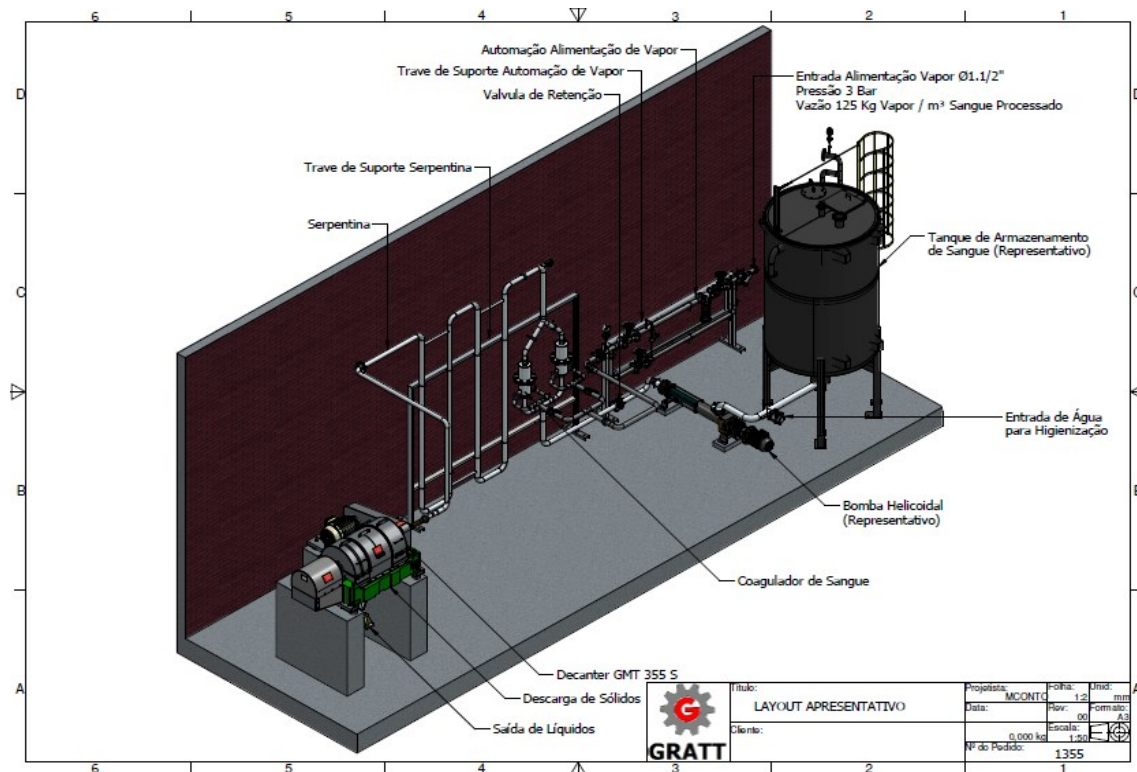
Identificado os problemas, observou-se que todo o sistema estava em estado de depreciação, ocasionando a perda do vapor no processo. Tal depreciação, que resultou em quebras e para o lançamento do sangue na rede para tratamento preliminar da ETE. Resultado pelo qual houve choque de carga no tratamento do efluente provocando ineficiência com desvios de até 100% nos parâmetros de nitrogênio amoniacal.

A última etapa do planejamento – serve para listar todas as ações, das soluções levantadas, que precisam ser executadas para bloquear os problemas potenciais (causas raízes). Em pesquisa das ações, apresentou necessário a redução do consumo de vapor e a eliminação do envio do sangue para rede de esgoto.

Para isso, foi solicitado investimento para aquisição do sistema de coagulação e desidratação do sangue (Figura 2). Este sistema prevê o processamento do sangue, composto por duas cápsulas de injeção direta de vapor que são controladas por um sistema automático de controle de vazão. Após a coagulação por injeção de vapor, o sangue passa pela serpentina, confeccionada totalmente em aço inox, proporcionando o tempo ideal

para a total coagulação. Na sequência, o sangue é desidratado no decanter centrífugo impedindo que o sangue possa seguir para rede de esgoto.

Figura 2: Concepção do sistema de coagulação e automação de sangue



Fonte: GRATT, 2020.

Com a implantação do sistema descrito acima, eliminaria a injeção de vapor no processo de centrifugação do lodo, visto que o procedimento poderia ser realizado a frio. A injeção de vapor era utilizada apenas para coagular o sangue e permitir centrifugação para separação de seus componentes.

Mediante planejamento das ações, os próximos passos conforme a ferramenta de melhoria contínua foram executá-las, solicitando via planilha de geração do valor de projeto apresentando a necessidade de alteração do sistema, valor para contemplar todo o sistema de automação e coagulação.

O Quadro 1 da geração de valores apresenta o orçamento imobilizado do projeto com o investimento em MR\$ 473. Para aprovação de investimento é analisado alguns itens: Payback descontado, VPL e o MTIR.

Segundo Fabozzi e Peterson (2003), o payback descontado é definido como sendo o período necessário para que as receitas líquidas provenientes do projeto de investimento

e descontadas a uma taxa mínima de atratividade, tenham valor presente acumulado igual aos investimentos realizados, também descontados a uma taxa mínima de atratividade, ou seja, o tempo de retorno sobre o investimento. Assim o payback descontado aponta nos resultados incrementais que o investimento realizado, em 42 meses a partir do ponto de partida de 10 meses, o projeto começa a dar lucro.

O Valor presente líquido trata de um método puramente financeiro que considera o investimento atrativo quando o valor do VPL (Quadro 1) é maior que zero. É o indicador que calcula o valor atual de uma série de movimentos financeiros futuros, descontados a uma taxa de juros apropriada considerando o investimento inicial. O VPL indica o potencial de geração de valor, sendo calculado através da soma de uma série de fluxos de caixa, considerando desde a data zero até a data final do projeto.

E por fim, o MTIR, a taxa interna de retorno modificada. O critério de decisão que utiliza o indicador payback descontado relacionado à preferência do investidor quanto ao tempo de retorno e quanto aos riscos do mercado. Como regra geral, quanto menor o payback, mais atrativo é o investimento.

Quadro 1: Geração de valor do projeto com os ganhos financeiros

Geração de Valor do Projeto											
Premissas				Investimentos (MR\$)				Resultados incrementais			
Inflação projetada		4,0%		Imobilizado (CAPEX)		473		Descrição	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Custo de Capital (WACC)		11,3%		Gasto (OPEX)		-		Volumes (t)	-	-	-
Alíquota IR		20,0%		Capital de Giro		-		Receita Líq	-	-	-
Ciclo Financeiro		36		Total projeto		473		Lucro Brut	172	179	186
								Margem Br	0,0%	0,0%	0,0%
Projeto				Indicadores financeiros:				Cashflow	171	177	182
OI		1005337		VPL (MR\$)		676		CAPEX (M	473	OPEX	-
Dono		JACIANA ANGÉLICA		MTIR		21,3%		NPV (MR\$)	676	Inflation	4,0%
Prazo startup		10 meses		Payback descontado		42		MTIR	21,3%	WACC	11,3%
Inflação		Sim		Lucro/Investimento		0,3		Payback	42 meses	IR	20,0%

Fonte: Autor, 2020.

Conforme demonstrado no Quadro 2, foi contemplado a inclusão de premissas de 5,0% no valor total do investimento sobre o equipamento em custos com a manutenção anualmente.

Quadro 2: Memorial de cálculo com premissas dos gastos com manutenção e redução de custos em MR\$ 165,1 por ano.

MEMORIAL DE CÁLCULO											
Aumento/Redução de Custos	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	
MR\$	165,1	165,1	165,1	165,1	165,1	165,1	165,1	165,1	165,1	165,1	
Aumento/Redução de Despesas Variáveis	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	
MR\$											
Aumento/Redução de Despesas Fixas	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	
MR\$											
Aumento nos Gastos com Manutenção	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Premissa:
Aumento nos gastos com manutenção (MR\$/ano)	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	5,0% sobre equipamentos

Fonte: Autor, 2020.

A redução de custos no memorial de cálculos foi realizada conforme análise econômica abordando a redução no consumo de lenha. Por meio desse resultado na redução do custo em MR\$ 165,1 por ano, já incluso os gastos com manutenção.

Realizado a geração de valor, o projeto segue via sistema SAP para aprovação das áreas envolvidas de engenharia, controladoria e investimentos.

4.3. Indicador de Sustentabilidade Ambiental (ISA)

Apresentam-se no Quadro 3 as dimensões analíticas e as respectivas variáveis que serão utilizadas no cálculo do Indicador de Sustentabilidade Ambiental (Autor, 2020), adaptadas a abatedouro de aves no estado de Goiás.

O indicador é dividido em 2 (dois) grupos denominados Regulatório Ambiental e Conformidade em Processos Ambientais. O Regulatório Ambiental tem como objetivo avaliar a aderência às legislações e/ou obrigações legais vigentes, enquanto a Conformidade em Processos Ambientais tem como objetivo verificar o cumprimento dos padrões estabelecidos em legislações, normas, procedimentos e entre outros padrões legais.

A conformidade em Processos Ambientais é subdividida em dois parâmetros sendo eles Emissões (líquidas, atmosféricas e ruídos) e Resíduos, conforme Quadro 3.

Quadro 3: Estrutura do Indicador de Sustentabilidade Ambiental – ISA

ISA	Dimensões analíticas		Variáveis
	Regulatório Ambiental	Itens de gatilho	Receber Auto de Infração ou Auto de Advertência ou Inquérito
			Não cumprir condicionantes dos TACs

				Não ter outorga protocolada
		Itens Redutores		Não cumprir condicionantes de LO / Outorga
				Descumprir prazo de resposta Notificações/Ofícios
				Não ter o documento de outorga emitido pelo órgão
	Conformidades em Processos Ambientais	Emissões	Líquidas	Parâmetros e limites definidos de acordo com legislação e/ou condicionante;
			Atmosféricas	Opacidade
				Combustão
				Particulados
				Odores
			Ruídos e Vibrações	Análise interna ou externa, atendendo a NBR 10151/2000
		Resíduos	Checklist	Licença 3ºs válidas (destinadores e transportadores)
				Central de Resíduos
				Queima de resíduos a céu aberto

Fonte: Autor, 2020.

O parâmetro de Emissões Líquidas é composto pelo monitoramento de padrões de lançamento de efluentes. O monitoramento das emissões líquidas deve ser realizado conforme condicionante da licença ambiental. Este indicador está vinculado ao atendimento dos parâmetros legais monitorados. São considerados somente os dados legais específicos com as legislações federais, estaduais e municipais e condicionantes de licença e/ou outorga aplicável.

As emissões líquidas têm impacto diretamente no Índice de Sustentabilidade Ambiental. O cálculo do percentual de conformidade de efluente leva em consideração a média percentual de atendimento de cada um dos parâmetros legais.

Os valores apontados no Quadro 4 apresenta os parâmetros de lançamento do efluente líquido no corpo hídrico, para tal cumprimento desses parâmetros o que faz jus a eficiência e integridade do tratamento físico-químico.

Quadro 4: Parâmetros conforme CONAMA 430/2011

Parâmetros	Limites
pH	5 a 9
Temperatura	< 40° C
Cloretos	-
Nitrogênio Amoniacal	20 mg/L
Fósforo	-
Sólidos Sedimentados	1 mL/L
DBO	Mínima de 60% de remoção
DQO	-

Óleos Minerais	20 mg/L
Óleos Vegetais e Gorduras animais	50 mg/L
Coliformes fecais	-
Coliformes Totais	-

Fonte: CONAMA 430/2011

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

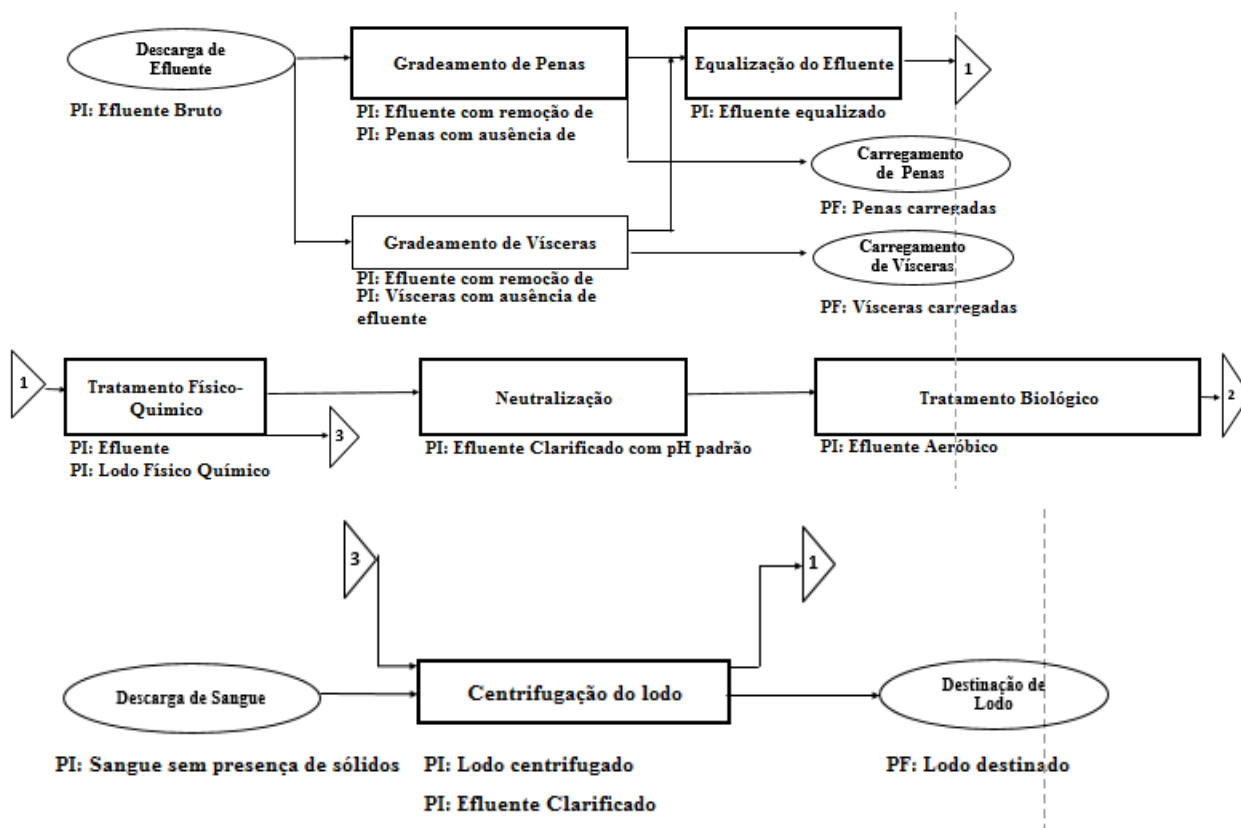
5.1 Caracterização da ETE

A caracterização do sistema de tratamento de efluentes do frigorífero de aves foi realizada para melhor entendimento do processo de geração de lodo de flotado, bem como analisar os métodos de processamento de lodo e por fim rever os indicadores financeiros de um possível projeto de investimento. As unidades da ETE são descritas a seguir.

5.1.1 Tratamento Preliminar-Primário

O Fluxograma nas unidades de tratamento dos processos preliminar-primários é apresentado no Fluxograma da Figura 4.

Figura 4: Fluxograma do tratamento de efluente preliminar-primário.



Fonte: Autor 2020

O efluente proveniente do abate das aves (penas e vísceras) para é direcionado por canaletas e peneiras com vazão de 115 m³/h. Essas peneiras são responsáveis por reter os sólidos grosseiros (penas e vísceras) sendo encaminhado apenas o efluente clarificado para o processo de equalização.

O processo de equalização é responsável pelo acondicionamento e agitação do efluente para que não se forme acúmulo de sólido sedimentado dentro do tanque com volume de 3150 m³ cujo tempo de retenção é de 16 horas.

O efluente após acondicionado no tanque de equalização segue fluxo para tratamento de dosagem de produtos químicos para que ocorra a floculação (Polímero Aniônico e Cloreto Férrico) que por meio de injeção de microbolhas causando a floculação do sólido mais grosseiro. O flotador de marca Environquip possui volume de 144 m³ gerando como produto o efluente clarificado com redução de aproximadamente 60% de carga poluidora seguindo para o tratamento secundário, por meio de tubulações de 225 mm de diâmetro.

O sólido grosseiro floculado formado na parte superior do flotador é raspado por 6 (seis) pás sendo direcionado para um tanque de acondicionamento do lodo de 4m³ e bombeado para aquecimento em tanque de 12m³ e centrifugado por centrífuga tridecanter GRATT 470 G de 8 m³/h

O material sólido formado é acondicionado em caçambas para destinação por terceiros sendo direcionado a compostagem. A sobra líquida (clarificado) volta ao tanque de equalização para receber novamente o tratamento. O óleo fica armazenado em um tanque cada para ser comercializado.

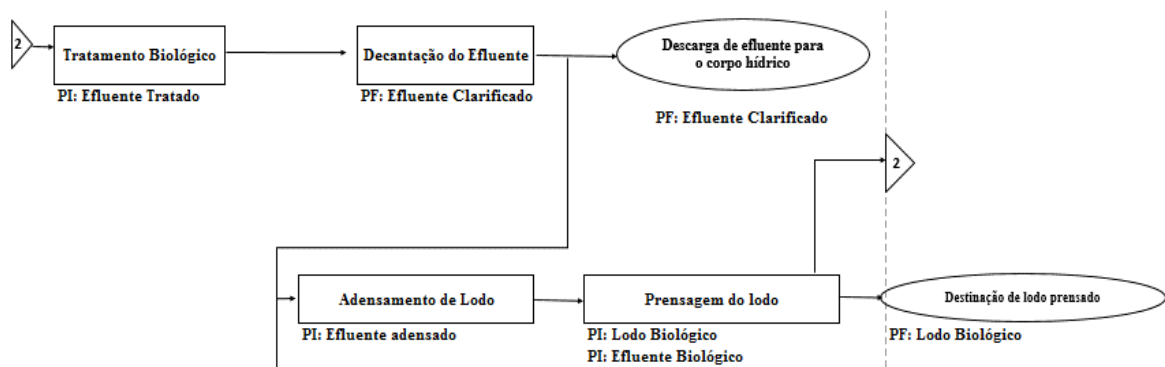
5.1.2 Tratamento Secundário

Após a passagem do efluente pelo flotador, este segue para tanque de neutralização para correção do pH por dosagem de cal hidratada. Neutralizado, é direcionado ao tratamento biológico aeróbio com volume de 5.900m³, com 3 (três) sopradores (sendo um de 200CV e outros dois de 60CV) e 460 difusores com o objetivo de abastecer o sistema com microbolhas de ar e ativar o processo de decomposição da matéria orgânica por meio de bactérias aeróbias.

O efluente da após passagem pela lagoa de areação é direcionado para um decantador de partículas, volume de 1583 m², que têm a função de separar o efluente clarificado do lodo formado. O lodo gerado é composto por microrganismos provenientes do sistema de aeração, portanto parte retorna a lagoa de aeração, e lodo em excesso é encaminhado para um adensador, posteriormente para uma prensa desaguadora e, por fim, destinado para compostagem.

O efluente tratado após a etapa do decantador passa por um medidor de vazão, clorado e segue para lançamento no corpo hídrico, conforme fluxograma da figura 3.

Figura 3: Fluxograma do tratamento de efluente secundário



Fonte: Autor, 2020.

A etapa do tratamento secundário é responsável pela degradação da matéria orgânica e nutrientes como nitrogênio e fósforo. Nesse processo ocorre a ação de agentes biológicos, as bactérias, com reprodução do processo natural de autodepuração em condições de pH, temperatura, tempo de detenção e oxigênio dissolvido.

Em casos de lançamento de sangue na rede de esgoto a chegada do efluente no tratamento secundário se torna ineficiente a degradação do nitrogênio, podendo ocorrer desvios de parâmetros do efluente tratado, assim ultrapassando os limites determinados pela CONAMA 430/2011.

O sistema de automação e coagulação propôs, desidratar o sangue no decanter centrífugo impedindo que o sangue possa seguir para rede de esgoto, mitigando o risco dos desvios de parâmetros.

5.2 Redução de vapor na unidade Centrífugo Tridecanter 470 G

A concepção do projeto visou trocar centrifugação do lodo flotado por vapor a frio, permitindo que o processo seja energeticamente eficiente com redução no consumo de lenha.

O sistema tridecanter centrífugo é um processo que consiste em centrifugar a uma rotação em 1800 R.P.M. responsável pela separação dos sólidos grosseiros após o tratamento físico-químico do processo e sangue da sangria das aves. Devido a ineficiência do tanque de aquecimento e a falta de planos de manutenção da máquina

nesta unidade industrial tornou o sistema ineficiente. Assim o descarte deste sistema se mostrou inviável pela grande perda de vapor no processo de cozimento do lodo

Atualmente o tanque de cozimento do sistema tridecanter centrífugo se encontra em estado de depredação. Houve uma depreciação do equipamento e ausência de manutenção preventiva não atingindo a temperatura de aquecimento necessária para centrifugação e obtendo significativa perda de vapor. Além disso, o mesmo veio a parar por 3 vezes no ano de 2019, gerando gastos exorbitantes e riscos de não cumprimento de condicionante ambiental da indústria, já que foi necessário o descarte do sangue para o tanque de equalização ocasionando choque de carga na lagoa de aeração. Este procedimento gerou odor proveniente do acúmulo de efluente na estação de tratamento. Isto também tornou o efluente impedido de ser tratado, possibilitando desvios de parâmetros de nitrogênio amoniacal estabelecidos pela CONAMA 430/2011.

A mudança na configuração da ETE permitiu processos energeticamente mais eficientes com redução no consumo de vapor e como consequência a redução do consumo de lenha. Nas tabelas 1 e 2 são apresentados os históricos do consumo e o indicador de vapor em T_{vap}/TON – tonelada de vapor por tonelada de produção – dos anos de 2018 e 2019.

Os dados apresentam o indicador de vapor calculado em tonelada de vapor utilizada por tonelada de produto produzida. Ele indica o consumo do vapor em um sistema de utilidades e avalia a utilização dos recursos energéticos.

Retirado o consumo do vapor no cozimento do lodo flotado, foi reduzido no seu consumo aproximadamente 35%, sendo convertido em 0,65 no indicador com média de 0,407 passou a ser de 0,268 com redução de 0,139 T_{vap}/TON (Tabela 2).

Tabela 1: Histórico de dados ano de 2018 do indicador de vapor e consumo de lenha

	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18	jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18
Consumo de Vapor	1.668,00	1.492,00	1.604,00	1.477,00	1.434,00	1.678,00	1.778,00	1.723,00	1.454,00	1.774,00	1.817,00	1.548,00
Indicador atual (TVap/TON)	0,398	0,345	0,382	0,364	0,415	0,391	0,430	0,410	0,388	0,438	0,450	0,413
Redução em:	35%	Redução do consumo de lenha apontado nas paradas da centrífuga										
Conversão	0,65											
Consumo Vapor Proposto	1084,2	969,8	1042,6	960,05	932,1	1090,7	1155,7	1119,95	945,1	1153,1	1181,05	1006,2
Indicador Proposto (Tvap/TON)	0,258	0,224	0,248	0,237	0,270	0,254	0,280	0,267	0,252	0,285	0,292	0,268
Consumo de Lenha Proposto	593,0925	519,968	609,908	601,569	563,407	647,147	531,252	479,044	453,5115	576,628	541,47	463,652
Consumo de lenha (st)	912,45	799,95	938,32	925,49	866,78	995,61	817,31	736,99	697,71	887,12	833,03	713,31
Diferença de consumo de lenha (st)	319,36	279,98	328,41	323,92	303,37	348,46	286,06	257,95	244,20	310,49	291,56	249,66
Ganho médio mensal (R\$)	0	22981	13812,75	13989,5	18616,5	18470,2	17836,4	16069,6	12800,55	13907,95	12766,3	7735,7
Redução de consumo de Vapor	583,80	522,20	561,40	516,95	501,90	587,30	622,30	603,05	508,90	620,90	635,95	541,80

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 2: Histórico de dados ano de 2019 do indicador de vapor e consumo de lenha

	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	Média	
Consumo de Vapor	1.816,00	1.761,00	1.494,00	1.754,00	1.673,00	1.511,00	1.758,00	1.547,00	1.603,00	1.757,00		
Indicador atual (TVap/TON)	0,426	0,414	0,375	0,532	0,379	0,416	0,423	0,379	0,392	0,388	0,407	Indicadores Vapor reduzido em 0,139
Consumo Vapor Proposto	1180,4	1144,65	971,1	1140,1	1087,45	982,15	1142,7	1005,55	1041,95	1142,05		
Indicador Proposto (TVap/TON)	0,277	0,269	0,244	0,346	0,246	0,270	0,275	0,246	0,255	0,252	0,268	
Consumo de Lenha Proposto	590,655	554,4825	523,9065	609,6935	602,225	534,391	640,0095	564,473	559,845	598,2275	561,75	Consumo de Lenha
Consumo de lenha (st)	908,70	853,05	806,01	937,99	926,50	822,14	984,63	868,42	861,30	920,35	864,23	
Diferença de consumo de lenha (st)	318,05	298,57	282,10	328,30	324,28	287,75	344,62	303,95	301,46	322,12	302,48	
Ganho médio mensal (R\$)	16310,7	14604,45	14330,05	15624	21631,75	16774,8	17727,85	16973,95	14219,8	16407,3	15.163,23	12 meses
Redução de consumo de Vapor	635,60	616,35	522,90	613,90	585,55	528,85	615,30	541,45	561,05	614,95	574,65	Redução de consumo de vapor

Fonte: Autor, 2020.

Conforme apresentado nas tabelas 1 e 2 nos anos de 2018 e 2019 o consumo de lenha de 864,23 st passou a ser 561,75 st, consequentemente houve redução no pacote de combustíveis com ganho médio anual em MR\$ 181,96 ao ano (Quadro 4).

Quadro 5: Ganho anual com redução do consumo de lenha

Ganhos MR\$	
Ganho médio mensal	15,16
Ganho médio anual	181,96

Fonte: Autor, 2020.

5.3 Adequação do efluente final da ETE após implantação da unidade de coagulação no tratamento físico-químico

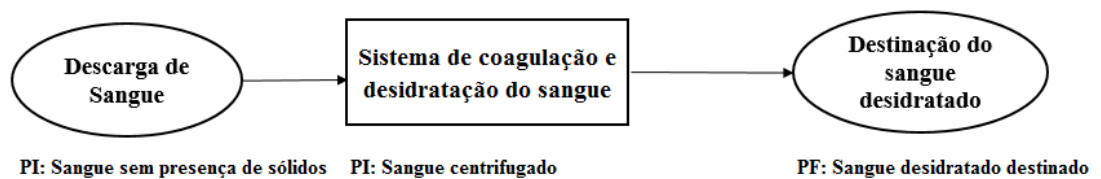
Após implantado novo sistema de automação e coagulação do sangue e separado a centrifugação do sangue e do lodo flotado, mitigou-se o risco de descarte de sangue na rede de esgoto, resultando no atendimento dos parâmetros de nitrogênio amoniacal no lançamento do efluente em corpo hídrico.

Tabela 3: Resultado de análise do parâmetro de nitrogênio amoniacal após implantação do novo sistema

Análise	Resultado	Resolução CONAMA 430/2011	LQA	Incerteza	LD	Referência
Nitrogênio amoniacal	14,709 mg/L	20,0 mg/L	0,41	1,237	0,01	SMEWW 23ª Ed, 4500 - NH3 D ou EPA Method 350.1

Fonte: Autor, 2020.

Figura 4: Nova configuração do processo do sangue no tratamento de efluente



Fonte: Autor, 2020.

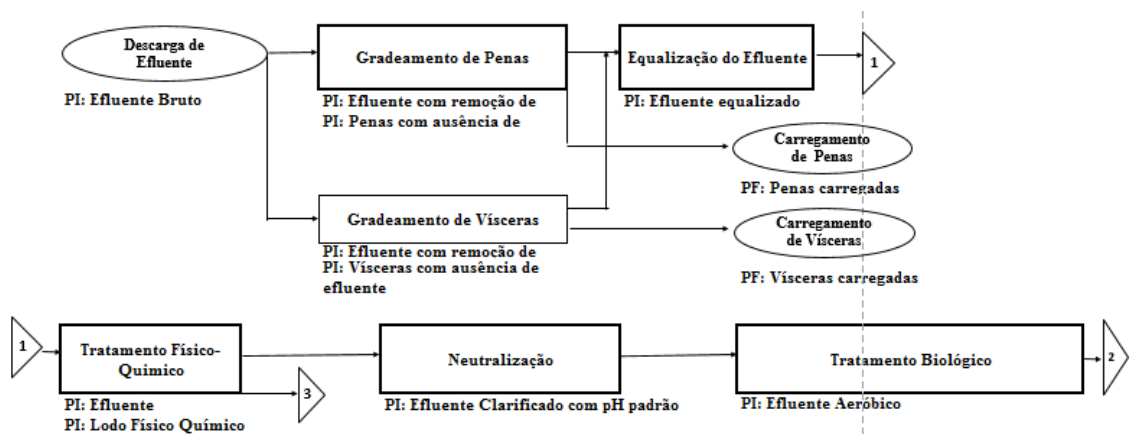
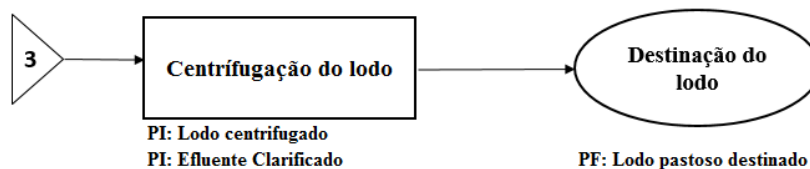


Figura 5: Nova configuração do tratamento primário após retirada do sangue



Fonte: Autor, 2020.

Com este feito, na retirada do vapor no processo de centrifugação do lodo a separação do resíduo resultou em dois produtos intermediários (PI): o lodo centrifugado

e o efluente clarificado. O Produto final (PF) resultou em textura pastosa sendo destinado para compostagem.

5.4 Atendimento ao Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA)

Conforme determinado pela CONAMA 430/2011 os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados em corpo receptor desde que obedeçam às condições e padrões de lançamento.

Mediante alteração da estrutura do tratamento físico-químico, os parâmetros de nitrogênio amoniacal do lançamento de efluente no corpo hídrico foram atendidos, resultando no atendimento das condicionantes e consequentemente em 100% na pontuação do parâmetro Índice de Sustentabilidade Ambiental.

6. CONCLUSÃO

Para cumprir com o objetivo, a caracterização e otimização do tratamento de efluente resultou na redução do consumo de lenha, onde por meio de aprovação a diretoria veio a liberar investimento para aquisição do sistema de automação e coagulação do sangue, retirando assim, o consumo de vapor na centrifugação do lodo do tratamento físico-químico.

Alterada a configuração do tratamento do efluente, o parâmetro de nitrogênio amoniacal, determinado pela condicionante da licença ambiental, por sua vez, vem sendo atendido mediante resultado das análises realizadas semanalmente do efluente tratado

Nesse sentido, já se observa o retorno financeiro no consumo da lenha e estima-se aproximadamente MR\$ 181,96 por ano. Tendo em vista assim, reduzir custos e utilizar de tecnologias limpas visando manter atendimento ao Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA).

7. REFERÊNCIAS

BELUSSO, D.; HESPANHOL, A. N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. Revista Percurso, v. 2, n. 1, p. 25-51, 2010.

DA CRUZ, F. P.; DE ARAÚJO, W. E. L. Avaliação dos aspectos e impactos ambientais no setor de abate de um frigorífico em Cachoeira Alta – GO. UniRV Online: Revista Científica Eletrônica Interdisciplinar da Universidade de Rio Verde, v. 1, n. 1, 2015.

MATSUMURA, E. M. Perspectivas para conservação e reuso de água na indústria de alimentos-estudo de uma unidade de processamento de frangos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2007.

VOGADO, G. M. S. et al. **Evolução da avicultura brasileira**. Nucleus Animalium, v. 8, n. 1, 2016.

UNFRIED, L. C.; YOSHI, C. V. H, Sustentabilidade no abate e processamento de aves. 2012.

PINTO, L. A. M.; PISANO, A. Aspectos ambientais do abate de aves: uma revisão. Revista UNINGÁ Review, v. 22, n. 3, p. 44-50, 2015.

DEBIK, E.; MANAV, N. Sequence optimization in a sequencing batch reactor for biological nutrient removal from domestic wastewater. Bioprocess Biosystem Engineering, 33 (05): 533-540, 2009.

CAMMAROTA, M. C. Notas de Aula – Tratamento de Efluentes Líquidos – EQB – 485 Engenharia do Meio Ambiente. Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola de Química. Rio de Janeiro (2011).

HÜBNER, R. Análise do uso da água em um abatedouro de aves, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

REVISTA AVICULTURA INDUSTRIAL. Avicultura em perspectiva evolutiva: A produção de frangos cresceu em todo o mundo ao longo do século XX, impulsionada pela sua rapidez no fornecimento de proteína. No Brasil, sua fase industrial começa nos anos 1950, atingindo hoje o posto de maior exportador e terceiro maior produtor mundial. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/avicultura-em-perspectiva-evolutiva/20180126-155305-1016>. Acesso em: 24 mar. 2021.