

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE NOVA ANDRADINA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

VERÔNICA FERREIRA DOS SANTOS

**Aplicação do método de Produção Mais Limpa para melhoria da  
eficiência econômica e ambiental em uma indústria frigorífica**

Novembro de 2023

VERÔNICA FERREIRA DOS SANTOS

**Aplicação do método de Produção Mais Limpa para melhoria da eficiência econômica e ambiental em uma indústria frigorífica**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Giovanna Isabelle Bom de Medeiros Florindo

Novembro de 2023

## RESUMO

As atividades necessárias ao abate e a industrialização são fontes de potenciais impactos ambientais negativos, dentre os quais destaca-se a geração de efluentes e elevada dependência de água. Considerando a relevância econômica do setor e a necessidade de aliar crescimento econômico e uma gestão ambientalmente responsável, o objetivo deste trabalho foi aplicar o método de Produção Mais Limpa como meio de identificar e propor melhorias para os aspectos críticos do desempenho ambiental e econômico de uma indústria frigorífica. Concluiu-se que a água é o recurso mais crítico e propôs-se uma solução de reciclagem da água de degelo das câmaras frias para aproveitamento no setor dos currais, maior gargalo em relação a este recurso, bem como na limpeza dos caminhões. Com esta solução, espera-se melhorias na eficiência ambiental e econômica da indústria.

**Palavras-chave:** Sistema de Gestão Ambiental, recursos hídricos, ecoeficiência.

## 1. Introdução

A cadeia produtiva de carne bovina é um setor importante para a economia brasileira, uma vez que o país é o segundo maior produtor e o maior exportador de carne bovina no mundo (USDA, 2023). No mais recente relatório divulgado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2023), a previsão da produção brasileira foi ressaltada. De acordo com o documento, é esperado que o país alcance a marca de 10,57 milhões de toneladas em 2023, representando um acréscimo de 4% em relação ao ano anterior.

Em 2022, o Brasil não só manteve a posição de maior exportador mundial de carne bovina como ampliou a distância que mantém dos demais concorrentes (USDA, 2023). Embarcou quase 600.000 toneladas a mais do que em 2021, o que representa um crescimento de 25% (USDA, 2023). E para 2023, a expectativa é que o país amplie para 3 milhões de toneladas, o que representará o dobro das quantidades previstas para seus principais concorrentes (USDA, 2023).

A região Centro-Oeste destaca-se não somente pela produção, já que é responsável por mais de 30% da produção nacional (Embrapa, 2023), como também pelo processamento. Conforme dados do IBGE (2023), o estado de Mato Grosso é o líder nacional de abate de bovinos, com 15,8% da participação, seguido por São Paulo (11,5%) e Mato Grosso do Sul (11,0%).

Embora os sistemas de produção, popularmente conhecidos como “dentro da porteira”, sejam responsáveis por proporcionar diversos atributos relativos à qualidade da carne, a evolução da cadeia produtiva também desempenha um papel fundamental (Embrapa, 2023). A desossa e a subsequente embalagem da carne são determinantes na qualidade visual, assim como o controle da temperatura de resfriamento da carcaça, desossa e dos cortes embalados, como os controles de higiene pessoal, ambiental, de equipamentos e dos utensílios são fundamentais para minimizar riscos de contaminação bacteriana (Embrapa, 2023).

Além desse risco à saúde humana, esse setor também deve ter uma atenção ampliada à conduta de gestão ambiental, pois os efluentes inerentes ao processo produtivo contêm substâncias como sangue, gordura, sólidos e até mesmo pedaços de tecido (Embrapa, 2020). Adicionalmente, a água é um recurso com demanda significativa em várias etapas do processo de produção, lavagem de matérias-primas e equipamentos, o funcionamento de caldeiras para produção de vapor, a refrigeração de equipamentos, a limpeza de pisos em áreas de produção, a incorporação aos produtos, reações químicas, higiene dos funcionários, combate a incêndios, entre outras (Philippi, 2004).

Considerando a importância da indústria frigorífica para a economia brasileira e seus potenciais impactos ambientais negativos, observa-se a necessidade de se buscar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação dos recursos naturais (Embrapa, 2021). No ambiente empresarial, isso se dá por meio de um efetivo Sistema de Gestão Ambiental (SGA), como uma abordagem de gestão que considera a prevenção e redução de impactos ambientais nas atividades organizacionais, visando o cumprimento de normas e legislação vigente (Veiga, 2016).

No entanto, uma abordagem preventiva à gestão ambiental tem se mostrado mais vantajosa às organizações em mercados tão competitivos. Nesse contexto, a Produção Mais Limpa (PML) apresenta-se como uma ferramenta que possibilita que a organização atue de forma competitiva, em razão de melhorias econômicas e tecnológicas integradas aos processos produtivos visando evitar, minimizar e reciclar resíduos originados durante os processos de produção (CNTL, 2003). Dessa forma, a abordagem de PML visa aprimorar a eficiência produtiva, otimizando processos e reduzindo custos (CNTL, 2005).

Assim, o objetivo deste trabalho é aplicar o método de Produção Mais Limpa como meio de identificar e propor melhorias para os aspectos críticos do desempenho ambiental e econômico de uma indústria frigorífica.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1 Sistemas de Gestão Ambiental**

Desde a década de 1970, quando ocorreu a Conferência de Estocolmo e foram expostos os riscos do esgotamento dos recursos naturais do planeta, as discussões sobre o uso dos recursos de forma sustentável se intensificaram (Ruppenthal, 2014). A partir da década de 1980, o conceito de desenvolvimento sustentável surgiu como uma maneira de garantir a sobrevivência de todos no planeta (Ruppenthal, 2014).

Aos poucos, essa visão alcançou diferentes atores da sociedade, dentre eles as organizações. O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) surgiu como uma abordagem de gestão que visa à prevenção e redução de impactos ambientais nas atividades empresariais, passando a integrar todo o sistema de gestão, que inclui também a gestão da qualidade, saúde e segurança ocupacional, entre outros aspectos (Veiga, 2016).

O objetivo do SGA é promover a melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa, através da identificação e controle dos impactos ambientais, cumprimento da legislação e normas ambientais, capacitação dos colaboradores e comunicação com as partes

interessadas (Veiga, 2016). Dessa forma, a empresa busca conciliar o crescimento econômico com a proteção do meio ambiente (Veiga, 2016).

A adoção de estratégias organizacionais ambientais ocorre com base em normas e certificações e podem evoluir em três níveis de eco gerenciamento: 1) limitar-se à conformidade legal; 2) adotar uma postura proativa, antecipando-se e ultrapassando as regulamentações; ou 3) direcionar-se para a sustentabilidade e a responsabilidade socioambiental (Lopes, 2004).

Segundo Lopes (2004), os principais modelos de Sistemas de Gestão Ambiental que demonstram a evolução desses sistemas são:

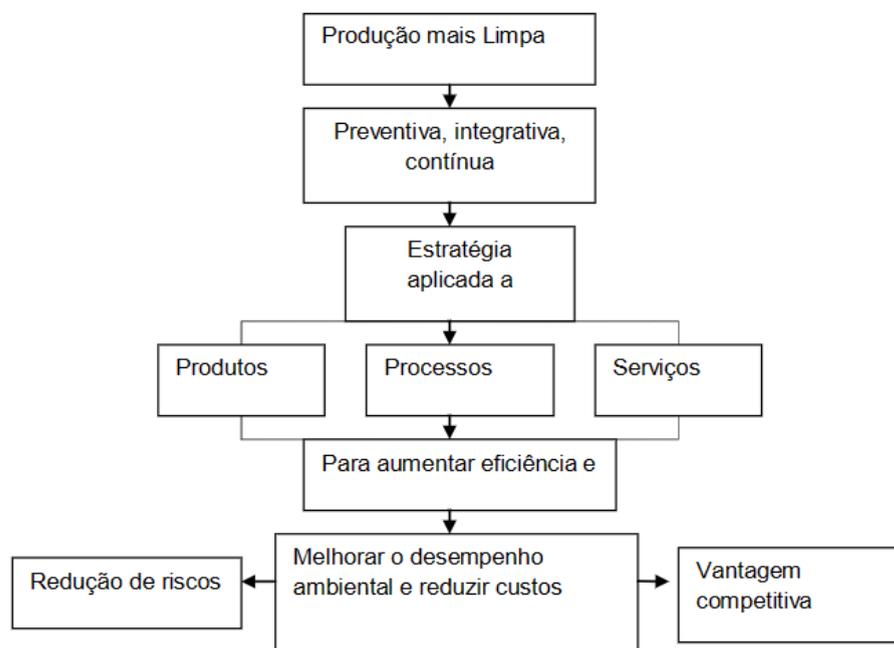
- O Responsible Care, programa desenvolvido pela Canadian Chemical Producers Association (CCPA), implantado no Canadá em 1984 e implementado em vários países desde 1985. Atualmente, o programa está presente em mais de 40 países, abrangendo indústrias químicas.
- A Norma Britânica BS 7750, teve seu início em 1991 com a formação de um comitê técnico no British Standards Institution (BSI). Sua primeira publicação ocorreu em junho do mesmo ano.
- O EMAS (Eco-Management and Audit Scheme), Sistema Europeu de Ecogestão e Auditorias. Foi adotado pelo Conselho da União Europeia em junho de 1993 e está aberto à participação voluntária das empresas desde abril de 1995.
- A norma brasileira NBR ISO 14001 especifica os requisitos para um sistema de gestão ambiental e foi redigida de forma a ser aplicável a todos os tipos e tamanhos de organizações.

Embora a normalização de um Sistema de Gestão Ambiental requer o compromisso da empresa certificada para a busca contínua do aperfeiçoamento, pode-se dizer que privilegia o modelo curativo de tecnologias ambientais convencionais que trabalham principalmente no tratamento de resíduos e emissões gerados em um processo produtivo (fim-de-tubo) e a conformidade com as leis ambientais vigentes no país onde a empresa se encontra (Silva Filho, 2007). Já a Produção Mais Limpa, como estratégia do Sistema de Gestão Ambiental, é uma ferramenta que possibilita que a organização atue de forma competitiva, em razão de melhorias econômicas, tecnológicas, social e ambientalmente responsáveis, mas com uma abordagem também preventiva à gestão ambiental (Silva Filho, 2003).

## **2.2. Produção Mais Limpa**

A Produção Mais Limpa envolve a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica que se integra aos processos e produtos, com o propósito de otimizar a utilização de matérias-primas, água e energia (CNTL, 2006). Isso é realizado por meio da não-geração, diminuição ou reciclagem de resíduos originados durante os procedimentos de produção (CNTL, 2006). Assim, essa abordagem promove a inovação nas empresas, impulsionando o avanço econômico de forma sustentável e competitiva, não apenas para as próprias organizações, mas também para toda a região que engloba (CNTL, 2006) (**Figura 1**).

Figura 1- Definição de Produção Mais Limpa



Fonte: Adaptado de Unido/ UNEP (2012).

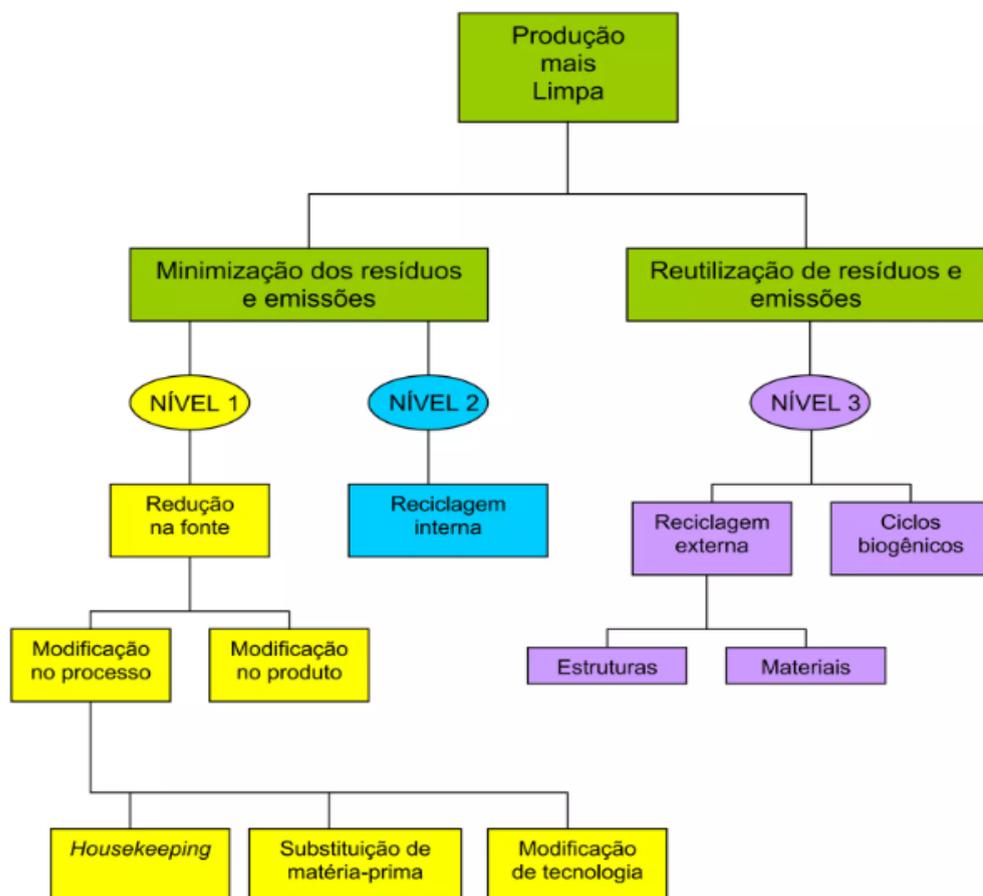
A abordagem P+L visa aprimorar a eficiência produtiva, reduzindo custos, e destaca que a otimização de um processo nem sempre requer investimentos financeiros (CNTL, 2005). Nesse contexto, a P+L sugere que as empresas adotem tecnologias voltadas para a diminuição de resíduos, sendo respaldada por uma metodologia específica. O Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2005), destaca o desafio para as empresas em integrar a Produção Mais Limpa em seus planos estratégicos, salientando seus benefícios comprovados nos aspectos ambientais, econômicos e de saúde ocupacional. Essa integração demanda uma mudança de mentalidade em todos os níveis hierárquicos, desde a diretoria até os operacionais.

Diferentemente das tecnologias ambientais convencionais, que focalizam primariamente o tratamento de resíduos e emissões gerados no final do processo produtivo, a

Produção Mais Limpa busca integrar os objetivos ambientais aos próprios procedimentos de fabricação (CNTL, 2006). Isso visa à redução tanto em termos de quantidade quanto de periculosidade dos resíduos e emissões (CNTL, 2006). Para alcançar esse objetivo, diversas estratégias são empregadas, visando à concretização da Produção Mais Limpa e à minimização de resíduos (CNTL, 2006).

Conforme o CNTL (2006), a PML coloca como máxima prioridade a ação de evitar a geração de resíduos e emissões (**Figura 2**). Caso os resíduos não possam ser completamente evitados, a abordagem preferencial é reintegrá-los ao próprio processo de produção da empresa (nível 2). Se essa reintegração não for viável, podem ser consideradas medidas de reciclagem fora da empresa (nível 3).

Figura 2- Níveis de implementação da PML



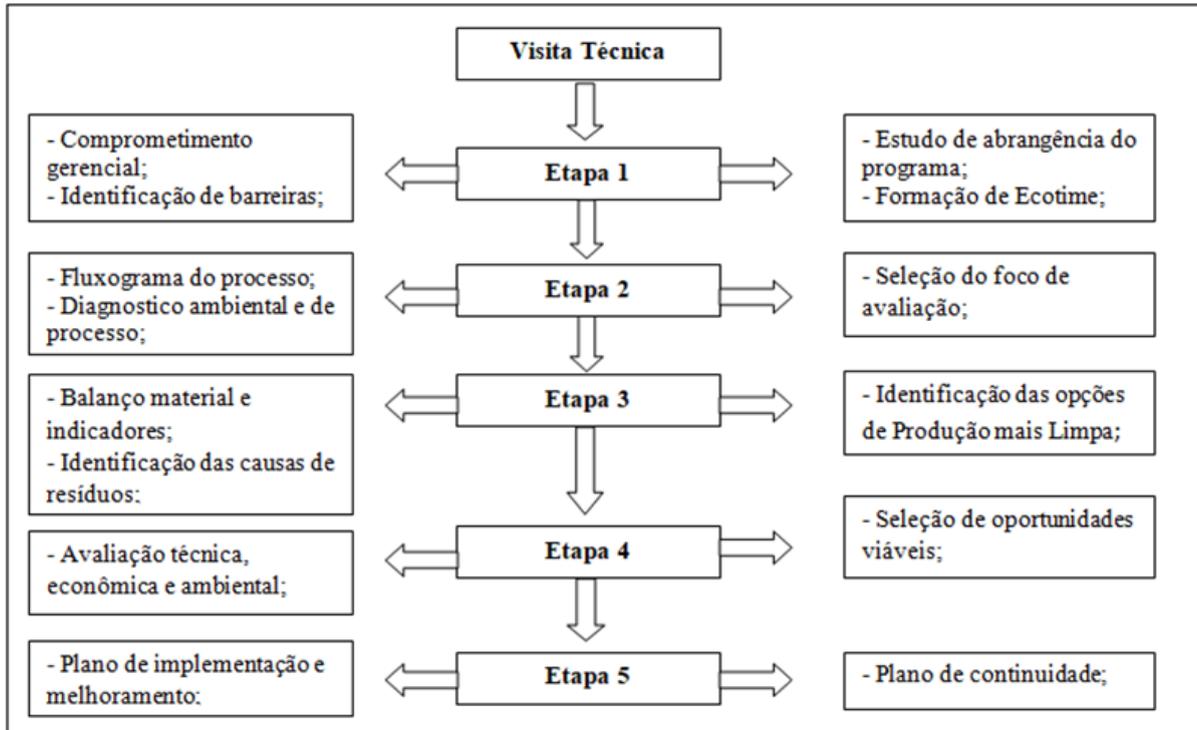
Fonte: CNTL (2006).

A implementação da Produção Mais Limpa impulsiona o desenvolvimento e a adoção de Tecnologias Limpas nos procedimentos de produção (CNTL, 2006). Para incorporar as práticas da Produção Mais Limpa em um processo produtivo, diversas estratégias podem ser empregadas, alinhadas com metas ambientais, econômicas e tecnológicas (CNTL, 2006).

### 3. Método de pesquisa

Esta pesquisa foi realizada com base no método de implementação de um programa de PML, conforme diretrizes do CNTL (2003), brevemente relacionadas na **Figura 3**.

Figura 3- Implementação de um programa de PML.



Fonte: CNTL (2003a, p. 19).

Na primeira etapa, o objetivo é obter o apoio e a participação das lideranças da empresa e estabelecer a abrangência do programa (Borges, 2020). Em seguida, é constituído um ecotime, composto por membros da equipe interna, que irá conduzir o diagnóstico, implementação do programa, identificação de oportunidades dentro das práticas de PML e, posteriormente, monitoramento e continuidade do processo (Borges, 2020).

A Etapa 2 consiste em uma avaliação preliminar, durante a qual é elaborado um diagrama de fluxo do processo dos diversos setores, ilustrando todas as fases que a matéria-prima atravessa até alcançar o produto final (CNTL, 2003). Nesse estágio, a equipe deve coletar informações relevantes, como a quantidade de entradas e saídas do processo, tais como matérias-primas, água, energia, resíduos, efluentes e outros insumos (CNTL, 2003).

Na Etapa 3, são identificados os pontos críticos relacionados às entradas e saídas do processo, analisadas as razões subjacentes à geração dos resíduos e apontadas alternativas de PML (CNTL, 2003). Na sequência, é feito o estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental para seleção da alternativa mais viável (etapa 4) e a implementação da solução

(etapa 5), que deve contemplar também um plano de continuidade do programa (CNTL, 2003).

Inicialmente, foi realizada uma visita técnica nos dias 09, 10 e 11 de maio de 2023 com objetivo de apresentar a proposta de estudo na empresa, levantar dados para descrição dos processos produtivos e identificar os pontos críticos. A descrição dos processos produtivos foi feita com base na observação *in loco* e entrevista com os gestores operacionais responsáveis por cada setor. A identificação preliminar dos pontos críticos foi realizada com base em uma entrevista com o gestor ambiental, seguida da aplicação de um questionário, construído com base em estudo similar de Krieger (2007) (Apêndice) e consulta a documentos cujo acesso foi autorizado pela empresa.

#### **4. Resultados e discussão**

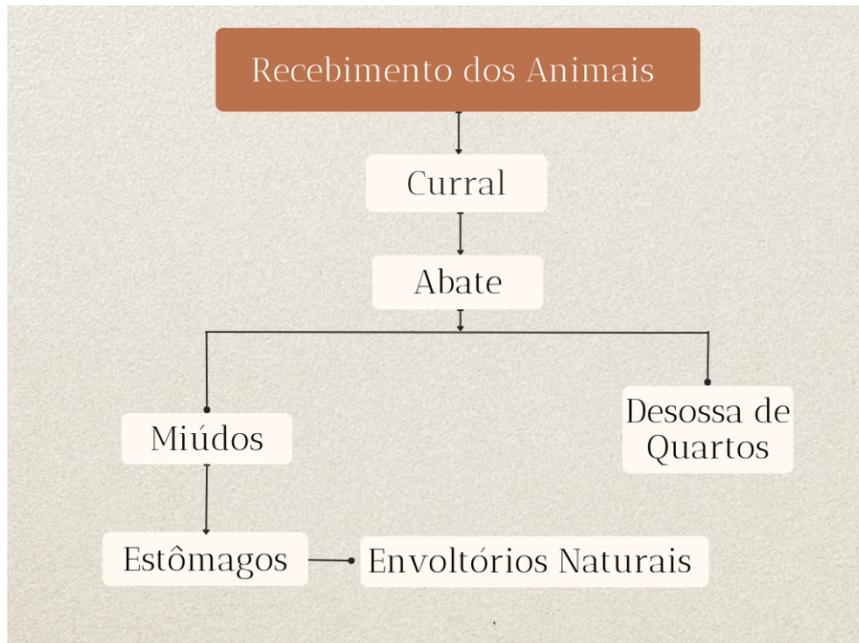
##### **4.1 Etapa 1: Visita técnica, comprometimento gerencial e identificação de barreiras**

A partir da autorização para realização do trabalho, obteve-se o comprometimento gerencial, que decidiu pela amplitude da aplicação da ferramenta em todas as etapas do processo produtivo. Não houve a definição de um ecotime propriamente dito, pois o estudo visou sensibilizar a empresa para a adoção da ferramenta. No entanto, obteve-se o apoio do gestor ambiental e gestores de demais setores (produção/operacionais).

##### **4.2 Etapa 2: Fluxograma de processo e diagnóstico ambiental e de processo**

Os processos produtivos do frigorífico podem variar de acordo com o tipo de produto final que é produzido. No entanto, de forma geral, podemos destacar os seguintes processos que são comuns no frigorífico: recebimento dos animais, curral, abate, desossa de quartos, miúdos, estômagos e envoltórios naturais (**Figura 4**).

Figura 4 - Processos da indústria frigorífica de bovinos



Fonte: Elaborada pela autora.

No recebimento dos animais, é realizada a identificação e pesagem dos mesmos. No momento do desembarque dos animais no frigorífico, os responsáveis apresentam alguns documentos, tais como: Guia de Trânsito Animal – GTA; Nota Fiscal; Comprovante de Embarque; Declaração do produtor (Modelo A ou Modelo B) e Carta de garantia. Caso seja identificado que algum dos veículos possui animais com comportamentos considerados anormais, comprometendo seu bem-estar, esses são priorizados para desembarque.

Os currais são previamente higienizados, nos bebedouros a água é trocada diariamente e os aspersores ficam ligados através de jatos de água hiperclorada entre 15 a 20 ppm de cloro, sob pressão de 3 atm em todos os lotes de animais destinados ao abate. Isso é feito para evitar a contaminação cruzada oriunda de microrganismos patogênicos, através da limpeza (remoção das fezes da área) e sanitização com o produto carbonato de sódio 4%, garantindo uma boa higienização.

Posteriormente, os animais são conduzidos para a sala de abate, onde passam por várias etapas, que são cuidadosamente planejadas e executadas para garantir a segurança alimentar e o cumprimento das regulamentações sanitárias. Uma delas é a insensibilização, na qual os bovinos são atordoados para garantir que o abate seja mais humanitário e sem dor. O método mais comum é o uso de um pistolete de atordoamento ou uma marreta pneumática.

Em seguida, é realizada a sangria para permitir a drenagem do sangue dos animais. Esse processo é realizado com um corte na região do pescoço, seccionando as principais

artérias. Depois os animais seguem para as etapas de esfolagem e descamação até que toda a pele seja removida.

Na sequência, são retiradas as vísceras do animal, sendo separadas e inspecionadas para garantir a saúde e qualidade da carne. Na inspeção sanitária, um médico veterinário realiza a inspeção *post mortem* para verificar a qualidade da carne e se há indícios de doenças ou contaminações. Depois a carcaça é encaminhada para o resfriamento, visando evitar a proliferação de bactérias.

No setor da desossa de quartos, as carcaças são cortadas em dianteiro, traseiro e ponta de agulha e embaladas para a comercialização. Já para outros tipos de processos ainda na desossa são direcionadas para remoção da carne do osso das carcaças após o abate. É uma etapa importante para a obtenção de cortes específicos de carne que serão posteriormente comercializados para os consumidores ou indústria de alimentos processados.

As vísceras retiradas do abate seguem para o setor de miúdos onde os órgãos internos são separados, limpos e processados de acordo com o processo de cada órgão. Nos processos dos estômagos, é feito o tratamento e processamento do rúmen, retículo, omaso e abomaso- os quatro compartimentos do sistema digestivo do animal. Nesse processo os estômagos são cozidos e resfriados para chegar aos resultados esperados do processo. Já no setor de envoltórios naturais, é realizado o tratamento e processamento de materiais provenientes do trato digestivo de animais, com a separação do intestino delgado (tripa fina) do intestino grosso.

#### **4.2.1 Seleção do foco de avaliação**

Todos os resíduos dos processos são destinados à ETE (Estação de Tratamento de Esgoto), onde são feitos tratamentos físico e químico. O esterco que passa pela parte física da ETE é retirado a seco e vai para compostagem, onde é feito um composto de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), vendido como adubo. O sangue, coletado pela canaleta de sangria e encaminhado para tanque na parte externa, também é vendido para empresas do ramo da fabricação de fertilizantes, ração animal, vacinas entre outros.

A água para o uso é armazenada em cinco reservatórios, sendo três destinados para a indústria e dois para lavanderia, refeitório e administrativo. De acordo com o gestor ambiental, o principal problema na empresa está sendo a falta desse recurso, principalmente no setor de abate, que chega a ficar cerca de duas horas parado até ter captação de água suficiente para retomar a produção.

De fato, a indústria frigorífica é uma atividade que depende muito do uso da água para diversas finalidades, como para a lavagem dos animais e das carcaças, limpeza dos equipamentos e instalações, além do resfriamento de compressores e geração de vapor (Cetesb, 2006). No entanto, é importante ressaltar a necessidade de se buscar formas mais eficientes e sustentáveis de utilizar a água nessa indústria, visando minimizar os impactos ambientais e reduzir os custos operacionais (Cetesb, 2006).

### **4.3 Etapa 3: Balanço material e indicadores**

A empresa não dispõe de medidores de vazão de entrada de água por setor, o que torna inviável a medição da quantidade de água utilizada em cada etapa do processo. Somente foi possível verificar a quantidade total de água dos hidrômetros conectados aos poços artesianos, onde a média de consumo foi de 1800 L/ por cabeça.

O consumo de água per capita em um frigorífico pode variar bastante, em virtude de diversos fatores, tais como: porte do empreendimento, grau de automação e a adoção de boas práticas operacionais (Gomides et al., 2023). Uma das principais referências utilizadas, a Cetesb (1993), estima um consumo que varia de 1000 a 3000 L/cabeça, considerando o abate e a industrialização da carne. Outros estudos apontam um gasto próximo a 1200 L (Souza e Orrico, 2016; Martins et al, 2016). Assim, considerando-se uma estimativa de 1200 L e a média de 440 animais abatidos por dia, o consumo de água diário seria de aproximadamente 528 mil litros somente na indústria.

Neste frigorífico, a água é captada exclusivamente de quatro poços artesianos, com vazão de  $110 \text{ m}^3/\text{h}$  e tratada com cloro ativo 12%. Na percepção do gestor ambiental, o maior consumo concentra-se nos currais, pois os animais precisam ser mantidos hidratados com o banho de aspersão e limpos antes do abate. Por outro lado, no setor da desossa, é gerado um grande volume de água de degelo por semana, pois as câmaras frias e túneis são descongeladas periodicamente ou quando não há produto a ser estocado.

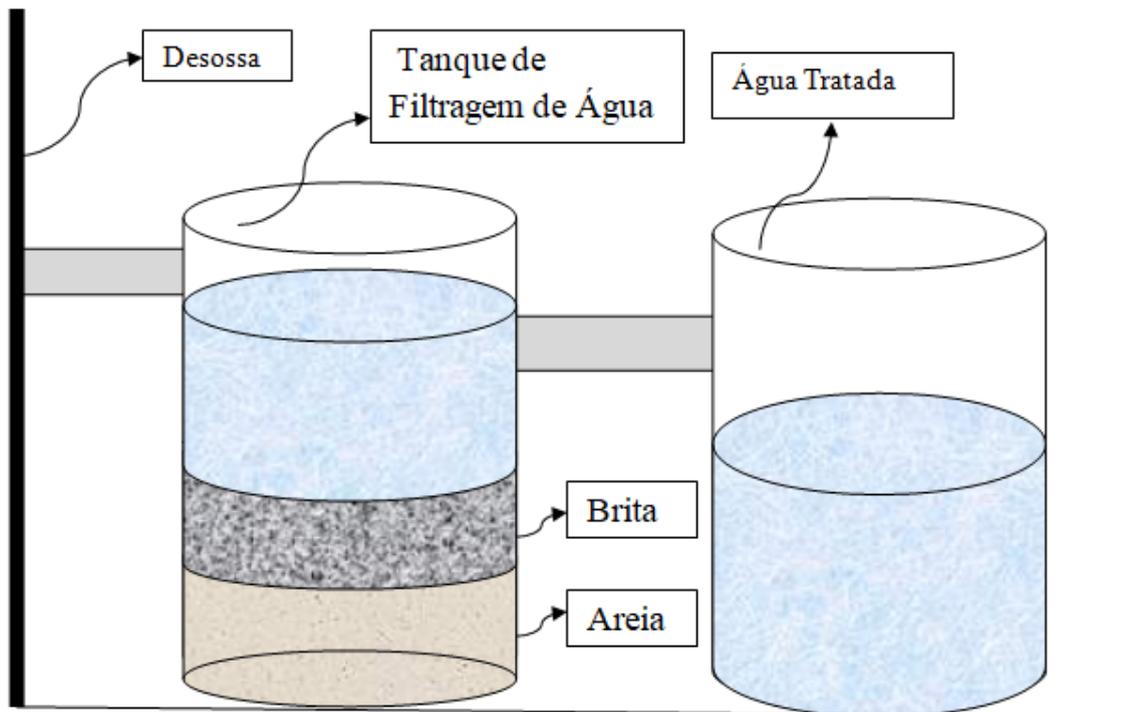
#### **4.3.1 Identificação de opções de Produção Mais Limpa**

Como alternativa complementar ao uso da água captada do poço artesiano, foi proposta a implementação de um projeto de reutilização das águas de degelo, destinada à higienização dos currais, aspersões, lavagem de calçadas e lavagem de caminhões, que se configura como reciclagem interna. A água passaria apenas por um tratamento para retirar

algum material articulado mais grosseiro e já iria direto para o reservatório dos currais, não sendo utilizada para o consumo.

Uma importante vantagem dessa proposta é que o custo de implantação e operação é mínimo, requer pouca manutenção e a operação é facilitada, (Valentim 2003). O sistema compreende dois tanques de igual capacidade, canos de PVC para direcionamento da água, areia e pedra brita para filtragem, conforme pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 - Sistema de captação e tratamento da água de degelo



Fonte: Elaborada pela autora.

O filtro de areia funciona ao permitir que a água passe por um leito granular composto por areia grossa, areia fina e brita, visando a retenção de seus resíduos sólidos (Keller e Bliesner, 1990). Assim, esses filtros têm a capacidade de eliminar quantidades consideráveis de sólidos suspensos com diâmetros equivalentes de até 20  $\mu\text{m}$ , tornando seu uso recomendado no tratamento de águas residuais que contenham materiais orgânicos em suspensão (Vermerein e Jobling, 1984).

#### **4.4 Etapa 4: Avaliação técnica, econômica e ambiental**

Nesta etapa foi feito o levantamento dos materiais necessários e foi estimado o custo de implementação do sistema de filtragem. O custo total para implementação do sistema de filtragem estimado seria cerca de R\$24.842,3 reais, de acordo com os preços da região.

Tabela 2- Custo de implementação do sistema

<b>Materiais</b>	<b>Valor</b>
1 Cano de PVC de 1 Metro	R\$ 78,99
1 Cano de PVC de 100 metros	R\$ 545,31
2 Caixa D'água de 20.000 litros	R\$ 23.000
1.450 Kg de Areia	R\$ 913,50
1.450 Kg de Brita	R\$ 304,50
<b>Total</b>	<b>R\$ 24.842,30</b>

Fonte: Elaborada pela autora.

O projeto de utilização das águas das câmaras frias pode ser uma estratégia vantajosa para a empresa que utiliza poços artesianos, uma vez que essa única fonte tem se mostrado insuficiente para manter a capacidade produtiva da indústria. Com essa solução, a empresa poderá prolongar a vida útil do poço e melhorar sua eficiência operacional, ao reduzir o risco de paradas por falta de água.

#### **4.5 Etapa 5: Plano de implementação e melhoramento**

Para o sucesso da solução apresentada é necessário o adequado planejamento da sua implementação. Seguindo as orientações do CNTL (2003), recomenda-se que primeiramente se faça uma análise detalhada sobre as características da água das câmaras frias (quanto a qualidade, temperatura e possíveis contaminantes) e o planejamento técnico para identificar quais processos de tratamento serão necessários para tornar a água adequada para as aplicações pretendidas.

Em seguida, a verificação de ajustes necessários à integração do sistema à infraestrutura existente, testes para monitoramento da qualidade da água filtrada e o treinamento da equipe envolvida nas operações influenciadas pela nova fonte de água. Por fim, recomenda-se que a implementação da alternativa de PML seja claramente comunicada a toda a equipe da empresa e que os possíveis resultados na eficiência operacional sejam avaliados periodicamente.

Ao apresentar a sugestão de melhoria, a empresa demonstrou interesse em adotar a ideia no futuro. De acordo com os gestores, a implementação seria facilitada pela

disponibilidade de materiais já presentes na planta industrial, que inclui uma caixa d'água com capacidade de 20.000 litros e também pela facilidade de adequação dos tubos de condução, devido às curtas distâncias envolvidas.

## **5. Conclusão**

Este trabalho teve como objetivo identificar e propor melhorias para os aspectos críticos do desempenho ambiental e econômico de uma indústria frigorífica. Verificou-se que a emissão de efluentes e o uso de água são os principais potenciais impactos ambientais dessa indústria. No caso da empresa analisada, notou-se que os efluentes são tratados e destinados adequadamente e que a água, cuja demanda é elevada em todas as etapas de produção, não está disponível de forma a atender as necessidades das operações. Além disso, observou-se que a água de degelo das câmaras frias está sendo desperdiçada.

Assim, propôs-se uma solução de Produção Mais Limpa que visa a reciclagem da água utilizada no resfriamento para abastecer o setor dos currais. A implementação de um tanque de filtragem e de armazenamento proporcionará o uso mais eficiente do recurso natural e minimizará o risco de paralisações do processo produtivo, o que impacta diretamente nos resultados financeiros da empresa.

Sugere-se também que a empresa adote válvulas de controle de vazão para mensurar adequadamente o consumo de água por setor e a real demanda da indústria, treine e conscientize os seus colaboradores para o uso consciente do recurso nos processos de produção e que adote a Produção Mais Limpa como ferramenta de gestão que pode colaborar com a melhoria contínua da eficiência produtiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE SOUZA CAMPOS, Lucila Maria; DE MELO, Daiane Aparecida; MEURER, Silvia Aparecida. A importância dos indicadores de desempenho ambiental nos sistemas de gestão ambiental (SGA). *IX ENGEMA*, 2007.

DE SOUZA, Andreson Carneiro; ORRICO, Silvio Roberto Magalhães. Consumo de água na indústria de abate de bovinos do estado da Bahia. **BrazilianJournalof Environmental Sciences (Online)**, n. 42, p. 26-36, 2016.

DE JESUS, Mariana Silva et al. Métodos de avaliação de impactos ambientais: uma revisão bibliográfica. **BrazilianJournalofDevelopment**, v. 7, n. 4, p. 38039-38070, 2021.

DE OLIVEIRA, Ana Paula Novaes; MONTEBELLO, Adriana Estela Sanjuan. Aspectos econômicos e impactos ambientais da pecuária bovina de corte brasileira. 2014.

DO NASCIMENTO ROLDÃO, Aline; NICELATCHI, Juliana; MARCHESINI, Márcia Maria Penteado. Proposta de Produção mais Limpa (P+ L) em uma Indústria Têxtil. *Produto & Produção*, 2023, 24.1: 95-113.

FOOD CONNECTION. Produção de carne no Brasil: panorama, tendências e como crescer no setor. Disponível em: <https://www.foodconnection.com.br/proteina-animal/producao-de-carne-no-brasil-panorama-tendencias-e-como-crescer-no-setor>. Acesso em: 28 nov. 2023.

HINZ, Roberta Tomasi Pires; DALLA VALENTINA, Luiz V.; FRANCO, Ana Claudia. Monitorando o desempenho ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela avaliação do ciclo de vida. **Revista Produção Online**, v. 7, n. 3, 2007.

IBGE. Abate de bovinos volta a subir e produção de ovos de galinha bate recorde em 2022. Agência de Notícias do IBGE, 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/36459-abate-de-bovinos-volta-a-subir-e-producao-de-ovos-de-galinha-bate-recorde-em-2022>. Acesso em: 29 nov. 2023.

JESUS, Bruna Meira de; WINCKLER, Vanessa Leal. Avaliação de um sistema de Wetlands construído no pós-tratamento de efluente de frigorífico. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

JUNIOR, Hilton Ruoso et al. Filtro de areia para água da chuva com fluxo reverso. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2010.

KRIEGER, Elisabeth IbiFrimm. Avaliação do consumo de água, racionalização do uso e reuso do efluente líquido de um frigorífico de suínos na busca da sustentabilidade socioambiental da empresa. 2007.

Pegada Hídrica, Embrapa Pecuária e Sudeste, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/>. Acesso em: 25 set. 2019.

RENSI, Francini; SCHENINI, Pedro Carlos. Produção mais limpa. *Ciencias da Administracao*, 2006, 8.16: 5

SILVA FILHO, Julio Cesar Gomes da et al. Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. *Production*, v. 17, p. 109-128, 2007.

SOUZA, João Gabriel Mourão; LIMA, Felipe Cordeiro de. Impacto ambiental e o sistema de tratamento de efluentes em um frigorífico de bovinos. 2023.

USDA. *Livestock and Products Annual*. Brasília: USDA, 2023. Disponível em: [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Livestock+and+Products+Annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_BR2023-0017](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Livestock+and+Products+Annual_Brasilia_Brazil_BR2023-0017). Acesso em: 29 nov. 2023.

## APÊNDICE - Instrumento de coleta de dados

a) As instalações estão providas de:

Piso impermeável  Piso liso  Piso sem rachadura

b) Qual a fonte de água?

Tratada no ETE  Captada de poços  Da rede pública

c) Há mangueiras com controle de vazão?

d) A limpeza é feita com água quente ou fria?

e) A água utilizada é clorada?

f) Qual o volume de água utilizado na empresa por dia? Se possível, por setor.

g) Qual setor utiliza mais água e por quê?

h) Qual o destino dos efluentes líquidos (resíduos)?

i) Qual tratamento é utilizado nas águas residuais?

j) A lagoa é tratada?

k) A água da lagoa é reutilizada?

l) Qual a vazão da lagoa?

m) Qual a vazão dos poços artesianos?

n) Onde a água é armazenada?

o) Esse armazenamento é verificado e tratado periodicamente?

p) Qual o processo de limpeza?

q) A higienização é feita por semana, por mês, por ano?

r) Há problemas de falta de água nos setores, por que isso ocorre?

s) Se há problema de falta de água, por quanto tempo os setores ficam parados?

**Para todos os setores listados a seguir responder as perguntas abaixo e as específicas quando solicitadas.**

- Origem dos efluentes?
- Vazão ( $m^3$ /dia)?
- Há sistemas de lavagem (mangueiras ou outros) com controle de vazão?
- Destino de efluentes?

### 1. Recebimento dos animais

Qual o volume de água utilizado na lavagem dos caminhões, aproximadamente?

Há sistemas de lavagem (mangueiras ou outros) com controle de vazão?

Qual a vazão ( $m^3$ /dia) e destino dos efluentes?

### 2. Curral

Qual o consumo de água nos cochos?

Qual a vazão ( $m^3$ /dia) dos efluentes?

Há sistemas de lavagem (mangueiras ou outros) com controle de vazão?

Qual o destino dos efluentes?

O esterco é retirado a seco previamente?

### **3. Abate**

#### **3.1 Atordoamento e sangria**

Qual o consumo de água para esterilização de ferramentas e limpeza do setor? É feita com controle de vazão?

Qual a vazão ( $m^3$ /dia) dos efluentes?

Qual o destino dos efluentes?

O sangue é recolhido em canaleta de sangria?

Qual o destino do sangue?

#### **3.2 Desossa**

Quantas câmeras frias há no setor?

Quantas vezes na semana as câmeras frias são descongeladas?

Qual o volume de gelo de cada câmera fria? Ou qual a vazão da água descongelada?

Qual o destino da água descongelada? Ela é reaproveitada?

É feito o tratamento da água descongelada? Se sim, qual?

#### **3.3 Miúdos**

Qual o volume de efluentes ( $m^3$ /dia) na esterilização de ferramentas e limpeza do setor?

A limpeza é feita com controle de vazão?

Qual o destino dos efluentes?

#### **3.4 Estômagos**

Qual o volume de efluentes ( $m^3$ /dia) na esterilização de ferramentas e limpeza do setor?

A limpeza é feita com controle de vazão?

Qual o destino dos efluentes?