

Análise de modos e efeitos de falha em um frigorífico

Analysis of failure modes and effects in a refrigerator

DOI:10.34117/bjdv7n6-156

Recebimento dos originais: 07/05/2021

Aceitação para publicação: 09/06/2021

Mário Marcos Moreira Da Conceição

Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Itamarati, N° 390 – bairro, São José, Castanhal – PA, Brasil.

E-mail: mariomarcosmc.7@gmail.com

Cynthia Carina Pereira Silva

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará

Instituição: Universidade do Estado do Pará

Endereço: Rua Maria Gorete, N° 1198 – bairro, Ianetama, Castanhal – PA, Brasil.

E-mail: ckpsilva@gmail.com

Higor Ribeiro Borges

Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Tv. Castelo Branco N 22, Belém - PA

E-mail: hgoriibeiro@gmail.com

Josiane Coutinho Mathy

Engenheira sanitária e ambiental, especialista em análise ambiental.

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: rodovia Mário covas, 180. Coqueiro, Belém - PA

E-mail: josianecoutinho93@gmail.com

Walmeci Ferreira de Freitas Junior

Engenharia Civil pela Universidade da Amazônia

Instituição: UNAMA - Universidade da Amazônia

Endereço: Travessa Enéas Pinheiro n1039, Pedreira, Belém - PA

E-mail: walmecijunior@gmail.com

Octávio Ferreira Barreto

Engenharia Civil pela Universidade da Amazônia

Instituição: UNAMA - Universidade da Amazônia

Endereço: Condomínio Portal 1 Tv. Santa Maria, 1480 Centro, Ananindeua - PA

E-mail: octaviofbarreto@gmail.com

Danilo Puget da Fonseca

Engenharia Civil pela Universidade da Amazônia

Instituição: Universidade da Amazônia – UNAMA

Endereço: Tv. Lomas Valentinas, n° 1066, apt° 2001, Belém - PA

E-mail: danilopf@outlook.com

Jorge Mateus Menezes de Lima Jacques

Engenharia Civil pela Universidade da Amazônia
Instituição: Universidade da Amazônia – UNAMA
Endereço: Passagem Pires Franco, 36 casa F, Belém - PA
E-mail: mm.engcivil@hotmail.com

José Igor Silva Mendes

Graduando em Engenharia Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Travessa são jorge, 273, Ianetama. Castanhal – Pa, Brasil.
E-mail: Igotrabalhos47@gmail.com

Gabriel Dos Santos Chagas

Graduando em Engenharia Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Trav: Cônego leitão, N°2696 Bairro Estrela, Castanhal
E-mail: mariomarcosmc.7@gmail.com

Caio César Abreu Carneiro

Graduando em Engenharia Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Endereço: Vila Irmã Consolato, Almirante Barroso, N° 88 – Marco, Belém – PA,
Brasil.
E-mail: caio-cesar91@hotmail.com

Melissa Oliveira e Silva

Graduanda em Engenharia Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Endereço: Rua Francisco Pinheiro N° 445, Promissão 3, Paragominas-Pará
E-mail: mellidi522@gmail.com

Ricardo Sousa Costa

Graduando em ciências naturais – Biologia, pela Universidade do Estado do Pará
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Endereço: Travessa Castanhal, N° 432, Bairro Angelim, Paragominas, PA, Brasil
E-mail: ricardosousac9@gmail.com

Annanda Gabriely Moura de Souza

Graduanda em Ciências Naturais com habilitação em Biologia
Universidade do Estado do Pará
Rua Guimarães Rosa, Promissão, número 246
E-mail: annanda.annandasouza@gmail.com

Jameles Silva de Sousa

Graduado em Agronomia pelo Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia do
Pará
Instituição: Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia do Pará
Endereço: Rua Americano, N° 78 – bairro, Nova Olinda, Castanhal – PA, Brasil.
E-mail: jhamelles8296@gmail.com

Antônio Gama Paiva

Graduando em Engenharia Ambiental e sanitária pela Universidade do Estado do Pará
Instituição: Universidade do Estado do Pará
Travessa Rui Barbosa, n 842, Algodual, Abaetetuba-PA, Brasil
E-mail: theantoniopaiva@gmail.com

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é identificar os aspectos e impactos ambientais e analisar o risco ambiental através da aplicação do Failure Mode and Effects Analysis-FMEA, como ferramenta para avaliação de impacto ambiental em um frigorífico localizado no município de Paragominas-PA, bem como, identificar medidas de prevenção, mitigação e compensação, para o empreendimento pesquisado. A inspeção foi descritiva a partir de entrevista informal, onde se explanou todas as etapas do processo produtivo dentro do setor de abate de bovinos. Para auxiliar na seleção do foco da pesquisa, foi utilizada a metodologia FMEA. Os dados obtidos quanto ao processo produtivo do empreendimento, indicou que existem dez etapas geradoras de resíduos sólidos e líquidos. Foram identificados 48 aspectos ambientais, distribuídos em 21 etapas do processo produtivo, onde os principais aspectos identificados foram: geração de resíduos sólidos, consumo de energia elétrica, lançamento de efluentes em geral e consumo de água. O impacto ambiental referente aos resíduos sólidos, apresentou uma das maiores significâncias, $R=18$. Quanto ao efluente, os dados obtidos indicaram que o mesmo possui um auto grau de risco, caso não tenha o devido tratamento, com valor $R=36$. Em relação ao consumo de energia, os dados obtidos resultaram em um risco alto, $R=36$, da mesma forma que o consumo de água. A utilização do método FMEA na avaliação dos riscos provenientes de abate bovino foi uma ferramenta eficaz no diagnóstico dos possíveis impactos e nos impactos efetivamente gerados.

Palavras-chave: Aspectos, Impactos, Geração, Resíduos.

ABSTRACT

The objective of this research is to identify the environmental aspects and impacts and analyze the environmental risk through the application of Failure Mode and Effects Analysis-FMEA, as a tool for environmental impact assessment in a slaughterhouse located in the municipality of Paragominas-PA, as well as identify prevention, mitigation and compensation measures for the researched enterprise. The inspection was descriptive based on an informal interview, which explained all stages of the production process within the cattle slaughter sector. To assist in selecting the focus of the research, the FMEA methodology was used. The data obtained regarding the enterprise's production process indicated that there are ten stages that generate solid and liquid waste. 48 environmental aspects were identified, distributed in 21 stages of the production process, where the main aspects identified were: generation of solid waste, consumption of electricity, release of effluents in general and consumption of water. The environmental impact referring to solid waste had one of the greatest significances, $R=18$. As for the effluent, the data obtained indicated that it has a self-degree of risk, if not properly treated, with a value of $R=36$. Regarding energy consumption, the data obtained resulted in a high risk, $R=36$, as well as water consumption. The use of the FMEA method in the assessment of risks arising from cattle slaughter was an effective tool in diagnosing the possible impacts and the impacts actually generated.

Keywords: Aspects. Impacts. Generation. Waste.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem ganhado espaço como um dos maiores exportadores mundiais de carne bovina, exemplo disso é o Centro-Oeste e o Norte, que se posicionaram como líderes em exportação nesse segmento (URSO, 2007). Conseqüentemente, somente no 2º trimestre de 2016, foram exportadas cerca de 280.103 toneladas de carne bovina, com faturamento de 1.117 milhões de dólares, de acordo com os dados da estatística da produção pecuária (IBGE, 2016).

Neste contexto, a preocupação no que diz respeito a questão ambiental, foi evidenciada, de forma mais efetiva, a partir da década de 70, onde este fato está diretamente relacionado à questões de impactos ambientais, decorrentes do crescimento econômico, onde estes podem ocasionar a minimização tanto da quantidade, quanto da qualidade dos serviços ecossistêmicos, o que vem a implicar na questão do bem estar humano (GALLEGO-ÁLVAREZ; VICENTE-VILLARDÓN, 2012).

Neste sentido, a integração entre quantidade e qualidade dentro de uma gestão de empreendimentos como frigoríficos, na prática, torna-se imperativo, todavia este estágio é raramente desenvolvido, representando um grande entrave para a gestão eficaz de qualquer sistema, além disso, a conservação qualiquantitativa dos cursos d'água é importante para a manutenção da continuidade dos serviços ambientais fornecidos (OLIVEIRA; RODRIGUES; ALVES, 2011).

Referente a cadeia produtiva da pecuária bovina brasileira, esta, vem se destacando positivamente por ser um setor de forte influência na economia do país, e negativamente por, em sua maioria atuarem de caráter clandestino (TEIXEIRA; HESPANHOL, 2014). Nesse âmbito, o crescimento deste setor industrial é acompanhado pelo aumento das preocupações e pressões contra os impactos socioambientais (SILVA; BARRETO, 2014).

Além disso, o Brasil possui hoje o maior rebanho comercial do mundo; é o segundo maior produtor mundial de carne bovina, com cerca de oito milhões de toneladas, demandando, com isso, maior responsabilidade em relação ao meio ambiente, pois os resíduos gerados ocasionam danos ambientais (CARVALHO; ZEN, 2017). O resíduo industrial deste setor econômico necessita de destino ambientalmente adequado, pois, além de criar potenciais problemas ambientais, representam perdas de matérias primas e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição/contaminação (BITENCOURT et al, 2012).

No Brasil, uma ferramenta que tem o objetivo de evitar possíveis problemas durante um processo industrial é a Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos – FMEA, e funciona como ferramenta de gestão de qualidade que está associado ao desenvolvimento de melhorias na lucratividade, qualidade, credibilidade e segurança dos produtos e serviços de um empreendimento, tem por objetivo auxiliar na identificação das falhas potenciais que possam ocorrer no projeto (do produto ou processo industriais e/ou administrativos) e indicar o efeito das mesmas sobre o funcionamento do sistema, contribuindo nas análises de falhas que possam ocorrer (KANIA; ROSZAK; SPILKA,2014; ROOS et al., 2007).

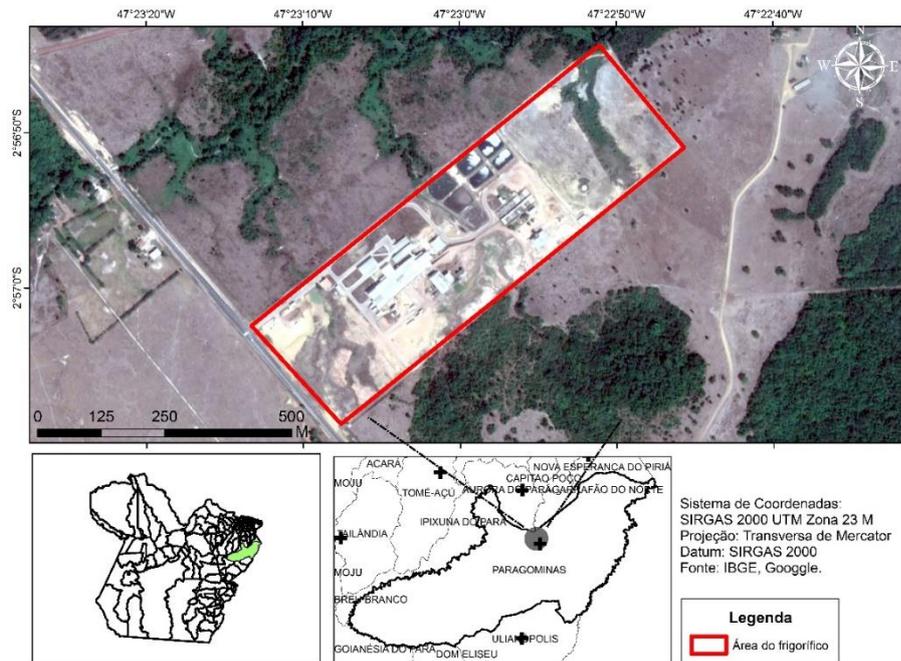
Dessa forma, é imprescindível analisar as atividades, produtos e serviços do empreendimento, buscando identificar os aspectos ambientais envolvidos, ou seja, elemento das atividades ou produtos ou serviços da organização que pode interagir com o meio ambiente, além de avaliar os impactos ambientais reais e potenciais mais significativos (OLIVEIRA; RODRIGUES; ALVES, 2011).

O objetivo desta pesquisa é identificar os aspectos e impactos ambientais e analisar o risco ambiental através da aplicação do Failure Mode and Effects Analysis-FMEA, como ferramenta para avaliação de impacto ambiental em um frigorífico localizado no município de Paragominas-PA, bem como, identificar medidas de prevenção, mitigação e compensação, para o empreendimento pesquisado, como subsídio para o desenvolvimento tecnológico que objetive a produção sustentável a partir de uma responsabilidade social e ambiental.

2 METODO DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada no município de Paragominas-PA, situado na mesorregião do nordeste do Pará, o qual possui como principal via de comunicação e transporte a Rodovia Belém – Brasília (BR-010), e uma área aproximada de 19.342,25 km², e com densidade demográfica de 5,06 habitantes por km², e uma população estimada em 110.02 habitantes (IBGE, 2017). A empresa objeto desta pesquisa está localizada neste município e possui uma área total de 11,58 há (Figura 1).

Figura 1 - Localização do empreendimento no município de Paragominas-Pa.



Fonte: Autores (2021).

3 MÉTODOS

O método aplicado foi o dedutivo, pois, de acordo com Gil (2008), parte-se de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis que, nessa pesquisa, está atrelada aos aspectos e impactos ambientais, e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal, em virtude de sua lógica como, por exemplo, os impactos ambientais decorrentes dos aspectos ambientais da atividade de frigoríficos.

A pesquisa também foi exploratória que busca uma abordagem do fenômeno pelo levantamento de informações que poderão levar o pesquisador a conhecer mais a seu respeito (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Em relação à abordagem, esta pesquisa teve característica quantitativa e qualitativa porque tem-se dados matemáticos para a quantificação e que permitem qualificar as ações quanto à disposição final em adequada e inadequada, ou seja, a aplicação do caráter qualitativo (OLIVEIRA, 2011). A pesquisa apresenta natureza aplicada (MATIAS-PEREIRA, 2016), pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos: os impactos ambientais nos diversos setores da atividade de corte bovino.

A obtenção dos dados primários referentes aos aspectos ambientais, necessários para a realização da pesquisa, ocorreu por meio de visitas ao frigorífico durante seis meses do ano de 2018, onde foi efetuada entrevistas semiestrutura com os funcionários, principalmente os dos setores de produção e acesso a informações específicas da empresa.

Quanto aos dados secundários, foram obtidos por intermédio de pesquisas em bibliografias, produções acadêmicas em meio eletrônico e literaturas impressas (Google Scholar, Ler livros, ISSUU, WebScience).

A inspeção foi descritiva a partir de entrevista informal, onde se explanou todas as etapas do processo produtivo dentro do setor de abate de bovinos, como também nas áreas administrativas, de refeitório e de descanso. Nesta fase, realizou-se uma análise qualitativa dos resíduos gerados, além das técnicas de manejo adotadas pela empresa, como fontes geradoras, formas de armazenamento, pontos de coleta, transporte, tratamento e destinação final.

Para auxiliar na seleção do foco da pesquisa, foi utilizada a metodologia Failure Mode and Effects Analysis - FMEA, adaptada de Helman; Andery (1995) e Zambrano; Martins (2007), a qual apontará o aspecto ambiental de maior relevância no processo produtivo, onde: a) Etapas do Processo: refere-se as etapas do processo de produção realizadas na indústria frigorífica; b) Aspecto Ambiental: consiste na interação das etapas do processo com o meio ambiente; c) Impacto Ambiental: descrevem-se os efeitos negativos do aspecto ambiental, de acordo com meios envolvidos, estes podem ser: a água, o solo e o ar; d) Causa do Impacto Ambiental: está relacionado ao fator responsável pelo impacto ambiental; e) As colunas “S”, “O”, “D”, “A” e “R” representam a “severidade”, a “ocorrência”, a “detecção”, a “abrangência do impacto” e o “risco ambiental”, respectivamente, onde R é obtido pela multiplicação das colunas “S”, “O”, “D” e “A”, onde o maior valor obtido nessa multiplicação indicará o impacto ambiental mais representativo (Quadro 1).

Quadro 1- Formulário de FMEA utilizado para identificação dos aspectos mais relevantes.

Formulário de FEMEA								
Etapas do processo	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Causas do impacto ambiental	S	O	D	A	R

Fonte: Autores (2019).

A classificação do S.O.D.A.R, baseada na metodologia proposta por Zambrano e Martins (2007), pode ser Alta, Moderada ou Baixa (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação de S.O.D.A.R em relação ao impacto ambiental.

Classificação de Severidade (S)		
	Severidade do impacto ambiental	Classificação
Alta	Produtos muitos danosos ao meio ambiente que apresentam as características: corrosividade, reatividade, explosividade, toxicidade, inflamabilidade e patogenicidade.	3
Moderada	Produtos danosos ao meio ambiente que possuem longo tempo de decomposição, por exemplo: metais, vidros e plásticos. Também é considerada a utilização de recursos naturais.	2
Baixa	Produtos pouco danosos ao meio ambiente que possuem curto tempo de decomposição, como papelão e tecidos.	1
Classificação de Ocorrência (O)		
	Ocorrência do impacto ambiental	Classificação
Alta	O impacto ambiental ocorre diariamente.	3
Moderada	O impacto ambiental ocorre mensalmente.	2
Baixa	O impacto ambiental ocorre semestralmente ou anualmente.	1
Classificação de detecção (D)		
	Detecção do impacto ambiental	Classificação
Baixa	Para detecção do impacto ambiental é necessária a utilização de tecnologias sofisticadas.	3
Moderada	O impacto ambiental é percebido com a utilização de medidores simples. Exemplos: hidrômetro e medidor de energia elétrica.	2
Alta	O impacto ambiental pode ser percebido visualmente.	1
Classificação de abrangência de impactos ambientais (A)		
	Abrangência do impacto ambiental	Classificação
	O impacto ambiental ocorre fora dos limites da organização.	3
	O impacto ambiental ocorre dentro dos limites da organização.	2
	O impacto ambiental ocorre no local onde está sendo realizada a operação.	1
Análise dos riscos dos impactos (R)		
	O risco ambiental, é obtido pela multiplicação das colunas “S”, “O”, “D” e “A”	

Fonte: Zambrano; Martins (2007).

A partir dos dados coletados em campo, pode-se traçar um panorama da conjuntura empresarial, no que tange a identificação dos aspectos e impactos ambientais desta atividade e do grau de risco obtido com a classificação S.O.D.A.R.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos indicaram que o Frigorífico é composto por 474 colaboradores e 90% destes, trabalham com arma branca. Apresenta licença operacional para o abate de 600 animais/dia. Atualmente, a média é 400 animais/dia, sendo que 20% do produto é para exportação, especificamente para o Egito e Hong Kong. Para esta demanda, é utilizado como produto principal de trabalho, a água, que compõe todas as etapas do processo produtivo, o que gera significativa quantidade de efluente e resíduos sólidos.

Pesquisa efetuada em São Luís-MA, por Santos et al (2014), os autores indicaram que os impactos gerados ao meio ambiente estão relacionados principalmente ao consumo humano crescente e geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos, pois o crescimento

populacional faz aumentar a demanda por produtos e serviços, que por sua vez, potencializam essa problemática, como é o caso de atividades de abate bovino.

Este fato indica que é imprescindível que sejam identificados os locais de geração de resíduos a partir da descrição do processo produtivo, quadro que se configura no frigorífico, objeto desta pesquisa, por apresentar em todas as etapas de trabalho, produção de resíduos e geração de efluentes. Além disso, muitos destes empreendimentos atuam clandestinamente, o que induz a maiores proporções de resíduos sólidos e líquidos.

4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO:

A análise dos dados obtidos quanto ao processo produtivo do empreendimento, indicou que existem dez etapas geradoras de resíduos sólidos e líquidos (Quadro 2), o que indica uma necessidade de sistematização do processo para correto gerenciamento dos resíduos gerados e do melhoramento na utilização dos recursos utilizados em cada etapa, como a água, que induzirá a menores proporções de efluentes.

Quadro 2: Etapas do processo produtivo do matadouro frigorífico de Paragominas-PA.

Recepção/Currais	<p>Setor de recebimento – curral: Setor responsável pelo recebimento dos animais encaminhados para o abate. Nesta área há a geração de resíduos sólidos (esterco) e efluentes líquidos (urina). O resíduo sólido é diluído, devido a lavagem do espaço ao final do expediente, esta limpeza gera o efluente líquido, denominado água de lavagem, que é encaminhado para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da empresa. Após o recebimento dos animais nos currais, os mesmos são encaminhados para a área de lavagem, com a finalidade de retirar o esterco e outras sujeiras antes do abate. O efluente líquido gerado nessa etapa é encaminhado para a ETE. O número de animais recebidos neste setor pode variar de acordo com o lote, o que corresponde em média a 30 animais.</p>
Sala de abate de bovinos	<p>Atordoamento: Nesta seção o animal é conduzido a um “box” estreito, o animal atordoado cai para um pátio, onde é içado em um guincho e preso a uma corrente pelas patas traseiras, sendo pendurado em um trilho aéreo. O resíduo gerado é normalmente composto por vômito, que é lavado e destinado a canaleta de recolhimento de efluente líquido.</p> <p>Sangria: Após o atordoamento, o animal é conduzido para calha de sangria, onde ocorre a secção dos vasos sanguíneos. O sangue que é recolhido pela calha é direcionado para casa de farinha, onde será aproveitado para produção de Farinha de Origem Animal (FOA), e aquele que acidentalmente cai fora da calha é lavado e recolhido pelas canaletas, sendo direcionado a ETE.</p> <p>Esfola e remoção da cabeça: Nesta etapa há a remoção das patas dianteiras (aproveitamento dos mocotós) e posteriormente há a remoção do couro, em seguida são retirados o rabo, o útero ou os testículos, e então a cabeça, que é direcionada à inspeção. O couro é direcionado a uma empresa de curtume terceirizada, o rabo também é processado por uma empresa terceirizada, os órgãos genitais são direcionados à graxaria anexa, e os Materiais Especificados de Risco – MER (encéfalo, olhos, amígdalas, medula espinhal e parte distal do íleo), são imediatamente encaminhados ao incinerador.</p>
Inspeção	<p>Evisceração: As carcaças dos animais são abertas manualmente com facas e com serra elétrica. O processo envolve a remoção das vísceras abdominais e</p>

	<p>pélvicas, além dos intestinos, bexiga e estômagos. As vísceras comestíveis (tripas, bucho, coração, fígado) são processadas em salas anexas, já os não comestíveis são direcionados à graxaria, para aproveitamento na produção de FOA.</p> <p>Corte da carcaça: Após a retirada das vísceras, os animais recebem um corte longitudinal ao meio. Ao receberem o corte a carcaça cortada passa por um processo de limpeza, onde ocorre a retirada de aparas de gordura que podem conter pequenos pedaços de carne e tecidos sem carne, os mesmos são removidos com auxílio de facas e passam por um processo de lavagem com jatos de água para retirada de pequenas partículas ósseas, seguindo assim para a próxima etapa a refrigeração.</p>
Refrigeração	A refrigeração tem o objetivo de reduzir ou inibir o crescimento microbiano, as carcaças ficam expostas a uma temperatura de 7°C por um período médio de 24 h.
Cortes e Desossa	Referente ao processo de corte e desossa, a carcaça é dividida em partes menores para comercialização. A desossa é realizada com o auxílio de facas de forma manual, as aparas de gordura são encaminhadas para o setor de graxaria. Ossos e partes não comestíveis também são encaminhados as graxarias, onde são transformados em farinha, para fabricação de ração.
Estocagem/Expedição	As carcaças, os cortes e as vísceras comestíveis, após processadas e embaladas, são estocadas em câmaras de refrigeração, aguardando sua expedição.
Salas anexas	<p>Sala de couro: a retirada do couro é feita por uma máquina hidráulica que o retira de forma inteira. Após isso o couro passa por um tanque químico para conservação até o destino final.</p> <p>Salas de mocotó; cabeça; bucharia e miúdos: áreas que recebem partes que ainda na produção apresentam valor econômico. As partes não aproveitáveis são os materiais especificados de risco (MER).</p>
Processos auxiliares	<p>Caldeira: A caldeira é responsável por fornecer o vapor para o cozimento do material carregado no digestor (equipamento onde se dá o cozimento), propiciando a separação entre as fases sólida, água e sebo. Os resíduos gerados nesta área são basicamente as aparas de madeira não utilizada no processo de queima e cinzas resultante da combustão incompleta da madeira com intuito de gerar calor e vapor.</p> <p>Oficina de manutenção: Há em anexo a indústria o setor de reparos e manutenção de equipamentos, que são usados no processo produtivo e em outras áreas. São gerados resíduos como aparas de metais e peças, além de materiais impregnados com solventes / tintas, óleos e graxas, como tambores e galões.</p>
Área administrativa	Na área administrativa, que compreende aos escritórios e ao almoxarifado, os principais resíduos gerados são papéis, papelão, plásticos, lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias, eletroeletrônicos em geral, resíduos metálicos, equipamentos de proteção individual (EPI's), além dos rejeitos advindos dos banheiros (papel higiênico, papel toalha e guardanapo de papel usado).
Refeitório e área de descanso	Nestes setores os resíduos gerados são predominantemente orgânicos, resultantes de restos de alimentos descartados, e ainda plásticos e papéis. Este setor é terceirizado, portanto os resíduos gerados nestas áreas são de responsabilidade da empresa contratada.

Fonte: Autores (2021).

Pesquisa efetuada em uma empresa de usinagem, no Brasil, por Simião (2011), o autor enfatiza que o adequado é que as organizações sistematizem o conjunto das iniciativas ao gerenciamento dos resíduos sólidos e líquidos elaborando os procedimentos para cada uma das etapas, fato que é relevante no frigorífico pesquisado, por produzir nas

atividades, quantidade significativa de efluentes e resíduos sólidos, que, se não destinados ou dispostos de forma adequada, podem apresentar potencial risco de poluição/contaminação aos recursos ambientais e a saúde pública.

4.2 APLICAÇÃO DA FMEA E IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Os dados obtidos indicaram quatro principais aspectos ambientais. Entretanto, no processo de abate para aquisição da carne e derivados, ocorre o surgimento de vários subprodutos e/ou resíduos que devem passar por um processo de gerenciamento para identificação dos impactos ambientais e possíveis mitigações dos mesmos. Tais aspectos podem ocasionar riscos à saúde, poluição/contaminação hídrica e do solo, e conflitos ligados a disponibilidade dos recursos naturais.

Pesquisa realizada na Bahia por Marinho, Filo e Orrico (2012), os autores indicaram que a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental é uma etapa imprescindível, pois este se constitui em um documento essencial para a tomada de decisão, uma vez que norteia as decisões quanto à viabilidade ambiental do projeto e que podem, por sua vez, estimular o uso de tecnologias limpas e incentivar a adoção de práticas ecoeficientes em todas as fases de um empreendimento/atividade, quadro que se configura na pesquisa em Paragominas-PA, pelo fato desta, apresentar nas fases do processo produtivo, diversos aspectos ambientais com capacidade de gerar impactos ambientais negativos, como contaminação do solo e água.

A aplicação da ferramenta FMEA foi realizada para todas as entradas (matéria-prima e insumos) e seus impactos ambientais. Dessa forma, foi possível identificar os aspectos ambientais que mais se destacaram em função do risco ambiental (R). Foram identificados 48 aspectos ambientais, distribuídos em 21 etapas do processo produtivo. O menor R foi igual a 12, o qual configurou a menor possibilidade daquele aspecto causar danos ao meio ambiente e/ou à saúde pública.

Por outro lado, destacaram-se quatro aspectos ambientais com maior risco: a geração de resíduos sólidos, lançamento de efluentes em geral, consumo de energia elétrica e consumo de água, tais aspectos foram determinados como foco da pesquisa, por sua relevância ao meio ambiente (Tabela 2).

Tabela 2 - Planilha dos aspectos e impactos ambientais adaptados com a metodologia do FMEA.

Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Causas do impacto ambiental	S	O	D	A	R
Geração de resíduos sólidos	Poluição do ar; Poluição do solo; produção de chorume; Poluição dos lençóis freáticos; Proliferação de várias espécies de animais vetores ou transmissores de doenças; riscos à saúde.	Resíduos provenientes da limpeza da empresa, restos de alimentos e embalagens do refeitório	2	3	1	3	18
Lançamento de efluentes em geral	Alteração da qualidade da água; contaminação hídrica e do solo; aumento de carga de matéria orgânica.	Geração de Resíduos Orgânicos; A carga orgânica lançada ao ribeirão está dentro da legislação, porém pode ser reduzida	3	3	2	2	36
Consumo de energia elétrica	Contribui para a redução da disponibilidade dos recursos naturais.	A energia elétrica é utilizada na operação dos equipamentos	2	3	2	3	36
Consumo de água.	Diminuição de água potável em grande proporção	Lavagem e hidratação do animal	2	3	2	3	36

Fonte: Autores (2021).

Estudo realizado em Vitória da Conquista - BA, por Santos, *et al.*, (2011), os autores concluíram que os problemas ambientais gerados pela atividade de frigoríficos estão relacionados com o descarte de resíduos sólidos oriundos de diversas etapas do processamento industrial, onde, o elevado consumo de energia demanda mais utilização dos recursos naturais. Além disso, o alto consumo de água englobados as águas residuárias elevam o nível de contaminação deste recurso por conter: sangue, gordura, excrementos, substâncias contidas no trato digestivo dos animais, fragmentos de tecidos, entre outros, caracterizando um efluente com elevada concentração de matéria orgânica. Nesses casos, o efluente do matadouro se constitui, como agente de poluição das águas, em ameaça à saúde pública, frente aos dados obtidos na Bahia.

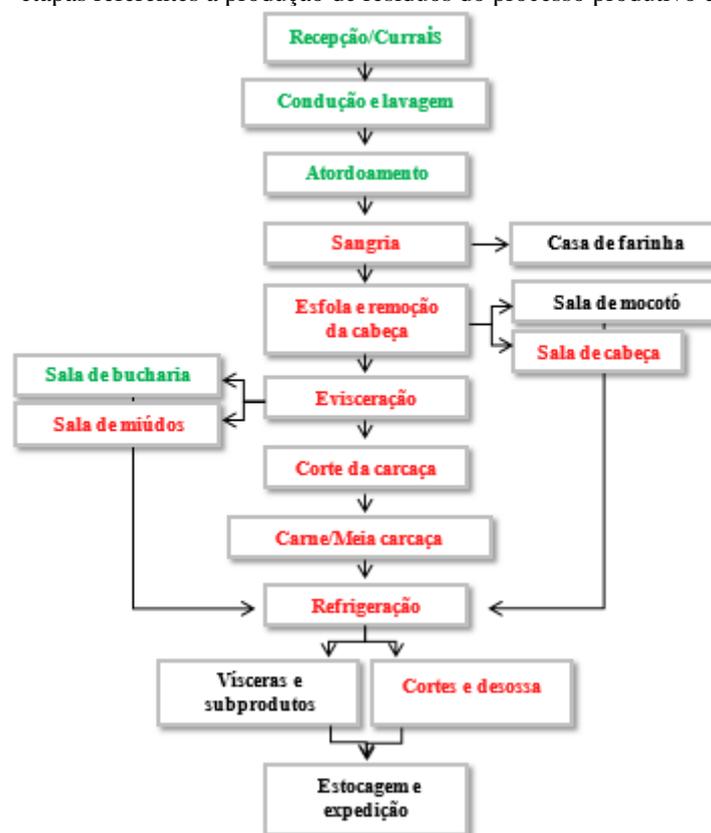
4.3 GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A análise dos dados obtidos indicou Severidade moderada, especialmente pela geração de resíduos perigosos e resíduos comuns como metais e plásticos. A Ocorrência de impacto foi alta, devido a produção diárias dos diversos tipos de resíduos com classificação distintas, além destes, serem dispostos em parte, no vazadouro a céu aberto do município de Paragominas-PA. Quanto a detecção, foi alta, o que significa uma percepção visual dos impactos gerados pelo descarte dos resíduos. Já em relação a abrangência, esta classificação recebeu nota 3, o que indica impactos ambientais fora dos limites físico do frigorífico, objeto desta pesquisa, logo, percebe-se que o impacto

ambiental referente aos resíduos sólidos, apresentou uma das maiores significâncias, R=18.

Os dados obtidos indicaram que os principais resíduos gerados no processo produtivo, são da linha de abate: em vermelho, processos que geram predominantemente sangue e efluentes líquidos contendo sangue; em verde, processos que geram esterco e/ou conteúdo ruminal, ou efluentes contendo este material; e ainda em preto, processos que geram resíduos diversificados, sem predominância de determinado material. Dessa forma, é perceptível que em todas as áreas deste processo, há predominância da produção de resíduos sólidos e líquidos (figura 2).

Figura 2 – etapas referentes a produção de resíduos do processo produtivo da empresa.



Fonte: Autores, (2021).

Pesquisa realizada em Varzelândia – MG, por Queiroz e Vieira (2018), os autores indicaram que a gestão ambiental apropriada desses resíduos, traz aspectos benéficos à sociedade e ao meio ambiente, proporcionando saúde e bem-estar, além de uma paisagem apreciativa, pois quando estes materiais não são dispostos de forma adequada, comprometem o equilíbrio e qualidade do meio ambiente, principalmente pelo fato de que a maioria dos municípios brasileiros ainda apresentaram como etapa final da

disposição de resíduos, os vazadouros a céu aberto. Este fato é semelhante ao que ocorre no município de Paragominas-PA, que ainda apresenta esta forma de disposição final de resíduos e rejeitos, o que gera maior preocupação quanto ao descarte dado pelo frigorífico.

Os resíduos industriais gerados no frigorífico são predominantemente orgânicos, provenientes do processo produtivo, mas há também aqueles gerados nos setores de administração, descanso e refeitório dos funcionários. Nas Tabelas 3 e 4 são descritas as áreas geradoras de resíduos sólidos na indústria, os respectivos resíduos gerados nestes setores e a classificação, seguindo as especificações das normas regulamentadoras, e ainda uma estimativa do volume produzido.

Tabela 3 - Identificação e classificação dos principais resíduos perigosos e seu respectivo volume gerado.

Resíduos Perigosos (Classe I) – NBR 10.004		
Aspecto ambiental - Resíduos Identificados	Setores de geração de resíduos	Quantidade gerada estimada (mês)
Materiais Especificados de Risco – MER.	Processo produtivo.	11.160,00 kg
Lâmpadas	Processo produtivo, área administrativa e áreas de refeitório e descanso.	70 unidades
Galões e tambores contaminados com solventes / tintas, óleos e graxas.	Processos auxiliares.	440,00 kg

Fonte: autores, (2021).

Tabela 4 - Identificação e classificação dos principais resíduos não perigosos e seu respectivo volume gerado.

Resíduos Não Perigosos (Classe II) – NBR 10.004		
Resíduos identificados	Setores de geração de resíduos	Quantidade gerada estimada (mês)
Esterco.	Processo produtivo.	54.000,00 kg
Ossos, gordura, aparas de carne e partes condenadas.	Processo produtivo.	1.140.000, 00 kg
Aparas de madeira.	Processos auxiliares.	---
Papel e papelão.	Processo produtivo, área administrativa e áreas de refeitório e descanso.	245,00 kg
Plástico.	Processo produtivo, área administrativa e refeitório e área de descanso.	1.015,00 kg
Resíduos metálicos.	Processo produtivo, área administrativa, processos auxiliares, refeitório e área de descanso.	1.585,00 kg
Cinzas	Processos auxiliares	---
Restos de alimentos.	Refeitório e área de descanso.	280,50 kg

Fonte: Autores, (2021).

Os dados obtidos indicaram que as maiores proporções de resíduos gerados são referentes aos ossos, gordura, aparas de carne e partes condenadas, esterco e

consequentemente, pelo processo de lavagem, mais efluentes. No estudo efetuado em Chókhwè – Moçambique, por Macorreia (2018), o autor concluiu que a gestão de resíduos sólidos é uma atividade complexa que fundamentalmente dependem de todos os envolvidos na ação, bem como da aplicação seletiva das técnicas adequadas para a coleção, transferência, reciclagem e a disposição final dos resíduos.

Diante disso, na pesquisa realizada em São Tomé e Príncipe na África, por Cruz, Fernandes e Martins (2017), foi indicado que a destinação e disposição em condições deficientes, continua a ser um dos grandes problemas para as sociedades contemporâneas. Tal fato está atrelado a necessidade de prevenção e contenção da produção cada vez maior de resíduos, e da necessidade de controlar o destino final desses materiais. Este processo pode ser iniciado com a aplicação da Resolução Conama 275:2001, que estabelece um código de cores para separação dos diferentes resíduos, fato que já é efetuado no empreendimento.

No estudo efetuado no estado de São Paulo por Jacobi e Besen (2011), os autores concluíram que a disposição inadequada e a gestão insuficiente desses resíduos sólidos levam a impactos socioambientais fatídicos como o comprometimento dos corpos d'água e mananciais, degradação do solo, contribui para a poluição do ar, favorece enchentes e proliferação de vetores transmissores de doenças. Dessa forma, um plano de gestão e gerenciamento desses resíduos, torna-se uma medida primordial para a empresa, objeto desta pesquisa, auxiliando na redução de impactos ambientais com uma preocupação socioambiental.

4.4 LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Os dados obtidos e analisados conforme a classificação do risco efluente, destacado na tabela 2, indicou que o mesmo possui um auto grau periculosidade caso não tenho o devido tratamento, com valor $R=36$. Esse valor foi referente a Severidade alta, pelo efluente ter potencial de poluição/contaminação do meio ambiente; Ocorrência alta, pois o impacto ocorre diariamente; Detecção moderada, pois o impacto ambiental é perceptível com a utilização de equipamentos simples e a Abrangência do impacto ambiental ocorre dentro dos limites da organização.

No entanto, a análise dos dados obtidos indicou que o empreendimento, objeto desta pesquisa, realiza o tratamento dos efluentes provenientes do processo produtivo e do confinamento (curral), conforme o que é exigido pela legislação vigente, Resolução

CONAMA n. 430:2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes complementa e altera a Resolução CONAMA n. 357:2005 (BRASIL, 2011), o que minimiza a chance dos impactos que podem vir a ocorrer caso o efluente não seja tratado.

A análise dos dados obtidos indicou que atualmente o frigorífico possui uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE), a qual é composta de um tanque que recebe todo efluente, este, caracterizado pela grande quantidade de carga orgânica, bem como sólidos grosseiros, principalmente de conteúdo gastrointestinal. Para a remoção inicial desses sólidos, o efluente é transferido para um Separador Elevado Mecanizado, onde é realizada a separação desses sólidos, despejando somente os líquidos nas lagoas de tratamento.

A ETE convencional que recebe esse efluente é composta de sete lagoas de estabilização, sendo, duas anaeróbias, três facultativas e duas aeróbias. Porém, apenas seis estão em operação, sendo que uma delas é utilizada como reserva, caso haja problema ou quando for realizada a limpeza nas demais. Além de passar por esse tratamento biológico, são acrescentados nas lagoas, o produto denominado Drain Maintener Complete II, de modo a potencializar o tratamento.

Pesquisa realizada em Itapejara d'Oeste, por Camargo, Henkes e Rossato (2016), os autores indicaram que a questão fundamental que envolve os resíduos líquidos industriais é como reduzir os danos ambientais advindos dos efluentes, visto que são gerados em todas as etapas do processo produtivo, possuem um poder poluidor elevado e poucas são as fontes geradoras que se preocupam com o tratamento antes da disposição final. Quadro que também se configura no empreendimento analisado no município de Paragominas-PA, pelo fato do empreendimento desta pesquisa, apresentar empenho em resolução a estes entraves, com adequação as normas legislativas referentes ao gerenciamento dos resíduos sólidos e efluentes.

4.5 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Conforme a análise dos dados na tabela 2, os dados obtidos indicaram que o aspecto Consumo de Energia Elétrica apresentou severidade Moderada, uma vez que este está relacionado ao uso de recursos naturais, Ocorrência alta, ou seja, o impacto ocorre diariamente, Detecção moderada, pelo fato de ser diagnosticado com medidores simples, Abrangência com nota 3, pois há ocorrência de impactos fora dos limites da empresa.

Estes dados resultaram em um risco alto, $R=36$. A energia elétrica é um recurso altamente utilizado pela indústria frigorífica, principalmente para o funcionamento e processamento dos sistemas de refrigeração como das máquinas de abate.

Em um estudo realizado em um frigorífico bovino em Cachoeira Alta – GO, por Cruz e Araújo (2015), foi observado que o principal uso para o consumo de energia elétrica é durante a operação e industrialização da carne bovina através da geração de vapor de resfriamento de compressores e condensadores, assim como na operação de máquinas e equipamentos, iluminação e ventilação. De acordo com o Guia Técnico Ambiental de Frigoríficos da CETESB (2006), assim como o consumo de água, o uso de energia para refrigeração e esterilização é de suma importância, afim de garantir qualidade e segurança dos produtos destas indústrias, de forma que a temperatura de armazenamento dos produtos são especificadas por regulação das autoridades sanitárias.

Em um estudo efetuado em abatedouros de diversos municípios do estado da Bahia, por Souza, Orrico e Agra-Filho (2017), além do consumo comum de energia térmica, a etapa de escaldagem também interfere neste consumo. Devido ao aquecimento da carcaça do animal, se gasta mais energia na etapa de refrigeração. Quando ocorre o beneficiamento da carcaça, etapa característica dos frigoríficos, há também um incremento no consumo de energia elétrica e térmica em consequência dos cortes.

Para esse tipo de energia, este insumo é disponibilizado pela concessionária fornecedora de energia do município. Portanto, assim como ocorre em outras tipologias, não sendo um caso específico da indústria de abate de animais, não existe uma avaliação quanto ao uso eficiente desse insumo. Devido à indisponibilidade de dados de consumo de energia elétrica nesse empreendimento, não foi possível determinar o consumo de energia total utilizado para o abate. Entretanto, há uma necessidade de estabelecimento de metas de consumo, e de incentivo a tecnologias limpas que induz a menor proporção de gastos com energia.

Pesquisa realizada no Mato Grosso do Sul, por Santos, Mendonça e Mariani (2010), os autores indicaram que estes existem lacunas nas estratégias das indústrias frigoríficas ao deixarem de implementar estratégias de otimização do consumo de energia elétrica e buscar fontes alternativas para atender a necessidade da indústria. Ainda afirmam que para ter bons resultados deve-se levar em consideração algumas medidas que são essenciais para redução dos aspectos e impactos ambientais causados por tais atividades, dentre eles, o consumo de energia elétrica.

4.6 CONSUMO DE ÁGUA

A análise dos dados obtidos indicou que o Consumo de água obteve severidade Moderada, o que indica um fator de grande apreensão, já que este é um recurso não renovável e de efetiva importância à sobrevivência humana. A Ocorrência desse evento obteve classificação Alta, o que implica em um uso do recurso diariamente, tornando assim essa saída mais agravante e a Detecção do impacto foi Moderada com Abrangência equivalente a 3, o que indica ocorrência de impacto ambiental fora dos limites da organização. Estes dados indicaram um risco alto, $R=36$.

Pesquisa efetuada em região de Poços de Caldas –MG, por Rabelo, Silva e Peres (2014), os autores indicaram que, neste contexto, o empreendimento deve buscar aperfeiçoar seus processos, de forma a minimizar a utilização desse recurso natural sem perda da eficiência produtiva, fato imprescindível na empresa, objeto desta pesquisa, frente aos dados obtidos em Minas Gerais, principalmente por apresentar em todas as etapas do processamento de carne e atividades afins, o consumo da água.

Em frigoríficos, assim como em vários tipos de indústria, o alto consumo de água, acarreta grandes volumes de efluentes com alta carga orgânica, alto conteúdo de gordura, alterações de pH em virtude de produtos de limpeza ácidos e básicos e altos teores de nitrogênio, fósforo (oriunda das fezes e urina dos bovinos). Desta forma, os despejos de frigoríficos possuem altos valores de DBO e DQO, sólidos em suspensão, graxas e material flotável. Portanto, juntamente com sangue, é um material altamente degradável no efluente, devido ao alto valor de matéria orgânica, que entram em decomposição poucas horas após a sua geração, dependendo da temperatura ambiente.

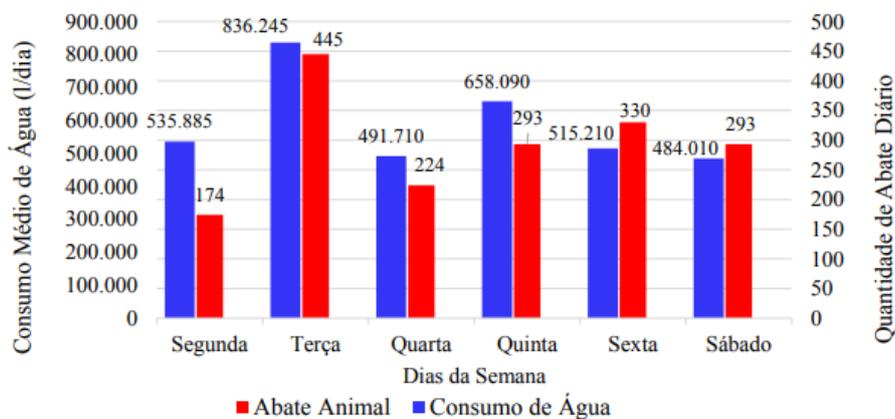
Estudo realizado em Itapejara d'Oeste, por Camargo, Henkes e Rossato (2016), os autores indicaram que a questão fundamental que envolve os resíduos líquidos industriais é como reduzir os danos ambientais advindos dos efluentes, visto que são gerados em todas as etapas do processo produtivo, possuem um poder poluidor elevado e poucas são as fontes geradoras que se preocupam com a minimização na utilização da água e com o tratamento antes da disposição final.

A racionalização do uso da água pelo em processos industriais auxilia para a diminuição dos riscos de contaminação hídrica. Quanto menor for o volume de água utilizada e descartada, menores serão as necessidades de tratamento. A água é um componente indispensável para a indústria, por isso, torna-se imprescindível uma conduta por parte das destas empresas em obter uma otimização no seu uso. Assim, um bom

desempenho no uso dos recursos hídricos e dos resíduos industriais neles despejados, trará uma grande contribuição para melhoria no meio ambiente.

Os dados obtidos e analisados referentes ao consumo de água e quantidade de abate diário, foi a partir da elaboração da média desses dados, utilizando o quantitativo de uma semana do mês de março de 2018, além disso, esse consumo está relacionado ao uso geral da indústria, contemplando todas as etapas do processo, anexos e setores. Portanto o frigorífico possui uma média de consumo total diário de água de 1.173.716,67 litros e uma média de abate de 293 cabeças/animais.dia (Figura 3).

Figura 3 – Gráfico representativo da média de Consumo de Água e Abate de Animal Diário.



Fonte: Autores (2021).

Porém, para Souza (2015) o percentual do consumo de água utilizado direto no processamento de carne, ou seja, a quantidade de água que tem contato diretamente com o produto (carne), corresponde à 50% do consumo de água total. Logo, esse percentual se traduz em 588.858 litros de água gasto somente nesse tipo de consumo. Fazendo a divisão desse valor pelo número de cabeças/animais abatidas diariamente, tem-se aproximadamente 2.003 l/cabeça. Esse valor se aproxima daquele fornecido por um dos colaboradores da empresa, responsável pelo setor de produção, que foi de 2.100 l/ cabeça. Portanto, existe uma coerência nesses dados, o que demonstra uma margem de segurança no resultado.

Essa estimativa está dentro do Padrão estabelecido pela CETESB (2008), a qual define um parâmetro de consumo de 1.000 a 3.000 l/cabeça. Porém, ao fazer esse tipo de levantamento em dez frigoríficos no estado da Bahia, Souza (2015) constatou que a média de consumo por cabeça foi de 926 a 1.506 l/cabeça. Tomando como referência esses

dados, pode-se concluir que embora esteja dentro do padrão da CETESB, o Consumo de água no frigorífico é grande se comparado com o estudo realizado na Bahia.

Ao analisar o consumo de água nesse seguimento industrial, faz-se necessário conhecer também, a quantidade consumida em cada etapa do processo de produção e setores auxiliares a esse processo, pois com essa informação, torna-se possível ter conhecimento de forma detalhada, sobre a distribuição geral de consumo de água, podendo facilitar no gerenciamento eficiente desse recurso. A obtenção desses dados, foi baseada nos percentuais propostos pela CETESB (2008), para cada etapa de produção, onde obtêm-se o Consumo Direto. Quanto ao Consumo Indireto, referente a quantidade de água utilizada nos setores auxiliares ao processo, foi baseado no Guia de Boas Práticas Ambientais do Reino Unido – ENVIROWISE (2000), ambos demonstrados na tabela 5.

Tabela 5 – Consumo de Água por Etapa e Setor no Frigorífico localizado no município de Paragominas-PA.

Tipos de consumo	Etapas	Consumo	Consumo em l/dia
*Consumo direto (água em contato com o produto)	Recepção	14,7%	85.384
	Abate e dala da desossa	52%	306.206
	Sala dos miúdos	37%	217.877
	Expedição	2%	11.777
	Uso deral	3,5%	20.610
	Outros	7,7%	44.164
**Consumo Indireto (água utilizada nos setores auxiliares)	Pré - limpeza dos Pisos	33%	194.323
	Higienização Geral	31%	182.546
	Esterilização dos Equipamentos	5%	29.443
	Lavagem dos Currais	3%	17.666
	Lavagem dos Veículos	5%	29.443
	Outros	23%	135.437

Fonte: Adaptado de *CETESB, (2008); **ENVIROWISE, (2000).

Foi calculado também, conforme a tabela acima, os valores reais de consumo em l/dia, estimados com base nesses percentuais, para cada etapa e setor descritos anteriormente, a fim de subsidiar e esclarecer a abordagem. Observa-se que os maiores percentuais de Consumo Direto identificados, foram na etapa de Abate e Sala da Desossa (52%) e Sala dos Miúdos (37%), que correspondem a um consumo de aproximadamente 306.206 l/dia e 217. 877 l/dia, respectivamente. Isso explica-se devido as etapas demandarem grande quantidade de água para limpeza do produto durante o seu manuseio no decorrer das mesmas.

Em relação ao Consumo Indireto, os valores que mais se destacaram foram nos processos de Pré-Limpeza dos Pisos (33%) e Higienização Geral (31%), nos quais representam um consumo de 194.323 l/dia e 182.546 l/dia, nessa ordem. De acordo com

a CETESB (2008), assim como em várias indústrias, nos abatedouros, o alto consumo de água acarreta em grande quantidade de efluentes, em que 80 a 95% desse consumo é descarregado como efluente. Portanto, para estimar a quantidade de efluente gerado no frigorífico, foi levado em consideração o coeficiente de Retorno (CR) de 80%. Sabendo-se que a empresa teve, no período de estudo, um consumo médio diário de água de 1.173.716, 67 l/dia e um CR de 0,80, a produção média diária de efluente equivale a aproximadamente 938.973 l/dia.

Neste contexto, a racionalização do uso da água pela empresa auxiliará para a diminuição dos riscos de contaminação hídrica. Em relação ao consumo de água é imprescindível que o empreendimento adote medidas para reduzir o volume de água utilizado no abatedouro com campanhas de sensibilização ambiental. Este fato, diminuirá o volume de efluentes gerados, o que reduzirá gastos para a empresa.

4.7 MEDIDAS DE PREVENÇÃO, MITIGAÇÃO E/OU COMPENSAÇÃO DOS IMPACTOS

Os dados obtidos e analisados quanto a medidas de prevenção, mitigação ou compensação para o frigorífico, objeto desta pesquisa, indicaram que o principal fator de melhoramento está na adoção de práticas ambientalmente adequadas, especificamente em relação ao consumo e ao cumprimento das legislações vigentes quanto ao gerenciamento adequado dos resíduos e rejeitos (Quadro 3).

Quadro 3 – Medidas de prevenção, mitigação ou compensação para os aspectos Ambientais identificados no frigorífico, Paragominas-PA.

Aspectos ambientais	Prevenção ⁽¹⁾ /mitigação ⁽²⁾ /compensação ⁽³⁾
Geração de resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> - ⁽¹⁾ Reduzir a geração de resíduos (nos processos produtivos e operações auxiliares); Reusar os resíduos inevitáveis, aproveitá-los, sem quaisquer tratamentos; Reciclar os resíduos inevitáveis, aproveitá-los após quaisquer tratamentos necessários; - ⁽³⁾ Coletar e segregar ou separar todos os resíduos por tipos, isolados ou em grupos compatíveis, evitando que se misturem e que se juntem aos efluentes líquidos;
Lançamento de efluentes em geral	<ul style="list-style-type: none"> - ⁽¹⁾ Uso métodos de cozimento de derivados de carne que eliminem ou minimizem o uso direto de água: somente vapor, ar quente e vapor, micro-ondas. - ⁽²⁾ Áreas de eventuais acúmulos de matérias-primas e de resíduos sejam cobertas e isoladas no seu entorno ou perímetro (como canaletas de drenagem), para que águas pluviais não arrastem resíduos e matéria orgânica; Em todas as operações que geram aparas de carne, de gorduras, ligamentos e tecidos diversos (desossa, etc.), instalar dispositivos para coleta direta deste material (como esteiras transportadoras e/ou recipientes de coleta) e treinar os operadores para que utilizem efetivamente estes dispositivos, minimizando queda destes materiais nos pisos; - ⁽³⁾ A instalação de dois sistemas de canaletas independentes na área do abate, um para coletar o sangue (aproveitado posteriormente) e outro para água de lavagem (efluente), o que evitaria a junção desses componentes.

Consumo de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none">- ⁽¹⁾ Isolar termicamente tubulações de sistemas de aquecimento e de refrigeração;- ⁽²⁾ Implementar programas de desligamento de chaves/interruptores elétricos associados a sensores, para desligar luzes e equipamentos quando seu uso é desnecessário ou há parada na produção;- ⁽³⁾ Instalar motores de alto rendimento, principalmente onde se demanda potências maiores: compressores, serras, moinhos, etc.
Consumo de água.	<ul style="list-style-type: none">- ⁽¹⁾ Quanto ao desperdício de água na lavagem do piso no abate constitui-se também como uma oportunidade de melhoria que envolve apenas a adaptação de equipamento juntamente com boas práticas operacionais. Recomenda-se que sejam colocados os gatilhos nas mangueiras utilizadas para a limpeza da área de produção, de modo a facilitar o ligamento e desligamento da mesma pelos operadores, quando necessário.- ⁽²⁾ Seleção e aquisição de medidores adequados de boa qualidade; Instalação correta, de acordo com recomendações dos fabricantes, para seu bom funcionamento; Garantia de aferição periódica dos medidores por entidades capacitadas e reconhecidas; Rotina efetiva de leitura, registro e análise dos dados de consumo de água gerados pelos medidores.- ⁽³⁾ Embora ainda não existam no país legislação que estabeleça padrão de qualidade da água para reuso, deve-se cumprir o estabelecido na Resolução n. 54:2005, do Ministério do Meio Ambiente, que autoriza o uso desta água para fins industriais, levando em consideração à proteção da saúde pública e ao meio ambiente (OLIVO; ISHIKI; LUVIZOTTO, 2012). Assim, sugere-se um estudo mais aprofundado que estabeleça a taxa de reuso e os possíveis setores da empresa a ser aplicado, tais como descargas de vaso sanitário, regas de jardim e lavagem de frotas de veículo.

Fonte: Autores (2021).

Dessa forma, é imprescindível analisar as atividades, produtos e serviços do empreendimento, buscando identificar os aspectos ambientais envolvidos, ou seja, elemento das atividades ou produtos ou serviços da organização que pode interagir com o meio ambiente; além de avaliar os impactos ambientais reais e potenciais, tendo como referência os requisitos legais aplicáveis, permitindo que a empresa tenha como foco os aspectos considerados mais significativos. A partir disso, a integração entre quantidade e qualidade dentro de um Plano de Gestão Ambiental - PGA, na prática, torna-se imperativo, todavia este estágio é raramente desenvolvido e representa um grande entrave para a gestão eficaz de qualquer sistema. (OLIVEIRA; RODRIGUES; ALVES, 2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do método FMEA na avaliação dos riscos provenientes de abate bovino foi uma ferramenta eficaz no diagnóstico dos possíveis impactos e nos impactos efetivamente gerados. Águas residuárias oriundas da higienização de todas as etapas do processo produtivo são os fatores que representam os maiores riscos e impactos ambientais gerados pelo empreendimento.

Em relação aos resíduos sólidos e líquidos especificamente, é válido destacar a sistematização como um conjunto de iniciativas ao gerenciamento adequado desses resíduos, com a elaboração de procedimentos para cada uma das etapas, onde esta

sistematização é planejada a partir da elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais (PGRSI), para os efluentes, a Resolução do CONAMA 430:2011, como subsídio para o desenvolvimento tecnológico que objetive a produção sustentável deste empreendimento.

O sucesso da implementação dessas sugestões ou medidas, depende de alguns fatores, dentre eles: o entendimento e o comprometimento, por parte da direção e por parte do grupo operacional da empresa. Por exemplo, após o compromisso da direção, um treinamento inicial de sensibilização de todos os colaboradores quanto à importância e aos benefícios do uso racional de recursos (matérias-primas, água, produtos químicos e energia), da redução de desperdícios e da minimização de resíduos, para a empresa e para eles, reforça este entendimento e comprometimento e pode contribuir, substancialmente, para o sucesso de ações de sustentáveis.

Depois, aspectos como tipo de unidade industrial ou de processo produtivo, estágio de organização e de gerenciamento, disponibilidade de pessoal, estágio de conhecimento técnico, entre outros, afetam também nos resultados obtidos. Assim, a seleção e a implantação dessas medidas e sugestões devem ser avaliadas caso a caso, visando aumentar as possibilidades de sucesso.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o 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. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 19 jun. 2001.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 mar. 2005.

BRASIL. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 16 mai. 2011.

CAMARGO, J. A.; HENKES, J. A.; ROSSATO, I. F. Avaliação do consumo de ua em abatedouro de aves visando a redução e ou reutilização de água. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 1-19, 2016.

CARVALHO, T. B.; ZEN, S. A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista Ipecege**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 85-99, jan./mar. 2017.

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia Técnico Ambiental de Abate (Bovino e Suíno) - Série P+L**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=4260>>. Acesso em: fev. 2019.

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**, Rio Verde, Ano 1, n. 1, p. 28-40, jan. 2015.

CRUZ, G. V.; FERNANDES, L. F.; MARTINS, M. C. Gestão sustentável dos Resíduos Sólidos Urbanos em São Tomé e Príncipe: Contributos da Educação Ambiental. **ambientalmente sustentável**, Mato Grosso, v.1, n.23-24, p. 47-62, jan-dez. 2017.

ENVIROWISE, United Kingdom. *Environmental Good Practice Guide: Reducing Water and Effluent Costs in Red Meat Abattoirs – GG234*. 2000. Disponível em: <<https://p2infohouse.org/ref/23/22904.pdf>>

GALLEGO-ÁLVAREZ, I.; VICENTE-VILLARDÓN, J. L. Analysis of environmental indicators in international companies by applying the logistic biplot. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 23, p. 250-261, 2012.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL. A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de Falhas**: aplicação dos métodos de FMEA e FTA. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 174 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População do município de Paragominas**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/paragominas/panorama>>. Acesso em: ago. 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da Produção Pecuária**. 2016. Disponível em:

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 71, n. 25, p.135-158, abr. 2011.

KANIA, A.; ROSZAK, M.; SPILKA, M. Evaluation of FMEA methods used in the environmental management. *Archives of Materials Science and Engineering*, Gliwice, v. 65, p. 37-44, 2014.

MACORREIA, M. E. Contribuição da educação ambiental no âmbito de desenvolvimento de gestão residual no Instituto Agrário Chókwè, Moçambique. **Revbea**, São Paulo, v. 13, n. 3, p-245-262, ago-out. 2018.

MARINHO, M. M. O.; AGRA FILHO, S. S.; ORRICO, S. R. M.; SANTOS, F. C. Avaliação de impacto ambiental como instrumento de estímulo à produção limpa: desafios e oportunidades no estado da Bahia, **Revista Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 129-141, set./dez. 2012.

MATIAS-PEREIRA. J. **Manual de metodologia de pesquisa científica**. São Paulo: Atlas, 4. ed., 2016.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica**: manual para a realização de pesquisas em Administração. Goiás: Catalão, 2011.

OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; SOBRINHO, T. A.; PANACHUKI, E. Integração de Informações Qualiquantitativa como Ferramenta de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 13, n. 1, p. 18-27, jan./jun. 2011.

OLIVO, A. DE M.; ISHIKI, H. M.; LUVIZOTTO, C. K. Análise de um modelo industrial de reúso da água no setor frigorífico: Reflexão acerca da sustentabilidade. **Colloquium Humanarum**, Presidente Prudente, v. 9, p. 440-447, 2012.

QUEIROZ, N. T.; VIEIRA, E. T. V. Gestão de resíduos sólidos na zona urbana do Município de Varzelândia, Minas Gerais, Brasil: um olhar pela via da gestão municipal e impressões da população. **Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.**, João Pessoa, v. 5, n. 9, p. 141-156, abr. 2018.

RABELO, M. H. S.; SILVA, E. K.; PERES, A. P. Análise de Modos e Efeitos de Falha na avaliação dos impactos ambientais provenientes do abate animal. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v.19, n.1, p. 79-86, jan/mar. 2014.

ROOS, C.; DIESEL, L.; MORAES, J. A. R.; ROSA, L. C. Aplicação da Ferramenta FMEA: estudo de caso em uma empresa do setor de transporte de passageiros. **Revista Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v. 11, n. 1 e 2, p. 29-32, jan./jun. 2007.

SAIDELLES, A. P. F.; SENNA, A. J. T.; KIRCHNER, R.; BITENCOURT, G. Gestão de resíduos sólidos na indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 5, n. 5, p. 904-916, 2012.

SANTOS, C. A. S.; TORRES, C. J. F.; SILVA, N. L.; SILVA, J. O.; ROCHA, F. A. Sistema de Tratamento de Efluentes de Matadouro Bovino Utilizando Lagoas de Estabilização. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1294-1302, 2011.

SANTOS, J. J. N.; SOUSA, I. C. S.; BEZERRA, D. C.; COIMBRA, V. C. S.; CHAVES, N. P. Desafios de adequação à questão ambiental em frigoríficos na cidade de São Luís, Maranhão: diagnóstico de situação. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 4, p. 315-321, 2014.

SANTOS, M. G.; MENDONÇA, P. S. M.; MARIANI, M. A. P. Sustentabilidade Ambiental: o caso dos frigoríficos exportadores de carne bovina de Mato Grosso do Sul. **Revista Científica da AJES**, Juína, v. 1, n. 1, p. 23-34, mai./ago. 2010.

SILVA, D. S.; BARRETO, P. **O aumento da produtividade e lucratividade pecuária bovina na Amazônia: o caso do Projeto Pecuária Verde em Paragominas**. Belém: Imazon, 2014.

SIMIÃO, J. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da Produção mais Limpa**. 2011. 170 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

SOUZA, A. C. **Consumo de água e de energia: uma análise sob a ótica do licenciamento ambiental na indústria de abate de animais do estado da Bahia**. 2015. 102 f. Feira de Santana, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

SOUZA, A. C.; ORRICO, S. R. M.; AGRA FILHO, S. S. O papel do licenciamento na minimização do consumo de energia na indústria de abate de animais. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, Salvador, v. 5, n. 1, p. 13-25. 2017.

TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 36, p. 26-38, 2014.

URSO, F. S. P. A cadeia da carne bovina no Brasil: uma análise de poder de mercado e teoria da informação. 2007. 123 f. Tese (doutorado em Economia de Empresas) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2007.

ZAMBRANO, T.F; MARTINS, M. F. Utilização do Método FMEA para avaliação do risco ambiental. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 295-309. 2007.