

CAPÍTULO 21

METODOLOGIA LAIA DE GESTÃO APLICADA A UM SISTEMA AGROINDUSTRIAL INTEGRADO DE LATICÍNIO E SUÍNOS

Robson Matos Liger Filho
Celso Carlino Maria Fornari Jr
Juliano Zaffalon Gerber

RESUMO

O setor produtivo de alimentos, baseado na responsabilidade que lhe é atribuída, possui sua importância voltada para o suprimento e sustento alimentar da população em geral. Frente a esse desafio, a produtividade desses bens tem como meta alcançar o maior desempenho possível nos setores pertinentes. Entretanto, paralelamente a geração de produtos e benefícios se inserem a geração de resíduos e subprodutos não desejados além de demanda de energia e materiais. Nesse ponto, a consequente produção consorciada, se não for bem gerida, se apresenta como causadoras negativas de significativos impactos ambientais. Sendo assim, apesar das Agroindústrias destacarem-se como um dos principais setores econômicos do Brasil e contribuir direta e indiretamente para a geração de empregos, renda, diversificação e desenvolvimento regional, por outro lado, sua atuação desperta preocupação associada a geração de resíduos, impactos ambientais, e aos desperdícios inerentes a essas atividades. Neste contexto, faz-se relevante um cuidado aprimorado com a gestão produtiva, de forma a monitorar e aperfeiçoar o processamento de produtos, associado a mitigação de insumos e resíduos oriundos do próprio processamento. Dessa forma, este trabalho aborda a gestão ambiental relacionada ao processo produtivo de uma Agroindústria, mais especificamente do processo de fabricação de queijo nas fábricas de laticínios, integrando-o a um sistema consorciado de suinocultura, utilizando a metodologia de Levantamento dos Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA). O objetivo, portanto, perpassa na análise dos aspectos e dos impactos ambientais decorrentes das principais etapas produtivas de um sistema agroindustrial integrado, via revisão bibliográfica, pesquisas de campo, visitas técnicas, entrevistas, balanço de massa, aplicação de metodologia de levantamento dos aspectos e impactos ambientais, além de uma estimativa de impacto econômico proveniente da integração. Como resultados, seja na forma quantitativa quanto qualitativa, são identificados processos causadores de prejuízo ambiental e são apresentadas sugestões de mudanças em prol da mitigação de impactos ambientais que poderão ser analisadas e implantadas por administradores de fazendas que tenham interesses alinhados com o tema aqui apresentado.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Integrados. Gestão Ambiental. Impactos Ambientais. Suinocultura. Laticínios.

1. INTRODUÇÃO

A intensificação da produção no agronegócio implica no aumento gradual do consumo de insumos e consequentemente na geração de resíduos provenientes das atividades ligadas ao setor. A geração de resíduos agroindustriais correlaciona-se aos desperdícios de insumos, as perdas entre a produção e o consumo, além dos materiais que não possuem valor financeiro e que decorrem de processos inseridos ao longo das cadeias produtivas envolvidas. Diante disso, a preocupação com o consumo de recursos naturais e a geração de passivos ambientais tem se tornado cada vez mais constante, fazendo com que empresas, sejam elas grandes, médias ou pequenas, busquem adequação ao novo cenário agro ecológico (MONTROYA, 2021) (MAIA, 2020) (GOMES, 2019).

Esta adequação pode estar atrelada também as obrigações atuais, sejam de cunho legal de forma a atender as leis ambientais, ou de desempenho ambiental afim de criar fator de diferenciação no mercado, que impulsiona as empresas a demonstrarem compromissos com o meio ambiente. Em suma, o cenário descrito expõe a necessidade de as empresas voltarem-se à Gestão Ambiental dos seus negócios produtivos, buscando o respeito e o equilíbrio ao meio ambiente de forma competitiva.

Este trabalho apresenta a aplicação da metodologia intitulada Levantamento dos Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA), para a gestão avaliativa dos resíduos e recursos utilizados na produção agroindustrial integrada de laticínios e suínos. A aplicação de metodologia específica na produção consorciada visa gerenciar de forma positiva tanto a produtividade quanto a geração de resíduos, mostrando alternativas mitigáveis de aumentos da produtividade.

A metodologia proposta pela ferramenta LAIA proporciona uma avaliação qualitativa dos agentes que interferem no processo de Gestão Ambiental de um sistema produtivo, classificando-os segundo grau de importância e significância. A metodologia proporciona a constatação dos níveis de controles operacionais e do risco residual relacionado aos aspectos e impactos ambientais analisados (SANTOS, 2022; DELGADO, 2021).

2. A AGROINDÚSTRIA DE LATICÍNIOS, DE SUÍNOS, SUA INTEGRAÇÃO E PRINCIPAIS DESAFIOS

Um Sistema Agroindustrial pode ser considerado como todo o conjunto de atividades relacionado a obtenção do produto final e que leva em consideração desde os estágios iniciais da produção de insumos (sementes, adubos, máquinas agrícolas) até a chegada do produtos finais ao consumidor (CARVALHO, 2019; SAUERESSIG, 2019).

Especificamente sobre os resíduos na Fabricação de Queijo, sabe-se que este é um problema deste que é um setor produtivo importante na fatia da indústria alimentícia no mundo, destacando-se pela forma significativa do tanto que poluem as águas receptoras, sendo necessário e obrigatório o tratamento prévio de seus despejos líquidos antes do lançamento ao meio ambiente. Como na maioria dos processos produtivos industriais, a fabricação do queijo é responsável pela geração de diversas fontes de impactos ambientais inerentes as etapas de transformação. As principais fontes de impactos ambientais identificadas neste de tipo de indústria são os efluentes líquidos industriais, os resíduos sólidos e as emissões atmosféricas. (SOUZA, 2021; CIDÓN, 2021; SANTOS, 2021; MOREIRA, 2020).

Alguns efluentes líquidos gerados pelo sistema produtivo na indústria de laticínios e em específico de queijos devem ser separados dos demais, objetivando evitar contaminação maior, entre eles estão: soro do leite, água residual de lavagem de caminhões e veículos; derramamento de combustíveis, águas de sistemas de refrigeração contaminadas com amônia e outros produtos químicos (MARTINS, 2019).

Os resíduos de laticínio são ricos em matéria orgânica e exigem um esforço microbiológico para sua degradação ou transformação. Para isso pode ser feita a avaliação da carga orgânica presente nos efluentes líquidos através do parâmetro da Demanda Química de Oxigênio (DBO). Por sua vez, o DBO consiste em um indicador de concentração de matéria orgânica biodegradável nos efluentes e que varia de maneira considerável segundo as diferentes atividades de processamento do leite. A carga específica de DBO (kg de DBO/m³ leite processado) para fábricas de queijo é aproximadamente 18, podendo ser de 10 a 100 vezes mais poluidor que o esgoto doméstico (VIANA, 2021; SANTOS, 2020; MENDONÇA, 2015).

A tabela 1 organiza as principais fontes de impactos ambientais nas indústrias de laticínio e classifica por grupos quanto ao estado físico.

Tabela 1: Principais fontes de impactos ambientais nas indústrias de laticínio.

| Fontes | Origens | |
|-----------------------|---------------------------------------|---|
| Efluentes Líquidos | Higiene | Lavagem e limpeza de tanques, caminhões, tubulações, pasteurizador e padronizadora, pisos e equipamentos |
| | Produtos Químicos | Detergentes neutros, soluções ácidas, e desinfetantes. Resíduos de sistemas mecânicos (óleos e graxas) |
| | Perdas e vazamento | Perdas processuais e resíduos (soro de leite, produto fora de especificação) |
| | Efluentes | Resíduos líquidos |
| Resíduos Sólidos | Escritórios, sanitários e refeitórios | Papel, plástico, embalagens diversas, copos descartáveis, latas, cartuchos de tinta, etc. |
| | Setor de produção | Embalagens, cinza de caldeira, sucatas de metal, vidros e lâmpadas, material descartável de análise, Equipamentos de Proteção Individual uniformes, material eletro eletrônico. |
| Emissões Atmosféricas | Combustíveis | Resíduo de caldeira. |
| | Ruídos | Motores, mangueiras pressurizadas, equipamentos |

Fonte:(CIDÓN, 2021; VIANA, 2021; SANTOS, 2020; MARTINS, 2019; MENDONÇA, 2015).

Quanto ao manejo de suínos, na prática, a geração de resíduos e subprodutos altera significativamente em qualidade quando comparada com a prática de produtos lácteos. O desenvolvimento da suinocultura intensiva pode acarretar diversos impactos ambientais, principalmente a partir da falta de práticas de manejo adequadas com relação aos resíduos sólidos e líquidos inerentes a atividade. Estes efluentes possuem alta carga orgânica e, quando lançados sem tratamento em corpos d'água, podem acarretar na poluição dos recursos hídricos em torno da granja, além de contribuírem com a poluição do ar decorrente da decomposição da

matéria orgânica dos dejetos e que é liberada a partir do gás metano CH₄ e óxido nitroso (FURLAN, 2021; PASQUALINI, 2020; ROCHA, 2019; MACHADO, 2019; SILVA, 2019).

No sistema de criação e produção consorciada de laticínios e suínos, é importante a observância severa com relação aos dejetos e resíduos oriundos dessa prática. Aplicar tecnologias e cuidados específicos pode trazer ganhos significativos para o produtor assim como ao meio ambiente. Soluções práticas já são do conhecimento comum e algumas alternativas como as esterqueiras, compostagem de dejetos, a cama sobreposta, a separação de fases dos dejetos a partir da decantação e do uso de peneiras, além da tecnologia de biodigestão são alternativas viáveis (GONÇALVES, 2022; SOUZA, 2020; FERNANDES, 2020; GALVÃO, 2019).

A tabela 2 apresenta algumas das técnicas específicas para o tratamento ou transformação dos resíduos da prática da suinocultura.

Tabela 2: Soluções para os dejetos em uma granja de suinocultura.

| Soluções | Resultados | Vantagens |
|----------------------------|-------------------------------------|---|
| Compostagem | Transformação dos dejetos em húmus | Material fertilizado |
| Sistema de cama sobreposta | Pré-compostagem no local da criação | Baixo custo operacional de manejo, Material fertilizado |
| Separação de fases | Resíduos secos e resíduos úmidos | Aplicações específicas na agricultura |
| Biodigestão | Produção de gás metano | Geração de combustível energético |

Fonte: (GONÇALVES, 2022; SOUZA, 2020; FERNANDES, 2020; GALVÃO, 2019).

Os desafios da produção consorciada de laticínio e suínos estão presentes tanto na parte produtiva quanto no manejo dos resíduos gerados. Isso abrange um olhar voltado a valorização dos resíduos em contrapartida ao simples descarte, a produção de recursos e renda em troca da produção de rejeitos e poluição. Neste contexto, é fundamental que a tecnologia e a organização agroindustrial estejam em alinhamento com a prática produtiva, formando uma linha aplicada de transformação ecologicamente adequada em cadeia (WISSMANN 2012). Os desafios são constantes e necessitam de um ajuste dependente, isso é, precisam de encaixes sucessivos na linha produtiva do consórcio. Para esse desafio, o primeiro passo é a observância e a visão da situação em processo. Isso basicamente significa que o gestor necessita de um controle qualitativo e principalmente quantitativo, de maneira, a saber, em tempo real qual é a geração do processo ou manejo. Com esse conhecimento, o gestor possui as condições necessárias para a futura tomada de decisão para ajustar os parâmetros do processo, de forma a não sobrecarregar nenhum sistema de manejo ou transformação de resíduos (DBO, compostagem, umidificação, transporte, depósito, aeração).

3. DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS VIA LAIA

Em prol da melhor performance de um planejamento para implementação de uma ação de manejo integrado a gestão ambiental, é possível fazer uso do apoio de uma planilha de Levantamento dos Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA). Este instrumento visa um diagnóstico da situação ambiental da unidade avaliada a fim de auxiliar o processo de tomada de decisões, fornecendo planos de ações de gerenciamento voltados a mitigação de impactos ambientais (REYNALDO, 2021). Cabe ressaltar que o maior desafio na fase inicial da implantação de um Sistema de Gestão Ambiental é o processo de planejamento, identificação e classificação dos impactos ambientais. Neste momento o estabelecimento de uma metodologia adequada permite o mapeamento e quantificação do levantamento dos aspectos e impactos ambientais de cada setor produtivo. Apesar da ISO 14001 não determinar como esta organização possa ser feita, a metodologia LAIA é especialmente eficaz na determinação dos aspectos importantes da empresa que busca a certificação 14001 (SILVA, 2017)

A tabela 3 apresenta os critérios de avaliação da metodologia LAIA, a qual permite mapear e quantificar as ações que se desenvolvem no sistema produtivo de manejo de laticínios e suínos e que são impactantes para o meio ambiente. Ela permite avaliar as ações que se sobressaem e ao mesmo tempo classifica a severidade total da situação. Em um primeiro momento, a classificação se define em dois aspectos: Incidência e Sistema Operacional. Com isso o gestor pode situar e avaliar a situação com relação a ocorrência DIRETA, quando as ações são executadas sob responsabilidade e controle do sistema empresarial ou INDIRETA, quando ocorre sob ação de terceiros, mesmo no ambiente empresarial. Para o Sistema Operacional a forma de organização dos resultados se classifica em PLANEJADAS, para aquelas que estão previstas e as ESPONTÂNEAS para as atividades emergenciais.

Tabela 3: Compilação dos critérios do Método LAIA, classificação qualitativa.

| Crítérios | Classificação (qualitativa) |
|-----------------------------------|--|
| Ações Aspecto Ambiental | Direto (D) – atividade executada sob o controle da empresa |
| | Indireto (I) – atividade de terceiros: fornecedores e clientes |
| Operações | Planejada (P) - situações planejadas ou previstas em projeto |
| | Espontânea (E) - situações emergenciais não planejadas |

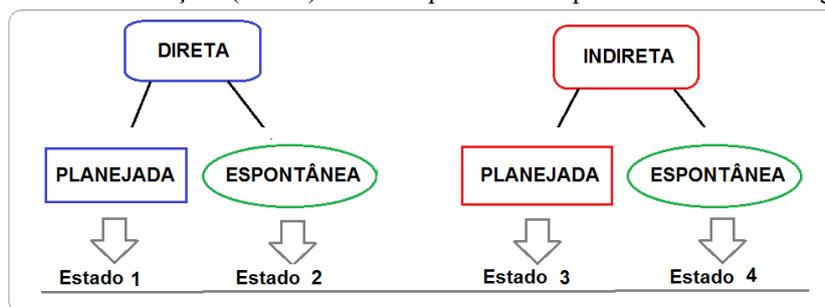
Fonte: Adaptado de Reynaldo (2021) e Silva (2017).

Para as operações, as quais ocorrem durante o manejo das atividades, os cuidados e avaliações são registrados em dois campos distintos, isso é, quando as ações são planejadas ou quando são espontâneas. Isso fornece ao gestor, a visão clara de separação por grupo e a necessidade de atuação imediata para os casos de ações planejadas, uma vez que a rotina de manejo se processa automaticamente e de forma periódica. Entretanto, para as ações

espontâneas, as indicações de irregularidades devem ser registradas e avaliadas quanto a frequência de ocorrência. As Incidências de ações diretas devem ser abordadas pelo gestor, de maneira a serem avaliadas e redirecionadas para as devidas soluções de manejo. Quanto as ações indiretas, elas devem ser registradas para as futuras tomadas de decisões e informações aos terceirizados responsáveis. Isso permite de maneira relativamente simplificada a separação e ordenação das atividades que se desenrolam no processo produtivo. Dessa maneira, o gestor tem a possibilidade de se situar na posição de fiscalizador e observador das próximas ações.

Após a definição da situação pelos critérios definidos em Direta ou Indireta e Planejada ou Espontânea, o gestor situará os eventos em quatro momentos distintos. A figura 1 apresenta as quatro situações possíveis para classificação dos eventos que podem ocorrer no setor produtivo.

Figura 1: Possíveis situações (estado) definidas pelo critério qualitativo da metodologia LAIA.



Fonte: Adaptado de REYNALDO (2021) e Silva (2017).

A classificação das atividades e ocorrências práticas do manejo é organizada em cinco subgrupos distintos os quais permitem e facilitam uma adequação dos eventos conforme a situação de ocorrência. Elas estão compiladas segundo a metodologia LAIA e agrupadas na tabela 4. Para cada setor ou subgrupo pode ser atribuídos fatores quantitativos que variam de 0 a 3. Aplicando esse método, duas fórmulas podem ser utilizadas, quando as situações forem Planejadas ou Espontâneas. Para as situações planejadas aplica-se a fórmula A e para as situações espontâneas aplica-se a fórmula B. Em outras palavras, para os estados de ocorrência 1 e 3, ilustrados na figura 1 utiliza-se a fórmula A e para os estados 2 e 4 a fórmula B.

Situação Operacional Planejada: $I = F \times S \times A + C$ (FÓRMULA A)

Situação Operacional Espontânea: $I = P \times S \times A + C$ (FÓRMULA B)

Onde:

I=Importância; F=Frequência; P=Probabilidade; S=Severidade; A=Abrangência e C=Classe;

As avaliações podem variar de 1 a 28, sendo que quanto maior o valor mais severa é a situação.

A avaliação dos eventos pelos critérios pré-estabelecidos são detalhados no Quadro 1, onde cada subgrupo possui a devida classificação com o respectivo critério detalhado. Essa metodologia permite ao gestor mapear e situar cada ocorrência do respectivo evento, de maneira a fundar com propósito uma mais ampla visão da situação e ocorrências que se desenvolvem no setor produtivo. Assim, fica mais clara a situação e a futura possível tomada de decisão para proteção do meio ambiente e do próprio sistema de manejo e produção.

Quadro 1: Compilação dos critérios do Método LAIA, classificação quantitativa.

| Condições | Classificação (quantitativa) | | | | | |
|-------------------|------------------------------|---|---|---|---|-----------|
| | Critérios | | | | | Pontuação |
| Frequência (F) | Baixa (B) | Ocorre no máximo uma vez por mês | | | | 1 |
| | Media (M) | Ocorre menos de uma vez por semana e mais de uma vez por mês. | | | | 2 |
| | Alta (A) | Ocorre mais de uma vez por semana, contínua ou diariamente. | | | | 3 |
| Probabilidade (P) | Baixa (B) | Histórico de ocorrência muito baixo ou não há registro de ocorrência. | | | | 1 |
| | Media (M) | Impacto com recorrência passada nos últimos 3 anos. | | | | 2 |
| | Alta (A) | Regular. Frequência constante. | | | | 3 |
| Severidade (S) | | Esgotamento dos Recursos Naturais | Contaminação do Solo, Água ou Ar | Danos a vizinhança | Danos a Flora/Fauna | |
| | Baixa (B) | Recurso Renovável ou Não Renovável, que não há possibilidade de esgotamento. | Contaminação por substâncias inertes ao solo, água ou ar. | - | Diminuição de espécies não exóticas, não protegidas por lei e abundante. | 1 |
| | Média (M) | Recurso Renovável e Não Renovável há perspectiva de esgotamento no médio prazo. | Contaminação por material orgânico não perigoso. | Danos materiais; Incômodo; Perturbação. | Diminuição de espécies exóticas, não protegidas por lei e pouco abundantes. | 2 |
| | Alta (A) | Recurso Renovável e Não Renovável há perspectiva de esgotamento no curto prazo. | Contaminação por substâncias inflamáveis, combustíveis, tóxicas ou patogênicas. | Morte de pessoas; Ferimentos graves em pessoas. | Diminuição de espécies protegidas por lei ou raras. | 3 |
| Abrangência(A) | Baixa (B) | Apenas no local de ocorrência do aspecto ambiental. | | | | 1 |
| | Media (M) | Não se limita ao local de ocorrência do aspecto. | | | | 2 |
| | Alta (A) | Aspecto ambiental vai além dos limites da empresa. | | | | 3 |
| Classe (C) | Baixo (B) | Quando o Aspecto Ambiental melhora a qualidade ambiental. | | | | 0 |
| | Alto (A) | Quando o Aspecto Ambiental piora a qualidade ambiental. | | | | 1 |

Fonte: Adaptado de Reynaldo (2021) e Silva (2017).

Quanto a **Importância dos Aspectos Ambientais** tem-se três pontos que classificam as situações a serem analisadas:

1. Aspectos Ambientais Não Significativos: são todos aqueles que apresentarem importância menor ou igual a dois. Para tais aspectos não é necessária a implantação e manutenção de controles operacionais.

2. Aspectos Ambientais Significativos: são todos aqueles que apresentarem importância entre três a oito. Para estes aspectos, torna-se necessário a implantação e ou manutenção de controles operacionais.

3. Aspectos Ambientais Críticos: Para os aspectos ambientais cuja importância seja igual ou maior que nove, deve-se estabelecer Objetivos e ou Metas Ambientais.

A tabela 4 apresenta a classificação dos aspectos ambientais quanto a sua importância. Para alcançar os valores de importância são utilizadas as fórmulas A para as situações planejadas e a fórmula B para as espontâneas.

Tabela 4: Classificação dos aspectos ambientais quanto a sua importância.

| Importância | Valor | Ação |
|-------------------|------------|---|
| Não significativo | 0 a 2 | Não necessita de controle |
| Significativo | 3 a 8 | Necessário implantação e manutenção de controle |
| Crítico | 9 ou maior | Estabelecer objetivos e/ou metas ambientais |

Fonte: Adaptado de Reynaldo (2021) e Silva (2017).

4. METODOLOGIA LAIA NA PRÁTICA

A metodologia LAIA foi utilizada e aplicada no sistema de manejo e setor de produção de laticínios resultando em uma explícita condição atual dos eventos que ocorrem no setor. Os resultados são discutidos em maiores detalhes conforme a situação atual dos setores produtivos.

4.1 Fabricação de Queijo

O processo de produção do queijo muçarela em análise neste estudo levou em consideração o processamento de uma batelada de 10.000L de leite. Esse volume médio corresponde a produção diária no laticínio. Considerando o rendimento médio do leite de 10% em relação ao peso de queijo produzido, obtém-se como saída do processo 1.000kg de produto acabado. Além disso, tem-se como *outputs* do sistema o soro de leite, na quantidade de 9.000L e outros efluentes líquidos, decorrentes das atividades de manejo. Somando-se a essa atividade diária há os efluentes sólidos e gasosos. O soro de leite gerado no processo, ao invés de ser considerado resíduo, é reaproveitado destinando-o à alimentação de suínos no mesmo sistema de manejo a partir de sistemas de escoamento, armazenamento e distribuição planejado.

Segundo a literatura o consumo de água por litro de leite produzido é de 3,15 a 3,5 (FONSECA, 2017; SARAIVA, 2009).

Os efluentes gerados nas indústrias de laticínios são, em sua maioria, gerados nas operações de limpeza, descarga, descarte, vazamentos e derramamentos. A grande maioria desses efluentes, entre 50 a 95% se originam nas operações de lavagem e limpeza, que incluem

o enxague e desinfecção de caminhão, tanques diversos, tubulações para remoção de resíduos de leite e lavagem de pisos (MOREIRA, 2022; OLDONI, 2022). Portanto, o consumo de água para operação analisada foi estimado de acordo com a taxa média de 3,2 litros/água / litro leite o que multiplicado pela produção diária de 10.000L equivale a um total diário de 32.000 litros de água. Aplicando a porcentagem média dos valores teóricos, obtém-se um valor intermediário médio, $(0,5+0,95 \times) / 2 = 0,725$ ou 72,5%. Então obtém-se a média de 23.200 L de água consumidos por dia na etapa de higienização.

Com relação a obtenção do creme de leite na etapa de padronização, foram detectados os melhores valores lipídicos para a qualidade do queijo muçarela os quais estão na faixa entre 2,5 e 3,0%. Dessa forma, utilizou-se como referência o teor médio de gordura do leite que é recebido na plataforma do laticínio (4,2%), reduzindo-o a 2,5%, padrão de gordura utilizado na fábrica para produção de muçarela, e tendo como resultado quantitativo do creme a aplicação da diferença percentual de 1,7% sobre o total de leite processado na batelada de 10.000L, obtendo aproximadamente 170L de creme. O subproduto obtido é então armazenado em câmara fria sob temperatura de 4°C para seu posterior processamento e obtenção da manteiga como produto final.

Foram considerados os mesmos valores de DQO apresentados para os efluentes líquidos das saídas do processo produtivo da fabricação do queijo. Entretanto, para a água residual de limpeza foram utilizados os valores propostos de 2 Kg/m³(SILVA, 2018). Isso equivale a 23,2 m³ x 2 Kg O₂/m³ = 46,4 Kg de oxigênio.

A dissipação de calor no processo de refrigeração na estocagem não foi quantificada.

4.1.1 Avaliação dos aspectos e impactos ambientais na fabricação do queijo

As avaliações das ações planejadas para a fabricação de queijo estão descritas resumidamente no quadro 2. Para as situações operacionais planejadas, foi aplicada a fórmula: $I = F \times S \times A + C$, cujas pontuações individuais variam entre 0 e 3 e os critérios Baixo (B), Médio (M) e Alto(A).

Quadro 2: Avaliação dos aspectos e impactos ambientais planejados no setor de laticínio.

| Saída do Processo | Avaliação dos aspectos ambientais | | | | Avaliação dos impactos ambientais | | | | Situação Planejada |
|--|-----------------------------------|---|---|---|-----------------------------------|---|---|---|--------------------|
| | F | C | S | A | R | L | E | B | |
| | R | A | V | R | E | S | N | G | |
| | E | S | R | N | I | D | Ê | N | |
| | U | S | R | N | D | A | N | C | |
| | E | E | I | G | D | A | N | C | |
| | N | | D | Ê | A | D | C | I | |
| | C | | A | N | E | | | A | |
| | I | | D | C | | | | | |
| | A | | E | I | | | | | |
| Consumo de energia elétrica | A | 3 | A | 1 | M | 2 | B | 1 | 7 |
| Consumo de água no processo | A | 3 | A | 1 | M | 2 | B | 1 | 7 |
| Geração de Soro de leite | A | 3 | A | 1 | B | 1 | B | 1 | 4 |
| Consumo e estoque da lenha da caldeira | A | 3 | B | 0 | B | 1 | B | 1 | 3 |
| Geração de resíduos de embalagens de matéria prima | A | 3 | A | 1 | A | 3 | B | 1 | 10 |
| Geração de embalagem com resíduos orgânicos | A | 3 | A | 1 | B | 1 | B | 1 | 4 |
| Geração de sujeira no chão de fábrica | A | 3 | B | 0 | M | 2 | B | 1 | 6 |
| Geração da água usada em pisos e equipamentos | A | 3 | A | 1 | M | 2 | B | 1 | 4 |
| Geração de resíduos de Salmoura | A | 1 | A | 1 | A | 3 | B | 1 | 4 |
| Geração de Fumaça da caldeira | A | 3 | A | 1 | A | 3 | M | 2 | 19 |
| Geração de Cinzas da caldeira | A | 3 | B | 0 | B | 1 | B | 1 | 3 |
| Explosão da caldeira | B | 1 | A | 1 | M | 2 | B | 1 | 3 |

Fonte: Autoria própria (2023).

Através da metodologia organizacional LAIA, foi organizada o quadro 2 para o estudo de caso do setor produtivo de produção de queijos. Os aspectos ou as saídas de processo mais relevantes foram registradas e sequentemente avaliadas segundo a proposta da metodologia. Para as saídas ou situações planejadas a metodologia revelou que a geração de fumaça da caldeira seguida pela geração de resíduo de embalagem são os mais impactantes e segundo a classificação de importância dos aspectos ambientais, as situações se classificam como críticas. Nessa situação é necessário que o sistema produtivo estabeleça um plano de ação imediato bom objetivo e metas ambientais. Para as demais situações do processo todas se classificaram como significativas, necessitando uma implantação e controle das saídas.

As avaliações das ações não planejadas estão descritas resumidamente no quadro 3. Foi aplicada a fórmula B para as situações espontâneas, **Situação Operacional Espontânea:** $I = P \times S \times A + C$, cujas pontuações individuais variam entre 0 e 3 e os critérios Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).

Quadro 3: Avaliação dos aspectos e impactos ambientais não planejados no setor de laticínio.

| | Avaliação dos aspectos ambientais | | | | Avaliação dos impactos ambientais | | | | Situação Não Planejada |
|----------------------------|---|----------------------------|--|---|--|---|--|---|------------------------|
| | P R O B A B I L I D A D E | C L A S S E | S E V E R I D A D E | A B R A N G Ê N C I A | S E V E R I D A D E | A B R A N G Ê N C I A | S E V E R I D A D E | A B R A N G Ê N C I A | |
| Saída do Processo | | | | | | | | | |
| Explosão da caldeira | B | 1 | A | 1 | B | 1 | B | 1 | 1 |
| Rompimento tanque de leite | M | 2 | A | 1 | M | 2 | B | 1 | 5 |
| Rompimento tanque do soro | B | 1 | A | 1 | M | 2 | B | 1 | 3 |

Fonte: Autoria própria (2023).

A tabela 8 apresenta a avaliação das ações espontâneas pela metodologia LAIA. Os aspectos ou as saídas de processo de rompimento do tanque do leite e rompimento do tanque do soro se classificaram como significativos, indicando a necessidade de implantação e manutenção de controle do processo. Para o aspecto explosão da caldeira a classificação foi não significativa.

4.2 Suinocultura

A suinocultura desenvolvida na propriedade foi implementada com o objetivo de designar e reaproveitar de maneira ambientalmente correta e financeiramente rentável o principal resíduo proveniente da fábrica de laticínios, o soro de leite. Em complemento, pode-se aproveitar os dejetos decorrente da sua própria atividade para fornecer adubo orgânico de qualidade para a pastagem da fazenda, além de contribuir com a oferta de proteína suína no mercado regional.

O sistema de engorda adotado na propriedade é do tipo intensivo e opera com a sua máxima capacidade produtiva de 700 animais em confinamento. Os leitões são comprados de terceiros com 115 dias de idade, em fase inicial da terminação, pesando cerca de 60 kg em média, são engordados até atingirem cerca de 120 kg no período médio de 70 dias. No fim deste ciclo os animais são vendidos vivos no mercado regional.

A produtividade da granja de suínos gira em torno de 24 toneladas mês, esse montante corresponde à média de venda de 200 animais em fase final. A alimentação principal dos suínos na granja é a ração balanceada a base de milho, soja, farinha de carne, núcleos vitamínicos suplementares e soro do leite que é fornecido de forma canalizada diretamente do laticínio. A

ração é processada na propriedade, mini fábrica com capacidade de produzir 500 kg de ração por batelada, em média são 6 bateladas/dia.

Especificamente sobre o consumo de soro de leite, ao considerar o volume utilizado para o preenchimento dos cochos, que é realizado cinco vezes ao dia, em 2 cochos de 200L de soro cada, mais 2 cochos de 100L cada, têm-se a estimativa de consumo de 11.000L de soro de leite/dia para a complementação alimentar dos 700 suínos.

Com base nos critérios da Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA, 2014), o volume médio diário de consumo de água (litros/animal/dia) na produção de suínos com unidades de terminação (23-120kg) é de 8,3 L., sendo assim, estima-se um consumo de água para ingestão dos suínos na propriedade em análise próximo aos 5.810L. Quanto ao volume de água consumida no processo de limpeza das baias de confinamento, ao considerar a vazão da mangueira, cerca de 50 L a cada 53 segundos, o tempo de operação com a limpeza, de aproximadamente 5 minutos para higienização de cada uma das 7 baias, o volume de água médio diário para limpeza nas baias é de aproximadamente 1.974 L. São necessários ainda aproximadamente 5.669,2L de água/dia para a hidratação e banho do animais, mais a higienização das piscinas de coleta dos resíduos das baias.

Quanto aos dejetos, estes são captados em 5 piscinas, uma para cada baia, conectadas a um tanque de concreto com 40x20x2m de dimensões e capacidade aproximada de armazenagem de 1.400.000 litros de dejetos no estado pastoso. Do tanque, o resíduo é puxado por uma bomba e distribuído pelo pasto a partir de um tubo adutor de PVC com 2 polegadas de espessura, que atravessa horizontalmente a propriedade por 2 km em linha reta, tendo engates disponíveis em cada piquete para encaixe de mangueira com o objetivo de adubar cada área separadamente. Utilizando como base os critérios do *United States Department of Agriculture* (USDA, 1992), a estimativa de produção de dejetos dos 700 animais por dia, é de aproximadamente 140 kg. Já o volume aproximado referente a produção diária de dejetos para suínos de 100kg de peso médio é de 4.517,8 L/dia.

No que tange ao gás metano CH₄ liberado pela decomposição anaeróbica da matéria orgânica presente nos dejetos suínos, estima-se uma média de 8,74g de CH₄ por animal, totalizando 6.118 kg de CH₄/dia(GUINGAND, 2010).

Por fim, na etapa de venda e transporte dos animais consome-se 31,25 L de diesel por dia. Demais materiais, tais como: recipientes de vidro, seringas e agulhas, papelão, plástico e

recipientes de metal, não são utilizados todos os dias pois variam de acordo com a demanda, como por exemplo a saúde dos animais, motivo pelo qual não estão computados nesse estudo.

De acordo com a análise, o soro de leite desperdiçado pelo transbordo dos cochos nas baias possui um índice de DQO ainda maior (de 50 a 70 kg/m³), contudo o volume deste resíduo na etapa do manejo alimentar com soro é considerado baixo, em torno de 18 kg. Contudo a atividade de limpeza das baias de confinamento sugerem um DQO diário de 115 kg.

4.2.1 Avaliação dos aspectos e impactos ambientais na suinocultura

As avaliações das ações planejadas para a suinocultura estão descritas resumidamente no quadro 4. Para as situações operacionais planejadas, foi aplicada a fórmula: $I = F \times C \times S \times A$, cujas pontuações individuais variam entre 0 e 3, aos critérios Baixo (B), Médio (M) e Alto (A).

Quadro 4: Avaliação dos aspectos e impactos ambientais planejados na suinocultura.

| Saída do Processo | Avaliação dos aspectos ambientais | | | | Avaliação dos impactos ambientais | | | | Situação Planejada | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|-----|---|-----------------------------------|---|-----|---|--------------------|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|----|
| | F | R | E | Q | C | L | A | S | | S | R | E | A | N | G | Ê | N | C | I | A | |
| Dejetos gasosos | (A) | 3 | (A) | 1 | (A) | 3 | (A) | 3 | (A) | 3 | (M) | 2 | 27 |
| Dejetos sólidos | (A) | 3 | (A) | 1 | (A) | 3 | (A) | 3 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (A) | 3 | (M) | 2 | (M) | 2 | 18 |
| Dejetos líquidos | (A) | 3 | (A) | 1 | (A) | 3 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | 18 |
| Consumo de água | (A) | 3 | (A) | 1 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | 12 |
| Geração de embalagens de insumos e de ração com resíduos orgânicos | (A) | 3 | (A) | 1 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | 12 |
| Consumo e descarte de medicamentos | (M) | 2 | (M) | 1 | (M) | 2 | (A) | 3 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | 12 |
| Desperdício de ração no transporte, distribuição e consumo | (A) | 3 | (A) | 1 | (B) | 1 | (M) | 2 | (B) | 1 | (M) | 2 | 6 |
| Operação da fabricação de ração | (A) | 3 | (A) | 1 | (M) | 2 | (B) | 1 | (M) | 2 | (B) | 1 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | (M) | 2 | 6 |
| Geração de resíduos proveniente de lavagem das baias e equipamentos | (A) | 3 | (A) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | 3 |
| Sujeira na fábrica de ração (desperdícios) | (A) | 3 | (A) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | 3 |
| Consumo de óleo diesel do trator | (M) | 2 | (A) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | (B) | 1 | 2 |

Fonte: Autoria própria (2023).

Seguindo a metodologia organizacional LAIA, tem-se a tabela 8 referente a suinocultura. Para as saídas ou situações planejadas a metodologia revelou que os dejetos gasosos – provenientes da decomposição da matéria orgânica dos excrementos dos suínos e outros resíduos no tanque de armazenamento e distribuição - possuem o maior grau de importância igual a 27 (grau máximo). Este aspecto resulta como impacto ambiental a

contaminação do ar atmosférico e o odor desagradável que pode incomodar a vizinhança. Além disso, perde-se o potencial gerativo de biogás associado ao metano CH₄. Os segundos aspectos ambientais com maiores números de importância foram os dejetos sólidos e líquidos (I = 18). Os impactos ambientais atrelados a estes itens são a contaminação do solo e das águas caso haja destinação e ou tratamento inadequado. Em seguida, foram classificados os itens “Consumo de água”, “Geração de embalagens de insumos e de ração com resíduos orgânicos” e “Consumo e descarte de medicamentos” com grau de importância = 12. O primeiro possui como impacto ambiental a redução da disponibilidade do recurso natural água, visto que utiliza-se um elevado volume de água por dia; e os outros dois itens estão associados à contaminação do solo devido ao descarte dos mesmos de forma inapropriada ao meio ambiente.

As avaliações das ações não planejadas para a suinocultura seguem a lógica das ações planejadas porém com a fórmula $I = P \times C \times S \times A$, mantendo as mesmas pontuações aos critérios, os detalhes são descritas no quadro 5.

Quadro 5: Avaliação dos aspectos e impactos ambientais não planejados na suinocultura.

| Saída do Processo | Avaliação dos aspectos ambientais | | | | Avaliação dos impactos ambientais | | | | Situação Não Planejada | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|-----|---|-----------------------------------|---|-----|---|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P | R | O | B | C | L | A | S | | S | E | A | B | R | A | N | G | Ê | N | C |
| Rompimento do tanque de armazenamento de dejetos | (B) | 1 | (A) | 1 | (A) | 3 | (A) | 3 | 9 | | | | | | | | | | | |
| Morte de um animal por doença ou acidente de trabalho | (M) | 2 | (A) | 1 | (M) | 2 | (B) | 1 | 4 | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autoria própria (2023).

O “rompimento do tanque de armazenamento de dejetos” e “morte de um animal por doença ou acidente de trabalho” foram classificados como situações não planejadas e possuem grau de importância 9 e 4 respectivamente. Este item com I = 9 tem como consequência o impacto da contaminação do solo e das águas não só dentro dos limites da propriedade como também no leito de um rio que corre nas proximidades e na área de pasto da fazenda vizinha, devido ao elevado volume de dejetos armazenados, mas é um episódio com baixa probabilidade de ocorrer. Já o item com I = 4 não possui impacto ambiental significativo visto que a

probabilidade de ocorrência do aspecto e a severidade do impacto são médias, além de ter a abrangência considerada baixa. Os demais itens possuem grau de importância menor do que 4 e, portanto, foram considerados insignificantes diante dos objetivos deste trabalho.

4.3 Sistema Produtivo Integrado

Dentre os principais benefícios associados a integração do sistema produtivo da fábrica de queijo e o da suinocultura, destacam-se o reaproveitamento do soro de leite como complementação da alimentação animal e a utilização dos dejetos suínos como adubo no pasto para melhoramento da qualidade do capim e consequente aumento do volume de leite produzido na pecuária leiteira da fazenda.

Além da mitigação dos impactos ambientais causados por estes dois aspectos, descarte do soro e dos dejetos, estima-se neste tópico, a economia de recursos financeiros obtidos na fazenda a partir da integração dos dois sistemas de produção, conforme tabela 5.

Tabela 5: Vantagem financeira do reaproveitamento do soro de leite para engorda de suínos.

| NUTRIÇÃO | Custo médio ração balanceada/kg | Quantidade de ração/animal/dia (kg) | Nº de animais confinados | Quantidade de ração consumida/dia (kg) | Custos ração/dia |
|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|------------------|
| Sem soro de leite | R\$ 1,20 | 2,8 | 700 | 1960 | R\$ 2.352,00 |
| Com soro de leite | R\$ 1,20 | 2,3 | | 1610 | R\$ 1.932,00 |

Fonte: Autoria própria (2023).

Os resultados obtidos a partir da utilização do soro de leite na dieta apresentam uma redução de aproximadamente 18% na quantidade de ração em grãos fornecida. Calculando-se o custo associado obtém-se a estimativa de um resultado positivo em termos de economia de R\$ 12.600,00 mensal e R\$ 151.200,00 por ano, o que equivale a 24,64% de redução de custos com ração.

Tabela 6: Vantagem financeira do reaproveitamento dos dejetos como adubo em pastagens.

| Área de pastagem | Tipo de adubo | Produtos utilizados | Preço unitário R\$/saco | Quantidade por produto/ano (sacos) | Custo por produto/ano | Custo anual total (matéria-prima) |
|---------------------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 60 hectares (600.000 m ²) | ADUBO QUÍMICO | Calcário Calcítico | R\$ 3,00 | 388,8 | R\$ 1.166,40 | R\$ 71.450,40 |
| | | Super fosfato simples | R\$ 95,00 | 154 | R\$ 14.630,00 | |
| | | Cloreto de potássio | R\$ 160,00 | 102 | R\$ 16.320,00 | |
| | | Ureia | R\$ 142,00 | 277 | R\$ 39.334,00 | |
| | ADUBO ORGANICO | Dejetos suínos (urina + fezes) | R\$ 0,00 | - | R\$ 0,00 | R\$ 0,00 |

Fonte: Autoria própria (2023).

Os resultados apresentados na tabela 6 demonstram que a utilização do adubo químico como matéria prima para adubação de 60 hectares de pastagem durante o período de 1 ano geram um custos no valor de R\$ 71.450,40. A utilização do adubo orgânico, proveniente dos dejetos armazenados no tanque, não geram custos adicionais.

Em relação a qualidade do adubo orgânico, observa-se indícios visuais de uma melhora na qualidade do pasto a partir da mudança de coloração e rápido crescimento. Além disso, foram relatados aumento significativo do volume de leite no período de adubação orgânica que foi de 6 meses, partindo da média de 270L/dia para 450 L/dia de leite, a saber, 40% de aumento produtivo. Este resultado carece de estudos mais detalhados em períodos maiores de tempo, sugestão de trabalhos futuros.

Por fim, a soma da redução de custo anual com a utilização dos dois sistemas de produção integrados é estimada em R\$ 222.650,40 por ano.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia LAIA permitiu a organização dos eventos ou saídas de todo o processo operacional dos sistemas de produção de queijo e de suínos da empresa em estudo. As operações independentes e inter-relacionadas foram classificadas segundo os critérios de frequência, probabilidade, classe, severidade e abrangência para os processos planejados e espontâneos. Desta forma, o gestor pode criar um mapa da situação operacional da produção de queijo e suínos com seus respectivos impactos ambientais, em prol de uma gestão mais eficiente e eficaz, tanto do ponto de vista da mitigação dos impactos negativos, quanto na transformação desses impactos em aspectos ambientalmente e economicamente positivos. A metodologia LAIA também aponta para cada processo definindo-o como não-significativo, significativo ou crítico e ao mesmo tempo indica a ação a ser executada no processo para o respectivo cuidado ao meio ambiente. Em relação ao sistema produtivo de laticínios foram identificadas três situações críticas e nove situações significativas para as operações planejadas e duas situações significativas e uma não significativa para as situações espontâneas. Na suinocultura, foram identificadas oito situações críticas e três situações significativas para as operações planejadas e duas situações significativas para as situações espontâneas.

Por fim, foi realizada uma análise da integração dos dois sistemas produtivos com destaque aos benefícios do reaproveitamento do soro do leite como complementação da alimentação animal e da utilização dos dejetos suínos como adubo no pasto para melhoramento da qualidade do capim e consequentemente com o aumento do volume de leite produzido na

pecuária leiteira da fazenda, culminando com uma estimativa de redução de custos da empresa estimada na ordem de R\$ 222.650,40 por ano.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Y. M. K.; SAMPAIO, R. M. **Borracha Natural: Evolução, desafios e oportunidades do sistema agroindustrial brasileiro.** Brazilian Journal of Development, Curitiba - PR, v. 5, n. 10, p. 20658-2076, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-249>. Acessado em Jan. 2023.

CIDÓN, C. F.; THEIS, V.; SCHREIBER, D. **Diagnóstico ambiental em uma empresa de laticínios baseado em indicadores ambientais.** Revista Exacta – Engenharia de Produção, São Paulo - SP, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.19250>. Acessado em Jan. 2023.

DELGADO, B. B. T. **Análise comparativa da metodologia aplicada para identificar os aspetos ambientais significativos em empresas de construção civil no Brasil.** 2021. p. 90 Dissertação de Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental; Universidade de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2021.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente. Instrução Normativa 11. **Suinocultura. Recomendações técnicas para aplicação de fertilizantes orgânicos de suínos e monitoramento da qualidade do solo adubado.** Florianópolis - SC, 2014. Disponível em: https://static.fecam.net.br/uploads/273/arquivos/654746_in_11_Suinocultura.pdf. Acessado em Dez. 2020.

FERNANDES, E. L.; SILVA, H. O. **Manejo sustentável de dejetos de suínos no Brasil: aspectos gerais.** Revista Agroveterinária, Negócios e Tecnologias, Coromandel – MG, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://ojs.fccvirtual.com.br/index.php/REVISTA-AGRO/article/view/477/296>. Acessado em Nov. 2022.

FONSECA, J. C. J. *et al.* **Análise de ecoeficiência do consumo de água e energia na indústria de laticínios no licenciamento ambiental no estado da Bahia.** 2017. 80 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental; Universidade Estadual de Feira de Santana; Feira de Santana – BA, 2017.

FURLAN, B. J. *et al.* **Estudo do crescimento de microalgas em meio de cultivo CHU e dejetos suínos.** Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia, v. 6, p. 204-211, 2021. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?oi=bibs&cluster=6730377608250320479&btnI=1&hl=pt-BR>. Acessado em Dez. 2022.

GALVÃO, A. T. *et al.* **Bem-estar animal na suinocultura: Revisão.** Pubvet, Maringá – PR, v. 13, p. 148, 2019. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/5561/bem-estar-animal-na-suinocultura-revisatildeo>. Acessado em Jan. 2023.

GOMES, C. S. **Impactos da expansão do agronegócio brasileiro na conservação dos recursos naturais.** Cadernos do Leste, Belo Horizonte – MG, v.19, n.19, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/248949.19.19-4>. Acessado em Nov. 2022.

GONÇALVES, M. W.; FAZOLLI, S. A. **A indústria do agronegócio e as práticas da suinocultura, à luz da força normativa da proteção dos animais não humanos.** Revista Brasileira de Direito Animal, Salvador – BA, v. 17, p. e172207, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/rbda.v17i0.51392>. Acessado em Jan. 2023.

GUINGAND, N. *et al.* **Emissions comparées d’ammoniac et de gaz à effet de serre par des porcs charcutiers élevés au froid sur caillebotis partiel ou à la thermoneutralité sur caillebotis intégral.** Journées Rech. Porcine, Paris – França, v. 42, p. 277-283, 2010. Disponível em: <https://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2010/env/En3.pdf>. Acessado em Fev. 2023.

MACHADO, L. R. *et al.* **Uso dos efluentes da suinocultura na fertirrigação: o caso de uma agroindústria familiar.** Agropecuária Científica no Semi Árido, Campina Grande - PB, v. 15, n. 1, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v15i1.1112>. Acessado em Dez. 2022.

MAIA, J. F.; SILVA NASCIMENTO, S. G.; NUNES, O. M. **Tecnologia e desenvolvimento no agronegócio.** Revista Científica Agropampa, Dom Pedrito – RS, v. 1, n. 1, p. 3-13, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/Agropampa/article/view/103373>. Acessado em Fev. 2023.

MARTINS, I. F.; BUENO, S. M. **Uso de pectina para tratamentos de efluente na indústria de laticínios.** Revista Científica, São Jose do Rio Preto – SP, v. 1, n. 1, 2019. Disponível em: <https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/229>. Acessado em Out. 2022.

MENDONÇA, H. V. *et al.* **Sistemas Alagados Construídos em Batelada: remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio e regulação de pH no tratamento de efluentes de laticínios.** Revista Ambiente e Água, Taubaté – SP, v. 10, p. 442-453, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1511>. Acessado em Dez. 2022.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. **Os recursos hídricos no agronegócio brasileiro: Uma análise insumo-produto do uso, consumo, eficiência e intensidade.** Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro – RJ, v. 74, n.04, p. 441-464, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0034-7140.20200021>. Acessado em Jan. 2023.

MOREIRA, D. A. *et al.* **Alterações químicas em solo fertirrigado com efluentes de laticínios.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aracaju – SE, v. 13, n. 9, 2022. Disponível em: <https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/7623>. Acessado em Jan. 2023.

MOREIRA, F. D.; CERQUEIRA, V. D.; SARAIVA, C. B. **Diagnóstico ambiental e avaliação de pontos críticos de indústria de laticínios de pequeno porte.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA, Maringá – PR, v. 13, n. 1, p. 319-332, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n1p319-332>. Acessado em Jan. 2023.

OLDONI, B. *et al.* **Uso de tanino como alternativa aos coagulantes químicos no tratamento de efluente de laticínio.** Revista Brasileira de Meio Ambiente, Recife – PE, v. 10, n. 3, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7519067>. Acessado em Jan. 2023.

PASQUALINI, A. A. **Aplicação dos biodigestores na pecuária sustentável.** Revista Faculdades do Saber, Mogi Guaçu – SP, v. 5, n. 09, 2020. Disponível em: <https://rfs.emnuvens.com.br/rfs/article/view/89/68>. Acessado em Jan. 2023.

REYNALDO, T. R. **Propostas de melhorias do sistema de gestão ambiental de uma indústria cerâmica localizada em Sangão/SC.** Revista Brasileira de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Florianópolis - SC, v. 1 n. 7, 2021. Disponível em: <https://rbmaes.emnuvens.com.br/revista/article/view/163>. Acessado em Dez. 2022.

ROCHA, V. M.; JÚNIOR, S. Q. **Alimentação de suínos, tratamento anaeróbio das fezes e fertirrigação: uma proposta para o reaproveitamento de resíduos orgânicos em Camocim-CE.** In: NASCIMENTO JÚNIOR, F.M.; SCHWERTNER FILHO, G. Tópicos em Análises Ambientais – IFCE campus Camocim, Camocim – CE, p. 57-77, 2019.

SANTOS, J. E. K. **Resíduos sólidos orgânicos gerados na Ceasa de São Luís-MA.** CICTED – Congresso internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento, PPeI - Projeto de Pesquisa e Inovação (2020), 2021. Disponível em: <https://cicted.com.br/ocs/index.php/ppi/ppi2020/paper/view/33/32>. Acessado em Dez. 2022.

SANTOS, M. P. *et al.* **Comparação entre FAD e FAOD para o tratamento da água residuária de laticínios.** Revista Ambiente e Água, Taubaté – SP, v. 15, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2553>. Acessado em Nov. 2022.

SANTOS, V. A. C. F. *et al.* **Levantamento de aspectos e impactos ambientais aplicado a construção de moradias populares sob a perspectiva da ABNT NBR ISO 14001.** 2022. 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil, UNICURITIBA, Curitiba – PR, 2022.

SARAIVA, C.B.; PEREIRA, D.A. **Subsídios para o uso sustentável da água em uma indústria de laticínios de pequeno porte: Avaliação do consumo e geração de efluentes.** Revista Cadernos de Agroecologia, Recife – PE, v. 4, n. 1, 2009. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/3483/2770>. Acessado em Out. 2022.

SARAIVA, C. B. *et al.* **Consumo de água e geração de efluentes em uma indústria de laticínios.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora - MG, v. 64, n. 367, p. 10-18, 2009. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/75/81>. Acessado em Out. 2022.

SAUERESSIG, D.; PINTO, A.T.; SCHULTZ, G. **O desenvolvimento da olivicultura no Rio Grande do Sul: Elementos de formação do sistema agroindustrial.** Extensão Rural. Santa Maria - RS. Vol. 26, n. 1, p. 69-85, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2318179628992>. Acessado em Dez. 2022.

SILVA, R. R.; SIQUEIRA, E. Q.; NOGUEIRA, I. S. **Impactos ambientais de efluentes de laticínios em curso d'água na Bacia do Rio Pomba.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro – RJ, v. 23, p. 217-228, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018138062>. Acessado em Fev. 2023.

SILVA, L. C.; DE MELO, D. C. P. **O processo de avaliação de aspectos e impactos ambientais em um sistema de gestão ambiental com referencia na ISO14001.** Revista Delos - Desarrollo Local Sostenible, Curitiba - PR, v. 10, n. 28, 2017. Disponível em: www.eumed.net/rev/delos/28. Acessado em Dez. 2022.

SOUZA, D. G.; SILVA, L.; MUAKAD, L. **Quantificação e caracterização da água residuária de suinocultura sob manejo orgânico de recria.** Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão - SE, v. 15, n. 2, 2020. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/4019>. Acessado em Dez. 2022.

SOUZA, J. A. R. *et al.* **Tratamento de lodo de laticínios com reuso de resíduos da agroindústria por processo de compostagem.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA, Maringá - PR, v. 14, n. 4, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14n4e8307>. Acessado em Dez. 2022.

USDA - United States Department of Agriculture. **Waste management fieldhand-book.** National Engineering Handbook, Soil Conservation Service, Washington DC, 1992.

VIANA, C. C.; DE MENDONÇA, H. V.; OTENIO, M. H. **Efluente da indústria de laticínios: qual tecnologia aplicar para tratamento?** Embrapa Gado de Leite - ALICE, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225874/1/Efluente-industria-laticinios.pdf>. Acessado em Nov. 2022

WISSMANN, M. A.; HEIN, A. F.; NEULS, H. **Geração de resíduos: uma análise da ecoeficiência nas linhas de produção em uma indústria de laticínios e a influência sobre os custos ambientais.** Anais do Congresso Brasileiro de Custos. São Leopoldo - RS, 2012. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/423/423>. Acessado em Dez. 2022.