

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas
Agroindustriais



Dissertação

**Perspectivas para geração de produto a partir da compostagem de carcaças
bovinas de Estabelecimento de Pré-Embarque (EPE)**

Marizane da Fonseca Duarte

Pelotas, 2025

Marizane da Fonseca Duarte

**Perspectivas para a Geração de produto a partir da compostagem de carcaças
bovinas de Estabelecimento de Pré-Embarque (EPE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito para obtenção do título de mestra.

Orientador: Prof. Dr. Mario Duarte Canever
Coorientadora: Prof^a. Dra. Fernanda Medeiros Gonçalves

Pelotas, 2025

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

D812p Duarte, Marizane da Fonseca

Perspectivas para geração de produto a partir da compostagem de carcaças bovinas de Estabelecimento de Pré-Embarque (EPE) [recurso eletrônico] / Marizane da Fonseca Duarte ; Mario Duarte Canever, orientador ; Fernanda Medeiros Gonçalves, coorientadora. — Pelotas, 2025.

162 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2025.

1. Resíduos. 2. Animais mortos. 3. Agropecuária. 4. Bovinos de corte. 5. Sustentabilidade. I. Canever, Mario Duarte, orient. II. Gonçalves, Fernanda Medeiros, coorient. III. Título.

CDD 636.213

Marizane da Fonseca Duarte

Perspectivas para a Geração de produto a partir da compostagem de carcaças
bovinas de Estabelecimento de Pré-Embarque (EPE).

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestra em
Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais, Programa de Pós-Graduação
em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais, Faculdade de Agronomia
Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 28/02/2025

Banca examinadora:

Prof. Dr. Mário Duarte Canever (Orientador)
Doutor em Administração pela Wageningen University

Prof(a). Dr(a) Fernanda Medeiros Gonçalves
Doutora em Produção Animal pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof(a). Dr(a). Marielen Priscila Kaufmann
Doutora em Desenvolvimento Rural pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Ezequiel Cesar Carvalho Miola
Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria

Dedico esse trabalho a minha família que sempre
me incentiva a trabalhar pelo que almejo.

Agradecimentos

Agradeço ao Deus Criador de todas as coisas, que me conhece desde o ventre de minha mãe e que escreveu cada um de meus dias. Foi Ele que me conduziu pelo melhor caminho, me amparou nos momentos de angústia e dificuldade, colocou pessoas especiais ao meu lado para me auxiliar, fechou portas e abriu novos horizontes. Me fez experimentar o quão maravilhoso é viver a sua vontade, boa, perfeita e agradável. Sou grata por ter ouvido sua Voz e ter feito escolhas que me permitiram concluir essa etapa da melhor forma.

Agradeço a minha mãezinha por seu carinho e amor imensurável, por tantas vezes ficar ao meu lado enquanto eu estudava e escrevia essa dissertação, simplesmente por amar me fazer companhia. Obrigada por interceder por mim em suas orações e por assistir os meus testes de apresentação oral para seminários, qualificação e defesa. Eu te amo muito, minha preciosidade. Agradeço ao meu pai, por fazer de tudo para que pudéssemos alcançar os “títulos” nos lembrando sempre, de nossas origens e de que nenhum título substituirá o caráter, o respeito e a honestidade. Agradeço ainda as minhas irmãs. Principalmente a Adriane da Fonseca Duarte (Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul) que sempre esteve disposta a discutir comigo as melhores alternativas a se seguir, mesmo quando lhe custou os momentos de lazer. Obrigada por ser minha parceira de produções e meu exemplo de profissional. Minha querida base familiar, gratidão por tudo e tanto, vocês foram (e são) a minha segurança.

Agradeço ao meu noivo por ter me incentivado a continuar, quando ainda nem namorávamos. Ter seu apoio nos meus momentos de tensão foi fundamental. Obrigada por ir comigo em tantos locais realizar pesquisas, por ter abdicado do teu tempo para me apoiar. Obrigada por vibrar comigo a cada vez que eu descobria um resultado interessante ou finalmente conseguia agendar um carro da UFPel para a data necessária. Enfim, obrigada por compreender minhas ausências e tornar esse período muito mais leve e alegre, sempre cevando o melhor chimarrão. Eu te amo, meu amor! Estendo o meu agradecimento aos seus pais e avós, por terem me recebido tão bem em sua casa e compreenderem minha rotina corrida.

Agradeço aos meus colegas de PPGDTSA que se tornaram grandes amigos ao longo desse tempo, principalmente ao Lucas Müller e a Tamires Porto. E claro, a minha querida Luana Cousen, que nunca se arrepende de me ouvir e sempre topa os

meus convites. Luana, obrigada por compartilharmos tantas memórias, por tantos “podcast terapêuticos”, pela gentileza da tua amizade e sintonia sincera!

Agradeço ainda as minhas queridas amigas que tantas e tantas vezes, ainda que nem saibam disso, me levantaram do chão com suas palavras e orações. Eu amo muito a vida de vocês!

Agradeço, a todos os participantes dessa pesquisa que disponibilizaram tempo para que esse estudo pudesse ganhar forma. Ao Juliano Schuch por me permitir dar início ao mestrado quando ainda trabalhava na Reference e compreender minhas demandas. Aprendi muito e cresci ainda mais como profissional. Aos professores do PPGDTSA que ao longo do mestrado foram contribuindo e aumentando o meu conhecimento. Especialmente aos membros das bancas (qualificação e defesa) que qualificam e enriquecem o trabalho a cada sugestão.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Mario Canever muito obrigada por todas as vezes em que me acompanhou nesse período, me ensinando a levantar após as quedas e tornando as coletas de dados muito mais divertidas.

Agradeço a minha coorientadora, Dra. Fernanda Gonçalves que me incentiva desde a graduação e está sempre disposta a recalculas as rotas e me auxiliar das melhores formas. Obrigada por me ensinar a ser versátil e persistente.

Por fim, agradeço a Capes, pela concessão da bolsa que torna possível o desenvolvimento desta pesquisa.

*“Sabemos que Deus faz com que todas as coisas trabalhem
para o bem daqueles que o amam, dos que são chamados
segundo o seu propósito”
(Romanos 8. 28).*

Resumo

DUARTE, M. da F. **Perspectivas para a Geração de produto a partir da compostagem de carcaças bovinas de Estabelecimento de Pré-Embarque (EPE).** Orientador: Mário Duarte Canever. 2025. 162f. Dissertação (Mestra em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais) – Faculdade de Agronomia Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2025.

O Brasil é um importante exportador de carne bovina, o qual segue batendo recorde em volume. Para atender a demanda crescente, novos mercados, como a exportação de bovinos vivos passaram a se desenvolver, inclusive no Rio Grande do Sul – RS. Os Estabelecimentos de Pré-Embarque (EPE), devem ser habilitados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) para operação e trazem muitos benefícios econômicos para a região. Embora, gerem impactos ambientais pela concentração de um grande número de animais no local, o que pode acarretar no acúmulo de resíduos como dejetos e animais mortos, gerando odor, quando não adotadas medidas de prevenção. Frente a possíveis cobranças dos órgãos fiscalizadores, países importadores ou os próprios consumidores quanto ao gerenciamento dos resíduos em EPEs brasileiros, é necessário que alternativas sejam planejadas estrategicamente. A compostagem é uma das alternativas, a qual permite a reciclagem de nutrientes e a decomposição dos resíduos orgânicos de forma controlada, transformando-os em adubos orgânicos. O objetivo deste trabalho foi identificar barreiras e facilitadores para a geração de um produto a partir da compostagem de carcaças bovinas de EPE. A fim de abranger as múltiplas dimensões do problema investigado se fez uso de diferentes ferramentas para a coleta de dados. Com duas etapas principais: análise bibliométrica (quanti) e entrevistas semiestruturadas com três grupos de interesse (quali). Sendo eles: EPEs, órgãos públicos e Unidades de Compostagem (UC). Todos os entrevistados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Para a análise dos resultados qualitativos, utilizou-se a metodologia de Análise de Conteúdo. Atualmente a destinação das carcaças animais é feita levando-as para as câmaras mortuárias localizadas nas dependências de cada EPE. Entretanto, tal procedimento ocorre sem nenhum rigor ou monitoramento, apenas cumprindo as exigências dos órgãos oficiais. As quais, consideram o descarte dos animais mortos em local seguro, sendo atendido pela construção das câmaras mortuárias em áreas afastadas do contato com os demais bovinos vivos. Todavia, notou-se que não são cobrados aspectos referentes ao manejo e ao monitoramento, por desconhecimento do processo de compostagem. Pragmaticamente tanto empreendedores dos EPEs, quanto órgãos de fiscalização possuem dificuldade em descreverem a compostagem corretamente e segui-la à risca. O desconhecimento do processo de compostagem pelos atores é uma das principais barreiras. Sendo o desenvolvimento de UCs especializadas e voltadas à implementação da IN do MAPA de nº 48 de 2019, fora dos EPEs uma alternativa na região Sul do RS e, um facilitador. Contudo, para gerar um produto final seguro para comercialização, pesquisas acerca de outras alternativas para a retirada do Material de Risco Específico (MRE) precisam também ser priorizadas, visto que no que se refere a comercialização do produto, a garantia de eliminação do MRE é uma condicionante importante. Sugere-se avaliar a compostagem neste aspecto nas condições dos EPEs no RS, para delinear de modo mais aplicável tal procedimento.

Palavras-chave: resíduos; animais mortos; agropecuária; bovinos de corte; sustentabilidade.

Abstract

DUARTE, M. da F. **Perspectives for product generation from the composting of bovine carcasses from Pre-Shipment Establishments (PSE)**. Advisor: Mário Duarte Canever. 2025. 162f. Dissertation (Masters in Territorial Development and Agro-industrial Systems) – Faculdade de Agronomia Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2025.

Brazil is a major exporter of beef, which continues to break records in volume. To meet the growing demand, new markets, such as the export of live cattle, have begun to develop, including in Rio Grande do Sul – RS. Pre-shipment Establishments (EPE) must be authorized by the Ministry of Agriculture and Livestock (MAPA) to operate and bring many economic benefits to the region. However, they generate environmental impacts due to the concentration of a large number of animals on site, which can lead to the accumulation of waste such as feces and dead animals, generating odors, if preventive measures are not adopted. In view of possible demands from regulatory agencies, importing countries or consumers themselves regarding the management of waste in Brazilian EPEs, it is necessary to strategically plan alternatives. Composting is one of the alternatives, which allows the recycling of nutrients and the decomposition of organic waste in a controlled manner, transforming them into organic fertilizers. The objective of this study was to identify barriers and facilitators for the generation of a product from the composting of cattle carcasses from EPE. In order to cover the multiple dimensions of the problem investigated, different tools were used for data collection. There were two main stages: bibliometric analysis (quanti) and semi-structured interviews with three interest groups (quali), namely: EPEs, public agencies and Composting Units (UC). All interviewees signed the Free and Informed Consent Form. For the analysis of the qualitative results, the Content Analysis methodology was used. Currently, the disposal of animal carcasses is done by taking them to the mortuary chambers located on the premises of each EPE. However, this procedure occurs without any rigor or monitoring, only complying with the requirements of the official agencies. These consider the disposal of dead animals in a safe place, being met by the construction of mortuary chambers in areas away from contact with other live cattle. However, it was noted that aspects related to management and monitoring are not charged, due to lack of knowledge of the composting process. Pragmatically, both entrepreneurs of EPEs and inspection agencies have difficulty in describing composting correctly and following it to the letter. The lack of knowledge of the composting process by the stakeholders is one of the main barriers. The development of specialized UCs aimed at implementing MAPA's IN No. 48 of 2019, outside of EPEs, is an alternative in the southern region of RS and a facilitator. However, in order to generate a final product that is safe for commercialization, research on other alternatives for the removal of Specific Risk Material (SRM) also needs to be prioritized, since when it comes to commercialization of the product, the guarantee of elimination of SRM is an important condition. It is suggested that composting be evaluated in this aspect under the conditions of EPEs in RS, to outline such a procedure in a more applicable way.

Key-words: waste; dead animals; agriculture; beef cattle; sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável contemplados no estudo	14
Figura 2 - Economia circular.....	15
Figura 3 - Síntese da Instrução Normativa MAPA nº 48 de 17 de outubro de 2019..	24
Figura 4 - Fases da Análise de Conteúdo	29
Figura 5 - Etapas executadas na metodologia de pesquisa	32
Figura 6 - Fluxograma do processo de pesquisa e categorização	36
Figura 7 - Panorama do resultado encontrado na busca	39
Figura 8- Produção científica anual.....	39
Figura 9 - Média de citações anuais.....	41
Figura 10 - Nuvem de palavras	41
Figura 11 - Frequência das palavras ao longo do tempo	42
Figura 12 - Estrutura conceitual - Rede de co-ocorrência	43
Figura 13 - Países com produções científicas no assunto	44
Figura 14 - Produção por países ao longo do tempo	44
Figura 15 - Mapa mundial de colaboração dos países.....	45
Figura 16 - Fontes mais citadas globalmente.....	46
Figura 17 - Fontes mais citadas localmente	46
Figura 18 - Autores mais citados globalmente	47
Figura 19 - Autores mais citados localmente.....	48
Figura 20 - Produção por autor ao longo do tempo (2006-2016), sendo a intensidade de cores referente ao total de citações por ano e o tamanho do círculo referente ao número de documentos publicados pelo autor	48
Figura 21 - Rede de co-citação – network.....	49
Figura 22 - Gráfico sobre a rede de colaboração	51
Figura 23 - Temas motores	52
Figura 24 - Resultados obtidos em cada etapa da pesquisa.....	53
Figura 25 - Documentos mais citados globalmente.....	55
Figura 26 - Documentos mais citados localmente.....	57
Figura 27 - Metodologia utilizada no estudo de Eamens et al., (2011).....	59
Figura 28- Mapa de Localização dos EPEs em estudo.....	65
Figura 29 – Diagnóstico dos EPEs participantes e motivação	66
Figura 30 – Municípios atendidos pela UC4.....	68
Figura 31 – Nuvem de palavras dificuldades enfrentadas.....	72
Figura 32- Área de piquete em EPE de solo mais arenoso.....	73
Figura 33 – Área de piquete em EPE de planossolo.....	74
Figura 34 – Sombrite instalado nos piquetes do EPE	75
Figura 35 – Cortinamento Vegetal em fase de desenvolvimento	75
Figura 36 – Exemplo de separação dos animais em um EPE.....	82
Figura 37 – Intensidade de operação e empregos diretos gerados na operação do EPE	83
Figura 38 – Nuvem de palavras com as doenças de ocorrência nos EPEs mais citadas.....	83
Figura 39 – Construção de mais uma câmara mortuária	88
Figura 40 – Infraestrutura das câmaras mortuárias de alguns dos EPEs	89
Figura 41 – Estrutura de destinação de animais mortos	90

Figura 42 - Unidade de transformação de animais mortos, ainda em fase de adequação da UC4	91
Figura 43 – Unidade de transformação de animais mortos já adequada da UC4	92
Figura 44 – Leiras de compostagem na UC3	93
Figura 45 – Caixas de concreto para armazenar líquido dos resíduos	93
Figura 46 – Procedimentos iniciais empregados nas UCs	95
Figura 47 – Chegada de resíduos na UC2 e descarregamento direto nas caixas de concreto	96
Figura 48 – Montagem das leiras nos EPEs	97
Figura 50 - Dejetos de raspagem	99
Figura 50 – Montagem das leiras de compostagem nas UCs	100
Figura 51 – Montagem e revolvimento da pilha na UC2	100
Figura 52 – Peneiramento do composto em algumas UCs	101
Figura 53 – Imagem de ponta a ponto do processo de compostagem na UC	101
Figura 54 – Leiras identificadas na UC1	104
Figura 55 – Impactos positivos no gerenciamento de animais mortos	108
Figura 56 – Impactos negativos no gerenciamento de animais mortos.....	110
Figura 57 - Ações para mitigar ou potencializar os impactos	111
Figura 58 – Opinião dos atores entrevistados quanto a compostagem fora do EPE	119
Figura 59 – Percepção das UCs sobre possíveis alterações nos procedimentos para receber animais mortos.....	121
Figura 60 – Cenário vislumbrado para o futuro do gerenciamento de animais mortos	122
Figura 61 – Imagem ilustrativa da área de cadastro no sistema PDSA-RS	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sequência de pesquisa realizada nas bases de dados.....	38
Tabela 2 - Identificação das contribuições nos trabalhos analisados.....	53
Tabela 3 - Busca complementar.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese da Resolução CONAMA nº 481, de 03 de outubro de 2017	25
Quadro 2- Categorias e códigos criados a partir dos dados obtidos nas entrevistas	37
Quadro 3 - Atores pesquisados e número de entrevistados	31
Quadro 4 - Vistorias e verificações sanitárias	71
Quadro 5 – Unidades de Compostagem, quantidade de resíduo recebidos por mês, horário de recebimento e capacidade operacional.....	80
Quadro 6 – Procedimentos realizados na chegada dos animais ao EPE	82
Quadro 7 – Número médio de mortes informadas pelos EPEs e mortalidade percentual por ciclo.....	84
Quadro 8 –Dimensões da estrutura para destinação de animais mortos e sua capacidade.....	90
Quadro 9 – Tipos de resíduos recebidos nas UCs.....	94
Quadro 10 – Destino dado ao material final em cada EPE	105
Quadro 11 – Opinião dos atores entrevistados quanto a aceitação do produto no mercado	117

SUMÁRIO

1	Introdução	6
1.1	Contextualização	10
1.2	Questão de pesquisa	11
2	Justificativa	13
3	Objetivos	16
3.1	Objetivo Geral	16
3.2	Objetivos Específicos	16
4	Hipóteses	17
5	Referencial Teórico	18
5.1	Histórico da compostagem de carcaças no Brasil	18
5.2	Legislação pertinente	22
5.3	Estudos relativos ao composto orgânico de carcaças	26
6	Procedimentos metodológicos	29
6.1	Construção de revisão bibliométrica para a obtenção do cenário da compostagem de carcaças de grandes animais no mundo	31
6.2	Mapeamento dos dados dos EPEs da região Sul do Rio Grande do Sul em termos de concentração animal e mortalidade por ciclo de quarentena	33
6.3	Identificação dos procedimentos realizados para tratamento e destinação de carcaças de animais mortos nos EPEs	34
6.4	Identificação da percepção dos atores quanto às potenciais barreiras e facilitadores para a geração de produto a partir da compostagem de carcaças no território sul-rio-grandense	34
7	Resultados e Discussão	38
7.1	Parte I - Análise bibliométrica	38
7.1.1	Artigos mais citados Globalmente e Localmente	55
7.1.2	Bibliografia Latino Americanas e Brasileiras	61
7.2	Parte II – Percepção dos atores em relação a viabilidade da compostagem para tratamento das carcaças bovinas oriundas dos EPEs	64
7.2.1	Processo de desenvolvimento da atividade	64
7.2.2	Operação da quarentena dos animais	80
7.2.3	Processo de Compostagem de Resíduos	88
7.2.4	Geração de composto orgânico a partir de carcaças animais	114
7.2.5	Perspectivas Futuras	122
8	Considerações finais	127
	Referências	131

Apresentação

Costumo dizer que a compostagem me escolheu e eu a acolhi. Durante o primeiro ano da minha graduação em Gestão Ambiental na UFPel eu já sabia que queria fazer parte de um grupo de pesquisa específico, o Núcleo de Gestão Ambiental na Produção Animal, o GAPA. No segundo ano, quando passei na seleção do Grupo o tema inicial não era compostagem, porém, logo nas minhas primeiras semanas, um professor do curso de Medicina Veterinária nos procurou com uma demanda urgente: tratar e destinar de forma sustentável os resíduos orgânicos gerados no Hospital de Clínicas Veterinárias - HCV, no setor de Equinos. De pronto ele já nos sugeriu a compostagem de carcaças para avaliarmos e darmos a ele uma proposta metodológica e, foi essa a minha primeira tarefa no grupo. A partir de então, me dediquei a buscar conhecimento sobre esse assunto, pois nunca havia pensado sobre a compostagem, menos ainda em compostar um animal, quanto mais um cavalo.

A cada livro que eu lia e observava, mais eu me apaixonava pelo tema. E foi então, que resolvi pedir à minha orientadora na época, professora Fernanda Medeiros Gonçalves, que se tornasse meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Nessa escolha, três aspectos foram fundamentais a mim, (1º) o fato de ser algo prático que me possibilitaria ir a campo, montar o experimento e acompanhar o processo – para quem nasceu no meio rural, lidar com a terra é gerar vida, dar e receber energia; (2º): algo que sempre me inquietou era a vontade de fazer um TCC que fosse útil e palpável à comunidade, que pudesse transformar e melhorar seus espaços de vida e não fosse somente para o arquivo de uma biblioteca, se a universidade é pública eu queria que meu trabalho fizesse sentido ao público; (3º) por último, mas não menos importante:

O que fez pela compostagem de animais eu me encantar?

Gerar valor no que já o perdeu
e vida através do que pereceu.

Curar o que poderia a Terra contaminar.

Em material seco, cobrir e envolver o vulnerável
e estimular os organismos ao trabalho sustentável.

Controlar os fatores e acabar com os odores
obter um composto orgânico e adubar as flores.

Promover o natural [re]ciclar
e fazer a economia circular.

(Autora, 2025).

O desenvolvimento do TCC me abriu a oportunidade de estágio na Reference LTDA, consultoria ambiental onde trabalhei auxiliando clientes a operarem em conformidade com as legislações ambientais vigentes, incluindo a destinação de animais mortos através da compostagem. Quando foi divulgado a seleção de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais com a temática de valoração de resíduos de origem animal, logo ouvi “essa seleção é tua” dita por colegas e busquei fazê-la para seguir me desafiando em novos conhecimentos e aperfeiçoando meu saber para repassá-lo.

Desde o ingresso no PPG, tem sido um grande desafio, mas ter pessoas que acreditam ao meu lado, é o que me impulsiona a desbravar novos territórios e desenvolvê-los. Ao decorrer de inúmeras leituras e continuar com muitos anseios, ou seja, questões sem respostas, percebi que etapas não poderiam ser puladas. Por exemplo, não é possível realizar a valoração do composto orgânico final sem definir procedimentos básicos, tais como: quais os materiais volumosos disponíveis na região de demanda do empreendimento? Qual a proporção necessária para a compostagem de carcaças? Existem diferenças no processo de compostagem e no produto final em função do material volumoso utilizado? É possível produzir um composto orgânico em EPEs? Qual(is) benefício(s) os EPEs podem ter através da compostagem de carcaças? Qual o custo econômico aproximado para executar o processo? Sendo assim, como recomendar um protocolo para a compostagem de carcaças de grandes animais? Como criadores de bovinos, agentes de órgãos ambientais e técnicos veem a geração de um produto a partir da compostagem de carcaças bovinas? É possível utilizar este material?

Essas são apenas algumas das muitas perguntas e lacunas a serem sanadas, portanto, nosso estudo se propõe, inicialmente, a identificar possíveis barreiras e/ou facilitadores para a geração de um produto a partir da compostagem de carcaças animais. Além de potencializar a transmissão e difusão da compostagem como tecnologia de destinação de animais mortos.

1 Introdução

O Brasil é um importante exportador de carne bovina e deve seguir se destacando, visto que no ano de 2023 obteve mais um recorde em volume, com o total de 2.290.504 toneladas exportadas (ABIEC, 2024). Para atender a demanda crescente por carne bovina, novos mercados, como a exportação de bovinos vivos passaram a se desenvolver e cada vez mais tornam-se expressivos no sistema pecuário brasileiro e no Rio Grande do Sul – RS (Tavares, 2021). Para isolar e preparar as cargas de gado vivo para a exportação é necessário a existência dos Estabelecimentos de Pré-Embarque (EPE), os quais devem ser devidamente habilitados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) para operação.

No Brasil, estes empreendimentos estão presentes em cinco Estados, sendo o RS, o segundo com maior movimentação de cargas (Comex Stat, 2024). Em 2023, o RS bateu o recorde de exportação com 194.074 animais e somente no mês de janeiro de 2024 foram exportadas 25.946 cabeças, sendo a Turquia, o Egito, a Jordânia e o Iraque os principais destinos destes animais (Comex Stat, 2024).

A exportação crescente de gado vivo ratifica a importância da atividade na engrenagem econômica regional, trazendo rentabilidade pela valorização do preço e aumento da demanda de mão-de-obra, produção de alimentos (grãos, pastagens, feno etc.) e diversas atividades secundárias, tais como transporte, cuidados veterinários e auxiliares no trato dos animais (Lussani, 2019). Isto gera um efeito multiplicador importante, contribuindo com a geração de renda, sobretudo na região sul do RS, onde os EPEs estão localizados (Teixeira, 2023).

Os EPEs operam sob os critérios estabelecidos pelo MAPA através da Instrução Normativa (IN) nº 46 de 28 de agosto de 2018, que regulamenta a exportação de animais vivos destinados ao abate ou reprodução. Nessa IN encontram-se especificações quanto à infraestrutura necessária destes estabelecimentos, e regulamenta outros critérios de operação, como procedimentos de saúde animal e o tempo de transporte rodoviário dos animais até o despacho final no porto, que é de 12 horas. É por isso que estes estabelecimentos tendem a se concentrar próximos a cidades portuárias. A finalidade destes estabelecimentos é justamente, reunir e isolar os animais para serem submetidos ao cumprimento dos protocolos sanitários dos países importadores, durante o período estabelecido no

requisito sanitário acordado com o país importador, nunca por menos que sete dias (Brasil, 2018A).

Quanto aos requisitos e critérios dos países importadores¹, Tavares (2021) menciona que a questão burocrática exige muito trabalho, pois cada país de destino tem exigências próprias para liberar o embarque dos animais, sendo necessário uma série de documentos, como certificado zoosanitário, atestado de sanidade dos animais, autorizações diversas, auditorias, acompanhamentos e inspeções de fiscais do governo dentre outros, o que exige um grande esforço operacional no EPE para que toda a operação seja autorizada e realizada a contento. Interessante notar que o autor nada menciona sobre exigências ambientais na operação destes estabelecimentos. Entretanto, os olhos dos consumidores e entidades regulamentadoras, tem-se voltado cada vez mais para as ações que são empregadas com vista a diminuir os impactos ao meio ambiente e produzir de forma mais limpa, considerando os aspectos de sustentabilidade ambiental (Fachinetto, 2015).

Como vimos acima, a exportação de gado vivo traz benefícios econômicos para a região, mas por outro lado gera impactos ambientais (Orlandini; Tortelly Neto, 2020). A concentração de um grande número de animais no EPE pode acarretar na geração de resíduos de serviço de saúde, acúmulo de dejetos, mortalidades, geração de odor e ruídos, contaminação dos recursos naturais, dentre outros, quando não adotadas medidas preventivas para o controle (Souza *et al.*, 2024). Tais impactos são dispersos em graus variáveis pelo território e por isso, faz-se necessário o cumprimento integral da legislação ambiental vigente no Brasil, inclusive no que diz respeito ao artigo 225 da Constituição Federal de 1988:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Em algum momento os órgãos fiscalizadores, os países importadores ou os próprios consumidores podem vir a cobrar do Brasil o que é realizado nesse sentido e por isso, caminhos e iniciativas precisam ser planejados estrategicamente.

A busca pela sustentabilidade² nos processos produtivos é uma prática que cada vez mais deve ser incorporada no planejamento das atividades econômicas,

¹ De acordo com Ludolf (2019) o Brasil possui protocolos sanitários firmados com mais de 15 países e compromissos comerciais vigentes com pelo menos 4 países: Egito, Turquia, Jordânia e Líbano.

² O conceito de sustentabilidade engloba várias dimensões, porém, três delas são essenciais: a ambiental, a econômica e a social, formam o famoso “tripé” da sustentabilidade. Ao buscar ser

inclusive para aquelas destinadas à exportação. Sabe-se que os benefícios econômicos acabam por motivar a incorporação de práticas ambientais e potencializar o desenvolvimento dos territórios (Sarkis *et al.*, 2011; Zhu *et al.*, 2013), assim, a reciclagem, processo de transformação de resíduos em outro tipo de material aproveitável (Brasil, 2010), é uma técnica que combina as três variáveis da sustentabilidade – ambiental, social e econômica pois soluciona o problema de descarte de resíduo e ainda o transforma em outro produto dotado de valor. Esse movimento de tornar as operações mais “verdes”³ contribui para a eficácia das políticas públicas e da empresa em si, possibilita o aumento da participação no mercado e a obtenção de lucros, além de melhorar a imagem e a reputação da empresa (Herrmann *et al.*, 2021; Sarkis *et al.*, 2011; Zhu *et al.*, 2013).

A compostagem é uma forma de reciclagem de nutrientes, onde ocorre a decomposição dos resíduos orgânicos de forma controlada, a qual gera a inativação de patógenos, eliminação de gases com cheiro desagradável, redução da umidade dos resíduos, facilitando o transporte, o armazenamento e aplicações através da transformação dos resíduos sólidos em adubos orgânicos (Pereira Neto, 1996). Estima-se que seis toneladas de dejetos podem ser decompostas em 1,5 a 3 toneladas de composto (Lagomarsino, 2019).

Praticamente qualquer material orgânico pode ser convertido em composto, tais como, folhas de árvores e resíduos de poda, restos de alimentos de origem residencial e comercial (mercearias, universidades, escolas, restaurantes, hotéis, hospitais, mercados ao ar livre, feiras, festivais e armazéns); biossólidos do tratamento de águas residuais (lodo de esgoto), sólidos de digestores anaeróbios; resíduos do processamento de alimentos; subprodutos industriais, como lodo de fábrica de papel; madeira triturada; resíduos sólidos urbanos mistos, estrume e resíduos animais (Rynk, *et al.*, 2022). Do mesmo modo, diferentes métodos de compostagens são utilizados para atender as características dos materiais em questão. Por exemplo, a vermicompostagem é utilizada principalmente para compostagem de restos de alimentos (Bosco *et al.*, 2017). A compostagem em caixas de madeira, em pilhas estáticas ou em pilhas aeradas é muito comum para compostar aves e animais

sustentável, deve-se atender os objetivos empresariais simultaneamente aos seguintes critérios: equidade social, prudência ecológica e eficiência econômica (Barbieri, *et al.*, 2009).

³ Quando operações são realizadas buscando reduzir ou eliminar impactos negativos ao meio ambiente, estas são consideradas práticas/operações verdes (Azevedo *et al.*, 2011).

pequenos (Seekins, 2011). E ainda a compostagem em leiras e a em células de alvenarias, as quais são empregadas para compostar carcaças de grandes animais (Bonhotal; Schwarz; Rynk 2014).

No Brasil, há trabalhos avançados relativos à compostagem de carcaças de frangos (Orrico Júnior; Orrico; Júnior 2010; Paiva *et al.*, 2015), caprinos (Souza *et al.*, 2019) e suínos (Viancelli *et al.*, 2022). Inclusive, no ano de 2016, foi constituído um Projeto, chamado “Tecnologias para destinação de animais mortos” - TEC-DAM, liderado pela Embrapa Suínos e Aves e com a participação da Embrapa Gado de Leite e do MAPA, com o propósito de auxiliar produtores e órgãos regulamentadores a encontrarem práticas alternativas e tecnológicas para a destinação de animais mortos. O projeto elaborou vários comunicados técnicos e realizou uma série de palestras entre os anos de 2016 e 2019, os quais podem ser acessados no Portal da Embrapa⁴ (Embrapa, 2019). Contudo, os documentos e palestras eram mais voltadas para a destinação de pequenos animais e para a construção de infraestruturas adequadas. Somente alguns trabalhos abordavam a compostagem de carcaças de bovinos de leite, os quais não costumam morrer com tanta periodicidade como os bovinos de corte, em EPE.

Sobre compostagem de bovinos de leite, podemos citar na região de Minas Gerais, o trabalho de Otenio; Cunha; Rocha (2010) e o de Sampaio; Magalhães; Miranda (2019). No Rio de Janeiro, o trabalho de Serrano *et al.*, (2020) que faz uma avaliação da técnica para a eliminação de patógenos e apresenta resultados satisfatórios do processo. Em toda atividade de produção animal existe mortalidade fazendo-se necessário a destinação correta das carcaças. Isto é ainda mais importante e urgente em regiões onde a produção animal é realizada em alta densidade (Krabbe, 2017), como no caso dos EPEs. Obviamente, este fato nos remete a dedicar esta dissertação a apresentar, refletir e propor soluções para esta problemática presente na realidade da produção bovina no Sul do Rio Grande do Sul.

⁴ Link de acesso: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/tec-dam>.

1.1 Contextualização

A Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH, em inglês)⁵, possui um Código Terrestre de Saúde Animal, o qual foi atualizado pela última vez no ano de 2010, que recomenda alguns métodos para o descarte de animais mortos e considera a reciclagem como a melhor opção. O manual dispõe ainda de parâmetros a serem avaliados no momento da definição do método de descarte, tais como transporte das carcaças e biossegurança do estabelecimento e de seus trabalhadores. A WOAH salienta ainda a importância de os países possuírem legislações que normatizem tais procedimentos e manuais de orientação para os criadores, considerando as peculiaridades da criação e da área geográfica por exemplo (WOAH, 2024).

No Brasil o Projeto de Lei (PL) nº 5.851/2016 que visava disciplinar o aproveitamento de carcaças de animais e de outros resíduos animais no campo para fins agropecuários e industriais, tramitava no Senado Federal, até ser arquivado em 24 de abril de 2023 (Senado Federal, 2023). Entretanto, no ano de 2019 o MAPA publicou a IN nº 48, estabelecendo regras sobre o recolhimento, transporte, processamento e destinação de animais mortos e resíduos da produção pecuária como alternativa para a sua eliminação nos estabelecimentos rurais. Porém, a ausência de fiscalização, bem como de incentivos para implementação da mesma, deixa brechas para a permanência de práticas de destinação já ultrapassadas. Como pode ser visto no trabalho de Duarte *et al.*, (2024A). Ademais, os produtores acabam optando pela alternativa que gera menos trabalho e dispêndio, uma vez que já possuem muitos afazeres na propriedade rural (Bonato, 2017) e algumas destinações requerem infraestrutura e operações que oneram os custos de produção.

A situação da destinação das carcaças bovinas é tão séria que Jacondino (2019) ao estudar o “destino dos resíduos pecuários oriundos de propriedades rurais nos municípios do Rio Grande do Sul” apontou que somente 4% dos entrevistados utilizavam composteiras para o descarte das carcaças de animais mortos, 50% enterravam, 13% queimavam e outros 33% deixavam as carcaças expostas a campo.

No caso dos EPEs no Rio Grande do Sul, existe uma diretriz técnica, publicada em 2014 pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), a qual apresenta critérios para o licenciamento ambiental de

⁵ Conhecida como OIE devido a ter sido fundada em 1924, com o nome *Office International des Épidémiologies*, passou a assumir como acrônimo WOAH de *World Organisation for Animal Health* em 2022 (Correia, 2022).

empreendimentos destinados a bovinocultura confinada ou semiconfinada (Rio Grande do Sul, 2014). Dentre os critérios está que os animais mortos e resíduos afins sejam colocados em composteiras, ou em leiras com escavação do solo, pilhas de compostagem, em locais altos, bem drenados, impermeabilizados (compactação, geomantas, lonas etc.) e protegidos das águas de chuvas (Rio Grande do Sul, 2014). Entretanto, não há especificações a respeito dos procedimentos adequados para um processo seguro de compostagem desses resíduos. Já a Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), ligada ao MAPA, possui a IN nº 35, de 20 de outubro de 2000 onde estipula as "condições que devem cumprir as instalações autorizadas para quarentena animal no país de origem ou de destino e disposições para seu funcionamento" e dentre elas, aparece "devem contar com um lugar apropriado destinado à destruição dos animais mortos" (Brasil, 2000).

Por outro lado, no Estado, o Departamento de Vigilância e Defesa Sanitária Animal (DDA) ligado à Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI) possui a Divisão de Controle e Informações Sanitárias (DCIS), onde na Seção de Controle de Trânsito e Quarentena (SCTQ), dispõe das "Exigências para Aprovação de Estabelecimentos para Quarentena Animal" e requer "locais apropriados para descarte de animais mortos" não se referindo a compostagem em si, estipula ainda que seja informado ao Serviço Veterinário Oficial (SVO) todas as mortalidades ocorridas (Rio Grande do Sul, 2016). Somente na planilha de procedimentos padrão para a verificação das EPEs, elaborada pela SCTQ e disponível no *site* da SEAPI (Rio Grande do Sul, 2018A) consta que deve ser verificado se está ocorrendo o recolhimento dos animais para compostagem e se o processo de compostagem é desenvolvido de forma correta. Todavia, fica a cargo do empreendedor ou responsável técnico pela EPE buscar conhecimentos acerca do processo de compostagem para desenvolvê-la satisfatoriamente.

1.2 Questão de pesquisa

Visto que não há estudos a respeito dos métodos adequados para compostagem de carcaças em EPE, esses profissionais (técnicos dos órgãos de fiscalização sanitária, técnicos de órgãos ambientais, técnicos de empresas de assessoria, técnicos dos próprios EPEs etc) podem não encontrar a quem recorrer e assim, inviabilizar a realização de um processo seguro, gerando riscos à sanidade ambiental. Nesse sentido, há que se considerar ainda a especificidade climática da

região Sul do RS, que possui um clima subtropical úmido, com invernos rigorosos (4°C – 16°C) e verões de altas temperaturas (27°C – 36°C). Esta especificidade pode culminar em diferentes respostas a um método de compostagem em relação a outras regiões com diferentes climas, como, por exemplo, do que ocorre em regiões de Minas Gerais, onde foram realizados estudos sobre a compostagem de carcaças de bovinos leiteiros. Outros diferenciais são os materiais ricos em carbono. Serrano *et al.*, (2020) utilizou bambu triturado e seco, um material que na região sul não é tão comum de se encontrar como a casca de arroz e a maravalha (Duarte, 2022).

A partir da compreensão da dinâmica de destinação de animais mortos pelos EPEs presentes na região sul do Rio Grande do Sul, a questão norteadora deste trabalho é: existe viabilidade de se compostar carcaças de bovinos dos EPEs para fins comerciais, considerando as especificidades territoriais do Sul do Rio Grande do Sul? Caso não seja viável, qual(ais) a(s) outra(s) alternativa(s) possível(is), considerando aspectos legais e técnicos?

2 Justificativa

Visando atender a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015), a qual possui 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) também pode ser apreciada através deste projeto, em ao menos 8 ODS (Figura 1), sendo eles:

- ODS 1: erradicação da pobreza apoiando a agricultura familiar e o acesso aos recursos naturais e novas tecnologias;

- ODS 2: Acabar com a fome e promover a agricultura sustentável, através de sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementação de práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, mantendo os ecossistemas, fortalecendo a capacidade de adaptação às mudanças climáticas;

- ODS 8: Promover o crescimento econômico sustentado e políticas orientadas para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas, geração de emprego decente a todos, empreendedorismo, criatividade e inovação;

- ODS 9: Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação científica e tecnológica;

- ODS 11: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis com a redução do impacto ambiental negativo e apoio às relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais;

- ODS 12: Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. Alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais com o manejo adequado dos resíduos e redução da geração por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso. Incentivando empresas a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios;

- ODS 15: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres [...] combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra;

- ODS 17: Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável [...], com a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento.

Figura 1- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável contemplados no estudo



Fonte: Autora (2025) adaptado de (ONU, 2015).

Embora lenta, o conhecimento e a incorporação desta Agenda têm avançado no país, assim como o interesse pela Economia Circular (EC), modelo econômico no qual os produtos, e os materiais que o compõe, são valorados de forma diferenciada, criando uma economia mais robusta e se afasta do modelo atual da economia linear - “fabricar – usar – dispor”. A EC propõe que os materiais sejam utilizados de modo a maximizar seu valor, reduzindo a geração de resíduos e obtendo ganhos econômicos, concomitante aos benefícios ambientais através da recuperação dos recursos “secundários” originados do reuso ou reciclagem (House Of Commons, 2014). Dessa maneira, a compostagem dos resíduos dentro de um EPE auxilia-o a completar o ciclo de operação, conforme ilustrado (Figura 2).

Entendemos que o impacto e a relevância que nosso estudo poderá exercer, estará contribuindo também para promover o desenvolvimento da produção sustentável (Agenda 2030, ONU) e da economia circular em territórios de criação animal.

Figura 2 - Economia circular



Fonte: Autora (2025) adaptado de (EMF, 2013).

Ademais, o Plano Safra 2023/2024 foi anunciado com incentivos para o fortalecimento dos sistemas de produção ambientalmente sustentáveis, com a redução das taxas de juros para recuperação de pastagens e premiação para quem adota práticas agropecuárias sustentáveis (Brasil, 2023). Ainda no âmbito do Plano Safra, o RenovAgro (novo nome do Programa ABC) possibilitará o financiamento de práticas sustentáveis como a adoção de práticas que envolvem a produção sustentável e que culminem em baixa emissão de gases causadores do efeito estufa. Dentre os projetos financiáveis nesse programa, está o “RenovAgro Manejo de Resíduos” que engloba a implantação, o melhoramento e a manutenção de sistemas de manejo de resíduos oriundos da produção animal para a geração de energia e compostagem (Banco do Brasil, 2023).

3 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Identificar barreiras e facilitadores para a geração de um produto a partir da compostagem de carcaças bovinas de Estabelecimento de Pré-Embarque (EPE).

3.2 Objetivos Específicos

- 1) Construir revisão bibliométrica para a obtenção do cenário da compostagem de carcaças de grandes animais no mundo;
- 2) Mapear os dados dos EPEs da região Sul do Rio Grande do Sul em termos de concentração animal e mortalidade por ciclo de quarentena;
- 3) Identificar os procedimentos realizados para tratamento e destinação de carcaças de animais mortos nos EPEs;
- 4) Identificar a percepção dos atores quanto às potenciais barreiras e facilitadores para a geração de produto a partir da compostagem de carcaças.

4 Hipóteses

A compostagem é uma alternativa para gerenciamento dos resíduos oriundos de mortalidades em EPEs e as especificidades territoriais do Sul do Rio Grande do Sul devem ser levadas em conta para a geração de um produto a partir da compostagem de carcaças de EPEs. Visto que na realidade local enfrenta-se desafios relacionados ao clima, como a diferença de temperatura (mínimas e máximas) e precipitação entre as quatro estações do ano, as quais incidem na densidade de mortes, disponibilidade de materiais estruturantes/volumosos e no manejo do processo de compostagem.

5 Referencial Teórico

5.1 Histórico da compostagem de carcaças no Brasil

A compostagem no Brasil é uma técnica já bem conhecida. No levantamento realizado por Andreazzi *et al.*, (2017) é possível perceber que nos anos 2000 o número de estudos começa a se ampliar e após 2005 ocorre um “boom” de publicações sendo que a maioria (34%) envolvem resíduos/substratos de origem animal com destaque para a suinocultura (26,67%).

Neste período, a suinocultura estava em destaque, com demanda crescente no país e no mercado externo, o que trouxe preocupações com os impactos ambientais gerados. Então, surgiram estudos sobre a destinação correta dos dejetos e resíduos desta atividade. Esta preocupação também foi observada nos anos seguintes com a avicultura (16,67%). Entretanto, a bovinocultura carece deste mesmo movimento de busca por alternativas sustentáveis para destinação de seus resíduos, uma vez que até o ano de 2015 apenas 3,33% das publicações tratavam da compostagem de carcaças bovinas (Andreazzi *et al.*, 2017).

Atualmente, pode-se dizer que a base de estudos relativos à compostagem de animais de pequeno porte no Brasil é bem consolidada, apresentando trabalhos técnicos de considerável relevância. A propósito, Cestonaro *et al.*, (2010) objetivou avaliar o desempenho de diferentes substratos na decomposição de carcaça de frango de corte e concluíram que tanto a acícula de pinus, quanto o bagaço de cana, a palha de milho, a casca de amendoim, o capim e a maravalha são eficientes na decomposição das carcaças de aves. Concluíram também que todos os substratos avaliados podem ser utilizados como fertilizantes orgânicos simples.

Referente ao método de compostagem, Paiva *et al.*, (2012), avaliou a compostagem de carcaças de frango em composteira e em leiras estáticas aeradas com o uso de diferentes materiais volumosos. Eles obtiveram resultados mais satisfatórios nas leiras do que na composteira, ainda que todos os sistemas avaliados foram eficientes na eliminação e redução dos microrganismos *Salmonella* e coliformes termotolerantes, a níveis compatíveis com a legislação (Paiva *et al.*, 2012). (Paiva *et al.*, 2012). Em 2014, Cestonaro *et al.*, (2014) avaliaram a eficiência de composteiras construídas com tijolos, madeira, tela e leiras com tubos de PVC, obtendo resultados satisfatórios em todos.

Em 2018, os estudos avançaram para aspectos relacionados a compostagem acelerada de cadáveres de suínos e frangos. Oliveira *et al.*, (2018) avaliaram a

frequência de aeração na compostagem em Reatores Cilindros Rotativos - RCR e seus impactos na emissão de gases (C-CO₂, C-CH₄, N-NH₃ e N-N₂O). Os resultados demonstraram que a temperatura da biomassa foi afetada pelas diferentes aerações. Quanto maior a frequência, menor a duração da fase termofílica (>50 °C). As emissões totais dos gases avaliados não apresentaram diferença, segundo os autores. O menor tempo da fase termofílica seria esperado em uma compostagem mais aerada, uma vez que a aeração resfria a massa, diminuindo as temperaturas. Dessa forma o estudo trouxe uma contribuição importante pois, constatou que precisa haver um intervalo de no mínimo duas horas, entre os períodos de 24 minutos de aeração (Oliveira *et al.*, 2018).

A literatura recomenda que sejam mantidas temperaturas entre 55 e 75°C por no mínimo 15 dias para possibilitar a eliminação de possíveis contaminantes e agentes patogênicos (Seekins, 2011; Bonhotal; Schwarz; Rynk, 2014). A legislação federal que normatiza processos de compostagem estabelece que em sistemas de compostagem abertos⁶ as temperaturas devem estar acima de 55°C por um período de 14 dias ou superiores a 65°C durante 3 dias e, em sistemas de compostagem fechados⁷ devem estar acima de 60°C por 3 dias (Brasil, 2017).

Também foi produzido em 2019, um estudo acerca da qualidade do produto orgânico oriundo da compostagem de serragem e esterco de caprino para produção de biofertilizante sólido. Mendes (2019) avaliou os efeitos de transferência nutricionais entre solo cultivado com pitaya (*Hylocereus costaricensis*) através da interação entre solo-planta, no município de Tomé-Açu (PA) e, ambos os biofertilizantes produzidos apresentaram ótimos resultados ao uso agrícola devido a disponibilidade de nutriente, permitindo condições para a melhora das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Mendes, 2019).

Entretanto, quando se trata de compostagem de grandes animais, os estudos avançam em ritmo mais lento no país e como já mencionado, concentram-se em regiões de clima mais quente e com escala menores.

O primeiro trabalho encontrado é um Comunicado Técnico de Otenio; Cunha; Rocha (2010) publicado pela Embrapa Gado de Leite, em Minas Gerais. Neste

⁶ As leiras, são um exemplo de sistema aberto de compostagem.

⁷ Nesses sistemas os parâmetros da compostagem como a umidade, ventilação e temperatura são constantemente controlados e se utiliza biofiltros para eliminar odores. Os reatores muito utilizados para tratar lodos, são um exemplo.

comunicado, são mencionados os critérios para escolha do local de montagem da pilha de compostagem, tais como a distância de nascentes e córregos, área plana e de fácil acesso. Além de descrever o método de montagem, destacando os materiais volumosos possíveis de serem utilizados e a necessidade de se umidificar a pilha com água equivalente à metade do peso das carcaças, ou conforme a umidade relativa de cada região.

Outro aspecto destacado pelos autores é que o tempo de compostagem pode variar de 2 a 6 meses e que para bovinos jovens, as carcaças podem ser dispostas em camadas, sempre com o cuidado de perfurar o rúmen (Otenio; Cunha; Rocha, 2010). Neste trabalho, os autores salientaram que o biocomposto produzido a partir da compostagem foi classificado como fertilizante orgânico simples classe A, conforme a IN nº 25, de 23 de julho de 2009, da SDA/MAPA.

Atualmente, a IN nº 25 foi substituída pela IN nº 61, de 08 de julho de 2020, também do MAPA, a qual estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura (Brasil, 2020). De acordo com alguns autores, os compostos orgânicos produzidos a partir da compostagem de carcaças poderiam ser aplicados para a adubação do solo complementando o uso de fertilizantes químicos convencionais, em adubação de fruteiras e/ou reflorestamento, havendo restrições de uso no cultivo de hortaliças, pastagens e capineiras devido a biossegurança por ter sido produzido com carcaças de animais (Otenio; Cunha; Rocha, 2010).

O estudo de Vilela (2019), tratou dos efeitos da aeração e da estação do ano na compostagem dos resíduos orgânicos de abatedouro de ruminantes em associação com feno e casca de arroz. Este, foi um trabalho desenvolvido em Mato Grosso do Sul, onde a temperatura média durante a estação mais fria foi de 21,3°C e no verão, a média da temperatura ambiente foi de 31,3°C. Ou seja, condições climáticas diferentes das observadas no Rio Grande do Sul.

Os resultados do referido estudo, demonstraram que a estação do ano não influenciou nas temperaturas da pilha de compostagem e que é recomendável não fazer uso de aeração em compostagem de leiras estáticas com este resíduo. Isto porque, o composto oriundo das leiras sem aeração apresentou melhores reduções dos constituintes sólidos, menores perdas de N e melhor relação entre ácidos húmicos (AH) e fúlvicos (AF) - AH:AF, indicando estabilização adequada do composto

orgânico. Entretanto, a autora menciona que as reduções de patógenos não foram satisfatórias, provavelmente devido as pequenas dimensões da composteira e pelas temperaturas não terem se mantido elevadas em sua superfície (Vilela, 2019).

Sampaio; Magalhães; Miranda (2019) obtiveram resultados satisfatórios no estudo realizado em Minas Gerais com compostagem mista, ou seja, foram compostados resíduos de parição, carcaças de suínos e de aves, juntamente com carcaças bovinas, empregando maravalha e serragem de grânulos grossos, como material aerador. Algumas dificuldades foram encontradas, tais como: (01) a geração de odor e, conseqüentemente a atração de moscas e presença de larvas devido a pilha muito úmida e; (02) dificuldade de aquecimento do material (Sampaio; Magalhães; Miranda, 2019). A maior contribuição deste trabalho se refere a descrição dos imprevistos encontrados. Ficou evidente a importância do manejo correto do processo, pois com a abertura da pilha e incremento de material seco, o problema foi solucionado e o processo se desenvolveu normalmente, com temperaturas acima de 40°C por cerca de 28 dias e picos de 64°C/66°C.

Um dos estudos brasileiros mais recentes, avaliou a eliminação de microrganismos patogênicos na compostagem de carcaças bovinas. Serrano *et al.*, (2020) utilizaram esferas plásticas contendo microrganismos patogênicos liofilizados como *Echerichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus uberis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Salmonella Typhimurium*, colocados em pontos estratégicos no interior da carcaça dos animais e na leira de compostagem para monitorar a presença destes durante o processo, retirando-as periodicamente para análises microbiológicas. Foi desenvolvido no Rio de Janeiro, em dois períodos (estação seca e temperaturas amenas e estação chuvosa e temperaturas quentes). Em ambas as estações, a fase termofílica foi alcançada e mantida com sucesso, atingindo picos mais altos na estação chuvosa e mantendo-se por mais tempo na estação seca.

Com isso, é reforçado mais uma vez que a montagem e o manejo adequado do processo são decisivos para a qualidade da compostagem. De acordo com os autores a umidade aliada a altas temperaturas foi crucial para eliminar os microrganismos inoculados. Os resultados mostraram que a metodologia de compostagem empregada foi eficiente e segura, e que parâmetros de tempo, temperatura e manejo adequado influenciam na degradação da carcaça e inativação

de bactérias patogênicas, sendo segura microbiologicamente para o uso do biocomposto como fertilizante (Serrano *et al.*, 2020).

Frente a isto, no Rio Grande do Sul com as condições e materiais volumosos disponíveis, torna-se necessário analisar quais alternativas apresentam resultados mais promissores para serem empregadas em fazendas e estabelecimentos de criação animal.

5.2 Legislação pertinente

Inicialmente, é necessário diferenciar “carcaça animal” e “cadáveres animais”. De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC de nº 222 publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA em 2018, carcaça é um produto de retalhação do animal e cadáver é o corpo inteiro após a morte (Brasil, 2018B). Esta RDC traz a regulamentação das Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde – RSS e a classificação destes resíduos. As carcaças e cadáveres estão no Grupo A: “resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção”, podendo enquadrar-se no subgrupo A2 ou A4, sendo:

Subgrupo A2: Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica.

Subgrupo A4: Cadáveres, carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos (Brasil, 2018B).

Fica estabelecido no artigo 54º, que os cadáveres e as carcaças de animais podem ter acondicionamento e transporte diferenciado, conforme o porte e obedecendo a regulamentação definida pelos órgãos ambientais e sanitários. Dessa forma, em EPEs a orientação que prevalece é a de realização da compostagem, em estruturas de alvenaria localizadas em área isolada da concentração de animais vivos.

O MAPA em 2019, publicou a IN nº 48 estabelecendo regras sobre o recolhimento, transporte, processamento e destinação de animais mortos e resíduos da produção pecuária e alternativa para a sua eliminação nos estabelecimentos rurais. Ressalta-se que o termo usado por essa IN é “animais mortos” cuja definição, de acordo com a mesma é animais de produção que morreram ou foram sacrificados nos estabelecimentos rurais ou em acidente durante o transporte (Brasil, 2019).

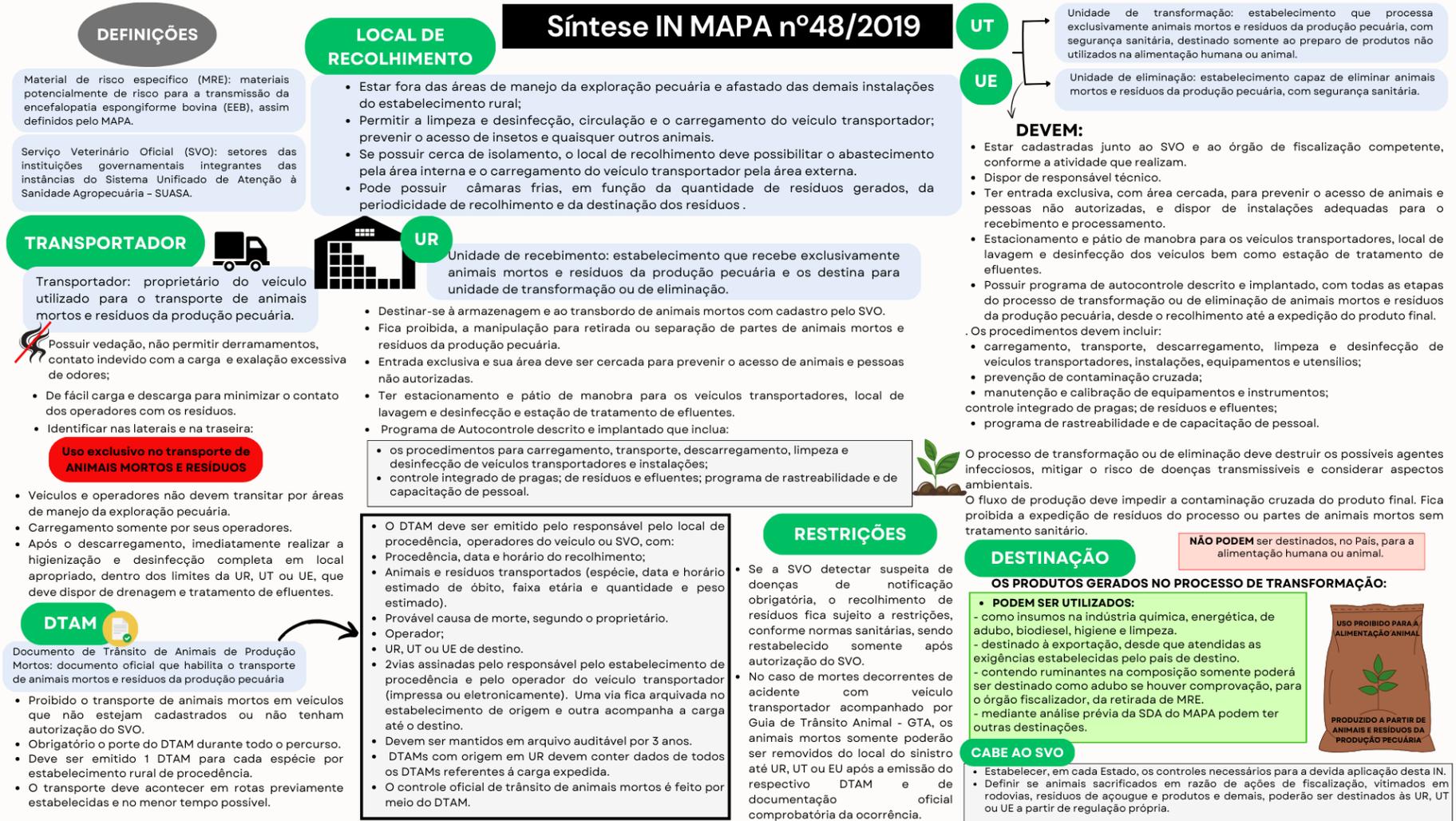
Dentre as obrigações para estabelecimentos rurais que pretendem destinar animais mortos para Unidades de Recebimento (UR), Unidades de Transformação (UT) e/ou Unidades de Eliminação (UE) está a realização de cadastro atualizado junto ao Sistema Veterinário Oficial (SVO). A IN nº 48/2019 instrui que o estabelecimento rural deve dispor de um local exclusivo para o recolhimento, o qual precisa atender as especificações constantes na referida IN e manter registros atualizados no estabelecimento rural com informações a respeito da espécie, data e horário estimado do óbito, faixa etária, quantidade, peso estimado, sinais observados e identificação do animal, quando disponível. Além disso, as UR, UT e UE também estão sujeitas aos critérios mínimos estabelecidos pela IN e a realizarem e manterem atualizados os cadastros dos veículos utilizados para o transporte de animais mortos (Brasil, 2019).

Ainda que a IN nº 48/2019 nada mencione sobre os métodos de tratamento e transformação dos resíduos da produção pecuária, incluindo os animais mortos, o capítulo VI, trata da destinação final do material, especificando no caput do art. 24º que: “*Os produtos gerados no processo de transformação podem ser utilizados como insumos na indústria química, energética, de adubo, biodiesel, higiene e limpeza*”. Ou seja, a IN 48 não menciona a compostagem, mas em tese, ela pode ser utilizada para tratamento e transformação de resíduos de animais mortos, desde que cumpridos todos os critérios estabelecidos.

No caso do produto final (resíduo decomposto e tratado) ter sido produzido a partir de carcaça/cadáver de ruminantes e almejar a comercialização, a IN destaca que seja comprovado pelo órgão fiscalizador que o Material de Risco Específico (MRE)⁸ tenha sido removido. A IN 48 também destaca que esta informação seja indicada no rótulo, assim como a sua origem e a proibição para consumo animal. O produto poderá ser destinado como adubo, inclusive à exportação, se atender as exigências estabelecidas pelo país de destino. Ainda conforme o parágrafo 1º, da IN nº 48/2019, no Brasil, o produto final não pode ser destinado para a alimentação humana ou animal. Demais destinos podem ser dados mediante análise prévia da Secretaria de Defesa Agropecuária do MAPA (Brasil, 2019). A Figura 3, apresenta um resumo geral das especificações definidas.

⁸ Materiais potencialmente de risco para a transmissão da encefalopatia espongiforme bovina (EEB), assim definidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2019).

Figura 3 - Síntese da Instrução Normativa MAPA nº 48 de 17 de outubro de 2019



Fonte: Brasil (2019), adaptado pela autora (2025).

Tendo em vista a necessidade de rigor no processo de compostagem, a Resolução nº 481, de 03 de outubro de 2017 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, estabelece os critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos (Brasil, 2017). O quadro 1, apresenta os principais critérios:

Quadro 1 - Síntese da Resolução CONAMA nº 481, de 03 de outubro de 2017

<p>Da Qualidade do processo</p> <p>Garantir o período termofílico mínimo (Sistemas abertos > 55°C por 14 dias ou > 65°C por 3 dias. Sistemas fechados > 60°C por 3 dias). Aferir a temperatura e registrar no mínimo uma vez ao dia durante o período mínimo de higienização. O responsável pela Unidade de Compostagem deve disponibilizar relatórios de controle da temperatura e da operação dos sistemas de compostagem, ao órgão ambiental competente.</p> <p>Apresentar uma relação carbono/nitrogênio (C/N) no composto final menor ou igual a 20:1. Quando o composto for destinado à fabricação de substratos para plantas, condicionadores de solos e como matéria-prima à fabricação de fertilizantes organominerais, não se aplica. A relação C/N deverá ser determinada de acordo com as metodologias analíticas adotadas pelo MAPA.</p> <p>Para ser produzido, comercializado e utilizado no solo como insumo agrícola deverá atender o previsto nesta Resolução e em legislação pertinente. Os lotes de composto que não atenderem aos parâmetros de qualidade ambiental estabelecidos na legislação pertinente, à exceção das substâncias inorgânicas, poderão ser reprocessados para que se adequem aos requisitos mínimos exigidos. Quando não for possível o reprocessamento, deverão ser encaminhados para destinação final ambientalmente adequada.</p> <p>O composto deverá ser peneirado com malha de abertura máxima de 40 mm, com exceção do composto destinado à fabricação de substratos para plantas, condicionadores de solos e como matéria-prima para a fabricação de fertilizantes organominerais.</p>
<p>Do Controle Ambiental</p> <p>As unidades de compostagem devem:</p> <p>I – adotar medidas de controle ambiental necessárias para minimizar lixiviados e emissão de odores e evitar a geração de chorume;</p> <p>II – proteger o solo por meio da impermeabilização de base e instalação de sistemas de coleta, manejo e tratamento dos líquidos lixiviados gerados, bem como o manejo das águas pluviais;</p> <p>III – implantar sistema de recepção e armazenamento de resíduos orgânicos in natura garantindo o controle de odores, de geração de líquidos, de vetores e de incômodos à comunidade;</p> <p>IV – adotar medidas de isolamento e sinalização da área, sendo proibido o acesso de pessoas não autorizadas e animais;</p> <p>V – controlar os tipos e as características dos resíduos a serem tratados;</p> <p>VI – controlar a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e líquidos gerados pela unidade de compostagem.</p> <p>Quando aplicável, a critério do órgão ambiental competente, deverá ser realizado o monitoramento ambiental da água subterrânea da área ocupada pelo empreendimento.</p>
<p>Das Disposições Finais</p> <p>Os estabelecimentos sujeitos à elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, conforme art. 20 da Lei nº 12.305/2010, priorizarão a destinação dos resíduos orgânicos para a compostagem ou outras alternativas de reciclagem de resíduos orgânicos, respeitando a ordem de prioridade prevista no art. 9º da referida lei.</p>

Fonte: Brasil (2017), adaptado pela Autora (2025).

Desta maneira, uma Unidade de Compostagem (UC) poderia ser classificada como uma Unidade de Transformação (UT) que é prevista pela IN nº 48/2019, como um estabelecimento que processa exclusivamente animais mortos e resíduos da produção pecuária, com segurança sanitária e destinados somente ao preparo de

produtos não utilizados no consumo humano ou animal (Brasil, 2019), desde que atenda aos critérios das legislações pertinentes.

Mesmo que as legislações apontem para o caminho da reciclagem e uso do processo de compostagem como alternativa de tratamento às carcaças de animais mortos nos estabelecimentos de atividade pecuária, não foi encontrado nenhum trabalho descrevendo esse procedimento ou mesmo, relatando as práticas de destinação das carcaças de animais mortos nos EPEs.

Somente as legislações já mencionadas, sendo federal a IN nº 35/2000 (Brasil, 2000) e estaduais, a diretriz da FEPAM e as exigências e controles no âmbito do DDA ligado à SEAPI (Rio Grande do Sul, 2014; 2016; 2018A), descritas anteriormente.

5.3 Estudos relativos ao composto orgânico de carcaças

A compostagem não é um fim em si mesma, mas, um processo de transformação do resíduo em outro material de características distintas com vista a ser reincorporado novamente nos ciclos produtivos. Assim sendo, existem também, estudos que avaliam o impacto exercido pelo composto orgânico produzido a partir da compostagem de resíduos animais, no solo e fontes de água. Por exemplo, Saran *et al.*, (2017) através da avaliação de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos demonstrou que a utilização do composto orgânico não influenciou negativamente a qualidade das águas superficiais da área estudada, na fazenda da Fundação Parque Zoológico de São Paulo (FPZ/SP). O estudo demonstrou a viabilidade do processo de compostagem como uma alternativa econômica para reduzir o uso de fertilizantes minerais, além de eliminar os impactos ambientais negativos relacionados ao descarte inadequado de resíduos. Mas salientaram a necessidade de outros estudos de monitoramento e controle para inferir sobre a segurança ambiental de uso do produto (Saran *et al.*, 2017).

Sanders *et al.*, (2010) identificaram que ainda que não haja acúmulo significativo de nutrientes abaixo das pilhas de compostagem de carcaças, as características do efluente da mesma podem ser cumulativas no solo ao longo do tempo. E, embora o risco de poluição das águas superficiais seja relativamente baixo, a compostagem deve ser manejada em local adequado e ter o monitoramento das águas subterrâneas para acompanhar os níveis de nutrientes presentes (Sanders *et al.*, 2010).

Lee *et al.*, (2021) avaliaram o tratamento termoquímico⁹ de carcaças (o composto) para aplicação no cultivo de alfaces com solo de baixo nutriente, os resultados demonstraram que um processo de compostagem é necessário e essencial após o tratamento termoquímico para que o material seja utilizado como fertilizante. O índice de germinação foi inferior a 70, e as características da alface (largura da folha e a massa fresca e seca) cultivada em solo comercial, solo com baixo teor de nutriente e com diferentes percentuais de mistura do composto foram significativamente diferentes, sendo menores naquelas cultivadas com carcaça tratada.

Estes resultados indicam que um processo de compostagem é necessário no resíduo tratado termoquimicamente. Isto melhorará a qualidade do resíduo para a utilização como fertilizante. Embora o estudo atendeu as normas Coreanas (o estudo foi realizado na Coréia do Sul) de compostagem de carcaças, o valor do índice de germinação não satisfaz os critérios exigidos. Dessa forma, o tratamento termoquímico teve eficiência para remediar os locais de sepultamento do gado, mas não substitui a compostagem (Lee *et al.*, 2021), principalmente na redução dos índices de amônia.

Um estudo conduzido por Hutchinson *et al.*, (2024) na China avaliou o potencial de perda e movimentação de nutrientes para o solo a partir de pilhas de composto de carcaças. Os resultados corroboraram os resultados encontrados por Sanders *et al.*, (2010), evidenciando que a escolha dos materiais e a correta construção das pilhas de compostagem reduzem a probabilidade de perda de nutrientes para o solo. Nestes casos, o material volumoso absorve lixiviados e impede que cheguem ao perfil do solo. Os autores salientam ainda que a compostagem de carcaça é uma prática de manejo ambiental e economicamente sustentável tanto para mortalidades de rotina quanto para eventos catastróficos. Para eles, o produto final, é um valioso condicionador de solo (Hutchinson e Seekins 2024).

⁹ O processo termoquímico deste estudo teve como matérias-primas as carcaças de animais e cal virgem, os quais foram pesados e colocados em uma moega. As carcaças foram trituradas em dois estágios, utilizando-se esmagamento inicial (grosso) seguido de esmagamento secundário (fino). O cal virgem (CaO) de 70 a 150% do peso das carcaças tratadas e para absorção de umidade. A velocidade de rotação do motor foi controlada e após a mistura das carcaças dos animais e do cal virgem, o tratamento térmico foi aplicado variando de 200 a 500 °C de temperatura, em um agitador rotativo. Após o tratamento térmico, foi adicionada serragem ou turfa de coco (5–50% em peso das carcaças) enquanto a temperatura foi mantida em 100–150 °C. Finalmente, a carcaça tratada termo quimicamente composta pelas carcaças moídas, cal virgem e serragem foi ejetada da máquina, gerando o produto final.

Outros estudos a respeito da compostagem de carcaças de grandes animais, serão apresentados no item de Resultados, pois, resultam da revisão bibliométrica.

6 Procedimentos metodológicos

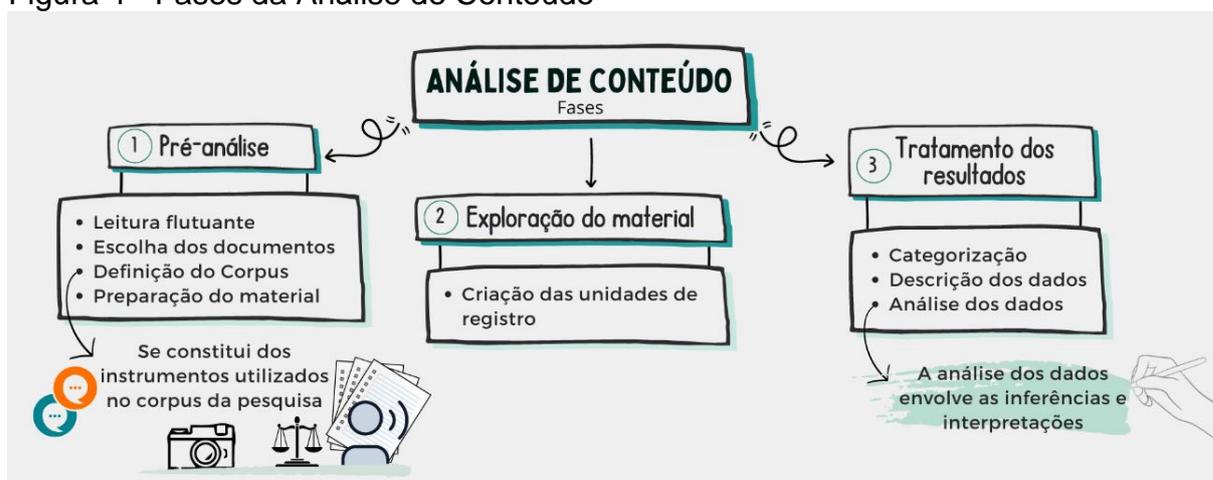
A fim de abranger as múltiplas dimensões do problema investigado buscou-se fazer uso de diferentes ferramentas para estudo e coleta de dados. O estudo trata-se de uma pesquisa de característica mista (quali-quantitativa) onde os objetivos serão mensurados e compreendidos (Bonato, 2017). Assim, o estudo compõe-se de duas etapas principais que requerem procedimentos específicos: (01) análise bibliométrica (quanti) e (02) entrevistas semiestruturadas com três grupos de interesse (quali). Sendo eles, EPEs, Órgãos Públicos e Unidades de Compostagem. O estudo qualitativo ocorreu em todos os EPEs localizados no sul do Rio Grande do Sul, que aceitaram participar e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice 1), conforme exigido pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), onde o projeto foi aprovado no respectivo CAAE 82605924.0.0000.5317.

Para a análise dos resultados qualitativos, utilizou-se a metodologia de Análise de Conteúdo, definida por Bardin (1977) como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 42).

Seguiu-se as etapas descritas por Bardin (1977) e detalhadas por Mendes e Miskulin (2017) (Figura 4), com intuito de manter uma postura de “vigilância crítica” quanto a análise do conteúdo. Para tal, a análise consistiu em três fases.

Figura 4 - Fases da Análise de Conteúdo



Fonte: Autora (2025), adaptado de Bardin (1977, pág. 102).

Por se tratar de uma pesquisa exploratória sobre um tema que ainda é pouco abordado e na qual as entrevistas não foram gravadas para não inibir a fala, não foram

utilizados softwares para as análises dos discursos. Portanto, todas as fases estampadas na figura 4 demandaram um trabalho minucioso e “artesanal”¹⁰, o que está de acordo com os argumentos de Bardin (1977). Para ela o uso de computadores pode ser ineficaz para análises exploratórias, documentos especializados ou quando a unidade de codificação for grande (Bardin, 1977).

Destaca-se que para a realização das entrevistas, foi realizado um primeiro convite a fim de solicitar anuência para realização das entrevistas e repassá-las ao Comitê de Ética em Pesquisa – CEP. Após a aprovação do projeto pelo CEP realizou-se o agendamento das entrevistas.

Foram identificados seis EPEs em atuação na região sul-rio-grandense (informação verbal)¹¹, os quais todos foram contatados e aceitaram participar do estudo. Deu-se sequência ao agendamento das visitas e realização das entrevistas, ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2024, todas elas realizadas nas dependências de cada um dos EPEs e mediante assinatura do TCLE. Contudo, em um dos EPEs não foi possível encontrar data compatível nas agendas para visita e dado o prazo para execução do estudo, não foi coletado o relato. Ainda nesse sentido, cabe mencionar que as operações deste EPE no momento estavam sob responsabilidade de um grupo já entrevistado no estudo, o que muito provavelmente faria com que o padrão de muitas das respostas se repetisse.

Desta forma, estavam previstas um total de dez entrevistas, duas com representantes de órgãos públicos (FEPAM e Inspeção Veterinária), seis entrevistas com representantes dos EPEs e, mais duas entrevistas com representantes de Unidades de Compostagem – UC atuantes na região. Porém, no decorrer das entrevistas, notou-se algumas lacunas e alguns respondentes ao identificarem-nas sugeriram a participação de outros atores, os quais, na opinião deles, poderiam contribuir, o que de fato ocorreu. Assim, participaram ainda um representante da Secretaria do Estado de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI); mais dois representantes de UCs de outras regiões do RS e uma entrevista com representante do MAPA ligado à questões das Quarentenas, além de conversas pontuais/troca de e-mail com mais dois profissionais do MAPA, sendo um auditor fiscal

¹⁰ Trabalho artesanal, refere-se à organização dos relatos, informações, transcrições dos encontros, codificação, dentre outros, de forma manual.

¹¹ Informação obtida na reunião técnica da GerSul/FEPAM com os EPEs.

da área de fertilizantes (SISV/DDA/SFA-RS) e outro do Núcleo de Suporte à Produção Orgânica (NUSORG/DDA/SFA/RS).

No quadro abaixo (2), apresenta-se os atores entrevistados na pesquisa.

Quadro 2 - Atores pesquisados e número de entrevistados

Atores pesquisados		Nº de entrevistados
EPEs		5
Órgãos Públicos	Inspetoria Veterinária/RS	1
	FEPAM/Gersul	1
	MAPA	1 (+2 conversas pontuais)
	Secretária Estadual de Agricultura	1
Unidade de Compostagem		4

Fonte: Autora, 2025.

As entrevistas, em sua maioria, foram realizadas no local de trabalho do entrevistado de modo presencial. Em algumas foi possível caminhar pela unidade e conhecer as estruturas e em outros restringiu-se a sala de reuniões, conforme a preferência do entrevistado. Dois representantes de Unidades de Compostagem foram entrevistados via plataforma *meet* devido a inviabilidade logística de ir até a mesma. Da mesma forma, isto aconteceu com dois representantes de órgão do poder público.

Na ocasião da entrevista, foi entregue o TCLE com a justificativa de realização da pesquisa, seus objetivos, procedimentos a serem realizados para coleta de dados, riscos e benefícios, bem como aspectos relativos à privacidade e confidencialidade de informações prestadas. Os participantes foram informados de que não teriam gastos com a pesquisa e que a participação ocorreria de modo voluntário, tendo o direito de desistirem de participar e retirarem o consentimento a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Mediante o aceite, foram assinadas duas vias do TCLE e deu-se início a realização do diálogo. Na sequência, está descrita a metodologia adotada para atender cada um dos objetivos específicos definidos previamente.

6.1 Construção de revisão bibliométrica para a obtenção do cenário da compostagem de carcaças de grandes animais no mundo

A revisão bibliométrica fornece uma análise estruturada para um grande corpo de informações e, portanto, possui potencial de introduzir um processo de revisão

sistemática, transparente e reproduzível baseado na mensuração estatística da ciência, dos cientistas ou da atividade científica (Aria e Cuccurullo, 2017).

O pacote BibliometrixR é um software de código aberto muito popular para análise bibliométrica e estatística (Jalal, 2019), utilizado pela comunidade científica para análise e interpretação de dados através das ferramentas do seu pacote *Biblioshiny*. Nos trabalhos realizados por Sandoval *et al.* (2024) e Deus, Battistelle e Silva (2015), estes utilizaram essa metodologia em seus estudos e é evidente a importância não só para a discussão dos resultados de um trabalho experimental, como também para a obtenção de dados bibliográficos.

O objetivo da consulta foi buscar nas bases de dados, nesse caso, na *Web Of Science* (WOS) e na *Scopus*, artigos que abordem em seus tópicos (título, palavras-chave e resumo) a compostagem para a gestão de mortalidades de animais de grande porte, eliminando da busca animais de pequeno e médio porte, além de excluir a técnica de vermicompostagem, que não é o foco deste trabalho. Após, é realizado *download*, no formato *bibtex*, dos resultados de ambas as consultas. Com o auxílio do software estatístico R, realiza-se a consolidação dos artigos em uma base única e a remoção dos documentos duplicados, gerando uma base única com os artigos (Figura 5).

Figura 5 - Etapas executadas na metodologia de pesquisa



Fonte: Autora, 2024.

Para interpretação dos resultados, seguiu-se as instruções disponibilizadas por Aria e Cuccurullo (2017).

Cabe mencionar ainda que a escolha destas duas bases de dados se deu pelo fato serem as mais expressivas em agregação de periódicos e por permitem a extração e manipulação de dados em plataformas que facilitam a construção de gráficos (Santos; Rosa; Killian 2020), como o caso do BibliometrixR. O que não acontece com a maioria das bases regionais, entretanto, foi feita a consulta em navegador comum “*google Edge*” de modo a complementar a discussão do tema e compreensão da dinâmica de pesquisa.

6.2 Mapeamento dos dados dos EPEs da região Sul do Rio Grande do Sul em termos de concentração animal e mortalidade por ciclo de quarentena

Inicialmente, o mapeamento dos EPEs se deu através de consulta ao órgão de fiscalização ambiental do Estado, a FEPAM. Isto porque conforme a Resolução CONSEMA 372/2018 (Rio Grande do Sul, 2018B) a atividade está sob o CODRAM 117,10 “criação de bovinos semiconfinados” com potencial poluidor alto e licenciável pelo município apenas do porte mínimo ao médio, ou seja, de 201 a 600 cabeças. Estando na competência do Estado o porte grande, de 601 a 1000 cabeças, bem como os maiores, classificados como excepcionais, que é o caso dos EPEs em estudo, localizados na região Sul do RS.

A consulta a FEPAM foi realizada via Sistema Online de Licenciamento (SOL) e acesso a dados primários, por meio de entrevista semiestruturada (Apêndice 2) com a gerência da regional Pelotas (GERSUL - FEPAM). De acordo com Arnoldi e Rosa (2017) as entrevistas semiestruturadas permitem que o indivíduo discorra e verbalize seus pensamentos, tendências e reflexões sobre os temas apresentados. Portanto, ao mesmo tempo que exigem um roteiro de tópicos, elas seguem uma formulação flexível deixando as minúcias por conta do diálogo naturalmente dinâmico entre os sujeitos (Arnoldi e Rosa 2017). A escolha deste entrevistado se justifica em razão do atendimento prestado aos EPEs ser realizado majoritariamente pelo mesmo, o que faz com que tenha uma vasta experiência com as questões ambientais relacionadas.

Após, se fez contato com os empreendimentos para realização de visita *in loco*, quando possível, e agendamento de conversa com o responsável técnico/veterinário (RT) de cada EPE. De modo a obter informações técnicas relevantes para o estudo, desde concentração animal, produção de resíduos (esterco) e mortalidade por ciclo de quarentena (dados primários). Para melhor desenvolvimento do diálogo foi realizada uma entrevista semiestruturada (Apêndice 3), a qual se iniciou com questões

relacionadas ao tempo de atuação no empreendimento e de caracterização da atividade produtiva, passando pelo diagnóstico dos procedimentos realizados atualmente em relação a gestão das carcaças de animais mortos e seguindo até a percepção deles sobre a geração de composto orgânico a partir da compostagem de carcaças.

Cabe mencionar que as entrevistas semiestruturadas nos EPEs auxiliou também na obtenção dos dados para os demais objetivos específicos desta dissertação. Para fins de interpretação dos dados, destaca-se que as entrevistas nos EPEs se deram com veterinários, RTs, gerente administrativos e ou proprietários, entende-se que tal fato deve ser considerado pois, pode influenciar nas respostas dadas.

Ademais, dados secundários de legislações, materiais bibliográficos, portais estatísticos e fotografias também integram a análise e compreensão da cadeia produtiva dos EPE, bem como dos procedimentos realizados por estes.

6.3 Identificação dos procedimentos realizados para tratamento e destinação de carcaças de animais mortos nos EPEs

Os procedimentos realizados para o tratamento e destinação de carcaças de animais mortos nos EPEs já são previamente padronizados quando no processo de licenciamento do empreendimento de criação semiconfinada. Entretanto, manejos distintos podem ser adotados por cada unidade e o objetivo do estudo é documentar os procedimentos que estão sendo empregados atualmente e quais alternativas são empregadas em casos excepcionais. Como por exemplo, surtos de mortes por doenças ou desastres naturais.

Em caso da possibilidade de visitas foi solicitada autorização para a realização de fotografias, além da realização da entrevista. Isto porque as fotografias ampliam o conhecimento do estudo, uma vez que momentos ou situações do cotidiano vivenciado tornam-se documentadas (Minayo, 2002).

6.4 Identificação da percepção dos atores quanto às potenciais barreiras e facilitadores para a geração de produto a partir da compostagem de carcaças no território sul-rio-grandense

Foi realizado um levantamento acerca da legislação pertinente ao tema, Federal e Estadual as quais foram analisadas e relacionadas com as informações

obtidas através das entrevistas e percebidas nas visitas, de modo a identificar possíveis entraves ou facilitadores para a geração do composto orgânico comercial.

Para dar mais robustez aos dados e esclarecer eventuais dúvidas, também foi realizada uma entrevista semiestruturada com agentes de órgãos ambientais, sendo eles:

- FEPAM: coleta de informações sobre procedimentos realizados para tratamento e destinação de carcaças de animais mortos nos EPEs (Apêndice 2);

- SDA: com objetivo de realizar levantamento do nº de bovinos que chegam ao EPE e do total exportado, dentre outras informações relevantes ao estudo, além de aspectos de segurança sanitária (Apêndice 2).

- MAPA: devido a existência de lacunas, foi aplicado um questionário (Apêndice 2) para entender o regramento referente ao gerenciamento de animais mortos. Por indicação, devido a permanência de dúvidas, após conversas pontuais com mais dois profissionais do MAPA, da parte de fertilizantes, entrevistou-se também um representante da:

- SEAPI: a fim de melhor compreender a implementação da legislação existente a respeito do gerenciamento de animais mortos, sobretudo, bovinos.

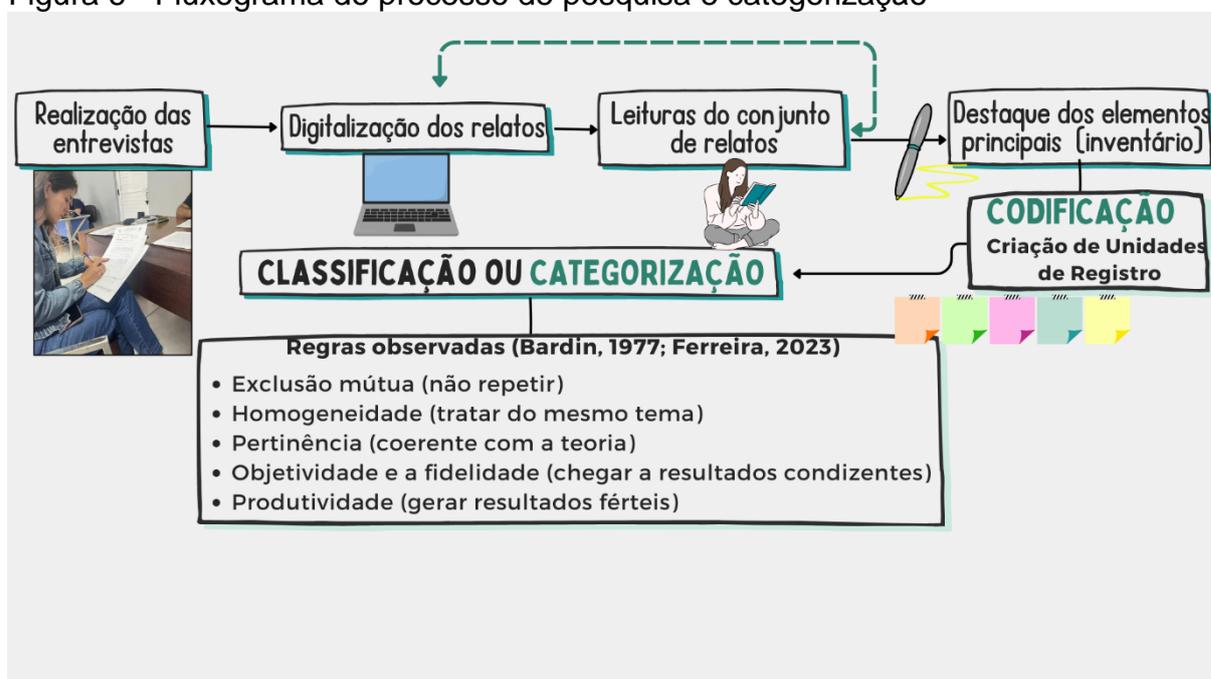
Consideramos pertinente obter o ponto de vista também de profissionais que atuam no ramo da compostagem e produção de compostos orgânicos, uma vez que estes podem estar enfrentando desafios ou mesmo já os terem superado. Dessa maneira, suas experiências podem contribuir para nossa investigação de viabilidade de geração de um novo produto a partir dos animais mortos em EPE e da compostagem. Logo, a ferramenta de entrevista semiestruturada foi aplicada também com técnicos/profissionais ligados a compostagem (Apêndice 4), totalizando quatro UCs respondentes.

A medida que se realizou as entrevistas com os agentes envolvidos na temática de estudo, os relatos obtidos foram digitalizados em um arquivo *word*. Buscou-se realizar tal procedimento tão logo concluída a entrevista, uma vez que as mesmas não foram gravadas mas gostaríamos de preservar ao máximo a fala como foi dita pelos agentes. Concluída a digitalização do relato, se lia o material e assim, ao final da fase de coleta de informações com os agentes envolvidos, foi feita a leitura completa mais algumas vezes. Essa etapa foi essencial para a construção lógica e harmônica das demais, pois a medida que se acrescentava o relato de um ator diferente, a releitura do conjunto de dados possibilitava identificar a lacuna que se estava preenchendo e

quais as que ainda careciam de informações (Figura 6). Essa construção, permitiu obter uma visão integrada do conjunto relatado, e de acordo com Franco (2005) essas leituras, também chamadas de leituras flutuantes, é onde se estabelece um contato com o conteúdo a ser analisado, permitindo que as impressões, emoções, conhecimentos e expectativas invadam o pensar do pesquisador (Franco, 2005).

A próxima etapa, trata-se da categorização, a qual é constituída por dois procedimentos: o **inventário**, onde se isola os elementos; e a **classificação**, onde se procura impor uma certa organização aos elementos identificados e suas mensagens (Bardin, 1977). Na definição das categorias, observou-se as regras detalhadas por Bardin (1977), conforme a Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma do processo de pesquisa e categorização



Fonte: Autora (2025), adaptado de Bardin (1977) e Ferreira (2023).

Sendo assim, durante a leitura destacamos através do recurso de realce de texto do *word* as informações fornecidas e na sequência, identifica-se sobre qual aspecto da temática o entrevistado estava se referindo, questão a questão, chamando-os de **códigos**. Feito isso, agrupou-se os códigos em **categorias** (Quadro 3).

Quadro 3 - Categorias e códigos criados a partir dos dados obtidos nas entrevistas

Categorias	Códigos
Processo de desenvolvimento da atividade	Motivação Histórico Dificuldades operacionais, financeiras e técnicas Demanda de mercado
Operação quarentena dos animais	Seleção dos animais Procedimentos na chegada dos animais Intensidade de operação Doenças relatadas Manejo com animais doentes Lidando com a mortalidade Influências climáticas
Processo de compostagem dos resíduos	Característica de infraestrutura Tipos e características de resíduos Procedimentos iniciais empregados Montagem das pilhas Monitoramento e controle Destino do produto da compostagem Incertezas (jurídicas, técnicas) Impactos no gerenciamento de animais mortos Ações de melhorias sugeridas para o gerenciamento de animais mortos
Geração de composto orgânico a partir de carcaças animais	Viabilização Produção do composto comercial
Perspectivas futuras	Aperfeiçoamento Mudança cultural para um Desenvolvimento sustentável

Fonte: Autora, 2025.

7 Resultados e Discussão

7.1 Parte I - Análise bibliométrica

A pesquisa por trabalhos científicos envolvendo a temática da compostagem de carcaças de grandes animais foi realizada nas bases de dados *Web of Science* (Wos) e *Scopus* no mês de março de 2024. Não foi limitado o tempo, tendo em vista que há estudos importantes de compostagem de carcaças em diferentes épocas (1982 a 2024) (Figura 7). As palavras usadas em ambas as bases de dados são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Sequência de pesquisa realizada nas bases de dados

Base	Palavra de pesquisa	Resultado
Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("composting") AND TITLE-ABS-KEY ("mortality" OR "mortalities" OR "carcass" OR "carcasses") AND TITLE-ABS-KEY ("livestock" OR "cattle" OR "equine")) AND NOT ALL FIELDS ("pigs" OR "poultry" OR "caprine" OR "sheep" OR "vermicomposting" OR "swine").	19 artigos
Web of Science	(TITLE-ABS-KEY ("composting") AND TITLE-ABS-KEY ("mortality" OR "mortalities" OR "carcass" OR "carcasses") AND TITLE-ABS-KEY ("livestock" OR "cattle" OR "equine")) AND NOT ALL FIELDS ("pigs" OR "poultry" OR "caprine" OR "sheep" OR "vermicomposting" OR "swine").	43 artigos

Fonte: Autora, 2025.

Conforme a Tabela acima utilizou-se para os três campos (título, resumo e palavra-chave), a busca pelos termos "*composting*" e "*mortality*" ou "*mortalities*" ou "*carcass*" ou "*carcasses*" e também nos 3 três campos "*livestock*" ou "*cattle*" ou "*equine*". Foi excluída da busca nos três campos os termos "*pigs*" ou "*poultry*" ou "*caprine*" ou "*sheep*" ou "*vermicomposting*" ou "*swine*". Deste modo, o objetivo da consulta foi buscar os artigos que abordassem em seus tópicos (título, palavras-chave e resumo) a compostagem para a gestão de mortalidades de animais de grande porte, eliminando da busca animais de pequeno e médio porte, além de excluir a técnica de Vermicompostagem, que não é o foco deste trabalho. Com isso, encontrou-se 43 artigos na *Web of Science* (Wos) e 19 artigos na *Scopus*.

Foi realizado download, no formato bibtex, de ambas as consultas. Com o auxílio do software estatístico R, foi realizada a consolidação dos artigos em uma base única, além da remoção dos documentos duplicados. Obteve-se então um uma base com um total de 55 artigos, publicados em 37 periódicos diferentes. Os artigos contam com a colaboração de 155 pesquisadores e uma média de cinco coautores por artigo, sendo que 16% possuem coautoria internacional (Figura 7).

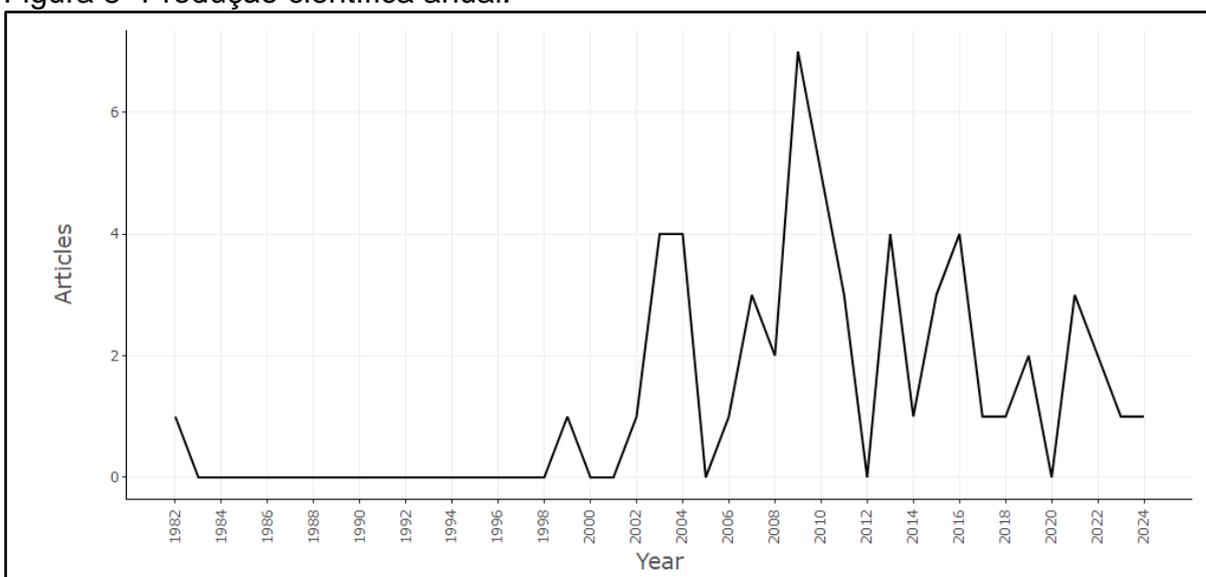
Figura 7 - Panorama do resultado encontrado na busca



Fonte: Autora, 2025.

Em média, os artigos possuem treze anos de publicação, ou seja, foram publicados em 2011. Há um pico de publicações, por volta de 2010/2011 (Figura 8).

Figura 8- Produção científica anual.



Fonte: Autora, 2025.

É importante destacar que o trabalho mais antigo (1982), publicado por Strauch na Alemanha apresentou uma revisão a respeito da situação e tendências da avaliação higiênica da transformação e utilização agrícola de resíduos da produção animal. O livro intitulado “*Stand und Tendenzen hygienischer Beurteilung der Aufbereitung und landwirtschaftlichen Verwertung von Reststoffen aus der tierischen Produktion und dem kommunalen Bereich*”, em tradução livre significa algo como “Situação e tendências na avaliação higiênica do processamento e utilização agrícola de resíduos da produção animal e do setor municipal”. Dentre as considerações destacadas pelo autor vale mencionar que a legislação relativa à transformação de carcaças de animais em grande medida eficaz, possuía segundo ele, necessidade de

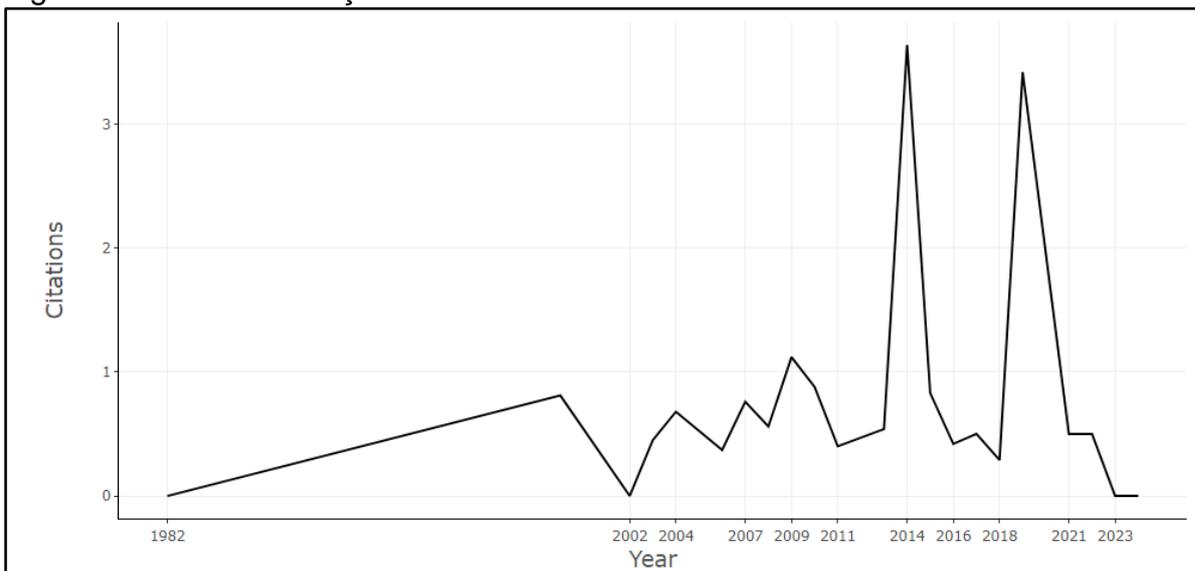
incorporação de algumas modificações, por exemplo, as tecnologias de transformação de subprodutos que não resultem em resíduos de substâncias tóxicas ou cancerígenas.

Coincidentemente com o trabalho de Strauch (1982), a temática do trabalho mais recente encontrado na busca, de Hutchinson e Seekins (2024), avaliou o impacto da compostagem de carcaças de grandes animais sobre os nutrientes no solo. Este trabalho reforça a importância de pesquisas que visam estudar a correta destinação destes resíduos e, também, com a não contaminação do meio ambiente.

Entretanto, destaca-se que entre 1982 e 1998, há um hiato sem publicações encontradas nestas bases, referente ao tema. A partir dos anos 2000 que iniciam os trabalhos publicados. Acredita-se que tal movimento tenha sido mobilizado, principalmente pelas Conferências Globais, uma vez que elas tornaram públicas não só as evidências de contaminações ambientais, como iniciaram a discussão acerca dos impactos ambientais e da necessidade de padrões de consumo mais sustentáveis. A primeira Conferência das Nações Unidas tratando da temática ambiental realizada no Brasil, foi a ECO-92, na cidade do Rio de Janeiro. Marcava-se duas décadas desde a Conferência de Estocolmo, por isso, retomaram-se os projetos estabelecidos em Estocolmo e discutiram-se temas ligados à preservação ambiental e a reciclagem. Concluíram ainda que, se os países continuassem a utilizar os recursos do planeta de maneira predatória, estes estariam em extinção no próximo século (Murça, 2020).

A alta na média de citações ocorreu em períodos mais atuais (Figura 9) como os anos de 2014 e 2021, o que possivelmente pode estar relacionado ainda com os resultados de Conferências Globais, organizadas pelas Nações Unidas, pois a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como RIO+20, realizada em 2012 e a Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, em 2015 conduzem à adoção dos 17 ODS (ONU, 2024). As quais geraram documentos importantes como “O Futuro que Queremos” onde reafirmaram os compromissos e destacavam a importância de uma economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável.

Figura 9 - Média de citações anuais



Fonte: Autora, 2025.

Com o objetivo de mensurar os assuntos abordados com maior frequência nos artigos encontrados, elaborou-se uma nuvem de palavras (Figura 10). Palavras como “cattle” (11 vezes), “composting” (9 vezes), “agriculture” (7 vezes) são as de maior destaque, seguidas de “carcass disposal” e “survival”, as quais significam bovinos, compostagem, agricultura, disposição de carcaças e sobrevivência. As palavras em maior destaque geralmente aparecem associadas nos estudos desta temática e retratam a questão central que é a compostagem de carcaças bovinas e a disposição do material na agricultura, considerando aspectos de segurança sanitária.

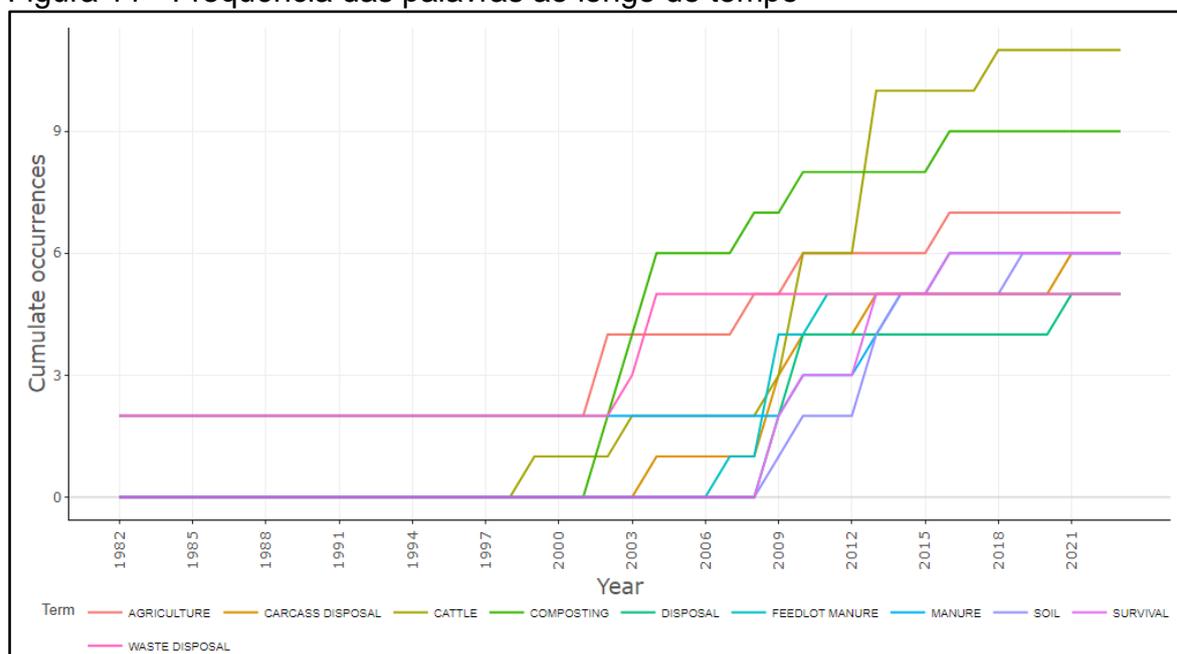
Figura 10 - Nuvem de palavras



Fonte: Autora, 2025.

Na Figura 11, foi possível observar que até o início dos anos 2000 apareciam somente os termos “*soil*” (solo) e “*survival*” (sobrevivência) nos estudos. Entretanto, quando o componente “*cattle*” (bovinos) começa a ser estudado, ocorre uma crescente expressiva também nos termos “*composting*” (compostagem) e “*agriculture*” (agricultura), sinalizando que o foco dos estudos se volta ao método de compostagem de bovinos. No período de 2018-2021 todos estes termos em estudo, aparecem de forma estável, exceto “*soil*”, “*disposal*” e “*carcass disposal*” (disposição de carcaça) que apresentam um crescimento. Isso, nos permite inferir que a preocupação da maioria dos pesquisadores não é tanto a compostagem em si, mas sim, a disposição deste produto no solo.

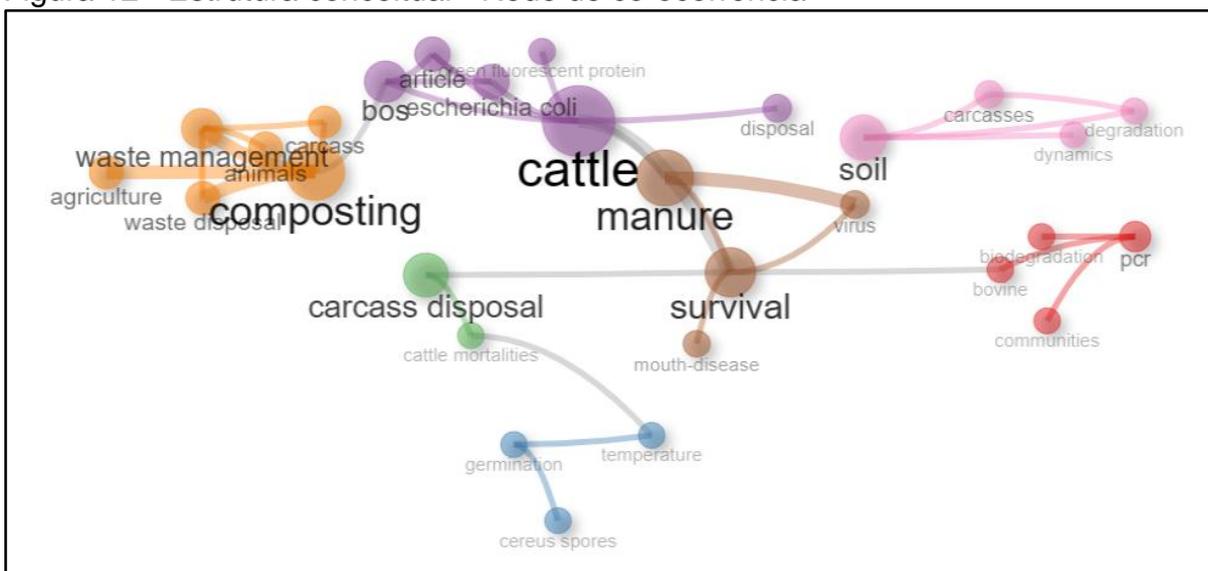
Figura 11 - Frequência das palavras ao longo do tempo



Fonte: Autora, 2025.

No que se refere a estrutura conceitual, ou seja, ao conhecimento que a ciência aborda e a forma que os temas e tendências aparecem, a Figura 12 apresenta a rede de co-ocorrência entre as palavras-chave utilizadas nos documentos filtrados pela busca. Quando as palavras aparecem muito próximas, significa que há uma grande proporção de trabalhos que as abordam em conjunto. Desta forma, questões referente a compostagem (“*composting*”), gestão de resíduos (“*waste management*”) e agricultura (“*agriculture*”) são tão interligadas nas pesquisas que formam um *cluster* bem denso (em laranja).

Figura 12 - Estrutura conceitual - Rede de co-ocorrência

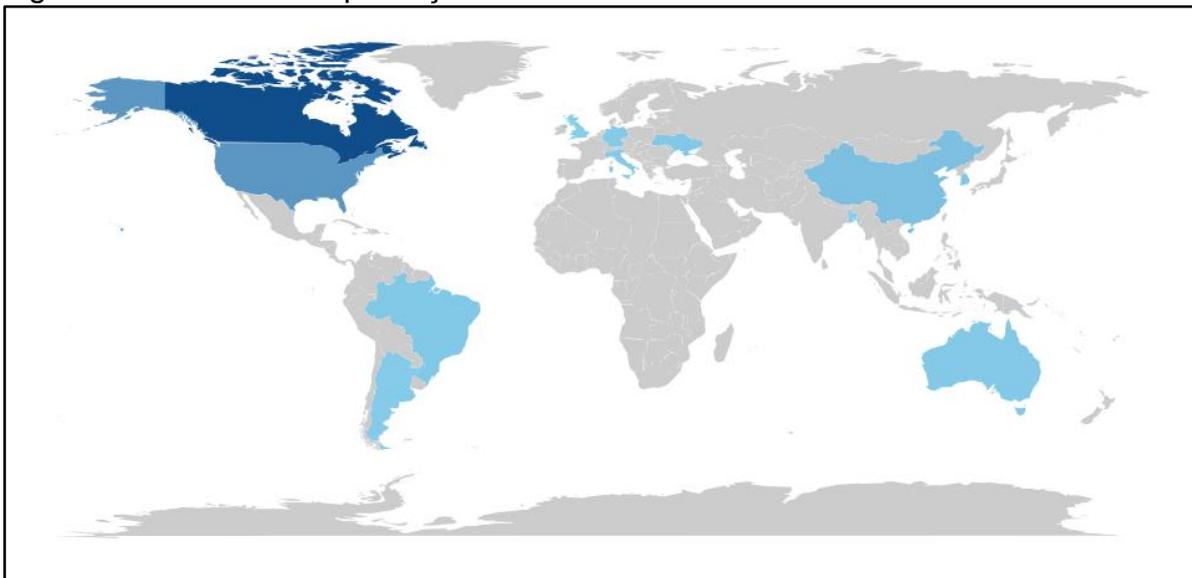


Fonte: Autora, 2025.

Outras palavras, no entanto, embora estejam em agrupamentos distintos, como o caso de “cattle” (em roxo) e “manure” (em marrom) também apresentam uma forte ligação, indicando que aparecem juntas em estudos. Nota-se que a palavra “cattle” em maior intensidade é praticamente um “núcleo” aparecendo em conjunto nos estudos com várias temáticas. Existem ainda, agrupamentos mais isolados e com menor ocorrência como os *clusters* em vermelho, azul, rosa e verde, as quais podem estar relacionadas a novas pesquisas que vêm surgindo ou a temas pouco explorados. A intensidade mais forte de algumas palavras, como “soil” e “carcass disposal” permite inferir que serão temas emergentes em estudos futuros, visto que na Figura 11 já estão em alta nas pesquisas.

Na Figura 13 tem-se a ilustração da produção científica por países, onde o Canadá se destaca, sendo o maior produtor de ciência na área desde 2004 (Figura 14). Na sequência tem-se Estados Unidos, Ucrânia e Coréia, os quais possuem trabalhos em períodos anteriores, entretanto, em menor quantidade. Destacando que o Brasil aparece entre os 6 países com produções neste assunto.

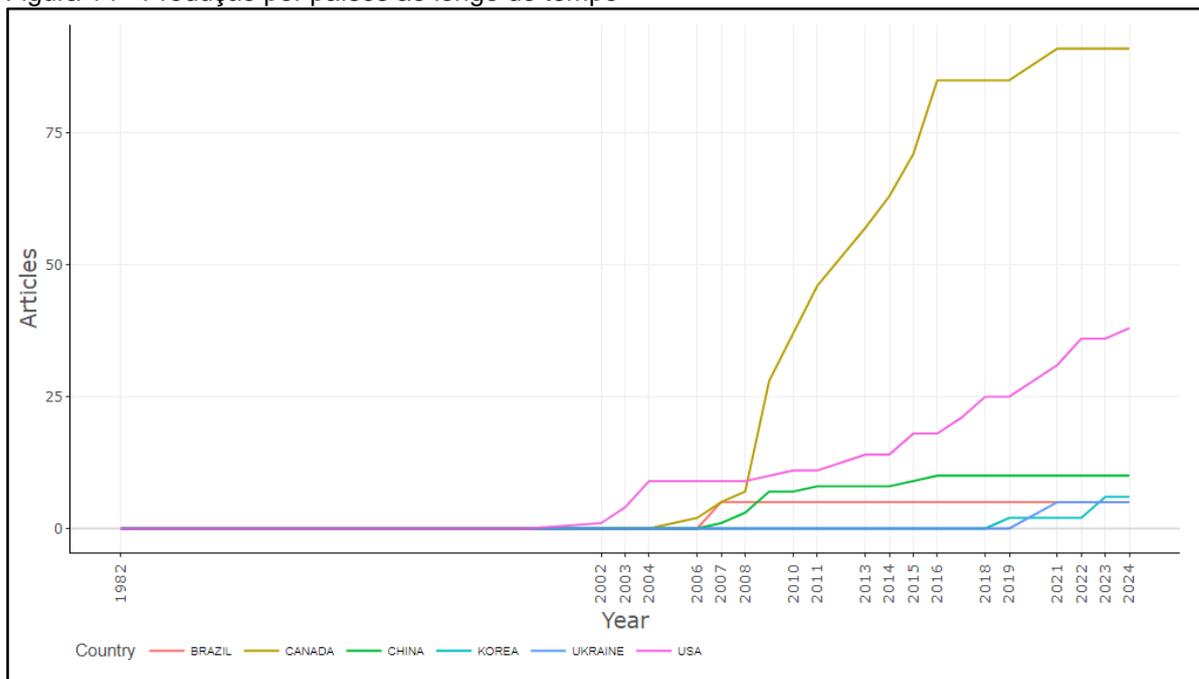
Figura 13 - Países com produções científicas no assunto



Fonte: Autora, 2025.

Atualmente, Canadá, Estados Unidos e China são os países que mais produzem trabalhos na área (Figura 14). O Brasil ocupava a quarta posição até 2021, quando perdeu posição para Ucrânia. Este fato pode possivelmente possuir relação com período do desenvolvimento do projeto Tecnologias para a Destinação de Animais Mortos (TEC-DAM 2016-2019).

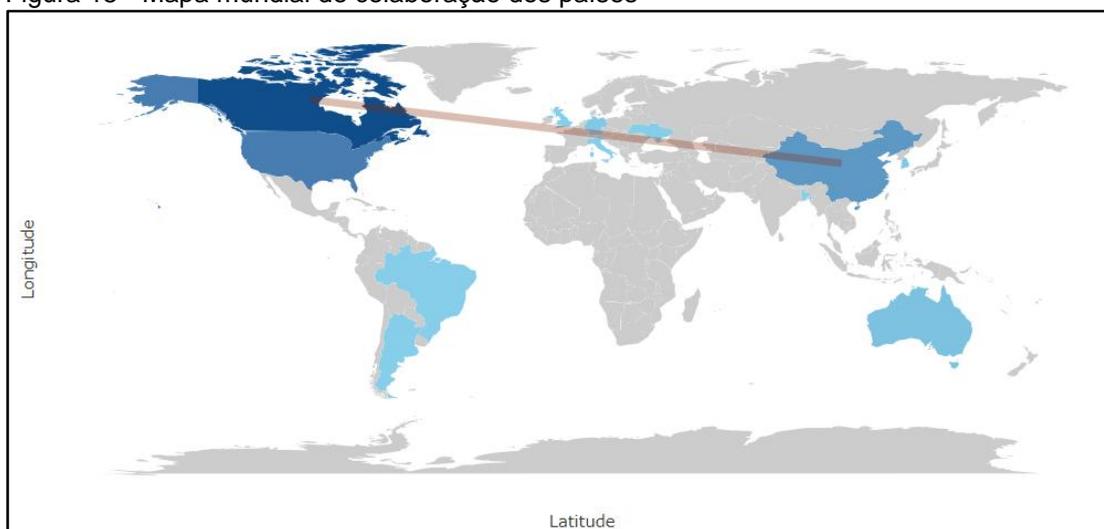
Figura 14 - Produção por países ao longo do tempo



Fonte: Autora, 2025.

Cabe mencionar ainda que há uma intensa troca de colaboração entre a China e o Canadá, conforme a Figura 15. Existem trabalhos desenvolvidos em conjunto, por autores destes países, como o “*Greenhouse Gas Emissions during Co-Composting of Calf Mortalities with Manure*”, publicado em 2007 pelos seguintes autores: Xu, S. (*Agriculture and Agri-Food Canada, Alberta Agriculture and Food, China Agricultural University*); Hao, X. (*Agriculture and Agri-Food Canada*); Stanford K. (*Alberta Agriculture and Food*); McAllister, T. A. e Larney, F. J. (*Agriculture and Agri-Food Canada*) e Wang, J. (*China Agricultural University*).

Figura 15 - Mapa mundial de colaboração dos países



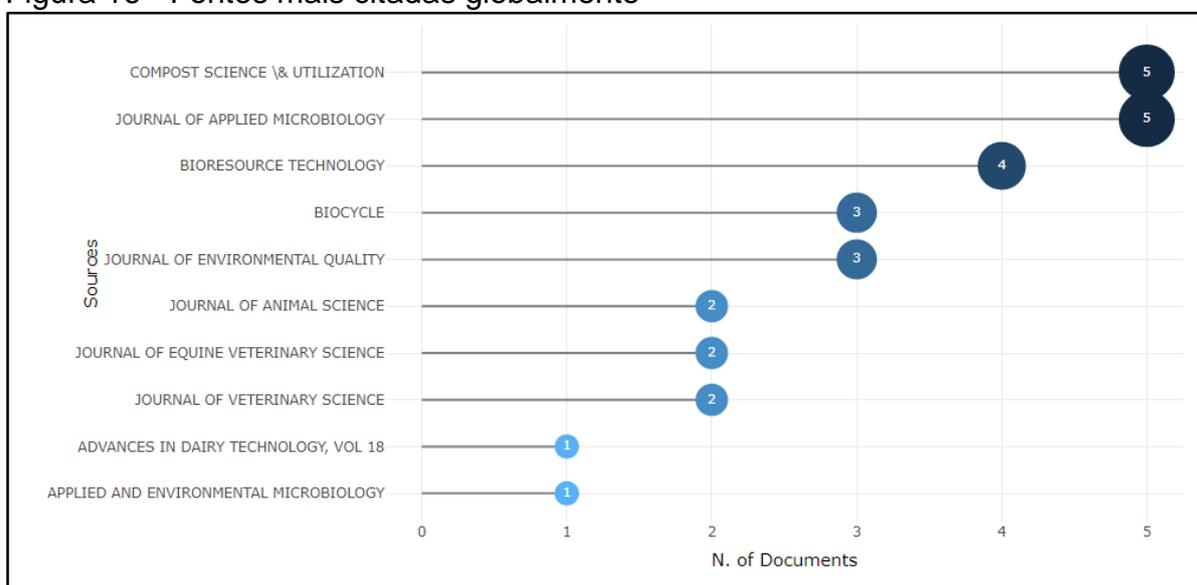
Fonte: Autora, 2025.

Para compreender mais sobre o impacto das fontes, dos documentos e dos autores, o bibliometrix possui uma funcionalidade que analisa globalmente e localmente este impacto. Sendo que “global” considera todos os dados contidos em todo o banco de dados (por exemplo, WoS e Scopus) que são fornecidos pela WoS/Scopus e estão incluídos no registro de metadados. Citações globais medem o impacto de um documento no todo do banco de dados bibliográfico. Quando se trata de “local” é mensurado dentre os dados incluídos na coleção analisada, no caso os 55 documentos, sendo calculado pela bibliometria analisando todo o conjunto de referências (Aria e Cuccurullo, 2017).

No que se refere às fontes de publicação citadas globalmente, é possível verificar que alguns periódicos se destacam no número de documentos publicados (Figura 16). De acordo com a plataforma sucupira na consulta da lista preliminar de qualis de periódicos para o quadriênio 2017-2020, o periódico “*Compost Science & Utilization*” pertence à editora Taylor & Francis Online e classifica-se como A4 na área de zootecnia e recursos pesqueiros, contudo não tendo isso avaliado nas demais

áreas (Figura 16). E o “*Journal of Applied Microbiology*” como A3, também na lista preliminar.

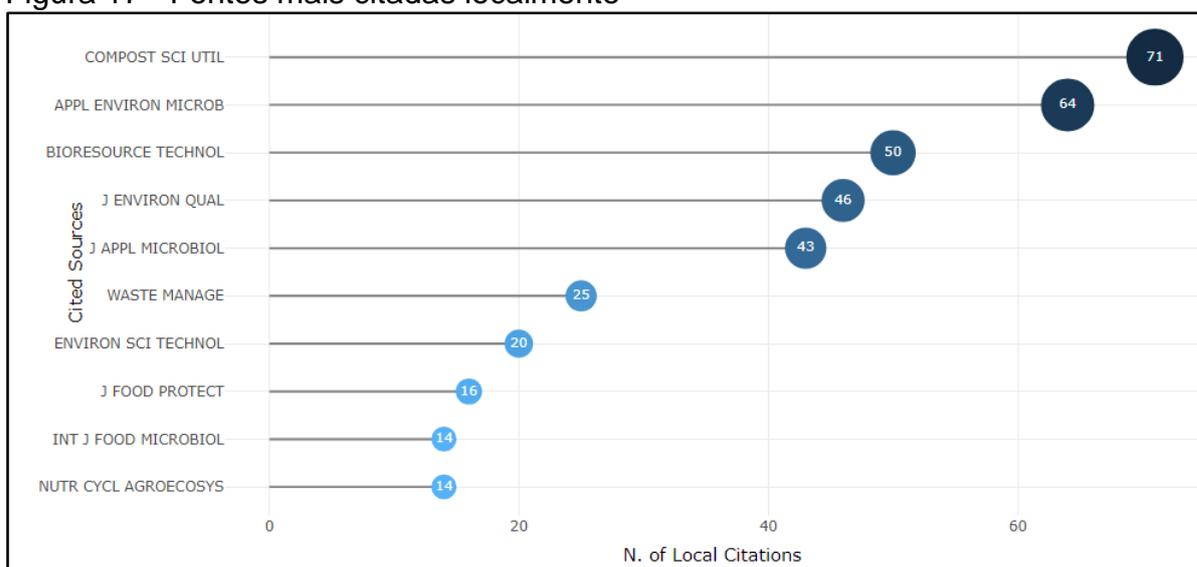
Figura 16 - Fontes mais citadas globalmente



Fonte: Autora, 2025.

Nas fontes mais citadas localmente, o periódico “*Compost Science & Utilization*” mantém-se em primeiro lugar e em segundo, aparece a “*Applied and Environmental Microbiology*” da “*American Society for Microbiology* (“*ASM*”)” (Figura 17), classificada no qualis sucupira como A1 em todas as áreas com publicações no quadriênio 2017-2020 (de acordo com a lista preliminar).

Figura 17 - Fontes mais citadas localmente

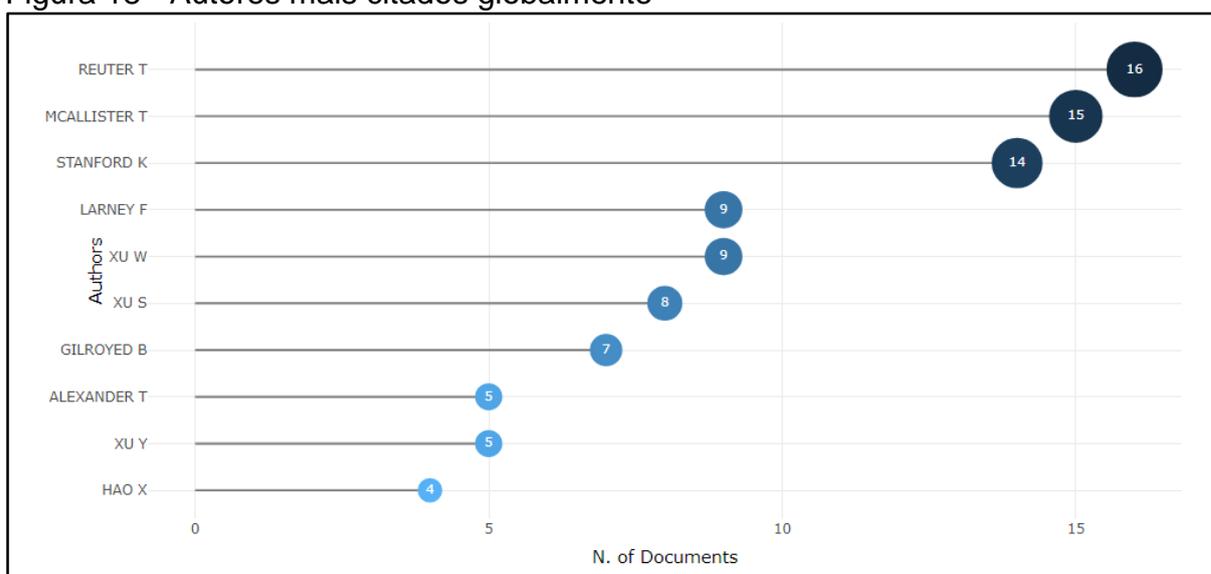


Fonte: Autora, 2025.

No que se refere aos autores mais citados, globalmente se destacam, Tim Reuter (*Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Centre*), Tim A. McAllister (*Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Centre*) e Kim Stanford (*Alberta Agriculture and Food, Agriculture Centre - Canadá*), com 16, 15 e 14 citações, respectivamente (Figura 18).

Ao analisarmos o perfil dos autores podemos inferir que Reuter desde o início de seus trabalhos em 2008, sempre preocupou-se muito com a biossegurança do processo, possuindo uma constância de publicações e citações que pode ser verificada na Figura 19. McAllister é semelhante, mas em menor volume de publicações e citações. Por sua vez, Stanford, possui um período em que não possui publicações e citações (Figura 20), entretanto, ainda assim, considerando a totalidade dos bancos de dados, é um autor muito citado.

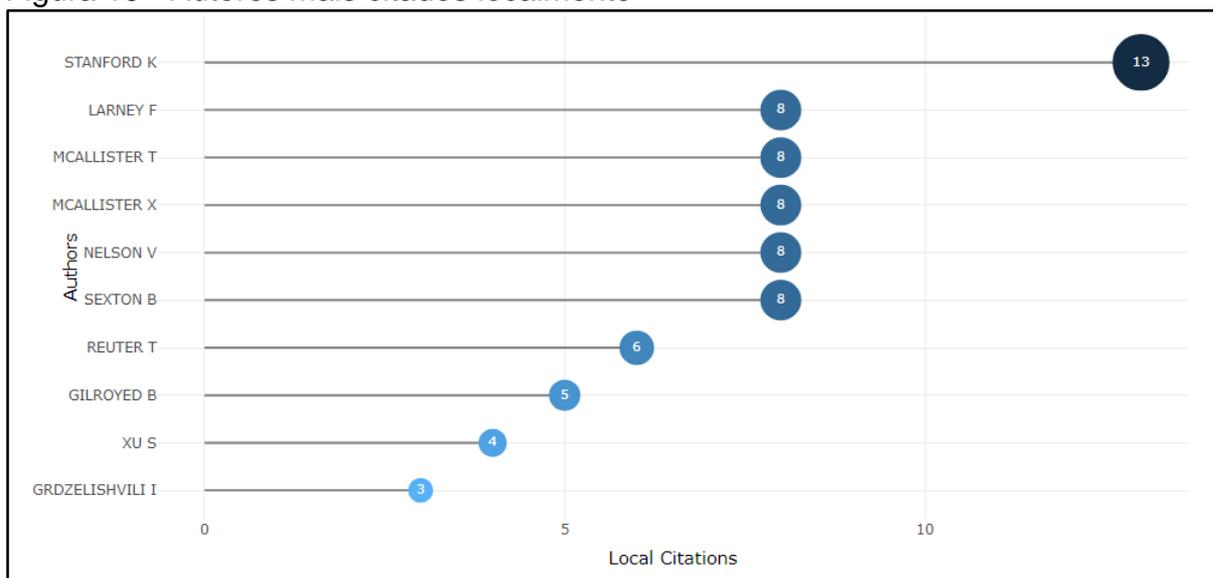
Figura 18 - Autores mais citados globalmente



Fonte: Autora, 2025.

Já localmente, ou seja, nos artigos selecionados pela busca, o autor Kim Stanford fica na primeira posição com 13 citações, seguido por Francis J. Larney (*Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research and Development Centre*), com 8 citações (Figura 19). Ambos tiveram um período de menor citações e publicações, todavia, seguem contribuindo para as pesquisas.

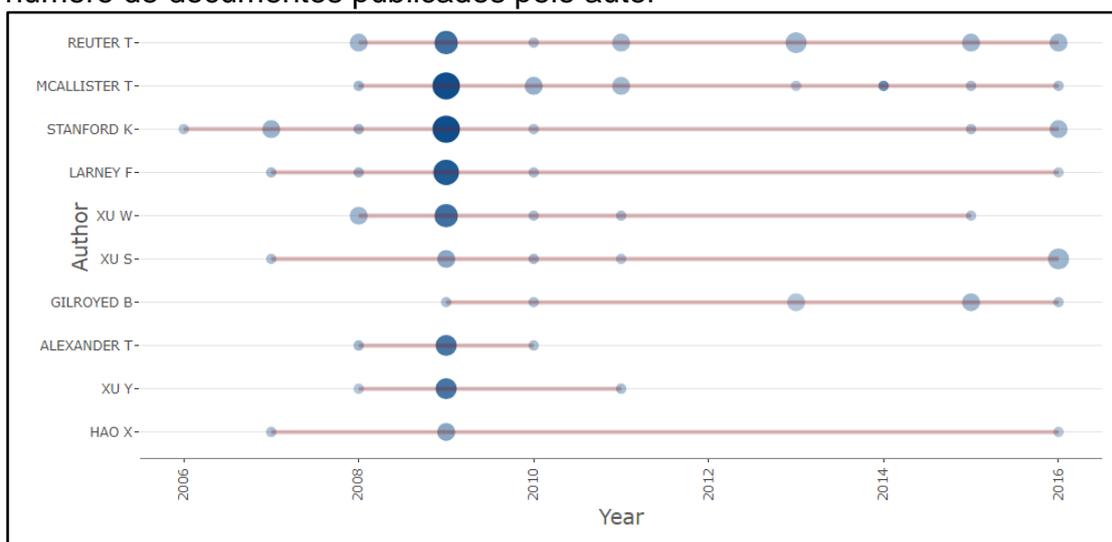
Figura 19 - Autores mais citados localmente



Fonte: Autora, 2025.

Conforme pode-se observar na Figura 20, o número de produções por autor ao longo do tempo, nota-se que em 2009 foi o ano em que houve as maiores citações de publicações (coloração mais intensa). Por outro lado, o autor Reuter começou publicar posteriormente ao autor Stanford, contudo manteve constância nas publicações de 2008 – 2016 (Figura 20), o que não é observado para Stanford (1ª e 3ª linhas superiores).

Figura 20 - Produção por autor ao longo do tempo (2006-2016), sendo a intensidade de cores referente ao total de citações por ano e o tamanho do círculo referente ao número de documentos publicados pelo autor



Fonte: Autora, 2025.

Dessa forma, ao analisar a estrutura intelectual do conjunto de artigos selecionados na busca, percebe-se a rede de colaboração ou de “co-citações”, que

O *cluster* em verde possui trabalhos focados em estudar e promover a eficiência do processo de compostagem, norteados por Xu, S. *et al.*, (2007), que avaliou a emissão de gases pelo processo. Possui também como destaque o trabalho de Looper (2002) com o título “*Whole Animal Composting of Dairy Cattle*”, que relata os resultados obtidos e aponta que o tempo poderia ter sido menor se materiais e manejos diferentes tivessem sido empregados. Finalmente, um terceiro destaque é o estudo liderado por Fonstad *et al.*, (2003) intitulado “*Evaluation and demonstration of composting as an option for dead animal management in Saskatchewan*”. Este trabalho avaliou o processo de compostagem em uma província do Canadá.

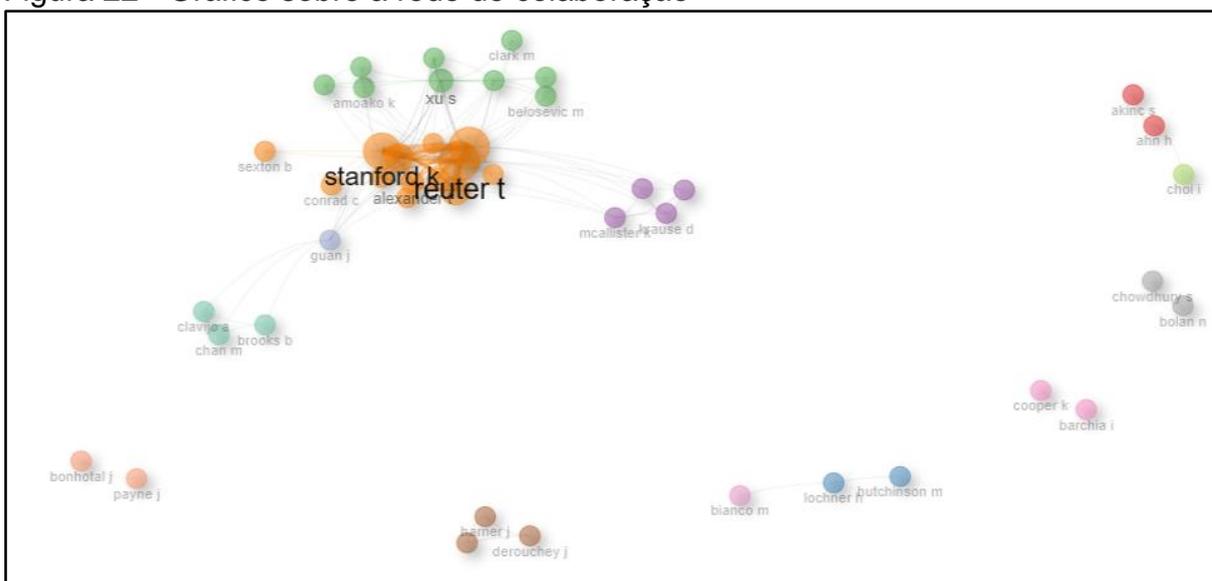
No *cluster*, em vermelho, encontram-se trabalhos voltados à biossegurança, como o de Ahn (2008), Guan (2009; 2010) e Xu, W. *et al.*, (2009). Estes últimos autores desenvolveram o artigo “*A Biosecure Composting System for Disposal of Cattle Carcasses and Manure Following Infectious Disease Outbreak*”, com o objetivo de avaliar a inativação microbiológica ao inocularem *E.coli*, *Campylobacter jejuni* e *Newcastle disease virus* (NDV) em esterco, junto à compostagem de 16 carcaças bovinas. Concluíram que embora a compostagem biossegura tenha eliminado ou reduzido o número dos três inoculados, alguns agentes infecciosos podem resistir às condições de compostagem. Recomendaram que mais estudos seriam necessários para avaliar a capacidade da compostagem e de bactérias termofílicas degradarem proteínas príons anormais e bactérias formadoras de esporos.

Dessa forma, os *clusters* permitem observar o desenvolvimento dos estudos sobre a temática, começando com trabalhos referentes aos métodos (azul), seguindo pela eficiência do processo (verde) até a preocupação com a biossegurança (vermelho).

Considerando o exposto até aqui, é possível reforçar a necessidade de realização de estudos no sul do Rio Grande do Sul que estão representados no *cluster* azul, devido à demanda a ser sanada no que diz respeito ao gerenciamento das carcaças de grandes animais e a escassez de informações básicas com relação ao processo de compostagem, sobretudo que considerem as particularidades climáticas da região. Trabalhos semelhantes aos encontrados neste *cluster* não são encontrados no RS, por exemplo, abordando o custo econômico e ambiental das práticas utilizadas hoje para descarte. Ademais, estudos nesse sentido, se desenvolvidos aqui, fomentariam ainda mais as redes intelectuais de pesquisa.

Na estrutura intelectual é possível analisar a rede de colaboração entre autores. A troca mais intensa até o momento se dá com os autores Kim Stanford e Tim Reuter, os quais publicaram o artigo intitulado “*Compost biodegradation of recalcitrant hoof keratin by bacteria and fungi*”. Eles têm trocas com outros sete pesquisadores (Figura 22).

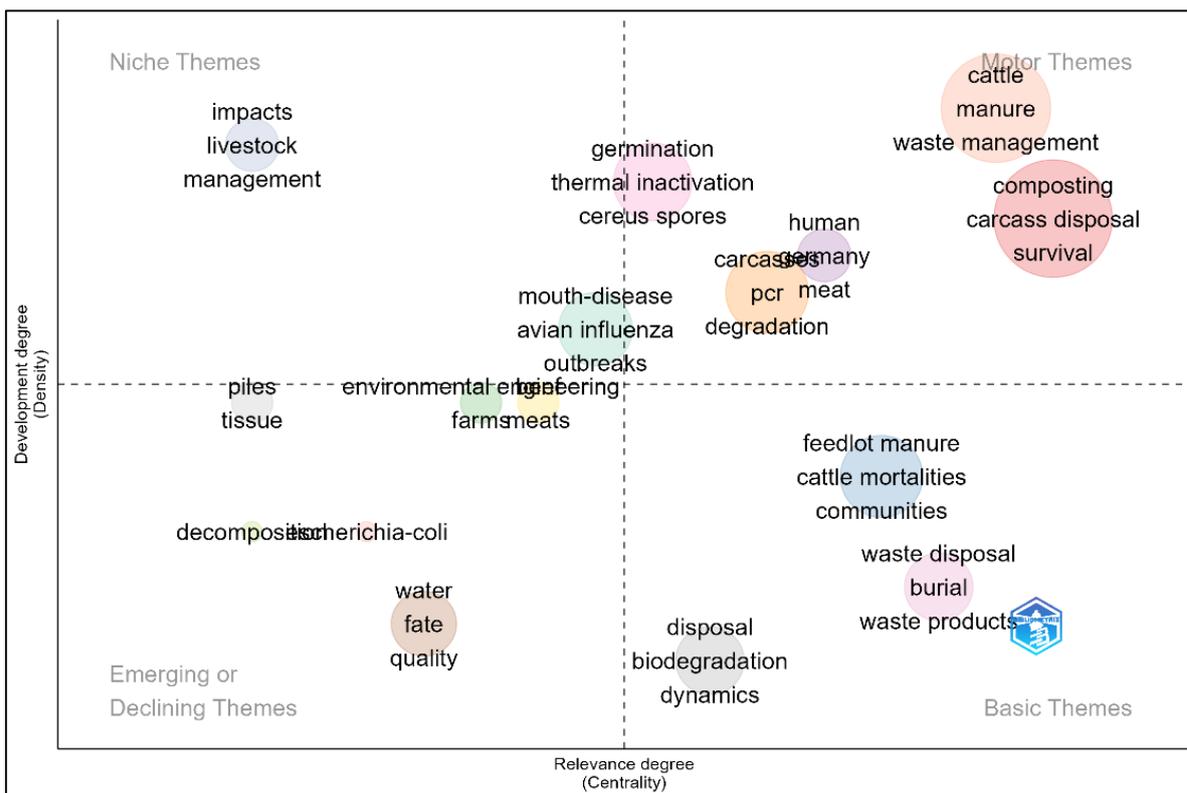
Figura 22 - Gráfico sobre a rede de colaboração



Fonte: Autora, 2025.

Com o objetivo de se analisar em profundidade os temas que estão sendo estudados atualmente sobre a gestão e manejo de bovinos mortos, se lançou mão da revisão sistemática da literatura (RSL). Conforme já apresentado no capítulo de metodologia (ver figura 5), a revisão sistemática foi baseada em 4 artigos que derivaram dos temas motores (Figura 23).

Figura 23 - Temas motores



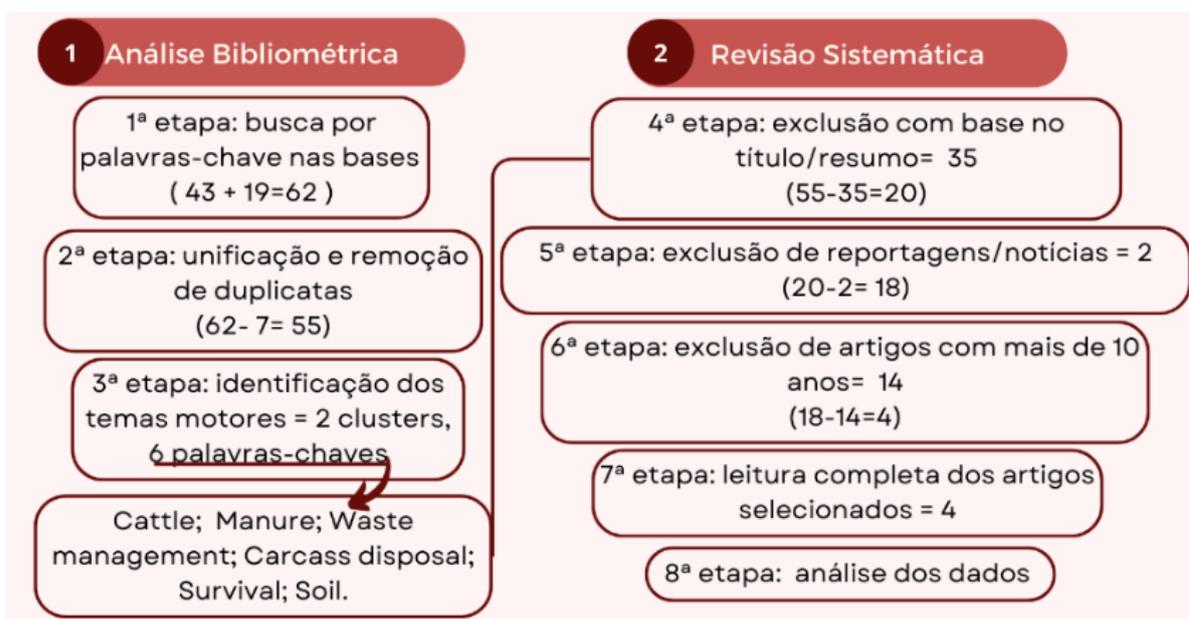
Fonte: Autora, 2024.

Os quais são apresentados abaixo e fizeram parte de um resumo expandido apresentado no XXVI Encontro de Pós-Graduação (ENPOS), evento da 10ª Semana Integrada (SIIPE) promovida pela UFPEL disponível na íntegra para consulta (Duarte *et al.*, 2024B).

Os temas motores englobam desde a gestão de resíduos (*waste management*) até a viabilidade (*survival*) de determinados componentes no solo. Dessa forma, optou-se por aliar a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para melhor análise dos artigos, uma vez que a RSL analisa qualitativamente o conteúdo da pesquisa, a fim de encontrar e discutir as questões dela decorrentes (Blanco-Zaitegi; Etxeberria; Moneva, 2022).

A RSL consistiu em identificar dentre os 55 documentos, somente os que possuíam ao menos uma das seis palavras-chaves dos temas motores e cujos resumos se enquadravam na metodologia, excluindo da análise as reportagens e os documentos com mais de dez anos de modo a obter o estado da arte (Figura 24).

Figura 24 - Resultados obtidos em cada etapa da pesquisa



Fonte: Autora, 2024.

Após todas as etapas descritas, analisou-se os quatro trabalhos mais atuais, no tópico estudado os quais evidenciam os novos subtemas em ênfase na literatura selecionada (Noronha e Ferreira, 2000 *apud* Vosgerau e Romanowski, 2014). Sendo assim, são apontadas as principais contribuições dos estudos analisados, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Identificação das contribuições nos trabalhos analisados

Autor/Ano	País	Objetivo (O) e Contribuição principal (C.P)
Stanford <i>et al.</i> (2015)	Canadá	O: Investigar o impacto da esporulação e das temperaturas do composto na viabilidade da compostagem para descarte de carcaças contaminadas com <i>Bacillus anthracis</i> (doença do carbúnculo). C.P: Condições termofílicas (>55°C) na compostagem podem ser mais apropriadas para a eliminação do <i>B. anthracis</i> do produto final.
Xu <i>et al.</i> (2016)	Canadá	O: Investigar a sobrevivência dos esporos de <i>Bacillus thuringiensis</i> e <i>B. anthracis</i> esporulados a 15, 20 ou 37°C, ao longo de 33 dias de compostagem em escala laboratorial. C.P: A duração da exposição termofílica é o principal fator de influência na sobrevivência dos esporos de <i>B. anthracis</i> no composto. A temperatura de esporulação não influenciou a sobrevivência de <i>B. anthracis</i> e a compostagem pode diminuir a viabilidade de esporos.
Gilroyed <i>et al.</i> (2016)	Canadá	O: Comparar a eficácia de leiras de compostagem estática em escala real usando aparas de madeira ou esterco bovino como material volumoso. Avaliar o grau de decomposição da carcaça, as emissões de gases de efeito estufa (GEE), as propriedades do lixiviado e o efeito do composto na comunidade microbiana subjacente do solo. C.P: Os tratamentos degradaram efetivamente as carcaças; a emissão ambiental de substâncias indesejadas testadas foi menor sendo que os GEEs são significativamente mais baixos com aparas de madeira do que no esterco; a comunidade microbiana do solo nos locais de compostagem foi maior e mais diversa.

Hutchinson e Seekins (2024)	China	<p>O: Avaliar a perda potencial e o movimento de nutrientes (nitrogênio, nitrato e amônia) para o solo a partir de pilhas de compostagem de carcaça quando construídas em um local não melhorado.</p> <p>C.P: O material de compostagem reteve 90 e 95% da amônia e do nitrato. Correta construção da pilha e da seleção de matérias-primas reduzem a probabilidade de perda de nutrientes ao solo durante a compostagem.</p>
-----------------------------	-------	---

Fonte: Autora, 2024.

Os trabalhos apresentam contribuições importantes, entretanto deixam lacunas. Os três primeiros foram desenvolvidos no Canadá onde as temperaturas ambientes costumam ser extremamente baixas (Stanford *et al.*, 2015). Ainda que Xu *et al.*, (2016) apontem que a compostagem possivelmente é adequada para o descarte de carcaças infectadas por *B. anthracis* em regiões de clima ameno ou quente (>30°C), este trabalho foi desenvolvido em escala laboratorial. Seria interessante pesquisas futuras em regiões de clima subtropical, como o Rio Grande do Sul, para avaliar em diferentes temperaturas e no campo. Isto porque as condições de temperatura podem ser comprometidas por uma série de fatores, como a natureza heterogênea dos ossos e tecidos animais (diferentes níveis de gordura, carboidratos ou proteínas), material volumoso, etc, que fazem o calor diferir na pilha e podem alterar a dinâmica dos esporos.

No estudo de Gilroyed *et al.*, (2016), em temperaturas de -34,1°C a 28,4°C, a principal lacuna é que não foram avaliados no composto final a sobrevivência de patógenos. Os autores sugerem que seja explorado o impacto do lixiviado na comunidade microbiana do solo, assim como a possibilidade de uma diferença funcional significativa em suas atividades microbianas, ou ainda ramificações para a transmissão horizontal de doenças. Por fim, o estudo de Hutchinson e Seekins (2024) mostrou resultados importantes, conforme Tabela 2, destacando a importância da análise de possíveis efeitos do revolvimento da pilha de compostagem.

A análise bibliométrica e a revisão sistemática são ferramentas norteadoras para construção de futuros estudos na temática de compostagem de carcaças de grandes animais, incentivando a busca de protocolos para melhor orientar a cadeia produtiva de proteína animal, sobretudo a bovina¹².

Salienta-se que ambos os trabalhos abordaram somente o eixo técnico, em geral, buscam aperfeiçoar o método da compostagem e analisar a qualidade do

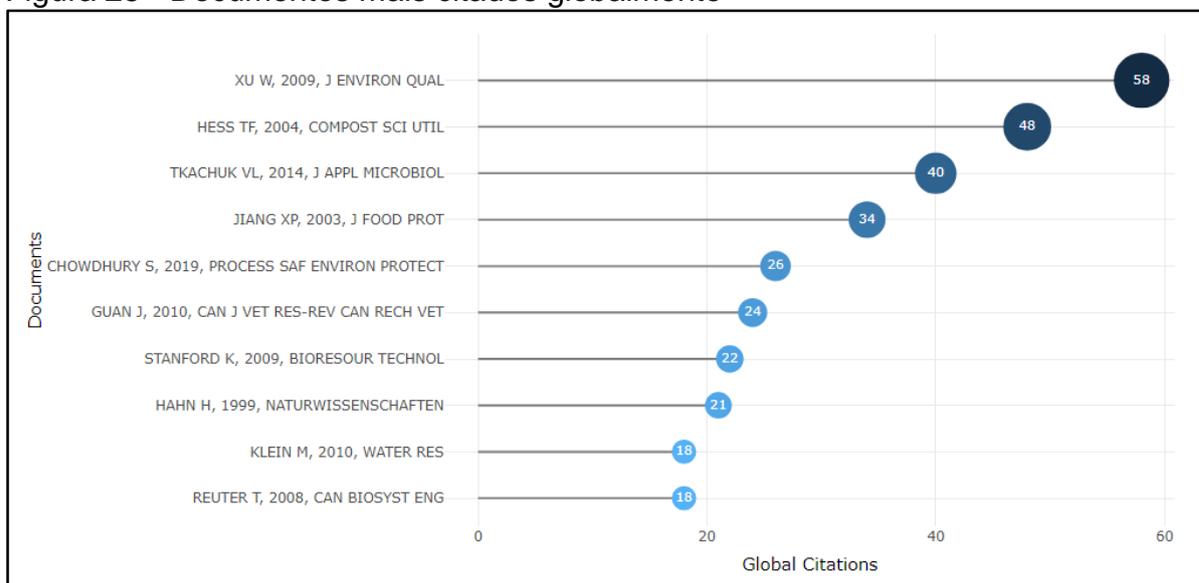
¹² Estes dados foram apresentados parcialmente no ENPOS e estão disponíveis nos Anais do evento (<https://wp.ufpel.edu.br/enpos/anais/>).

composto. Não foi encontrado nenhum trabalho que abordasse a viabilidade ou considerasse aspectos econômicos e socioculturais, o que revela importantes lacunas a serem preenchidas por pesquisas científicas. Além de demonstrar a relevância deste estudo, pois, ao entrevistar os diferentes atores envolvidos na temática, elucidamos aspectos socioambientais, importantes e que não haviam sido abordados até então.

7.1.1 Artigos mais citados Globalmente e Localmente

No que se refere aos artigos mais citados globalmente (Figura 25), o primeiro documento que aparece, com 58 citações é do autor Weiping Xu e colaboradores, já abordado anteriormente (Xu *et al.*, 2009). O segundo de autoria de Hess *et al.*, (2004), possui uma abordagem muito semelhante, intitula-se “*Heat inactivation E.coli during manure composting*”, onde os autores concluíram que, para o processo de compostagem ser eficaz na redução de patógenos, uma temperatura igual ou superior a 55°C deve ser mantida no composto por pelo menos três dias usando sistema fechado de compostagem e, por 15 dias usando compostagem em sistema aberto (leiras) (Hess *et al.*, 2004).

Figura 25 - Documentos mais citados globalmente



Fonte: Autora, 2025.

O trabalho de Tkachuk *et al.*, (2014) é o primeiro estudo a descrever o perfil da comunidade microbiana em animais mortos compostados. Jiang *et al.*, (2003), ao estudarem a inativação térmica de *E. coli* em composto de esterco bovino, concluíram

que a 65 e 70°C, menos tempo foi necessário para matar o patógeno em composto não autoclavado¹³ do que em composto autoclavado.

Chowdhury *et al.*, (2019) propuseram uma revisão crítica sobre os riscos relacionados ao manejo de carcaças de animais, na Coreia do Sul. Os autores forneceram uma visão geral das ameaças potenciais do enterro de carcaças e possíveis opções de manejo, bem como uma discussão das implicações ambientais do término de sepultamentos, assim como o papel do biocarvão e da fitorremediação como aliadas ao manejo dos sepultamentos.

Por fim, estrutura-se informações aos tomadores de decisão para a elaboração de diretrizes abrangentes para o manejo sustentado de enterros de carcaças e são delineadas recomendações que atendam às necessidades futuras de pesquisa (Chowdhury *et al.*, 2019). Os mesmos ainda sugerem que as legislações sejam mais seletivas e abrangentes no que se refere aos critérios para a seleção de locais para enterros, adaptando-se às características específicas do local como por exemplo, as propriedades hidro geoquímicas.

No que se refere às pesquisas futuras, os autores indicam como prioritários estudos sobre (1) fontes e vias de poluentes, buscando compreender a sobrevivência e a migração potencial dos agentes de doenças, para avaliar os impactos ambientais do enterro; (2) o uso de corretivos de solo incorporando micróbios degradadores de agentes de doenças; (3) toxicidade aguda de medicamentos veterinários e o comportamento destes no ambiente, bem como a seleção de espécies vegetais para fitorremediação de medicamentos veterinários; (4) impacto do enterro em bacias hidrográficas, dentre outros (Chowdhury *et al.*, 2019).

Nota-se que tais sugestões permanecem considerando aspectos técnicos, os quais, embora sejam de grande relevância, deixam de lado as questões relativas à viabilidade do método, seja ela ambiental, social ou econômica.

Stanford *et al.*, (2009) desenvolveram um processo de compostagem capaz de decompor os ossos. Para tal, avaliaram os efeitos da idade dos bovinos, da tecnologia de torneamento¹⁴ e do ambiente para a degradação. No experimento usaram duas categorias de animais: bovinos maduros (animais com idade superior a 30 meses) e bezerros com idade inferior a 30 meses (jovens). Usando uma proporção de cinco

¹³ Processo de esterilização do composto.

¹⁴ Revolvimento do material em compostagem com equipamento mecânico, geralmente acoplado ao trator.

partes de esterco para uma parte de carcaça, os resultados demonstraram que o osso residual foi <1% do composto bovino curado e pode ser reduzido pela manutenção de uma alta temperatura e teor de umidade do composto (Stanford *et al.*, 2009).

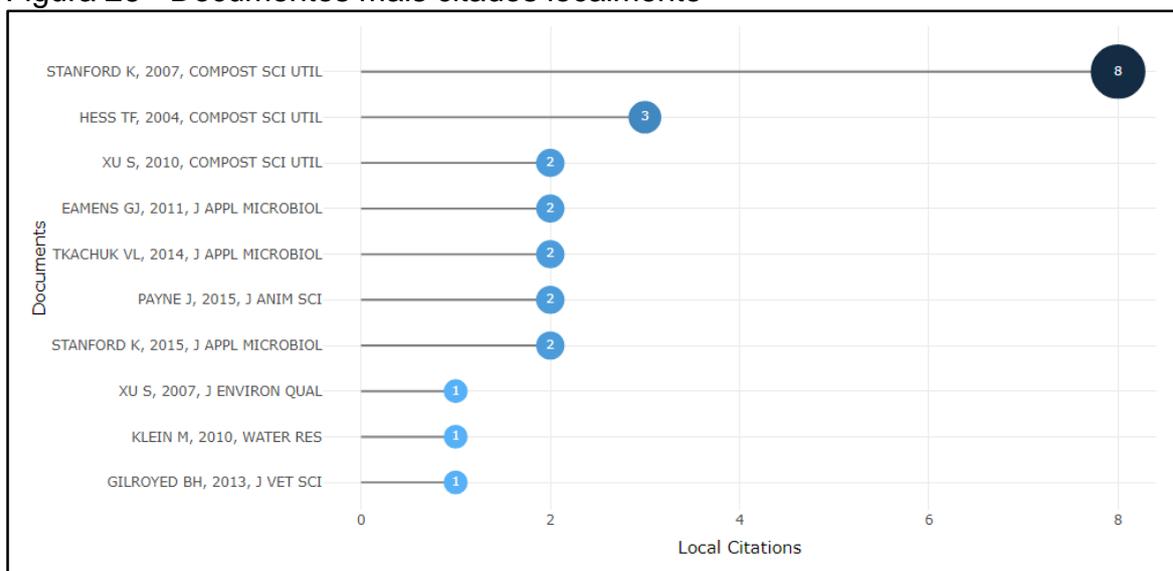
Hahn (1999) abordou a problemática da produção de farinha animal com a origem da encefalopatia espongiforme bovina (EEB) abordando o futuro das farinhas de origem animal e apontando alternativas para o descarte de carcaças e miudezas de abate, tais como a compostagem.

Klein *et al.*, (2010) realizaram o monitoramento de indicadores bacterianos e patógenos em resíduos de confinamento bovino por PCR em tempo real, como parte de um estudo orientado para o gerenciamento de risco de contaminantes nestes resíduos, os resultados apoiaram a seleção de PCR como um sistema rápido, preciso e confiável para o levantamento da presença e abundância de patógenos em resíduos bovinos.

Mais uma vez, estes resultados reforçam a necessidade de realização de estudos pontuais, visto que, as condições climáticas, os processos envolvidos, a idade bem como a estrutura do animal influenciam no desenvolvimento da compostagem e são distintas da realidade sul-riograndense.

Dentre os trabalhos mais citados localmente (Figura 26), ou seja, no recorte dos 55 artigos da busca, estão alguns dos trabalhos já descritos por terem sido os mais citados em nível global (todas as duas plataformas de busca). Portanto, a seguir serão descritos somente os trabalhos diferentes.

Figura 26 - Documentos mais citados localmente



Fonte: Autora, 2025.

Stanford *et al.*, (2007) avaliaram a utilidade e a viabilidade de leiras ao ar livre construídas com camadas simples, duplas e triplas de animais mortos para descartar no inverno várias carcaças bovinas simultaneamente. Utilizaram equipamentos e corretivos de composto (esterco e palha de cevada) prontamente disponíveis em confinamentos comerciais no sul de Alberta, no Canadá. Os resultados demonstraram o sucesso da compostagem de carcaças de bovinos em um clima semiárido frio, sendo que o uso de leiras maiores pode ter contribuído, pois pequenas leiras (1-2 bovinos) possuem massa insuficiente para manter as temperaturas durante condições severas.

Outro fator importante foi a preparação antecipada de um estoque de estrume aerado e homogêneo com aquecimento ativo, pois, ajudou a ter um aquecimento inicial rápido no composto com as carcaças de bovinos congelados (para 55°C em 4 dias), embora a temperatura ambiente esteve extremamente fria, em torno de - 38,8°C no mesmo período. Com base nos resultados deste estudo, o revolvimento do composto aumentou o tempo de temperaturas altas e também, a taxa de declínio desta. Logo, o revolvimento melhora a homogeneidade e a aeração do composto, mas deve ser limitado devido a questões de biossegurança pelo menos até que a maioria dos tecidos moles da carcaça seja degradado. Uma vez que o revolvimento após a degradação dos tecidos moles promove a degradação mais completa das carcaças de bovino (Stanford *et al.*, 2007).

Xu *et al.*, (2010) por sua vez, desenvolveram um trabalho “*Assessment of Microbial Communities In Decomposition of Specified Risk Material Using a Passively Aerated Laboratory Scale Composter*”. Foram utilizados dois agentes de volume, palha de cevada e aparas de madeira, os quais foram compostados com esterco bovino e material de risco específico (MRE). Dentre os resultados mais relevantes do estudo, está a observação de que aproximadamente 50% do MRE foi decomposto após 15 dias de compostagem, sendo 30% já nos primeiros 5 dias, sugerindo que o MRE se decompõe rapidamente durante a compostagem e que as comunidades microbianas mesófila e termofílica desempenham um papel na sua decomposição. Notou-se também que ambos os compostos aqueceram rapidamente, excedendo 55°C após 3 dias, com o oxigênio diminuindo no estágio inicial de compostagem com aparas de madeira, mas retornando a níveis quase originais após 5 dias.

Eamens *et al.*, (2011) estudaram a sobrevivência de bactérias em meios alternativos de disposição de carcaças bovinas para avaliar a eficiência da

compostagem em pilhas estáticas (*static pile composting* - SPC) e enterro acima do solo (*above ground burial in soil* - AGB) em comparação com a disposição superficial (à campo) como método de controle (Figura 27). Segundo os autores, é importante observar o posicionamento das carcaças ao longo das pilhas de compostagem, a distância entre elas e, principalmente, a distância em relação ao topo da pilha, a qual evidencia uma boa cobertura. O método SPC possuía material orgânico (resíduos verdes de jardim), enquanto o AGB possuía apenas sedimentos aluviais caracterizado como um solo dispersivo pobre em matéria orgânica.

Figura 27 - Metodologia utilizada no estudo de Eamens et al., (2011)

Composting of bovine carcasses

G.J. Eamens et al.

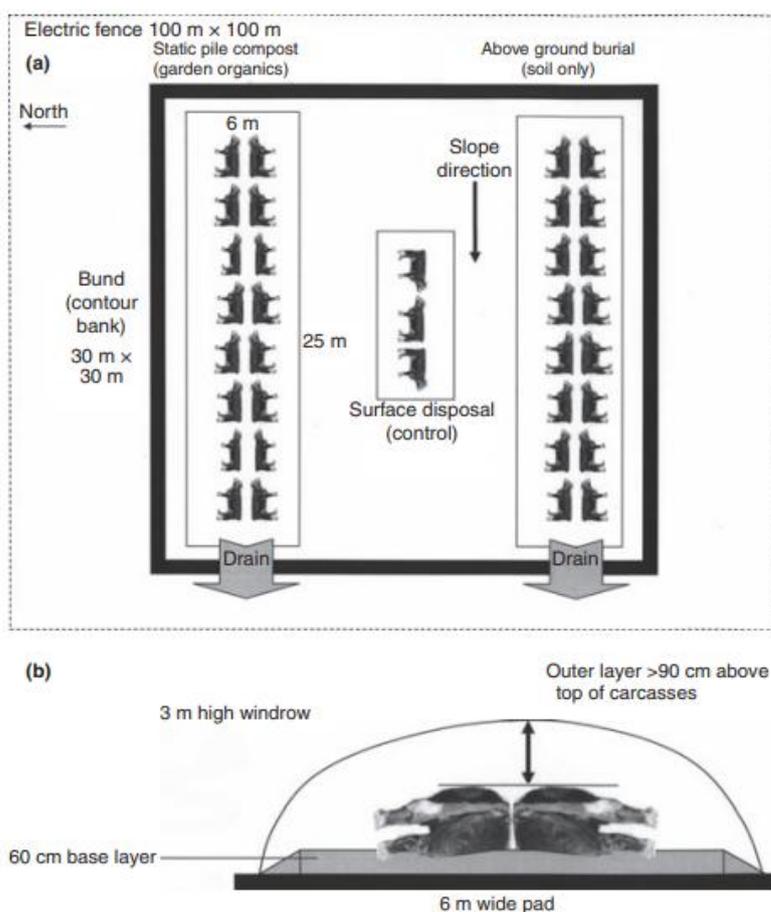


Figure 1 (a) Site plan of compacted pad and windrows (not to scale). The compacted pad was banded using topsoil removed during its construction. (b) Cross-sectional view of windrows.

Fonte: Eamens et al., (2011).

O experimento foi realizado em Nova Gales do Sul, Austrália, sob condições de clima temperado. Durante 26 semanas, começando no início do outono (3 a 15°C) indo até a primavera (17 a 27°C). O método SPC foi altamente eficaz na destruição de coliformes nas fezes e *E. coli* nas ampolas já em 28 dias, enquanto o AGB não foi

significativamente melhor do que os controles até 84 dias. As bactérias nos materiais de referência acima das carcaças de AGB ainda foram viáveis após 182 dias. O monitoramento das temperaturas mostrou que o SPC sustentou temperaturas de 55-70°C, enquanto AGB não atingiu temperaturas de 30°C e as diferenças de temperatura correlacionaram-se com achados bacteriológicos.

Desta forma, os autores concluíram que em relação ao manejo emergencial de doenças, o método SPC pode ser aplicado com sucesso para eliminar bactérias patogênicas em carcaças de bovinos, mas o AGB não é adequado. O estudo deixa ainda uma grande contribuição para casos de surtos ou emergências de doenças animais em climas temperados, onde seja necessária a eliminação em larga escala de carcaças de ruminantes, visto que o método SPC pode ser aplicado com sucesso para a destruição de microrganismos (Eamens *et al.*, 2011).

Os autores destacam ainda que acreditavam ser os primeiros a relatar a compostagem de carcaças bovinas em leiras sob condições climáticas temperadas, com avaliação também da redução das populações de bactérias de referência. Uma vez que desejavam abordar cenários em que tal ação poderia ser prejudicial à biossegurança, como durante um surto de doença, havia mínima perturbação nas leiras. O que está de acordo com a realidade sul-rio-grandense onde não há ainda trabalhos referentes à compostagem de carcaças bovinas em EPE, sendo muito importante saber se existe necessidade de revolvimento do material em compostagem.

O estudo realizado por Stanford *et al.*, (2007) que ocorreu em um clima semiárido frio (no Canadá) onde apesar de temperaturas abaixo de zero, as temperaturas máximas das leiras excediam 55°C. Entretanto, realizavam a aeração das leiras revolvendo-as em intervalos de 90 dias em três ocasiões, o que não seria ideal em situações de muitas mortes de animais e envolvendo surtos de doenças.

Payne *et al.*, (2015) observaram os efeitos da compostagem na degradação da carcaça de equinos eutanasiados e a persistência de resíduos de pentobarbital sódico (um medicamento utilizado para eutanásia) em material de compostagem. Os resultados demonstraram que a compostagem degradou com sucesso os tecidos moles restando apenas ossos grandes e o pentobarbital sódico foi detectável até 367 dias em pilhas de composto sem tendência clara de redução da concentração. Em amostras do solo constatou-se a lixiviação do pentobarbital sódico da carcaça através

dos cavacos de madeira, o que confirma a persistência do pentobarbital sódico em pilhas de composto de mortalidade equina e enfatizam a importância do manejo adequado da carcaça de animais eutanasiados com barbitúrico para reduzir o impacto ambiental e a toxicose secundária (Payne *et al.*, 2015). Os autores sugeriram ainda que pesquisas futuras investiguem o impacto de outros agentes de volume ou superfícies impermeáveis para a pilha de compostagem com pentobarbital sódico.

E, por fim, o trabalho de Stanford *et al.*, (2015) intitulado “*Impacts of sporulation temperature, exposure to compost matrix and temperature on survival of Bacillus cereus spores during livestock mortality composting*” investigou o impacto das temperaturas do composto na esporulação de *Bacillus anthracis* (doença do carbúnculo) de modo a avaliar a compostagem para disposição de carcaças contaminadas. Os autores concluíram que a compostagem pode ser apropriada para a eliminação de carcaças infectadas com *B. anthracis* em condições termofílicas (Temperatura interna > 55°C por 15 dias).

7.1.2 Bibliografia Latino Americanas e Brasileiras

A busca complementar na maioria das bases não foi satisfatória, uma vez que não foi possível aplicar os mesmos filtros e termos padronizados nas duas bases utilizadas anteriormente. Em muitas delas, não foram encontrados artigos na temática “compostagem de carcaças bovinas” (MIAR, DIALNET, LATINDEX, PROQUEST, JSTOR, EBSCO, DOAJ) ou então, buscavam por temáticas sem nexos com o conteúdo, como o trabalho intitulado “Avaliação dos níveis de absorção de água em carcaças congeladas de frangos no varejo alimentar da cidade de Campo Grande, MS” da base de dados Redalyc.

A única base que permitiu a busca com a aplicação dos termos e filtros padrão foi a *Scielo*, a qual apresentou somente um resultado, o trabalho de Saran *et al.*, (2017) intitulado “*Freshwater quality of a stream in agricultural area where organic compost from animal and vegetable wastes is used*”. Ainda em busca de trabalhos brasileiros, utilizamos o portal Capes de Teses e Dissertações utilizando o mesmo termo de busca das bases regionais “compostagem de carcaças bovinas” encontrou-se três dissertações (Tabela 3).

Tabela 3 - Busca complementar

Bases	Termos de busca	Resultados
SCIELO	Igual a bibliométrica, porém, em português.	1
Portal Capes Teses e Dissertações	“compostagem de carcaças bovinas”	3

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Dentre as dissertações encontradas estava a de Vera Claudia Lorenzetti Magalhães Curci, desenvolvida em 2004 a qual intitula-se “Viabilidade de *Clostridium botulinum* tipos C e D na pré-compostagem de carcaça bovina” e foi desenvolvida na Universidade Estadual Paulista em período anterior à Plataforma Sucupira e não estava disponível para acesso. Todavia, um trabalho desenvolvido pela mesma autora em território brasileiro, foi o único do país a aparecer na análise bibliométrica, junto aos 55 documentos, o que demonstra o pioneirismo da autora no Brasil.

Localizou-se ainda um artigo publicado na Revista Pesquisa & Tecnologia, da Apta regional, no ano de 2006, que parece ser parte da dissertação da Curci, sob o título “Viabilidade de *clostridium botulinum* tipos C e D na pré-compostagem de carcaças bovina”. No artigo, os autores discorrem sobre a ocorrência de casos de Botulismo relacionando-os a ausência de destinação correta das carcaças de animais mortos, seja por negligência, desinformação ou dificuldades representadas pela cremação, enterro, ou mesmo a simples retirada do animal morto da pastagem. Os autores mencionam que a compostagem embora seja uma técnica milenar, tem uso recente no Brasil, tendo maior frequência no setor de aves e suínos (Curci *et al.*, 2006).

O artigo avaliou a viabilidade de *C. botulinum* tipos C e D na pré-compostagem (50 dias) de carcaça bovina. As análises realizadas, não detectaram a presença da toxina botulínica nas amostras colhidas do pré-composto e de 200 amostras examinadas para detecção de esporos. Mas duas (1%) das amostras foram positivas. Deste modo, de acordo com os autores os resultados do experimento indicaram que o processo de pré-compostagem de carcaças bovinas não contribuiu para a multiplicação do *C. botulinum* e viabilidade da toxina botulínica. No estudo, há a recomendação de se realizar novos estudos eram necessários para verificar em que circunstâncias as bactérias foram inativadas ou inibidas. Destacaram ainda que o processo de compostagem quando corretamente manejado, pode vir a ser uma alternativa segura, economicamente viável e ecologicamente correta para a eliminação de carcaças de bovinos (Curci *et al.*, 2006).

Outra dissertação encontrada no portal Capes foi a de Luciane Orbem Veronezi desenvolvida em 2009, sob o título “Aspectos epidemiológicos, clínicos, patológicos e

laboratoriais do botulismo em bovinos no estado de Santa Catarina” onde se evidenciava a ocorrência dos casos com o acesso dos animais a áreas de pastagens onde haviam sido espalhados materiais oriundos de compostagem incompletas de suínos e aves (Veronezi, 2009).

Por fim, na base da Capes encontramos a dissertação de Leandro Pereira Lopes Serrano, intitulada “Avaliação do efeito da compostagem sobre a viabilidade de microrganismos indicadores em carcaças de bovinos” realizada em 2019 em Juiz de Fora, Minas Gerais em parceria com a EMBRAPA Gado de Leite. Cabe mencionar que o artigo oriundo desta dissertação foi mencionado na revisão de literatura, uma vez que traz contribuições relevantes no que se refere aos microrganismos presentes na compostagem e importância da fase termofílica (Serrano, 2019).

Nas bases da Embrapa, procurando com o mesmo termo da Capes, não se obteve êxito, uma vez que os padrões de busca e de aplicação de filtro não condiziam com o rigor metodológico utilizado. Mesmo realizando a busca em acervo de um Centro de Pesquisa específico, por exemplo, a Embrapa Gado de Leite, publicações de outros centros, com focos de pesquisa distintos eram incluídos (como Milho e Sorgo, Amazônia Ocidental etc.), o que demonstra que de certa forma as bases possuem uma conexão entre si.

Dessa forma, optou-se por utilizar somente os trabalhos mencionados na Tabela 3, aqueles que compõem a revisão de literatura sendo produzidos no âmbito da Embrapa com foco em bovinos, o trabalho brasileiro encontrado na análise bibliométrica e os analisados através da revisão sistemática da literatura (RSL) já discutidos anteriormente.

7.2 Parte II – Percepção dos atores em relação a viabilidade da compostagem para tratamento das carcaças bovinas oriundas dos EPEs

Neste tópico será apresentado a discussão dos relatos obtidos pelos autores envolvidos na temática, os quais resultaram em 5 categorias: Processo de desenvolvimento da atividade; Operação da quarentena dos animais; Processo de compostagem dos resíduos; Geração de composto orgânico a partir de carcaças animais e Perspectivas futuras. Tais categorias contribuíram para a compreensão do contexto em que ocorre o desenvolvimento e consolidação dos EPEs e também da prática de destinação dos animais mortos por estes e pelas Unidades de Compostagem, ambas sob a ótica dos atores principais e dos órgãos públicos atuantes seja na normatização ou fiscalização das atividades. Destaca-se ainda que todas as categorias atendem satisfatoriamente os objetivos da pesquisa.

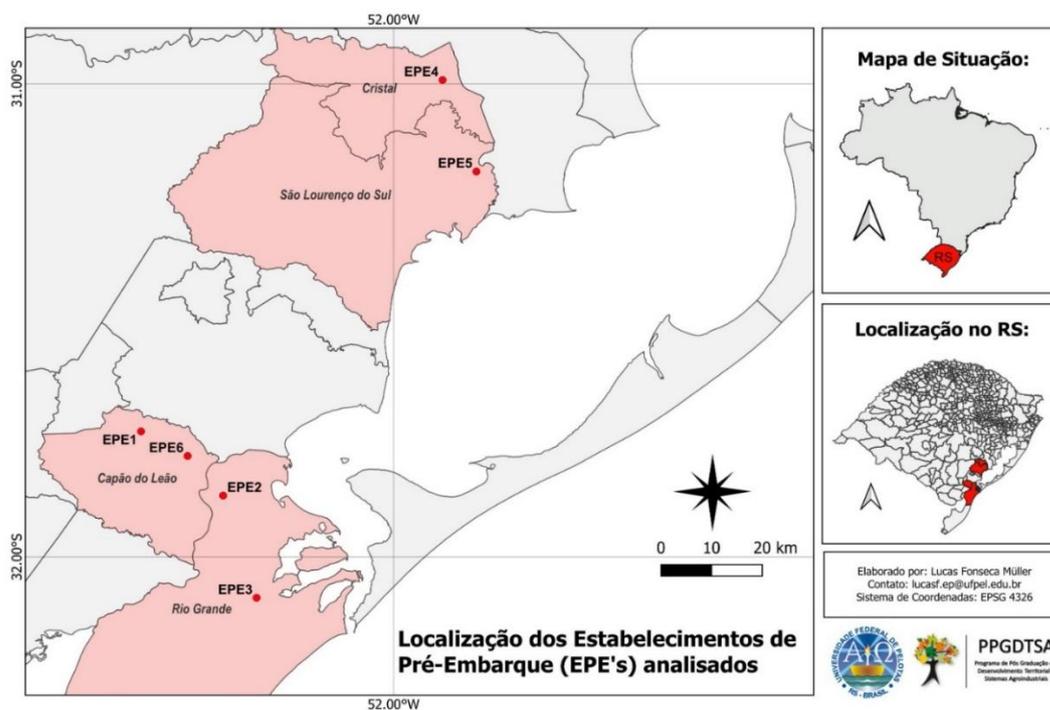
7.2.1 Processo de desenvolvimento da atividade

A categoria “Processo de desenvolvimento da atividade” aborda o que motivou o surgimento dos EPEs no RS, apresentando a narrativa dos atores sobre o histórico de quase duas décadas desde o primeiro navio de gado em pé. São enfatizadas as dificuldades operacionais, financeiras e técnicas enfrentadas por estes, a demanda de mercado e muitas vezes o desconhecimento da atividade que leva a compreensões equivocadas. A seguir, passa-se para a apresentação e exploração de cada tema, com ilustrações e recortes de falas, obtidas nos relatos dos participantes.

Os EPEs estão situados num raio de 90 km de Pelotas, escoando a produção através do Porto do Rio Grande. Essa organização locacional dos EPEs na metade Sul do Estado se dá em virtude da proximidade ao Porto de Rio Grande, uma vez que a IN nº 46 de 2018 determina que estejam situados em um local de fácil acesso ao transporte, respeitando, em qualquer situação, o limite máximo de doze horas de deslocamento (Brasil, 2018A).

A Figura 28 permite observar a localização exata dos EPEs em estudo, os quais localizam-se nas cidades de Cristal, São Lourenço do Sul, Capão do Leão e Rio Grande.

Figura 28- Mapa de Localização dos EPEs em estudo



Fonte: Elaborado por Müller, 2024.

Não tem como começarmos a falar sobre o desenvolvimento de qualquer atividade antrópica, sem falarmos sobre a sua **motivação**, é importante para entender de onde vêm a força que os faz trabalhar todos os dias em determinado empreendimento (próprio ou não). Na Figura 29, apresenta-se o diagnóstico da função do respondente de cada EPE, o ano de início de seu vínculo com o empreendimento e a motivação respondida.

Figura 29 – Diagnóstico dos EPEs participantes e motivação

EPE	INÍCIO	RESPONDENTE	MOTIVAÇÃO
1	2018	RT	A VISÃO DE MERCADO DO DONO
2	2005	DONO	EXPERIÊNCIA EM EXPORTAÇÃO E VOCAÇÃO DO RS PARA PECUÁRIA
3	2005	RT	SEMPRE GOSTEI DE TRABALHAR COM BOVINOS E A RENTABILIDADE
4	2020	GERENTE	SONHO DO DONO
5	2016	RT	OPORTUNIDADE E RENTABILIDADE

Fonte: Autora (2025).

Dos respondentes um além de ser o RT, é um dos donos do EPE e com exceção do EPE4, os demais respondentes trabalham no empreendimento desde seus primeiros anos de operação. Pode-se dizer que todos eles possuem como razão de existência o apreço pela lida com o gado, além, é claro de terem identificado uma oportunidade rentável de mercado e nas palavras de alguns:

“O Rio Grande do Sul sempre teve a vocação para lidar com gado, antes de começar os EPEs, o estado tinha a venda de gado para outros estados no Brasil (Respondente EPE2).”

“Sempre gostei de trabalhar com bovinos e pelo volume que tem, essa é a forma de trabalhar com a exportação no Sul (Respondente EPE3).”

Conforme Tavares (2021), o RS obtêm a vantagem por ser o único no país com as características geográficas e climáticas que permitem a perfeita adaptação de animais de origem europeia, tendo um menor custo de produção dos animais por serem criados em sistemas de campo nativo. O mesmo autor, menciona ainda que esse é um diferencial inclusive dos países europeus, os quais possuem seus sistemas pecuários baseados em confinamentos o que eleva os custos de produção para os produtores de lá que acabam não conseguindo competir com os preços do RS (Tavares, 2021).

A **motivação** para existência das Unidades de Compostagem não deixa de estar atrelada também ao sentimento de satisfação/gosto pela atividade, mas, está muito atrelada à família e a identificação da necessidade por tal tipo de serviço. Das

quatro Unidades de Compostagem - UC, duas relataram que a empresa surgiu após conversas em família, sendo uma delas, operante há mais de 30 anos, na 2ª geração familiar, vejam os relatos:

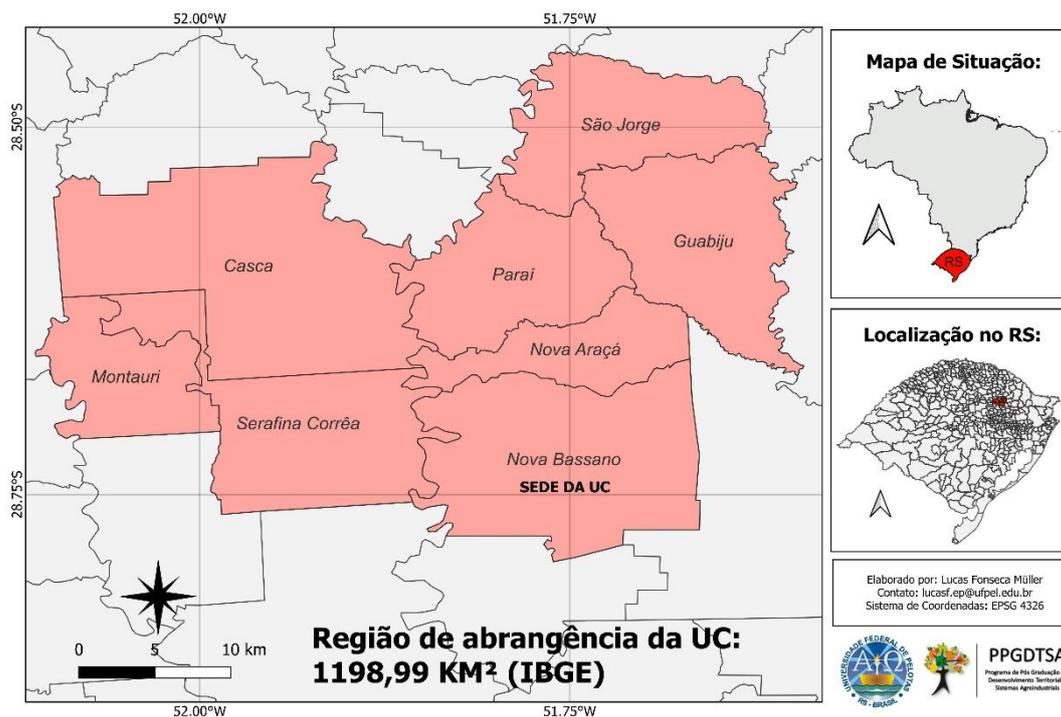
“Estávamos conversando um domingo depois de um churrasco em **família**, somos agrônomos, químicos, e, nos questionamos “**porquê os resíduos orgânicos não são tratados no município?**”, depois disso, resolvemos começar a trazer os resíduos de casa, para cá, já tínhamos comprado esse sítio e ficou algo meio doméstico, sabe? Em 2016 montamos um projeto mais piloto, pensando em oferecer esse serviço e em 2018 abrimos o CNPJ (Respondente UC2)”.

“Somos a 2ª geração **familiar** operando a empresa, a qual existe há **mais de 30 anos**, sempre buscando se aperfeiçoar e qualificar os procedimentos (Respondente UC3)”.

A compostagem de resíduos surgiu ainda como um meio de recuperar a área degradada pela atividade de mineração, após várias reuniões e conversas com o órgão ambiental competente, sendo aprovada em 2022, conforme dito pelo respondente da UC1.

Já o caso da UC4, difere um pouco das demais, ainda que tenha surgido também após a identificação da necessidade pela prestação do serviço, trata-se da única Unidade de Compostagem cadastrada para receber carcaças de animais mortos no Rio Grande do Sul. A UC começou as atividades em 2019, mesmo ano de publicação da IN nº 48 do MAPA, onde se estabeleceu as regras sobre o recolhimento, transporte, processamento e destinação de animais mortos e resíduos da produção pecuária como alternativa para a sua eliminação nos estabelecimentos rurais, já tratada no capítulo de referencial teórico. Conforme o relato trazido pela RT de licenciamento da UC4, foi realizado um estudo pelo empreendedor junto ao município de Nova Bassano e se atestou a viabilidade, atualmente a empresa atende por licitação além do município sede, mais sete municípios vizinhos (Figura 30), sendo eles Casca, Nova Araçá, Paraí, Guabiju, São Jorge, Serafina Corrêa e Montauri os quais localizam-se no entorno e o mais distante acerca de 65km.

Figura 30 – Municípios atendidos pela UC4



Fonte: Elaborado por Müller, 2025.

Anteriormente à instalação da UC4 o município possuía uma máquina retroescavadeira a qual era solicitada pelos produtores quando de ocorrência de óbitos de animais em suas propriedades e o município disponibilizava então, de um operador para ir até a propriedade realizar o enterro. Este método é o mesmo que ainda existe hoje em municípios pequenos da região Sul do RS, como o Arroio do Padre (Duarte *et al.*, 2024A). Contudo, a implementação de uma UC e o estímulo dos municípios para que a compostagem substitua os enterros pode representar uma economia de recursos públicos, além, é claro de contribuir para a construção de cidades mais sustentáveis e meios de produção ambientalmente corretos, veja:

“A empresa abriu em 2019 em Nova Bassano a partir da demanda principalmente de **gado de leite, suíno e ovino**. Os produtores solicitavam máquina para enterrar e esse **custo era alto para o município** que delegava a máquina e o operador para essa função e não para outras obras. Então, o empreendedor aqui **estudou** junto com o município e viu que era **bem viável**. Os custos que os municípios teriam seriam bem menores, **em torno de 100 mil reais de economia no ano**, e assim, o empreendedor me procurou, sou responsável pela licença deles, buscando implementar a IN (Respondente UC4)”.

Destaca-se que a exemplo desta iniciativa, poderiam surgir outras nas demais regiões do RS, desde que estudos de viabilidade econômica fossem feitos e

comprovassem que os ganhos não são somente ambientais, e sim, integram os três aspectos da sustentabilidade (ambientais, sociais e econômicos). Contudo, atualmente estudos que considerem tais variáveis ainda não são difundidos.

Com isso, após identificarmos a motivação dos diferentes atores vamos buscar compreender como se deu o início, através do **histórico** das atividades. De acordo com os EPEs, como já mencionado, o RS com seus vastos campos e clima propício para o gado europeu, possui a vocação para a lida com o gado e realizava a venda de animais para outros estados do Brasil, antes da instalação dos EPEs. Entretanto, com os focos de febre aftosa identificados no Estado nos anos de 2000 e 2001 (Gocks, 2012) houve uma alteração na dinâmica de comercialização, visto que, a fronteira do Estado com Santa Catarina foi fechada como medida de segurança. Todavia, o fechamento da fronteira impossibilitou o escoamento do excedente aos outros Estados do país, o que logo despertou o olhar do mercado para se exportar esse gado por outro caminho.

Neste contexto, ocorreu a primeira experiência com exportação de gado em pé, na Associação Rural de Pelotas, no ano de 2004. Com o decorrer das exportações, a população começou a ficar desconfortável com o cheiro do gado, o qual estava concentrado em meio a zona urbana da cidade e assim, houve a necessidade de sair da Associação Rural para outro local, mais apropriado. Deste modo, em 2005 o respondente do EPE2, relata que deu início a preparação de uma área em sua propriedade rural para dar sequência a atividade. De fato, foi a demanda efetiva que desenhou a quantidade de EPE e o porte destes na região de Pelotas, dada a proximidade com o Porto de Rio Grande e com o passar dos anos, ambos os atores precisaram adequar-se as necessidades percebidas.

Segundo o respondente do EPE2, não se tinha nada normatizado e os órgãos ambientais desconheciam as necessidades para a quarentena, pois era algo novo. As primeiras normatizações surgiram com base no que o município permitisse e aprovasse, sendo aperfeiçoadas com o decorrer dos anos e hoje, não se tem nada igual aquele início. Ou seja, o resultado de uma trajetória de muito trabalho e colaboração entre empreendedores e órgãos públicos, sempre em busca de melhorar a estrutura dos EPEs, os tem levado a concluir que evoluíram muito juntos. Hoje, possuem a IN nº 46 que foi atualizada pelo MAPA, pela última vez em 2018 e normatiza a atividade.

“FEPAM e MAPA são os grandes atuantes com nós, além das ONGs. Mas, tem muita dificuldade do pessoal, principalmente urbano, nos entender, mesmo que a gente faça tudo certinho, como é feito. Tudo aqui passa pelas normas de bem-estar, conforto ambiental e, ainda assim, tem muito comentário de quem não entende isso (Respondente do EPE2)”.

Nesse momento, a fala com os órgãos públicos envolvidos na atividade vai ao encontro:

“Basicamente surgiram por **lei de mercado**. Brasil estabeleceu relação através de acordo sanitário com os países interessados. MAPA acompanha o atendimento aos protocolos do mercado estabelecidos através desse acordo, que é definido pelo MAPA aqui do Brasil com o Ministério da Agricultura do país de destino (Respondente do MAPA)”.

“Começou por Pelotas na Associação Rural pelo que eu sei. Quando eu comecei a atuar aqui, em 2018, algumas já estavam funcionando. Mas a que eu peguei começando era bem difícil **porque queriam trabalhar e se estruturar ao mesmo tempo** (Respondente da Inspeção Veterinária)”.

É possível perceber ainda que os órgãos, muitas vezes, também se colocam como atores que “foram aprendendo no caminho” o que precisavam regradar nos EPEs. Admitem suas fragilidades, demonstrando que essa não é apenas a visão do empreendedor.

“Foi **um manejo adaptativo**. A gente tinha as exigências para os semi-confinamentos onde tinham poucos animais, comparados com EPEs, nos semi-confinamentos eram 30 cabeças, porque era ligado a bovinocultura de leite, onde também não se tinha a mesma constância que em um EPE, em termos de geração de resíduos – tanto dejetos como animais mortos. **As normativas consideravam a geração de dejetos por horas estabuladas, porque a vaca vinha ali e depois ia pro campo. Já para os EPEs não é assim que funciona, exigia um regulamento diferente** (Respondente da FEPAM)”.

Percebe-se que a atividade possui várias especificidades que precisam ser consideradas, muito embora, alguns aspectos puderam ser mantidos desde o início, como a impermeabilização do solo, diferindo apenas que na bovinocultura é sinônimo de concretagem e nos EPEs é permitido materiais como a argila, desde que bem compactada. Apenas nas áreas de composteiras é exigido impermeabilização com concreto e, atualmente alguns EPEs tem realizado a concretagem na linha de cochos para alimentação. Nas lagoas, são utilizadas geomantas para sanar algumas dificuldades de estabilização.

Entretanto, no que refere-se a busca por experiências em outros estados com essa atividade, foi comentado que nos primeiros anos não havia esse movimento. Mas, com o crescimento da demanda nota-se que foi percebida essa necessidade

pelos próprios empreendedores, os quais começaram a buscar profissionais já com experiência ou que se disponibilizassem a aperfeiçoar-se, e, em alguns casos os próprios empreendedores tiveram essa iniciativa:

“Dez anos atrás ele teve uma experiência de venda de gado, fez visitas a confinamentos e **se inspirou para montar o dele**. Demorou uns **8 anos no processo parado** e em **2020** o órgão ambiental perguntou se ainda mantinha a ideia e desengavetou. O dono aqui já tinha a experiência de fora, chegou a hora de **conhecer as especificidades daqui da região, na prática** e, foi-se aprendendo com o clima (Respondente do EPE4)”.

Nota-se ainda que conhecer as experiências de outros lugares do Brasil e/ou mundo com EPE embora auxilie muito no planejamento de um estabelecimento no RS, não é o suficiente, pois há que se considerar as características edafoclimáticas regionais. Estas, são fortes influenciadoras na infraestrutura necessária, na taxa de mortalidade, no número de embarques entre outros, conforme mencionado pelos órgãos públicos e pelos empreendedores.

Quanto às exigências e regramentos aos EPEs, o relato dos entrevistados evidencia o processo de construção junto aos EPEs, de acordo com as características da atividade. Diferentemente do MAPA e da Inspetoria Veterinária, os quais demonstraram não possuir muitas variações, visto que o primeiro mencionou que tudo consta na IN nº 46, atualizada pela última vez em 2018 e o segundo, que “as condições sanitárias são as mesmas de lá até hoje”. Conforme o relato obtido na inspetoria, as exigências podem ser divididas em três partes, expostas no Quadro 4:

Quadro 4 - Vistorias e verificações sanitárias

Vistorias	Verificações
Vistoria de Pré-compra	Onde verificamos principalmente as condições de bem-estar para receber os animais né? Se as mangueiras estão boas, se tem água. Essas coisas. Se os animais que deu positivo foram pro abate sanitário ou tirados dos piquetes em caso de óbito.
Vistoria de Abertura da quarentena	É uma função delegada a nós pelo MAPA, para ver se o cronograma deles é exequível, se tudo está separado, se os animais já estão lá e fechar a quarentena, e aí até ela acabar não pode inserir mais nenhum.
Vistoria de Fechamento da quarentena	Verificando se está tudo adequado para o transporte e embarque. Às vezes, no meio da operação da quarentena, fazemos algumas visitas aleatórias para verificar a operação.

Fonte: Relato obtido pela autora, na entrevista à Inspetoria Veterinária, 2025.

Os itens de verificações podem ser acessados no Anexo 3 da IN 46/2018 (Brasil, 2018A), o qual no ponto de vista do entrevistado não é tão completo quanto a antiga versão que usavam, o qual era um *checklist* já dividido para cada etapa da quarentena e produzido pelo Estado. De fato, a antiga versão contava com questões

inclusive sobre a condução satisfatória do processo de compostagem, questão que não existe no referido anexo.

No que se refere ao **histórico** das UCs, é possível notar nos relatos que o desenvolvimento também se deu através da construção de um conhecimento que ainda não estava disponível e que os próprios empreendedores foram experimentando e buscando formas e equipamentos para aperfeiçoar os procedimentos. A UC2, através de um “projeto piloto”. Já na UC3 foi por meio de resíduos diferentes, uma vez que no início comercializavam cama de aviário e à medida que foram se estabilizando conseguiram receber resíduos diferentes e também comprar equipamentos melhores.

“Inicialmente comercializava cama de aviário, depois começamos a receber os resíduos agrossilvopastoril e, em **2020 adquirimos uma composteira automática**. E assim, consolidamos o processo de biodigestão para resíduos líquidos e compostagem para os resíduos sólidos (Respondente da UC3)”.

A UC4 apresenta também mudanças no material utilizado para o processo de compostagem, embora o seu objetivo final não seja a venda do produto, mas sim, o tratamento das carcaças animais recolhidas, o que torna o processo mais simples.

“O objetivo é somente a eliminação do resíduo, por enquanto, é a fonte de renda. Assim ele já tem um bom retorno e atende a IN. **No início, a primeira vez, ele usou serragem hoje ele usa o próprio composto, porque fica bem seco** (Respondente da UC4)”.

Buscou-se compreender as principais **dificuldades operacionais, financeiras e técnicas** enfrentadas pelos atores pesquisados, conforme a Figura 31 os mais citados pelos EPEs estão o piso/raspagem, as manutenções de infraestrutura, mão-de-obra e cortinamento. Dentre os desafios mencionados pelas UCs se destaca também a infraestrutura, seguida pela falta de conhecimento, dificuldade de captar diferentes tipos de resíduos e ausência de linhas de crédito.

Figura 31 – Nuvem de palavras dificuldades enfrentadas



Fonte: Autora, 2025.

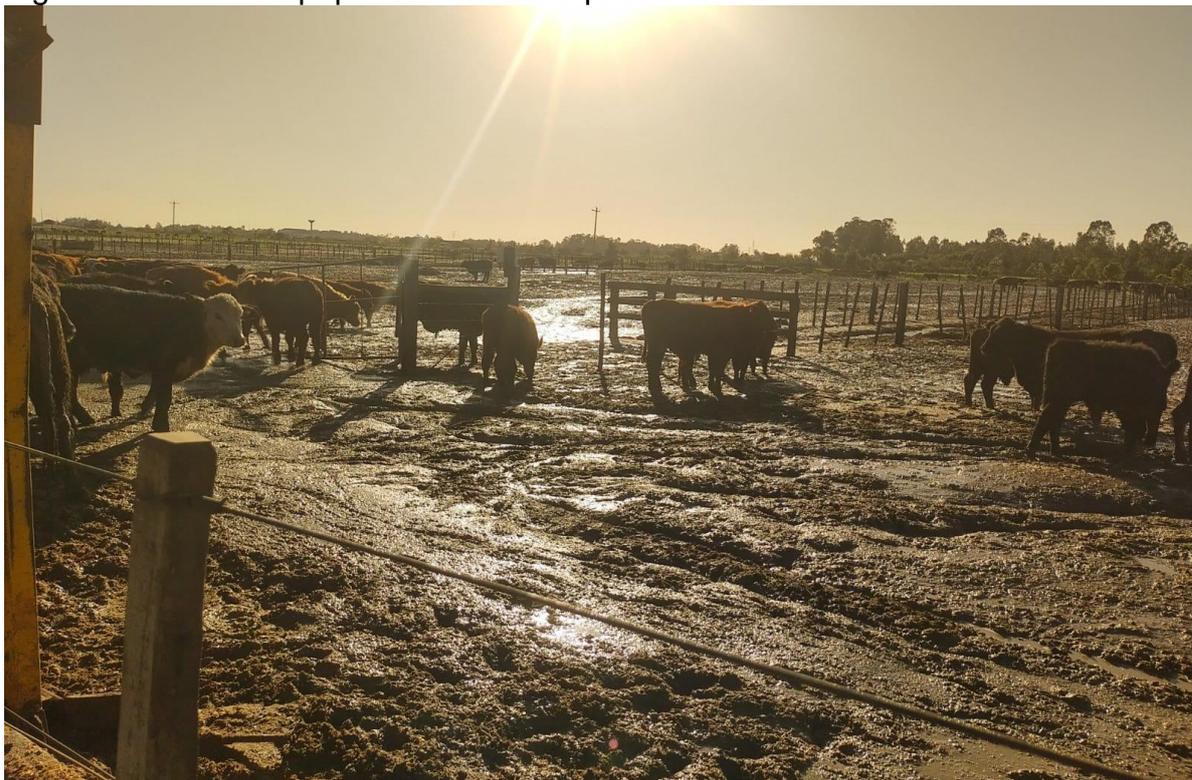
Amplamente citado dentre os EPEs, a manutenção com os pisos e a raspagem dos mesmos ficou com o destaque de maior desafio. Segundo aponta o respondente do EPE3 demanda “muita mão de obra” em manutenção do piso, principalmente ao redor do comedouro e bebedouro. Porém, algumas unidades possuem mais dificuldades do que outras, conforme a localização. Por exemplo, em Rio Grande com o solo um pouco mais arenoso o grau de dificuldade é menor (Figura 32) do que em Capão do Leão onde o solo apresenta características de planossolo (Figura 33).

Figura 32- Área de piquete em EPE de solo mais arenoso



Fonte: Autora, 2025.

Figura 33 – Área de piquete em EPE de planossolo



Fonte: Foto obtida anteriormente às entrevistas, 2025.

A cada final de operação é feita a raspagem dos piquetes para retirada dos dejetos, contudo, acaba saindo um pouco do material utilizado para impermeabilizar o local e é preciso recolocá-lo.

“Piso, devido a estrutura do solo. Já fizemos concreto perto dos coxos e o gado não tem barro até metade dele, é na pata só, e isso não é barro, é esterco, urina, normal. **Temos um bom piso de saibro,** a questão é que **em todo final de ciclo temos que raspar** e por mais que evitemos, sempre sai um pouco da pedra junto e temos que repor. Outro problema é a **logística,** temos 3km até a BR e temos que nós mesmos manter ela boa (Respondente EPE5).

Na sequência, uma grande dificuldade que os EPEs estão tendo nos últimos anos é com relação ao atendimento da exigência constante no Anexo 3 da IN nº 46 de 2018 (Brasil, 2018A). Onde pede-se que tenham “área e capacidade de fornecimento de sombra para os animais”, o que passou a ser obrigatório a partir de novembro de 2023, conforme o Ofício Circular de atualização pelo processo 21000.114751/2022-04. Para atendimento, os EPEs fizeram a instalação de sombrites nos piquetes e, dada as condições climáticas tidas no RS, acabam danificando-os rapidamente. Conforme exposto pelo respondente do EPE5, é um investimento alto em grandes extensões, cerca de 5 mil metros, ou seja, 5 km de sombrite. Os demais respondentes dos EPEs também demonstraram insatisfação com essa exigência, pois

“no primeiro vento vai tudo” e “e o sombrite não possui a mesma relevância para o gado e para as flores” (Figura 34).

Figura 34 – Sombrite instalado nos piquetes do EPE



Fonte: Autora, 2025.

Nos relatos ainda foram mencionados desafios com o cortinamento vegetal (Figura 35), item obrigatório dentre as condicionantes da licença ambiental o qual serve principalmente como barreira contra a dissipação de odor natural do ambiente do EPE. Porém, conforme aponta o respondente do EPE5, devido a presença de muita matéria orgânica, as mudas de árvores não vingam.

Figura 35 – Cortinamento Vegetal em fase de desenvolvimento



Fonte: Autora, 2025.

Isto posto, nota-se que o corpo técnico estar comprometido com a qualidade e com o desempenho das atividades realizadas nos EPEs é essencial. Para tanto, é importante que os empregadores estejam atentos a cada membro de sua equipe. O respondente do EPE4, de modo a solucionar um dos problemas que é, encontrar mão-de-obra para as tarefas do EPE, menciona que estão sendo planejadas ações de qualificação profissional no próprio estabelecimento. De acordo com a visão dele, se tornará mais atrativo e motivante fazer parte da equipe do EPE, o que a longo prazo, certamente terá um efeito positivo na qualidade do trabalho desempenhado por essas pessoas. Uma vez que compreenderão a importância de seguir cada etapa e critério estabelecido em suas tarefas e não apenas farão de modo automático sem saber a sua relevância no todo.

“Pessoas e clima. Pessoas, no quesito **mão de obra**, por isso estamos planejando um centro de treinamento aqui com sala de informática, temos que instruí-las sobre tudo, fazer com que compreendam a filosofia, da razão pela qual precisam fazer dada função. E o clima, porque bem, nós estamos longe da cidade, as **vias de acesso são muito precárias**, a **falta de luz imensa**. Estamos pensando no que fazer aqui para gerarmos nossa energia. A questão de instalação dos **sombrites**, precisamos prever o clima a tempo de retirar os 46 sombrites para não perdê-los (Respondente do EPE4)”.

As vias de acesso e o fornecimento satisfatório de energia elétrica aos EPEs é um dilema muito comum, sobretudo no meio rural, com o aumento dos eventos extremos, os quais impactaram a grande maioria dos EPEs. As chuvas volumosas de maio/2024 e de setembro/2024, em alguns momentos com ventos fortes não só danificaram as vias de acesso como a rede elétrica e os sombrites instalados. Sendo assim, é necessário que proponham alternativas que possibilitem a retirada dos sombrites extensos em pouquíssimo tempo. O relato abaixo cita ainda outros desafios, tão importantes quanto os já mencionados, porém, mencionados apenas por um entrevistado:

“Tem os do nosso controle e os que só Deus sabe. O primeiro é quanto a oferta, criar confiança no produtor para não castrar o animal e esperar. E também o **mercado, variação do dólar e o preço do animal.** Podemos falar também da **questão sanitária pela alta concentração e a sodomia**, como são machos inteiros, acaba que as vezes um libera feromônios e atrai os outros, aí fica 30 correndo atrás de um. Quando ocorre de dia, é visto e apartado. Mas se acontece de noite, às vezes acaba levando o animal à exaustão e morre (Respondente do EPE2)”.

Nos relatos trazidos das UCs nota-se uma expressão de angústia e insegurança por não possuírem orientações a respeito das estruturas mínimas necessárias para realizarem o tratamento dos resíduos, o que influenciava no

momento de buscarem um enquadramento para tributações além de não conseguirem incentivos para melhorias e compras de equipamentos. Salienta-se que assim como no início do surgimento dos EPEs no RS, onde órgãos ambientais e empreendedores precisaram construir juntos os regramentos conforme as necessidades da atividade, as UCs também esbarram neste obstáculo. Evidencia-se a falta de políticas públicas que fomentem o desenvolvimento e a implementação de empresas cujo serviço contribui diretamente para a sustentabilidade ambiental das cidades.

“No início principalmente de estrutura, **não tem linha de crédito** para esse setor, só conseguimos iniciar pelo PRONAF que fizemos para o morango e nos possibilitou comprar um trator para acoplar o equipamento revolvedor. E no início **também ninguém sabia nos orientar direito**, como viramos um negócio, ninguém sabia onde nos enquadrar, entende? Até para **contabilidade**, em questão de taxas, os impostos, **pagamos muito mais do que precisava no início**, por falta de conhecimento. E outro também, **é a falta de fiscalização sob os geradores que não destinam** – porque concorremos com o descarte clandestino (Respondente da UC2)”.

Muitos dos desafios ainda persistem segundo os respondes, como a aquisição de equipamentos, desde os mais básicos como os termômetros até equipamentos de custo mais alto e também, mais específicos como as peneiras e os revolvedores, pois, ainda inexistente linha de crédito. A UC1 destaca que ainda está na fase de estabilização da empresa e a venda dos produtos começou a os auxiliar, porque para investir nos equipamentos precisam ter uma fonte de recursos. Nenhum incentivo, somente a venda do composto que possibilita o lucro, hoje, de empresas que trabalham com compostagem na região Sul do RS. Além disso, a UC2 menciona que é licenciada pelo volume e não pela área, fator que difere das outras UCs entrevistadas e que acaba sendo um entrave muito forte para a operação da unidade, assim como a insuficiência de informação técnica e regramento. Neste intuito, as políticas públicas aliadas a publicação de instruções normativas e comunicados técnicos que delimitem a atividade desenvolvida e criem a segurança de estar operando legalmente. São realizados anualmente congressos e simpósios pelo país e no exterior que permitem trocas de experiências a respeito da temática, as quais poderiam ser aproveitadas também pelos órgãos legisladores, ainda que existam especificidades climáticas importantes de serem consideradas, um padrão poderia ser aproveitado.

“Isso de ser **licenciado pelo volume**, muitas vezes **recebemos uma demanda que conseguiríamos absorver, mas não podemos por causa do volume e não compensa aumentar o porte porque é algo pontual**. E também porque tentamos expandir a licença e **não tivemos informação** por parte do órgão **sobre o que precisaríamos de estrutura mínima ou que**

poderia ser um problema pro nosso caso, **Ficamos sem uma margem, sem um padrão**. Diferente de SP por exemplo, fomos em um evento nacional de compostagem e lá conversamos sobre várias questões. Claro que lá **o clima é diferente**, mas eles possuem **compostagem muito maiores e sem muitas exigências de estrutura**, operando legalmente, que é o que queremos, estar legalmente. **Aqui temos muitas inseguranças**. Não tem um padrão mínimo de estrutura para nós que queremos trabalhar com o descarte e nós sofremos fiscalização por isso, queremos estar amparados e operando certinho (Respondente da UC2”).

Captar diferentes tipos de resíduos “*ainda é bem difícil*” para a UC1, em partes devido à ausência de clareza sobre os tipos de resíduos que as UCs podem receber e a própria difusão, tanto do tratamento de resíduos com a compostagem quanto das empresas que prestam este tipo de serviço. Aliás, alguns dos respondentes ficaram animados com o desenvolvimento desta pesquisa pois, entendem que poderá vir a produzir um impacto positivo. Na fala do representante da UC1: “*esse teu trabalho é interessante, pode vir a nos agregar muito*”, referindo-se à captação de resíduos e divulgação da compostagem como forma de tratamento.

Nesse sentido, encontra-se o descarte clandestino e a falta de fiscalização sob os geradores. Para não arcar com o custo de destinação correta, alguns geradores acabam entregando para as UCs resíduos de forma inadequada, causando um trabalho maior de padronização do resíduo recebido às UCs. Questões pontuais como o odor, são muito mais relacionadas a essa adequação de manejo operacional com o resíduo e densidade do ar, conforme percebe-se no relato abaixo:

“E em dias de ar mais denso, quando o tempo tá pra chuva, **o odor, em dias normais não se sente nada**, nem vetor também não tem, mas eles têm uma empresa que presta serviço para ele caso dê problema. Os ossos também, ficam em torno de 4/5 meses e aí ele peneira o composto e os ossos repõem no novo processo. O principal desafio seria a **logística porque é no máximo 48h para recolher**, então, municípios longe não dá para atender. E além deste, **caso quisesse vender** teria que ter certeza que é seguro, não vendem porque não tiram MRE (Respondente da UC4)”

A UC4 que recolhe animais mortos, identificou como principal desafio a logística, uma vez que o recolhimento precisa ser em no máximo 48h além, da falta de conhecimento a respeito da eliminação de microrganismos patogênicos, uma vez que nem sempre o destinador informa a causa da morte e a empresa não faz a retirada de MRE (ver nota de rodapé 8) dos ruminantes, possuindo então, ciclo fechado, ou seja, sem comercialização.

“**Não vender era uma condição** para o caso dos bovinos ou fazer uma leira com boi e outras sem para vender. Mas ele optou por não vender. Também não se sabe certo sobre a ocorrência de alguma doença nos animais que

recebem, nem sempre os produtores/municípios informam a causa da morte (Respondente da UC4)”.

De acordo com o relato, o composto só poderá ser vendido após realizar a retirada de MRE, entretanto, o custo hoje para ter a estrutura necessária para tal procedimento, não foi viável e o empreendedor optou por apenas tratar o resíduo, sem realizar a venda. Dessa forma, o ciclo da compostagem se encerra na própria unidade e não há a necessidade de retirada do MRE das carcaças de ruminantes recebidos. Animais não ruminantes, entretanto, poderiam ser compostados e vendidos sem o procedimento adicional, desde que em leiras excluídas.

Entra-se assim para o último código desta categoria que é a **demanda de mercado**. Este item foi e/ou está sendo o fator determinante para a estabilização das UCs, principalmente na região Sul. Uma vez que, ainda não recebem animais mortos e a venda do composto é o que possibilita-os investir em melhorias para o processo e contratação de operadores, por exemplo.

No caso da UC4 localizada na Serra, a venda do composto com certeza traria um ganho a mais, mas, seria possível após alguns ajustes no método de compostagem, ou a segregação das carcaças de animais mortos recebidas, ou investimento para retirada de MRE. Contudo, o fato de ser a única empresa a prestar este serviço no estado, confere uma hegemonia nas licitações e segurança para operar sabendo que os clientes são fixos.

“**Os clientes serem públicos** no caso, é por licitação e ele é o único que presta esse serviço no RS. Cada município paga conforme a distância e o número de coletas. No caso de empresa privada ele poderia cobrar menos, mas com os municípios ele consegue reajuste de valores, conforme a alteração do diesel e enfim, se mantém bem (Respondente da UC4)”.

A **demanda de mercado** influencia ainda na qualidade necessária para o composto, pois dependendo do uso em que será empregado, certos nutrientes e características se fazem mais necessários. Portanto, as UCs embora se coloquem como destinadoras de resíduos, precisam também atender as normas de produtores de fertilizantes, compostos orgânicos ou condicionadores de solo.

“Passa por **acertar o processo da compostagem em si** e também o **mercado de absorver o composto**. Começamos vendendo para floriculturas, são pessoas que colocam no jardim, eventualmente na horta, então precisávamos entregar algo bom para elas e isso já conseguimos. Apesar de nos colocarmos como **destinador de resíduos e não como produtores de adubo orgânico, nos adaptamos a demanda**, conforme o que recebemos né? Temos que usar o que nos entregam e como não

fiscalizam, isso fica para nós né? O problema deles, eles passam para nós e temos que resolver para não gerar odor (Respondente da UC2)".

A UC3 tem o diferencial de possuir um contato com a Embrapa Suínos e Aves e por receber majoritariamente esses resíduos, teve e tem apoio técnico dos pesquisadores, os quais sempre tentam ajudá-los quando necessitam de apoio. Assim, o representante desta UC mencionou que tem conseguido se adaptar a demanda e a viabilidade de mercado nos 30 anos de trabalho já acumulados. Período que os permitiu aprender com o processo dinâmico da compostagem. A partir das respostas obtidas quanto a escala de processamento e aos horários de funcionamento, elaborou-se o quadro 5:

Quadro 5 – Unidades de Compostagem, quantidade de resíduo recebidos por mês, horário de recebimento e capacidade operacional

UCs	Escala de processamento	Horário de recebimento	Capacidade operacional
1	120 caminhões/mês	Todos os dias, 24hrs.	Sobrando
2	300 ton/mês	Seg. – Sex., horário comercial.	Máximo
3	4.800 ton/mês líquido 7.200 ton/mês seco	Seg. – Sex., horário comercial. Sab. até 12h.	Sobrando
4	48.450,00 kg/mês de animais	Seg. – Sab. até recolher todos os animais do dia.	Sobrando

Fonte: Autora, 2025.

Na UC1 é importante destacar que embora recebam resíduos 24hrs em todos os dias da semana, a equipe trabalha na montagem das leiras somente em horário comercial e foi enfatizado pelos respondentes que poderiam receber muito mais resíduos, mas não possuem essa procura por parte dos geradores.

Diferentemente da UC2 que em períodos de safra quando aumenta a demanda pelo serviço já operam em seu limite e ainda estão estudando formas viáveis de ampliação. A UC3 também mencionou um aumento da demanda no período de safra, porém discreto, ficando sempre em torno de 200 toneladas de resíduos líquidos e 300 toneladas de resíduos secos. A UC4 por sua vez, poderia ampliar o recebimento de animais mortos, uma vez que hoje possuem quatro leiras e geralmente utilizam três delas para absorver a demanda, enquadrando-se hoje em porte pequeno e potencial poluidor médio no Codram 118,10 (Rio Grande do Sul, 2018B).

7.2.2 Operação da quarentena dos animais

O início das discussões desta categoria começa com a **seleção dos animais**, assim como foi dito por Tavares (2021) os entrevistados em geral, disseram que os carneiros de 0 a 12 meses de idade provém de estâncias gaúchas que atendam os

critérios exigidos, os quais podem ser resumidos em: (1) raças europeias, (2) machos, (3) mochos (sem chifres) e (4) inteiros (não castrados). A maioria dos EPEs costuma obter os animais dos mesmos fornecedores, seja produtor rural ou corretor credenciado. De acordo com os relatos abaixo, o número de recriadores tem aumentado, pois nem sempre o período que os produtores possuem para a venda coincide com o período de aquisição para as quarentenas.

“Lá nas primeiras quarentenas já **vimos que o gado de outros estados não era de boa qualidade**. Tinham zebuínos e o mercado começou a estimular as raças europeias, então os produtores começaram a ficar nessa linha. O **preço pago começou a propiciar o melhoramento genético**, cada ano uma qualidade melhor, mais padrão, mais desenvolvimento, porque como compra-se apenas os machos, as matrizes ficam e isso propicia cada vez mais o desenvolvimento (Respondente do EPE2)”.

“**Vem de todo RS**, da fronteira oeste, Alegrete, Rosário, normalmente são os mesmos, mas **tem aumentando o número de recriadores**, os que compram os lotes e recriam, aumentou esses intermediários no caso, mas os produtores são os mesmos para exportação. Aí muda que ou **direto para nós** ou para os **recriadores se não é bem na hora que precisamos** (Respondente do EPE3)”.

Outros dois respondentes salientaram que não realizam a compra e que se consideram como um “*boitel*”, alugando o espaço para a operação de outros grupos:

“**Não compramos animais, somos um boitel** na verdade, aqui é o hotel do gado. **Alugamos aqui para o nosso cliente**, há dois anos. O **método operacional é todo com eles**. Vamos diminuir os piquetes para melhor atender (Respondente do EPE4)”.

“Costumamos dizer que **somos um hotel para quem quiser hospedar** os animais aqui. O grupo é de italiano e franceses, de onde vem o capital no caso. **Eles nos comunicam que vai ter um navio e que vão botar gado**, aí dependendo, **eles nos dizem para buscar onde eles compraram**, e a gente busca os animais quase que um “*uber*” ou **os vendedores deixam os animais aqui também**, a *fob*. O gado vem **majoritariamente da região norte, Uruguaiana e alguns de Bagé**, mas é os italianos e franceses que compram com os corretores deles. As comidas costumam vir de Porto Alegre e até do Uruguai, a silagem vem de perto de Passo Fundo, às vezes, da granja 4 irmãos. Fazemos uma mistura para eles se ambientarem com a comida que vai ser fornecida no navio (Respondente do EPE5)”.

Cabe mencionar que alguns trabalham com “fazendas *pulmões*”. Nas palavras do respondentes:

“Compram o gado e deixam em outras fazendas para os animais se ambientarem. Depois que estão bem, trazem para o EPE. Essas fazendas são longe, as vezes podem vir até de SC, chegando aqui são pesados, separados conforme o biotipo, vacinados conforme o veterinário e depois vai pro embarque (Respondente do EPE4)”.

Quanto aos **procedimentos na chegada dos animais** são muito semelhantes entre os EPEs, como pode ser observado no quadro 6:

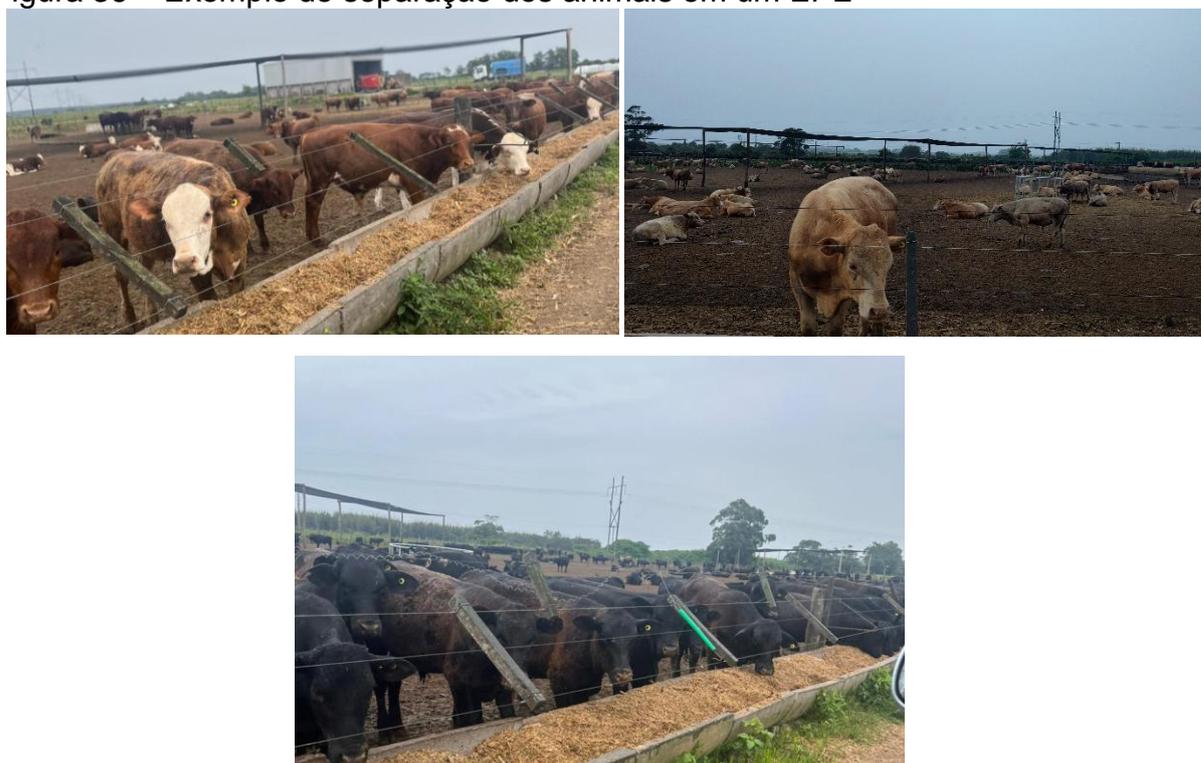
Quadro 6 – Procedimentos realizados na chegada dos animais ao EPE

EPEs	Procedimentos iniciais
1	O caminhão chega e passa no rodolúvio, depois é feita a identificação dos animais (brincagem), recebem os protocolos sanitários, são examinados para as doenças (conforme a época do ano e o país de destino).
2	Além do protocolo do país de destino, aplicamos o protocolo próprio na entrada dos animais (respiratórias, mosticidas, prevenção para não ter conjuntivite, tristeza parasitária e algumas outras, assim zeramos o gado quando entra). Depois aplicamos as do país de destino, em geral é tuberculose, brucelose, e aftosa. O tempo de quarentena vai mudar também, no mínimo 7 para abate imediato e para engorda, no mínimo uns 21 dias mas pode ser mais.
3	Compramos, pesamos para estimar a queda e identificamos eles para manter a rastreabilidade de origem. Manejos sanitários, de acordo com o protocolo do país de destino, vacinas respiratórias, reprodutivas, controle de ecto e endoparasitas. Separamos por categoria para a alimentação. Dependendo do país e do protocolo, acrescenta mais algum diagnóstico.
4	Conforme o que aluga aqui.
5	Pesagem, triagem do gado e análise para ser brincado. Separado nos box para fazer as vacinas e tratamento inicial com vermífugos e outros. Monitoramos a aclimação deles, os animais ficam semanalmente sendo triados para ver o ganho de peso. Treinamos os animais para o navio, separamos por peso e porte, não é idade. E as vacinas são as que estão previstas no calendário brasileiro, conforme o protocolo estabelecido.

Fonte: Autora, 2025.

A separação dos animais, embora siga um padrão, possui peculiaridades de um EPE para outro. Por exemplo, no EPE1 “*o mesmo lote de uma fazenda pode ficar em box diferente*” e podem ser separados conforme o pelo, além de outras características de biotipo (Figura 36).

Figura 36 – Exemplo de separação dos animais em um EPE



Fonte: Autora, 2025.

Identificados os procedimentos realizados, passamos para o próximo código, que diz respeito a **intensidade de operação**, pelos EPEs (Figura 37).

Figura 37 – Intensidade de operação e empregos diretos gerados na operação do EPE

EPE	PORTE	Nº DE CICLOS POR ANO	Nº DE FUNCIONÁRIOS
1	14 mil cabeças	5 a 6 *NS*	28
2	8 mil cabeças	3 a 5 *3*	30
3	10 mil cabeças	3 a 5 *4*	17
4	20 mil cabeças (12 mil em extremo climático)	6 a 7 *6*	20
5	10.500 mil cabeças	2 a 3 *2*	12 (5 fixos)

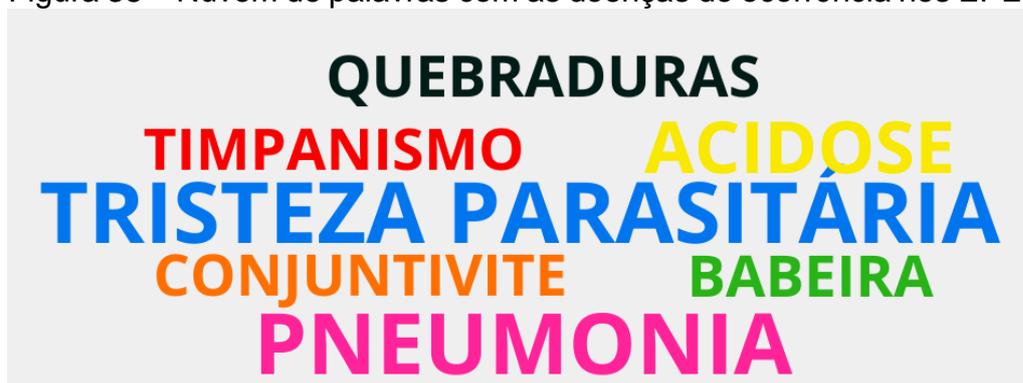
Obs: em vermelho o nº de ciclo que estavam fazendo em out/nov de 2024. *NS* = não soube.

Fonte: Autora, 2025.

No que se refere a duração das quarentenas geralmente fica em torno de 30/40 dias e os intervalos variam, em alguns casos cerca de 15 dias. Ainda conforme os relatos, os países que recebem esses animais são principalmente do Oriente Médio, como a Turquia, o Líbano e a Jordânia. Enquanto que os animais exportados pelo Pará vão para a Nova Zelândia e geralmente, não são de raças europeias (EPE5).

Posteriormente, questionou-se sobre as **doenças relatadas**, tanto aos EPEs quanto ao órgão de controle, as quais são expostas na nuvem de palavras (Figura 38).

Figura 38 – Nuvem de palavras com as doenças de ocorrência nos EPEs mais citadas



Fonte: Autora, 2025. *Gerada através do “Pro word cloud” e formatada no Canva.

Unânime que a tristeza parasitária e a pneumonia são as doenças de maiores ocorrências nos animais, estando relacionada à idade do animal e à baixa de imunidade, principalmente no início da quarentena, devido ao estresse ocasionado pela troca de ambiente. O respondente do EPE5 mencionou que existem muitas mortes por ter que sacrificar, devido a quebras duras.

Isto posto, no que se refere ao **manejo com os animais doentes**, todos eles possuem ao menos uma pessoa designada a percorrer os piquetes, geralmente a cavalo e monitorar os animais, deste modo, assim que um animal é identificado com doença ele é retirado do piquete e levado para a área de enfermagem para ser medicado e receber o tratamento necessário. Quando há necessidade, podem ser encaminhados a hospitais veterinários externos ou para área de pastagem. Um dos EPEs enfatizou que são feitos exames no início e que tão logo se identifique algo anormal, o animal retorna para o local de origem ou se for algo tratável, vai para a enfermagem. Portanto, de acordo com os relatos, os óbitos ocorrem com maior frequência quando os primeiros sinais não são identificados. Quando a “caída” dele ocorre durante a noite e só se percebe na manhã seguinte, ou ainda quando se trata de tristeza parasitária, pneumonia ou quebras duras.

O código seguinte chama-se **lidando com a mortalidade**, e iniciamos apresentando um quadro (Quadro 7) com os dados aproximados de mortes dos animais nos EPEs. Os dados oficiais são informados pelos EPEs à inspetoria veterinária, mas a mesma não nos forneceu devido a Lei Geral de Proteção de Dados (Brasil, 2018C). Entretanto, confirmou que os estabelecimentos informam o número de animais mortos, juntamente com o laudo da causa da morte ou da provável causa. Além destes dados, cada EPE deve informar à Inspeção Veterinária a quantidade de animais que chegam ao EPE, quantos morrem e quantos efetivamente são exportados.

Quadro 7 – Número médio de mortes informadas pelos EPEs e mortalidade percentual por ciclo

EPE	Média de mortes	Mortalidade (%)
1	28 de 12 mil. 40 de 14 mil.	0,23 0,29
2	Não informou.	
3	20/30 de 10 mil (mais jovens) 7/8 de 10 mil (mais adultos)	0,25 0,08
4	50 de 10 mil.	0,50

5	40 de 6.500.	0,62
---	--------------	------

Fonte: Autora, 2025.

Sendo assim, por menor que seja essa taxa de mortalidade e que se trabalhe para reduzi-las ainda mais, se formos olhar para os números como um todo, multiplicando-os pelos ciclos feitos nos EPEs anualmente, eles representam um número considerável de carcaças de animais mortos. O descarte precisa ser ambientalmente correto e seguro para que se garanta a eliminação dos agentes contaminantes. Assim sendo, todos eles informaram que identificam o animal através do recolhimento do brinco e elaboram o laudo para informar a inspetoria com a causa morte, a qual na maioria dos casos é feita pelo veterinário do EPE. Em casos de dúvidas ou suspeita de algo mais grave, alguns respondentes disseram que encaminham para a necropsia na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Pelotas.

Em todos os casos, independente da causa morte, recolhem o animal com uma retroescavadeira e encaminham para a câmara mortuária, pois segundo os três órgãos públicos que atuam diretamente com os EPEs, não existem legislações para nortear aspectos de sanidade animal, manejo em caso de doenças contagiosas ou de animais que passaram por eutanásia. Há que se destacar que na linguagem dos empreendedores é comum chamarem a estrutura de câmara mortuária, o que demonstra que para eles trata-se somente do descarte do animal morto e não de um processo de compostagem “...vocês *chamam de outro nome né? Como é? Unidade de compostagem, composteira?!*” Os EPEs que possuem maior proximidade com as Universidades já entenderam que o local chamado de câmara mortuária na realidade não é apenas um local de destinação da carcaça, mas uma unidade de compostagem que visa a transformação segura do resíduo, e, para tanto precisa respeitar os parâmetros necessários para o desempenho satisfatório da compostagem e eliminação de patógenos.

Os manejos empregados com os animais mortos diferem entre os EPEs, embora sejam diferenças sutis quase imperceptíveis aos órgãos fiscalizadores. Por exemplo: “*é o mesmo em todos, até onde eu vi, desde o início, o que muda é o solo diferente e a capacidade de lotação, mas o resto acho que é padrão (inspetoria veterinária)*” ou mencionaram diferentes materiais volumosos utilizados no início:

“Todos são praticamente iguais, em termos de estrutura de composteira No início alguns usavam maravalha, mas depois a maravalha valorizou e

migraram para a casca de arroz. Todas são cobertas, inacessíveis para animais silvestres, algumas são de metal, outras alvenaria e muda as dimensões só (Respondente da FEPAM)”.

Conforme o MAPA, *“legalmente, não existe um padrão estabelecido”* e como os dados quantitativos informados de mortalidade *“estão no padrão trabalhado como conceito de saúde animal”* e *“nunca foi algo atípico que exigisse nossa intervenção”* tem se mantido assim. Do mesmo modo, sobre como ocorre a destinação de animais mortos nos EPEs, a inspetoria veterinária informou que:

“Nunca acompanhei, mas pelo que falam é só com casca de arroz. A única coisa que precisamos na inspetoria é ver se o número de animais condiz, os que estão ali e os que informaram de óbito. Quando olhávamos a câmara mortuária víamos se tinha odor e chorume só (Respondente da Inspetoria Veterinária)”.

Ao falar *“quando olhávamos”* ele se refere ao período em que utilizavam a lista de verificação nas vistorias aos EPEs elaborada pelo governo gaúcho e não a do anexo 3 da IN nº 46/2018 do MAPA, a qual não menciona nada sobre o processo de tratamento/destinação de animais mortos. Por sua vez, a FEPAM e o MAPA destacam que a destinação sempre é feita no próprio EPE através da câmara mortuária, apenas os ossos eram recolhidos por empresa terceirizada no início e após, passou a ser separado e reincorporado em nova pilha. Todavia, o MAPA reitera que embora tenha sido estabelecido dessa forma e que seja mais com a FEPAM, *“tem uma IN que para um confinamento é válida”* referindo-se a IN nº 48 de 2019 (Brasil, 2019).

O órgão ambiental do RS (FEPAM) alegou que nunca foi pedido nada específico aos EPEs, por falta de conhecimento a respeito do que seria necessário, *“nunca pedimos nada referente a dimensões e tal porque não temos as informações técnicas de quanto de espaço precisa”*.

Contudo, é possível identificar que o entrevistado do órgão fiscalizador do Estado percebe a necessidade de mudança, seja pelas questões externas como a própria rastreabilidade e preocupação com a sustentabilidade em cada parte das atividades, seja pelas crescentes pressões climáticas:

“Agora, **diante das emergências climáticas** se pensou em pedir que tenham espaço o **suficiente para os piores cenários**, mas é complicado. Porque aí vão ter custos para ter uma estrutura que vai ficar ociosa, não vai ser usada sempre, só em casos de emergências. Enfim, temos que estudar melhor... talvez a saída seja reduzir a capacidade de operação deles, limitando mais conforme a previsão do clima. Em termos de mortalidades de animais, as condições climáticas sempre influenciaram, períodos de chuva e inverno,

sempre morre mais e segue assim, ao longo do tempo (Respondente da FEPAM)”.

Assim, podemos inferir que as **influências climáticas** estão fortemente ligadas com o desempenho satisfatório da quarentena. Este tema apareceu em vários momentos dos relatos e pelos diferentes atores entrevistados. Observou-se que no relato acima a alternativa citada foi diminuir a capacidade de operação dos EPEs diante de previsões de chuvas intensas, por exemplo. Quando questionamos os empreendedores sobre a intensidade de operação, alguns, mencionaram que observam este aspecto. Nas palavras do respondente do EPE2 *“sempre avaliamos conforme o clima, ele é o nosso patrão. Não trabalhamos no inverno com a mesma capacidade que trabalhamos no verão, obedecemos o clima”*. De fato, os EPEs, que disseram levar o clima em consideração, diminuindo a lotação de seus piquetes, também disseram ter uma menor ocorrência de doenças e taxa de mortalidade, ainda que não foi possível comprová-la por inacessibilidade dos dados enviados à inspetoria. Deste modo, a alternativa levantada pelo representante da FEPAM de reduzir a capacidade operacional dos EPEs conforme a previsão climática deve ser melhor estudada e talvez seja alternativa para a prevenção de altas taxas de mortalidade.

“Ah, não sei te dizer do ponto de vista técnico, mas como leigo, eu diria operar com menos carga do que a capacidade. Isso como leigo né, porque para nós não cabe essa parte. **A gente precisa considerar muito mais as questões climáticas** até por capacidade no inverno e quando chove. Eu sou da opinião que se a capacidade deles é 14mil quando tem a previsão de que virá um clima de risco, eles deveriam operar com menos, como uns 8 mil. Pedimos um plano de ação pós enchente, só para o EPE onde tivemos problema com o descarte (Respondente da Inspeção Veterinária)”.

“Já fazemos essa redução de capacidade para diminuir as perdas, prevenimos também com a vacinação, alimentação e trabalhando com cerca de 6 mil no inverno e 8 mil animais no verão (Respondente do EPE2)”.

Os EPEs mencionaram que percebem diferenças de uma estação do ano para outra. A câmara mortuária no inverno, fica no limite da capacidade, principalmente se trabalharem com terneiros mais novos. O entrevistado do EPE5 disse que no inverno fica mais perceptível que a composteira está quente, embora no verão *“o processo vai mais rápido (EPE5)”*. Outro disse que nunca monitorou e não sabia se havia diferenças (EPE4).

Períodos de chuva e inverno, sempre possuem um número maior de mortes e, no ano de 2024, com as enchentes, um dos EPEs teve problemas. Um número muito

elevado de animais acabou perecendo e por isso, começaram a construção de mais uma câmara mortuária (Figura 39).

Figura 39 – Construção de mais uma câmara mortuária



Fonte: Autora, 2025.

Dito isso, encerramos a discussão desta categoria e na sequência, analisaremos os códigos referentes ao processo de compostagem.

7.2.3 Processo de Compostagem de Resíduos

Esta categoria é iniciada através da apresentação das **características de infraestrutura**. Notou-se que mesmo não havendo exigências mais específicas aos EPEs, a IN nº 48/2019 ainda é pouco difundida no território gaúcho. Somente o entrevistado do MAPA mencionou ter empresas autorizadas para o recolhimento de animais mortos e destinação por compostagem, ainda que não fossem específicos para os EPEs e nem na região. Os entrevistados dos outros órgãos públicos (Inspetoria Veterinária e FEPAM) também alegaram que não monitoram se de fato ocorre o recolhimento dos animais para a compostagem. Isso só ocorre em casos de denúncias ou se em alguma vistoria seja avistado animais mortos dentro dos piquetes, o que é raro pois:

“Na realidade deles, não é como em fazendas que o animal fica no campo e ninguém vê. Ali sempre tão olhando, vê o morto e não vão deixar ali no meio dos outros, então eles recolhem para a câmara mortuária (Respondente do MAPA)”.

Quando questionados sobre as exigências sanitárias/ambientais quanto a destinação dos animais mortos, a resposta do representante do MAPA foi “nada, por nenhum de nós até onde eu sei”. Ou seja, um acompanhamento maior somente ocorreria em casos atípicos que, felizmente, não têm ocorrido.

Os EPEs possuem estruturas semelhantes para o descarte de animais mortos, como ilustrado na Figura 40.

Figura 40 – Infraestrutura das câmaras mortuárias de alguns dos EPEs



Fonte: Autora, 2025.

Nos relatos os entrevistados dos EPEs, mencionam que se basearam no modelo proposto pela Embrapa para Suínos e Aves (Nicoloso; Barros, 2019). Eles também mencionaram que a estrutura proposta deve atender os critérios da Diretriz da FEPAM (Rio Grande do Sul, 2014), a qual exige que os animais mortos devem ser colocados em composteiras, ou em leiras com escavação do solo. A diretriz exige também que sejam feitas pilhas de compostagem, em locais altos, bem drenados, impermeabilizados (compactação, geomantas, lonas, etc) e protegidos das águas de chuvas. Finalmente, exige que o ambiente seja telado para impedir acesso de animais silvestres.

“Tem tela para evitar acesso de animais silvestres, cerca pra não entrar o gado e só vai lá os funcionários. Tem caixa onde vai os ossos que não decompõem e canaleta pra caso tenha chorume (Respondente do EPE1)”.

O quadro 8 apresenta as dimensões e a capacidade das câmaras mortuárias nos EPEs:

Quadro 8 –Dimensões da estrutura para destinação de animais mortos e sua capacidade

EPEs	Estrutura	Capacidade total
1	De alvenaria, 5m por 6m e 4,5 de altura.	Em torno de 60 animais
2	De alvenaria, 3 baias, cada uma com 3x3.	Em torno de 50 animais
3	Toda de alvenaria, 4 baias. Só as portas que a gente achou melhor fazer com tábuas de encaixe até 1,50 e depois tela, e, piso de concreto.	Em torno de 100 animais
4	Toda de metal, concreto embaixo. 3 baias, porta toda de metal, bem fechada sem tela.	Não sei dizer
5	De alvenaria e tela, tem 4 baias e todas cobertas com portão de ferro.	Em torno de 50 animais

Fonte: Autora, 2025.

Em todos os EPEs a estrutura está construída em um local bem afastado da área de manejo dos animais vivos. Isso é, inclusive, recomendado pela IN 48/2019 que a câmara mortuária situe-se fora das áreas utilizadas para o manejo da exploração pecuária. Porém, muitas vezes o local é tão distante (Figura 41) que dificulta o manejo e também, torna imperceptível possíveis problemas com a compostagem.

Figura 41 – Estrutura de destinação de animais mortos



Fonte: Autora, 2025.

“Estamos fazendo outra também, para otimizar mais o processo e **não ficar tão longe quanto a outra**. Mais perto para manejar facilita, **toda hora que tem que levar um animal lá é uma briga pro funcionário ir**. A capacidade

depende né, de como for alocado lá dentro, bem feita vai uns 10/15 animais por camada, então cabe 4 camadas, uns 60 animais mortos. Mas é relativo conforme o manejo (Respondente do EPE1)”.

Ainda referente a capacidade, nenhum dos EPEs possui um plano ou pelo menos um passo a passo dos procedimentos documentados, o que torna subjetivo a montagem das leiras e pode acabar influenciando na qualidade do processo e também na capacidade do local em alocar as carcaças de animais mortos. O entrevistado de um dos EPEs disse não saber a capacidade correta do local de destinação das carcaças porque nunca precisou encher. Isso parece positivo em um primeiro momento, mas pode evidenciar uma fragilidade em caso de evento extremo. Ou seja, como saber se existe espaço suficiente para a alocação dos animais mortos em casos extremos? A resposta foi: *“ah, deve ir uns 50, não sei certo agora porque nunca enchemos elas, graças a Deus. Demora mais de um ciclo para encerrar uma das câmaras, temos tido baixa mortalidade (EPE2)”*.

As **características da estrutura** da empresa de compostagem (UC4) que recebe animais mortos (Figura 42) não são muito diferentes das apresentadas acima. De acordo com o relato do entrevistado, as leiras são compridas e os animais dispostos por camada. O que difere é a intensidade de manejo, pois nelas o foco é o processo de destinação (compostagem). Já nos EPEs os animais vivos demandam uma atenção muito maior, fazendo com que o resíduo fique em segundo plano, considerado um passivo.

Figura 42 - Unidade de transformação de animais mortos, ainda em fase de adequação da UC4



Fonte: Foto fornecida após entrevista.

Figura 43 – Unidade de transformação de animais mortos já adequada da UC4



Fonte: Foto fornecida após entrevista.

A área desta unidade de compostagem é de 2 mil metros quadrados e é cercada. A estrutura apresenta cobertura com telhado e tela, além de portão trancado e identificação. Possui ainda, pista para lavagem interna do caminhão e caixa coletora de efluente, bem como o caminhão de transporte devidamente identificado (Figura 43) nas laterais e atrás com a frase “*exclusivo para transporte de animais mortos e resíduos*”.

Já as demais UCs entrevistadas possuem uma estrutura um pouco diferente, visto que não recebem animais mortos, mas, uma quantidade superior de outros resíduos orgânicos, abaixo o exemplo de estrutura da UC3 (Figura 44).

Figura 44 – Leiras de compostagem na UC3



Fonte: Foto recebida após a entrevista.

A UC2 por receber lodos e ter tido uma dificuldade no início, construiu box de estabilização para que a maior quantidade de líquidos saia do material (Figura 45). A UC1 e 2 possuem o pátio de compostagem sem cobertura por telhado, logo, a água da chuva esco também para caixas coletoras de diferentes modelos e dimensões entre elas, onde a água fica armazenada e pode ser reusada se necessário nas pilhas de compostagem.

Figura 45 – Caixas de concreto para armazenar líquido dos resíduos



Fonte: Autora, 2025.

Quanto aos **tipos e características de resíduos**, os atores entrevistados apresentam diferenças de acordo com seus objetivos e também, regiões de atuação. Os EPEs possuem basicamente os animais mortos e um material volumoso, sendo este, majoritariamente a casca de arroz. Apenas um dos entrevistados mencionou

utilizar maravalha e outro disse misturar a maravalha com serragem fina, além de uma proporção de cal virgem para acelerar o processo. Já nas UCs temos o seguinte (Quadro 9):

Quadro 9 – Tipos de resíduos recebidos nas UCs

UCs	Tipos de resíduos recebidos
1	Só vegetal basicamente. Classe II – não perigosos A (inertes) e B (não inertes). Casca de arroz, Casca de acácia, lodo de ETE, varrição de engenho, pó de filtro de manga.
2	Lodo de frigoríficos, restos vegetais da indústria de conservas e supermercados. Casca de arroz, Cinza de arroz, Casca de madeira e serragem, lodo da indústria do leite.
3	Sólidos e líquidos industriais, principalmente de suínos e aves. Lodo da indústria do leite. Serragem, cinza e cama aviária. Pó da indústria de erva mate.
4	Somente animais mortos, bovinos, suínos, ovinos, equinos. Aves não.

Fonte: Autora, 2025.

A UC4 mencionou que o não recebimento de aves se dá devido a quantidade de água liberada, o que pode gerar chorume na pilha e como o processo é de ciclo fechado, a maravalha foi empregada somente no início, passando a utilizar o próprio composto nos próximos ciclos. De acordo com as demais UCs o resíduo mais difícil de ser trabalhado é o proveniente de incubatórios de aves.

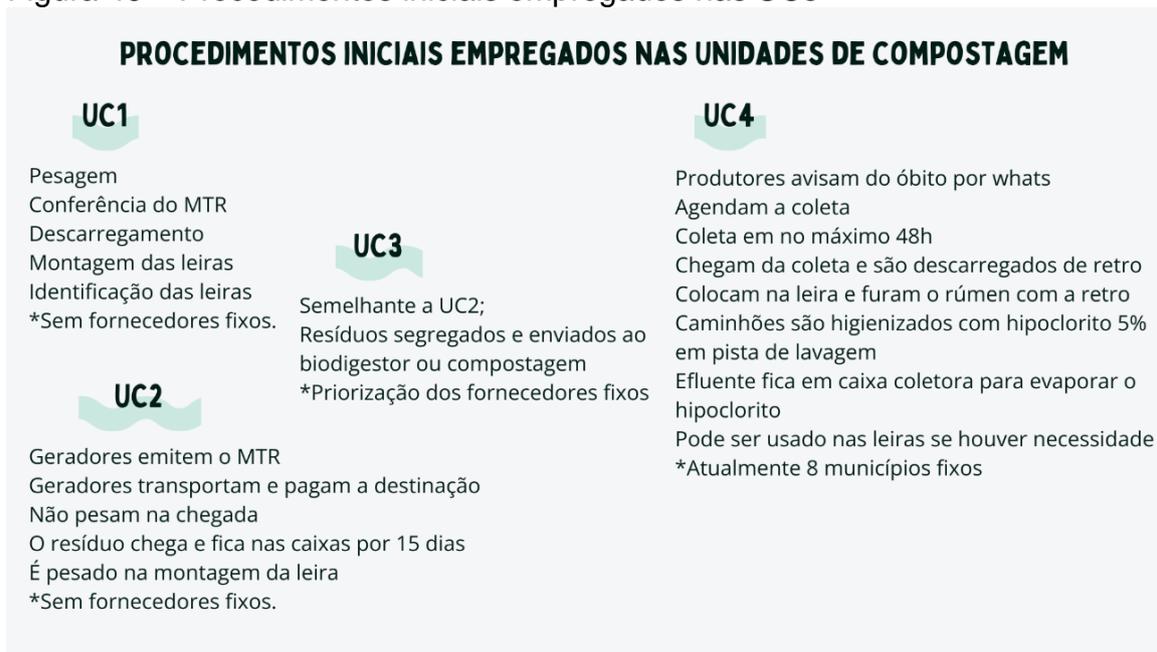
“Antes era o lodo, mas com aquela estrutura de concreto, deixamos ele ali contido e ficou mais fácil. Então, eu diria que a soja e o peixe quando vêm pra nós, devido ao odor. O resíduo do incubatório de aves também, quando recebemos há um tempo atrás, era muito odor. E o resto de podas, como não compramos o triturador ainda, fica ruim, um triturador é em torno de 5 milhões (Respondente da UC2)”.

“Líquidos flotados, devido ao odor e o resíduo de incubatório que logo temos que manejar quando chega, devido ao odor (Respondente da UC3).

Contudo, a UC1 como possui dificuldade de captar resíduos diferentes como os ricos em nitrogênio, disse ter dificuldade em compostar cavaco de madeira o qual leva muito tempo no processo e a UC4 disse não ter nenhum problema em compostar os animais mortos, dada a simplicidade do processo. Quanto ao resíduo mais recebido para compostar é variável, a UC1 disse ser as cascas e resíduos de engenho, a UC2 diversificado, a UC3 lodo e a UC4 principalmente bovinos e suínos.

No que se refere aos **procedimentos iniciais empregados** após a morte dos animais, observamos que nos EPEs é basicamente realizado o recolhimento do animal morto e transportado com trator ou retroescavadeira até a câmara mortuária. Na câmara mortuária é furado o rúmen para a montagem das leiras. Já nas UCs são realizados outros procedimentos com os resíduos, os quais estão descritos na Figura 46.

Figura 46 – Procedimentos iniciais empregados nas UCs



Fonte: Autora, 2025.

Com a emissão do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) é feito então o transporte dos resíduos até a UC, o qual costuma ser terceirizado, por conta dos geradores dos resíduos. Entretanto, as UCs podem prestar este serviço com caminhões próprios. No caso da UC2, ela presta esse serviço, mas acabam utilizando pouco, até porque o valor que os geradores estão dispostos a pagar geralmente é o que paga a operação apenas e o lucro fica só pela venda do composto. Na UC2 diferente da UC1, os resíduos não pesados quando chegam, passam direto para a caixa de concreto (Figura 47) onde ficam estabilizando por aproximadamente 15 dias ou conforme a única máquina retro se libera das outras tarefas do processo e pode iniciar a montagem de novas leiras.

“Os geradores emitem o MTR e destinam para nós. O transporte é por conta do gerador, nós temos também, mas acabamos atuando pouco. Eles nos pagam para destinarmos, um valor que paga a operação no caso, o nosso lucro é só pela venda do produto. Não pesamos quando chega, pesamos na montagem da leira, com a pá da retro. A montagem depende das máquinas disponíveis, às vezes estão ocupadas fazendo outro manejo, temos que esperar liberar. O resíduo que chega então, fica ali nas caixas estabilizando por um tempo que geralmente é 15 dias (Respondente da UC2)”.

Figura 47 – Chegada de resíduos na UC2 e descarregamento direto nas caixas de concreto



Fonte: Foto recebida após a entrevista.

As UCs 1 e 2 não possuem fornecedores fixos, ou seja, os resíduos que recebem são diversos e variáveis de um ano para outro, conforme a geração e a demanda de novos geradores. O que é diferente da UC3 a qual já está em operação a mais tempo e assim, possui geradores de resíduos que já contam com ela para destinarem seus resíduos:

“No caso dos lodos que estamos no nosso limite, sempre **damos prioridade aos parceiros que sabemos que terão aquele volume e contam conosco para destinarem há anos.** Mas temos alguns que surgem assim, aleatórios. O valor cobrado é conforme o resíduo, se é mais difícil de se trabalhar, aumenta também o valor que o gerador nos paga para recebermos e destinarmos, o transporte até aqui é por conta deles também (Respondente da UC3)”.

O valor cobrado é muito particular de cada UC, mas, algumas já avaliam as características dos resíduos previamente, pois irá influenciar diretamente nos manejos que se farão necessários durante o processo de compostagem. Como já comentado pelo respondente da UC2, muitas vezes possuem dificuldades devido à falta de

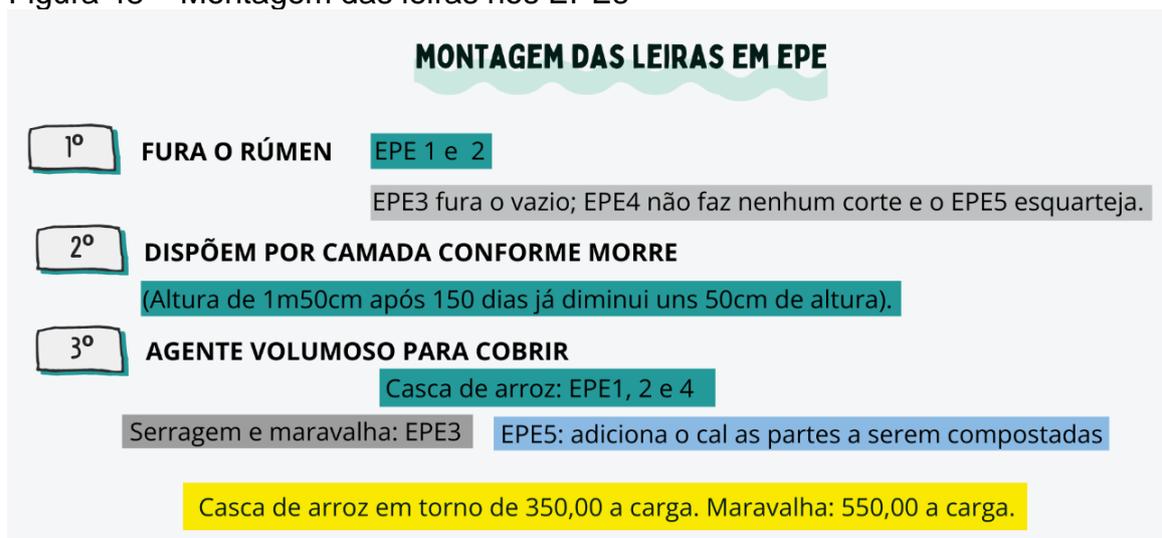
fiscalização sob os geradores e acabam recebendo resíduos misturados e que acarretam em mais trabalho.

A UC4 no momento, não presta serviço de coleta de animais mortos de forma privada, fora dos oito municípios em que ganhou a licitação. Desta forma, o transporte é pago pelas prefeituras, embora o produtor pode ser quem avisa da necessidade de recolhimento. Para melhor atender, a empresa possui dois caminhões e dois trajetos “leste e oeste”, são os próprios motoristas que chegam na UC e realizam os procedimentos necessários com os resíduos na montagem das leiras.

“A coleta é conforme ligam na verdade, tem **alguns municípios** que se organizam para um **secretário receber as demandas** e avisar e outros não, é eles direto. Geralmente se **coleta no mesmo dia, 48h** é só em caso de morrer em um sábado à noite, porque eles trabalham 6 dias nas semanas. Se morrer no sábado após o expediente, aí só na segunda. São dois caminhões e dois trajetos, um pra leste e outro oeste (Respondente da UC4)”.

A **montagem das leiras** apresenta também peculiaridade de um EPE para outro, no que se refere ao agente estruturante ou volumoso. Este material deve ser rico em carbono (Rynk *et al.*, 2022), sendo os mais comuns a casca de arroz e a maravalha. Dependendo da localização do EPE a facilidade de acesso a estes agentes volumosos difere. Conforme o entrevistado, EPE4 “*coloca o animal e a casca de arroz. Até está bem difícil de conseguir, mas assim evita problemas de chorume e odor, só quando chove, mas aí fica mascarado*”. Na Figura 48 apresenta-se uma síntese da montagem das leiras nos EPEs.

Figura 48 – Montagem das leiras nos EPEs



Fonte: Autora, 2025.

Nota-se que existem aspectos diferentes entre eles, como por exemplo o fato de perfurar o rúmen do animal, recomendado por Otenio, Cunha e Rocha (2010). Esta

prática é importante para evitar o inchaço e possível explosão, liberando odores e podendo desestruturar a cobertura da compostagem, mas não é utilizada por todos. Alguns dos entrevistados expuseram ter medo de se exporem a algum risco ao fazer tal manejo *“não se faz nada pra não expor algum risco de contaminação (EPE4)”*.

Todos os entrevistados mencionaram que ao irem levar mais um animal morto à câmara mortuária adicionam mais material seco à pilha. Muitas vezes as pilhas acabam descobertas devido aos ventos. Alguns disseram já ter pensado em acrescentar os dejetos provenientes da raspagem dos piquetes para estruturar melhor a pilha, porém, com receio de uma possível fiscalização e punição, não o fizeram. Porém, *“em alguns casos deu chorume, mosca porque a casquinha de arroz voa tudo com esses ventos, aí quando a gente leva um animal lá e vê, recobre (EPE1)”*.

Segundo o relato obtido com o entrevistado do EPE3 por possuírem bastante espaço, deixam o material por bastante tempo sem mexer: *“só limpamos quando precisa ter um compartimento disponível, nunca tivemos problema, não tem odor, chorume, até o fiscal que vem sempre elogia”*. Já o entrevistado do EPE5 disse possuir pouco espaço para dispor os animais mortos e para diminuir o tempo necessário para a decomposição, adiciona cal virgem ao processo.

“Colocamos o animal, cobrimos com cal virgem para regular o pH e acelerar o processo, como temos pouca capacidade na estrutura, o cal e o esquetejamento ajudam a diminuir o tempo de compostagem. E usamos a serragem, vem uma maravalha misturada, mais grossa, mas a serragem fina dá mais calor pelo contato com a superfície que como é esquetejado é maior. E tem bastante madeira aqui perto (Respondente do EPE5)”.

Sobre a separação dos ossos para recolhimento por terceiros, foi mencionado que: *“ainda não juntamos o suficiente para chamá-las (EPE2)”*. Adicionalmente foi também mencionado por alguns entrevistados dos EPEs que a casca de arroz tem sido encontrada com maior facilidade e é esta a razão do seu uso. Por fim, alguns dos EPEs separam os dejetos (esterco, urina) dos piquetes e os colocam em montes alocados nas redondezas do EPE, por cerca de 180 dias, quando são aplicados nas áreas agrícolas próprias. Outros EPEs apenas raspam os piquetes e deixam estes resíduos em montes (Figura 50).

Figura 49 - Dejetos de raspagem



Fonte: Autora, 2024.

Nenhum dos entrevistados disse utilizar os dejetos na câmara mortuária, embora manifestem interesse, possuem receio de estarem agindo equivocadamente *“a gente podia botar a casca de arroz da cama que já tem dejetos junto, mas a gente não sabe se pode?! Depois complicam, então fica assim (EPE1)”*.

Nota-se que os respondentes, sobretudo dos EPEs possuem muitas inseguranças e anseiam pela criação de um protocolo técnico que venha a subsidiá-los quanto aos procedimentos necessários para um processo de compostagem seguro e eficiente. Em vários momentos durante as entrevistas ficou evidente que as incertezas são causadas pela falta de orientação sobre o processo, bem como o controle das etapas.

Nas Unidades de Compostagem, a montagem das pilhas ou leiras de compostagem é semelhante, porém há um maior rigor devido a venda do produto final no caso de três UCs e no caso da UC4, por estar prestando um serviço aos municípios e sendo responsável por qualquer problema que venha a ocorrer.

É possível perceber pelas etapas mencionadas a seguir (Figura 50), que há uma preocupação com o processo de compostagem, realizando umidificação, revolvimentos e os próprios monitoramentos que são os elementos chaves para garantir um processo seguro, com temperaturas suficientemente altas a ponto de eliminar microrganismos patogênicos (Rynk *et al.*, 2022).

Figura 50 – Montagem das leiras de compostagem nas UCs

MONTAGEM DAS LEIRAS DE COMPOSTAGEM NAS UCs	
1º	<p>ARMAZENA UC3: 30 dias no biodigestor e 30 dias na compostagem. UC2: depende, da disponibilidade das máquinas, é segregado.</p> <p>DIRETO PARA O TRATAMENTO UC1 e 4.</p>
2º	<p>REVLVIMENTO UC1 e 2: geralmente semanal conforme o resíduo e o clima. UC3: com rolo de aeração.</p>
3º	<p>IRRIGAÇÃO UC1: se precisa, com aspersor usa a água da chuva e lixiviado armazenados UC2 e 4: só no verão com o lixiviado das caixas. UC3: não informou.</p>
4º	<p>LONA PARA COBRIR UC2, em caso de chuva. UC3 e 4 possuem telhado.</p>
5º	<p>PENEIRAMENTO Todos.</p>
6º	<p>MATURAÇÃO UC2:15 dias, as demais não informaram.</p>

Fonte: Fonte, 2024.

Nota-se na Figura 51, que durante o revolvimento das pilhas de compostagem na UC2 a formação de vapor ilustrando as altas temperaturas e umidade.

Figura 51 – Montagem e revolvimento da pilha na UC2



Fonte: Foto recebida após entrevista.

Na Figura 52, é demonstrado o peneiramento do composto em algumas UCs, essa etapa é realizada para padronizar a granulometria do produto final, eliminando os materiais grosseiros que persistiram após o período de compostagem.

Figura 52 – Peneiramento do composto em algumas UCs



UC2



UC1



UC4

Fonte: Fotos recebidas após entrevistas.

Abaixo a fotografia panorâmica de uma das UCs (Figura 53) demonstra todo o processo de compostagem, período nas caixas de concreto estabilizando, leiras em diferentes fases do processo, peneiramento e saída para venda.

Figura 53 – Imagem de ponta a ponto do processo de compostagem na UC



1º: Estabilização nas caixas de concreto.

2º: Leiras em diferentes fases do processo de compostagem.

3º: Revolvimento.

4º: Peneiramento.

5º: Saída para a venda.

Fonte: Foto recebida após entrevista.

No que se refere ao **monitoramento e controle**, os órgãos fiscalizadores (FEPAM e Inspeção veterinária) quando questionados sobre o acompanhamento nos EPEs disseram que só observam nas vistorias. O respondente do MAPA alegou que a destinação nas composteiras é “só para não expor, não atrair rato, urubu, esses vetores assim. A princípio deveria ser uma compostagem, mas não controlamos isso”.

Mencionou ainda que talvez o órgão ambiental estadual faz um controle maior devido ao foco ambiental, uma vez que no seu entendimento o foco do MAPA é apenas que *“o animal morto seja destinado, conforme a lei pede”*.

Questionou-se também quais seriam os parâmetros avaliados para uma compostagem ser considerada correta, tendo em vista que a lista de verificações para EPEs possuía este item em sua antiga versão. O relato da inspetoria mencionou que quando tinha essa verificação, observavam o *“cheiro, volume - quantidade de animais e chorume”*. Já o respondente do MAPA não soube dizer, pois não era do seu conhecimento os parâmetros necessários para uma compostagem correta, de modo semelhante, o representante da FEPAM relatou que:

“Isso ainda está sendo construído, porque não nos atentamos para a questão de se está sendo mumificado ou compostado, as duas formas são decomposições, tu entende? Por enquanto o que vemos é se ocorreu a destinação correta do animal. O processo de compostagem não se sabe, não se cobra (Respondente da FEPAM)”.

Nesse sentido, percebe-se a importância do trabalho entre academias, órgãos legisladores e empreendedores, de modo que questões complexas como essa possam ser solucionadas através da avaliação das alternativas mais viáveis. Alguns EPEs tentaram por conta própria iniciar o monitoramento das temperaturas do processo, porém, apenas por um curto período. A grande maioria dos respondentes dos EPEs mencionou que o monitoramento é feito sempre que vão até a câmara mortuária colocar um animal. Sobre a umidificação, todos os EPEs disseram nunca ter feito, apenas esperam o tempo.

“Ela tá bem afastada daqui então não causa problema nenhum. Quando fizemos o projeto dela mandamos pra FEPAM. Em algum momento a gente mediu temperatura e umidade, mas não foi nada muito surpreendente, não tinha picos nem nada que justificasse seguir fazendo, tava tudo bem. Ela fica longe daqui e é bem ventilada. E umidade não faz sentido levar lá, é longe, funciona bem assim (Respondente do EPE2).

“Nunca foi pedido para monitorar temperatura, mas dá pra ver que aquece bastante, uns 60°C chega. Passados alguns dias a gente mexe com o material, movimenta ele para uniformizar e vai acrescentando outros, por camada. É o sistema que vimos da Embrapa feito para animal pequeno que a gente adaptou para os bois, porque nada do que a gente via era para a nossa realidade. Aqui temos animais grandes que precisam de máquina para o manejo e que podem morrer todos os dias quando temos a quarentena funcionando (Respondente do EPE5)”.

Fica claro nos relatos que o fato da câmara mortuária/composteira estar distante do centro de manejo de animais torna ela secundária, pois caso esteja com algum problema, como o sinalizado pelo odor - *“odor tem, menos do que quando deixa*

o animal em campo né, mas tem cheiro sim, bastante indo lá”, a distância o mascara *“ela está bem afastada, então, não causa nenhum problema”*. O odor é um sinal de que o processo não está equilibrado, de acordo com Nicoloso e Barros (2019). O odor pode indicar pouco material volumoso, o que é bem provável no caso dos EPEs ou água em excesso, que parece não ser o caso. Ademais, é mencionado que quando foi monitorado *“não teve picos”* e se subentendeu que estava *“tudo bem”* com o processo, entretanto, para o processo de compostagem ocorrer de forma satisfatória, necessariamente precisa-se observar a curva de temperatura. Ou seja, é necessário que as temperaturas se elevem até um pico de no máximo 70°C e depois de permanecer por alguns dias em torno dos 60°C, comece a cair até estabilizar-se, indicando o término da atividade microbiana.

Quanto ao revolvimento, o entrevistado do EPE4 disse que revolve o material após 30 dias e o EPE5 após alguns dias, mas nenhum dos EPEs possui registro dos procedimentos realizados. Como o operador não é sempre o mesmo, é difícil saber se realizam os mesmos manejos. Alguns respondentes não consideraram os procedimentos importantes, por serem *“muito simples”*. Já outros manifestaram interesse em ter os procedimentos documentados, principalmente para promoverem treinamentos com a equipe. Uma vez que não encontraram nenhum modelo adequado para a sua realidade, adaptaram-se com o que foram aprendendo, mas, identificam que seria importante normatizar para saberem se está correto ou o que precisam modificar. Importante mencionar que nenhum dos entrevistados dos EPEs mencionou a gestão dos animais mortos, como uma dificuldade, mas, quando questionados se já haviam tido problemas com isso, apenas dois disseram que não. Os demais passaram por problemas em algum momento, como:

“No início do confinamento uma vez, mas eu não estava aqui ainda, só ouvi o pessoal comentar. **Acho que aqueceu demais e não furavam o rúmen. E nas enchentes agora, a composteira já estava com animal e morreram muitos** (Respondente do EPE1)”.

“Tivemos no início, **quando não tinha controle, devido ao mau manejo, infraestrutura precária**. Mas já tinha desde 2010, só foi aperfeiçoado o manejo (Respondente do EPE3)”.

“No início sim. A composteira a gente fez um ano e pouco depois, porque estava prevista no licenciamento mas não sabíamos que era necessário toda a estrutura, **esperávamos pouquíssimas mortes, tipo 2 e não 30**. Então no primeiro a gente fez em valas, quase que enterro. Mas aí imagina, **passamos uma cuíca** e vimos que precisávamos nos preparar, inclusive desde o manejo inicial (Respondente do EPE5)”.

Isto posto, a alternativa encontrada por eles quando se esgotou a capacidade da câmara mortuária foi enterrar as carcaças e aprender com o decorrer dos ciclos: “ninguém sabia nada no início, a gente aprendeu tudo junto”. O gerenciamento dos animais mortos sofreu desde o início dos EPEs até hoje, mudanças. Foram mudanças em estruturas, como as portas que passaram a ser de ferro, a inclusão de tela na parte superior das câmeras, bem como a prática de perfuração do rúmen.

Nas UCs que possuem a venda do produto final é realizado o monitoramento e o controle de todo o processo, desde a chegada dos resíduos pelo MTR até a saída dos produtos em venda a granel ou ensacados, por isso todas as leiras são identificadas (Figura 54).

A UC1 realiza o monitoramento da umidade, temperatura e pH diariamente, por 90 dias em suas leiras triangulares de 70m³. Ela apresenta o cronograma de cada leira juntamente ao relatório para o órgão ambiental. Todo este cuidado a fez nunca ter tido problemas no processo. O mesmo acontece com a UC2, que também monitora os três parâmetros.

Figura 54 – Leiras identificadas na UC1



Fonte: Autora, 2025.

A UC3 destaca que as temperaturas chegam nos 55°C já no primeiro dia de processo e permanecem por 10 dias no mínimo, além de que muitas vezes quando fecha os 30 dias ainda permanecem quentes em cerca de 46°C. As temperaturas elevadas (superiores a 40°C), segundo Kiehl (1985) indicam que os microrganismos ainda estão em atividade, degradando os resíduos e portanto, o processo de

compostagem ainda não foi concluído. Esta UC realiza o monitoramento através de uma amostra por lote, sendo que cada lote possui 2 mil toneladas. As amostras são enviadas ao laboratório da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) e ao Instituto Brasileiro de Análises (IBRA megalab) para caracterizar e verificar o nível de patógenos, metais pesados e nutrientes.

Ao passo que a UC4 deixa os animais mortos por aproximadamente 4 a 5 meses sem realizar nenhum monitoramento, devido ao ciclo de compostagem se encerrar na própria UC.

No que se trata do **destino do produto da compostagem**, as UCs da região sul fornecem principalmente para as floriculturas já a UC localizada no Vale do Taquari vende somente a granel e informou que seus principais compradores são os produtores de arroz, soja, milho e pastagem.

Atualmente, o material restante nas câmaras mortuárias dos EPEs é retirado e colocado juntamente aos dejetos pela maioria dos EPEs, alguns separam apenas os ossos, não degradados ao final dos 4 meses na câmara mortuária (Quadro 10).

Quadro 10 – Destino dado ao material final em cada EPE

EPE	Destinação do material da câmara mortuária
1	Tiramos os ossos manualmente, puxamos tudo lá de dentro com a retro e separamos com a mão, o resto colocamos ali com a pilha de dejetos da raspagem e fica ali. Há 5 anos, está ali.
2	Para usar o material teria que moer os ossos aqui e não é viável em termos de volume. Teríamos que investir aqui em fazer farinha de ossos para uso agrícola. Já temos tantas atribuições no confinamento que mais essa, não faria sentido.
3	Retiramos colocamos no solo e passamos grade, na área de pastagem.
4	Basicamente tudo para a esterqueira, uns 30-40 dias e o líquido escorre pra lagoa.
5	É retirado e colocado em cima dos dejetos raspados e depois quando levamos pra lavoura, vai tudo pra lavoura. E também nos comprometemos com a prefeitura de RG de em parceria com eles destinar para levarem para as lavouras do pessoal afetado pelas enchentes.

Fonte: Autora, 2025.

Cabe destacar que como não há um monitoramento durante o período em que as carcaças ficam na câmara mortuária, não se sabe se as temperaturas de fato permanecem altas pelo tempo necessário para eliminar os patógenos. Deste modo, espalhar o material no solo, pode ser perigoso, uma vez que não é realizado nenhum procedimento específico para a eliminação de MRE (material potencialmente de risco para a transmissão da encefalopatia espongiforme bovina – EEB).

Todavia, os respondentes dos EPEs mencionaram que o material que sobra da câmara mortuária, é colocado em contato com o meio ambiente quer seja pela disposição direta no solo ou por acrescentá-los aos dejetos na esterqueira e posteriormente, espalhá-los. No caso do EPE5, que disponibilizou o material para a prefeitura distribuir aos agricultores, seria importante acompanhar por um período e identificar possíveis intercorrências, uma vez que não se sabe a composição exata do material e nem em que condições foi “tratado”. Conforme já abordado na revisão bibliométrica, há trabalhos que indicam a compostagem como uma técnica capaz de destruir MRE desde que as temperaturas estejam acima de 55°C por três dias e que o tempo de compostagem e demais parâmetros (já mencionados) sejam respeitados (Xu *et al.*, 2010).

Nesse sentido, existem de fato muitas **incertezas**, tanto **jurídicas** quanto **técnicas** em relação a destinação de animais mortos e do material que sobra após a compostagem destes. Tendo em vista que são poucos os estudos realizados sobre a temática no país e que os estudos existentes, sejam no Brasil ou em outros países são pouco difundidos entre os atores entrevistados neste trabalho, sejam eles do setor público ou privado. Os regramentos, quando existentes (a exemplo da IN nº 48 de 2019) acabam por não considerar a aplicabilidade do todo e tornam mais fácil o descumprimento e pagamento de multas do que a adequação e desenvolvimento correto do processo de destinação de animais mortos.

Ao entrevistar a representante da Secretaria Estadual de Agricultura sobre a implementação da IN nº 48 de 2019, a qual surgiu para “*normatizar o trânsito de animais mortos e as empresas que trabalham com isso para alguma farinha, possibilitando o uso e incorporação em outros produtos como os fertilizantes orgânicos*”, a mesma, mencionou aspectos da IN que na prática, são inviáveis e acabam sendo um entrave para o desenvolvimento de empresas no ramo. De acordo com o relato obtido, a demanda chegou na secretária por uma empresa que gostaria de se adequar a IN, contudo, essa empresa não opera atualmente, pois dada as necessidades normativas, não foi lucrativo. Entretanto, foi a partir dessa demanda que a SEAPI precisou buscar meios de implementar a IN:

“Esse assunto veio até nós da secretaria de agricultura **por uma empresa que queria trabalhar com isso e demandou** de nós a implementação dessa IN. A IN existia, mas **nós ainda não fazíamos nada sobre ela. [Porque era um filho que ninguém queria assumir, caiu no meu colo risos... ninguém é pai desse filho. Risos]** (Representante da SEAPI)”.

Nota-se na fala que a temática de destinação de animais mortos é vista inclusive pelos órgãos públicos como um tabu, um tema que fica de lado até que se torne obrigatório uma ação e chegue a demanda pela implementação. Os relatos dos empreendedores corroboram, pois é perceptível que a inacessibilidade às informações os deixam inseguros de proporem alternativas, seguindo unicamente o que lhes é cobrado. Como já mencionado anteriormente os EPEs que não recebem orientação técnica sobre assunto. Veja o que diz o entrevistado do EPE5: *“nós é que geramos a nossa orientação, no errar e aprender, a partir do que tinha na literatura da Embrapa de frango”*.

Todavia, os EPEs, identificam e reconhecem o papel colaborativo da FEPAM com o qual possuem *“uma trajetória de cooperação e avanços”* ao seguir as normas e condicionantes propostas, *“o resto é a critério do responsável técnico e se tivermos problemas teremos que procurar alguém (EPE2)”*. E destacam o quanto as pesquisas são importantes para os auxiliarem no aperfeiçoamento de suas técnicas e no avanço em busca de práticas mais sustentáveis:

“Essa junção da faculdade, poder público e privado é muito interessante e produtiva, tinha que ter mais. Seria excelente se tivéssemos mais esse trabalho em conjunto, crescemos muito mais. Seria mais pedagógico, **é uma questão de governança**. O que mais nos estimula nisso é o órgão que fiscaliza, temos uma troca bem boa (Respondente do EPE4)”

Por sua vez, os entrevistados das UCs ao emitirem suas opiniões sobre os procedimentos e informações disponíveis a respeito da destinação de carcaças animais compostadas, também mencionaram que consideram insuficientes, *“sempre fica faltando clareza nas informações”* relatou o representante da UC3. Disseram que as normas acabam deixando-os com dúvidas sobre o que pode ou não ser realizado, *“os procedimentos poderiam ser mais usados, mas as informações são mínimas, pouco faladas”* destaca o representante da UC1.

“Informações poderiam ser mais claras e acessíveis, especificar parâmetros mínimos para o processamento. Seria uma segurança (Respondente da UC2).

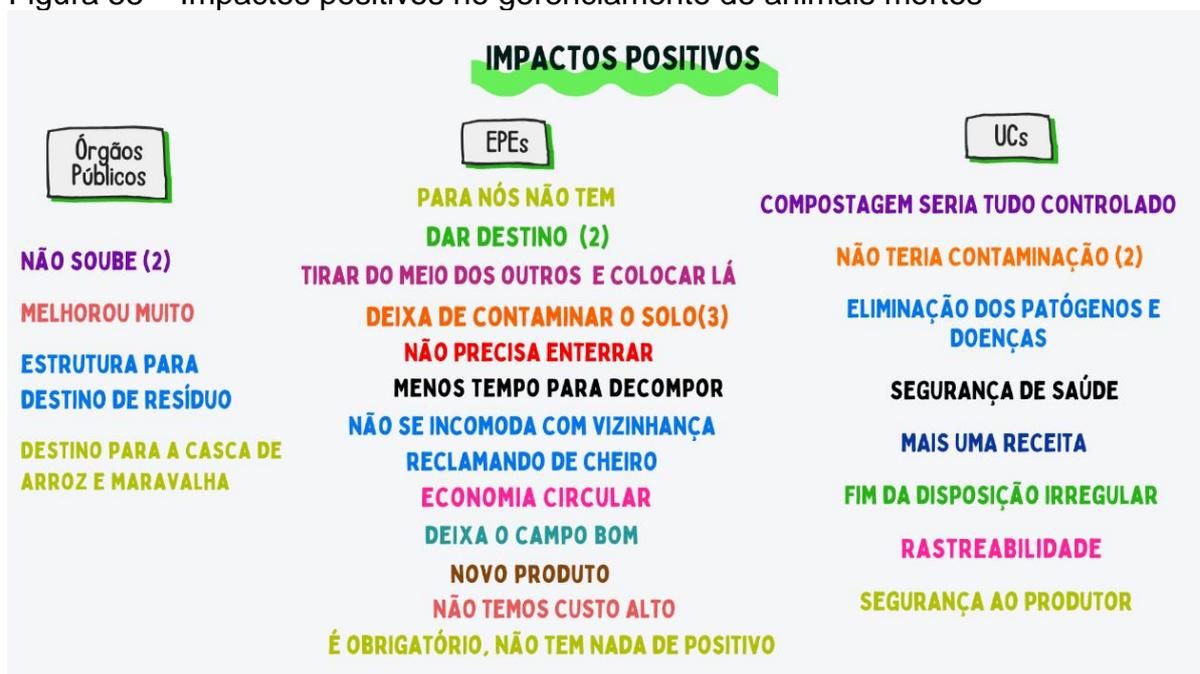
“Pouquíssimas coisas, principalmente com relação a doenças e métodos que pudessem ser melhores, tempo que é necessário, tudo a gente descobre nos testes, vimos que verão parece que ia mais rápido. Mas não temos uma base sobre isso (Respondente da UC4)”

Quando necessitam de informações a respeito, se repete o mesmo comportamento dos EPEs entre as UCs. Apenas uma disse que teria como buscar conhecimento sozinha por possuir formações na área, os demais mencionaram

órgãos como a FEPAM, MAPA, Embrapa Suínos e Aves e Secretaria Estadual. Ainda que essas instituições não atendam satisfatoriamente a todas as incertezas jurídicas e técnicas encontradas na destinação de animais mortos “*mas ainda não conseguimos clareza, o que seria o ponto de partida (UC3)*” e de acordo com os relatos acima, desconhecem principalmente os métodos e manejos que possam otimizar o processo de compostagem. Dessa forma, pode-se inferir que a criação de um protocolo técnico beneficiaria também as UCs, para que pudessem executar os procedimentos com mais segurança e evitassem incômodos com o processo de compostagem causados por eventual manejo incorreto.

Nesse sentido, os atores mencionaram os **impactos** percebidos no **gerenciamento de animais mortos** dos EPEs. Foi o momento em que começou-se a refletir sobre o papel que cada um exerce e o que poderia estar sendo desenvolvido para mitigar os impactos negativos e potencializar o que já é positivo. Veja a Figura 55 os impactos positivos citados:

Figura 55 – Impactos positivos no gerenciamento de animais mortos



Fonte: Autora, 2025.

Alguns dos respondentes em todas as três categorias de entrevistados mencionaram não identificar impactos do gerenciamento de animais mortos ou mesmo que não haviam pensado sobre os impactos desta prática, seja positivo ou não. Pode ser compreensível que pessoas ligadas a um EPE não tenham refletido sobre impactos na empresa causados pela gestão de seus resíduos, mesmo que isto esteja previsto no processo de licenciamento ambiental. A lógica destes atores é

pragmática e economicista: *“não é algo que damos atenção porque nunca usamos esse material. Então a gente faz o que foi pedido, nunca parei pra pensar (EPE2)”*. Contudo, um órgão público, que possui o dever de garantir a conservação dos recursos naturais e a produção sustentável dizer que os impactos não eram de seu conhecimento e que *“para nós o animal morto é só 400kg de resíduo (Representante do MAPA)”* é lastimável.

Há, portanto, ausência da compreensão de que não é apenas um animal morto que contaminará um recurso, mas que podem ser 30 animais de 400 kg a cada ciclo. Em média os EPEs do Sul do RS fazem 4 ciclos por ano, resultando em um montante considerável de 48.000 kg/ano de animais mortos em cada empresa, que podem ser tratados e destinados adequadamente ou não.

De acordo com um dos entrevistados das UCs (representante da UC2) a destinação dos animais mortos desde que seja feita conforme as exigências legais, nos EPEs também já representa um ganho. Segundo ele: *“impacta positivamente, pois deve ter um mínimo de controle e de garantia que não esteja contaminando o solo e a água. Mas desconheço o funcionamento em um EPE”*. A compostagem garantiria a segurança de eliminação dos patógenos pela manutenção das elevadas temperaturas *“o enterro e outros métodos já é duvidoso, ao meu ver”*. Segundo este entrevistado, na perspectiva do destinador de resíduos, o resíduo em si também representa uma matéria-prima, mas nem todos percebem o potencial deles serem aproveitados, de terem valor econômico e nutritivo.

*“E no mais, **embora seja um resíduo, é matéria-prima** para um bom composto. O **uso irracional disso, talvez seja um dos grandes gargalos**, reflexos de **nossa cultura ruim no que se refere a descarte** (Respondente da UC1)”*.

*“Se fossem mandar para nós, nós teríamos **mais uma receita, aumentaria nossos nutrientes no produto**, mas nunca testamos. **Eles teriam mais segurança também, de não se incomodarem** (Respondente da UC3)”*.

Claro está que se as UCs se adequassem para receber os animais mortos oriundos dos EPEs e também de outros empreendimentos agropecuários, haveria ganhos. Elas teriam mais um nicho de atuação, além de serem especialistas na atividade, apresentando como consequência, um processamento seguro e destinação adequada deste resíduo.

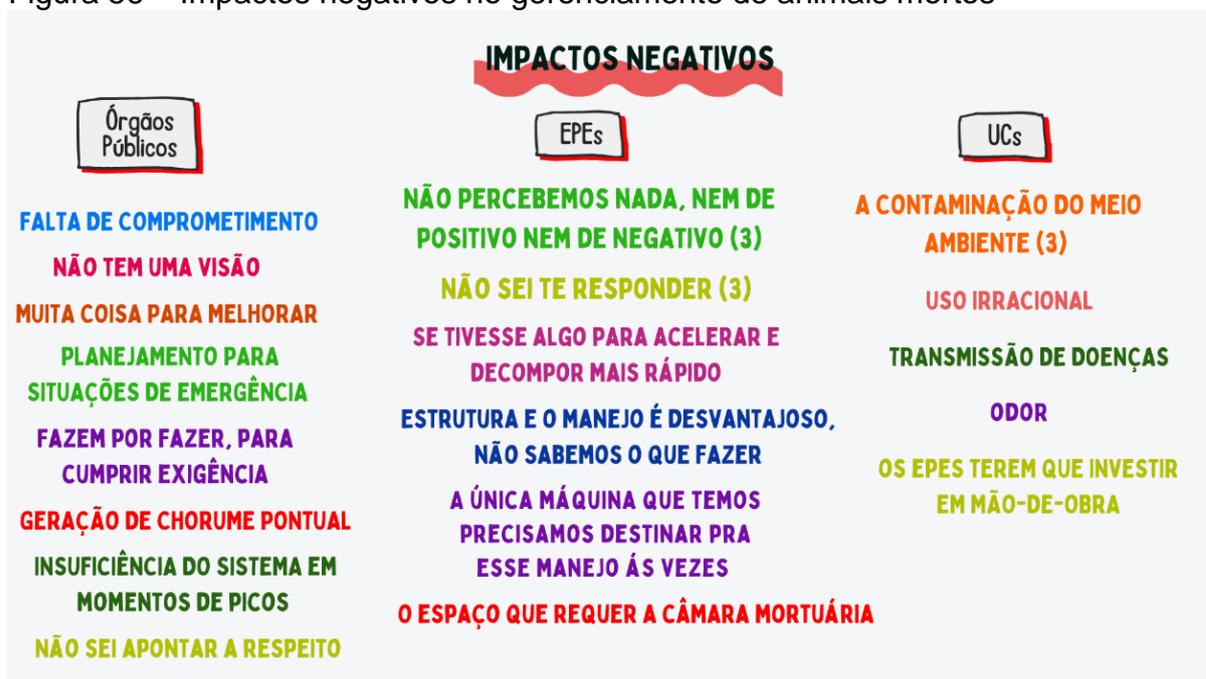
A compostagem realizada atualmente nos EPEs tem custo, demanda espaço, investimento em máquinas e despesas com mão de obra. Ainda assim, é um processo que não se pode atestar que está ocorrendo adequadamente, uma vez que não é feito

nenhum monitoramento. Além disso, outro impacto positivo que surgiria seria o exposto no relato abaixo:

“Futuramente **bater as informações de animais vivos e mortos** e saber se tem algum desvio. Quando um município oferece esse serviço **para o produtor ele tem a segurança**, o DTAM dá a **confiança e a rastreabilidade**, o produtor quando vai informar na inspetoria as mortes, já leva o DTAM comprovando (Respondente da UC4)”.

Abaixo constam os impactos considerados negativos pelos atores entrevistados (Figura 56):

Figura 56 – Impactos negativos no gerenciamento de animais mortos



Fonte: Autora, 2025.

Alguns dos impactos negativos mencionados já foram abordados e discutidos acima, destaca-se que um dos EPEs menciona como negativo a estrutura da câmara mortuária, ou seja, os espaços necessários para realizar a destinação cujo método e processo eles desconhecem e não podem tirar nenhum proveito de tal investimento “são 30 dias ali na câmara, é tempo e espaço se tivesse um aditivo que acelerasse”. Ou seja, existem divergências entre o pensamento dos atores entrevistados.

Os representantes dos EPEs possuem a visão de que a gestão de resíduos é um custo, apontando poucas vantagens e não sabendo o que fazer com o material restante da compostagem. Já os demais atores, entendem que há muitas melhorias a serem feitas e que os riscos são reais. Deste modo, as UCs mencionam que elas poderiam realizar a compostagem correta e a geração de produto adequado dos resíduos gerados a partir de animais mortos, possuindo uma disposição em se

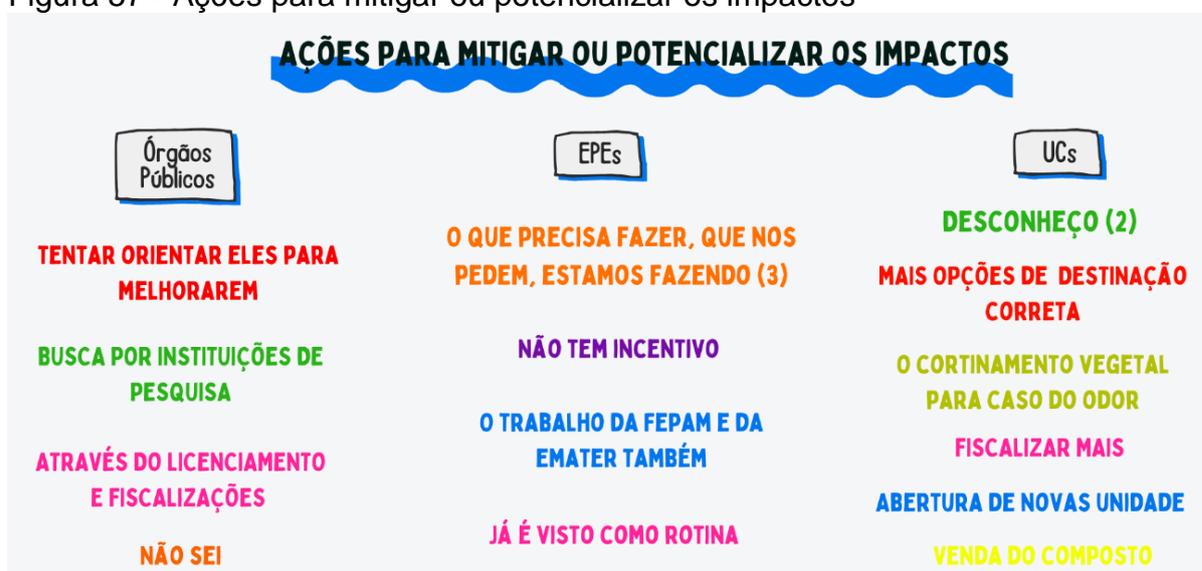
adequarem para o recebimento destes resíduos e prestá-lo aos EPEs ou aos municípios. Como exemplo, a UC4 que já o faz.

“**Gostaríamos de mudar** esse jogo, o impacto principal para os EPEs deve ser ter que **investir em mão de obra que não é o foco deles** ter que lidar com isso, não sei se possuem conhecimento dos procedimentos e profissionais lá para cuidarem disso? (Respondente da UC3)”.

Por fim, aparecem as **ações de melhorias sugeridas para o gerenciamento de animais mortos**. Inicialmente, considerando os impactos positivos e negativos citados, questionou-se os entrevistados sobre a existência de ações para a mitigação dos problemas ou para a potencialização dos resultados para o gerenciamento dos animais mortos (Figura 57). O representante da FEPAM destacou o desenvolvimento deste trabalho, o qual é resultado da busca por parceria entre o órgão e o curso de Gestão Ambiental da UFPel em que eu estudava. Desde o ano de 2020, temos nos debruçado a entender a gestão de animais mortos e a propor alternativas viáveis.

“Sim, a busca **por instituições de pesquisa para propor alternativas. Teu trabalho é fruto disso**. Tu começou com a tua orientadora de graduação lá em 2020 porque eu enchi o ouvido dela com isso. E também, através do licenciamento e fiscalizações onde tentamos fazer eles melhorarem (Respondente da FEPAM)”.

Figura 57 - Ações para mitigar ou potencializar os impactos



Fonte: Autora, 2025.

Para os EPEs, os impactos não representam um problema, o representante do EPE3, disse que “*não é algo que preocupa hoje, mas devemos ficar sempre alerta porque pode ser se não cuidar*”. Assim, no quesito ambiental os aspectos que identificam que precisam melhorar giram em torno da eliminação do chorume e do odor, além da geração de conhecimentos sobre o processo. Pois, não é de

conhecimento da maioria dos respondentes o período necessário para a compostagem das carcaças, acabam apenas deixando o material na câmara mortuária e este, não degrada completamente, *“fica lá isolado uns 4 meses, ela é bem distante lá, mas sempre sobra casca, guampa e o couro antes”*.

“Não entendo dessa parte, mas eu acho que no mínimo uma orientação deveria ter, **sobre o tempo que deve ficar para estar seguro**, entende? É **tudo muito empírico, deixamos lá até que não se tenha mais nada na volta dos ossos**, mas sem um conhecimento sobre isso (Respondente do EPE3)”.

“Pesquisas que nos orientem no que fazer e como fazer, manejos e aditivo para acelerar (Respondente do EPE4)”.

No que tange melhorias sanitárias, mais uma vez a maioria deles identificam que não tem o que ser melhorado, pois, a câmara mortuária *“é isolada lá não tem problema (EPE2)”*. De fato, para os animais que estão no centro de manejo do EPE¹⁵ podem não representar um problema, desde que esse resíduo não seja espalhado nas áreas agrícolas posteriormente, pois, estaria gerando sim, risco de transmissão secundária, pela alimentação aos animais vivos do EPE. Döbereiner e Dutra (2004) publicaram um Comunicado Técnico via Embrapa alertando para os casos de intoxicação botulínica em bovinos, as quais Curci *et al.*, (2006) atribuem principalmente a contaminação ambiental pelos esporos da bactéria e condições inadequadas de manejo sanitário. Todavia, com um bom processo de compostagem, é possível que tais riscos sejam eliminados (Curci *et al.*, 2006).

“Não sei se fazem estudos a respeito da morte, não sabemos os impactos que teriam de uma doença. Mas assim não temos problema no confinamento. Porque fechamos na câmara mortuária e não dissemina (Respondente do EPE5)”.

Ainda que conforme os relatos *“os que morrem, a maioria é vírus, não tem muito risco. Remédios usados são fracos, não causa problema de contaminar nada (EPE1)”* uma das melhorias propostas por eles na parte sanitária é a garantia de que o tempo que estão deixando na câmara mortuária esteja adequado, nas palavras do respondente do EPE3: *“ter uma certeza de que o tempo eliminou os patógenos”*, pois, a certeza de que os patógenos foram eliminados é inexistente com os procedimentos empregados atualmente e sem monitoramento.

O órgão ambiental menciona como um dos aspectos ambientais a ser melhorado o ambiente de decomposição:

¹⁵ Local onde os animais vivos estão sendo tratados e preparados para o embarque.

“O ambiente de decomposição, sem dúvidas. **Sendo bem críticos, desconhecemos quais seriam as curvas de temperaturas necessárias para a decomposição dos tecidos e o restante todo do processo de compostagem.** Em termos de estrutura, **canaletas para coleta do chorume e até armazenar para reusar no processo, acredito que seria até algo que beneficiaria o ambiente de decomposição, de repente?! Porque o material final, eu não sei se fica limpo hoje?! (Respondente da FEPAM)”.**

Várias das questões trazidas no relato acima como preocupações e pontos a serem melhorados já estão abordados neste documento e em literatura produzida em países como o Canadá, Estados Unidos e China. Falta, porém, o estímulo a que os empreendedores consigam se adequar a tais critérios e que as empresas que trabalham com a destinação de resíduos também possam ter autonomia para junto às universidades desenvolverem e aperfeiçoarem técnicas capazes de eliminar patógenos e demais MRE de modo mais eficiente e eficaz. O representante do MAPA enfatiza que:

“Cai no autocontrole. Os EPE precisam fazer de forma segura, mas o **“como”** é eles que definem. Eles têm que ser capazes de gerenciar, se eles são capazes de pedir para ter uma atividade desse porte, eles têm que saber lidar. Não temos uma relação paternal (Respondente do MAPA)”.

O ponto de vista trazido por ele é importante, porém, quando se parte do princípio que a atividade principal de um EPE é o preparo do gado vivo para o comércio exterior, há que se concordar que o tratamento com o resíduo não será a especialidade deles e por isso, seria importante que pudessem contar com uma fiscalização/orientação que direcionasse os procedimentos mais adequados e ambientalmente seguros.

As UCs ao mencionarem os aspectos ambientais e sanitários a serem aperfeiçoados na destinação de animais mortos reforçam o papel da fiscalização sob os descartes inadequados e da inexistência de *“orientações mínimas”*. Existem, contudo, algumas legislações, tais como a IN nº 48/2019 e a Resolução CONAMA nº 481 de 2017 (Brasil, 2017; 2019) sobre o recolhimento, transporte, tratamento e destinação de animais mortos e sobre a compostagem, além das pesquisas disponíveis e abordadas nessa dissertação. Mas, nem sempre as legislações consideram as informações científicas disponíveis e por isso, possuem baixos índices de implementação. Segundo eles é preciso criar orientações sobre procedimentos, formas de transportes e tudo o mais que é necessário. E, então, regulamentar para diminuir os riscos. Nesse sentido, compilar as informações existentes em um manual técnico voltado a esses atores, talvez possa ajudá-los no momento de sanar suas

dúvidas para regulamentar os procedimentos de suas atividades econômicas, tanto por parte das UCs e EPEs, quanto pelos órgãos públicos envolvidos.

A UC3 destaca que ambos os aspectos (positivos e negativos referentes ao descarte de animais mortos) seriam solucionados, se *“tivesse uma empresa especialista e destinasse as carcaças para quem sabe lidar. Isso diminuiria os riscos devidos aos controles”* e no mesmo sentido a UC4, como única empresa apta a recolher e tratar animais mortos no Estado, garante o rigor dos procedimentos adotados. Sugere que se abram mais empresas prestadoras deste serviço, para diminuir a disposição irregular ou não totalmente adequada.

“Dentro da Unidade acredito que não tenha o que melhorar, como ele não vende hoje. Usam máquinas, ninguém mexe direto no animal e higienizam bem, de resto, é um processo simples. Os dois motoristas é que fazem tudo, buscam e descarregam na leira, às vezes se revezam, conforme a demanda. Tem o RT que é veterinário, a RT do licenciamento. Se ele fosse vender, a retirada de MRE. Mas, para viabilizar ele teria que ter bem mais volume e ele já se mantém bem assim. O mesmo, mais empresas em outras regiões do Estado para propiciar a disposição adequada. E fora da Unidade **faltam empresas que atendam essa IN**, algumas empresas não acham espaço para se instalarem, então, acaba ocorrendo a disposição irregular porque não é prestado esse serviço (Respondente da UC4)”.

De acordo com o entrevistado EPE4 *“se fosse transformar em um novo produto, aí sim, seria Economia Circular. Fechar o ciclo e todo mundo quer trabalhar, para ter boa exposição”*. Deste modo, a próxima categoria trata da possível geração de um composto comercial.

7.2.4 Geração de composto orgânico a partir de carcaças animais

Os atores foram questionados sobre a **viabilidade** da geração de um composto orgânico comercial a partir da compostagem de carcaças de EPEs. Iniciando pelos órgãos públicos, a opinião geral foi de que desde que atendidas as normas de garantia para ausência de contaminantes e o produto resultante apresentasse o mínimo de nutrientes, a ideia é interessante. Com relação a composição nutricional do composto, o respondente da FEPAM disse: *“uma boa compostagem com um mínimo de controle, garantiria alto teor de nutrientes”*. Segundo o respondente da inspetoria veterinária, a comercialização exigiria mais conhecimento, mais garantias, o que faria os EPEs: *“tratarem com mais profissionalismo a gestão de resíduos”*.

Conforme o respondente da Inspeção Veterinária, as causas de morte nos EPEs não são graves e não causariam surtos. Ainda segundo ele, a temperatura da

compostagem destruiria os patógenos, além de que através de laudos da causa morte, seria possível ter a *“frequência das patologias e, conhecendo o ciclo desses agentes, se conseguia rastrear o que pode vir a acontecer e já se antecipar combatendo o agente na compostagem”*.

Outro ponto destacado foi a viabilidade em questão do volume gerado em cada EPE, que aparentemente é pequeno para a geração de produto comercializável. Além das carcaças de animais mortos, foi lembrado que nos EPEs existe uma geração consideravelmente maior de dejetos (esterco, urina etc) e que talvez eles pudessem ser combinados para a produção de um produto comercializável.

As UCs destacaram que sendo planejado com cautela, seria muito viável. A opinião recorrente é que não teria motivos para não fazer ou, mesmo para não dar certo, uma vez que é realizado com todos os demais resíduos e funciona. O entrevistado da UC4 enfatizou que para a venda ser mais viável, seria importante que se conseguisse retirar o MRE das carcaças de ruminantes de uma forma mais fácil. Segundo ela, os teores dos demais nutrientes é tranquilo de ajustar com a agregação de outros resíduos ao processo de compostagem e sem dúvidas, o produto final seria muito bom.

O entrevistado do EPE2 comentou que o grande exemplo são os frigoríficos. *“Nós não temos essa experiência, mas que é algo que talvez para outro faça sentido investir, quem trabalha com resíduos, por exemplo (EPE2)”*. Isto porque, segundo ele, os EPEs já possuem muitas tarefas e talvez não seja viável investir em todo o controle necessário para a geração de um produto comercializável. Outros, no entanto, entendem que seria um composto muito nutritivo e que teria retorno através da comercialização, sendo possível se pensar em investir. Entretanto, questões como: O que precisa? Qual é a legislação sobre? Pode ter uma UC dentro do EPE? Quais máquinas são necessárias? Qual o protocolo? A logística? dentre outras, surgem para serem respondidas e analisadas.

“Teríamos que colocar no papel, mas me parece que o lixo virar produto é algo positivo, sempre. Tudo que pudermos usar e reincorporar é ótimo. Um passivo virar algo útil (Respondente do EPE4)”.

Na fala acima, o respondente do EPE4, demonstra sua preocupação com a redução da geração de resíduos, correspondendo à meta 2.5 do ODS12: *“até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso”*. Como já mencionado, o Programa das Nações Unidas para o

Meio Ambiente (PNUMA) vem se fortalecendo desde 2000, sendo a principal autoridade global em questões ambientais e através da “Agenda 2030” com os 17 ODS, estabelece um plano de ação global para alcançá-los.

Entretanto, por mais que as Agendas Globais sejam fundamentais para mobilizar esforços em direção a um futuro mais sustentável e equitativo, na prática, um dos desafios centrais é a falta de políticas coerentes e eficazes que promovam de fato, um ambiente propício à práticas sustentáveis, apoiadas por incentivos legais e econômicos (Amicarelli *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2023). Isto porque, as limitações financeiras acabam influenciando no cenário regional, impedindo que as empresas adotem abordagens mais eficientes e inovadoras, como investimentos ambientais, sociais e de governança (ESG), além é claro, da economia circular (Campello *et al.*, 2022; Jarrow e Silva, 2014). Ressalta-se que a meta 12.6 dos ODS diz respeito a “incentivar as empresas, especialmente as empresas grandes e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios” (ONU, 2024). Porém, a exploração adequada dos resíduos orgânicos de modo a atender aos critérios de economia circular dentro das metas de desenvolvimento sustentável é um desafio significativo (Giakoumatos e Tsoulfas, 2025). Uma vez que, de acordo com Mahmood *et al.*, (2023) abordar a escassez de informações confiáveis relacionadas aos desafios mencionados é fundamental para superá-los.

Ademais, os EPEs não possuem conhecimento do custo econômico com o manejo atual, uma vez que é absorvido na operação geral do empreendimento. Aparentemente o custo é baixo, pois usa-se apenas o material volumoso, mão de obra e hora máquina para montar a leira investimento inicial na estrutura também é baixo e os dispêndios com manutenção e ampliações variam dependendo da taxa de mortalidade.

No que tange a possibilidade de agregar valor econômico a este material os EPEs acham possível, a partir da geração dos dados, procedimentos e chegando a um composto seguro e nutritivo ao final do processo. Outros, devido ao volume produzido, acham que sozinhos não é viável apesar de não terem calculado a quantidade mínima viável. Tornar-se-ia viável ao misturar com o material da raspagem dos piquetes, “o que não é de conhecimento ainda se poderia, mas, estamos investindo em piso, já tivemos muita procura querendo comprar (EPE3)”. Para tal,

mais pesquisas seriam necessárias visto que *“dependeria do manejo e não sabemos que manejo seria, poderíamos fazer uma parceria (EPE4)”*.

É possível identificar que questões de mercado do produto a ser gerado pela compostagem devem ser estudadas mais profundamente, pois a pesquisa aponta que sim, há mercado, mas muito específico. Nesse sentido, o contexto atual de discussões ambientais e grandes acordos buscando mitigar os efeitos das mudanças climáticas, requerem estudos a respeito das questões econômicas do processo de compostagem, pois é uma técnica totalmente ligada à economia circular.

Pensando na utilização do composto, foi questionado aos EPEs se fazem uso do material retirado das câmaras mortuárias. Alguns disseram que já *“espalharam alguma coisa (EPE1)”*, outros disseram utilizar *“muito, nas plantações próprias (EPE5)”* e que mesmo sem saber os teores de NPK ou de segurança, foi perceptível a melhora na fertilidade e estruturação do solo, *“muito mais produtivo o sudão mesmo que plantamos, agora queremos plantar sorgo pra silagem (EPE3)”*.

Já outros, destacaram que *“da câmara mortuária não, mas, da esterqueira e dejetos de raspagem sim, temos estudos começando, muito promissores e queremos muito trabalhar nesse sentido”*. Porém, o material da raspagem também precisa ser aprimorado para o uso, embora dê resultados ao ser aplicado no campo *“dizem que precisa tratar antes, que estamos sentados no ouro, mas ninguém traz o que precisamos fazer para melhorar (EPE5)”*. Outro mencionou ainda que para usar o composto de carcaças, precisaria moer os ossos. Cabe mencionar que as áreas agrícolas não fazem parte do EPE em si, mas, localizam-se nas proximidades sendo geralmente do mesmo proprietário.

Ainda referente a utilização do composto (a partir da carcaça de animais), os respondentes foram questionados sobre a percepção da aceitação do produto no mercado. Veja o quadro abaixo (Quadro 11).

Quadro 11 – Opinião dos atores entrevistados quanto a aceitação do produto no mercado

Respondente	Opinião
Inspetoria Veterinária	Teria uma boa aceitação, o mercado vai pelo preço e como inspetoria, não vejo nenhum problema na aplicação do composto final. Eles provavelmente não teriam tanto uso no EPE, mais para comércio ou alguma propriedade suporte que eles tenham parceria.

FEPAM	A aceitação passa pelo marketing e pela confiança da garantia apresentada de que tal e tal coisa foram eliminadas, estão ausentes. Porque dependendo do consumidor do produto, vai importar mais ou menos, como por exemplo, se a aplicação for na própria unidade em algum milho, eu acho bárbaro. É economia circular e aí estamos fechando um ciclo maravilhoso, tendo os indicadores técnicos que tranquilizem, melhor.
MAPA	Não tem motivo para não ser aceito. Não teria diferencial dos demais, seria um composto oriundo de compostagem, normal. Para o MAPA eu entendo que não teria problema.
EPE1	A gente teria que melhorar procedimento, teríamos que ter parceiros para a logística. Acho que a maior oportunidade seria a ciclagem de nutrientes tudo aqui.
EPE2	Acho que sim, mas sem muita voracidade, porque vão desconfiar do fato de ter animal morto. Diferente do dejetos que é comprovado já que é seguro.
EPE3	Acho que teria, porque vejo um comércio forte para jardins e lavouras. Acho que no EPE deveria ter um olhar mais para o esterco. Vamos buscar isso, porque em pouco tempo vai virar um problema.
EPE4	Sim, tem floriculturas, tem lavoura, tem área degradada. Só que dependeria do preço, é o que o povo olha. Para uso próprio é perfeito, para vender sempre tem mais questões. Teria que ver em quanto tempo se paga o investimento. Não há cultura do uso desse produto em solo, teria que provar com estudos para que o pessoal pense em longo prazo e essa informação, falta.
EPE5	Sim, com certeza. Ainda mais se tirasse o cheiro.
UC1	Seria um outro público talvez, teríamos que informar direitinho, porque hoje temos os veganos que compram o produto. Teria que ter dois produtos, mas teria saída, com certeza. Venda a granel, para cultivos agrícolas, lavouras.
UC2	Acho que teria uma boa aceitação em alguns cultivos, no setor florestal que não teriam tanto problema em ver se é classe A ou B. e também no rural em cultivos sem o consumo direto. Talvez outros tivessem uma desconfiança inicial quanto a segurança, induzida pela própria classificação em "B". Agora, se nos exigissem apenas um laudo e o parecer final fosse "livre de patógenos" seria ótimo. O restante, dependeria do preço e logística e também da mudança cultural, que devem ser trabalhadas em conjunto. Porque grandes cultivos teriam um baita produto para usar, a soja por exemplo, seria uma baita oportunidade, aplicando o composto no início do ciclo.
UC3	Acho que aceitariam bem sim, não mudaria tanto. A garantia dos controles feitos aqui não deixaria margem para insegurança ou preconceito com o produto. Nós vendemos a granel, para disposição em grandes lavouras, os cultivos não teriam nenhum problema, pastagem que o gado consumiria talvez teria que ser mais testado só ou evitar até se ter mais conhecimento.
UC4	Sim, aqui teria demanda hoje se fizesse a venda, o empecilho só se o MAPA viesse a exigir mais coisas do que hoje, como mais do que a retirada do MRE.

Fonte: Autora, 2025.

De certa forma, todos apontam que é preciso ter uma segurança no produto, fato que reafirma o quão ávidos estão por uma orientação técnica e um protocolo de execução da compostagem, bem como, produção do composto seguro.

Por fim, quanto ao gerenciamento do composto e a **produção do composto comercial**. Começamos questionando os respondentes dos EPEs quanto a avaliação deles da necessidade de adequações no processo para utilizar ou comercializar o composto final. As respostas foram uníssonas no sentido de estarem interessados em aprender (obter o conhecimento), inclusive com um dos respondentes dizendo ter

começado a “fazer o monitoramento e ver se tem como ganhar algo (EPE1)”. Há, contudo, na percepção deles, dilemas a serem resolvidos, como os investimentos a serem realizados (peneiras, moedores) etc. Tais investimentos e a falta de conhecimento na atividade fez com que eles (respondentes) demonstrassem certo ceticismo. A geração de um produto novo, comercializável a partir da compostagem não é o objetivo dos EPEs, pois o foco de trabalho é outro.

Quando sugerimos a ideia de uma compostagem de carcaças animais em uma central conjunta somente dos EPEs, vejamos algumas das respostas mais emblemáticas (Figura 58):

Figura 58 – Opinião dos atores entrevistados quanto a compostagem fora do EPE

COMPOSTAGEM DE CARCAÇAS FORA DO EPE

Órgãos Públicos “Não sei se tem lei sobre isso, teria que ter um laudo da morte e autorização para o transporte seguro, com MTR(Inspetoria veterinária)”. “Poderia se pensar de repente em containers resfriados e fazer o carregamento do cheio, trocando por um vazio, não sei. Sendo formalizado e operacional não teria problema (FEPAM)”. “Há tempos atrás não poderia ser feito, mas hoje sim. Está na IN nº 48 de 2019 (MAPA)”.

EPEs “Uma empresa recolhendo, o foco dela seria resíduo, eles saberiam fazer, o que precisa teriam tudo (EPE2)”. “Seria uma preocupação a menos, uma empresa especializada e o órgão fiscalizaria melhor. Dependeria do custo, seria algo mais para um evento extremo, uma emergência, o que já seria ótimo (EPE3)”. “Seria muito bom pra nós, mesmo que tivesse um custo, desde que o valor fosse justo, as portas estariam abertas (EPE5)”.

UCs “Teríamos que adaptar o tratamento, mas conseguiríamos tranquilamente escalonando o recebimento dos resíduos (UC1)”. “Seria mais seguro, o produto teria qualidade, muito melhor destinar para alguém licenciado do que ajustar um EPE para ter outro “negócio” dentro dele. O transporte seria só para esse resíduo, poderíamos até prestar para ter mais segurança, sendo viável (UC2)”. “Poderíamos até prestar se fizer sentido para nós (UC3)”. “Funciona muito bem, nunca tivemos problema (UC4)”.

Fonte: Autora, 2025.

O entrevistado do órgão ambiental disse: “*sem dúvidas uma central (pertencente a um dos EPEs ou empresa terceirizada) seria mais eficiente do que o manejo atual*”. O respondente destacou ainda, casos de empresas que trabalham com a compostagem e a produção de composto orgânico comercial. Segundo ele, até o órgão ambiental ter certeza do processo ser seguro havia um controle rigoroso através da emissão de relatórios periódicos para o monitoramento e com o decorrer de tudo adequadamente, confirmando-se que não haviam riscos sanitários, se flexibilizou o processo em termos de exigências.

“Quando começaram foi um monte de exigências, depois foi se vendo que não precisava de tanto, que não tinha tanto risco e foi se acalmando, exigindo menos. A questão no final é se tem como garantir o processo e a tecnologia usada para se obter aquele produto, tendo essa garantia de que ele foi seguro

e eficiente. Não tem como ter erro. Aí consegue se agregar valor (Respondente da FEPAM)”.

O entrevistado do EPE3 enfatizou que inclusive a prefeitura municipal já precisou utilizar as câmaras mortuárias do EPE para destinar os animais mortos recolhidos em área pública, justamente *“porque ninguém tem solução para animais mortos”*.

Questionou-se as UCs se já haviam recebido resíduos de origem animal, não necessariamente carcaças, UC1 mencionou que por um período recebeu resíduos de abatedouro apenas, porém, passado um tempo o próprio resolveu tratar, devidos aos custos logísticos. Esta UC mencionou que ainda não teve procura por parte dos criadores de animais, mas que ficou interessada em se adequar para prestar esse serviço, pois viria trazer mais nutrientes para o seu produto *“poderíamos receber uns 150 terneiros que as leiras absorveriam bem, acredito. Até mais talvez, seria um incremento de nutriente para o composto final”*.

A UC2 além de resíduo de abatedouro disse já ter recebido resíduos de incubatórios de aves. Os geradores acabavam enviando aves novinhas junto, mesmo não sendo permitidas. Mas, por falta de fiscalização sob os geradores, acabavam recebendo e que o processo de compostagem ocorria normalmente. Conforme o entrevistado da UC2 a empresa atualmente não teria interesse, pois *“a partir do momento que entrasse carcaça animal, o composto se enquadraria na classe B, que é associado a algo inferior”*. Isso desvalorizaria o produto aos olhos do consumidor, ainda que nutritivamente, o produto fosse inclusive melhor que os convencionais.

Ainda sobre a classificação A e B, ao conversarmos com o auditor agropecuário do MAPA, nos foi informado que tal conhecimento (de que a inserção de uma carcaça animal implicaria em classe B), estava equivocado. Pois, há uma confusão comum, decorrente do nome "composto orgânico" que apesar de ser uma palavra utilizada na literatura e já incorporada na linguagem dos agricultores e técnicos, não existe em legislação do MAPA. De acordo com ele, a classificação da IN nº 61/2020 define no artigo 3º que os fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos e organominerais serão classificados de acordo com as matérias-primas utilizadas na sua produção em classe A ou B, contudo *“no caso em questão, se refere à produção de Fertilizante Orgânico Classe A”*.

A UC3 também manifestou interesse em prestar tal serviço (compostar animais), desde que esteja claro as regras:

“Não é claro para nós se podemos ou não receber. Mas seria um diferencial que a gente teria interesse em trabalhar e oferecer mais este serviço aos geradores. Mas não temos conhecimento, nem dos equipamentos ou que tipo de processo deveríamos adotar. Seria importante saber as regulamentações e procedimentos que precisaríamos ter. Poderíamos tranquilamente atender, mas sempre foi “nebuloso”. Hoje não recebemos por falta de clareza, se tem alguma norma específica para descarte de carcaças, não sabemos. Mas já tem tantas de ministério do trabalho, da parte de gás também, enfim, não dá pra ser mais alguma coisa que nos atrapalhe, tem que nos permitir trabalhar (Respondente da UC3)”.

Quanto a necessidade de alterações no processo de compostagem com o recebimento de animais mortos, as três que ainda não recebem disseram o que está estampado na Figura 59.

Figura 59 – Percepção das UCs sobre possíveis alterações nos procedimentos para receber animais mortos

TERIAM QUE MUDAR ALGO PARA RECEBER ANIMAIS MORTOS?

UC1 Talvez isolar as leiras para ter um controle maior. Mudar as proporções de resíduos, teria que fazer experimento primeiro para definir. De repente moer os ossos, investir em equipamentos que não temos hoje, mas sendo viável.

UC2 Não precisaria mudar o processo que já temos, só ter duas linhas de produção, com carcaça e sem. Não sei se é obrigado triturar também ou se mudaria algo.

UC3 A última discussão que tivemos é que não poderíamos tirar da propriedade, segundo o MAPA, por questões sanitárias e ficou complicado de entender o que precisaria. Era para suínos e aves na época, faz anos já. Mas imaginamos que um triturador ou até o nosso biodigestor para o procedimento inicial e depois poderia compostar normalmente, dependeria do quanto de animais receberíamos.

Fonte: Autora, 2025.

Em resumo, os três respondentes das UCs, identificaram que seriam necessárias algumas alterações, mas que, ainda assim, valeria a pena. Isso se conseguissem as autorizações para prestarem o serviço, informação que ainda é insuficiente para elas. Já a UC4 enfatizou que “*nunca teve nenhum problema*” e que “*só recolhe animais inteiros*” em até 48h após o óbito. O entrevistado, disse ainda que, quando o produtor consegue armazenar o animal em câmara fria diminui os riscos de algum incômodo.

Destaca-se a importância da conversa com a SEAPI a qual orientou sobre o que será necessário, caso cada uma das UCs queira se adequar para recolher e tratar os animais mortos, ruminantes ou não.

7.2.5 Perspectivas Futuras

Tendo em vista o **aperfeiçoamento** da destinação de animais mortos coletamos as opiniões quanto ao cenário futuro vislumbrado para o gerenciamento de animais mortos (Figura 60):

Figura 60 – Cenário vislumbrado para o futuro do gerenciamento de animais mortos

CENÁRIO FUTURO PARA O GERENCIAMENTO DE ANIMAIS MORTOS

Órgãos Públicos “Acredito que os EPEs só vão levar a compostagem de carcaças a sério, quando tiverem algum retorno (Respondente da Inspeção Veterinária)”. “O futuro é criar indicadores, caracterizar o cenário que temos e tentar solucionar os problemas, para assim normatizar o processo, incluindo os avanços e melhorias técnicas em um regulamento (Responde da FEPAM)”. “Nunca pensei em mudança (Respondente do MAPA)”.

EPEs “Está tudo *cada um por si*, estamos fazendo outra câmara mortuária para dobrar a capacidade, caso precise que nem nesse problema das chuvas que deu (EPE1)”. “No futuro vamos reduzir as mortes para nem precisar de câmara mortuária. No momento, a câmara mortuária atende as nossas necessidades e as normas da FEPAM (EPE2)”. “Se tudo andar *ok* no sistema do EPE não vai ter problema com o resíduo, mas algo terceirizado ajudaria (EPE3)”. “Falta um protocolo/orientação (EPE4)”. “Uma empresa prestar o serviço é o futuro (EPE5)”.

UCs “Buscar outros resíduos, fontes de nitrogênio, fósforo e potássio para melhorar nosso produto (UC1)”. “A palavra é desenvolvimento, ciclagem através da compostagem é o estabelecimento da economia circular e isso é desenvolvimento sustentável (UC2)”. “O dia em que destinarão a nós vai chegar e estaremos preparados para receber. O gerador vai ver que é melhor do que ele investir em tudo (UC3)”. “A longo prazo e com alguma flexibilização, espero que tenham mais empresas atendendo a IN, a rastreabilidade vai facilitar muito (UC4)”.

Fonte: Autora, 2025.

A UC1 enfatizou que estava tentando captar resíduos de cama de animais e esterco, mas agora já trabalharia com a ideia das carcaças também, pois teria mais um nicho a ser explorado. Já a UC2 destaca que o setor de gerenciamento de resíduos com a ciclagem através da compostagem estaria estabelecendo a economia circular, gerando emprego e estimulando a cadeia de serviços, metalúrgica e outras, uma vez que os equipamentos para compostagem são específicos.

Os EPEs, em geral, veem de forma otimista a ideia terem a prestação do serviço de compostagem por uma empresa especializada. Conforme o respondente EPE5 “*estariam nos tirando um problema. Passaria a desmobilizar esse manejo e a estrutura. É só fazer MTR*”. Como as UCs possuem estrutura, equipamentos e conhecimentos específicos para a produção de composto, o resultado final seria muito

mais confiável e seguro, além de que se pouparia os EPEs de tentarem se adequar a cada erro no processo.

A única UC que recebe animais mortos no RS, manifestou que gostaria muito que todo o Estado pudesse implementar de fato a IN nº48/2019, mas que devido à falta de cobrança para tal, supõe que será a longo prazo e com certas flexibilizações. Mencionou ainda que trata-se de uma atividade que não demanda nem área administrativa, podendo ser gerenciada de onde estiverem, caso não seja feita a retirada de MRE dos ruminantes e nem a venda do produto. Caso o foco seja a venda e do produto oriundo de ruminantes, é necessário comprovar a retirada de MRE (Brasil, 2019) ou então, duas linhas de produção, uma com os ruminantes de ciclo fechado e a outra com demais carcaças de animais. Ademais, todas as informações ficariam registradas na Plataforma de Defesa Sanitária Animal do RS (PDSA-RS), diariamente, permitindo a rastreabilidade, de acordo com o relato “*estão melhorando também, criando um App que funcione off-line e aí o próprio motorista quando coleta já irá registra*”.

Nesse sentido, mais uma vez percebe-se a importância da troca de conhecimentos. Pois, foi com o apoio da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e do Fundo de Desenvolvimento e Defesa Sanitária Animal (FUNDESA), do RS que por meio de um convênio, desenvolveu-se a integração do Documento de Trânsito de Animais Mortos não abatidos (DTAM) e a Plataforma de Defesa Sanitária Animal do RS (PDSA-RS). Envolvendo no trabalho, professores e alunos do Colégio Politécnico da UFSM (Colégio Politécnico da UFSM, 2022).

Com isso o Rio Grande do Sul se tornou pioneiro no país a regulamentar e informatizar o processo de Documento de Trânsito de Animais Mortos não abatidos (DTAM), conforme previsto na IN nº 48 do MAPA (D'Avila, 2023). A Plataforma permite o acompanhamento de todo o processo em tempo real, garantindo celeridade, rastreabilidade e confiabilidade na certificação através do cadastro das empresas que recolhem, tratam e destinam os animais mortos e que assim, emitem o DTAM (Figura 61). De acordo com o relato da responsável pela pasta na SEAPI: “*na época, junto ao FUNDESA e outros, chegamos a fazer umas palestras e conversas, mais pro pessoal de suínos e aves*”. Isto deve-se à relevância deste avanço para a cadeia avícola (Liesenfeld, 2022).

Figura 61 – Imagem ilustrativa da área de cadastro no sistema PDSA-RS



Fonte: Fonte, 2025.

A exemplo da UC4, outras poderiam se adequar. Considerando que para utilizar na agricultura, um produto feito a partir de ruminantes, necessita da retirada de MRE, é possível monetizar a empresa pela venda do produto (composto) ou através da cobrança do serviço prestado. Esta última alternativa é a estratégia atual da UC4. De acordo com a SEAPI, hoje a empresa que deseja prestar esse serviço, deve procurar a inspetoria veterinária ou a própria SEAPI, para realizar o preenchimento das informações de acordo com o *check-list* a partir das exigências que constam na IN, visitas *in loco* para ver se realmente tudo condiz e então, é feito o cadastro junto aos PDSA. Não tem um prazo de vigência é simplesmente realizar o cadastro e trabalhar. Quando quiser encerrar a atividade, é só pedir para sair do cadastro.

No que se refere a fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo produzidos para a venda, além do cadastro no PDSA, é necessário se cadastrar no MAPA como produtores de fertilizantes orgânicos ou condicionadores de solo. Só, então, conseguirão registrar o produto e comercializá-lo. Ainda de acordo com o MAPA, não teria nenhum problema em realizar tal procedimento. Seria como qualquer outro produto:

“Ocorreria da mesma forma que é com os demais resíduos. Embora exista uma confusão com o termo, por falta de conhecimento, acham que produto com matéria-prima animal seria classe B, mas não é isso que está na IN 61. Ela trata de lodo, despejos e contaminantes sanitários mas é mais referente aos dejetos humanos. Então, o fato de ter matéria-prima animal, não depreciaria, nem no enquadramento. Seria classe A igual. No caso dos EPES ou da geração de um produto a partir da compostagem de carcaças animais, do nosso ponto de vista não teria problema, desde que o processo seja seguro e que tenham muito compromisso, sabendo respeitar o tempo

necessário pra compostagem e sanitização do produto. Ou seja, não dá para a empresa pensar em liberar espaço mais rápido e em produzir mais, e acabar desrespeitando as etapas, por exemplo (Respondente do MAPA)”.

Portanto, por mais que seja possível realizar a adequação de uma unidade de recebimento e tratamento de animais mortos, dentro de um EPE seria muito mais trabalhoso neste local. Como eles trabalham com animais vivos seria muito melhor se outra empresa fizesse isso, até para não ter risco de contaminação dos animais vivos. O trânsito de animais mortos, está regulamentado já pela IN nº 48/2019 e desde que o caminhão seja exclusivo para essa finalidade e identificado, realizando os procedimentos de higienização já descritos anteriormente, pode ser considerado seguro. Em termos de infraestrutura necessária, dependeria do objetivo da UC. Por exemplo, *“se ela for receber cavalos e outros animais não ruminantes, não precisa retirar o MRE e pode comercializar desde que tudo esteja de acordo com os parâmetros de fertilizante do MAPA (Entrevistado do MAPA)”*. Já, se a UC for receber ruminantes, há duas formas: (01) com a retirada de MRE para venda/uso na agricultura e; (02) sem a retirada, em ciclo fechado.

De acordo com a manifestação do entrevistado da Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI) para fazer a retirada de MRE é mais criterioso:

“Precisa montar o que eles tem em graxarias, só que eles fazem de forma ilegal nas graxarias, no nosso caso, é legalmente, se retirar a medula – ossos, olhos e submete a tempo, pressão e temperatura conforme exigido para eliminação. A única empresa que fez isso, fazia da seguinte forma: animais mortos e resíduos eram despejados em um triturador, após seguiam para o tratamento térmico, prensa, extração de óleo, com segregação do composto para fertilizante para um moinho, onde era embalado para expedição. O óleo seguia para sistema de decantação, onde posteriormente era expedido para empresa produtora de biodiesel. Esse tratamento térmico é uma máquina, com cerca de 134°C e muita força por uns 18min e aí depois passaria pelo processo normal de compostagem e poderia se utilizar na agricultura (Respondente da SEAPI)”.

Foi enfatizado ainda que na época, a SEAPI tentou conversar com o MAPA a respeito da necessidade de se fazer a retirada de MRE e das formas que poderiam ser empregadas, entretanto, sem sucesso.

“Faltam informações sobre a real necessidade? Poderia se permitir algum nível de prion/MRE no produto? Ou qual a quantidade que o animal poderia ingerir? Porque esse animal morto, possivelmente com prion, não se saberia se tem ou não. Ele seria submetido a compostagem, teriam outros materiais juntos, teriam ações e reações de microrganismos, teria a formação de novos compostos ali no ambiente de compostagem e teria que ser ver qual é essa dinâmica, o que prevalece ali. Porque daqui a pouco, o que sobra, sendo espalhado em mistura no solo, por “x” proporção em “x” área de terras, nem iria pro próximo nível da cadeia alimentar. Poderia ser aplicado em outro

cultivo também, enfim, tudo teria que se aprofundar em pesquisas (Respondente SEAPI)”.

Fica nítido que vai muito além de demanda e oferta de serviço, por qualquer um dos atores entrevistados. É somente com uma **mudança cultural para o desenvolvimento sustentável** que essa temática avançará. No entanto, estudos ainda precisam ser desenvolvidos como o de Xu *et al.*, (2010) a fim de delinear o caminho necessário para a eliminação de MRE de modo eficiente e eficaz, ou seja, que viabilize o processo de compostagem de carcaças de ruminantes para comercialização do produto.

Da forma que está hoje, nas palavras utilizadas pelo entrevistado da SEAPI/RS “*vai clandestinamente para graxarias ou ficam expostos no ambiente. Espalhados, sem tratamento adequado, muito pior do que se tivéssemos uma normativa mais viável de se implementar*”. De fato, como relatou o respondente da UC2 “*é uma questão de tempo para a mudança cultural, aumentar a demanda e aí vai até faltar composto*”, se começassem a prestar serviço de recolhimento de animais mortos, sem dúvidas teria demanda. A compostagem em si, é segura para a eliminação dos patógenos, estes representam uma fração muito pequena da comunidade microbiana nas pilhas de compostagem e são efetivamente destruídos pelas altas temperaturas e pelo ambiente antagônico da pilha de compostagem (Rynk *et al.*, 2022). Equipamentos como trituradores, compostador e outros garantiriam a uniformidade do produto. Mas é necessário estudos que comprovem isso, não só para os futuros consumidores, mas para os próprios órgãos regulamentadores e fiscalizadores, o que já está começando a ser feito. O empreendedor (entrevistado da UC2) destacou que “*os resultados do composto aplicado nos cultivos vão provar que o nosso produto melhora o solo, gera benefícios na microbiologia, na correção de pH, fornece nutrientes*”, isso vai fazer valer o investimento do produtor em adquirir o produto de nós.

8 Considerações finais

Com base no estudo realizado, foi possível responder os objetivos iniciais, através da identificação das principais barreiras, bem como facilitadores para a geração de um produto a partir da compostagem de carcaças bovinas de Estabelecimentos de Pré-Embarque (EPE).

Considerando o objetivo específico um, que visava avaliar o cenário da compostagem de carcaças de grandes animais através de revisão bibliométrica, identificou-se que, a compostagem de carcaças de animais de grande porte (principalmente bovinos e equinos) é muito empregada em países como Canadá, Estados Unidos e China.

A partir da revisão sistemática da literatura (RSL) notou-se que atualmente os estudos fora do Brasil, apontam a compostagem como técnica adequada para o descarte de carcaças animais. Ademais, os estudos indicam os materiais volumosos utilizados em regiões diferentes, sugerindo maior eficiência das aparas de madeira e a importância da correta construção da pilha para a redução da probabilidade de perda de nutrientes ao solo durante a compostagem.

Por meio das entrevistas, atendeu-se aos demais objetivos. Sendo que no que se refere ao objetivo específico dois, quanto ao mapeamento dos dados dos EPEs da região Sul do Rio Grande do Sul em termos de concentração animal e mortalidade por ciclo de quarentena, devido a inacessibilidade aos dados oficiais, foi feita uma estimativa em cada EPE, com base na informação prestada por eles. Seriam cerca de 48.000 kg/ano de animais mortos em cada EPE, que necessitam ser tratados e destinados de forma correta.

Com relação ao objetivo específico três, que visava identificar os procedimentos realizados para tratamento e destinação de carcaças de animais mortos nos EPEs, foi possível compreender que, atualmente a destinação das carcaças animais é feita levando-as para as câmaras mortuárias localizadas nas dependências de cada EPE. Entretanto, tal procedimento ocorre sem nenhum rigor ou monitoramento, apenas cumprindo as exigências dos órgãos oficiais. Tais exigências, consideram o descarte dos animais mortos em local seguro, sendo atendido pela construção das câmaras mortuárias em áreas afastadas do contato com os demais bovinos alojados no EPE.

Todavia, nas entrevistas com os representantes dos órgãos oficiais, notou-se que não são cobrados aspectos referentes ao manejo e ao monitoramento das câmaras mortuárias. Ademais, os servidores reconheceram suas fragilidades no que se refere ao conhecimento do processo de compostagem. Sendo assim, o desconhecimento do processo de compostagem de carcaças animais pelos atores entrevistados é uma das principais barreiras para o desenvolvimento correto da técnica e produção de um composto seguro.

Tanto empreendedores e gestores dos EPEs, quanto agentes dos órgãos oficiais que tratam com fiscalização e monitoramento das atividades agropecuárias possuem dificuldades em descrever o que é a compostagem correta e não sabem as fases e procedimentos necessários para que ela aconteça à risca. Desta forma, parece-nos que a alternativa é o desenvolvimento de Unidades de Compostagem especializadas e voltadas à implementação da IN do MAPA de nº 48 de 2019, fora dos EPEs. Neste sentido, um dos facilitadores identificados para a correta destinação e processamento deste resíduo é a existência de Unidades de Compostagem na região Sul do Rio Grande do Sul. As atuais unidades e outras a serem criadas poderiam se adequar para a prestação deste serviço.

Respondendo ao objetivo específico quatro, que almejava identificar a percepção dos atores quanto às potenciais barreiras e facilitadores para a geração de produto a partir da compostagem de carcaças, ficou evidente a grande barreira de conhecimento existente, mas por outro lado, há esperanças. Os próprios atores reconhecem tais limitações, portanto, a destinação dos animais mortos por empresas especializadas, torna-se uma possível alternativa bem aceita no território sul-riograndense.

Nesse sentido, o trabalho apontou a necessidade da implementação da IN nº 48 de 2019 pelo setor da bovinocultura de corte, bem como instigou o setor de tratamento de resíduos à essa demanda.

No que se refere à hipótese, a compostagem é uma alternativa para gerenciamento dos resíduos oriundos de mortalidades em EPEs. Sobretudo, quando empregada seguindo o rigor dos procedimentos, uma vez que a eliminação de patógenos é algo crucial, como visto na revisão bibliográfica e na análise bibliométrica. As especificidades territoriais do Sul do Rio Grande do Sul também devem ser levadas em conta para a geração de um produto a partir da compostagem de carcaças de EPEs. Pois, conforme os resultados obtidos nas entrevistas, as condições climáticas

locais, além de implicarem em maior mortalidade pode gerar uma demanda maior para compostagem. Além de que, os materiais volumosos/estruturantes são característicos da região sul do RS, a qual possui extensas áreas de arrozais, cujo resíduo (casca de arroz), vêm sendo utilizado pelos EPEs.

Uma das limitações deste trabalho foi a impossibilidade de realização do experimento prático de compostagem em pelo menos um EPE. Um experimento, teria contribuído para a melhor compreensão do papel de cada etapa do processo de compostagem (matérias-primas utilizadas, aquecimento da pilha, período de manutenção das temperaturas elevadas, teor de umidade, papel do revolvimento na pilha, dentre outros).

No entanto, este trabalho apresentou na revisão bibliométrica, vários trabalhos desenvolvidos por pesquisadores em outros países e alguns brasileiros, os quais podem ser utilizados como base metodológica para as experimentações futuras. A realização de experimentos é necessária em regiões de clima subtropical, como o Rio Grande do Sul, para avaliar o desempenho do processo de compostagem nestas condições de campo.

Sugere-se ainda que tais experimentos sejam realizados e que os órgãos oficiais como o MAPA, SEAPI/RS, FEPAM e Inspeção Veterinária apoiem tais iniciativas, dada a relevância para a construção de alternativas eficientes e sustentáveis. Uma vez que, o Rio Grande do Sul foi o primeiro Estado da Federação a desenvolver uma Plataforma para regulamentar e informatizar a emissão do Documento de Trânsito de Animais Mortos não abatidos (DTAM), através do cadastro das empresas que recolhem, tratam e destinam os animais mortos, permitindo o acompanhamento de todo o processo em tempo real com rastreabilidade e confiabilidade na certificação.

Recomenda-se fortemente que os órgãos oficiais construam em conjunto com os centros de pesquisas e com os atores entrevistados, um protocolo técnico de orientação para tais práticas de compostagem. Visto que, evidencia-se em algumas falas que a temática de destinação de animais mortos é vista inclusive pelos órgãos públicos como um tabu, um tema que fica de lado até que se torne obrigatório uma ação e chegue a demanda pela implementação.

Com vistas a cumprir os ODS propostos, até 2030, principalmente os que dizem respeito a redução na geração de resíduos, produção sustentável e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, políticas públicas eficazes devem ser planejadas e

executadas. Pois, tais incentivos, inclusive econômicos são fundamentais para propiciarem a adoção de práticas sustentáveis pelas empresas no setor produtivo.

Para gerar um produto final seguro para comercialização, pesquisas acerca de outras alternativas para a retirada do MRE precisam também ser priorizadas. No que se refere a comercialização do produto originado da compostagem de ruminantes, uma condição é a garantia de eliminação do MRE.

Em estudos de compostagem já desenvolvidos, foi indicado que a compostagem pode ser eficaz para a redução/eliminação de MRE. Logo, mais estudos devem buscar avaliar este aspecto nas condições dos EPEs no RS, de modo a propiciarem informações a respeito do caminho necessário para a eliminação de MRE, de modo mais aplicável, quer seja pelas Unidades de Compostagem ou nas próprias câmaras mortuárias dos EPEs.

Destaca-se que essa dissertação contribui para o meio científico, inicialmente pelo compilado de informações sobre a temática a nível mundial. Além disso, através das entrevistas apresentou-se o panorama gaúcho evidenciando a lacuna de estudos que ainda precisam ser desenvolvidos para que tenhamos melhor alocação e processamento dos resíduos animais dos EPEs. Obviamente, isto pode levar a maior qualidade do meio ambiente.

Dessa forma, pretende-se realizar a divulgação dos resultados da dissertação por meio da realização de palestras com os atores envolvidos, bem como, conscientizá-los a respeito das principais contribuições do estudo, através da confecção de cartilhas, publicações de artigos nacionais e internacionais.

De modo a finalizar este trabalho, foi possível verificar ao longo do desenvolvimento deste, que a cada entrevista realizada, iniciava-se um processo reflexivo sobre a temática, o qual espera-se que culmine em pequenas mudanças culturais para o tão desejado desenvolvimento sustentável.

Referências

- AHN, H. K.; RICHARD, T. L.; GLANVILLE, T. D. Optimum moisture levels for biodegradation of mortality composting envelope materials. **Waste Management**, v. 28, p. 1411–1416, 2008. Doi: 10.1016/j.wasman.2007.05.022.
- AMICARELLI, V.; PRIMICERI, M.; MISINO, E.; BUX, C. An Application of the UNI/TS 11820: 2022 on the Measurement of Circularity in an Electrical Equipment Manufacturing Organization in Italy. **Journal of Cleaner Production**. 2023, 420, 138439. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.138439.
- ANDREAZZI, M. A. et al. Gestão de resíduos empregando compostagem: uma abordagem analítica das publicações nacionais. Centro Científico Conhecer. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 25, p. 756-767, 2017. Doi: 10.18677/EnciBio_2017A60.
- ARNOLDI, M. A. G. C.; ROSA, M. V. de F. P. do C. **A entrevista na pesquisa qualitativa-mecanismos para validação dos resultados**. Autêntica, 2017. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr&id=J8MpDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT25&dq=ARNOLDI%2C%20Marlene%20Aparecida%20Gonzales%20Colombo%20et%20al.%C2%A0%20entrevista%20na%20pesquisa%20qualitativa-mecanismos%20para%20valida%C3%A7%C3%A3o%20dos%20resultados.%20Aut%C3%A0ntica%2C%202017.&ots=P1hfLM20fF&sig=d2pkP8uLwupdkseYRfKS7IYzEE4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 14-jun-2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES - ABIEC **Série histórica das exportações de carne bovina**, 2024. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/exportacoes/>. Acesso em: 13-jun-2024.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis, **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.
- AZEVEDO, S.G.; CARVALHO, H.; MACHADO, V.C. The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v.47, n. 6, p. 850–871, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.05.017>.
- BANCO DO BRASIL, 2023. **RenovAgro**. Online. Disponível em: [https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/agricultura-de-baixo-carbono-\(abc+\)#/](https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/agricultura-de-baixo-carbono-(abc+)#/). Acesso em: 23-julh-2023.
- BARBIERI, J. C.; CAJAZEIRA, J. E. R. **Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática**. São Paulo: Saraiva, 2009, 230p.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977, 229p.

BLANCO-ZAITEGI, G.; ETXEBERRIA, I. A.; MONEVA, J. M. Biodiversity accounting and reporting: A systematic literature review and bibliometric analysis. **Journal of Cleaner Production**, v.371, n. 133677, p.15, 2022. Doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133677

BONATO, S. da S. **Destinação e aproveitamento de subprodutos não comestíveis de bovinos para produção de biodiesel no município de Camargo – RS**. 2017. 61f. Monografia (Curso Bacharelado em Desenvolvimento Rural) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Camargo, 2017.

BONHOTAL, J. Natural Rendering: Composting Livestock Mortality and Butcher Waste. **Cornell Waste Management Institute**, 2002, 12p.

BONHOTAL, J.; SCHWARZ, M.; RYNK, R. Composting Animal Mortalities. **Cornell Waste Management Institute**. 2014. 23p.

BOSCO, T. C. D. et al. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 2017. 266p. (e-book).

BRASIL, 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso: 01 jun. 2024.

BRASIL, 2000. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 35, de 20 de outubro de 2000**. Disponível em: [25101112-sctq-instrucao-normativa-n-35-de-20-de-outubro-de-2000-mapa-quarentena.pdf](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/instrucao/norma/norma-35-2000-mapa-quarentena.pdf) (agricultura.rs.gov.br). Acesso em: 07-jun-2024.

BRASIL, 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009**. Aprova normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 20, 28 jul. 2009. Disponível em: <https://saneamentoinclusivo.org.br/fonte/mapa-instrucao-normativa-no-25-2009/>. Acesso em: 11-jul-2024.

BRASIL, 2010. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso: 06-jun-2024.

BRASIL, 2017. **Resolução CONAMA nº 481, de 03 de outubro de 2017**. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19344546/do1-2017-10-09-resolucao-n-481-de-3-de-outubro-de-2017-19344458. Acesso: 23-mar-2024.

BRASIL, 2018A. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 46, de 28 de agosto de 2018.** Estabelecer o regulamento técnico para exportação de bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos vivos, destinados ao abate ou à reprodução. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/transito-animal/arquivos-transito-internacional/IN46_2018comalteraes.pdf. Acesso: 11-jul-2024.

BRASIL, 2018B. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 222, de 28 de março de 2018.** Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf. Acesso: 23 abr. 2024.

BRASIL, 2018C. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso: 08-jan-2024.

BRASIL, 2019. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 48, de 17 de outubro de 2019.** Estabelece regras sobre o recolhimento, transporte, processamento e destinação de animais mortos e resíduos da produção pecuária como alternativa para a sua eliminação nos estabelecimentos rurais, na forma desta Instrução Normativa. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-48-de-17-de-outubro-de-2019-222639466>. Acesso: 23mar.2024.

BRASIL, 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 61, de 08 de julho de 2020.** Diário Oficial, Edição: 134, Seção 1, p. 5, 2020. Disponível: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-61-de-8-7-2020-organicos-e-biofertilizantes-dou-15-7-20.pdf>. Acesso em: 11-jul-2024.

BRASIL, 2023. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Presidente anuncia Plano Safra 2023/2024 com financiamento de R\$ 364,22 bilhões.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/presidente-anuncia-plano-safra-2023-2024>. Acesso em: 23-julh-2023.

CAMPELLO, M.; CORTES, G.S.; D'ALMEIDA, F.; KANKANHALLI, G. Exporting Uncertainty: The Impact of Brexit on Corporate America. **Journal of Financial and Quantitative Analysis.** 2022, 57, 3178–3222. DOI: 10.1017/S0022109022000308.

CESTONARO, T. et al. Desempenho de diferentes substratos na decomposição de carcaça de frango de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p.1318–1322, 2010.

CESTONARO, T. et al. Poultry carcass decomposition and physicochemical analysis of compounds in different composter types. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.34, n.4, p. 617-625, 2014.

CHOWDHURY, S. et al. A critical review on risk evaluation and hazardous management in carcass burial. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 123, p. 272–288, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.01.019>.

COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM. **Novo módulo para a Plataforma de Defesa Sanitária Animal do Estado será desenvolvido por projeto do Colégio Politécnico da UFSM**. Publicado em 12/08/2022, 20h27. Atualizado 29/09/2022, 16h39. Disponível em: <https://ufsm.br/r-405-5836>. Acesso: 10-jan-2025.

COMEX STAT, 2024. **Sistema oficial para extração das estatísticas do comércio exterior brasileiro de bens**. Disponível em: Comex Stat - Dados Gerais (mdic.gov.br). Acesso em: 06-Jun-2024.

CORREIA, R. OIE agora é WOAHA e apresenta nova identidade. **Veterinária Atual**. 2022. Disponível em: <https://www.veterinaria-atual.pt/destaques/oie-e-agora-woah-e-apresenta-nova-identidade/#:~:text=1%20Junho%2C%202022%20A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20de%20Sa%C3%BAde,imagem%20e%20uma%20linguagem%20de%20comunica%C3%A7%C3%A3o%20mais%20clara>. Acesso em: 03-jul-2024.

CURCI, V. C. L. M et al. Viabilidade de *clostridium botulinum* tipos C e D na pré compostagem de carcaças bovina. ISSN 2316-5146. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 3, n.2, 2006.

D'AVILA, T. Informatização do documento de trânsito de animais mortos avança no RS. **FUNDESA**, 2023. Disponível em: <https://fundesa.com.br/noticias/interna/informatizacao-do-documento-de-transito-de-animais-mortos-avanca-no-rs-7675>. Acesso: 10-jan-2025.

DÖBEREINER, J.; DUTRA, I. O Botulismo dos Bovinos e seu controle. **Comunicado Técnico 72**. Embrapa. 2004. ISSN 1517-8862. Seropédica, Rio de Janeiro.

DUARTE, M. da F. **Implementação de um método de compostagem para carcaças de equinos**. 2022. 66f. Monografia (Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental) - Centro de Integração Mercosul. Universidade Federal de Pelotas, 2022.

DUARTE, M. da F. et al. Perspectivas para a destinação dos animais mortos na bovinocultura leiteira: um estudo no município de Arroio do Padre/RS. 2024A. **Anais**. 12º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, ISBN Nº 978-85-61169-21-3. Disponível em: https://eventos.abes-rs.uni5.net/public/uploads/eventos/eventos_0a178194f.pdf. Porto Alegre, RS.

DUARTE, M. da F. et al. Compostagem de carcaças de grandes animais: análise bibliométrica e revisão sistemática da literatura. Pelotas, RS. 2024B. **Anais**. XXVI ENPÓS. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2024/MD_01669.pdf.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. **Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, n. 4, p. 685–698, 2015. Doi: 10.1590/S1413-41522015020040129347.

EAMENS, G.J. et al. Bacterial survival studies to assess the efficacy of static pile composting and above ground burial for disposal of bovine carcasses. **Journal of Applied Microbiology**, v. 1364-5072, 2011. Doi:10.1111/j.1365-2672.2011.04999.x.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Projetos**. Tecnologias para o Descarte de Animais Mortos. 2019. Disponível em: Tecnologias para destinação de animais mortos (TEC-DAM) - Portal Embrapa. Acesso em: 06-jun-2024.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy - Opportunities for the consumer goods sector**. Isle of Wight: EMF, v. 2, 2013. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-2-opportunities-for-the-consumer-goods>. Acesso em: 08-fev-2024.

FACHINETTO, J. D. **Mudanças processuais no sistema de produção de bovinos de corte e o correspondente impacto ambiental: uma análise de trajetória**. 2015. 118f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FERREIRA, S. A análise de conteúdo: um método para a análise de dados em pesquisas qualitativas. **Revista Pesquisa Qualitativa**. v.11, n.26, p. 202-224, 2023. São Paulo-SP. Doi: <http://dx.doi.org/10.33361/RPQ.2023.v.11.n.26.502>.

FONSTAD, T.A. et al. Evaluation and demonstration of composting as an option for dead animal management in Saskatchewan. **Canadian Biosystems Engineering**, v. 45, p.619–625, 2003. Disponível em: C:\csae\jour\2003\c0129\c0129pa.wpd (csbe-scgab.ca). Acesso: 04-Abr-2024.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 2. ed. Brasília: Líber Livro, 2005, 79 pag.

GILROYED, B.H. et al. Composting for Biocontained Cattle Mortality Disposal and Associated Greenhouse Gas and Leachate Emissions. **Journal of Environmental Quality**, v. 45, p. 646–656, 2016. Doi: 10.2134/jeq2015.06.0314.

GLANVILLE, T. D.; DARRELL, W. T. Composting alternatives for animal carcass disposal. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 210, n. 8., p. 1116-1120, 1997. DOI: 10.2460/javma.

GOCKS, M. Ocorrência sanitária de febre aftosa no Rio Grande do Sul nos anos 2000 e 2001 e os fatores que influenciaram o saneamento: Relato de caso. **Informativo Técnico nº 10/Ano 03 - outubro de 2012**. Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/02101323-inftec-32-febre-aftosa-2000-e-2001.pdf>. Acesso: 30-dez-2024.

GUAN, J. *et al.*, Survival of Avian Influenza and Newcastle Disease Viruses in Compost and at Ambient Temperatures Based on Virus Isolation and Real-Time Reverse Transcriptase PCR. **American Association of Avian Pathologists**, v. 53, p. 26–33, 2009. Doi: <http://dx.doi.org/10.1637/8381-062008-Reg>.

GUAN, J. *et al.*, Degradation of foot-and-mouth disease virus during composting of infected pig carcasses. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 74, p. 40–44, 2010.

HAHN, H. **Animal Meal: Production and Determination in Feedstuffs and the Origin of Bovine Spongiform Encephalopathy**. Institut für Angewandte Botanik, Marseiller Strasse 7, D-20355 Hamburg, Germany. *Naturwissenschaften*, v. 86, p. 62–70, 1999.

HERRMANN, F. F. *et al.* Green Supply Chain Management: Conceptual Framework and Models for Analysis. **Sustainability**, v. 13, n. 15, p. 8127, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/su13158127>.

HESS, T. F. *et al.* Heat Inactivation of *E. coli* During Manure Composting. **Compost Science & Utilization**, v. 12, n. 4, p. 314-322, 2004. Doi: 10.1080/1065657X.2004.10702200.

HOUSE OF COMMONS. **Growing a circular economy: Ending the throwaway society**. HC-214. Londres: House of Commons/ Environmental Audit Committee, 2014. Disponível em: publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmselect/cmenvaud/214/214.pdf. Acesso em: 08-fev-2024.

HUTCHINSON, M.; SEEKINS, W. Large Animal Carcass Mortality Composting: Impact on Soil Nutrients. **Compost Science & Utilization**, p. 55-60, 2024. Doi:10.1080/1065657X.2024.2317472.

JACONDINO, L. R. **Destino dos resíduos pecuários oriundos de propriedades rurais nos municípios do Rio Grande do Sul**. 2019, 40f. Monografia (Curso de Medicina Veterinária) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

JALAL, S. K. Co-authorship and co-occurrences analysis using Bibliometrix R-package: a case study of India and Bangladesh. **Annals of Library and Information Studies (ALIS)**, v. 66, n. 2, p. 57-64, 2019.

JARROW, R.A.; SILVA, F.B.G. Risk Measures and the Impact of Asset Price Bubbles. **Journal of Risk**, 2014. 1–23. DOI: 10.2139/ssrn.2341641.

JIANG, X.; MORGAN, J.; DOYLE, M. P. Thermal Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 in Cow Manure Compost. **Journal of Food Protection**. v. 66, n. 10, p. 1771-1777, 2003. Doi: 10.4315/0362-028X-66.10.1771.

KALBASI, A. *et al.* Carcass Composting for Management of Farm Mortalities: A Review. **Compost Science & Utilization**, v. 13, n. 3, p. 180-193, 2005.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 492 p. 1985.

KLEIN, M. et al. Monitoring bacterial indicators and pathogens in cattle feedlot waste by real-time PCR. **Water Research**, v. 44, p. 1381–1388, 2010. doi:10.1016/j.watres.2009.11.016.

KRABBE, E. L. **Destino de carcaça de animais mortos**. X Simpósio Brasil Sul de Suinocultura. Chapecó, Santa Catarina. 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1077481/1/final86361.pdf>. Acesso em: 06-jun-2024.

LAGOMARSINO, M. M. **Avaliação e gerenciamento de resíduos de impacto ambiental provenientes de equinos estabulados**. 2019. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Universidade Federal de Santa Maria, Campus Palmeira das Missões, Palmeiras das Missões, 2019.

LEE, J. I. et al. Thermo-Chemical Treatment for Carcass Disposal and the Application of Treated Carcass as Compost. **Applied Sciences**, v.11, p. 431, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11010431>.

LI, K.; CIPOLLETTA, G.; ANDREOLA, C.; EUSEBI, A.L.; KULAGA, B.; CARDINALI, S.; FATONE, F. Circular Economy and Sustainability in the Tourism Industry: Critical Analysis of Integrated Solutions and Good Practices in European and Chinese Case Studies. **Environment, Development and Sustainability**. 2023, 1–22. DOI: 10.1007/s10668-023-03395-7.

LIESENFELD, T. A nova era da biosseguridade avícola: Plataforma inédita de certificação online de granjas avícolas desenvolvida pela UFSM avança nas questões de sanidade animal. **Revista Arco Jornalismo Científico e Cultural**. Publicado em 28/03/2022, 8h47. Atualizado 28/03/2022, 9h46. Disponível em: <https://ufsm.br/r-601-9139>. Acesso: 10-jan-2025.

LOOPER, M. **Whole animal composting of dairy cattle**. Guide D-108. New Mexico State Univ., Las Cruces, 2002. Disponível em: Whole Animal Composting of Dairy Cattle (nmsu.edu). Acesso:04-Abr-2024.

LUDOLF, R. V. E. **Exportação de gado vivo no Brasil: uma proposta para garantia da regra constitucional da proibição da crueldade contra os animais sob a ótica do direito animal**. 2019. 141f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, 2019.

LUSSANI, M. A. **Novos horizontes na pecuária gaúcha para a exportação de gado vivo**, 2019. Acesso em: 30-julh-2023. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/novos-horizontes-na-pecuaria-gaucha-para-a-exportacao-de-gado-vivo>.

MAHMOOD, A.; FAROOQ, A.; AKBAR, H.; GHANI, H. U.; GHEEWALA, S. H. An Integrated Approach to Analyze the Progress of Developing Economies in Asia toward the Sustainable Development Goals. **Sustainability**. 2023, 15, 13645. DOI: 10.3390/su151813645.

MENDES, R. M.; MISKULIN, R. G. S. A análise de conteúdo como uma metodologia. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, p. 1044-1066, 2017.

MENDES, A. K. de S. **Compostagem de serragem com esterco de caprino e os efeitos do composto no sistema solo-planta**. (Monografia), 68f., 2019. Universidade Federal Rural da Amazônia. 2019.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 21ª Edição. Petrópolis: Editora Vozes, 2002, 80p.

MURÇA, G. **Conheça as principais conferências ambientais do mundo**. 2022. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/revista/conheca-as-principais-conferencias-ambientais-do-mundo>. Acesso: 13-jan-2025.

NICOLOSO, R. da S.; BARROS, E. C. Manual de dimensionamento e manejo de unidades de compostagem de animais mortos para granjas de suínos e aves. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia. 2019. 77 p.; ISSN 01016245. **Documentos, 203**. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/11110552/1/final9100.pdf>. Acesso: 08-jan-2024.

OLIVEIRA, M. M. de et al. Aeration frequency on accelerated composting of animal carcasses. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 6, p. 653-665, 2018. Lavras, Editora UFLA. Doi.org/10.1590/1413-70542018426021818.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, ONU. **Agenda 2030**. Disponível em: [agenda2030-pt-br.pdf](https://www.un.org/pt-br/agenda2030-pt-br.pdf) (un.org). Acesso em: 08-fev-2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, ONU. **Marcos ambientais: Linha do tempo dos 75 anos da ONU**. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/news-and-stories/story/environmental-moments-un75-timeline>. Acesso em: 10-jul-2024.

ORGANIZACION MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL – OIE. **Quiénes somos**. 2023. Disponível em: <http://www.oie.int/es/quienes-somos>. Acesso em: 02-jun-2024.

ORLANDINI, I.; TORTELLY NETO, R. Redução de impactos ambientais gerados pela bovinocultura de leite: Revisão bibliográfica. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária**, v. 3, n. 1, p. 145–148, 2020.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; JÚNIOR, J. de L. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. **Saneamento e Controle Ambiental**, v. 30, n. 3, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162010000300017>.

OTENIO, M. H.; CUNHA, C. M. da.; ROCHA, B. B. Compostagem de carcaças de grandes animais. **Comunicado Técnico 61**. Juiz de Fora, MG. 2010.

PAIVA, E.C.R. et al. **Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da composteira e de leiras estáticas aeradas**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.32, n.5, p.961-970, 2012.

PAIVA, E.C.R. et al. **Parâmetros para monitoramento da compostagem de carcaças de frango**. Engenharia na agricultura, Viçosa - MG, v.23, n.5, 2015. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/15451>. Acesso em: 19-fev-2024.

PAYNE, J. et al. Quantification of sodium pentobarbital residues from equine mortality compost piles. **American Society of Animal Science**, v. 93, p. 1824–1829, 2015. Doi: 10.2527/jas2014-8193.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996.

REUTER, T. et al. Compost biodegradation of recalcitrant hoof keratin by bacteria and fungi. **Journal of Applied Microbiology**, v. 119, p. 425-434, 2015. Doi: 10.1111/jam.12849.

RIO GRANDE DO SUL, 2014. Fundação de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. **Critérios técnicos para o licenciamento ambiental de novos empreendimentos destinados à bovinocultura confinada e semiconfinada**. Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/central/diretrizes/diret_bovinos_novos.pdf. Acesso: 23-mar-2024.

RIO GRANDE DO SUL, 2024. Fundação de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. GERÊNCIA REGIONAL SUL – GERSUL/FEPAM. **Memória de reunião (Ata nº 115 - ID 1443260)**. Solicitação de reunião técnica da GerSul com as EPE atuantes na sua região de abrangência, para relatos, alinhamentos técnicos e encaminhamentos. Processo administrativo nº: 50.001-05.67/24-2. 27, mar., 2024.

RIO GRANDE DO SUL, 2016. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio. Departamento de Defesa Agropecuária. Divisão de Fiscalização e Defesa Sanitária Animal. **Exigências para Aprovação de Estabelecimentos para Quarentena Animal**. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201607/25101104-sctq-exigencias-para-aprovacao-de-estabelecimentos-para-quarentena-animal.pdf>. Acesso em: 07-jun-2024.

RIO GRANDE DO SUL, 2018A. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação. Departamento de Defesa Agropecuária. Divisão de Controle de Trânsito e Quarentena. **Procedimento padrão de verificação das EPEs - Verificação “local”**. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201801/24141356-planilhas-procedimentos-de-verificacoes-nas-epes.pdf>. Acesso em: 07-jun-2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CONSEMA 372/2018**, 2018B. Dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento ambiental. Disponível em:

<https://sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201803/15120855-372-2018-atividades-licenciavies-revisao-288.pdf>. Acesso em: 11-jul-2024.

RYNK, R., *The Composting Handbook: The Composting Handbook A how-to and why manual for farm, municipal, institutional and commercial composters*. Elsevier, 2022. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85602-7.00005-4>.

SAMPAIO, C. P.; MAGALHÃES, B. B. V.; MIRANDA, E. H. C. Projeto de tratamento de carcaças de animais utilizando a compostagem. **Revista Singular: Meio Ambiente e Agrárias**, n. 1, 2019.

SANDERS, J.O. et al. Quantifying Nutrients in Effluent from Uncovered, Intact Mature Bovine Carcass Compost Piles Subjected to Storm Events. **Compost Science & Utilization**, v. 18, n. 4, p. 216-231, 2010. Doi: 10.1080/1065657X.2010.10736960.

SANDOVAL, V. A. L. et al. Bibliometric and multicriteria analysis for selection of amendments potentiators of compost from municipal biowaste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 28, n. 2, e274674, 2024.

SANTOS, A. V. dos; ROSA, C. T. W. da; KILLIAN, P. Análise bibliométrica da produção científica nas bases de dados Scopus e Web of Science sobre Aprendizagem Significativa. **Revista Insignare Scientia (RIS)**, v. 3, n. 2, p. 443-460, 2020. Doi:10.36661/2595-4520.2020v3i2.11581.

SARAN, L. M. et al. Freshwater quality of a stream in agricultural area where organic compost from animal and vegetable wastes is used. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n. 3, p. 263-278, 2017. Doi.org/10.1590/1413-70542017413037616.

SARKIS, J.; ZHU, Q.; LAI, K. An organizational theoretic review of green supply chain management literature. **International Journal of Production Economics**, v. 130, n. 1, p. 1–15, 2011. Doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.11.010

SEEKINS, B. Best management practices for animal carcass composting. Maine Department of Agriculture, **Food and Rural Resources**. 2011, 35p.

SENADO FEDERAL, 2023. Atividade Legislativa, Projetos e Matérias, Pesquisas, PLC 10/2018. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/132411>. Acesso: 06-jun-2024.

SERRANO, L. P. L. **Avaliação do efeito da compostagem sobre a viabilidade de microrganismos indicadores em carcaças de bovinos**.2019. 124f. Dissertação (Mestrado em Farmácia e Bioquímica) -Faculdade de Farmácia e Bioquímica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

SERRANO, L. P. L. et al. Compostagem de carcaças de animais mortos elimina microrganismos patogênicos. **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.14, n.2, p.1-11, 2020. Doi.org/10.31533/pubvet. V 14, n2a502.1-11.

SOUZA, H.A. et al. Características físicas e microbiológicas de compostagem de resíduos animais. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71,

n.1, p.291-302, 2019. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/vcyv6wm6S7QtXtkWtGf8x5r/>.

SOUZA, G. R. de. et al. Destinação de resíduos da produção de vacas de leite. Doi: 10.55905/revconv.17n.3-325. **Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v.17, n.3, p. 01-09, 2024.

STANFORD, K. et al. Open-Air Windrows for Winter Disposal of Frozen Cattle Mortalities: Effects of Ambient Temperature and Mortality Layering. **Compost Science & Utilization**, v. 15, n. 4, p. 257-266, 2007. Doi: 10.1080/1065657X.2007.10702342.

STANFORD, K. et al. of age of cattle, turning technology and compost environment on disappearance of bone from mortality compost. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 4417–4422, 2009. Doi: 10.1016/j.biortech.2008.11.061.

STANFORD, K. et al. Impacts of sporulation temperature, exposure to compost matrix and temperature on survival of *Bacillus cereus* spores during livestock mortality composting. **Journal of Applied Microbiology**, v. 118, n. 4, p. 989 -997, 2015. Doi: 10.1111/jam.12749.

STRAUCH, D. Stand und Tendenzen hygienischer Beurteilung der Aufbereitung und landwirtschaftlichen Verwertung von Reststoffen aus der tierischen Produktion und dem kommunalen Bereich*. Review-Artikel. **Zentralblatt Für Veterinärmedizin**, v. 29, p. 733-763, 1982. Doi: 10.1111/j.1439-0450.1982.tb01194.x.

TAVARES, J. da C. **Os processos na exportação de bovinos vivos no Rio Grande do Sul**. 2021, 37f. Monografia (Curso de Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2021.

TEIXEIRA, T. **Operação minuciosa para exportar gado**. Correio do Povo. Porto Alegre. Acessado em 22 julh 2023. Online. Disponível em: <https://www.correiodopovo.com.br/especial/opera%C3%A7%C3%A3o-minuciosa-para-exportar-gado-1.1055870>.

TKACHUK, V.L. et al. Targeted 16S rRNA high-throughput sequencing to characterize microbial communities during composting of livestock mortalities. **Journal of Applied Microbiology**, v. 1364-5072, 2014. Doi: 10.1111/jam.12449.

TSOULFAS, G. T.; GIAKOUMATOS, S. D. V. Towards Shaping Integrated Circular Economy Approaches in Animal Breeding Supply Chains by Mainstreaming Microalgae Utilization. **Circular Economy and Sustainability**. 2025. DOI: 10.1007/s43615-025-00520-8.

VERONEZI, L. O. **Aspectos epidemiológicos, clínicos, patológicos e laboratoriais do botulismo em bovinos no estado de Santa Catarina**. 2009. 95f., Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2009.

VILELA, R. N. da S. **Efeitos da aeração e da estação do ano na compostagem dos resíduos orgânicos de abatedouro**. 2019. 50f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

VIANCELLI, A. et al. Comportamento de patógenos microbianos durante o processo de compostagem de carcaças de suínos. **Research, Society and Development**, v. 11, n.1, e 21011124774, 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.247741>.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: Implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014.

XU, S. et al. Greenhouse gas emissions during co-composting of calf Mortalities with manure. **Journal of Environmental Quality**, v.36, n.6, p. 1914-9, 2007. Doi: [10.2134/jeq2007.0080](https://doi.org/10.2134/jeq2007.0080).

XU, S. et al. Assessment of Microbial Communities In Decomposition of Specified Risk Material Using a Passively Aerated Laboratory-Scale Composter. **Compost Science & Utilization**, v. 18, n. 4, p. 255-265, 2010. Doi.org/[10.1080/1065657X.2010.10736964](https://doi.org/10.1080/1065657X.2010.10736964)

XU, S. et al. Inactivation of *Bacillus anthracis* Spores during Laboratory-Scale Composting of Feedlot Cattle Manure. **Frontiers in Microbiology**, v.7, art.806, 2016. Doi: [10.3389/fmicb.2016.00806](https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00806).

XU, W. et al. A Biosecure Composting System for Disposal of Cattle Carcasses and Manure Following Infectious Disease Outbreak. **Journal of Environmental Quality**, v. 38, p.437- 450, 2009. Doi: [10.2134/jeq2008.0168](https://doi.org/10.2134/jeq2008.0168).

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K. Institutional-based antecedents and performance outcomes of internal and external green supply chain management practices. **Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 19, p. 106–117, 2013. Doi: [10.1016/j.pursup.2012.12.001](https://doi.org/10.1016/j.pursup.2012.12.001).

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisador responsável: Marizane da Fonseca Duarte.
 Instituição: Universidade Federal de Pelotas
 Endereço: Campus Capão do Leão, s/n - PPGDTSA.
 Telefone (aceito contato via WhatsApp): (53) 984829078

Concordo em participar do estudo “*Geração de produto a partir da compostagem de carcaças bovinas em Estabelecimento de Pré-Embarque (EPE)*”. Estou ciente de que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

PROCEDIMENTOS: Fui informado de que o objetivo geral será “Analisar a viabilidade de geração de um produto a partir da compostagem de carcaças bovinas em Estabelecimento de Pré-Embarque (EPE) bovino”, cujos resultados serão mantidos em sigilo e somente serão usadas para fins de pesquisa. Estou ciente de que a minha participação envolverá responder a uma entrevista semi-estruturada, fornecendo informações verídicas a respeito da atividade desenvolvida e eventualmente, permitindo registros fotográficos durante a apresentação do EPE. Tal participação, deve durar cerca de 1h e 30min.

RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES: Fui informado (a) que meus os dados e informações repassadas serão divulgados de forma anônima, sem identificação de meu nome e nome da empresa.

BENEFÍCIOS: Os resultados desta pesquisa serão incorporados ao conhecimento científico e posteriormente a situações de ensino-aprendizagem, fornecendo subsídios para gestão e planejamento em EPEs.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: Como já me foi dito, minha participação neste estudo será voluntária e poderei interrompê-la a qualquer momento.

DESPESAS: Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, nem receberei compensações financeiras.

CONFIDENCIALIDADE: Estou ciente que a minha identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

CONSENTIMENTO: Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo em participar do estudo.

Este Formulário de Consentimento Pré-Informado será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

Nome do participante/representante legal: _____

Identidade: _____

ASSINATURA: _____

DATA: ____ / ____ / ____

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR: Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF/UFPel – Rua Luís de Camões, 625 – CEP: 96055-630 - Pelotas/RS; Telefone:(53)3284-4332.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL: _____

APÊNDICE 2

Poder Público: FEPAM e SDA

Respondente: _____ **Data:** ___/___/___

Formação: _____ **Cargo:** _____

Tempo de atuação junto ao órgão: _____ **Assinatura no TLC (.....)**

BLOCO 1: Caracterização

1. Como se deu a consolidação dos empreendimentos de pré-embarque de gado no RS pela sua perspectiva.
2. Como foi o processo de exigências das condições mínimas necessárias para operação dos mesmos? (quantitativo de animais mortos nos EPEs ao longo do tempo)
3. Há algum guia ou manual que os oriente quanto as condições de infraestrutura e aspectos de manejo?
4. Fale sobre o gerenciamento de animais mortos nos EPEs (desenvolvimento ao longo dos anos): *possuem o mesmo padrão ou há diferenças de estrutura/manejo entre eles? (anotar as semelhanças/diferenças)
5. Os EPEs precisam apresentar algum relatório de controle e monitoramento do tratamento das carcaças de animais mortos? Se sim, com qual periodicidade? (ver se disponibilizam modelo)

BLOCO 2: Central

6. Existe um registro do quantitativo de animais que chegam aos EPEs?
7. Existe um registro do quantitativo de animais que efetivamente são exportados?
8. O número de animais mortos nos EPEs é registrado?
9. Quais são as principais causas notificadas de mortes de animais em EPEs? (Há um registro do quantitativo de mortes em exportação)?
10. Como ocorre a destinação dos animais mortos nos EPEs? (métodos, procedimentos, coletivos ou individuais, transporte..).
11. Durante a exportação, como se dá os procedimentos em caso de mortes?
12. Existe um Plano de Contingência? Pode ser acessado?
13. Possuem Relatório das Viagens?
14. É feita alguma exigência sanitária quanto a destinação de carcaças animais? Qual (is)? (tanto no navio, quanto no EPE).
15. É verificado no EPE se ocorre o recolhimento dos animais mortos para compostagem?
16. Existe na região, alguma empresa autorizada para realizar recolhimento de animais mortos e destiná-los a compostagem?

17. Tem algum acompanhamento do processo de compostagem?
18. Quais seriam os parâmetros considerados para avaliação da compostagem correta?
19. Existem legislações para nortear aspectos de sanidade animal, manejo em caso de doenças contagiosas e destinação de carcaças de animais mortos e/ou eutanasiados em EPEs? Quais?

BLOCO 3: Padrões

20. Há impactos positivos no que se refere ao gerenciamento de animais mortos nos EPEs? Fale sobre.
21. Há impactos negativos no que se refere ao gerenciamento de animais mortos nos EPEs? Fale sobre.
22. São realizadas ações para mitigar ou potencializar os positivos? (Se sim, citar quais e em caso negativo, justificar).
23. Teriam aspectos ambientais a serem melhorados no gerenciamento de carcaças animais nos EPEs? Quais?
24. Teriam aspectos de segurança sanitária a serem melhorados no gerenciamento de carcaças animais nos EPEs? Quais?
25. Qual a sua opinião sobre a geração de um composto orgânico comercial a partir da compostagem de carcaças animais em EPEs?
26. Qual seria a aceitação no mercado para este tipo de produto? (teria alguma barreira, empecilhos, preconceito para aplicação deste composto em escala comercial e/ou aplicação na própria unidade? Ou quais seriam as oportunidades)
27. Fale sobre a compostagem conjunta (transportando carcaças de animais mortos de um EPE para outro, ou para uma central). *diferenciar o que é a opinião do entrevistado e o que a opinião do órgão público.
28. Na sua opinião, qual cenário futuro é vislumbrado para o gerenciamento de carcaças animais nos EPEs?

BLOCO EXTRA:

29. Diante de um evento extremo (climático: enchentes; sanitário: doenças) que causem altas mortalidades nos EPEs. Qual destino recomendaria? Por quê?

APÊNDICE 3

ESTABELECIMENTO DE PRÉ-EMBARQUE - EPE

Respondente: _____ **Data:** ___/___/___

Formação: _____ **Cargo:** _____

Tempo de atuação junto ao EPE: _____ **Assinatura no TLC: (....)**

BLOCO 1: Caracterização

1. Qual a sua função no EPE? Há quanto tempo trabalha no EPE?
2. O que o fez trabalhar com EPE?
3. Este EPE está em operação desde quando?
4. Como funciona o EPE? De onde costumam vir esses animais? Como é feita a seleção?
5. Quais são os procedimentos realizados no EPE a partir da entrada de animais na porteira? (Existe um passo a passo? Poderia compartilhar?)
6. Qual o porte do EPE?
7. Quantas pessoas trabalham no EPE?
8. Quantos ciclos costuma ter por ano? (Duração média de cada quarentena)
9. Quantos ciclos teve no último ano?
10. Quais são os principais desafios no EPE?

BLOCO 2: Central

11. Durante o período que os animais estão no EPE, há relato de doenças?
12. O que é feito quando um animal é identificado com doença?
13. Em quais casos ocorre óbito?
14. Há registros de mortes dos animais? (em ciclo qual a média de mortes dos animais).
15. O que é feito com o animal morto?
16. Como é essa estrutura? (feita de que material? dimensões)

17. Quantos animais mortos comporta?
18. Como é disposto o animal morto nela? (quantidade de **material volumoso** usado, qual é o material volumoso? Como conseguem? Como é o acesso, presença de outros animais, odor...)
19. Quais são os procedimentos desde a morte ou eutanásia?
20. Durante o processo de compostagem é realizado algum manejo ou monitoramento? (Se sim, Quem? Como? Com que frequência?)
21. Possui registro dos procedimentos? (Plano de Gerenciamento de Resíduos)
22. Possuem ou já possuíram algum problema com relação ao descarte de animais mortos? Quais? Comente sobre os casos. Foi em um mesmo momento?
23. Já aconteceu de morrer mais animais do que a capacidade da câmara mortuária?
24. Quais as alternativas nesse caso?
25. Como fica a câmara mortuária nos diferentes períodos do ano: (inverno, verão..) tem um período do ano que morre mais animais?
26. Houve alguma mudança do início do EPE até hoje em termos de gerenciamento de carcaças de animais mortos?
27. Recebem alguma orientação técnica sobre esse assunto? (periodicidade)
28. Quais as principais vantagens do atual manejo realizado com as carcaças animais?
29. Quais as principais desvantagens do atual manejo realizado com as carcaças animais?
30. O que é realizado com o material das câmaras mortuárias?
31. Qual o custo econômico atual com o gerenciamento de carcaças animais?
32. Possui área de pastagem no EPE?
33. Quanto gasta em adubação para pastagem ou cortinamento?
34. Fazem utilização do composto como adubo no EPE?
Se não, porquê?

- Se sim, percebem alguma diferença na pastagem?
35. Como é a orientação técnica sobre procedimentos para destinação de carcaça?
36. Você acha possível agregar valor econômico a este material? Como?
37. Terias que realizar adequações no processo para utilizar ou comercializar o material final?
38. E durante o trajeto, de quem é a responsabilidade pelos animais?
39. Em que frequência ocorre morte no trajeto até o porto ou no navio (quantidade).
40. Quando ocorre morte no trajeto até o porto, o que é feito?
41. Quais os procedimentos com os animais que morrem no navio?

BLOCO 3: Padrões

42. Há impactos positivos no que se refere ao gerenciamento de animais mortos nos EPEs? Fale sobre.
43. Há impactos negativos no que se refere ao gerenciamento de animais mortos nos EPEs? Fale sobre.
44. São realizadas ações para mitigar ou potencializar os positivos? (Se sim, citar quais e em caso negativo, justificar).
45. Teriam aspectos ambientais a serem melhorados no gerenciamento de carcaças animais nos EPEs? Quais?
46. Teriam aspectos de segurança sanitária a serem melhorados no gerenciamento de carcaças animais nos EPEs? Quais?
47. Qual a sua opinião sobre a geração de um composto orgânico comercial a partir da compostagem de carcaças animais em EPEs?
48. Qual seria a aceitação no mercado para este tipo de produto? (teria alguma barreira, empecilhos, preconceito para aplicação deste composto em escala comercial e/ou aplicação na própria unidade? Ou quais seriam as oportunidades).
49. Fale sobre a compostagem conjunta (transportando carcaças de animais mortos de um EPE para outro, ou para uma central). *diferenciar o que é a opinião do entrevistado e o que a opinião do órgão público.

50. Na sua opinião, qual cenário futuro é vislumbrado para o gerenciamento de carcaças animais nos EPEs?

APÊNDICE 4**UNIDADE DE COMPOSTAGEM****Respondente:** _____ **Data:** ___/___/___**Formação:** _____ **Cargo:** _____**Tempo de atuação junto a Unidade:** _____ **Assinatura no TLC (...)****BLOCO 1: Caracterização**

1. Como iniciou na área de compostagem comercial? (há quanto tempo)
2. Enfrentaram desafios (operacionais, burocráticos..)?
3. O que consideras que foi importante para a estabilização da empresa?
4. Atualmente, qual a escala de processamento?
5. Atualmente, possuem obstáculos/desafios? Fale sobre.

BLOCO 2: Central

6. Quais tipos de resíduos que recebem para a compostagem? (qual ou quais materiais volumosos utilizam)?
7. Como funciona o recebimento de resíduos? Possuem fornecedores de resíduos fixos/parceiros?
8. Quais as maiores demandas recebem?
9. Qual o resíduo é mais difícil de ser trabalhado hoje na empresa? Por quê?
10. Poderia descrever o processo operacional de tratamento dos resíduos, da entrada até a saída.
11. Qual o principal nicho mercadológico atendido com as vendas do composto produzido atualmente?
12. Recebem ou já pensaram em receber resíduos animais?
 SIM. Diferenciar dejetos, resíduos de frigoríficos e carcaças de animais mortos. Fale um pouco sobre esse nicho.
 NÃO. Por qual razão? O que precisaria para fazer?
13. Se já recebe resíduos animais, teve que fazer algum procedimento diferente? Precisou mudar algo na empresa? (estrutura física e corpo técnico).
14. Se não recebe carcaças, sabe se teria que alterar algum processo para compostar este resíduo?
15. Qual a sua opinião sobre os procedimentos e informações para destinação de carcaças animais disponíveis?
16. Sabe onde ou a quem recorrer sobre questões técnicas deste procedimento?

BLOCO 4: Padrões

17. Há impactos positivos no que se refere ao gerenciamento de animais mortos? Fale sobre.
18. Há impactos negativos no que se refere ao gerenciamento de animais mortos? Fale sobre.
19. São realizadas ações para mitigar ou potencializar os positivos? (Se sim, citar quais e em caso negativo, justificar).
20. Teriam aspectos ambientais a serem melhorados no gerenciamento de carcaças animais nos EPEs? Quais?
21. Teriam aspectos de segurança sanitária a serem melhorados no gerenciamento de carcaças animais nos EPEs? Quais?
22. Qual a sua opinião sobre a geração de um composto orgânico comercial a partir da compostagem de carcaças animais em EPEs?
23. Qual seria a aceitação no mercado para este tipo de produto?
teria alguma barreira, empecilhos, preconceito para aplicação deste composto em escala comercial e/ou aplicação na própria unidade? Ou quais seriam as oportunidades)
24. Fale sobre a compostagem conjunta (transportando carcaças de animais mortos de um EPE para outro, ou para uma central). *diferenciar o que é a opinião do entrevistado e o que a opinião do órgão público.
25. Na sua opinião, qual cenário futuro é vislumbrado para o gerenciamento de carcaças animais nos EPEs?