



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS-
PPGSA

Pablo Phorlan Pereira de Araújo

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROINDUSTRIAIS: revisão
sistemática e análise bibliométrica na indústria de carne bovina**

**Pombal-PB
2022**

Pablo Phorlan Pereira de Araújo

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROINDUSTRIAIS: revisão
sistemática e análise bibliométrica na indústria de carne bovina**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Gestão e Sistemas Agroindustriais.

Orientador: Prof. Dr. José Cleidimário Araújo Leite

Linha de Pesquisa: Gestão e Tecnologia Ambiental em Sistemas Agroindustriais

**Pombal-PB
2022**

A663g Araújo, Pablo Phorlan Pereira de.

Gerenciamento de resíduos sólidos agroindustriais: revisão sistemática e análise bibliométrica na indústria de carne bovina / Pablo Phorlan Pereira de Araújo. – Pombal, 2021.
56 f. il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.

“Orientação: Prof. Dr. José Cleidimário Araújo Leite”.
Referências.

1. Gerenciamento de resíduos sólidos 2. Abatedouro. 3. Pecuária de corte. 4. Digestão anaeróbia. 5. Biogás. 6. Impactos ambientais. 7. Medidas de controle ambiental. I. Leite, José Cleidimário Araújo. II. Título.

Pablo Phorlan Pereira de Araújo

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROINDUSTRIAIS: revisão
sistemática e análise bibliométrica na indústria de carne bovina**

Aprovada em: **10 de agosto de 2022.**

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Cleidimário Araújo Leite
Orientador (CCTA/UFMG/Campus de Pombal-PB)

Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque
Examinador interno (CCTA/UFMG/Campus de Pombal-PB)

Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias
Examinador externo (CCTA/UFMG/Campus de Pombal-PB)

**Pombal-PB,
2022**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pela sabedoria e persistência a mim concedidas, pelo consolo e escuta nos momentos mais difíceis desta caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Cleidimário Araújo Leite, por sua resiliência e, sobretudo, inteligência, um homem íntegro e exemplar que soube me conduzir em todo o tempo.

À banca examinadora pelas zelosas contribuições ao trabalho desenvolvido.

Ao corpo docente do PPGGSA - Mestrado Profissional, pelos aprendizados e conhecimentos compartilhados conosco.

Ao corpo técnico do PPGGSA - Mestrado Profissional, pela presteza nas orientações recebidas durante todo o mestrado.

A todos, minha sincera gratidão!

RESUMO

Nesta pesquisa, teve-se por objetivo fazer uma revisão sistemática de literatura e análise bibliométrica sobre o gerenciamento de resíduos sólidos na indústria de carne bovina. Para tanto, realizaram-se: o levantamento sistemático da produção bibliográfica referente ao gerenciamento de resíduos sólidos na indústria de carne bovina; uma análise bibliométrica sobre o assunto; e uma abordagem sobre os principais impactos e respectivas medidas de controle ambiental quanto ao tema em questão. Metodologicamente, o estudo foi considerado quali-quantitativo e utilizaram-se as bases de dados *Scopus*, *Web of Science*, *Google Scholar* e o método *PRISMA* para revisão sistemática, bem como o *software VOSviewer* para análise bibliométrica. Ao fim da revisão, foram selecionados 18 artigos científicos nacionais e internacionais, cuja análise de coautoria indicou Sharzad (2017) como principal autor, e os termos “*biogas*”, “*anaerobic digestion*” e “*waste management*” como palavras centrais dos estudos analisados. Quanto aos principais impactos, a contaminação do solo e das águas, e as alterações atmosféricas resultantes da emissão de gases do efeito estufa se destacaram nas pesquisas verificadas. No que se refere às medidas de controle ambiental, uma ênfase atribuída à etapa de tratamento dos resíduos e às tecnologias de tratamento foi verificada, sendo a digestão anaeróbia e a compostagem as mais citadas, assim como também o aproveitamento dos resíduos na produção de biogás para fins energéticos.

Palavras-Chave: Abatedouro. Digestão anaeróbia. Biogás. PRISMA. VOSviewer.

ABSTRACT

In this research aimed to make a systematic literature review and bibliometric analysis on solid waste management in the beef industry. To this end, a systematic survey of the bibliographic production regarding the management of solid waste in the beef industry, a bibliometric analysis and a discussion of the main impacts and respective environmental control measures regarding the subject in question were carried out. Methodologically, the study was considered qualitative-quantitative, and the Scopus, Web of Science, Google Scholar databases and the PRISMA method were used for a systematic review, as well as the VOSviewer software for bibliometric analysis. At the end of the review, 18 national and international scientific articles were selected, whose co-authorship analysis indicated Sharzad (2017) as the main author, and the terms “biogas”, “anaerobic digestion” and “waste management” as the central words of the analyzed studies. As for the main impacts, soil and water contamination, and atmospheric changes resulting from the emission of greenhouse gases, stood out in the verified research. With regard to environmental control measures, an emphasis was placed on the waste treatment stage and on treatment technologies, with anaerobic digestion and composting being the most cited, as well as the use of waste in the production of biogas for energy purposes.

Keywords: Slaughterhouse. Anaerobic digestion. Biogas. PRISMA. VOSviewer.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Fluxograma da classificação dos resíduos sólidos | 18 |
| Figura 2 Fluxograma do gerenciamento de resíduos sólidos | 19 |
| Figura 3 Agentes formadores do SAI..... | 24 |
| Figura 4 SAI | 25 |
| Figura 5 Fluxograma do abate bovino | 27 |
| Figura 6 Diagrama de identificação de estudos em bancos de dados..... | 34 |
| Figura 7 Coautoria em estudos | 43 |
| Figura 8 <i>Cluster</i> do autor Sharzad..... | 44 |
| Figura 9 Coocorrência de palavras nos estudos | 44 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem .. | 16 |
| Quadro 2 Etapas do Gerenciamento de Resíduos Sólidos. | 20 |
| Quadro 3 PRISMA <i>Checklist</i> . | 29 |
| Quadro 4 Resumo das estratégias de busca nas bases de dados..... | 33 |
| Quadro 5 Procedimentos para obtenção dos mapas bibliométricos..... | 35 |
| Quadro 6 Estudos selecionados na revisão sistemática de literatura. | 36 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 Quantidade de estudos selecionados por ano de publicação | 38 |
| Gráfico 2 Quantidade de estudos selecionados por periódicos | 39 |
| Gráfico 3 Quantidade de estudos selecionados por bases de dados de origem | 39 |
| Gráfico 4 Estudos e países em que foram realizados.. | 40 |

LISTA DE SIGLAS

PPGGSA – Programa de Pós-Graduação em Gestão e Sistemas de Agroindustriais

PIB – Produto Interno Bruto

USEP – Unidade Socioeconômica de Produção

SAI – Sistema Agroindustrial

IAA – Indústria Agroalimentar

INA – Indústria Alimentar

RIISPOA – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CASP – *Systematic Review Checklist*

MMAT – *Mixed Methods Appraisal Tool*

PRISMA – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

WOS – *Web of Science*

GEE – Gases do Efeito Estufa

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 OBJETIVOS | 14 |
| 2.1 Objetivo Geral | 14 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 14 |
| 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 15 |
| 3.1 Resíduos sólidos: conceitos e classificação | 15 |
| <i>3.1.1 Gerenciamento de Resíduos Sólidos</i> | <i>18</i> |
| 3.2 A pecuária bovina de corte | 21 |
| 3.3 Sistema agroindustrial | 23 |
| <i>3.3.1 Abatedouros e Empreendimentos Correlatos</i> | <i>25</i> |
| 4 METODOLOGIA | 28 |
| 4.1 Classificação da pesquisa | 28 |
| 4.2 Revisão sistemática de literatura | 28 |
| <i>4.2.1 Elaboração da pergunta de pesquisa</i> | <i>31</i> |
| <i>4.2.2 Seleção das bases de dados</i> | <i>32</i> |
| <i>4.2.3 Estratégia de busca</i> | <i>32</i> |
| <i>4.2.4 Seleção dos registros</i> | <i>33</i> |
| 4.3 Estudo bibliométrico | 34 |
| 4.4 Gerenciamento de resíduos sólidos em abatedouros de bovinos: impactos e medidas de controle ambiental | 35 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 36 |
| 5.1 Revisão de literatura | 36 |
| 5.2 Bibliometria | 43 |
| 5.3 Resíduos sólidos de abatedouros: impactos e alternativas sustentáveis | 45 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 50 |
| REFERÊNCIAS | 51 |

1 INTRODUÇÃO

O processo em curso de agressão excessiva ao meio ambiente natural iniciou-se com a própria evolução humana, intensificando-se com a Revolução Industrial nos séculos XVIII, XIX e XX. Sua compreensão se faz necessária para desencadear uma sensibilização quanto à gravidade e consequente ação mitigadora imprescindível para sua superação (DIAS, 2017).

O consumo humano e a geração de resíduos se colocam no centro das discussões globais. De modo geral, o gerenciamento de resíduos sólidos em diversos setores econômicos pode resultar em impactos ao meio ambiente e à saúde humana que vêm sendo discutidos ao longo dos anos, com maior ênfase após as Conferências das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, especialmente a ECO-92 e a Rio+20 (SERAFIM, 2018).

Dentre os impactos potenciais, estão a contaminação das águas superficiais e subterrâneas e a liberação de metano na atmosfera (SANTAGATA; RIPA; ULGIATI, 2017), contaminação do solo (SIDDIKI et al., 2021) e desenvolvimento de agentes infecciosos que possam apresentar riscos à saúde humana (AL-GHEETHI et al., 2021).

Atualmente, o que se percebe são organizações em ritmo frenético para atender às necessidades da população mundial, cujo crescimento vertiginoso potencializa os efeitos negativos do consumo. No entanto, esse crescimento acelerado, sobretudo nas últimas décadas, impõe à indústria o desafio de gerenciar a produção de forma sustentável (RAMIRES et al., 2021).

Neste sentido, a responsabilidade socioambiental das organizações se relaciona com as transformações ocorridas no mundo, envolvendo-as integralmente, quer seja como atores, em sinergia com outros entes, ou como agentes afetados por ocorrências no âmbito sociocultural, econômico e ambiental (DIAS, 2012).

Diante do exposto, a problemática do consumo e consequente geração de resíduos desperta na sociedade um interesse maior em relação ao meio ambiente e à saúde pública. As organizações, enquanto membros da sociedade, geralmente tentam mitigar os impactos ambientais negativos advindos de suas atividades, seja na obtenção de insumos e tecnologias menos nocivas ao meio ambiente e à saúde humana, seja na destinação ou disposição final ambientalmente adequada dos resíduos (SANTAGATA et al., 2019).

Entretanto, os resíduos de abatedouros são poluentes historicamente negligenciados pela sociedade. Muito embora animais abatidos fossem utilizados ao longo da história na produção de roupas, cordas, velas, sabonetes ornamentos e ferramentas, somente a partir da

segunda metade do século XIX é que a mentalidade começou a mudar (MCCABE et al., 2020).

Partindo-se desta perspectiva, a indústria de carnes bovina apresenta-se como atividade econômica geradora de resíduos de grande potencial poluidor e/ou contaminante, pois muitos dos estabelecimentos nesta categoria, mesmo no século XXI, continuam usando padrões insustentáveis de produção e consumo (KEFALEW; LAMI, 2021). Em face desta realidade, tem-se como proposta de estudo responder a seguinte indagação: qual o estado atual da produção científica nacional e internacional quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos na indústria de carne bovina e quais os impactos ambientais e tecnologias de controle ambiental relacionadas a esta atividade econômica?

Alguns estudos neste sentido foram empreendidos, a exemplo de Al-Gheethi et al. (2021), que revisaram de forma abrangente as práticas existentes de descarte de biorresíduos de matadouros. Outro estudo semelhante foi desenvolvido por McCabe et al. (2020), que a partir de uma revisão crítica e estudo de caso, tratou de tecnologias e processos para reutilizar, reciclar e descartar resíduos líquidos e sólidos orgânicos na indústria de carne vermelha australiana. Na mesma direção, Shirzad et al. (2019), ao desenvolverem pesquisa cujo objetivo foi revisar de forma abrangente o estado da produção de resíduos agrícolas e pecuários/matadouros no mundo e a conversão destes resíduos em energia a partir da digestão anaeróbica.

A proposta desta pesquisa foi revisar a literatura para estudar o gerenciamento de resíduos sólidos agroindustriais na produção de carne bovina em abatedouros, buscando identificar as atuais práticas, tecnologias e implicações ambientais desta atividade em diferentes países. Diferencia-se dos demais estudos por trazer o método PRISMA como orientação para revisões sistemáticas, a revisão bibliométrica dos estudos encontrados, além de discorrer sobre medidas de controle ambiental utilizadas no gerenciamento de resíduos sólidos em vários países.

O estudo na indústria da carne bovina se mostra muito pertinente, pois, quando se lança um olhar para tal questão, percebem-se problemas urgentes, dado o acelerado esgotamento de recursos no planeta Terra, os impactos ambientais e a imprescindível busca por alternativas sustentáveis (SANTAGATA et al., 2019).

Torna-se igualmente importante evidenciar que o estudo será contributivo para que, a partir da realidade encontrada, possa haver uma tomada de ação dos entes envolvidos e da sociedade, no sentido de mitigar os impactos ambientais inerentes, pela destinação e disposição final ambientalmente adequada de resíduos, gerando melhores resultados

econômicos e ambientais, além de ganhos para a sociedade em termos de saúde e qualidade de vida.

Por último, ressalta-se a importância deste trabalho no que se refere ao aspecto acadêmico, dado que, até certo ponto, ele representa ineditismo na perspectiva do PPGGSA, quer seja pelo uso do método PRISMA em revisões sistemáticas, ou da análise bibliométrica realizada. Para além disso, está sua relevância científica, pois estudos posteriores poderão obter informações quanto as lacunas ou oportunidades existentes nesta área, a exemplo da falta de pesquisas internacionais que tratem das diferentes etapas do gerenciamento de resíduos sólidos na indústria da carne bovina, e da escassez de artigos científicos no Brasil, reconhecidos internacionalmente quanto ao assunto explorado.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Realizar uma revisão de literatura sobre o gerenciamento de resíduos sólidos na indústria de carne bovina.

2.2 Específicos

- a) Fazer um levantamento sistemático da produção bibliográfica referente ao gerenciamento de resíduos sólidos na indústria de carne bovina;
- b) Realizar uma análise bibliométrica sobre o tema gerenciamento de resíduos sólidos em abatedouros de gado bovino;
- c) Discorrer sobre os principais impactos e respectivas medidas de controle ambiental no gerenciamento de resíduos sólidos em abatedouros de bovinos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Resíduos sólidos: conceitos e classificação

O Brasil é um dos países de referência no mundo quando se trata das normas que regulam as relações do ser humano com o meio ambiente. Por isso, é de fundamental importância citar a lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Nesta lei, Art. 3º, Inciso XVI, define-se resíduos sólidos como

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

No que se refere ainda à definição dos resíduos sólidos, também é mister citar a norma ABNT NBR 10004 - Resíduos Sólidos/Classificação, que traz uma definição muito semelhante ao que está posto na PNRS. De acordo com esta norma, os resíduos sólidos são definidos como “resíduos nos estados sólido e semissólido, resultantes das atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, de serviços e de varrição.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 1). A norma destaca que também fazem parte desta definição,

os lodos dos sistemas de tratamento de água, gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, os líquidos com características que inviabilizem o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou que para isso exijam soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 1).

De modo geral, a compreensão dos resíduos sólidos perpassa pela visualização de sua classificação, conforme expõe o Art. 13 da lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, Incisos I e II. No que tange a isto, apresenta duas classificações dos resíduos sólidos, sendo a primeira quanto à origem e a segunda quanto à periculosidade. Para melhor entendimento, no Quadro 1, apresenta-se a primeira classificação.

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem.

| CLASSIFICAÇÃO | DESCRIÇÃO |
|---|---|
| a) Resíduos domiciliares: | os originários de atividades domésticas em residências urbanas; |
| b) Resíduos de limpeza urbana: | os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana; |
| c) Resíduos sólidos urbanos: | os englobados nas alíneas “a” e “b”; |
| d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: | os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”; |
| e) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: | os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”; |
| f) Resíduos industriais: | os gerados nos processos produtivos e instalações industriais; |
| g) Resíduos de serviços de saúde: | os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS; |
| h) Resíduos da construção civil: | os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis; |
| i) Resíduos agrossilvopastoris: | os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades; |
| j) Resíduos de serviços de transportes: | os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira; |
| k) Resíduos de mineração: | os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios. |

Fonte: Brasil (2010).

Quanto à periculosidade, os resíduos sólidos podem ser perigosos – a) àqueles cujas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade colocam em risco a saúde pública ou a qualidade ambiental, e – b) não perigosos - àqueles não enquadrados na alínea “a” (BRASIL, 2010).

Para fins de classificação, é oportuno evocar também a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e sua norma ABNT NBR 10004 - Resíduos Sólidos/Classificação, baseada em padrões internacionais do *Code of Federal Regulation (CFR – Title 40 – Protection of environmental)* e do SW 846 – *Test methods for evaluating solid waste – Physical/chemical methods* dos Estados Unidos.

A norma ABNT NBR 10004 classifica os resíduos sólidos de acordo com os riscos oferecidos à saúde e ao meio ambiente, ocorrendo a classificação da seguinte forma: a) resíduos classe I - Perigosos; b) resíduos classe II – Não perigosos; – resíduos classe II A – Não inertes; – resíduos classe II B – Inertes. Por ordem, os resíduos classe I são aqueles que apresentam uma ou mais das características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;. Já os resíduos classe II – não perigosos, conforme a norma, são os resíduos de madeira, têxteis, não-metálicos, de areia de fundição, bagaço de cana, dentre outros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

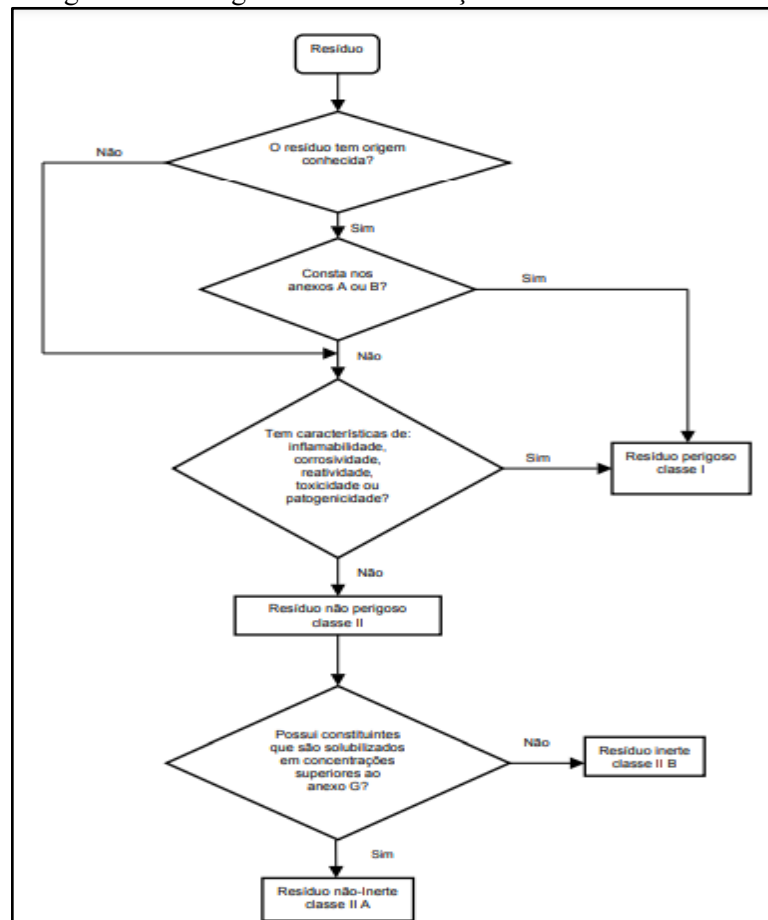
Para os resíduos classe II A – Não inertes, a norma esclarece que são “àqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B -

Inertes, nos termos desta Norma.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p.5). Os resíduos classe II A – Não inertes “podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 5). Quanto aos resíduos classe II B – Inertes, a norma os descreve como:

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 5).

A norma ABNT NBR 10004 ainda propõe um fluxograma para auxiliar na classificação dos resíduos, sendo este, portanto, uma ferramenta extremamente relevante para todos os tipos de empreendimentos, inclusive abatedouros, que, a partir da identificação e classificação dos seus resíduos, podem dar prosseguimento as demais etapas do gerenciamento dos resíduos. Este fluxograma é apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma da classificação dos resíduos sólidos.



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004, p. 6).

Como se pode observar na Figura 1, os resíduos sólidos passam inicialmente por uma classificação que depende das respostas positivas ou negativas obtidas nas perguntas disponíveis no fluxograma. Portanto, respeitar os procedimentos ou etapas previstas no fluxograma é condição imprescindível no gerenciamento dos resíduos sólidos.

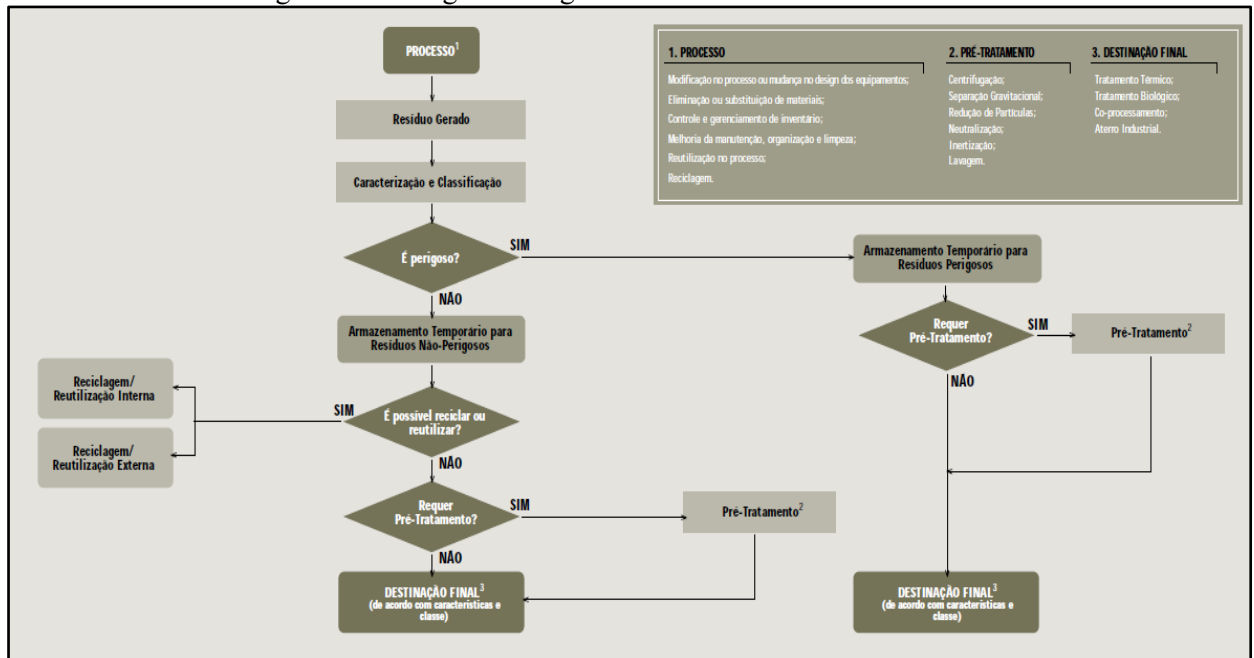
3.1.1 Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A gestão de resíduos sólidos abrange a tomada de decisões estratégicas e a organização de um setor para esta finalidade, envolvendo, pois, vários elementos, como instituições, políticas, instrumentos e meios. Quanto ao termo gerenciamento de resíduos sólidos, diz respeito às questões tecnológicas e operacionais, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho (SCHALCH et al., 2002).

A classificação dos resíduos sólidos gerados é o primeiro passo para estruturar o seu gerenciamento, o qual deve assegurar que todos os resíduos serão gerenciados de forma

apropriada e segura, desde a geração até a destinação (MAROUN, 2006), conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma do gerenciamento de resíduos sólidos.



Fonte: Maroun (2006, p.5).

Conforme demonstra a Figura 2, de forma genérica, os resíduos são oriundos de processos que visam entregar determinados resultados. Por exemplo, o abate de animais é um processo que objetiva entregar a carne para consumo, e nesse intuito, gera resíduos sólidos (ossos, gorduras, sangue e etc). Sendo assim, em cada processo, deve-se caracterizar e classificar os resíduos gerados. Nesta classificação, o resíduo pode ser perigoso ou não perigoso, o que requer procedimentos diferentes para ambos (MAROUN, 2006).

Sendo o resíduo classificado como não perigoso, deve-se realizar o seu armazenamento temporário e, se possível, reutilizar ou reciclar esses resíduos internamente. Uma vez não sendo possível sua reutilização ou reciclagem interna, procede-se o encaminhamento do resíduo para o pré-tratamento (quando for o caso) ou se realiza a destinação final ambientalmente adequada (MAROUN, 2006).

No caso dos resíduos perigosos, se procede ao armazenamento temporário e subsequente pré-tratamento (quando for o caso), para, em seguida, proceder à destinação final ambientalmente adequada (MAROUN, 2006). A Figura 6 representa o resumo e a sequência das etapas de gerenciamento dos resíduos sólidos para melhor entendimento.

Quadro 2 - Etapas do Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

| ETAPA N.º | DESCRIÇÃO |
|-----------|---|
| 1 | Geração (fontes) |
| 2 | Caracterização (classificação, quantificação) |
| 3 | Manuseio |
| 4 | Acondicionamento |
| 5 | Armazenamento |
| 6 | Coleta |
| 7 | Transporte |
| 8 | Reuso/reciclagem |
| 9 | Tratamento |
| 10 | Destinação final |

Fonte: adaptado de Maroun (2006).

No caso dos resíduos sólidos da indústria de abate de bovinos, classificam-se os resíduos gerados, conforme norma NBR 10004 de 2004. Esta norma esclarece que a devida classificação dos resíduos parte da identificação do processo ou atividade de origem, avaliação dos constituintes e comparação com substâncias para as quais já se conhece os danos à saúde e ao meio ambiente, conforme disposto no tópico 2.3 (SANTOS; LOPES; FILHO, 2019).

É fundamental que o abatedouro mensure a quantidade de animais abatidos e resíduos gerados nos seus processos e em seguida realize a segregação (manuseio) por tipo de resíduo no ato da geração (SANTOS; LOPES; FILHO, 2019). Na etapa de acondicionamento, devem-se considerar as características do resíduo e o tempo de acondicionamento que é consequência das características. Nesta etapa do gerenciamento, deve-se acondicioná-los em recipientes apropriados, segundo à quantidade, características e a possibilidade de reaproveitamento, reciclagem, reutilização ou outras formas de tratamento, evitando a presença de vetores transmissores de doenças (SILVA, 2017).

É preciso destacar que a coleta seja programada para não coincidir com os períodos de maior fluxo de pessoas ou de operações do estabelecimento. Acrescenta-se que resíduos orgânicos são altamente putrescíveis, portanto, deve-se reduzir o tempo de permanência dos resíduos no local para evitar possíveis contaminações (SANTOS; LOPES; FILHO, 2019).

O armazenamento, por sua vez, consiste na contenção temporária dos resíduos por maior tempo, e recomenda-se que seja realizado de forma segura em área externa. Este local deve ser coberto e impermeabilizado, para evitar acidentes, proliferação de vetores, reduzir o impacto visual e a heterogeneidade dos resíduos, bem como facilitar a realização da etapa posterior (coleta) (SILVA, 2017).

Os resíduos gerados na indústria de abate devem possuir um destino definido e correto, conforme estabelecido nas normas locais vigentes. Recomenda-se que seja priorizada a sua reutilização, reciclagem ou recuperação. Em caso de impossibilidade, os resíduos

precisarão passar por tratamento adequado, ou serem encaminhados para o local de disposição final (SANTOS; LOPES; FILHO, 2019).

Entende-se por destinação ambientalmente adequada dos resíduos, a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações, inclusive a disposição final, sempre observando-se normas operacionais, de modo a prevenir danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (SILVA, 2017).

3.2 A pecuária bovina de corte

A carne bovina é uma fonte de proteína e seu consumo está relacionado a vários fatores, dentre eles, os socioeconômicos, éticos, de crenças religiosas e culturais (MALAFAIA et al., 2021). Do ponto de vista econômico e do desenvolvimento, a maioria dos países depende da pecuária de corte bovina, caracterizada pela diversidade de genótipos e categorias animais (PULINA et al., 2021).

Nos últimos anos, a produção de carne bovina cresceu a uma taxa média anual de 1,59%, atingindo cerca de 67 milhões de toneladas em 2018. As tendências temporais indicam aumento adicional no rendimento produtivo, podendo chegar a 89 milhões de toneladas em 2030 (PULINA et al., 2021).

Pesquisas realizadas em diferentes países atestam a importância econômica da pecuária de corte bovina. Na Tailândia, espera-se que o PIB da indústria pecuária cresça de 1,5% a 2,5% ao ano, dadas as mudanças na demanda por produtos pecuários impulsionadas pelo crescimento da renda, urbanização e formação educacional (BUNMEE et al., 2018).

Em janeiro de 2018, a quantidade de vacas de corte nos EUA foi estimada em 31,7 milhões de cabeças, com uma área de 320 milhões de hectares utilizada para pastagem de gado, correspondendo a 41% da área total do território continental do país (DROUILLARD, 2018).

Na Austrália, a produção de carne bovina se estende por quase metade do território nacional. Em torno de 47.000 produtores contribuem com cerca de 20% do valor total da produção agrícola. O país é considerado um dos produtores de destaque no mundo, com rebanho de 11,5 milhões de cabeças (GREENWOOD; GARDNER; FERGUSON, 2018).

No Brasil, o Produto Interno Bruto (PIB) da pecuária de corte no ano de 2020 foi equivalente a 8,5% do PIB nacional. Isto se confirma ao verificar que houve aumento de países importadores e pela consolidação de mercados, como China, Hong Kong, União

Européia, Egito e Chile (MALAFAIA et al., 2021). Considerando o ano de 2020 e todos os rebanhos existentes, o rebanho de bovinos foi o segundo maior no *ranking* brasileiro, perdendo apenas para o rebanho de galináceos (IBGE, 2020a). Já em termos globais, o rebanho bovino brasileiro é o maior, representando 14,3% do total (EMBRAPA, 2021). Segundo dados disponíveis da última Pesquisa da Pecuária Municipal, no ano de 2020 o rebanho de bovinos (bois e vacas) chegou a 218 milhões de cabeças, quantidade superior à população civil do país (IBGE, 2020a). Para se ter uma ideia acerca da real situação da pecuária de corte brasileira, no 4º trimestre de 2020, exatamente no pico da pandemia de Covid-19, em que havia muitas incertezas e instabilidade econômica no mundo, foram abatidas no Brasil 7,25 milhões de cabeças de bovinos sob algum tipo de serviço de inspeção sanitária (federal, estadual ou municipal) (IBGE, 2020b).

Entretanto, a importância econômica do setor em diferentes regiões ou países deve vir precedida de tecnologias e infraestrutura que garantam a realização dessa atividade econômica com a minimização dos impactos ambientais. Emissões de metano, especialmente na pecuária, são até 28 vezes mais nocivas ao meio ambiente quando comparada com outros gases de efeito estufa (ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS, 2022). Além disso, o setor agropecuário é responsável pelos maiores usos de água e solo no mundo, havendo um aumento crescente na demanda associada a esses usos nas últimas décadas (PALHARES, 2021).

Com o crescente consumo de carne, encontrar formas eficientes para melhorar a produtividade será imprescindível no atendimento das necessidades globais, destaca o relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). O documento chama a atenção para as práticas de produção atual e afirma que elas não proverão alternativas sustentáveis pelas próximas décadas (FAO, 2011).

Desta forma, pensar os sistemas agroindustriais do ponto de vista sustentável tornou-se uma necessidade premente para as presentes e futuras gerações. Pulina et al. (2021) argumentam neste sentido, ao afirmarem que a agroindústria deve melhorar o desempenho ao reduzir o impacto ambiental da cadeia produtiva, oportunizando rentabilidade e sustentabilidade ambiental destes empreendimentos.

A compreensão dos abatedouros ou matadouros, enquanto unidades de produção na agroindústria, passa necessariamente pela noção integral do Sistema Agroindustrial, formado pelo Complexo Agroindustrial, Cadeia de Produção Agroindustrial e Unidade Socioeconômica de Produção (USEP) (BATALHA, 2021). Portanto, se faz mister apresentar

os principais conceitos dos sistemas agroindustriais para maior compreensão de sua estrutura e amplitude.

3.3 Sistema agroindustrial

Uma abordagem interessante que auxilia na compreensão do Sistema Agroindustrial (SAI) se deu a partir dos anos 60, nos trabalhos de Ray Goldberg em Harvard (1957, 1968) e sua abordagem denominada *Agribusiness Systems Approach*. (ZYLBERSZTAJN; NEVES; CALEMAN, 2015).

A abordagem de Goldberg está centrada na ampliação do foco do estudo da firma agrícola, em que o foco se desloca da unidade agrícola para o sistema de produção, chegando-se até o consumidor final. Além disso ele destaca as relações, reconhecendo sua interdependência (ZYLBERSZTAJN; NEVES; CALEMAN, 2015).

De forma mais clara, Batalha (2021) conceitua o SAI como grupo de atividades necessárias para a produção agroindustrial, que compreende desde a produção dos insumos (sementes, adubos, máquinas agrícolas, criação de animais, etc.) até a chegada do produto final (queijo, biscoito, massas, carne, etc.) ao consumidor.

Em ordem decrescente de dimensão, o mesmo autor esclarece que o Complexo Agroindustrial tem como origem a matéria-prima de base. Neste sentido, a título de exemplo, o autor faz referência ao Complexo Agroindustrial da soja, leite, cana-de-açúcar, café, carne e etc., em contextos industriais e/ou comerciais até se tornar produto final (BATALHA, 2021).

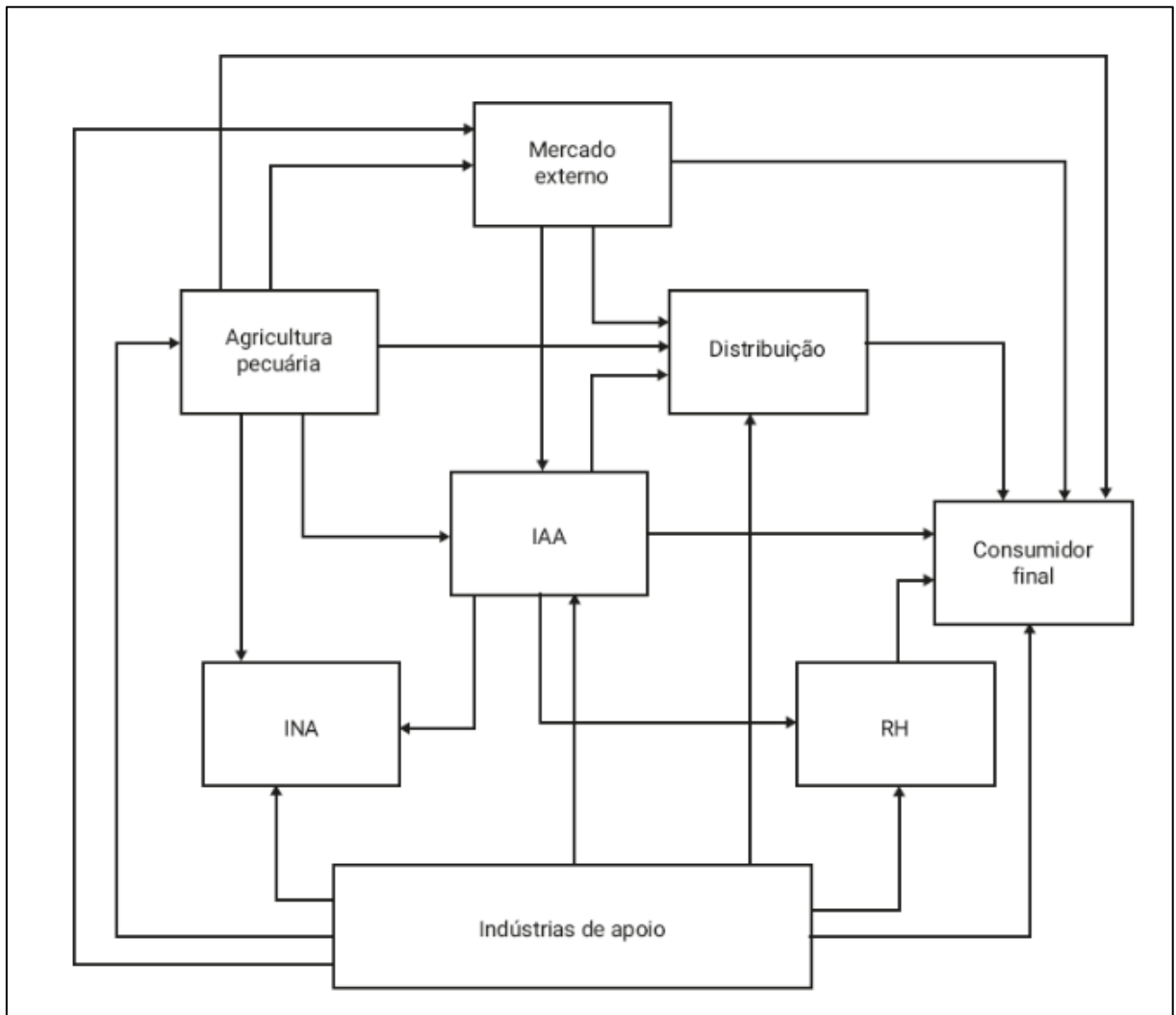
Na contramão do conceito anterior, Batalha (2021) explica que a Cadeia de Produção é definida a partir da identificação de determinado produto final. Desta forma, após a definição do produto, do início ao fim, basta elencar as várias operações necessárias à sua produção.

Em último nível de análise, mas não menos importante, está a Unidade Socioeconômica de Produção (USEP). Partícipe da cadeia de produção, ela garante o funcionamento do sistema como se fosse, em analogia, a menor peça de uma engrenagem (BATALHA, 2021). Nas Figuras 3 e 4, é possível identificar um SAI e as sinergias entre os seus elementos. Nas figuras citadas, a Indústria Agroalimentar (IAA) e a Indústria Alimentar (INA) também estão representadas.

Na Figura 3, explicita-se o fluxo do SAI e seus elementos, a começar por duas atividades econômicas mundialmente relevantes – agricultura e pecuária – que são os atores centrais do sistema na distribuição de *commodities* diretamente para o mercado externo,

setores de distribuição, IAA e INA, até que se chegue ao consumidor final por intermediação do IAA e distribuidores.

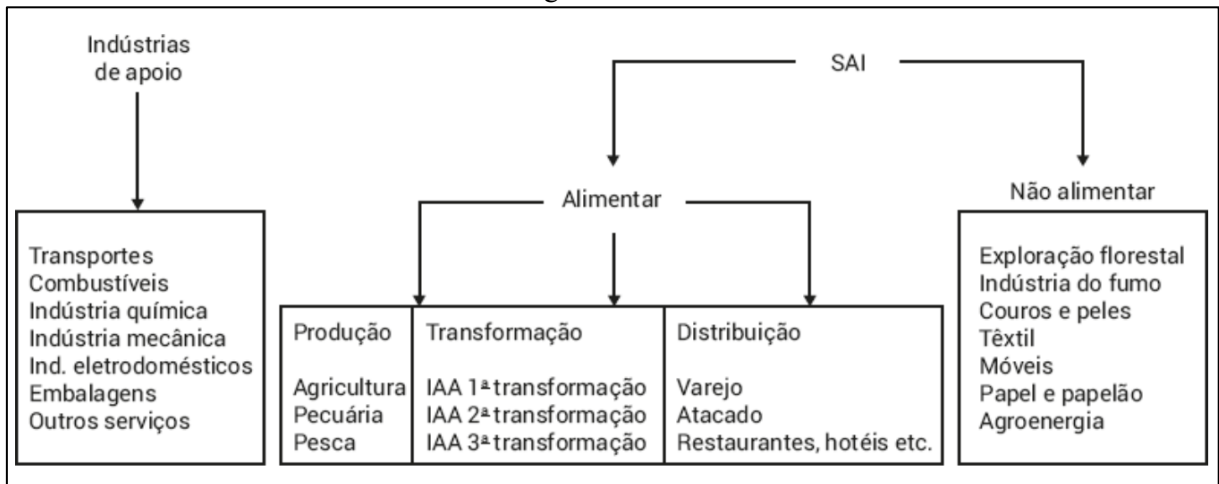
Figura 3 - Agentes formadores do SAI.



Fonte: Batalha (2021, p. 15).

Na Figura 4 é possível perceber a constante interação dos elementos do SAI, desde as indústrias de apoio, passando pelos sistemas agroindustriais alimentares, até chegar nos sistemas agroindustriais não alimentares.

Figura 4 - SAI.



Fonte: Batalha (2021, p. 15).

Segundo Batalha (2021), o segmento industrial de uma Cadeia Agroindustrial pode ser subdividido em organizações de primeira, segunda e terceira transformação. Sendo assim, as organizações de primeira transformação caracterizam-se como responsáveis pelos processos iniciais de transformação da matéria-prima agropecuária, tais como trituração, moagem ou fracionamento. Nesta fase, os produtos podem ser fornecidos à comercialização ou, ainda, servir como matérias-primas para as indústrias de segunda transformação, responsáveis pela produção de itens mais elaborados, como doces, pizzas, biscoitos e etc. No caso das indústrias de terceira transformação, elas produzem os chamados pratos prontos ou itens de conveniência (congelados).

A partir dos conceitos apreciados nesta seção, é possível depreender que os abatedouros são USEP de primeira transformação destinadas ao abate e processamento da carne de animais, bem como dos seus subprodutos. Para Kefalew e Lami (2021), o matadouro é um local em que os animais são abatidos com a finalidade de produzir carne ou proteína para consumo público.

3.3.1 Abatedouros e empreendimentos correlatos

Não é comum encontrar na literatura conceitos acerca dos abatedouros e frigoríficos. Entretanto, o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), disposto no Decreto n.º 10.468 de 18 de agosto de 2020, é o documento brasileiro mais apropriado para descrever o que estes empreendimentos representam. No Art. n.º 17, Parágrafo 1º, no Regulamento citado, define-se abatedouro frigorífico como o

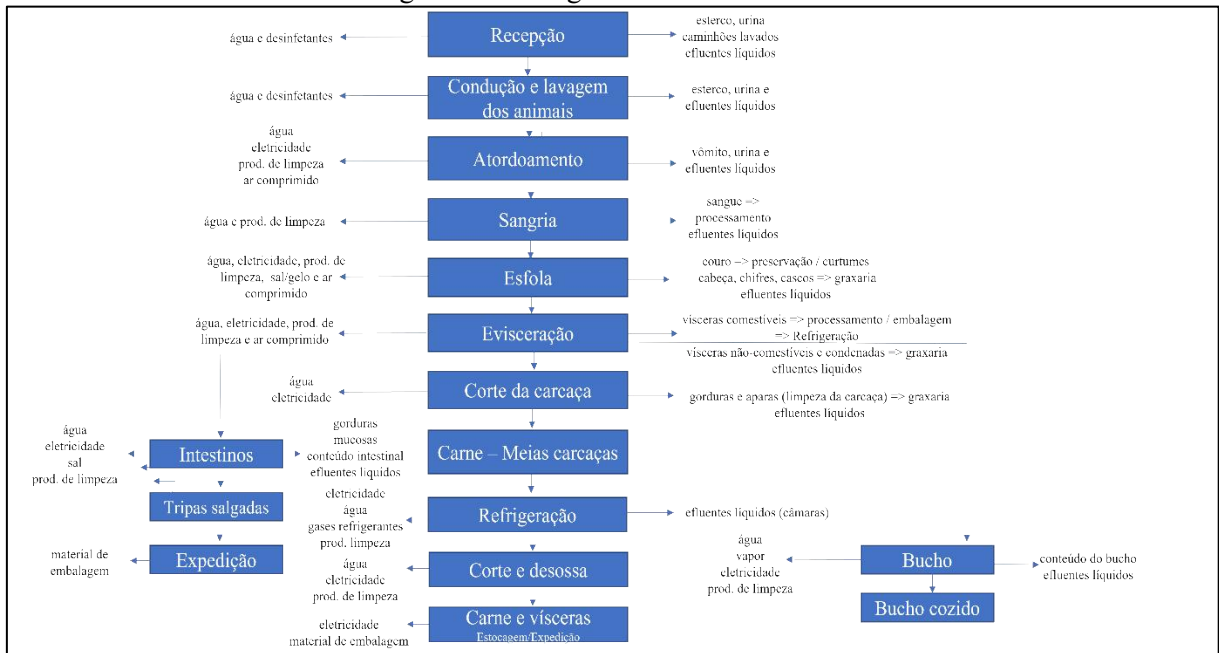
empreendimento que realiza o abate dos animais produtores de carne, realiza a recepção, manipulação, acondicionamento, rotulagem, armazenagem e a expedição de produtos resultantes do abate. Acrescenta-se que o abatedouro é dotado de instalações de frio industrial, responsáveis pelo recebimento, manipulação, industrialização, acondicionamento, rotulagem, armazenagem e a expedição de produtos comestíveis (BRASIL, 2020).

No mesmo decreto, Art. n.º 17, Parágrafo 2º, conceituam-se as unidades de beneficiamento de carne e produtos cárneos, ao estabelecer que eles são destinados à recepção, à manipulação, ao acondicionamento, à rotulagem, à armazenagem e à expedição de carne e produtos cárneos, além da industrialização.

Em um entendimento diferente, Pacheco e Yamanaka (2006) descrevem os abatedouros afirmando que os mesmos produzem carcaças (carne com ossos) e vísceras comestíveis. Acrescentam que alguns desses estabelecimentos fazem a desossa e produzem cortes de açougue, sem processos de industrialização. Já os frigoríficos, segundo eles, abatem os animais, separam sua carne, suas vísceras e as industrializam.

Uma vez estabelecidos os principais conceitos, de modo geral, os processos produtivos em abatedouros frigoríficos são padronizados. Na Figura 5 apresentam-se as etapas necessárias à produção da carne bovina e os resíduos resultantes de cada etapa do processo.

Figura 5 - Fluxograma do abate bovino.



Fonte: Adaptado de Pacheco e Yamanaka (2006).

Como se pode perceber na Figura 5, a produção da carne bovina para consumo humano requer uma série de etapas imprescindíveis à qualidade do produto, do meio ambiente, da saúde dos envolvidos e do consumidor. Nos abatedouros, o processo inicia-se com a recepção dos animais nos currais, respeitando-se o tempo de descanso que varia entre 16 e 24 horas. Após completarem o tempo necessário e estabelecido, os animais são conduzidos para a lavagem e em seguida para o abate, sendo esta última etapa composta por dois procedimentos: atordoamento e sangria. Segue-se o processo com a esfola do animal, retirada das vísceras, corte da carcaça, desossa, refrigeração e expedição (PACHECO; YAMANAKA 2006).

Apesar das etapas estabelecerem a padronização para o processamento de bovinos, alguns matadouros dispõem de processos que podem variar conforme as especificidades locais ou regionais, por exemplo: o sangue pode ser enviado para o processamento por terceiros ou tratado nas graxarias anexas aos matadouros em virtude de uma demanda local por farinha de sangue para ração animal (PACHECO; YAMANAKA, 2006).

Considerando que cada etapa do processo de produção da carne resulta em subprodutos diversificados, logo, são necessários diferentes procedimentos quanto à gestão destes, adotando medidas que, prioritariamente, possam reaproveitá-los minimizando a geração de resíduos sólidos.

4 METODOLOGIA

4.1 Classificação da pesquisa

A pesquisa proposta neste estudo é de abordagem quali-quantitativa. Entende-se por pesquisa qualitativa aquela que tem como preocupação as descrições, compreensões e interpretações dos fatos. No caso das pesquisas quantitativas, são aquelas em que os dados e as evidências podem ser quantificados, mensurados (MARTINS; THEÓPHILO, 2016).

Do ponto de vista dos seus objetivos, o estudo é descritivo e exploratório. Para Gil (2002), as pesquisas descritivas têm por escopo a descrição de determinada população ou fenômeno e/ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Neste tipo de trabalho, uma de suas características mais significativas está na descrição dos fatos sem interferir neles. Quanto aos estudos exploratórios, têm por finalidade buscar maiores informações acerca do que se quer investigar (PRODANOV; FREITAS, 2013).

No que diz respeito aos procedimentos, a pesquisa é bibliográfica, quando elaborada a partir de material já publicado, pois todas as pesquisas necessitam de um referencial teórico para dar subsídio a sua análise e discussão (PRODANOV; FREITAS, 2013).

4.2 Revisão sistemática de literatura

A revisão de literatura é uma atividade base da produção científica, evita estudos repetitivos, promove o contato com pesquisas em diferentes escalas e contextos, permite a identificação de falhas e o conhecimento dos recursos imprescindíveis na constituição de determinados estudos, além de identificar lacunas na literatura (GALVÃO; RICARTE, 2019).

As revisões sistemáticas diferem de outros tipos de revisões, como por exemplo, as revisões narrativas ou tradicionais, cuja proposta é levar informações gerais. Do mesmo modo, se distingue das revisões integrativas, que utilizam diferentes delineamentos de investigação, além de expressar a opinião do autor. De forma mais direta, as revisões sistemáticas são estudos secundários, que têm nos estudos primários sua fonte de dados (GALVÃO; PEREIRA, 2014).

Conceituando por outro olhar, numa perspectiva mais clara e objetiva, Galvão e Ricarte (2019) afirmam que a revisão sistemática de literatura segue protocolos específicos na busca do entendimento e logicidade do corpus documental e está focada no seu caráter de reprodutibilidade. Neste sentido, muito por conta deste caráter, geralmente as revisões

sistemáticas de literatura preveem o cumprimento das seguintes etapas: (1) elaboração da pergunta de pesquisa; (2) seleção da base de dados; (3) elaboração da estratégia de busca; e (4) seleção dos artigos (GALVÃO; PEREIRA, 2014) (GALVÃO; RICARTE, 2019).

Ainda que as revisões realizadas e publicadas ao redor do mundo sigam as etapas de sistematização, existe uma grande variabilidade no atendimento dos itens necessários à revisão. Por isso, ferramentas são utilizadas para garantir o atendimento de critérios necessários em revisões sistemáticas, como o *Systematic Review Checklist (CASP)*, *Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT)* e *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* (GALVÃO; RICARTE, 2019).

A ferramenta PRISMA consta de uma lista de itens que devem ser observados em uma revisão sistemática (*PRISMA checklist*), conforme apresentado no Quadro 3, composta por 27 itens.

Quadro 3 - PRISMA Checklist.

| SEÇÃO/TÓPICO | Nº DO ITEM |
|---|---|
| Título | 1 Identifique o artigo como uma revisão sistemática. |
| Resumo estruturado | 2 Apresente um resumo estruturado incluindo, se aplicável: referencial teórico; objetivos; fonte de dados; critérios de elegibilidade; participantes e intervenções; avaliação do estudo e síntese dos métodos; resultados; limitações; conclusões e implicações dos achados principais; número de registro da revisão sistemática. |
| Justificativa | 3 Descreva a justificativa da revisão no contexto do que já é conhecido. |
| Objetivos | 4 Forneça uma declaração explícita do(s) objetivo(s) ou pergunta(s) que a revisão aborda. |
| Critérios de elegibilidade | 5 Especifique os critérios de inclusão e exclusão para a revisão e como os estudos foram agrupados para as sínteses. |
| Fontes de informação | 6 Especifique todas as bases de dados, registros, sites, organizações, listas de referências e outras fontes pesquisadas ou consultadas para identificar estudos. Especifique a data em que cada fonte foi pesquisada ou consultada pela última vez. |
| Estratégias de busca | 7 Apresente as estratégias de busca completas para todas as bases de dados, cadastros e sites, incluindo quaisquer filtros e limites utilizados. |
| Processo de seleção | 8 Especifique os métodos usados para decidir se um estudo atendeu aos critérios de inclusão da revisão, incluindo quantos revisores examinaram cada registro e cada relatório recuperado, se eles trabalharam de forma independente e, se aplicável, detalhes das ferramentas de automação usadas no processo. |
| Processo de coleta de dados | 9 Especifique os métodos usados para coletar dados dos relatórios, incluindo quantos revisores coletaram dados de cada relatório, se eles trabalharam de forma independente, quaisquer processos para obter ou confirmar dados dos pesquisadores do estudo e, se aplicável, detalhes das ferramentas de automação usadas no processo. |
| Itens de dados | 10a Liste e defina todos os resultados para os quais os dados foram buscados. Especifique se todos os resultados compatíveis com cada domínio de resultado em cada estudo foram procurados (por exemplo, para todas as medidas, pontos de tempo, análises) e, se não, os métodos usados para decidir quais resultados coletar. 10b Liste e defina todas as outras variáveis para as quais os dados foram buscados (por exemplo, características dos participantes e da intervenção, fontes de financiamento). Descreva quaisquer suposições feitas sobre qualquer informação faltante ou pouco clara |
| Estudo de risco de avaliação de viés | 11 Especifique os métodos usados para avaliar o risco de viés nos estudos incluídos, incluindo detalhes da(s) ferramenta(s) usada(s), quantos revisores avaliaram cada estudo e se eles trabalharam de forma independente e, se aplicável, detalhes das ferramentas de automação usadas no processo. |
| Medidas de efeito | 12 Especifique para cada resultado a(s) medida(s) de efeito (por exemplo, razão de risco, diferença média) usada na síntese ou apresentação dos resultados. |

| | |
|--|--|
| Métodos de síntese | <p>13a Descreva os processos usados para decidir quais estudos são elegíveis para cada síntese (por exemplo, tabular as características da intervenção do estudo e comparar com os grupos planejados para cada síntese (item 5)).</p> <p>13b Descreva quaisquer métodos necessários para preparar os dados para apresentação ou síntese, como tratamento de estatísticas de resumo ausentes ou conversões de dados.</p> <p>13c Descreva quaisquer métodos usados para tabular ou exibir visualmente os resultados de estudos e sínteses individuais.</p> <p>13d Descreva quaisquer métodos usados para sintetizar os resultados e forneça uma justificativa para a(s) escolha(s). Se a meta-análise foi realizada, descreva o(s) modelo(s), método(s) para identificar a presença e extensão da heterogeneidade estatística e pacote(s) de software utilizado(s).</p> <p>13e Descreva quaisquer métodos usados para explorar possíveis causas de heterogeneidade entre os resultados do estudo (por exemplo, análise de subgrupo, meta-regressão).</p> <p>13f Descreva quaisquer análises de sensibilidade realizadas para avaliar a robustez dos resultados sintetizados.</p> |
| Avaliação de viés de relatório | 14 Descreva quaisquer métodos usados para avaliar o risco de viés devido à falta de resultados em uma síntese (decorrente de vieses de relatório). |
| Avaliação de certeza | 15 Descreva quaisquer métodos usados para avaliar a certeza (ou confiança) no corpo de evidências para um resultado. |
| Seleção dos estudos | <p>16a Descreva os resultados do processo de busca e seleção, desde o número de registros identificados na busca até o número de estudos incluídos na revisão, de preferência utilizando um fluxograma.</p> <p>16b Cite estudos que parecem atender aos critérios de inclusão, mas que foram excluídos, e explique por que foram excluídos.</p> |
| Características dos estudos | 17 Cite cada estudo incluído e apresente suas características. |
| Risco de viés em cada estudo | 18 Apresente dados sobre o risco de viés em cada estudo e, se disponível, alguma avaliação em resultados (ver item 12). |
| Resultados de estudos individuais | 19 Para todos os resultados, apresente, para cada estudo: (a) estatísticas resumidas para cada grupo (quando apropriado) e (b) uma estimativa de efeito e sua precisão (por exemplo, confiança/intervalo de credibilidade), de preferência usando tabelas estruturadas ou gráficos. |
| Síntese dos resultados | <p>20a Para cada síntese, resuma brevemente as características e o risco de viés entre os estudos contribuintes.</p> <p>20b Apresentar resultados de todas as sínteses estatísticas realizadas. Se foi feita meta-análise, apresente para cada uma a estimativa resumida e sua precisão (por exemplo, confiança/intervalo de credibilidade) e medidas de heterogeneidade estatística. Se comparar grupos, descreva a direção do efeito.</p> <p>20c Apresentar resultados de todas as investigações de possíveis causas de heterogeneidade entre os resultados do estudo</p> <p>20d Apresentar resultados de todas as análises de sensibilidade realizadas para avaliar a robustez dos resultados sintetizados.</p> |
| Risco de viés entre estudos | 21 Apresentar avaliações de risco de viés devido a resultados ausentes (decorrente de vieses de relatórios) para cada síntese avaliada. |
| Certeza de provas | 22 Apresentar avaliações de certeza (ou confiança) no corpo de evidências para cada resultado avaliado. |
| Discussão | <p>23a Fornecer uma interpretação geral dos resultados no contexto de outras evidências.</p> <p>23b Discuta quaisquer limitações das evidências incluídas na revisão.</p> <p>23c Discuta quaisquer limitações dos processos de revisão usados.</p> <p>23d Discutir as implicações dos resultados para a prática, política e pesquisas futuras.</p> |
| Outras informações | <p>24a Forneça informações de registro para a revisão, incluindo nome de registro e número de registro, ou declare que a revisão não foi registrada.</p> <p>24b Indique onde o protocolo de revisão pode ser acessado ou indique que um protocolo não foi preparado.</p> <p>24c Descrever e explicar quaisquer alterações às informações fornecidas no registro ou no protocolo.</p> |
| Apoio | 25 Descreva fontes de financiamento para a revisão sistemática e outros suportes (ex.: suprimento de dados); papel dos financiadores na revisão sistemática. |
| Interesses competitivos | 26 Declare quaisquer interesses conflitantes dos autores da revisão. |

| | |
|---|--|
| Disponibilidade de dados, códigos e outros materiais | 27 Relate quais dos seguintes itens estão disponíveis publicamente e onde podem ser encontrados: modelos de formulários de coleta de dados; dados extraídos dos estudos incluídos; dados usados para todas as análises; código analítico; quaisquer outros materiais usados na revisão |
|---|--|

Fonte: Page et al. (2021).

Como se pode observar no Quadro 3, o PRISMA consiste em um conjunto de itens baseado em evidências para relato em revisões sistemáticas, visando auxiliar autores na melhoria dos relatos de revisões sistemáticas. Embora não seja um instrumento de avaliação de qualidade, também pode ser útil na avaliação crítica de revisões sistemáticas publicadas (PAGE et al., 2021).

É importante destacar que a ferramenta PRISMA foi utilizada nesta pesquisa como uma orientação para descrever os principais elementos de uma revisão sistemática. No entanto, apenas alguns dos elementos elencados na ferramenta foram encontrados e evidenciados nesta pesquisa.

4.2.1 Elaboração da pergunta de pesquisa

As revisões sistemáticas começam com a definição do problema de pesquisa. Desta forma, o delineamento de um problema de pesquisa exige cuidados essenciais para evitar desvios dos resultados.

Segundo Matias-Pereira (2019), o problema é uma questão que a pesquisa pretende responder e todo o processo de pesquisa irá girar em torno de sua solução, respeitando critérios como: formato de pergunta, ser claro, viável e delimitado. Desta forma o problema desta pesquisa foi definido como: *qual o estado atual da produção científica nacional e internacional quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos na indústria da carne bovina e quais os impactos ambientais e tecnologias mitigadoras relacionadas a esta atividade econômica?*

Galvão e Pereira (2014) afirmaram que, em alguns casos, não se tem certeza do que será encontrado pelos estudos disponíveis na área, portanto, deve-se evitar especificações excessivas na definição do problema de pesquisa.

4.2.2 Seleção das bases de dados

Para a busca dos artigos, as bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *Google Scholar* foram selecionadas, considerando-se o critério de abrangência quanto ao número de registros e seu amplo reconhecimento no meio científico.

O *Web of Science* (WoS) é um índice de citações de publicações científicas e acadêmicas que abrange periódicos, anais e livros. É a base de dados mais antiga (existe desde 1964), amplamente utilizada e confiável do mundo. No ano de 2020, incluía mais de 75 milhões de registros, com cerca de 20.900 periódicos (BIRKLE et al., 2020).

Por sua vez, o *Scopus* é um banco de dados que compreende resumos e citações, cujo conteúdo científico é revisado por pares. Quando de sua criação, continha cerca 27 milhões de registros (1966-2004). Este banco de dados se desenvolveu para mais de 76 milhões de registros em 2019. O *Scopus* consagrou-se como um dos maiores bancos de dados com curadoria, sendo possível encontrar nele uma ampla cobertura global e regional de revistas científicas, anais e livros, em que apenas os dados de alta qualidade estão indexados a partir de uma seleção criteriosa (BAAS et al., 2020).

No que concerne ao *Google Scholar*, Gusenbauer (2019) afirma que ele possui cerca de 389 milhões de registros, sendo o mecanismo de busca mais utilizado e abrangente do mundo.

4.2.3 Estratégia de busca

As buscas dos artigos científicos na *Web of Science*, *Scopus* e *Google Scholar* foram realizadas nas datas 17, 20 e 22 de março de 2022, respectivamente. Os termos em idioma inglês *slaughterhouse* e *solid waste management* foram utilizados na busca, exceto na base de dados *Web of Science*, em que a busca se deu com *Slughterhouse* e *waste management*, por esta última expressão permitir resultados numericamente mais representativos para esta base de dados. O indicador booleano *And* e as aspas duplas (para buscas exatas de termos em conjunto) foram aplicados para *solid waste management* e *waste management*, exceto no *Google Scholar*, que não requer o uso de indicadores booleanos.

O Quadro 4 mostra resumidamente as estratégias de busca adotadas na revisão sistemática de literatura.

Quadro 4 - Resumo das estratégias de busca nas bases de dados.

| Termos utilizados | Base de dados | Local | Anos |
|---|-----------------------|------------------------------------|-------------|
| <i>Slughterhouse And "waste management"</i> | <i>Web of Science</i> | Títulos, resumos e palavras-chave. | 2017-2021 |
| <i>Slughterhouse And "solid waste management"</i> | <i>Scopus</i> | Títulos, resumos e palavras-chave. | 2017-2021 |
| <i>Slughterhouse "solid waste management"</i> | <i>Google Scholar</i> | Em qualquer parte do artigo. | 2017-2021 |

Fonte: dados da pesquisa (2022).

As buscas nas bases ocorreram por títulos, resumos e palavras-chave, excetuando-se o *Google Scholar*, que não apresenta estes filtros de busca. Além disso, a pesquisa ocorreu para artigos científicos indexados no período de 2017 a 2021, ou seja, na produção científica nacional e internacional dos últimos cinco anos, por representar o que existe de mais atual em termos de literatura na área.

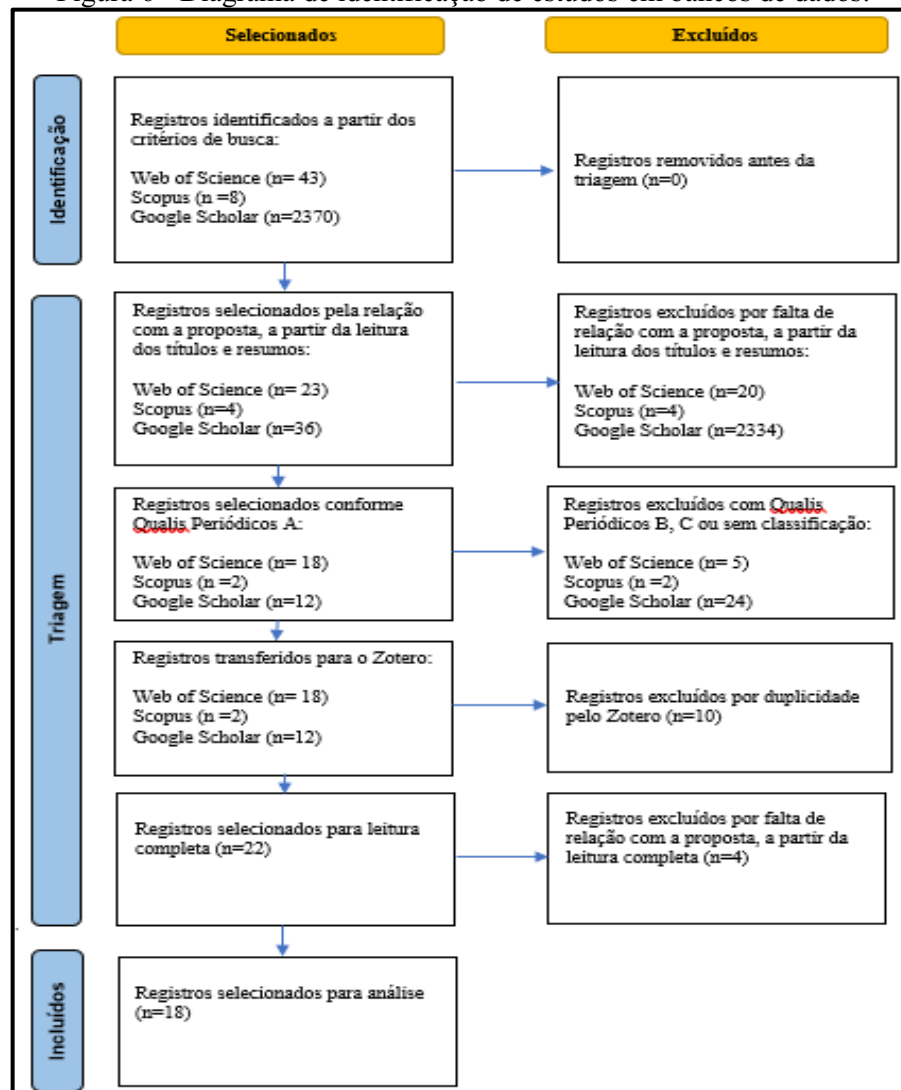
4.2.4 Seleção dos registros

Após obter os resultados da busca, a etapa seguinte foi proceder na leitura e análise dos títulos dos registros encontrados, estabelecendo uma relação destes títulos com o objetivo central de estudo e a problemática, de forma a selecionar apenas os artigos científicos que atendessem a esta relação. Ao mesmo tempo, foram excluídos artigos científicos que não tratavam parcialmente ou totalmente de resíduos sólidos da indústria da carne bovina. Adicionalmente a estes critérios, em fase posterior, ocorreu uma nova filtragem dos artigos para reduzir a complexidade de análise, selecionando apenas artigos de periódicos internacionais prestigiados pelos programas de pós-graduação em nível de mestrado e doutorado brasileiros, classificados pelo *Qualis Periódicos (A)*, avaliação quadrienal 2013-2016, a mais atualizada classificação oficial disponível na Plataforma Sucupira.

Vale salientar que na fase de seleção dos artigos, verificou-se que cada página da base de dados *Google Scholar* apresentou 10 registros, e na medida em que se avançava pelas páginas, o número de registros relacionados reduzia, de modo que da 13ª página em diante, não foram encontrados artigos relacionados a temática.

Logo depois, os registros foram importados para o gerenciador de referências Zotero 6.0.4, a fim de eliminar as duplicidades. Na fase subsequente, se procedeu a leitura completa dos artigos, excluindo àqueles que numa avaliação mais subjetiva não poderiam contribuir com a proposta de estudo. Apresenta-se na Figura 6 o passo a passo da seleção dos registros.

Figura 6 - Diagrama de identificação de estudos em bancos de dados.



Fonte: Page et al. (2021).

No diagrama de fluxo citado na Figura 6, expõem-se todas as etapas de seleção e exclusão dos estudos, mostrando de forma clara e objetiva como se deu o processo de definição dos estudos selecionados para a análise e revisão sistemática. Em síntese, o processo de análise e revisão de estudos foi realizado a partir de 18 artigos científicos.

4.3 Estudo bibliométrico

O campo da bibliometria inclui aspectos quantitativos e os modelos da comunicação científica e do armazenamento, disseminação e recuperação da informação científica (WORMELL, 1998). Geralmente, a bibliometria é definida como um

conjunto de leis e princípios aplicados a métodos estatísticos e matemáticos que visam o mapeamento da produtividade científica de periódicos, autores e representação da informação (CAFÉ; BRÄSCHER, 2008, p.54).

O *VOSviewer* é um *software* bibliométrico gratuito, comumente utilizado para a elaboração e visualização de mapas bibliométricos, e especialmente útil para exibir mapas de forma a tornar sua interpretação simplificada, o que o coloca à frente de outros *softwares* como SPSS e Pajek (VAN ECK; WALTMAN, 2010).

O *software VOSviewer* pode ser usado no modo *off line*, para constituir mapas de autores ou periódicos com base em dados de cocitação, coautoria ou para construir mapas de palavras-chave com base em dados de coocorrência. Um visualizador do *VOSviewer* permite a análise dos mapas bibliométricos, podendo ainda exibir um mapa de várias maneiras diferentes, cada uma enfatizando aspectos diferentes (VAN ECK; WALTMAN, 2010). No Quadro 5, são apresentados os procedimentos adotados no *VOSviewer* para obtenção dos mapas de coautoria e coocorrência de palavras.

Quadro 5 - Procedimentos para obtenção dos mapas bibliométricos.

| Coautoria | Coocorrência de palavras |
|---|---|
| 1. Criar mapa baseado em dados bibliográficos. | 1. Criar mapa baseado em dados bibliográficos. |
| 2. Seleção do formato RIS. | 2. Seleção do formato RIS. |
| 3. Seleção da unidade de análise autores/coautoria. | 3. Seleção da unidade de análise palavras-chave/coocorrência. |
| 4. Número mínimo de documentos por autor (1). | 4. Número mínimo de ocorrência de palavras-chave (1). |

Fonte: dados da pesquisa (2022).

Para realização de análise bibliométrica, os dezoito estudos selecionados na revisão sistemática foram exportados para o *VOSviewer* no formato RIS, permitindo as análises de coautoria e coocorrência de palavras.

4.4 Gerenciamento de resíduos sólidos em abatedouros de bovinos: impactos e medidas de controle ambiental

No que se refere às discussões sobre os principais impactos e respectivas medidas de controle ambiental no gerenciamento de resíduos sólidos em abatedouros de bovinos, com base na revisão sistemática de literatura foram apresentados os achados pertinentes, discutindo-os no capítulo 4, ou seja, nos resultados e discussão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Revisão de literatura

A revisão sistemática de literatura resultou na seleção de 18 artigos científicos, apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Estudos selecionados na revisão sistemática de literatura.

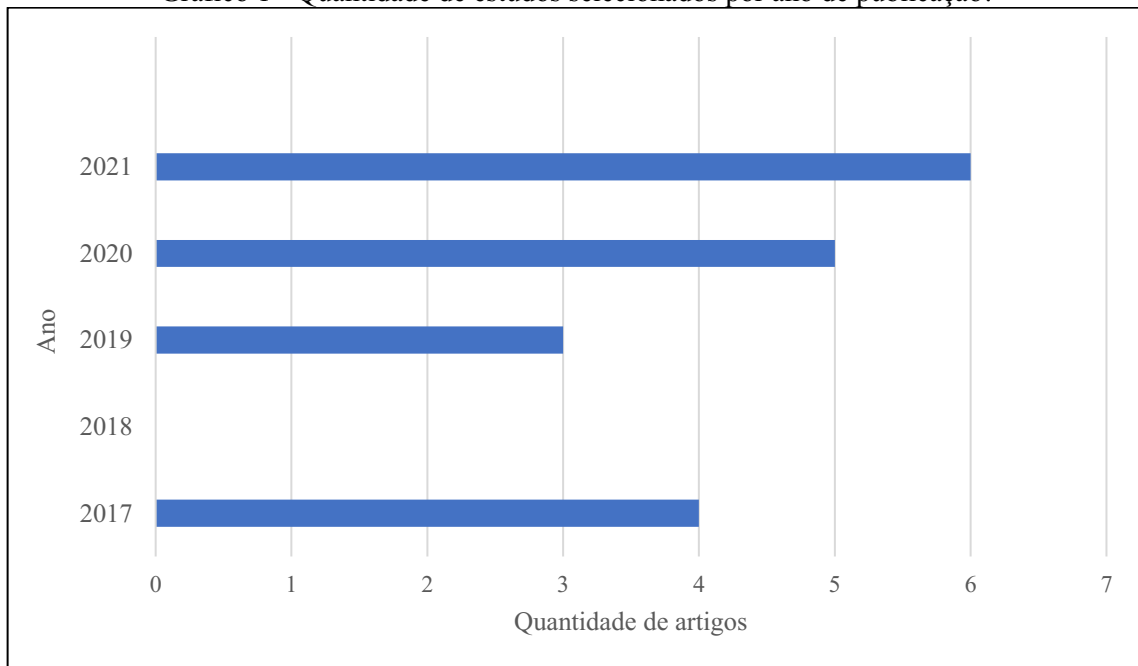
| Nº | Título | Autores | Objetivo | Método |
|----|---|-----------------------------------|---|--|
| 1 | Cálculo teórico da produção de biogás e potencial de redução de emissões de gases de efeito estufa de gado, aves e resíduos de matadouros em Bangladesh | Siddiki et al. (2021) | Estimar a produção de dejetos na pecuária, capacidade de geração de biogás, potencial de geração de eletricidade, potencial de redução de GEE e geração de biofertilizantes. | Pesquisa bibliográfica e em bancos de dados secundários. |
| 2 | A cadeia produtiva da pecuária de corte brasileira nas próximas décadas | Malafaia et al. (2021) | Identificar as megatendências da cadeia produtiva da pecuária de corte brasileira esperadas até 2040. | Pesquisa bibliográfica, método Delphi (consenso de especialistas) e criação de cenários. |
| 3 | Potencial de produção de biogás e biofertilizantes de resíduos de matadouros: implicações na gestão sustentável de resíduos na cidade de Shashemene, Etiópia | Kafalew e Lami (2021) | Investigar o potencial de produção de biogás e biofertilizante de resíduos de matadouro no Abatedouro do Município de Shashemene, Etiópia. | Pesquisa bibliográfica, método Delphi (consenso de especialistas) e criação de cenários. |
| 4 | Aplicação de resíduos reciclados de matadouros como adubo orgânico para cultivos sucessivos de pimentão e amaranto | Bhunia et al. (2021) | Estudar a aplicação de resíduos reciclados de matadouro BBRDM (sangue e digesta ruminal) no cultivo de pimentão e amaranto. | Estudo bibliográfico e pesquisa experimental. |
| 5 | A análise econômica e ambiental da produção de energia a partir de resíduos de matadouros na Arábia Saudita | Ali et al. (2021) | Analisar econômica e ambientalmente a produção de energia a partir de resíduos de matadouros na Arábia Saudita. | Estudo bibliográfico e pesquisa com dados secundários. |
| 6 | Bioresíduos de matadouros e mercados úmidos: uma visão geral da gestão de resíduos para prevenção de doenças | Al-Gheethi et al. (2021) | Revisar de forma abrangente as práticas existentes de descarte de bioresíduos. | Revisão. |
| 7 | O potencial energético dos resíduos de biomassa da agricultura, agroindústria, pecuária e matadouros através da combustão direta e digestão anaeróbica. O caso da Colômbia | Sagastume Gutiérrez et al. (2020) | Identificar o potencial energético da biomassa a partir dos resíduos de biomassa disponíveis. | Revisão de literatura e inventário. |
| 8 | Em direção ao gerenciamento lucrativo e sustentável de biorecursos na indústria de processamento de carne vermelha australiana: uma revisão crítica e estudo de caso ilustrativo | McCabe et al. (2020) | O objetivo do trabalho é fornecer uma revisão crítica de tecnologias e processos para reutilizar, reciclar e descartar resíduos líquidos e sólidos orgânicos na indústria de RMP australiana. | Revisão e estudo de caso. |
| 9 | Revisão crítica sobre a necessidade de geração de bioeletricidade a partir de resíduos e efluentes da indústria de frigoríficos utilizando diferentes reatores de digestão anaeróbica | Loganath e Senophiyah-Mary (2020) | Estudar a geração de bioeletricidade a partir de biogás recuperado principalmente de resíduos sólidos e líquidos da indústria de frigoríficos usando diversos reatores anaeróbios. | Revisão de literatura. |

| | | | | |
|----|--|------------------------------|---|---|
| 10 | Otimização do Processo de Digestão Anaeróbia no tratamento de Águas Residuais de Alta Resistência na Indústria Australiana de Processamento de Carne Vermelha | Harris e Mc Cabe (2020) | Apresentar uma compilação de investigações para melhorar o desempenho da digestão anaeróbia no processamento da carne vermelha australiana. | Revisão de literatura. |
| 11 | Uma revisão sobre a aplicação de bioprocessos enzimáticos no tratamento de efluentes e dejetos animais | Cheng et al. (2020) | Apresentar uma visão geral e discussão crítica sobre a aplicação de enzimas no pré-tratamento de efluentes e esterco animal | Revisão bibliográfica. |
| 12 | Uma revisão abrangente sobre geração de eletricidade e potenciais de redução de emissões de GEE através da digestão anaeróbica de resíduos agrícolas e pecuários/matadouros no Irã | Shirzad et al. (2019) | Revisar de forma abrangente o estado da produção de resíduos agrícolas e pecuários/matadouros no mundo e as tecnologias de conversão destes resíduos em energia. | Revisão e estudo de caso . |
| 13 | Geração de energia a partir de resíduos de matadouros. Uma avaliação contábil de emergência | Santagata et al. (2019) | Investigar a restauração de energia e recursos a partir de subprodutos animais. | Estudo de caso e Avaliação contábil de emergência |
| 14 | A avaliação do impacto da descarga de instalações de resíduos de matadouros na água em Osogbo, Nigéria | Akanni et al. (2019) | Investigar os efeitos do descarte indiscriminado de resíduos de matadouros em corpos d'água no matadouro da área de Aregbe de Osogbo, capital do estado de Osun, Nigéria. | Estudo de caso com pesquisa documental e de campo. |
| 15 | Viabilidade tecnoeconômica da biorrefinaria de resíduos: usando fluxos de resíduos de abate como matéria-prima para produção de biopolíéster | Sharzad et el. (2017) | Realizar uma análise econômica detalhada da produção de PHA a partir do conceito de biorrefinaria utilizando biodiesel, miudezas, farinha de carne e ossos. | Uso de dados secundários e pesquisa bibliográfica. |
| 16 | Uma avaliação ambiental da produção de eletricidade a partir de resíduos de matadouros. Ligação de sistemas urbanos, industriais e de gestão de resíduos | Santagata et al. (2017) | Compreender até que ponto a produção de eletricidade a partir de gordura animal é ambientalmente correta e se existem etapas que requerem maior atenção. | Estudo de caso com avaliação do ciclo de vida |
| 17 | Potencialidades da instalação de biogás na cadeia de valor da carne sul-africana para redução de impactos ambientais | Russo e Von Blottnitz (2017) | Estimar o quanto as usinas de biogás são capazes de reduzir os principais impactos da cadeia de valor da carne bovina e suína. | Dados secundários e avaliação do impacto do ciclo de vida |
| 18 | Descobrir potenciais de simbiose industrial em um pequeno estado insular em desenvolvimento: o estudo de caso de Maurício | Mauthoor et al. (2017) | Investigar o potencial de adoção da simbiose industrial como uma solução para os crescentes problemas de resíduos nas Maurícias | Entrevistas e análise documental. |

Fonte: dados da pesquisa (2022).

Uma análise simplificada do Quadro 6 permite inferir que dentre os autores dos artigos, Santagata e McCabe se destacaram pela quantidade de artigos publicados (cada um com dois artigos). No que se refere ao ano das publicações, a aplicação dos critérios da revisão sistemática resultou em 6 (seis) artigos referentes ao ano de 2021, 5 (cinco) artigos publicados em 2020, 3 (três) artigos para o ano de 2019, nenhum artigo para o ano de 2018 e 4 (quatro) artigos para o ano de 2017, conforme demonstra-se no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Quantidade de estudos selecionados por ano de publicação.



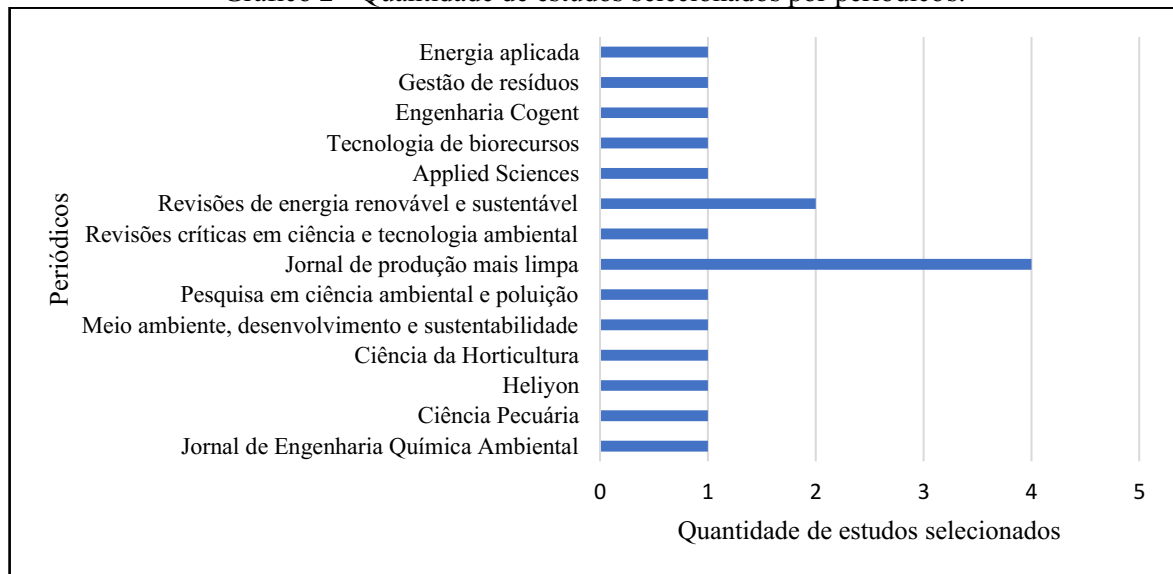
Fonte: dados da pesquisa (2022).

É necessário frisar que a ausência de artigos referentes ao ano de 2018 não indica, necessariamente, inexistência de artigos com esta temática para o referido ano, mas tão somente a ausência deles nas bases de dados consideradas nesta pesquisa, utilizando-se os critérios de busca já mencionados na metodologia.

É igualmente oportuno destacar que no Quadro 6 existe uma predominância de pesquisas com a finalidade de estudar o potencial energético dos resíduos dos abatedouros, o que representa uma clara tendência de que os resíduos dos abatedouros constituem ou podem constituir-se numa preciosa fonte de energia renovável em seus países.

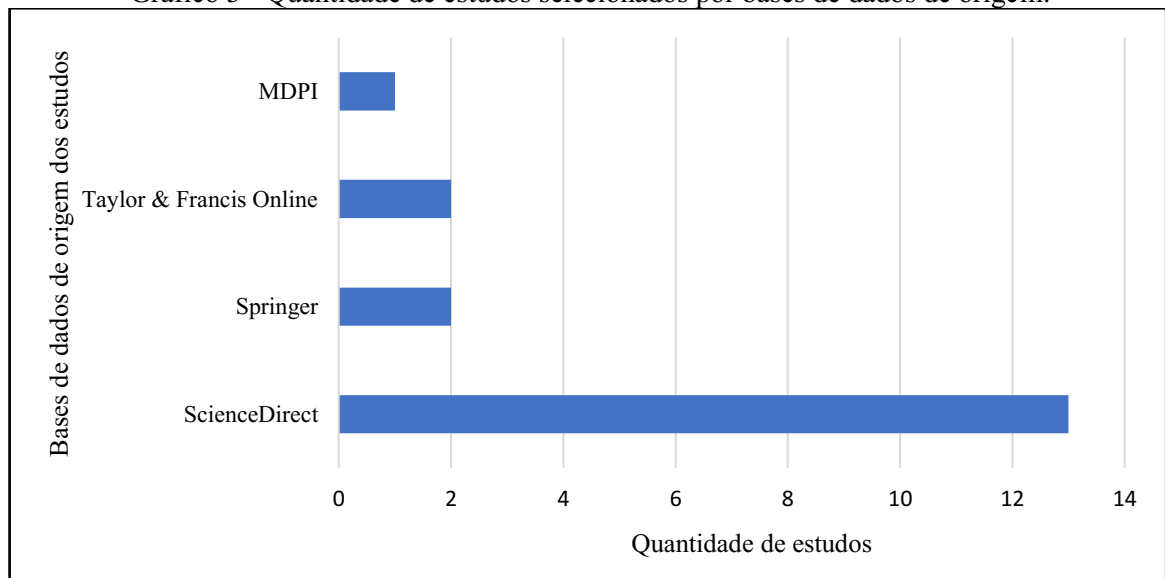
A análise e discussão dos dados prossegue destacando agora os periódicos mais prestigiados pelos pesquisadores brasileiros, conforme o *Qualis Periódicos (A)*. Sendo assim, destacaram-se os seguintes periódicos: *Jornal da produção mais limpa* (4 artigos) e *Revisões de energia renovável e sustentável* (2 artigos). Quanto às bases de dados, a *ScienceDirect* apresentou a maior quantidade de publicações (13), seguida por *Springer* (2) e *Taylor & Francis* (2). Todas as bases de dados apresentadas no Gráfico 3 estavam contidas na *Web of Science*, *Scopus* e *Google Scholar*. Os resultados quanto aos periódicos e bases de dados estão nos Gráficos 2 e 3.

Gráfico 2 - Quantidade de estudos selecionados por periódicos.



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Gráfico 3 - Quantidade de estudos selecionados por bases de dados de origem.

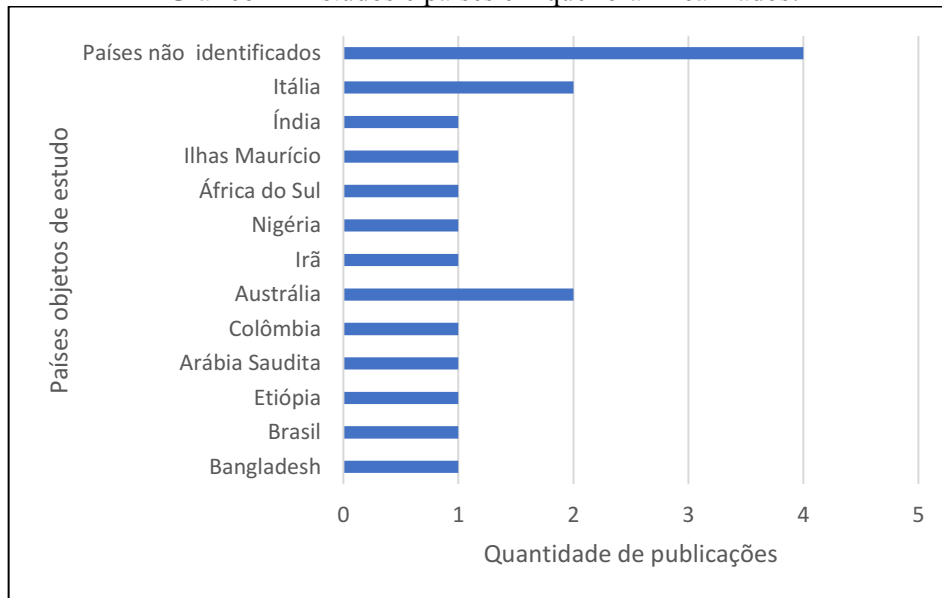


Fonte: dados da pesquisa (2022).

Revelou-se ainda com a revisão sistemática que Austrália e Itália foram os países que mais se dedicaram a produzir estudos na área de gestão de resíduos em abatedouros (Gráfico 4). Isto corrobora com o que a literatura afirma ao evidenciar que os abatedouros em países desenvolvidos dispõem de estruturas tecnológicas bem arranjadas (MCCABE et al. 2020; AL-GHEETHI et al. 2021), o que pode ser reflexo de um investimento maior em pesquisas nesses países. Por outro lado, a revisão sistemática também revelou que existem raríssimas publicações brasileiras internacionais que tratam do gerenciamento de resíduos sólidos provenientes de abatedouros de bovinos, o que acaba por oportunizar a pesquisa sobre este

tema e sua publicação em periódicos internacionais reconhecidos. Neste sentido, reitera-se as contribuições técnicas, científicas e bibliográficas que esta pesquisa poderá deixar, se publicada em periódicos internacionais de renome.

Gráfico 4 - Estudos e países em que foram realizados.



Fonte: dados da pesquisa (2022).

A análise metodológica dos estudos encontrados permitiu inferir que há uma quantidade substancial de estudos de caso (5), assim como também pesquisas bibliográficas para fins de revisão de literatura (7).

Essas tendências metodológicas podem ser explicadas ao se olhar para o tema de pesquisa proposto, pois percebe-se que a gestão de resíduos sólidos é um desafio em muitos países, especialmente quando se trata da gestão de resíduos sólidos em abatedouros, por causa dos impactos ambientais e de saúde da população, e também dos potenciais econômicos que a atividade oportuniza, ensejando as condições de pesquisa necessárias para os estudos de casos. Por outro lado, os estudos de revisão se justificam no sentido prioritário de apontar oportunidades de pesquisa em uma área que é estratégica do ponto de vista social, econômico e ambiental.

Ainda sobre os estudos de revisão, eles representam uma grande lacuna de pesquisa quando o assunto é o gerenciamento de resíduos sólidos em abatedouros de bovinos no Brasil, especialmente quando se faz referência a estudos internacionais com classificação (A) no *Qualis Periódicos*.

No que se refere à análise de conteúdo dos artigos, em específico no que tange à geração de resíduos sólidos e efluentes pela indústria de abate de bovinos, identificou-se que

existe uma grande preocupação dos autores quanto ao impacto causado (ambiental e de saúde) e o potencial econômico do sangue, estrume, conteúdo ruminal (alimento parcialmente digerido) e efluentes líquidos. Neste sentido, Al-Gheethi et al. (2021) corroboram com isto, quando afirmam que a gestão de resíduos adequada reduz os problemas ambientais e de saúde, ao mesmo tempo em que introduz oportunidades que beneficiarão o crescimento econômico.

A quantidade gerada de resíduos encontra guarida nos trabalhos de (KEFALEW; LAMI, 2021; LOGANATH; SENOPHIYAH-MARY, 2020; SIDDIKI et al., 2021), quando afirmam que um animal com peso médio de 250 kg, produz 22,5 kg de esterco, 21 kg de sangue e 30 kg de conteúdo ruminal. De forma mais genérica, Shirzad et al. (2019) descreveram que no Irã foram gerados aproximadamente 37 milhões de toneladas de estrume, 225 mil toneladas de sangue e 660 mil toneladas de conteúdo ruminal. Em termos gerais, McCabe et al. (2020) também citam que a indústria australiana, por exemplo, produz cerca de 690 milhões de litros por ano de águas residuais. Na Colômbia, Sagastume Gutiérrez et al. (2020) citam uma produção anual de resíduos com cerca de 63.324 toneladas. Por fim, destaca-se que uma grande porcentagem do peso vivo do gado (uma quantidade de cerca de 48% em massa) consiste em subprodutos em potencial (SANTAGATA; RIPA; ULGIATI, 2017).

Dentre os impactos gerados pela indústria de processamento da carne bovina, os autores citam principalmente: a contaminação dos solos, das águas e do ar, e os prejuízos à saúde humana. Além disso, o grande consumo de água para a operação de abatedouros é fato preocupante, o que requer maior atenção. É possível perceber, sobretudo, grande ênfase dos autores quanto às emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), fato citado em 67% dos estudos analisados.

Russo e Von Blottnitz (2017) reforçam a emissão de GEE pelo setor, descrevendo que a pecuária de corte produz principalmente óxido nitroso e metano, o primeiro proveniente do estrume e urina, e o segundo da fermentação entérica de ruminantes. No ano de 2000, por exemplo, as emissões globais de GEE chegaram a 2,45 bilhões de toneladas, sendo o metano da fermentação entérica responsável por 65% das emissões (RUSSO; VON BLOTTNITZ, 2017).

Siddiki et al. (2021) argumentam que a produção de um grande número de animais traz impacto significativo na eliminação de esterco. Isso contribui, em particular, para a ampliação da contaminação do solo pelo aumento da quantidade de nutrientes. Para Sharzad et al. (2020), quando os resíduos são despejados nos aterros sanitários sem reciclar nenhum

material para reaproveitamento ou produção de energia, isso pode causar contaminação do solo e dos recursos hídricos devido à difusão de lixiviados.

Bhunja et al. (2021), por sua vez, destacam que o descarte inadequado desses resíduos orgânicos por meio de despejo a céu aberto é uma prática comum nos países em desenvolvimento que cria riscos à saúde humana e ao meio ambiente. No que se refere à água, o consumo para abate é, no geral, muito alto (entre 500 e 2.500 litros/animal) (PACHECO; YAMANAKA, 2006), devido às etapas nas indústrias de abate como lavagem, limpeza, corte, desossa, expedição e as tecnologias utilizadas (LOGANATH; SENOPHIYAH-MARY, 2020).

Uma avaliação dos 18 artigos revelou que 55% deles discorrem sobre os sistemas de tratamento de resíduos, com foco na digestão anaeróbia para produção de biogás e eletricidade, além da utilização do substrato do sistema para compostagem. Este fato encontra justificativa na grande dependência do setor de energia em relação aos combustíveis fósseis, com implicações nas questões de segurança energética e poluição ambiental (SANTAGATA et al., 2019; SHIRZAD et al., 2019; SIDDIKI et al., 2021).

Foi possível identificar também alguns estudos bem interessantes sobre reciclagem, como a produção de biopolímeros a partir de resíduos da indústria de processamento animal (SHIRZAD et al., 2019). Ainda merece destaque a aplicação de processos enzimáticos na biodegradabilidade de resíduos de abatedouros com fins de produção de biogás (CHENG et al., 2020), além do estudo no qual discutiu a simbiose industrial para melhorar a gestão de resíduos, incluindo os resíduos de processamento da carne (MAUTHOOR, 2017).

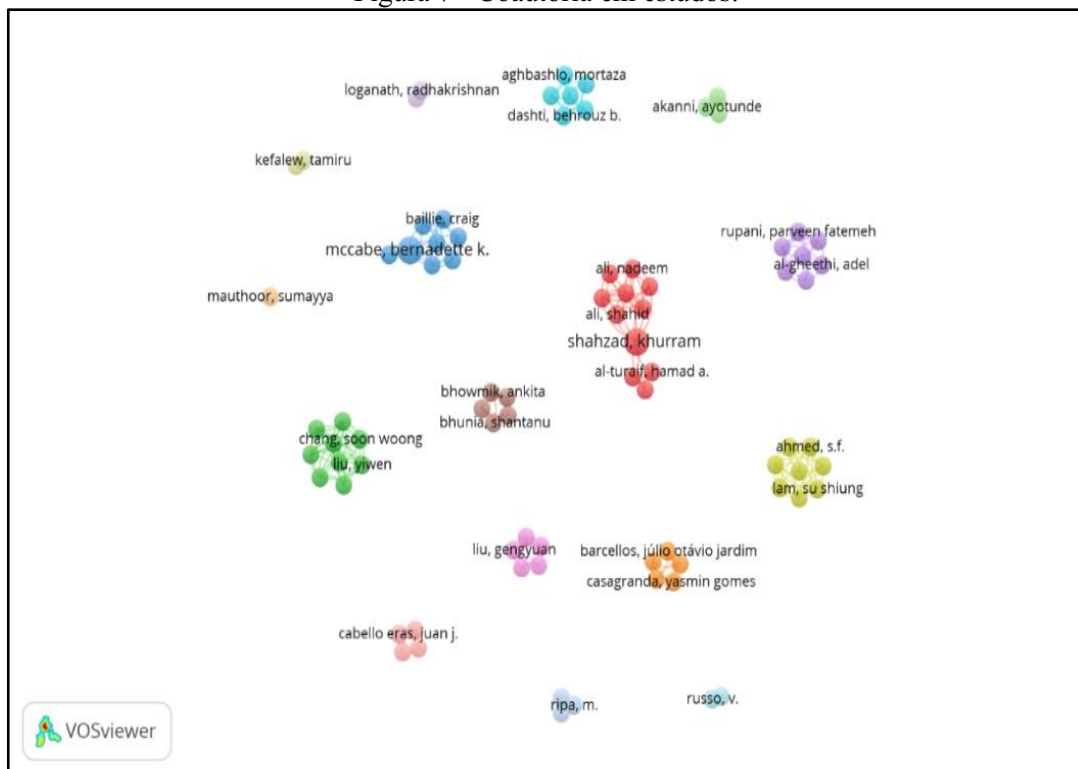
A ênfase demasiada na etapa de tratamento acaba por gerar oportunidades para pesquisas que possam contemplar as diferentes fases do processo de gerenciamento de resíduos na indústria da carne bovina. Para McCabe (2020), por exemplo, na literatura, o pré-tratamento de resíduos tem tido um foco relativamente menor e merece uma investigação mais aprofundada. Além do mais, se verificou um foco intenso no tratamento de resíduos para produção de biogás e biofertilizantes (AL-GHEETHI et al., 2021; KEFALEW; LAMI, 2021; SAGASTUME GUTIÉRREZ et al., 2020; SIDDIKI et al., 2021), o que gera condições propícias para estudos que possam discorrer sobre a reciclagem de resíduos para a produção de outros subprodutos, como por exemplo, farinha de ossos, farinha de sangue, potenciais farmacológicos e/ou medicinais, produção de bolsas e sapatos, dentre outros subprodutos.

5.2 Bibliometria

A análise de coautoria baseada no *VOSviewer* permitiu inferir que existem 16 *clusters* (grupos) de coautores nos 18 artigos selecionados, cada *cluster* representado por uma cor e uma quantidade variada de itens (autores) (Figura 7).

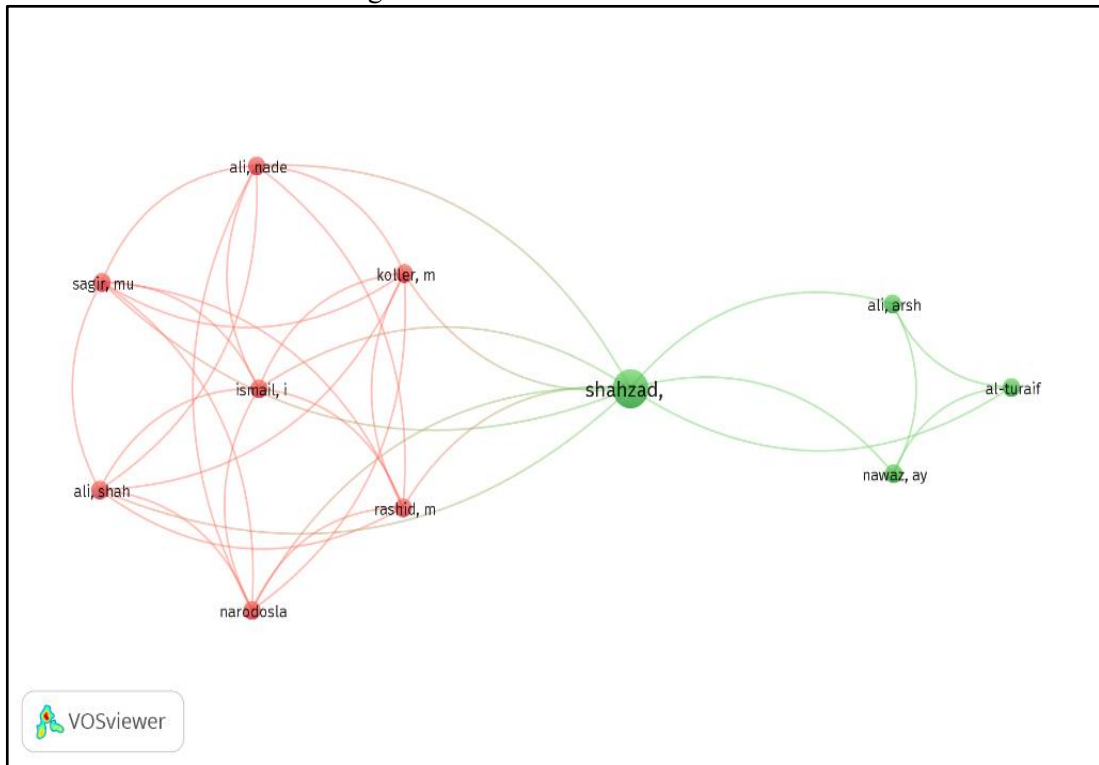
De modo geral, foi possível verificar que não há relações de coautoria entre os 16 *clusters*, por causa da ausência de *links* (conexões do *VOSviewer*) entre eles, exceto nos pequenos grupos, nos quais se destacaram os *clusters* em vermelho, em que há 11 autores, e os *clusters* em verde e azul, contendo 9 e 8 autores, respectivamente. As relações nesses pequenos grupos, especialmente no *cluster* em vermelho, indicam que os autores contribuíram entre si como coautores dos artigos, com destaque para o autor Sharzad (*cluster* vermelho) que interliga dois pequenos grupos de autores, sendo ele (Sharzad) coautor em dois artigos (Figura 8).

Figura 7 - Coautoria em estudos.



Fonte: dados da pesquisa (2022).

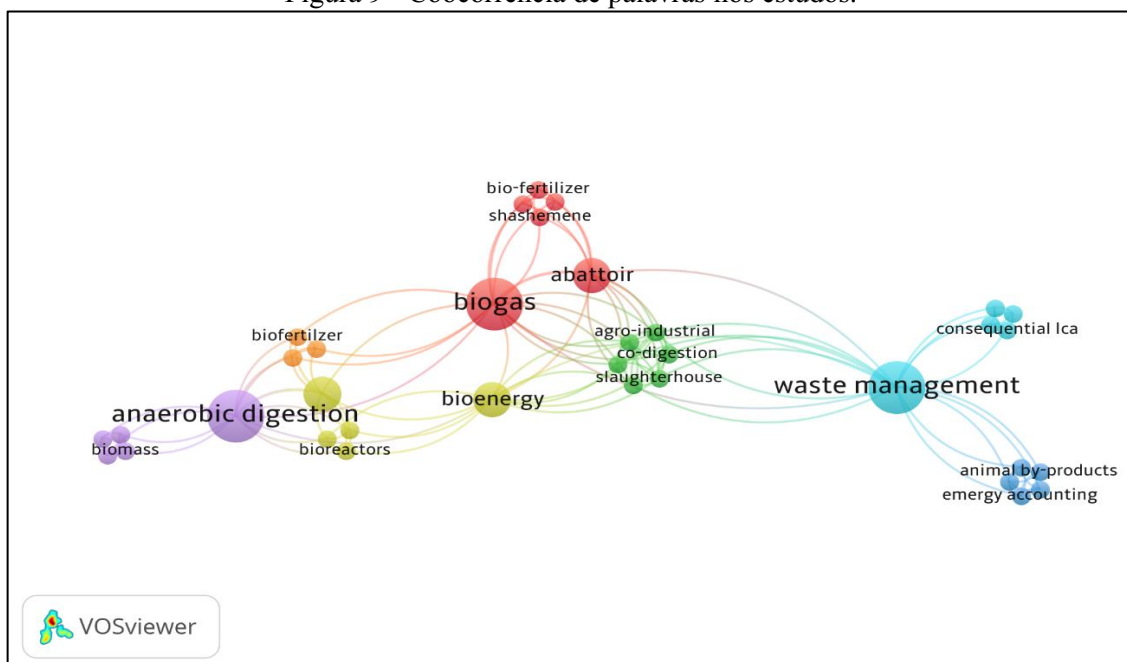
Figura 8 - Cluster do autor Sharzad.



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Na análise de coocorrência de palavras (Figura 9), foi possível identificar que os principais itens citados (termos) foram “*biogas*”, “*anaerobic digestion*” e “*waste management*” (Mapa 3).

Figura 9 - Coocorrência de palavras nos estudos.



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Ainda sobre o Mapa 3, observou-se que a palavra “*biogas*” está melhor relacionada com “*abattor*”, já que estão ligadas diretamente, apresentam a mesma cor e há muita proximidade entre os círculos que as representam no mapa, o que denota que existem estudos que se relacionam de forma mais acentuada pelo uso dessas duas palavras. O mesmo ocorre para “*anaerobic digestion*” e “*slaughterhouse waste*”, em que este último termo não aparece no mapa, devido à sobreposição de palavras, mas representa o círculo amarelo maior ao lado de “*anaerobic digestion*”.

5.3 Resíduos sólidos de abatedouros: impactos e alternativas sustentáveis

Neste subtópico dos resultados, apresentam-se as discussões pertinentes acerca dos principais impactos e respectivas medidas de controle ambiental no gerenciamento de resíduos sólidos em abatedouros de bovinos. Neste sentido, uma das questões mais importantes colocadas na pauta de discussões sobre qualidade do meio ambiente e saúde está relacionada à gestão de resíduos sólidos em abatedouros, assunto reforçado pelo recente surto de coronavírus associado ao SARS (SARS-CoV) de um mercado úmido (AL-GHEETHI et al., 2021).

Al-Gheethi et al. (2021) asseveram que a gestão inadequada destes resíduos pode representar riscos biológicos, como contaminação do meio ambiente e doenças. Dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, mostram que mais de três bilhões e dezenove milhões de animais foram abatidos e consumidos no mundo em 2018, o que se reflete diretamente na geração de resíduos (AL-GHEETHI et al., 2021).

A literatura sinaliza para uma discrepância na gestão de resíduos dos abatedouros em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Nos primeiros, há quase sempre o uso de tecnologias mitigadoras de impactos e, nos segundos, problemas estruturais que implicam em condições ambientais e de saúde preocupantes. O enterramento e a queima, por exemplo, são métodos frequentes de disposição final dos rejeitos em países em desenvolvimento, enquanto que nos países desenvolvidos procedimentos assim não estão permitidos. Neste sentido, a União Europeia faz o controle do despejo por incineração por meio do licenciamento de coletores (AL-GHEETHI et al., 2021).

Algumas práticas de países em desenvolvimento agravam ainda mais essa discrepância citada, se comparadas aos procedimentos dos países desenvolvidos (SIDDIKI et al., 2021). Al-Gheethi et al. (2021) reforçam essa discrepância quando citam que nos pequenos abatedouros de países em desenvolvimento, os cortes das carcaças, a retirada dos couros e a

evisceração são procedimentos realizados no piso, local também de preparação da porção comestível dos animais abatidos.

Segundo Al-Gheethi et al., o abate e a evisceração são realizados em um processo simples, ou seja, sem maiores critérios de controle. Acrescentam-se, a estes aspectos, o fato de matadouros rurais terem infraestruturas precárias, sem telhados e pisos adequados, instalações para abastecimento de água potável e uma ampla gama de animais abatidos no mesmo ambiente. Além disso, até mesmo animais doentes são processados por alguns matadouros para aumentar o lucro. Estas condições precárias de infraestrutura contribuem para que os resíduos sólidos sejam despejados diretamente em corpos d'água e em terrenos adjacentes aos abatedouros, gerando poluição.

Além do mais, nos países em desenvolvimento, as políticas e os programas de gestão de resíduos são insuficientes. A ausência de matadouros adequados, a falta de legislação sobre a restrição e proibição da descarga indiscriminada e perigosa de resíduos, a baixa eficiência de equipamentos, o descompromisso e o desconhecimento político são as principais causas do gerenciamento inadequado de resíduos de abatedouros (KEFALEW; LAMI, 2021).

Esses resíduos tem o potencial de poluir o meio ambiente, colocando em risco a saúde das pessoas. Além disso, a qualidade do ar, a produção e a produtividade do solo e das culturas, os mananciais de água superficial e subterrânea e os organismos aquáticos são impactados pelos resíduos dos matadouros (KEFALEW; LAMI, 2021).

Por outro lado, abatedouros em países desenvolvidos gozam de estruturas tecnológicas bem arranjadas. As linhas de processamento são específicas para cada tipo de animal e há o gerenciamento adequado dos resíduos com a separação do sangue, triagem de sólidos, retenção de graxa e etc.. O sangue é coletado para alimentação do gado e incineradores são utilizados para transformar resíduos em cinzas que podem servir como fertilizantes. As águas residuais são devidamente tratadas para obter um padrão mínimo de qualidade antes de serem lançadas em cursos d'água. Em síntese, nos abatedouros modernos, todos os resíduos são reciclados, transformados em subprodutos ou utilizados na produção energética, resultando em receitas, além de produzir efeitos mínimos ao meio ambiente e à saúde (MCCABE et al., 2020; AL-GHEETHI et al., 2021).

Siddiki et al. (2021) corroboram com esse pensamento quando afirma que os resíduos animais podem ser otimizados para gerar novos negócios e empregos, e, ao mesmo tempo, reduzir as perdas de recursos potenciais e agregar valor aos matadouros.

Os resíduos da indústria de alimentos, especialmente abatedouros, conforme visto no subtópico 2.2.1, são originários das etapas do processamento, sendo classificados em resíduos

sólidos e efluentes. Esses resíduos biológicos são compostos de elevada proporção de materiais orgânicos, inadequados para consumo humano (AL-GHEETHI et al., 2021).

Neste sentido, as operações de abatedouros originam vários resíduos que devem ser processados: couros, sangue, ossos, gorduras, aparas de carne, tripas, animais inteiros ou suas partes e etc. (PACHECO; YAMANAKA, 2006). Em estudo realizado na Nigéria, Akanni et al. (2019) confirmam a geração de resíduos ao descreverem que foram encontrados os seguintes resíduos do abatedouro de Osogbo: sólidos e poeiras provenientes do desembarque de animais em caminhões, palhas e carnes de animais, águas residuais, lixo de forragem, restos de alimentação humana, bem como esterco de gado.

Do mesmo modo, Bhunia et al. (2021) afirmaram que os resíduos orgânicos gerados em abatedouros rurais são principalmente sangue bovino e digesta ruminal, caracterizada pela presença de lipídios e proteínas, além de conter diversos patógenos infecciosos. Outros autores asseveram que os resíduos descartados são comumente as partes não comestíveis dos animais, que representam cerca de 45% dos animais abatidos, sendo principalmente vísceras, fragmentos cárneos, sangue, conteúdo intestinal, ossos e gorduras (SHAHZAD et al., 2017; SERAFIM et al., 2018; AL-GHEETHI et al., 2021).

Para Siddiki (2021), a produção animal tem grande impacto na geração de estrume, sangue e conteúdo ruminal, o que poderia ocasionar impactos ambientais muito significativos. O autor cita, em particular, a tendência para a contaminação do solo pelo aumento da deposição de nutrientes. Já Mauthoor (2017), frisa que o esterco da barriga também polui pelo odor desagradável, e explica ainda que suas características se relacionam ao tipo de alimentação dos animais e ao período de jejum. O estrume da barriga, segundo ele, contém material lignocelulósico parcialmente digerido, como grama e palha.

No que se refere aos efluentes, eles são nocivos devido à composição de fibras, proteínas, gorduras, altos teores orgânicos, patógenos e medicamentos veterinários (AL-GHEETHI et al., 2021). Estes resíduos induzem propagação das algas que limitam o oxigênio aquático e desencadeiam contaminações de corpos d'água. Portanto, as implicações da grande quantidade de resíduos de abatedouros descartados no sistema ecológico não devem ser desconsideradas (AL-GHEETHI et al., 2021).

Os antibióticos descartados, resultantes do uso em massa para extirpar doenças e promotores de crescimento animal também afetam o meio ambiente. Os antibióticos mais comuns associados a resíduos de matadouros são doxiciclina, clortetraciclina e sulfadiazina. A consequência clara do descarte inadequado é a descarga de compostos antibióticos diretamente nos rios ou chorume, o que impacta diretamente os organismos vivos nos corpos

d'água e prejudica a vida aquática, levando ao aumento da distribuição de bactérias resistentes a antibióticos no ambiente (AL-GHEETHI et al., 2021).

As águas residuárias de abatedouros podem conter ainda nitrato, detergentes, surfactantes e ânions clorídricos, classificados como contaminantes. Tensoativos catiônicos e aniônicos também são usados em matadouros para limpeza e desinfecção, associados à concentrações totais de nitrogênio e fósforo. Fatores como estes fazem com que o efluente esteja suscetível à patógenos infecciosos (AL-GHEETHI et al., 2021).

As fontes de geração de águas residuais incluem as atividades nos currais, áreas de abate, áreas de miudezas e processamento. A configuração da planta influencia diretamente nas quantidades variadas de sangue, gordura, esterco, carne e detergentes entrando no sistema de tratamento de efluentes se não forem capturados para o sistema de tratamento de resíduos sólidos (HARRIS; MCCABE, 2020).

Nesta perspectiva de que os resíduos de abatedouros são altamente poluentes, mas possuem grande potencial na geração de valor, vários estudos em nível global têm sido realizados na busca por alternativas sustentáveis que possam gerar ganhos econômicos, ambientais e sociais, tais como o tratamento dos resíduos e sua recuperação, representando uma solução tripla: segurança humana, redução da poluição e recuperação de energia (SANTAGATA; RIPA; ULGIATI, 2017). Desde o início do Século XXI, em particular, houve um interesse notável no estudo de tecnologias para o tratamento de resíduos sólidos e líquidos, por uma série de fatores: custos crescentes de energia, água e fertilizantes; custos crescentes de descarte e emissão de odor (MCCABE et al., 2020).

Esta etapa do gerenciamento de resíduos, evoluiu para processos de alta qualidade, podendo ser classificada em quatro categorias: uso direto dos biorresíduos gerados; processos biológicos; processos termoquímicos; e físico-químicos. Atualmente, os processos biológicos e termoquímicos ganharam grande atenção das indústrias por sua alta eficiência (AL-GHEETHI et al., 2021).

Os processos biológicos são a conversão de resíduos biológicos por organismos vivos e requerem menor consumo de energia. Já nos processos termoquímicos, o calor é aplicado para higienizar os biorresíduos de abatedouros, convertendo-os em produtos finais utilizáveis em estado estável, e reduzir a disposição final em aterros (AL-GHEETHI et al., 2021).

Dentre os processos biológicos, a digestão anaeróbia, muito utilizada na produção de biogás, é um dos principais processos de combate às mudanças climáticas, bem como uma estratégia de gerenciamento de resíduos. O biogás é um recurso renovável formado principalmente de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), 60% e 35-40%,

respectivamente. Esta tecnologia é um processo para decomposição da matéria orgânica em ambiente fechado, utilizando-se um consórcio de microrganismos na ausência de oxigênio. Desta forma, é benéfica para as comunidades na produção de energia renovável e o resíduo digerido (substrato) pode ser coletado como adubo orgânico e reutilizado na plantação (ALI et al., 2021; SIDDIKI et al., 2021).

As lagoas para tratamento de resíduos são muito utilizadas, sobretudo para agroindústrias como abatedouros. Esse método é o preferido para o tratamento de águas residuais na Austrália, devido ao baixo custo e simplicidade, sendo amplamente utilizado na indústria de carnes como a primeira etapa do tratamento secundário de águas residuais de abate de alta resistência, como um meio eficiente pelo qual a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO) podem ser reduzidas em até 90% (MCCABE et al., 2020).

O tratamento por compostagem pode ter um impacto maior do que outros tratamentos, podendo reduzir drasticamente peso e volume dos resíduos de matadouros despejados em aterros sanitários e minimizar o risco de microrganismos patogênicos no solo, melhorando suas propriedades (AL-GHEETHI et al., 2021).

No caso dos tratamentos termoquímicos, são altamente recomendados para eliminação de patógenos em resíduos. A pirólise é realizada em altas temperaturas e baixa concentração de oxigênio, enquanto a gaseificação é uma técnica de tratamento térmico que utiliza ar. Já a incineração, consiste no método mais eficaz dentre todos os tratamentos, pois elimina todos os agentes que possam apresentar riscos à saúde humana e ao meio ambiente (AL-GHEETHI et al., 2021).

Quanto aos sistemas físico-químicos, como caixa de gordura, adsorção, filtração por membrana, flotação e coagulação com diferentes compostos químicos, são utilizados em estações de tratamento para o pré-tratamento de efluentes contendo gorduras e graxas. Entretanto, esses processos comumente são ineficientes na remoção de partículas coloidais e emulsificadas e também caros (CHENG et al., 2020).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da carne bovina é muito representativa economicamente tanto para países desenvolvidos como também para as nações desenvolvidas, constituindo-se numa importante fonte de emprego e renda. Para além disso, a carne bovina é uma importante fonte de proteína animal em muitos países, sendo seu consumo parte das tradições e cultura de diversos povos.

Por outro lado, os processos de gerenciamento neste tipo de atividade econômica precisam seguir padrões rigorosos de controle e qualidade, dado o potencial poluidor dos resíduos sólidos gerados. Assim, o uso de tecnologias mitigadoras de impacto ambiental se faz imprescindível para a reciclagem desses materiais que podem, inclusive, trazer sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente.

É preciso compreender que o gerenciamento dos resíduos passa por uma série de etapas - da geração à destinação final - e que estudos são bem-vindos em todas elas, já que representam uma sequência metódica para melhorar o gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos provenientes do abate de bovinos. Neste sentido, se faz mister o estudo das diferentes etapas de gerenciamento e tecnologias mitigadoras de impacto que, em face deste estudo, se mostraram ainda incipientes, tão grande foi a ênfase atribuída à etapa de tratamento dos resíduos e às tecnologias de tratamento, como digestão anaeróbia e compostagem.

Os resultados deste estudo ainda direcionam para a escassez de pesquisas em gerenciamento de resíduos sólidos na indústria da carne bovina no Brasil, considerando-se as revistas com avaliação *Qualis Periódicos* (A). Portanto, este é um campo fértil para pesquisas de qualidade provenientes do Brasil que possam ser publicadas em revistas internacionais.

No que se refere às limitações do estudo realizado, é importante destacar que a revisão sistemática não apresenta resultados conclusivos, mas tão somente produz reflexões aos pesquisadores, governos e entidades privadas, que nortearão a realização de futuros estudos e aplicações das tecnologias mitigadoras nesta área de conhecimento. É por este motivo que se recomenda a realização de estudos de revisão que possam abarcar outras bases de dados e/ou outros termos (palavras-chave) para maior precisão e confirmação dos resultados obtidos neste estudo.

REFERÊNCIAS

- AKANNI, A.; OGBIYE, A.; ONAKUNLE, O. **The Impact assessment of abattoir waste facility discharge on water in Osogbo, Nigeria.** Cogent Engineering, v. 6, n. 1, p. 1614317, 1 jan. 2019.
- AL-GHEETHI, A. et al. **Biowastes of slaughterhouses and wet markets: an overview of waste management for disease prevention.** Environmental Science and Pollution Research, 28 set. 2021.
- ALI, A. M. et al. **The economic and environmental analysis of energy production from slaughterhouse waste in Saudi Arabia.** Environment, Development and Sustainability, v. 23, n. 3, p. 4252–4269, mar. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004** : Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: 2004. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2022.
- BAAS, J. et al. **Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies.** Quantitative Science Studies, v. 1, n. 1, p. 377–386, 1 fev. 2020.
- BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial**: volume único. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- BHUNIA, S. et al. **Application of recycled slaughterhouse wastes as an organic fertilizer for successive cultivations of bell pepper and amaranth.** Scientia Horticulturae, v. 280, p. 109927, abr. 2021.
- BIRKLE, C. et al. **Web of Science as a data source for research on scientific and scholarly activity.** Quantitative Science Studies, v. 1, n. 1, p. 363–376, 1 fev. 2020.
- BUNMEE, T. et al. **Current situation and future prospects for beef production in Thailand** — A review. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, v. 31, n. 7, p. 968–975, 31 maio 2018.
- BRASIL. **Decreto nº 10.468 de 18 de agosto de 2020.** Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.468-de-18-de-agosto-de-2020-272981604>. Acesso em: 28 mai. 2022.
- _____. **Lei nº 12.305, de 2 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/112305.htm. Acesso em: 7 set. 2020.
- CAFÉ, L. M. A.; BRÄSCHER, M. **Organização da informação e bibliometria.** Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, p. 54–75, 1 jan. 2008.

CHENG, D. et al. **A review on application of enzymatic bioprocesses in animal wastewater and manure treatment.** *Bioresource Technology*, v. 313, p. 123683, out. 2020.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

_____. **Responsabilidade social: fundamentos e gestão.** São Paulo: Atlas, 2012

DROUILLARD, J. S. **Current situation and future trends for beef production in the United States of America** — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 31, n. 7, p. 1007–1016, 21 jun. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo.** [S.I.]: EMBRAPA: 2021. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo#:~:text=Brasil%20tem%20o%20maior%20rebanho%20bovino%20do%20mundo,-Em%202020%2C%20o&text=dos%20Estados%20Unidos.-,Mas%20em%20quantidade%20de%20carnes%20exportadas%20\(bovina%2C%20su%C3%A Dna%20e%20aves,brasileiras%20renderam%20US%24%20265%20bilh%C3%B5es.](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo#:~:text=Brasil%20tem%20o%20maior%20rebanho%20bovino%20do%20mundo,-Em%202020%2C%20o&text=dos%20Estados%20Unidos.-,Mas%20em%20quantidade%20de%20carnes%20exportadas%20(bovina%2C%20su%C3%A Dna%20e%20aves,brasileiras%20renderam%20US%24%20265%20bilh%C3%B5es.) Acesso em: 17 mar 2022.

FAO. **World Livestock 2011 – Livestock in food security.** Rome: FAO, 2011.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. **Revisão Sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação.** *Logeion: Filosofia da Informação*, v. 6, n. 1, p. 57–73, 15 set. 2019.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. **Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração.** *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 23, p. 183–184, mar. 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GREENWOOD, P. L.; GARDNER, G. E.; FERGUSON, D. M. **Current situation and future prospects for the Australian beef industry — A review.** *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 31, n. 7, p. 992–1006, 12 abr. 2018.

GUSENBAUER, M. **Google Scholar to overshadow them all? Comparing the sizes of 12 academic search engines and bibliographic databases.** *Scientometrics*, v. 118, n. 1, p. 177–214, 1 jan. 2019.

HARRIS, P. W.; MCCABE, B. K. **Process Optimisation of Anaerobic Digestion Treating High-Strength Wastewater in the Australian Red Meat Processing Industry.** *APPLIED SCIENCES-BASELST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLANDMDPI*, , nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da pecuária municipal.** [S.I.]: IBGE, 2020a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>. Acesso em: 10 mar 2022.

_____. **Indicadores IBGE:** estatística da produção pecuária. [S.I.]: IBGE, 2020b.

Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3087/epp_pr_2020_4tri.pdf. Acesso em: 27 jun 2020.

KEFALEW, T.; LAMI, M. **Biogas and bio-fertilizer production potential of abattoir waste:** implication in sustainable waste management in Shashemene City, Ethiopia. *Heliyon*, v. 7, n. 11, p. e08293, 1 nov. 2021.

LOGANATH, R.; SENOPHIYAH-MARY, J. **Critical review on the necessity of bioelectricity generation from slaughterhouse industry waste and wastewater using different anaerobic digestion reactors.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 134, p. 110360, 1 dez. 2020.

MALAFAIA, G. C. et al. **The Brazilian beef cattle supply chain in the next decades.** *Livestock scienceradarweg 29*, 1043 nx amsterdam, netherlandselsevier, nov. 2021.

MAUTHOOR, S. **Uncovering industrial symbiosis potentials in a small island developing state:** The case study of Mauritius. *Journal of Cleaner Production*, v. 147, p. 506–513, mar. 2017.

MCCABE, B. K. et al. **Toward profitable and sustainable bioresource management in the Australian red meat processing industry:** A critical review and illustrative case study. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 50, n. 22, p. 2415–2439, 2020.

MAROUN, A. **Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos:** guia de procedimento passo a passo. Rio de Janeiro: GMA, 2006.

MARTINS, G. A; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de metodologia da pesquisa científica.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Inovação pode tornar pecuária aliada na redução de emissão de gases de efeito estufa.** 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/02/1779602>. Acesso em: 08 mai 2022.

PACHECO, J. W; YAMANAKA, H. T. **Guia técnico ambiental de abate.** São Paulo : CETESB, 2006. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/abate.pdf>. Acesso em: 5 maio 2022.

PAGE, Matthew J. et al. **The PRISMA 2020 statement:** an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v. 372: n71, 2021.

PALHARES, J. C. P. **Produção animal e recursos hídricos :** uso da água nas dimensões quantitativa e qualitativa e cenários regulatórios e de consumo. Brasília, DF : Embrapa, 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico:** Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PULINA et, al. **Animal board invited review – Beef for future: technologies for a sustainable and profitable beef industry.** *Animal*, v. 15, n. 11, p. 100358, 1 nov. 2021.

RAMIRES, M. F. et al. **Uso potencial de resíduos de abatedouro de suínos como fonte de nutrientes na agricultura.** *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 14, n.1, p. 243-259, 2021 - e-ISSN 2176-9168. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/6413/6522>. Acesso em: 01 out. 2021.

SAGASTUME GUTIÉRREZ, A. et al. **The energy potential of agriculture, agroindustrial, livestock, and slaughterhouse biomass wastes through direct combustion and anaerobic digestion.** The case of Colombia. *Journal of Cleaner Production*, v. 269, p. 122317, 1 out. 2020.

SANTAGATA, R.; RIPA, M.; ULGIATI, S. **An environmental assessment of electricity production from slaughterhouse residues.** Linking urban, industrial and waste management systems. *Applied Energy*, v. 186, p. 175–188, jan. 2017.

SANTAGATA, R. et al. Power generation from slaughterhouse waste materials. An energy accounting assessment. *Journal of Cleaner Production*, v. 223, p. 536–552, 20 jun. 2019.

SANTOS, V. S.; LOPES, C. M. D.; FILHO, M. A. C. B. **Proposta de termo de referência para elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos de abatedouros.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 2019. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/TrabalhosCompletoPDF/III-321.pdf>. Acesso em 28 mai. 2022.

SCHALCH, V. et al. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.** São Carlos: USP, 2002. Disponível em: http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/Apostila_Gestao_e_Gerenciamento_de_RS_Schalch_et_al.pdf. Acesso em: 28 mai. 2022.

SERAFIM, E. R. C. N. et al. **Tratamento de resíduos em frigoríficos de bovinos em Pernambuco.** *Revista de Medicina Veterinária*. Recife: UFRPE, 2018. Disponível em: <http://journals.ufrpe.br/index.php/medicinaveterinaria/article/view/2368/482482983>. Acesso em: 28 mai. 2022.

SIDDIKI, SK. Y. A. et al. **Theoretical calculation of biogas production and greenhouse gas emission reduction potential of livestock, poultry and slaughterhouse waste in Bangladesh.** *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 9, n. 3, p. 105204, jun. 2021.

SILVA, M. A. da. **Diagnóstico do Gerenciamento dos resíduos sólidos provenientes do Matadouro Público do Município de Pombal-PB.** Pombal: UFCG, 2017. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/888/MICHEL%20ALMEIDA%20DA%20SILVA%20-%20DISSERTA%20c3%87%20c3%83O%20PPGSA%20PROFISSIONAL%202017.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 28 mai. 2022.

SHIRZAD, M. et al. **A comprehensive review on electricity generation and GHG emission reduction potentials through anaerobic digestion of agricultural and livestock/slaughterhouse wastes in Iran.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 111, p. 571–594, 1 set. 2019.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. **Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping.** *Scientometrics*, v. 84, n. 2, p. 523–538, 1 ago. 2010.

WORMELL, I. **Informetria: explorando bases de dados como instrumentos de análise.** *Ciência da Informação*, v. 27, p. nd-nd, 1998.

ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, D. M. F.; CALEMAN, S. M. de Q. **Gestão de sistemas de agronegócios.** São Paulo: Atlas, 2015.