



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DE**  
**RECURSOS NATURAIS**

**Wanessa Alves Martins**

**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO PROCESSO PRODUTIVO DE FRANGO DE**  
**CORTE NO AGRESTE PARAIBANO**

Campina Grande – PB

2023

**Wanessa Alves Martins**

**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO PROCESSO PRODUTIVO DE FRANGO DE  
CORTE NO AGRESTE PARAIBANO**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia de Recursos Naturais

ORIENTADOR: Prof. Dr<sup>a</sup> Viviane Farias Silva

Campina Grande – PB

2023

M384a Martins, Wanessa Alves.  
Análise do ciclo de vida do processo produtivo de frango de corte no Agreste paraibano / Wanessa Alves Martins – Campina Grande, 2023.  
97 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2023.  
"Orientação: Profa. Dra. Viviane Farias Silva."  
Referências.

1. Produção Avícola. 2. Sustentabilidade. 3. Categoria de Impacto. 4. Open LCA. 5. Proteína Animal. I. Silva, Viviane Farias. II. Título.

CDU 621.227(043)

**Wanessa Alves Martins**

**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO PROCESSO PRODUTIVO DE FRANGO DE  
CORTE NO AGRESTE PARAIBANO.**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais.

Aprovado em: 12/07/2023

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Viviane Farias Silva - UFCG  
(Orientadora)

---

Prof. Dr. Emanuel Lima Martins – UFCG  
(Examinador Interno)

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Janaína Barbosa da Silva - UFCG  
(Examinadora Interna)

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Aline Costa Ferreira - UFCG  
(Examinadora Externa)

---

Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque - UFCG  
(Examinador Externo)

Campina Grande – PB

2023



Documento assinado eletronicamente por **VIVIANE FARIAS SILVA, VICE-COORDENADOR**, em 13/07/2023, às 15:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JANAINA BARBOSA DA SILVA, PROFESSOR**, em 14/07/2023, às 07:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **Emanoel Lima Martins, Usuário Externo**, em 17/07/2023, às 13:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **WALKER GOMES DE ALBUQUERQUE, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/08/2023, às 16:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **ALINE COSTA FERREIRA, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/08/2023, às 12:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **3536231** e o código CRC **5A95AA74**.

Dedico este trabalho a Deus, “pois dele, por ele e para ele são todas as coisas” (Romanos 11:36). Aos meus pais, por todo carinho, apoio e compreensão. Ao meu esposo Carlos Eduardo e a minha filha Esther Maria por serem verdadeiros presentes de Deus em minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Á Deus, por sempre está conduzindo os meus caminhos, especialmente nos momentos de dificuldades.

A minha orientadora, Viviane Farias Silva, por toda orientação e amizade no decorrer desses anos, sem o seu apoio a caminhada teria sido ainda mais difícil. Gratidão por todos os ensinamentos que ultrapassaram o campo acadêmico e perpetuam para a vida.

Ao meu esposo, Carlos Eduardo Pereira de Moraes, por toda compreensão, apoio e companheirismo no decorrer deste trabalho.

A minha amada filha Esther Maria, por ser luz que ilumina os meus olhos e o motivo dos meus esforços diários.

Aos meus amados pais, por sempre terem acreditado e incentivado a nunca desistir dos meus estudos. Essa conquista também é de vocês!!

Aos professores, Dr<sup>a</sup> Aline Costa Ferreira, Dr. Walker Gomes de Albuquerque, Dr<sup>a</sup> Janaína Barbosa da Silva e Dr. Emanuel Lima Martins, por terem aceitado o convite de participar da defesa deste trabalho e por todas as contribuições para o melhoramento da pesquisa.

A todos os professores do PPGEGRN, pela partilha de conhecimentos no decorrer das disciplinas ministradas. Minha eterna gratidão!!

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo incentivo financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

A turma de doutorado 2018, pelos momentos de descontração e aprendizagem.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

Objetivou-se com esse estudo analisar o ciclo de vida do processo produtivo de frango de corte no agreste paraibano, considerando dois sistemas de produção (semiautomático e manual). Foram coletados dados primários junto aos avicultores, por meio dos relatórios de cada ciclo produtivo. Nestes relatórios pode-se encontrar os quantitativos de pintos que chegam no galpão, o total do lote de frango comercializado, quantidade de ração consumida por frango e total, peso total do lote, peso médio do frango, taxa de conversão alimentar, insumos, matéria-prima consumida e receitas. Após a realização do inventário, os dados foram inseridos no software Open LCA, seguindo as recomendações da norma ISO 14.040 (2014). A unidade funcional utilizada foi de 1kg de carne de frango e as categorias de impacto avaliadas foram: acidificação, aquecimento global, eutrofização, destruição da camada de ozônio, oxidação fotoquímica, toxicidade humana, ecotoxicidade terrestre, ecotoxicidade aquática em água doce e depleção dos recursos abióticos. O período de análise da produção foi de três anos (2018 a 2020), em duas granjas e considerando quatro ciclos produtivos anuais em cada. A partir dos resultados constatou-se que o galpão manual apresentou um melhor gerenciamento ao longo dos anos analisados, uma vez que obteve uma baixa taxa de mortalidade, um maior peso médio de frango e uma maior densidade de frango por metro quadrado. Em relação aos resíduos gerados por ambos os aviários, verificou-se similaridade aos produzidos por outros galpões do país, como os efluentes líquidos oriundos da lavagem de piso e de equipamentos, emissões para a atmosfera provenientes da queima da biomassa, bem como da volatilização dos gases resultantes dos dejetos. Inclui-se também os resíduos sólidos como a cama de frango e as cinzas resultantes da queima da biomassa. No que se refere às categorias de impacto analisadas, constatou-se que para as categorias acidificação e eutrofização, no galpão semiautomático não houve variação nos valores de contribuição dessas categorias ao decorrer dos três anos, mas que ao ser comparado com as contribuições geradas pelo galpão manual, foram superiores. Quanto às categorias de impacto aquecimento global, destruição da camada de ozônio, toxicidade humana, ecotoxicidade terrestre, ecotoxicidade aquática de água doce e depleção dos recursos abióticos os valores das contribuições geradas pelo galpão semiautomático foram crescentes ao longo dos anos, enquanto no galpão manual, apesar de também ter contribuído para essas categorias de impacto, no decorrer dos anos houve uma redução anual para essas categorias. No que se refere a categoria oxidação fotoquímica, observou-se um comportamento diferente, com contribuições variadas entre os anos e entre os galpões. No ano de 2018, o galpão manual apresentou contribuições superior ao do galpão semiautomático, já em 2019, as contribuições



apresentaram uma similaridade, com um acréscimo das contribuições pelo galpão semiautomático e uma redução do galpão manual, ficando assim equiparados. Em 2020, as contribuições do galpão semiautomático foram superiores às do galpão manual para a categoria oxidação fotoquímica. Por fim, conclui-se que houve diferença nas contribuições das categorias de impacto decorrente do processo produtivo de frango de corte entre as granjas semiautomática e manual. Destacando-se o galpão manual que apresentou os melhores resultados, quando comparado ao galpão semiautomático.

**Palavras-chave:** Produção Avícola; Categorias de Impacto; Open LCA; Proteína Animal; Sustentabilidade.

## ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the life cycle of the broiler chicken production process in rural Paraíba, considering two production systems (semi-automatic and manual). Primary data was collected from poultry farmers, through reports on each production cycle. In these reports you can find the number of chicks arriving at the warehouse, the total batch of chicken sold, quantity of feed consumed per chicken and total, total weight of the batch, average weight of the chicken, feed conversion rate, inputs, material raw material consumed and recipes. After carrying out the inventory, the data was entered into the Open LCA software, following the recommendations of ISO 14.040 (2014). The functional unit used was 1kg of chicken meat and the impact categories evaluated were: acidification, global warming, eutrophication, ozone layer destruction, photochemical oxidation, human toxicity, terrestrial ecotoxicity, aquatic ecotoxicity in freshwater and resource depletion. abiotic. The production analysis period was three years (2018 to 2020), on two farms and considering four annual production cycles on each. From the results it was found that the manual shed presented better management over the years analyzed, as it achieved a low mortality rate, a higher average chicken weight and a higher chicken density per square meter. In relation to the waste generated by both poultry farms, there was a similarity to that produced by other warehouses in the country, such as liquid effluents from washing floors and equipment, emissions into the atmosphere from the burning of biomass, as well as the volatilization of gases resulting from waste. Solid waste such as chicken litter and ash resulting from the burning of biomass are also included. With regard to the impact categories analyzed, it was found that for the acidification and eutrophication categories, in the semi-automatic warehouse there was no variation in the contribution values of these categories over the three years, but when compared with the contributions generated by the warehouse manual, were superior. As for the impact categories global warming, destruction of the ozone layer, human toxicity, terrestrial ecotoxicity, freshwater aquatic ecotoxicity and depletion of abiotic resources, the values of contributions generated by the semi-automatic warehouse have increased over the years, while in the manual warehouse, although it also contributed to these impact categories, over the years there was an annual reduction in these categories. Regarding the photochemical oxidation category, a different behavior was observed, with contributions varying between years and between sheds. In 2018, the manual shed presented higher contributions than the semi-automatic shed, whereas in 2019, the contributions showed similarity, with an increase in contributions from the semi-automatic shed and a reduction from the manual shed, thus becoming equivalent. In 2020, the contributions of the semi-automatic

warehouse were higher than those of the manual warehouse for the photochemical oxidation category. Finally, it is concluded that there was a difference in the contributions of the impact categories resulting from the broiler chicken production process between semi-automatic and manual farms. Highlighting the manual warehouse that presented the best results, when compared to the semi-automatic warehouse.

**Keywords:** Poultry Production; Impact Categories; Open LCA; Animal Protein; Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da produção de carne de frango no Brasil. ....	24
Figura 2 - Porcentagem da produção das três principais fontes de proteína animal no ano de 2021 no Brasil.....	25
Figura 3 - Variação do consumo per capita de carne de Frango no Brasil.....	27
Figura 4 - Produção de carne de frango na região Nordeste do Brasil.....	29
Figura 5 - Evolução do quantitativo de cabeça de frango abatido na Paraíba.....	30
Figura 6 - Efetivo de galináceos produzidos no estado da Paraíba no ano de 2017.....	32
Figura 7 - Aviário localizado na zona rural do município de Pocinhos – PB (A) e Aviário localizado no município de Boa Vista – PB (B).....	35
Figura 8 - Fluxograma da cadeia produtiva da avicultura de corte. ....	37
Figura 9 - Estrutura da Avaliação do Ciclo de Vida - ACV.....	45
Figura 10 - Localização das granjas no município de Pocinhos e Boa Vista no estado da Paraíba. ....	56
Figura 11 - Fluxograma das etapas metodológicas ....	57
Figura 12 - Fluxograma da Produção de Frango de Corte. ....	59
Figura 13 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria acidificação nos dois aviários.....	68
Figura 14 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria aquecimento global nos dois aviários. ....	70
Figura 15 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria eutrofização nos dois aviários.....	71
Figura 16 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria destruição da camada de ozônio nos dois aviários. ....	73
Figura 17 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria oxidação fotoquímica nos dois aviários.....	74
Figura 18 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria toxicidade humana nos dois aviários. ....	75
Figura 19 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria ecotoxicidade terrestre nos dois aviários.....	76
Figura 20 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria ecotoxicidade aquática de água doce nos dois aviários.....	77

Figura 21 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria depleção de recursos abióticos nos dois aviários.....78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantitativo de cabeças de animais abatidos de 2013 – 2021.....	25
Tabela 2 - Exportação brasileira de carne de frango.....	28
Tabela 3 - Efetivo de galináceos nas mesorregiões da Paraíba (2002 a 2021) .....	32
Tabela 4 - Participação da Paraíba nas exportações brasileiras.....	33
Tabela 5 - Produção pecuária do ano de 2021 no município de Pocinhos – PB.....	35
Tabela 6 - Dados de ICV da granja semiautomática no ano de 2018, 2019 e 2020.....	60
Tabela 7 - Dados de ICV da granja manual entre os anos 2018, 2019 e 2020.....	61
Tabela 8 - Características de produção da granja semiautomática.....	66
Tabela 9 - Características de produção da granja manual.....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais softwares de ACV no mundo.....	48
Quadro 2 - Principais métodos de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV).....	49
Quadro 3 - Principais Bancos de dados.....	51
Quadro 4 - Algumas pesquisas que utilizaram o software OpenLCA.....	63
Quadro 5 - Categorias de impacto e unidades consideradas.....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AICV	Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal.
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
CFC	Clorofluorcarbonetos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EPA	Environmental Protection Agency
GEE	Gases do Efeito Estufa
GWP	Potencial de Aquecimento Global
HCFC	hidroclorofluorcarbonos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICV	Inventário de Ciclo de Vida
ISO	International Organization for Standardization
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
PA	Potencial de Acidificação
PE	Potencial de Eutrofização
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry



## SUMÁRIO

<b>1.0</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>18</b>
1.1	Justificativa	20
<b>2.0</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
2.1	Geral	21
2.2	Específicos	21
<b>3.0</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>22</b>
3.1	Histórico da avicultura no Brasil	22
3.2	Evolução da produção avícola no Brasil	23
3.3	Cenário da avicultura no Nordeste e na Paraíba	29
3.3.1	<i>Características da Mesorregião do Agreste Paraibano</i>	34
3.3.2	<i>Interações da Produção Avícola em Municípios do Agreste Paraibano</i>	34
3.4	Cadeia produtiva da avicultura de corte	36
3.5	Tecnologias utilizadas nos aviários	38
3.5.1	<i>Sistema Convencional</i>	38
3.5.2	<i>Sistema Semiclimatizado</i>	39
3.5.3	<i>Sistema Climatizado</i>	39
3.5.4	<i>Sistema Dark House</i>	39
3.5.5	<i>Sistema Brown House</i>	40
3.5.6	<i>Sistema Blue House e Green house</i>	40
3.5.7	<i>Aviários gigantes</i>	40
3.6	Impactos ambientais da produção avícola	41
3.6.1	<i>Água</i>	41
3.6.2	<i>Solo</i>	42
3.6.3	<i>Ar</i>	43
3.7	Avaliação do Ciclo de Vida – ACV	43
3.7.1	<i>Estrutura da Avaliação do Ciclo de Vida – ACV</i>	45
3.7.2	<i>Vantagens e Limitações da Avaliação de Ciclo de Vida – ACV</i>	46
3.8	Softwares de ACV	47
3.9	Métodos de avaliação de impactos	49
3.10	Banco de dados para ACV	50
3.11	Utilização da ferramenta ACV na produção avícola	51
3.11.1	<i>Estudos de Caso</i>	53
<b>4.0</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>55</b>

<b>4.1</b>	<b>Tipo de pesquisa.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2</b>	<b>Caracterização da área de estudo.....</b>	<b>55</b>
<b>4.3</b>	<b>Procedimento metodológico .....</b>	<b>57</b>
<b>4.4</b>	<b>Revisão bibliográfica .....</b>	<b>57</b>
<b>4.5</b>	<b>Coleta de dados .....</b>	<b>58</b>
<b>4.6</b>	<b>Metodologia aplicada a ACV .....</b>	<b>58</b>
4.6.1	<i>Definição do Escopo e Objetivo .....</i>	58
4.6.2	<i>Inventário de Ciclo de Vida – ICV .....</i>	58
<b>5.0</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>5.1</b>	<b>Caracterização do processo produtivo de frango de corte das granjas semiautomática e manual.....</b>	<b>66</b>
<b>5.2</b>	<b>Avaliação dos impactos ambientais do processo produtivo de frango de corte das granjas analisadas.....</b>	<b>68</b>
5.2.1	<i>Acidificação .....</i>	68
5.2.2	<i>Aquecimento Global .....</i>	69
5.2.3	<i>Eutrofização .....</i>	71
5.2.4	<i>Destrução da Camada de Ozônio.....</i>	72
5.2.5	<i>Oxidação fotoquímica .....</i>	73
5.2.6	<i>Toxicidade humana .....</i>	75
5.2.7	<i>Ecotoxicidade Terrestre .....</i>	76
5.2.8	<i>Ecotoxicidade Aquática de Água Doce .....</i>	77
5.2.9	<i>Depleção de Recursos Abióticos .....</i>	78
<b>6.0</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>80</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>82</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, que já alcançou 8 bilhões, podendo atingir 8,5 bilhões em 2030, torna-se extremamente necessário adotar meios de produção que atendam a demanda alimentar dessa população global, mas, que ao mesmo tempo sejam sustentáveis (UNITED NATIONS, 2022). Assim, para suprir essa demanda inúmeros investimentos são realizados pensando em uma agricultura mais sustentável, na concessão de sistemas de proteção social e conseqüentemente, deverá haver um aumento de suínos e aves em comparação aos ruminantes, uma vez que a produção de ruminantes é pouco sustentável, por necessitar de grandes áreas para pastagens e pela emissão de gases do efeito estufa que compete com a pegada de carbono de diversos setores, como por exemplo o de transporte rodoviário, aéreo e espaciais juntos (ONU, 2018; FAO, 2003).

A carne de ave, é a segunda mais consumida mundialmente, só perdendo para a carne suína e deverá assumir a liderança no futuro (ABPA, 2022; FAOSTAT, 2019; OECD-FAO, 2015; ALEXANDRATOS e BRUINSMA, 2012). O elevado consumo e a demanda estimada vêm colaborando para que a produção de proteína animal se intensifique em sistemas agropecuários confinados de larga escala. Portanto, a produção avícola vem ganhando destaque no cenário mundial mostrando ser uma alternativa eficaz para o fornecimento deste tipo de proteína a um custo relativamente baixo quando comparado à produção suína e bovina (CARVALHO, 2018).

A produção mundial de carne de frango, em 2022, foi de cerca de 101.086 milhões de toneladas. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de frango, atingindo 14,5 milhões de toneladas em 2022, ficando atrás somente dos Estados Unidos, com uma produção de aproximadamente 21 milhões de toneladas. Da produção brasileira de carne de frango, 66,8% são destinados ao mercado interno e 33,2% para a exportação. O consumo *per capita* de carne de frango no ano de 2022 foi de 45,2 kg/hab. O setor avícola industrial também é responsável por gerar mais de 2,6 milhões de empregos diretos e indiretos (ABPA, 2023; ABPA, 2022).

O melhoramento das taxas de conversão alimentar, pesquisas genéticas, tecnologias de nutrição animal, crescimento de aviários automatizados e práticas de manejo da produção corretas podem ser considerados como alguns fatores que justificam o volume de carne citado anteriormente e a capacidade da produção brasileira de frango de corte (DE SOUSA, 2018). Em contrapartida, a produção de frangos de corte aliado os sistemas cada vez mais intensivos,

propicia um aumento na produção de dejetos. O aumento destes rejeitos é um dos fatores significativos na emissão de gases para a atmosfera. Assim, o substrato utilizado para a cama pode influenciar na taxa de emissão de gases, principalmente quando se considera o desequilíbrio entre temperatura, pH da cama, teor de umidade e a ventilação do ambiente, todas essas condições em altas taxas propiciam a atividade microbiana, e conseqüentemente, a formação de volatilização de gases (LIMA, 2019; DE SOUSA, 2018; GARCIA *et al.*, 2012; VON BOBRUTZKI, MÜLER e SCHERER, 2011; TOGHYANI *et al.*, 2010; SIEFERT e SCUDLARK, 2008).

Desta forma, torna-se importante a utilização de ferramentas que analisem a sustentabilidade de uma produção e avaliem seus impactos ambientais (CESARI *et al.*, 2017). Neste contexto, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) vem se tornando uma ferramenta fundamental tanto para quantificar os impactos ambientais, como para entender quais os melhores métodos de produção (LIMA *et al.*, 2015; IPCC, 2006).

Para Chehebe (1998), todo produto, não importa o material utilizado, provoca impacto no meio ambiente, seja no seu processo produtivo, das matérias-primas que consome ou de seu consumo e disposição final. O setor pecuário indica grande potencial de impactos, principalmente pelas trocas ambientais dos sistemas produtivos com o ar, a água e o solo onde os sistemas de produção estão instalados (CESARI *et al.*, 2017; MACLEOD *et al.*, 2013; GERBER, OPIO e STEINFELD, 2007; STEINFELD *et al.*, 2006).

Nesta perspectiva, torna-se necessário a ACV para estimar os impactos ambientais provenientes da produção de frango de corte, que são interpretados em termos de potenciais impactos e avaliados em categorias (CESARI *et al.*, 2017; LEINONEM e KYRIAZAKIS, 2016; DE VRIES e DE BOER, 2010). Para avaliar o desempenho ambiental da produção de frango podem-se ser consideradas as categorias de impacto como: eutrofização, depleção da camada de ozônio, potencial de aquecimento global e acidificação entre outras (SKUNCA *et al.*, 2018).

## 1.1 Justificativa

A crescente preocupação ambiental vista a escassez dos recursos naturais vem proporcionando uma nova forma de pensar, principalmente por parte das empresas que tentam buscar políticas que incorpore a temática ambiental e do desenvolvimento sustentável em seus processos, produtos e/ou serviços, fazendo com que esta tenha um *ecomarketing*. Esse marketing vem sendo acompanhado pelo mercado consumidor, que a cada dia vem observando tanto a qualidade do produto, como a sua relação com o meio ambiente.

O setor avícola no Brasil, é considerado como um dos setores de grande importância na pecuária, possuindo um dinamismo econômico-social fundamental para a economia brasileira. Contudo, uma das grandes preocupações se refere ao desenvolvimento sustentável desta atividade. Neste contexto, a ACV na produção avícola, se torna uma ferramenta viável para estimar os possíveis impactos ambientais, além de auxiliar na sua gestão ambiental, e assim melhorar o desempenho do processo produtivo.

No Estado da Paraíba, a mesorregião do Agreste vem se destacando na produção de frango de corte, isto se deve principalmente aos contratos de integração entre empresas e produtores. Analisar o Ciclo de Vida da produção nessa Região, mais precisamente em dois aviários (localizados nos municípios de Pocinhos e de Boa Vista), justifica-se por estarem entre os maiores produtores do Estado e localizados na Região semiárida paraibana, tornando a pesquisa relevante. Uma vez que, nessa Região há inúmeros desafios, dentre eles, a escassez de recursos naturais necessários para o desenvolvimento da produção avícola.

A inserção da avicultura paraibana no mercado internacional e a falta de pesquisas que abordem esta temática são fatores que justificam a importância deste estudo. Sabe-se que no decorrer dos anos a avicultura teve significativos avanços, com investimentos em tecnologias, melhoramento genético, maior eficiência na taxa de conversão alimentar, aplicação de boas práticas e sanidade, mas os possíveis impactos ambientais que a avicultura pode ocasionar têm motivado diversos pesquisadores a aplicarem estudos para avaliar e auxiliar no processo de gestão ambiental desses empreendimentos.

Assim, a aplicação da ferramenta ACV de forma mais holística se torna imprescindível, uma vez que ela é considerada mundialmente, tanto para quantificar os impactos ambientais, como para entender os melhores métodos de produção e de estratégia de negócio. Desse modo, a pesquisa visou contribuir para a ampliação dos conhecimentos referentes à produção avícola

do Estado da Paraíba, além de obter informações sobre os possíveis impactos ambientais do referido setor.

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Analisar o ciclo de vida do processo produtivo de frango de corte no agreste paraibano.

### **2.2 Específicos**

- Analisar a produção avícola durante cada ciclo produtivo entre os anos de 2018 e 2020;
- Identificar e avaliar os insumos utilizados na produção de frango de corte em aviários paraibanos;
- Verificar os tipos de resíduos gerados na avicultura;
- Identificar os potenciais impactos ambientais oriundos da produção avícola;
- Comparar os impactos ambientais entre um aviário semiautomático e outro manual.

### 3.0 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Histórico da avicultura no Brasil

No Brasil, a galinha não é uma espécie nativa, mas foi introduzida pelos colonizadores que foram ocupando as terras brasileiras. As primeiras raças chegaram com Pedro Álvares Cabral, colonizador português que “descobriu” o país em 1500 (ARASHIRO, 1989). O registro das impressões de Caminha sobre a terra comprova que as primeiras matrizes de galinha chegaram com as primeiras caravelas. Ele citou, na missiva encaminhada para D. Manuel I, rei de Portugal:

“Mostraram-lhes um papagaio pardo que o capitão traz consigo; tomaram-no logo na mão e acenaram para a terra, como se os houvesse ali. Mostraram-lhes um carneiro; não fizeram caso dele. Mostraram-lhes uma galinha; quase tiveram medo dela, e não queriam pôr a mão. Depois lhe pegaram, mas como espantados” (ARASHIRO, 1989).

Em 1502, a frota portuguesa comandada por Gonçalo Coelho, o navegador, que fora encarregado de mapear parte do desconhecido litoral do Brasil, também trouxe para o país as matrizes de aves (ARASHIRO, 1989). As espécies que chegaram ao Brasil eram das regiões de onde vieram os colonizadores. Eram aves de origem mediterrâneas, pertencentes ao grupo das galinhas ibéricas, italianas e norte-africanas. Também foram introduzidas no Brasil as raças orientais e asiáticas, trazidas pelos portugueses em suas viagens as Índias e ao Oriente. O cruzamento dessas aves com as que já existiam aqui deu origem a galinha caipira, que até os dias atuais são criadas na maioria das propriedades rurais (ARASHIRO, 1989).

No Brasil, as galinhas sempre foram consideradas fonte de alimentos e quando D. João VI, chegou ao Brasil em 1806 com a Família Real portuguesa, era grande apreciador de carne de frango. Já Dom Pedro II, Imperador do Brasil de 1841 a 1889, era aficionado por canja de galinha (UBABEF, 2011). No século XIX, a avicultura no Brasil se baseava na produção artesanal, para autoconsumo e sem utilização de tecnologia. Existia um ditado popular que dizia “quando pobre come galinha, um dos dois está doente”, pois, o consumo era destinado especialmente para os dias festivos, as canjas para enfermos ou aos restaurantes das grandes capitais (DALLA COSTA, 1997).

Com o desenvolvimento da cultura do café, os grandes fazendeiros do Rio de Janeiro e de São Paulo começaram a viajar para a Europa trazendo exemplares de galinhas daquele continente. Os imigrantes que vieram para trabalhar nas fazendas de café, também trouxeram consigo exemplares de galinhas. Com isto, a criação da ave passou a fazer parte integrante das

atividades dos agricultores (ARASHIRO, 1989). No entanto, a avicultura não chegava a ser uma atividade importante, sobretudo na República Velha, pois não existia produção, comercialização, demanda e nem associações para dinamizar a atividade e desenvolvê-la. Só no século XX, é que os avicultores mais próximos dos grandes centros (Rio de Janeiro e São Paulo), passaram a organizar suas atividades através da Sociedade Brasileira de Avicultura (DALLA COSTA, 1997), e com isso expandiram a produção e comercialização desse setor.

### **3.2 Evolução da produção avícola no Brasil**

A evolução da avicultura no Brasil pode ser subdividida em três fases importantes a partir de 1950. A primeira fase teve início entre os anos de 1950 e 1970, tendo a criação de aves apenas como uma atividade básica e de subsistência (RODRIGUES *et al.*, 2014; VIEIRA e DIAS, 2005).

A segunda fase ocorreu entre os anos 1970 e 1990 e foram instaladas diversas empresas frigoríficas no país, principalmente nas Regiões Sudeste e Sul. O governo brasileiro passou a fomentar no país inovações tecnológicas, equipamentos sofisticados e instalação de centros de pesquisas para melhoramento genético. A empresa Sadia S.A. nos anos de 1970, implantou o modelo para criação de aves através do regime de integração trazido dos Estados Unidos e introduzido na Região Sul (RODRIGUES *et al.*, 2014; CARNEIRO, 2002; RIZZI, 1993).

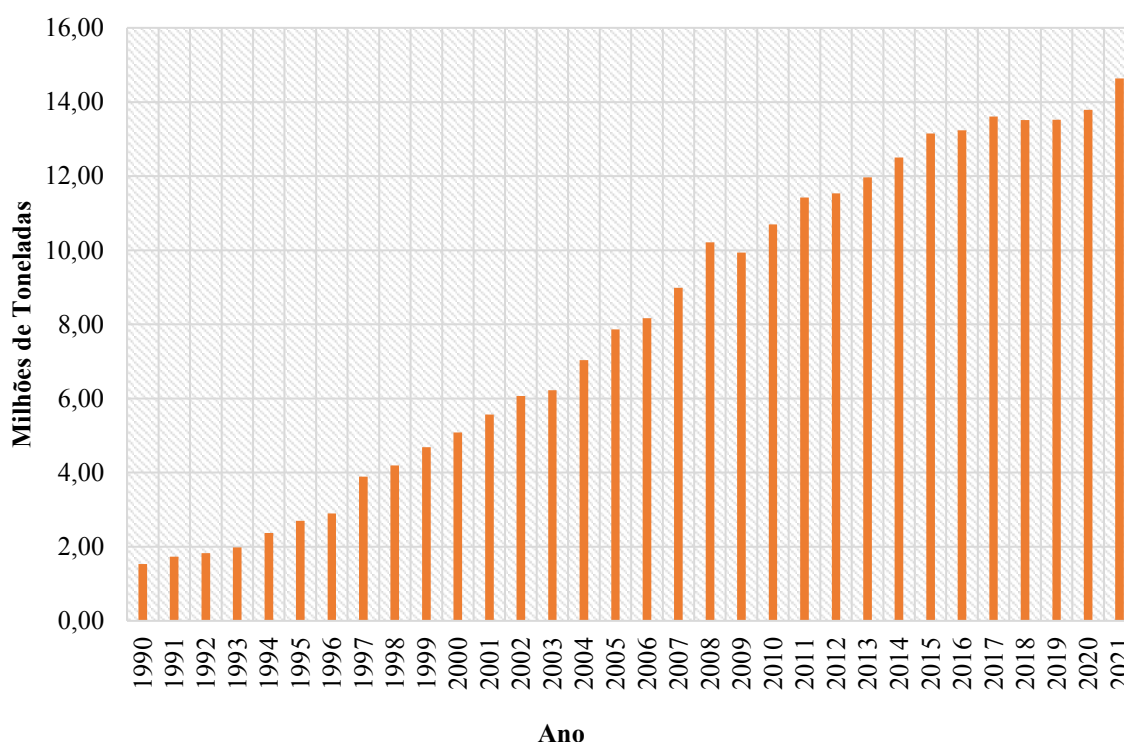
Esse novo modelo de produção, mais intensivo e verticalizado, contribuiu para o desenvolvimento da avicultura nacional, principalmente no que se refere às questões de biossegurança, sanidade, bem-estar animal e da qualidade da carne de frango. O modelo de integração tornou o sistema de produção mais organizado, definindo padrões de manejo e de boas práticas, além de fornecer assistência técnica para os produtores (DUARTE e JAENISCH, 2019; SAYAMA, 2015).

A terceira fase que corresponde aos anos após 1990, foi marcada pela abertura do mercado econômico a nível mundial das empresas na América latina, iniciando assim uma grande expansão para o mercado internacional através da exportação. Contudo, o consumo de carne de frango aumentou consideravelmente, exigindo produtos cada vez melhores e incentivando as empresas a traçarem novas estratégias para o setor avícola (RODRIGUES *et al.*, 2014).



Com o decorrer dos anos o crescimento da produção de carne de frango foi aumentando significativamente (Figura 1) e hoje o Brasil é o maior exportador de carne de frango do mundo e o segundo colocado em produção competindo diretamente com os Estados Unidos (ABPA, 2022). O Brasil obteve um crescimento no período de 1990 a 2021 de 8,28% em média ao ano, saindo de uma produção de 1.54 milhões de toneladas de carne de frango para 14.6 milhões de toneladas (IBGE – SIDRA, 2021).

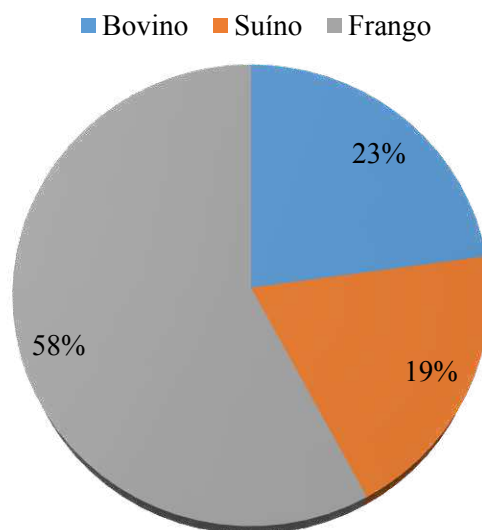
Figura 1 - Evolução da produção de carne de frango no Brasil



Fonte: IBGE – SIDRA (2022).

Segundo os dados do Sidra (IBGE, 2022), a produção total das três principais fontes de proteína animal (Frango, Bovina e Suína) no ano de 2021 no Brasil, foi de aproximadamente 25.311 milhões de toneladas. Desse total, cerca de 58% são representadas pela carne de frango, com 14.636 milhões de toneladas. Em segundo lugar, aparece a carne bovina, com uma percentagem de 23%, ou seja, uma produção de 5.775 milhões de toneladas. Já em terceiro lugar está a carne suína, com 19% do total produzido no ano, 4.898 milhões de toneladas (Figura 2).

Figura 2 - Porcentagem da produção das três principais fontes de proteína animal no ano de 2021 no Brasil



Fonte: IBGE – SIDRA (2022).

De acordo com a Figura 2, percebe-se que a avicultura ocupa um lugar de destaque entre as três principais fontes de proteína animal para o setor agroindustrial nacional. Segundo Sousa (2017), o aumento na produção de carne de frango está relacionado com a alta dos preços da carne bovina, forçando os consumidores a trocarem o consumo dessa carne pelo consumo de frango.

Na Tabela 1 podem-se observar os quantitativos do abate trimestral de frango, bovino e suíno a partir do ano de 2013 até 2022. No ano de 2013 foram abatidos 5.393.754.433 bilhões de cabeças de frangos, 34.412.070 milhões de cabeças de bovinos e 36.286.098 milhões de cabeças de suínos. Já, no ano de 2022 foram abatidos 6.152.500.150 cabeças de frango, 29.477.757 cabeças de bovinos e 55.807.809 cabeças de suínos. Comparando os valores dessas três fontes de proteína no período analisado, constata-se que o quantitativo de abate de cabeça de frango e suíno teve um aumento, enquanto o quantitativo de abate de bovinos houve uma redução.

Tabela 1 - Quantitativo de cabeças de animais abatidos de 2013 - 2021

(continua)

Trimestre de Abates	Bovinos	Frangos	Suínos
1º Trimestre de 2013	8.127.808	1.285.500.563	8.812.497
2º Trimestre de 2013	8.536.749	1.370.517.502	9.100.444
3º Trimestre de 2013	8.859.325	1.381.039.420	9.359.820
4º Trimestre de 2013	8.888.188	1.356.696.948	9.013.337
Total 2013	<b>34.412.070</b>	<b>5.393.754.433</b>	<b>36.286.098</b>

Tabela 2 - Quantitativo de cabeças de animais abatidos de 2013 - 2021  
(continuação)

<b>Trimestre de Abates</b>	<b>Bovinos</b>	<b>Frangos</b>	<b>Suínos</b>
1º Trimestre de 2014	8.372.872	1.352.159.877	8.804.398
2º Trimestre de 2014	8.538.904	1.329.895.244	9.175.979
3º Trimestre de 2014	8.470.880	1.405.993.125	9.650.582
4º Trimestre de 2014	8.525.062	1.408.342.887	9.499.135
<b>Total 2014</b>	<b>33.907.718</b>	<b>5.496.391.133</b>	<b>37.130.094</b>
1º Trimestre de 2015	7.739.650	1.382.706.975	9.177.863
2º Trimestre de 2015	7.633.038	1.403.107.873	9.684.846
3º Trimestre de 2015	7.585.455	1.503.089.682	10.184.521
4º Trimestre de 2015	7.693.659	1.507.320.560	10.216.734
<b>Total 2015</b>	<b>30.651.802</b>	<b>5.796.225.090</b>	<b>39.263.964</b>
1º Trimestre de 2016	7.319.737	1.480.424.292	10.194.791
2º Trimestre de 2016	7.654.362	1.494.206.165	10.591.278
3º Trimestre de 2016	7.321.596	1.472.269.097	10.721.339
4º Trimestre de 2016	7.406.353	1.413.417.055	10.812.383
<b>Total 2016</b>	<b>29.702.048</b>	<b>5.860.316.609</b>	<b>42.319.791</b>
1º Trimestre de 2017	7.398.120	1.496.769.154	10.479.699
2º Trimestre de 2017	7.423.406	1.433.964.850	10.616.736
3º Trimestre de 2017	7.986.421	1.482.650.523	11.035.606
4º Trimestre de 2017	8.058.716	1.429.336.687	11.053.344
<b>Total 2017</b>	<b>30.866.663</b>	<b>5.842.721.214</b>	<b>43.185.385</b>
1º Trimestre de 2018	7.773.005	1.478.794.049	10.725.472
2º Trimestre de 2018	7.767.877	1.376.795.839	10.834.516
3º Trimestre de 2018	8.316.874	1.426.424.434	11.586.865
4º Trimestre de 2018	8.184.932	1.416.479.444	11.190.352
<b>Total 2018</b>	<b>32.042.688</b>	<b>5.698.493.766</b>	<b>44.337.205</b>
1º Trimestre de 2019	7.770.971	1.448.924.740	11.272.280
2º Trimestre de 2019	8.083.259	1.426.775.272	11.392.457
3º Trimestre de 2019	8.354.644	1.470.543.408	11.673.946
4º Trimestre de 2019	8.039.288	1.456.413.304	11.869.083
<b>Total 2019</b>	<b>32.248.162</b>	<b>5.802.656.724</b>	<b>46.207.766</b>
1º Trimestre de 2020	7.200.645	1.507.161.102	11.867.020
2º Trimestre de 2020	7.168.619	1.402.674.278	12.066.738
3º Trimestre de 2020	7.576.756	1.497.621.032	12.567.874
4º Trimestre de 2020	7.247.462	1.550.980.755	12.104.735
<b>Total 2020</b>	<b>29.193.482</b>	<b>5.958.437.167</b>	<b>48.606.367</b>
1º Trimestre de 2021	6.543.258	1.552.751.341	12.525.751
2º Trimestre de 2021	7.067.246	1.519.489.683	13.029.687
3º Trimestre de 2021	6.908.972	1.534.524.085	13.703.326
4º Trimestre de 2021	6.770.924	1.540.328.414	13.286.840
<b>Total 2021</b>	<b>27.290.400</b>	<b>6.147.093.523</b>	<b>52.545.604</b>
1º Trimestre de 2022	6.907.782	1.544.803.208	13.637.038
2º Trimestre de 2022	7.321.816	1.493.963.243	13.998.625

Tabela 3 - Quantitativo de cabeças de animais abatidos de 2013 - 2021  
(conclusão)

Trimestre de Abates	Bovinos	Frangos	Suínos
3º Trimestre de 2022	7.805.659	1.551.221.854	14.370.935
4º Trimestre de 2022	7.442.500	1.562.511.845	13.801.221
Total 2022	<b>29.477.757</b>	<b>6.152.500.150</b>	<b>55.807.819</b>

Fonte: IBGE (2023).

O consumo per capita de carne de frango no Brasil é bastante significativo e sofreu algumas variações no decorrer dos anos (Figura 3). No ano de 2019, o consumo per capita era de 42,84 kg, já no ano de 2021 o consumo aumentou para 45,56 kg, ou seja, um aumento de quase três quilogramas por pessoa.

Figura 3 - Variação do consumo per capita de carne de Frango no Brasil



Fonte: Adaptado de ABPA (2022).

Os principais fatores que contribuíram para o aumento do consumo per capita da carne de frango foram: a) redução no preço em relação às outras carnes; b) a substituição das carnes vermelhas, em razão de melhores hábitos alimentares e da ordem ambiental; c) grande aceitação da carne de frango pela maioria das culturas e religiões; d) o aumento da produtividade da carne de frango devido às melhorias tecnológicas e sanitárias na cadeia produtiva; e) a aceitação da carne de frango pela maioria da população brasileira, além de outros (PÔRTO, 2021; TRICHES, SIMAN e CALDART, 2004).

Do total de carne de frango produzido no ano de 2022, 66,8% da produção foram destinadas ao mercado interno e 33,2% destinados à exportação. Desse total exportado, 72,0%

foram em cortes, 21,85% frangos inteiros, 3,68% salgado e 2,47% industrializado (ABPA, 2023).

As exportações brasileiras de carne de frango têm aumentado significativamente ao longo dos anos. No ano de 2017, a exportação foi de 4.320 milhões de toneladas, já o volume exportado no ano de 2022, foi de 4.822 milhões de toneladas (Tabela 2). As exportações brasileiras têm sido um fomento para o crescimento da avicultura nacional. Proporcionando ao setor incorporar tecnologias cada vez mais avançadas, aumentando a competitividade, aumentando a sanidade dos produtos e a busca por redução dos custos (RODRIGUES *et al.*, 2014).

Tabela 4 - Exportação brasileira de carne de frango

<b>Ano</b>	<b>Volume (mil t)</b>
<b>2011</b>	3.943
<b>2012</b>	3.918
<b>2013</b>	3.892
<b>2014</b>	4.099
<b>2015</b>	4.304
<b>2016</b>	4.384
<b>2017</b>	4.320
<b>2018</b>	4.101
<b>2019</b>	4.214
<b>2020</b>	4.231
<b>2021</b>	4.610
<b>2022</b>	4.822

Fonte: Adaptado da ABPA (2023).

O Brasil é considerado o maior exportador mundial de carne de frango, isto devido a sua eficiência na produção e na sanidade animal. Dentre os principais destinos da carne produzida no país estão a China, Japão, Emirados Árabes Unidos, Arábia Saudita, África do Sul, Filipinas, União Europeia, entre outros (ABPA, 2023).

Os Estados com maior participação nas exportações de carne de frango estão localizados na Região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país (Paraná com 40,80%; Santa Catarina com 21,85%; Rio Grande do Sul com 16,23%; Goiás com 4,19%; São Paulo 5,91%; Mato Grosso do Sul com 3,74%; Mato Grosso com 1,98; Minas Gerais com 3,42%; Distrito Federal com 1,38% e Espírito Santo com 0,19%), os demais estados, incluindo a Paraíba contribuem com 0,32% das exportações brasileiras. O estado da Paraíba no ano de 2017, teve uma participação nas exportações de 0,02% (ABPA, 2023; ABPA, 2018).

Costa *et al.* (2015), afirmam que o resultado satisfatório da cadeia produtiva do frango de corte no país vem da adoção de tecnologias aliado à produção de grãos no país, base de alimentação dos frangos, e justifica o destaque do Brasil, tanto a nível nacional quanto internacional.

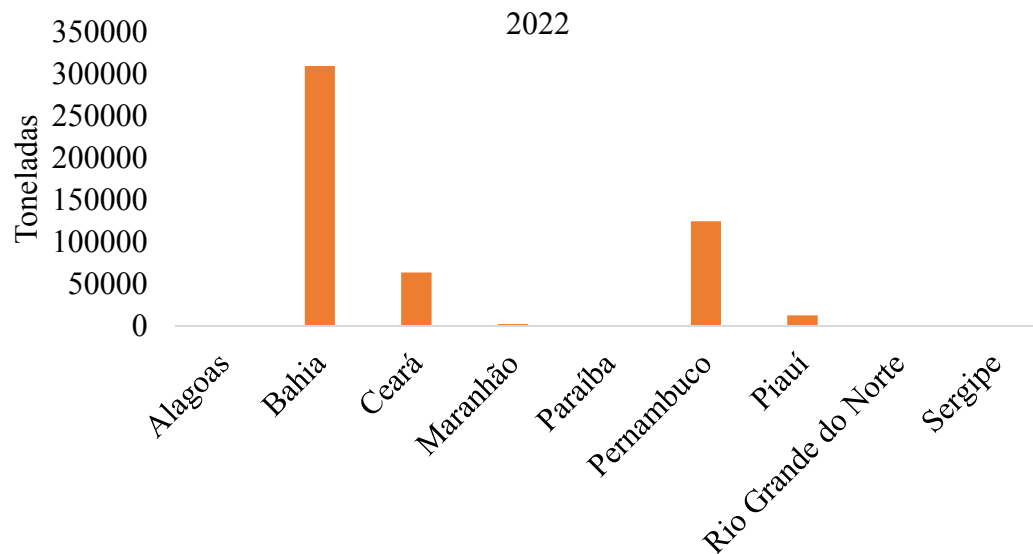
A atividade avícola antes concentrada nas Regiões Sul e Sudeste vem se estendendo por todo o território nacional, aproximando-se não só de Regiões produtoras de matérias-primas como é o caso do deslocamento de criadouros e abatedouros para a Região Centro-Oeste, mas também de Regiões consumidoras, o que explica em partes o seu crescimento na Região Nordeste (EVANGELISTA *et al.*, 2008). Embora a avicultura nordestina não tenha significativa participação no mercado externo, ela já constitui uma importante fonte geradora de renda e emprego.

### **3.3 Cenário da avicultura no Nordeste e na Paraíba**

A Região Nordeste do Brasil está se desenvolvendo em relação ao setor de avicultura de corte e visa aliar a necessidade de abastecimento do mercado consumidor interno à aptidão dos produtores, ou seja, a indústria avícola está sendo instalada nos lugares estratégicos e que possuam mercado consumidor (BURITI, 2016). Mesmo possuindo um amplo mercado consumidor os produtores da Região Nordeste enfrentam diversos obstáculos que inviabiliza o seu crescimento produtivo na Região, entre essas dificuldades está a falta de insumo (milho e soja) tendo que transportar de outras Regiões, o que encarece o produto e inviabiliza maiores investimentos ao longo da cadeia produtiva e a baixa disponibilidade hídrica. Outro fator que interfere no crescimento da avicultura da Região é a falta de pesquisas de melhoramento da ambiência e da padronização das instalações, que variam entre e dentro das propriedades (BRASIL e BARBOSA FILHO, 2012).

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, (2023), a avicultura no Nordeste está concentrada fortemente nos estados da Bahia, Pernambuco e Ceará. No ano de 2022, entre os Estados informantes a Região correspondeu a aproximadamente 4 % da produção nacional de carne de frango e teve como principal produtor o estado da Bahia com mais de 309 mil toneladas, Pernambuco com uma produção de mais de 124 mil toneladas e Ceará com uma produção de mais de 63 mil toneladas (Figura 4).

Figura 4 - Produção de carne de frango na região Nordeste do Brasil



Fonte: IBGE (2023).

No que se refere a produção de frango, o Estado da Paraíba não apresentou dados no período de 2018 a 2022 no site do IBGE, isso se justifica porque o número de informantes da Paraíba foi menor que o número mínimo necessário para continuar com a divulgação dos dados. Assim, o último dado disponibilizado foi do ano de 2017, apresentando um valor de produção superior a 40 mil toneladas de carne de frango (IBGE, 2023).

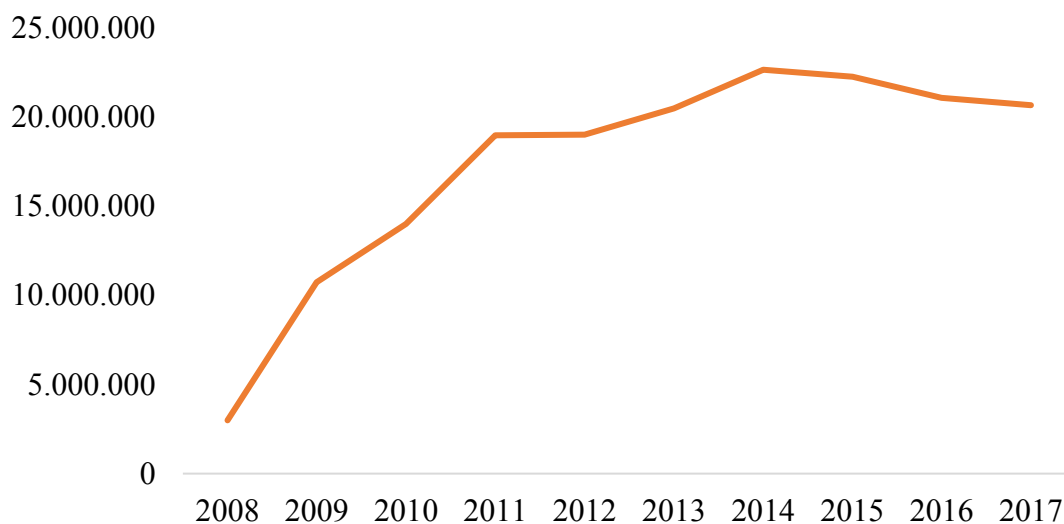
Segundo Buriti (2016), o crescimento produtivo da avicultura de corte nos Estados do Nordeste ocorre, principalmente pelo fato de que tal atividade vem buscando territorializar-se preferencialmente em áreas que já detenham uma base técnica consolidada, bem como a existência de médios e grandes produtores que estejam interessados em participar do processo de integração.

Assim, pode-se afirmar que as características da avicultura nordestina estão de acordo com o modelo de gestão da avicultura nacional, na qual vem ocorrendo uma concentração da produção de frango de corte nas áreas mais desenvolvidas e de maior mercado em todas as Regiões do Brasil, gerando, conseqüentemente, desigualdades regionais e locais (BURITI, 2016). Nesse sentido, alguns Estados nordestinos se destacam mais do que outros, devido às suas condições de desenvolvimento socioeconômico e de infraestruturas para o alojamento das aves.

O Estado da Paraíba vem apresentando um crescimento significativo na produção de carne de frango (Figura 5) na Região Nordeste, entre os fatores que contribuem para esse crescimento está a existência de um mercado interno expressivo e uma importante localização

geográfica. No mês de dezembro de 2016, a Paraíba possuía 9.643.617 cabeças de galináceos (IBGE, 2019).

Figura 5 - Evolução do quantitativo de cabeça de frango abatido na Paraíba



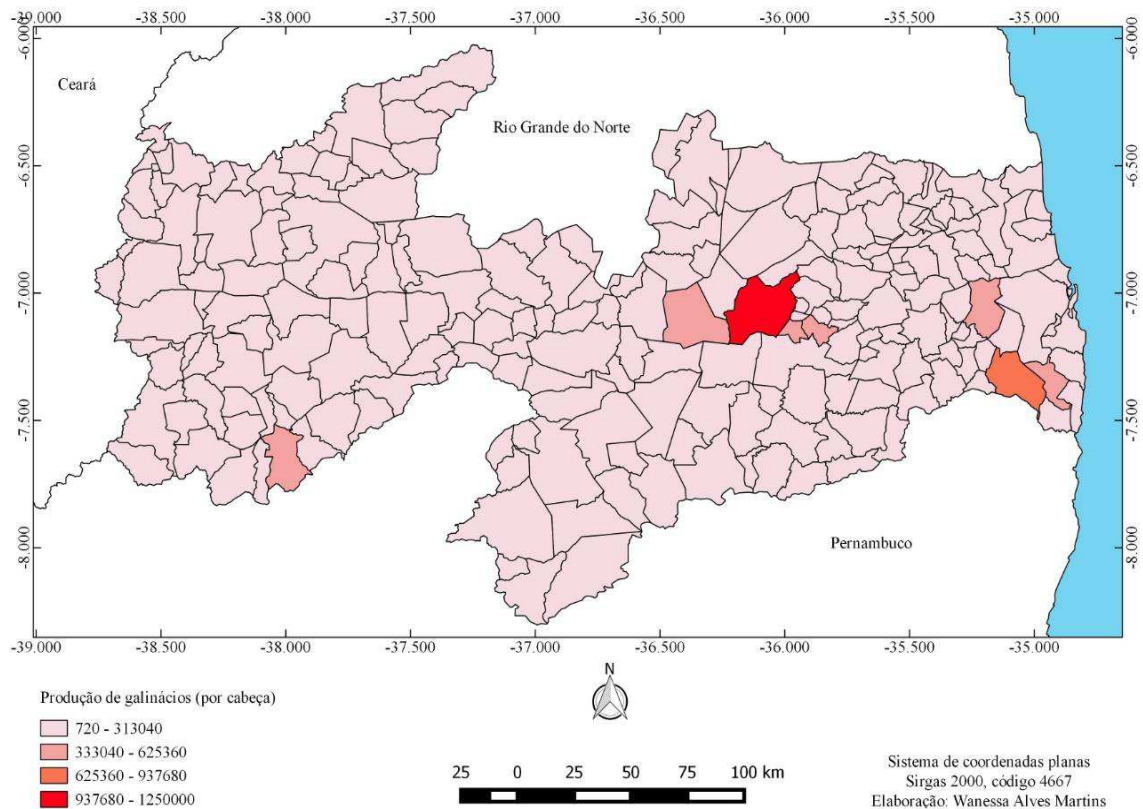
Fonte: IBGE (2019).

Com relação à quantidade de frangos abatidos, no quarto trimestre de 2017, foram abatidas na Paraíba 5.211.709 cabeças, enquanto nos três principais Estados produtores da Região (Bahia, Pernambuco e Ceará) abateram respectivamente, 27.647.888, 15.100.397 e 5.647.564 (IBGE, 2019).

A produção de avicultura na Paraíba está concentrada nos municípios localizados na mesorregião do Agreste e da Mata paraibana (Figura 6), uma vez que as mesorregiões do Sertão e da Borborema apresentam destaque na pecuária bovina (MOREIRA e TARGINO, 1997).



Figura 6 - Efetivo de galináceos produzidos no estado da Paraíba no ano de 2017



Fonte: Autoria própria (2020).

A mesorregião do Agreste paraibano foi responsável no ano de 2017 por 55,2% do total de galináceos produzidos na Paraíba, já a Mata Paraibana teve uma porcentagem de 25,4%, Sertão 12,2% e a Borborema 7,1%. Na Tabela 3, observa-se os efetivos de galináceos do período de 2002 a 2021, constata-se que o Agreste e a Mata Paraibana se destacam no setor avícola da Paraíba.

Tabela 5 - Efetivo de galináceos nas mesorregiões da Paraíba (2002 a 2021)

(continua)

Mesorregiões da Paraíba									
Ano	Sertão	%	Borborema	%	Agreste	%	Mata	%	Total
2002	1.196.331	16,5	557.021	7,7	<b>2.947.014</b>	40,7	2.541.531	35,1	7.241.897
2003	1.255.008	15,5	580.268	7,2	<b>3.391.585</b>	41,8	2.880.196	35,5	8.107.057
2004	1.511.645	18,3	620.780	7,5	<b>2.943.534</b>	35,6	3.202.682	38,7	8.278.641
2005	1.521.578	18,4	629.748	7,6	<b>2.941.456</b>	35,6	3.158.931	38,3	8.251.713
2006	1.543.700	18,5	633.866	7,6	<b>3.106.516</b>	37,2	3.058.030	36,7	8.342.112
2007	1.281.502	15,2	619.312	7,4	<b>3.101.933</b>	36,9	3.410.178	40,5	8.412.925
2008	1.252.766	15,0	632.292	7,6	<b>3.172.950</b>	37,9	3.305.293	39,5	8.363.301
2009	1.292.552	12,9	674.984	6,7	<b>4.693.135</b>	46,9	3.340.340	33,4	10.001.011
2010	1.279.370	12,3	681.980	6,5	<b>4.962.271</b>	47,6	3.499.870	33,6	10.423.491
2011	1.438.974	13,4	706.950	6,6	<b>5.101.875</b>	47,5	3.494.970	32,5	10.742.769

Tabela 6 - Efetivo de galináceos nas mesorregiões da Paraíba (2002 a 2021)  
(conclusão)

<b>Mesorregiões da Paraíba</b>									
<b>Ano</b>	<b>Sertão</b>	<b>%</b>	<b>Borborema</b>	<b>%</b>	<b>Agreste</b>	<b>%</b>	<b>Mata</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>
<b>2012</b>	1.152.920	10,0	647.742	5,6	<b>5.557.827</b>	48,3	4.151.900	36,1	11.510.389
<b>2013</b>	1.080.338	9,6	612.251	5,5	<b>5.358.186</b>	47,8	4.163.845	37,1	11.214.620
<b>2014</b>	1.076.699	10,0	666.269	6,2	<b>4.738.145</b>	44,1	4.255.493	39,6	10.736.606
<b>2015</b>	1.159.650	10,9	728.395	6,8	<b>5.402.778</b>	50,7	3.356.925	31,5	10.647.748
<b>2016</b>	1.186.581	12,3	696.665	7,2	<b>4.711.171</b>	48,9	3.049.200	31,6	9.643.617
<b>2017</b>	1.320.588	12,2	769.884	7,1	<b>5.952.528</b>	55,2	2.740.755	25,4	10.783.75
<b>2018</b>	1.387.372	13,0	809.376	7,6	<b>5.724.199</b>	53,6	2.766.297	25,9	10.687.244
<b>2019</b>	1.587.020	14,1	884.159	7,8	<b>6.010.999</b>	53,3	2.794.560	24,8	11.276.738
<b>2020</b>	1.567.652	13,2	935.864	7,9	<b>6.365.631</b>	53,7	2.986.418	25,2	11.855.565
<b>2021</b>	1.541.986	13,0	954.647	8,1	<b>6.152.269</b>	51,9	3.498.550	29,5	12.147.452

Fonte: IBGE (2023).

Com relação às exportações, a participação da Paraíba ainda é pequena (0,02%) e teve início em 2014 com 375.750 quilos de carne de frango, gerando um valor de US \$413.905. Já no ano de 2018, o volume exportado foi de 1.201.105 quilos e gerou um valor de US \$1.163.637, superando o volume exportado nos anos anteriores (Tabela 4). Entre 2014 e 2016, as exportações foram feitas apenas para Hong Kong na China, mas a partir do segundo semestre de 2017, o Estado passou a exportar também para o Oriente Médio e o Japão.

Tabela 7 - Participação da Paraíba nas exportações brasileiras

<b>Ano</b>	<b>(US\$)</b>	<b>Quilograma Líquido</b>
<b>2014</b>	413.905	375.750
<b>2015</b>	87.556	54.000
<b>2016</b>	429.360	350.070
<b>2017</b>	1.039.988	996.552
<b>2018</b>	1.163.637	1.201.105

Fonte: IBGE (2019).

Conforme a descontinuidade dos dados do Estado da Paraíba reportados, os valores referentes as exportações não estão completos. Porém, o AVISITE (2023) apresentou os dados de exportação da Paraíba no ano de 2022, com um total de 1.431.000 quilogramas de carne de frango e gerou um valor de US\$ 858 milhões. Na Paraíba, o município de Guarabira, localizado no Agreste Paraibano é o único que exporta carne de frango.

### *3.3.1 Características da Mesorregião do Agreste Paraibano*

A mesorregião do Agreste paraibano é formada pela união de sessenta e seis municípios e em oito microrregiões. Essa mesorregião possui uma população de 1.213.279 habitantes e tem uma área de 13.432 km<sup>2</sup> (23,8% do território estadual) limitando-se ao norte com o Rio Grande do Norte, ao sul com a Mata pernambucana, ao leste com a Mata e ao oeste com a Borborema (IBGE, 2019). Segundo Piraux e Miranda (2010) e Correia (2018) o Agreste paraibano apesar de ter uma alta heterogênea, principalmente no que se refere aos seus recursos naturais, e consequentemente, das atividades agrícolas, sempre teve grande importância para a circulação de bens e das pessoas. O clima predominante na região do agreste nordestino é o clima semiárido, apresentando temperaturas elevadas durante todo o ano e chuvas irregulares e, por vezes, escassas.

A atividade avícola no Agreste paraibano teve início com a agricultura camponesa, responsável pela ocupação inicial da Região. No século XVII, a criação de frango era de subsistência, mas o excedente passou a ser comercializado nas feiras de gado realizadas na Região (CORREIA, 2018).

Ultimamente, o Agreste paraibano passa por um processo de expansão da avicultura, e vem se destacando tanto na produção Estadual de carne de frango como na exportação (Tabelas 3 e 4), para que esse processo acontecesse, algumas transformações foram necessárias como: a) a inovação tecnológica na cadeia produtiva da carne de frango; b) a adequação sanitária e a conversão alimentar mais eficiente; c) a parceria inicial com os camponeses e atual com os grandes e médio produtores através do sistema de integração (CORREIA, 2018).

### *3.3.2 Interações da Produção Avícola em Municípios do Agreste Paraibano*

A produção avícola no município de Pocinhos é destaque na Paraíba e, no ano de 2021 representou 7,4 % da participação Estadual (Tabela 5). A expressividade da produção avícola nesse município ocorreu, principalmente, após o declínio da produção sisaleira. Paralelamente a essa fase, as empresas avícolas iniciaram o processo de integração com os produtores, com o intuito de aumentar a suas capacidades produtivas, realizando a monopolização do território municipal de Pocinhos, devido o interesse dos produtores rurais que procuravam/procuram atividades que garantissem melhorias socioeconômicas no meio rural (BURITI, 2016).

Tabela 8 - Produção pecuária do ano de 2021 no município de Pocinhos – PB

	<b>Pocinhos</b>	<b>Paraíba</b>
<b>Bovino</b>	6.450	1371007
Equino	510	66111
Suíno	5.100	276377
Caprino	8.500	764758
Ovino	12.500	744132
<b>Galináceos</b>	<b>900.000</b>	<b>12147452</b>

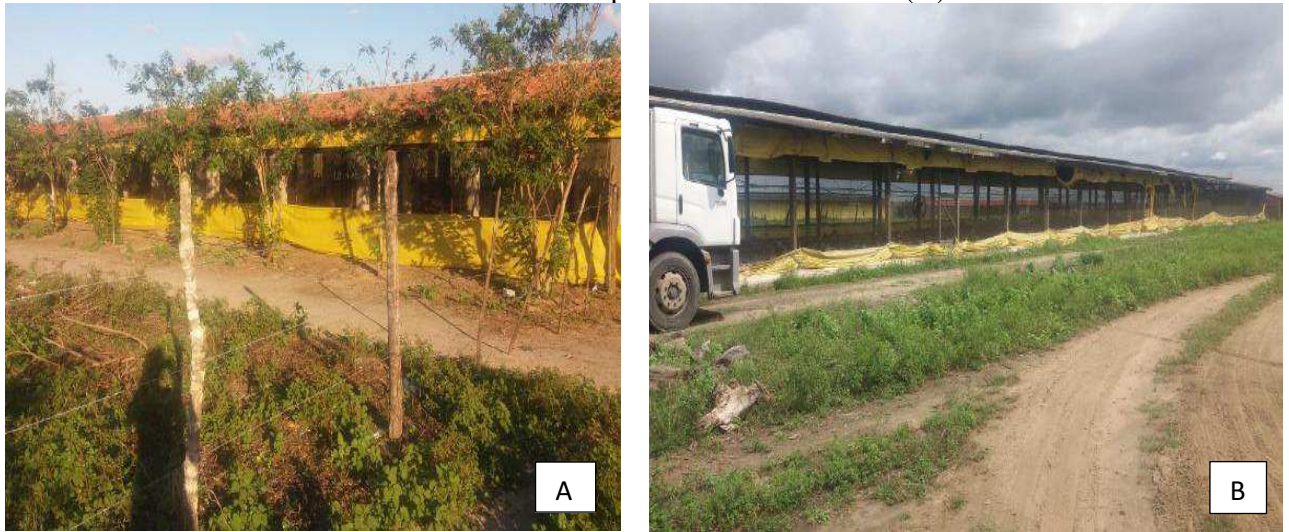
Fonte: IBGE (2023).

Segundo Dantas (2018) e Buriti (2016), grande parte da produção avícola do município de Pocinhos é deslocada para os municípios de Guarabira e Montadas na Paraíba, Carpina em Pernambuco, e Fortaleza no Ceará. Nesse contexto, observa-se que a produção avícola tem um sistema de integração local e regional. Na pesquisa de Buriti (2016) um dos fluxos regionais ocorre de Fortaleza – CE, onde estão as granjas de avós, e o município de Boa Vista – PB, onde se localizam as granjas de matrizes. A partir das fases do matrizeiro e do incubatório ocorre a interação entre os municípios paraibanos de Boa Vista e Montadas, e das fases do incubatório e dos aviários entre Montadas e Pocinhos. O município de Pocinhos ainda é responsável pela distribuição do frango com as empresas abatedoras, que podem estar localizadas no estado da Paraíba, como em outros municípios da Região Nordeste (BURITI, 2016).

Nesse processo de produção avícola nos municípios de Pocinhos – PB e Boa Vista – PB existem tanto agricultores familiares, que vêm participando do sistema de integração, como também empresários. No caso dos agricultores, a mão de obra utilizada na grande maioria são as da própria família, já no caso dos empresários, eles contratam trabalhadores. No que se refere ao sistema de integração estabelecido entre o produtor e a empresa avícola, a assinatura entre eles consiste na primeira etapa da integração. Posteriormente, a empresa fornece os pintos e durante todo o processo de criação, a empresa presta a assistência técnica, disponibilizando ração e medicamentos.

Os aviários são construídos de alvenaria, em terrenos planos, sentido leste a oeste com o intuito de reduzir a incidência solar, de forma que não prejudique diretamente as aves; nas laterais são utilizadas telas e lonas de plásticos; para cobrir são utilizadas telhas e no piso dos aviários é colocado bagaço de cana de açúcar (Figura 7). Geralmente, a cada 100 metros quadrados são utilizados 1.000 quilos de bagaço, e ao final de cada ciclo são produzidos o dobro de cama de frango (bagaço mais esterco produzido pelas aves).

Figura 7 - Aviário localizado na zona rural do município de Pocinhos – PB (A) e Aviário localizado no município de Boa Vista – PB (B)



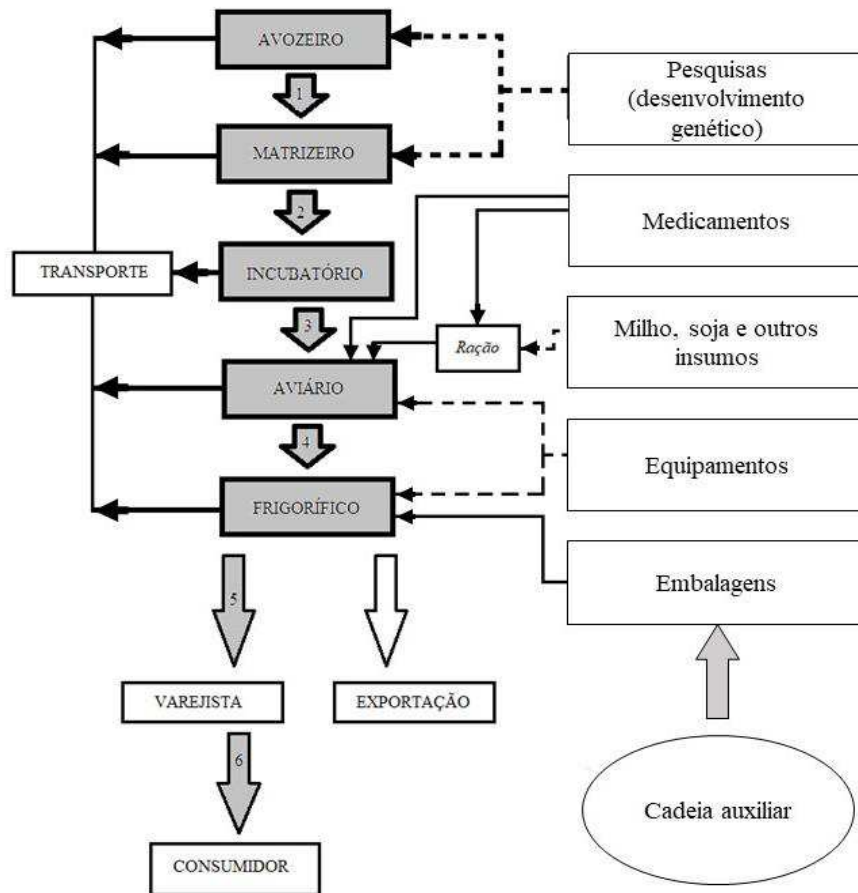
Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Esses dois aviários são de agricultores familiares, sendo um semiautomatizado localizado em Pocinhos – PB (A) e o outro totalmente manual localizado em Boa Vista – PB (B) e são integrados a uma Granja de maior porte também localizada no município de Boa Vista – PB. Segundo Buriti (2016) os sistemas manuais exigem um maior cuidado por parte do produtor, principalmente para que não ocorra desperdício de ração e de água. Também são caracterizados por gerar baixos níveis de produtividade e um elevado custo de produção, gerando uma probabilidade de risco e de prejuízo para o produtor.

### 3.4 Cadeia produtiva da avicultura de corte

A produção avícola de corte é caracterizada por duas cadeias (principal e auxiliar). A cadeia principal é formada por seis elos (avozeiro, matrizeiro, incubatório, aviário, frigorífico, varejista e consumidor). Já a cadeia auxiliar cinco elos (pesquisa e desenvolvimento genético, medicamentos, milho, soja e outros insumos, equipamentos e embalagens) (MICHELS, GORDIN, 2004). A representação da cadeia produtiva da avicultura de corte pode ser visualizada na Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma da cadeia produtiva da avicultura de corte



Fonte: Adaptado de Michels e Gordin (2004); Voila e Triches (2015).

No primeiro elo da cadeia produtiva principal fica o avozeiro, neste local ficam as poedeiras avós, que são originadas da importação de ovos das linhagens avós, elas são cruzadas para produzir as matrizes, responsáveis por gerar os frangos comerciais criados para o abate. O matrizeiro é o segundo elo dessa cadeia, e geralmente pertence a agroindústria onde se originam os ovos. O incubatório/nascedouro é o terceiro elo e pertence a agroindústria que recebem os ovos para chocá-los, e em seguida passam para os nascedouros, tendo como objetivo dar origem aos pintinhos que serão encaminhados para os aviários após algumas horas do seu nascimento (VOILA e TRICHES, 2015).

O aviário é o quarto elo dessa cadeia, sendo responsável pela etapa de produção, caracterizada pelos contratos de integração entre produtores e empresários. Segundo Ziebert e Shikida (2004), o modelo de integração pode ser de dois tipos: Integração vertical ou verticalização quando a empresa assume mais de uma fase da produção, a fim de garantir que os procedimentos sejam realizados conforme as especificidades desejadas, minimizando riscos

e incertezas, isso ocorre, geralmente, quando empresas que atuam em estágios diferentes se fundem. E a produção integradora quando é realizada parceria, entre a empresa (integradora) e o produtor rural (integrado), unidos por um contrato que rege a relação. Figueiredo *et al.* (2006) cita que no sistema de produção avícola no Brasil, o processo de produção integradora é o mais utilizado, pois propicia benefícios tanto para o integrador como para o integrado.

Nos aviários também se dá o crescimento e a engorda dos frangos, os quais permanecem até a idade de abate, que geralmente é de 45 dias. Conforme a Figura 8, o frigorífico é o quinto elo da cadeia produtiva também conhecido como abatedouro, sendo de onde se origina o produto (frango resfriado, congelado, inteiro e em cortes/pedaços). As principais etapas do abate são: recepção, atordoamento, sangria, escaldagem, depenagem, evisceração, lavagem, pré-resfriamento, gotejamento, pré-resfriamento de miúdos, processamento de pé, classificação, cortes, embalagem, congelamento e expedição. O sexto elo da cadeia é o segmento varejista, que inclui empresas de distribuição para o mercado interno e externo. O último elo dessa cadeia produtiva é o consumidor, representado tanto pelo mercado nacional como pelo internacional (VOILA e TRICHES, 2015; MICHELS e GORDIN, 2004).

### **3.5 Tecnologias utilizadas nos aviários**

Com a modernização diversas tecnologias são utilizadas para otimizar a produção de frango de corte, para diferenciá-las várias denominações foram surgindo para caracterizar cada uma das técnicas. Assim, com o intuito de uniformizar o conhecimento a Embrapa Suínos e Aves realizou uma padronização, na qual ficaram estabelecidos os seguintes sistemas: sistema convencional, sistema semi climatizado, sistema climatizado, sistema *Dark House*, sistema *Brown House*, sistema *Blue House*, sistema *Green House* e aviários gigantes (ABREU e ABREU, 2011; MIELE *et al.*, 2010).

#### *3.5.1 Sistema Convencional*

É o de menor nível tecnológico e sua caracterização pode variar muito entre as diferentes regiões produtoras (MIELE *et al.*, 2010). Neste tipo de sistema o comedouro é tubular, bebedouro pendular e sem forro, não possuindo sistema de controle artificial da temperatura. O condicionamento térmico é natural e as cortinas são de ráfia amarela, azul ou branca (ABREU e ABREU, 2011). Este sistema praticamente não existe mais em muitas regiões produtoras,



tendo sido substituído ou transformado em sistema semiclimatizado, o qual adota melhores níveis tecnológicos em relação ao sistema dito convencional (MIELE *et al.*, 2010).

### 3.5.2 Sistema Semiclimatizado

São sistemas intensivos por possuir capacidade de alojar entre 10 e 18 aves/m<sup>2</sup>, utilizam pouca tecnologia em relação aos sistemas automatizados e tem entrado em desuso com a crescente utilização dos aviários modernos e tecnificados (CARVALHO, 2018). Empregam ventiladores em pressão positiva para renovar o ar no galpão e obter um controle das condições térmicas. Os comedouros podem ser tubulares ou automáticos e os bebedouros pendular ou tipo nipples, podem ou não ter forro e ainda possuem cortina de ráfia amarela, azul ou branca (ABREU; ABREU, 2011). Não apresentam sistema de resfriamento interno e para aquecimento pode apresentar aquecedores tipo campânulas, a lenha ou elétricos (CARVALHO, 2018).

### 3.5.3 Sistema Climatizado

Neste sistema o controle das condições térmicas ambientais é maior do que nos sistemas anteriores descritos. Os aviários possuem comedouro automático, bebedouro nipple e ventiladores em pressão positiva, ou exaustores em pressão negativa. O resfriamento pode ser feito por nebulização ou *pad cooling*. Pode ter ou não forro ou defletores e gerador de energia, dependendo da densidade populacional de aves. Utiliza cortina de ráfia amarela, azul, branca ou reflexiva (MIELE *et al.*, 2010).

### 3.5.4 Sistema Dark House

Esse tipo de aviário é conhecido por possibilitar o controle dos fatores internos de ambiência isolando-os de externalidade (CARVALHO, 2018). Possui comedouro automático, bebedouro nipple e exaustores em pressão negativa. Para o sistema de resfriamento pode ser utilizado nebulização ou *pad cooling*. Possui forro de polietileno preto de um lado e preto ou claro do outro lado. Defletores no forro também são utilizados por alguns produtores (ABREU e ABREU, 2011).

Necessitam de controle de luz natural por meio de light-trap na entrada e saída do ar. O controle da intensidade da luz é imprescindível e realizado por meio de dimmer, o uso de



geradores de energia também é indispensável para a obtenção do sucesso deste sistema. O objetivo desta tecnologia é o maior controle da iluminação e das condições térmicas no interior do aviário (ABREU e ABREU, 2011). De acordo com Lima *et al.* (2015), o sistema *Dark House* permite controlar a velocidade do ar fornecendo mais oxigênio, removendo partículas e gases diversos como amônia e gás carbônico exalados em diferentes fases das aves.

### 3.5.5 *Sistema Brown House*

Sistema semelhante ao *Dark House*, no entanto, o controle de luz natural tanto na entrada como na saída não é suficiente podendo ser realizado por meio de armadilhas de luz feitas com tijolos, telhas, madeira ou ferro. Possui comedouro automático, bebedouro nipple e exaustores em pressão negativa. O sistema de resfriamento é feito da mesma forma do *Dark House* (ABREU e ABREU, 2011).

### 3.5.6 *Sistema Blue House e Green house*

Nesses dois sistemas utilizam-se a teoria da cor proporcionando maior produtividade das aves, através do controle da intensidade de luz e cor da cortina. Ambos possuem comedouro automático, bebedouro nipple e exaustores em pressão negativa, o sistema de resfriamento, geralmente, é feito por nebulização ou *pad cooling*. Alguns produtores utilizam defletores no forro. Também necessitam de controle de luz natural por meio de light-trap na entrada e saída do ar e o uso de geradores de energia é indispensável. Assim, os sistemas são os mesmos, o que diferencia é a cor da cortina e o forro que são azuis ou verdes de um lado e reflexivos do outro (ABREU e ABREU, 2011).

### 3.5.7 *Aviários gigantes*

Nesse tipo de sistema as estruturas são gigantes de 150 m de comprimento, podendo alcançar 155 m, por 30 a 32 m de largura. Assim, uma maior atenção deve ser dada ao dimensionamento de equipamentos, principalmente os de ventilação de pressão negativa (ABREU e ABREU, 2011).

### 3.6 Impactos ambientais da produção avícola

A produção avícola é uma atividade passível de ocasionar impactos ao meio ambiente, pois utiliza recursos naturais, como água e solo, e, principalmente, pode causar degradação ambiental pela emissão de gases, odores e poeiras; no uso incorreto das camas e esterco como adubo; no lançamento de efluentes em corpos d'água e na incorreta disposição das carcaças de animais mortos (PALHARES, 2011).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 01 de 23 de janeiro de 1986, define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

Neste contexto, deve-se avaliar os impactos que a atividade avícola pode causar na água, no solo e no ar, ou seja, nos recursos naturais mais essenciais para a vida, e que desta forma, demandam mais preocupação por parte da sociedade.

#### 3.6.1 Água

A água é um recurso imprescindível à vida, e por isso tem despertado maiores preocupações na sociedade, principalmente em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro. Assim, como toda a atividade pecuária, na avicultura esse recurso é bastante necessário, tanto para a dessedentação das aves, como para a higienização dos galpões, entre outros.

A atividade avícola pode impactar a água de várias formas, que vai desde o incorreto dimensionamento ou manejo dos bebedouros causando desperdícios, rações mal balanceadas com elevado nível de sais, que aumentarão o consumo de água pelas aves, até o lançamento dos efluentes no solo, podendo poluir e contaminar as águas superficiais e subterrâneas (PALHARES, 2011; BANCO DO NORDESTE, 1999).

Segundo o Banco do Nordeste (1999), no confinamento das aves podem ocorrer perdas de nutrientes para o meio ambiente, devido à deposição dos excrementos no forro dos aviários onde estão confinados. O acúmulo destes excrementos, pode gerar um problema de poluição, caso não tenha um manejo adequado desse material. Dentre os elementos presentes nesses resíduos, os que apresentam maiores riscos para os corpos hídricos são o nitrogênio e o fósforo (PALHARES, 2011; ALBERTA AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT, 2010).

No que se refere ao nitrogênio, o nitrato é uma das formas mais disponíveis de absorção pelas plantas e, é uma forma de maior mobilidade no solo, e por ser ânion é mais suscetível à lixiviação, podendo alcançar lençóis freáticos próximos a superfície. De acordo com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA, águas superficiais com concentrações de nitrato acima de 10 mg/L podem ocasionar toxicidade tanto para os humanos, como para os animais.

O fósforo é o principal responsável pelo processo de eutrofização dos corpos hídricos. Neste processo, o excesso de nutrientes ocasionará em um desenvolvimento elevado de algas e outras plantas aquáticas, que com a morte dessas plantas iniciará a degradação dessa matéria orgânica, e conseqüentemente, será necessário maior consumo de oxigênio dissolvido, ocasionando a morte da fauna aquática aeróbia. O fósforo não apresenta a mesma mobilidade que o nitrato, sendo o processo de erosão que facilita o seu deslocamento até as águas superficiais. O uso incorreto dos resíduos sólidos (cama de frango) como fertilizantes ou o lançamento dos efluentes nos corpos hídricos poderão deteriorar a qualidade das águas (PALHARES, 2011).

Metais como o níquel, magnésio, chumbo, cromo, zinco, cobre, ferro e mercúrio, utilizados na formulação das dietas a fim de atender as exigências dos animais, também estão presentes nas fezes. Estes possuem efeito cumulativo quando absorvidos por outros seres vivos, limitando a disponibilidade, por exemplo, de peixes para o consumo humano (PALHARES, 2011).

### 3.6.2 Solo

Os impactos ambientais nos solos e a conseqüente geração de áreas degradadas podem ser causados por processos físicos, como é o caso da erosão, ou por processos químicos, como por exemplo a contaminação, ou ainda por ambos. Esses impactos podem ser resultado de atividades industriais, agrícolas ou de ocupação urbana (PEJON *et al.*, 2013).

O uso inadequado dos resíduos como fertilizantes é a forma mais comum de poluição e contaminação dos solos. Em regiões, onde são utilizados os resíduos avícolas por um longo período, detecta-se altas concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio (PALHARES, 2011). O autor ainda afirma que estudos para avaliar impactos que os resíduos avícolas podem causar na microbiota dos solos são escassos, pois o uso de antibióticos é uma prática comum da produção de frango de corte, mas o impacto que este uso pode causar nos microrganismos do solo ainda são desconhecidos.

Os solos são a base na qual sustenta praticamente toda a atividade agropecuária. Portanto, sua preservação é essencial para a sustentabilidade e a produção dos bens necessários à própria sobrevivência do ser humano. Práticas inadequadas que não consideram os atributos fundamentais dos solos podem levar à erosão, perda de nutrientes, contaminação e até desertificação (PEJON *et al.*, 2013).

### 3.6.3 Ar

A produção de gases pela atividade avícola é considerada como fontes estacionárias de emissão, ou seja, aquelas produzidas em um local específico. Emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) são os tem causados maiores preocupações nas regiões produtoras. Esses problemas são mais conflituosos em aviários que estão localizados próximos a áreas urbanas e com manejo incorreto da cama. As poeiras emitidas pela produção de frango de corte são compostas por partículas de diversos tamanhos e de origem orgânica e inorgânica (PALHERES, 2011).

A fração orgânica é composta por emissões das fezes, urina, rações, fungos, bactérias e endotoxinas e representa de 70 a 90% da poeira no interior do galpão. Já a inorgânica é composta por aerossóis. Essas poeiras podem atuar como condutoras de odores. Os principais fatores que afetam a concentração de poeiras no interior dos galpões são: tipos de ave, material utilizado para forrar o aviário, estado sanitário, temperatura, umidade, sistema de ventilação, densidade e o tipo de ração (PALHERES, 2011).

## 3.7 Avaliação do Ciclo de Vida – ACV

Com o decorrer dos anos, uma maior conscientização ambiental vem surgindo por parte das empresas e da sociedade. As empresas começaram a avaliar como as suas atividades afetam

o meio ambiente e a sociedade tem se mostrado mais interessada nas temáticas referente ao meio ambiente. Desta forma, o desempenho ambiental dos produtos e processos transformou-se numa questão importante, estimulando algumas empresas a desenvolverem maneiras de minimizar os impactos de sua produção no meio ambiente e assim, garantir a sustentabilidade (EPA, 2006).

A sustentabilidade é apresentada em três dimensões: ambiental, social e econômica. No setor empresarial, essa tridimensionalidade tem sido denominada “*the triple bottom line*”. A ideia é expandir os aspectos econômicos para incluir as dimensões sociais e ambientais, criando negócios mais sustentáveis (ELKINGTON, 1997).

Segundo Rebitzer *et al.* (2004), para se alcançar o desenvolvimento sustentável necessita-se de métodos que auxiliem a quantificar e comparar os impactos ambientais dos produtos e serviços para a sociedade. Para Chehebe (1998), a ACV é uma ferramenta que avalia os impactos ambientais relacionados a um produto e/ou serviço cuja abrangência compreende desde a extração da matéria-prima até a disposição final.

O estudo da ACV iniciou-se na década de 1960, tendo como alvo uma avaliação dos impactos ambientais, especialmente no processo de comparação de materiais (TRENTIN, 2015; ARAÚJO, 2013). A partir da década de 1980, as políticas ambientais dos países direcionaram-se para um aspecto mais preventivo, introduzindo a avaliação de impacto ambiental como um dos principais instrumentos para a redução dos impactos ambientais gerados tanto de produtos como de serviços derivado dos setores produtivos (MAGRINI, 2004).

Na década de 1990, aconteceu as padronizações com as publicações das normas da *International Organization for Standardization* (ISO) da série ISO 14.000, resultado da tendência proposta pela *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC). Neste mesmo período, foram consolidados os bancos de dados e os softwares que são disponibilizados comercialmente, favorecendo uma maior disseminação da metodologia (ARAÚJO, 2013). No Brasil, a ACV teve início na década de 1990, com a criação do subcomitê da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, o qual passou a integrar o Comitê Técnico TC 207 da ISO, que trabalhou na elaboração das normas da família ISO 14.000 (SANTOS, 2006; CHEHEBE, 1998).

Diversas definições são atribuídas para a ACV no âmbito acadêmico, pois para Soares *et al.* (2006), a ACV pode ser compreendida como um processo que consiste na comparação dos impactos ambientais causados por diferentes sistemas que apresentam funções semelhantes.

A norma ISO 14.040 (2014), define como um método para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto ao longo de toda sua vida, desde a aquisição da matéria prima até sua disposição em forma de resíduo.

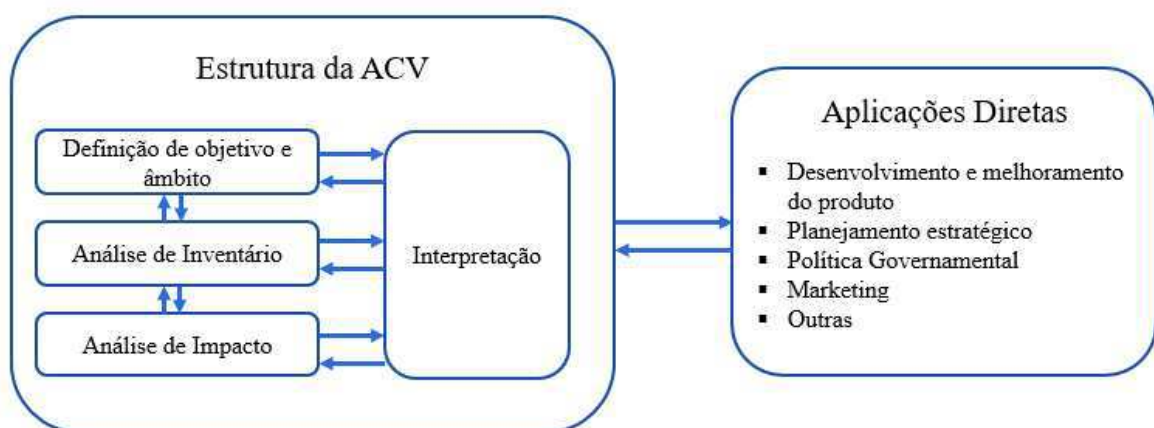
Já na percepção de Wolf (2014), a ACV é uma ferramenta voltada para aperfeiçoar o desempenho ambiental de qualquer tipo de produto ou tecnologia, pois através do método citado é possível potencializar diferentes instrumentos de política de rotulagem ambiental, tomar decisões estratégicas e monitorar a eficiência dos recursos nacionais.

O desempenho ambiental dos produtos no final da sua vida, é um ponto importante para a escolha dos materiais utilizados em diversos produtos (LEVIS e BARLAZ, 2011), uma vez que as emissões de gases são ocasionadas por reações químicas que variam de acordo com o tipo de processo aplicado aos resíduos, como pelos elementos presentes nos resíduos sólidos (TAVARES, 2013).

### 3.7.1 Estrutura da Avaliação do Ciclo de Vida – ACV

Existe quatro etapas descritas pela norma ISO 14.040 (2009), para o desenvolvimento da ACV (Figura 9), como: Definição do Objetivo e Escopo; Análise do Inventário; Avaliação de Impacto e Interpretação dos resultados (ABNT, 2014).

Figura 9 - Estrutura da Avaliação do Ciclo de Vida - ACV



Fonte: ABNT ISO 14.040 (2014).

O objetivo e o escopo de um estudo de ACV deve ser consistente com a aplicação que se pretende realizar. São descritos os elementos base da pesquisa, requerendo para tanto: a definição das funções e as fronteiras do sistema a ser estudado, a unidade funcional, os

procedimentos de alocação, tipos de impacto, metodologia de avaliação de impacto e interpretação a ser usada, requisitos dos dados, suposições, limitações, requisitos da qualidade dos dados iniciais, tipo de análise crítica e, tipo e formato do relatório requerido para o estudo (ABNT, 2014).

As fronteiras do sistema definem as unidades de processo incluídas na ACV, a unidade funcional consiste na unidade de medida para assegurar a comparação de resultados em uma base comum (ABNT, 2014). A análise do inventário tem início com a coleta de dados para quantificar as entradas e saídas pertinentes a um sistema. Estas entradas e saídas podem incluir o uso de recursos e liberações no ar, na água e no solo associados com o sistema (ABNT, 2014). Esta fase envolve a construção do balanço de massa e energia para cada etapa do ciclo de vida.

Em seguida, as análises de entrada e saída para cada etapa podem combinar-se resultando no Inventário do Ciclo de Vida (ICV) do sistema como um todo (MCDOUGALL *et al.*, 2004). Para a avaliação do Impacto do Ciclo de Vida – ICV foram considerados os impactos ambientais potenciais, utilizando os dados da análise do ICV. Dessa forma, o nível de detalhamento, a escolha dos impactos avaliados e as metodologias irão depender do objetivo e do escopo do estudo (ABNT, 2014).

A fase de interpretação é a fase da ACV, na qual as verificações da análise do inventário e da avaliação de impacto podem se tornar resultados e recomendações para os tomadores de decisão, de maneira consistente com o objetivo e o escopo do estudo (ABNT, 2014).

### 3.7.2 *Vantagens e Limitações da Avaliação de Ciclo de Vida – ACV*

Algumas vantagens foram descritas pela *Environmental Protection Agency* (EPA, 2006), entre estas pode-se citar o fato de a ACV permitir o desenvolvimento de uma avaliação sistemática, analisando balanços ambientais associados a produtos ou processos específicos, quantificar descargas ambientais em cada etapa do ciclo de vida, avaliar as consequências nos ecossistemas e na saúde humana.

Já, a principal limitação da ACV consiste no tempo e recursos empregados para a obtenção de dados, na complexidade do método e na existência de diversos modelos de impactos, não existindo desta forma um consenso num tipo de modelo único para a avaliação de impactos (SOUSA, 2012; MATOS, 2012; COOPER e FAVA, 2006).

Considerando essas limitações, para a realização de uma ACV, foi desenvolvido o conceito de *streamlined* ACV. Esta abordagem tem como finalidade simplificar o processo de elaboração de uma ACV, revertendo estes problemas e tornando o método mais praticável e rápido, sem comprometer as suas características próprias (SOUSA, 2012). Desta forma, Curran (1996), cita alguns dos diversos métodos de streamlining utilizados por diferentes autores, como:

- Redução ou eliminação de etapas do ciclo de vida, através da eliminação de dados no início ou no final do sistema estudado, de maneira que reduza a quantidade de dados obtidos;
- Escolha de impactos ambientais específicos, de maneira a focar o estudo nos aspectos ambientais considerados relevantes;
- Substituição de dados quando é difícil ou mesmo impossível a obtenção de dados de produto ou processo específico;
- Redução dos constituintes estudados, por meio da eliminação dos constituintes que representam menos de uma determinada percentagem do produto ou processo.

### **3.8 Softwares de ACV**

Existem diversos softwares desenvolvidos com a finalidade de avaliar os impactos ambientais provenientes do ciclo de vida de um produto ou serviço (Quadro 1). Estes softwares facilitam a execução do estudo, permitindo um processamento mais fácil, imparcial e rápido dos dados coletados, proporcionando maior confiança. Também realizam a avaliação de impacto e facilita a interpretação dos resultados por meio de gráficos e tabelas (RODRIGUES *et al.*, 2008).

A escolha de qual software utilizar precisa considerar diversos aspectos como: o financeiro, atualizações do programa, suporte técnico disponível, tamanho do banco de dados, idioma e possibilidade da edição dos dados originais.



Quadro 1 - Principais softwares de ACV no mundo

<b>Nome</b>	<b>Endereço na internet</b>	<b>País de origem</b>
BEES	<a href="http://www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm/">http://www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm/</a>	Estados Unidos
The Boustead Model	<a href="http://www.boustead-consulting.co.uk/products.htm">http://www.boustead-consulting.co.uk/products.htm</a>	Reino Unido
CMLCA	<a href="http://www.cmlca.eu/">http://www.cmlca.eu/</a>	Holanda
ECO-it	<a href="http://www.pre-sustainability.com/content/eco-it-ecodesign-software">http://www.pre-sustainability.com/content/eco-it-ecodesign-software</a>	Holanda
EIOLCA	<a href="http://www.eiolca.net/">http://www.eiolca.net/</a>	Estados Unidos
GaBi	<a href="http://www.gabi-software.com/">http://www.gabi-software.com/</a>	Alemanha
GEMIS	<a href="http://www.oeko.de/service/gemis/en/index.htm">http://www.oeko.de/service/gemis/en/index.htm</a>	Alemanha
REET Model	<a href="http://reet.es.anl.gov/">http://reet.es.anl.gov/</a>	Estados Unidos
IDEMAT	<a href="http://www.idemat.nl/">http://www.idemat.nl/</a>	Holanda
LCAiT	<a href="http://www.lcait.com/">http://www.lcait.com/</a>	Suécia
LCAPIX	<a href="http://www.kmlmtd.com/index.html">http://www.kmlmtd.com/index.html</a>	Estados Unidos
OpenLCA	<a href="http://www.openlca.org/index.html">http://www.openlca.org/index.html</a>	Alemanha
SimaPro	<a href="http://www.pre-sustainability.com/content/simapro-lca-software">http://www.pre-sustainability.com/content/simapro-lca-software</a>	Holanda
TEAM™	<a href="https://www.ecobilan.com/uk_team.php">https://www.ecobilan.com/uk_team.php</a>	França
Umberto	<a href="http://www.umberto.de/en/">http://www.umberto.de/en/</a>	Alemanha
WISARD™	<a href="https://www.ecobilan.com/uk_wisard.php">https://www.ecobilan.com/uk_wisard.php</a>	França

Fonte: Adaptado de Cherubini e Ribeiro (2015); NREL(2011) e Curran (2006).

Dentre estes softwares o Open LCA apresenta diversos fatores que o tornaram bastante difundido para a Avaliação de Ciclo de Vida, entre estes fatores encontra-se um cálculo rápido, objetivo e confiável para a implementação da avaliação, com informações detalhadas sobre os resultados, capacidade para importar e exportar projetos, bem como exportar resultado da avaliação de impacto no formato Excel, além de fácil manuseio, interface de usuário em diversos idiomas e uma melhoria contínua (ASCENCIO FIGUEROA, 2019).

Ademais, o Open LCA consiste em um software livre e de código aberto no mundo para a realização da Avaliação do Ciclo de Vida, desenvolvido pela GreenDelta desde 2007. Esse software tem a capacidade de estudar o ciclo de vida de um sistema de produtos de modo individual ou a comparação deste com outros sistemas de produtos (ASCENCIO FIGUEROA, 2019).

Desta forma, a aplicação deste programa é bastante extensa, permitindo a utilização de modelos avançados de ACV, como a criação de ligações entre processos, alocação dos processos, definição de parâmetros e incertezas. Permite ainda através de modelos pré-definidos

em base de dados, analisar os resultados obtidos e identificar zonas críticas e pontos principais de atuação, definindo a sensibilidade da análise que se deseja efetuar (NEVES, 2016).

### 3.9 Métodos de avaliação de impactos

Os primeiros métodos de Avaliação de Impactos no Ciclo de Vida (AICV) surgiram há mais de 20 anos, com a finalidade de auxiliar nos cálculos dos impactos ambientais com base no processo em estudo (CHERUBINI e RIBEIRO, 2015; RIBEIRO, 2009). Os métodos de AICV são classificados em *midpoint* (ponto médio) e *endpoint* (ponto final). Os métodos do tipo *midpoint* utilizam indicadores de categorias de impacto que estão localizados entre as emissões e o impacto final, ou seja, os seus resultados não consideram os danos aos receptores. Já no método *endpoint* os impactos aos receptores são considerados e se divide em três áreas (vida humana, ecossistemas e recursos) (JUNQUEIRA e UTURBEY, 2017). Os principais métodos e suas classificações podem ser observados no Quadro 2.

Quadro 2 - Principais métodos de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida (AICV)

<b>Método</b>	<b>Classificação</b>
CED	<i>Midpoint</i>
CML	<i>Midpoint</i>
Ecological Scarcity 2013	<i>Endpoint</i>
EDIP 2003	<i>Midpoint</i>
ILCD 2011	<i>Midpoint</i>
Impact 2002+	<i>midpoint e endpoint</i>
IPCC 2013	<i>Midpoint</i>
ReCiPe	<i>midpoint e endpoint</i>
USETox	<i>Midpoint</i>
LUCAS	<i>Midpoint</i>
LIME	<i>Midpoint</i>
Eco-Indicador 99	<i>Endpoint</i>

Fonte: Adaptado de Cherubini e Ribeiro (2015).

Os autores Takeda, Tachard e Ometto (2010), depois de realizarem uma ampla pesquisa sobre os métodos de AICV, concluíram que embora existam uma grande diversidade de métodos, os mais utilizados e citados em artigos científicos disponíveis em banco de dados internacionais são: Eco-indicador 99, LIME, Eco-indicador 95, CML 2000 e Impact 2002+. Segundo Mendes (2013) não existem métodos desenvolvidos especificamente para o Brasil ou para a América Latina, deve-se utilizar nesses casos métodos que apresentem uma abrangência classificada como global para o escopo de suas categorias de impacto.

O método CML apresenta um escopo de abrangência global, exceto para as categorias acidificação e oxidação fotoquímica, que possuem aplicação direcionada para a Europa (JRC, 2010). Este método foi desenvolvido por um grupo de cientistas do Centro de Ciências Ambientais da Universidade de Leiden, Holanda, e está baseado em uma abordagem *midpoint* e seus modelos de caracterização foram definidos através de uma ampla revisão das metodologias existentes no mundo (MENDES, BUENO e OMETTO, 2016). Alvarenga (2010) afirma que o método CML 2001 é o mais utilizado em estudos ACV's que adotam a abordagem *midpoint*.

O cálculo do fator de normalização de uma determinada categoria de impacto é realizado através da soma dos produtos gerados da multiplicação de todos os fatores por suas respectivas emissões (GUINÉE *et al.*, 2001). Suas categorias de impacto são: mudanças climáticas, toxicidade humana, depleção da camada de ozônio, eutrofização, depleção de recursos abióticos, uso da terra, ecotoxicidade aquática de água doce, ecotoxicidade aquática marinha, ecotoxicidade terrestre, oxidação fotoquímica e acidificação (GUINÉE, 2002).

### **3.10 Banco de dados para ACV**

Um banco de dados é composto por diversas bases de dados que possuem informações de cunho ambiental sobre a produção de bens de consumo, disponibilização de recursos energéticos e sobre a realização de serviços. Essas bases de dados, podem ser consideradas como o inventário do ciclo de vida de elementos comuns a vários outros ciclos de vida (RIBEIRO, 2009). O referido autor cita que esses elementos comuns, podem ser atribuídos aos: materiais (madeira, combustíveis, medicamentos, ração, fertilizantes, entre outros); a energia (térmica, elétrica etc.); as atividades de transporte (rodoviário, ferroviário, marítimo etc.) e ao gerenciamento de resíduos.

Diversos bancos de dados foram elaborados em diferentes países, alguns são gratuitos, com livre acesso a pesquisadores ou com acesso restrito, sendo necessário a compra do banco de dados ou aquisição em conjunto com um software (GARCIA, 2018). No Quadro 3 foram identificados os principais bancos de dados existentes no mercado, assim como o país de origem e o tipo de acesso.

Quadro 3 - Principais Bancos de dados

Banco de dados	País de origem	Acesso
AusLCI – The Australian Life Cycle Inventory Database Initiative	Austrália	Gratuito
CLCD – Chinese Life Cycle Database	China	Restrito
CRMD – Canadian Raw Material Database	Canadá	Gratuito
ecoinvent	Suíça	Restrito
ELCD – European Reference Life Cycle Database	União Europeia	Gratuito
GaBi database	Alemanha	Restrito
IVAM LCA Data	Holanda	Restrito
Japan National LCA Project	Japão	Restrito
LCA Food	Dinamarca	Gratuito
US LCI Database Project	Estados Unidos	Gratuito

Fonte: Adaptado de Curran (2006).

O ecoinvent é um dos principais bancos de dados e o seu surgimento ocorreu no ano de 2003 (CHERUBINI e RIBEIRO, 2015). Segundo o Ecoinvent Center (2009) no ano de 2007, a base de dados ecoinvent tornou-se a mais disponibilizada e referenciada base de dados em nível mundial, devido ao contínuo suporte do governo suíço e de diversas organizações europeias. A ecoinvent 3.0 possui vários processos relacionados com o Brasil, como processos de irrigações, diversos materiais, energia e tratamento de resíduos (CHERUBINI e RIBEIRO, 2015).

### 3.11 Utilização da ferramenta ACV na produção avícola

Com o decorrer dos anos a intensificação e especialização na produção pecuária proporcionou maiores investimentos em tecnologias e instalações mais direcionadas a reduzir os impactos ambientais (LIMA, 2019). Estes fatores estão ligados diretamente a ambiência, nutrição, genética, sanidade e gerenciamento de resíduos.

O consumo de carnes de frango tem despertado o interesse da economia mundial, cuja produção de carne de frango corresponde a 101.086 milhões de toneladas. No que se refere a produção brasileira de carne de frango, ela apresentou 14,52 milhões de toneladas em 2022, desse total 33, 2% são destinados à exportação e 66,80% para o mercado interno. No mercado mundial de carne de frango, o Brasil ocupa o segundo lugar no ranking de produtores, atrás somente dos EUA, e o primeiro exportador (4,8 milhões de toneladas) à frente dos EUA e da União Europeia (ABPA, 2023).

Para produzir essa economia, o setor agropecuário deve ter o compromisso de reduzir os impactos ambientais gerados em todas as etapas da produção, buscando sempre adotar tecnologias mais sustentáveis para atender as demandas globais (WIEDEMANN *et al.*, 2017).

Os impactos ambientais decorrentes da produção de frango de corte podem ser originados geralmente de três fontes: (1) produção de ração, (2) uso de energia nos galpões e (3) emissões da gestão de habitação e da cama (LEINONEM e KYRIAZAKIS, 2016). Tongpool *et al.* (2012) citam que na produção de ingredientes para a alimentação animal, no transporte desses ingredientes e no processo produtivo de rações são utilizados recursos naturais e emitidos CO<sub>2</sub> para a atmosfera, ocasionando impactos no solo, depleção da camada de ozônio, ecotoxicidade, entre outros.

O resíduo gerado a partir dos dejetos como a cama, é um dos principais fatores da emissão de gases nas granjas de produção. A qualidade da cama de frango possui influência direta no potencial de emissão dos gases, principalmente considerando o desequilíbrio entre temperatura, pH da cama, umidade da cama e a ventilação do ambiente de criação. Essas condições em altas taxas favorecem a atividade microbiana, e conseqüentemente, a formação e volatilização de gases (LEINONEM e KYRIAZAKIS, 2016; GARCIA *et al.*, 2012; VON BOBRUTZKI *et al.*, 2011; TOGHYANI *et al.*, 2010; SIEFERT e SCUDLARK, 2008; MIRAGLIOTTA, 2005).

Com o intuito de melhorar a sustentabilidade ambiental do sistema pecuário, incluindo a produção de aves, a obtenção de uma ferramenta sistemática que possa quantificar holisticamente o nível de impactos ambientais decorrentes da produção e identifique as áreas-alvo de potencial impacto para o meio ambiente deve ser um dos primeiros requisitos a serem analisados (LEINONEM e KYRIAZAKIS, 2016).

A ACV para quantificar os impactos ambientais dessa atividade, é uma proposta e vem sendo discutida como parte do desenvolvimento de abordagens para avaliação das conseqüências desses impactos, principalmente no que se refere às questões climáticas (LIMA, 2019). Ela é uma metodologia utilizada na avaliação dos impactos ambientais de um produto, processo ou atividade ao longo de seu ciclo de vida, e são interpretadas em termos de potenciais impactos e avaliadas em categorias (ISO 14040, 2014; DE VRIES e DE BOER, 2010). De acordo com os autores de Vries e de Boer (2010) muitos estudos estão utilizando a ACV para avaliar o impacto ambiental de produtos pecuários, como carne de porco, frango, carne, leite e ovos.

O desempenho ambiental da produção de carne de frango pode ser avaliado utilizando a ACV com foco nas categorias de impactos mais importantes como: potencial de aquecimento global, potencial de acidificação, potencial de eutrofização e depleção de ozônio (SKUNCA *et al.*, 2018).

### 3.11.1 Estudos de Caso

González-García *et al.* (2014) avaliaram os impactos ambientais da produção de frango de corte, com o escopo definido do berço ao abatedouro. Os resultados mostraram que a granja é a principal responsável pelos impactos ambientais analisados. Especificamente, tanto a produção de ração quanto as emissões na granja foram os principais focos ambientais. No abatedouro, a produção de eletricidade e materiais de embalagem apresentou uma contribuição significativa nesta fase.

Cesari *et al.* (2017) aplicaram o método ACV para estimar os impactos nas categorias (potencial de aquecimento global, potencial de acidificação, potencial de eutrofização, ecotoxicidade terrestre e energia fóssil renovável) em 1 kg de carcaça de frango. A pesquisa envolveu todas as etapas da produção. Como resultado verificou-se que o período de engorda dos frangos resultou na fase mais impactante para todas as categorias, contribuindo em média para 87% dos impactos.

Wiedemann *et al.* (2017) utilizaram a ferramenta ACV na produção de carne de frango, com o intuito de quantificar os recursos, impactos ambientais e pontos de acesso para a produção de carne de frango australiano. Para o efeito de comparação foram analisados dois estados (Queensland e Austrália do Sul) e dois sistemas de produção (convencional e *free range*). Os resultados mostraram que menores impactos foram observados por quilograma de carne de frango produzido na Austrália do Sul em comparação com Queensland para energia de combustível fóssil, gases do efeito estufa (incluindo uso da terra e mudança direta no uso da terra) e consumo de água doce (18,1 e 21,4 MJ, 2,8 e 3,4 kg CO<sub>2</sub>e, 38 e 111 L, respectivamente), mas não terra arável ou uso de água com estresse (22,5 e 14 m, 36 e 26 LH Oe<sup>2</sup>, respectivamente).

A produção de ração foi a etapa que apresentou uma maior contribuição para todas as categorias de impacto e apresentou uma maior variação entre as regiões. A taxa de conversão alimentar foi menor no sul da Austrália, e apresentou pouca diferença relacionada ao rendimento da cultura, uso de água de irrigação e uso de ingredientes importados. O consumo

de água doce foi menor no sul da Austrália, mas não se correlaciona com o uso pesado da água sob estresse (menor em Queensland). Não foram observadas diferenças substanciais entre a produção convencional e a produção *free range* quando diferenças relacionadas à alimentação foram removidas, porque os principais fatores são de como as taxas de conversão alimentar, foram relacionadas entre os dois tipos de acomodação na Austrália. Embora os resultados tenham variado entre as regiões, os totais de gases de efeito estufa foram baixos nessas cadeias de suprimento australianas e o uso de recursos foi moderado.

López-Andrés *et al.* (2018) realizaram um estudo de caso aplicando a ACV para avaliar os impactos ambientais da produção de carne de frango no México. O escopo do estudo de caso foi do berço ao abatedouro. Os resultados destacaram que as granjas de frango são responsáveis pelos principais impactos, onde o uso de produtos químicos e requisitos energéticos nas rações e a decomposição de resíduos orgânicos são os principais contribuintes. No abatedouro a produção de energia (eletricidade e vapor), para as etapas desse processo causam impactos significativos.

Skunca *et al.* (2018) analisaram os impactos ambientais da cadeia produtiva de carne de frango utilizando a ACV. O escopo da pesquisa incluiu a granja, abatedouro, varejistas e domicílios. Nesta pesquisa foram inclusos 119 produtores da Sérvia e 500 domicílios. As atividades executadas na granja expressaram os maiores impactos ambientais como o Potencial de Aquecimento Global – GWP, Potencial de Acidificação – PA e o Potencial de Eutrofização – PE. Já as contribuições da fábrica, de processamento de carne são devidas ao uso de energia e embalagens, enquanto no abatedouro e nos domicílios os impactos estão diretamente ligados a necessidade de energia.

## **4.0 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Tipo de pesquisa**

A presente pesquisa é classificada segundo a sua natureza como básica, já que possuem como objetivo a geração de novos conhecimentos úteis para o avanço da ciência e envolve verdades e interesses globais (PRODANOV e FREITAS, 2013). Com base nos seus objetivos se enquadra em explicativa e descritiva. As pesquisas explicativas são mais complexas, pois, além de coletar dados, analisar e interpretar, têm como preocupação central identificar seus fatores determinantes (PRODANOV e FREITAS, 2013; GIL, 2010). No que se refere a análise descritiva, os dados devem ser registrados e os fatos descritos sem nenhuma interferência. Possui o intuito de descrever características de populações ou de fenômenos e a relação entre as variáveis e utiliza o uso de técnicas padronizadas para a coleta de dados (PRODANOV e FREITAS, 2013).

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, a pesquisa pode ser classificada em quantitativa e qualitativa. A pesquisa quantitativa traduz em números as informações para classificá-las e analisá-las, enquanto na abordagem qualitativa considera a interpretação dos fenômenos e a atribuição dos significados como procedimento básico no processo (PRODANOV e FREITAS, 2013).

### **4.2 Caracterização da área de estudo**

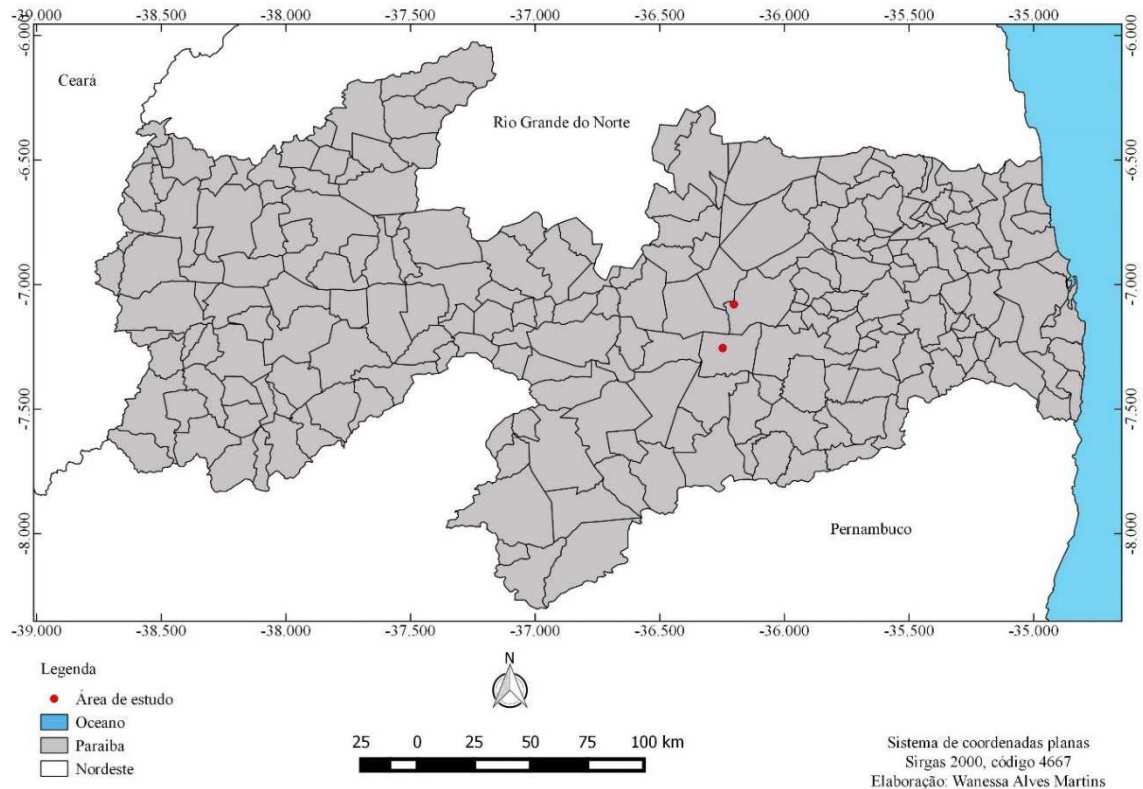
A pesquisa foi desenvolvida em dois aviários. Um localizado no município de Pocinhos e outro no município de Boa Vista, ambos localizados no Estado da Paraíba (Figura 10). O município de Pocinhos, está localizado na Mesorregião do Agreste paraibano, mais precisamente na microrregião do Curimataú Ocidental. De acordo com o censo de 2022, o referido município possui um total de 17.469 habitantes. E uma área territorial de 628,084 km<sup>2</sup>, com coordenadas 7°02'50" S e 36°04'07" W, limitando, ao norte, com os municípios de Remígio, Barra de Santa Rosa e Algodão de Jandaíra; ao sul, com Campina Grande e Boa Vista; ao leste, com Puxinaná, Montadas, Areial e Esperança; e ao oeste, faz limite com Soledade e Olivedos (IBGE, 2023).

Também localizado na Mesorregião do Agreste paraibano, o município de Boa Vista possui uma população de 6.377 habitantes e totaliza uma área territorial de 476,54 Km<sup>2</sup>, e com



coordenadas de 7° 15' 58" S e 36° 14' 2" W. Ao Norte, o município se limita com Soledade e Pocinhos, ao Sul com Cabaceiras e Boqueirão, ao Oeste com Gurjão e São João do Cariri e ao Leste com Campina Grande (IBGE, 2023).

Figura 10 - Localização das granjas no município de Pocinhos e Boa Vista no estado da Paraíba



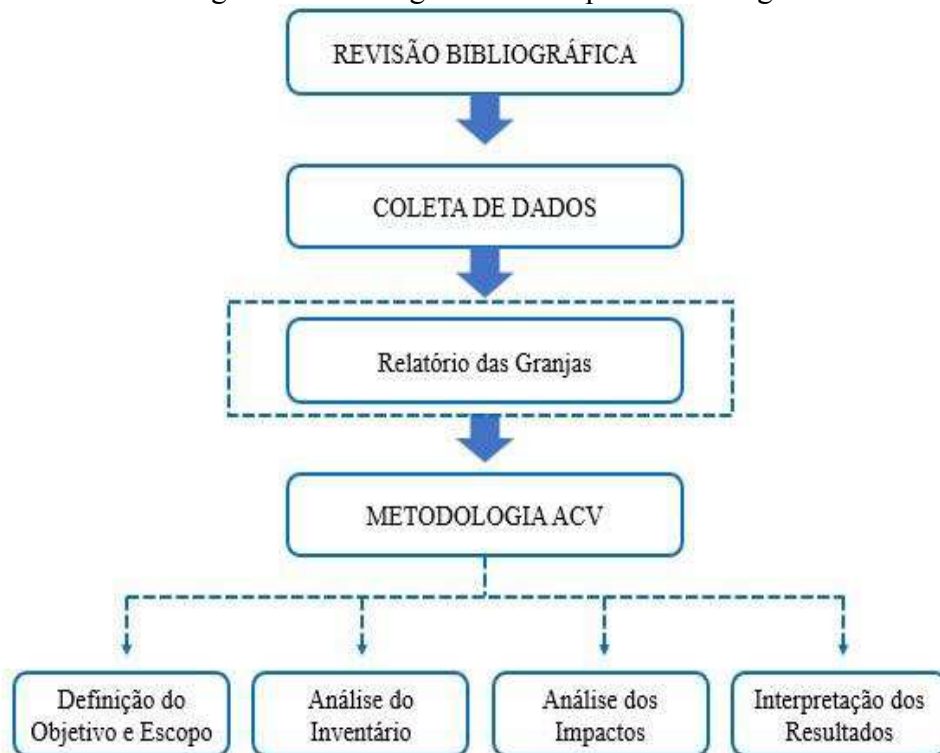
Fonte: Autoria própria (2023).

No que se refere aos aspectos fisiográficos, os municípios de Pocinhos – PB e Boa Vista – PB estão inseridos na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, com altitudes variando de 650 a 1.000 metros. O relevo é composto por vales profundos e estreitos dissecados. Os solos possuem uma fertilidade bastante variada, mas com predominância de média para alta. Os municípios são recortados por rios perenes, mas de pouca vazão e o potencial de água subterrânea é baixa. A vegetação destas unidades é formada por Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, próprias das áreas agrestes. O clima é do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se adiantar até outubro (CPRM, 2005).

### 4.3 Procedimento metodológico

A metodologia desta pesquisa, inclui revisão bibliográfica, coleta de dados e, em seguida, a aplicação da metodologia da ACV. As etapas de cada procedimento metodológico podem ser visualizadas no fluxograma (Figura 11), que detalha a ordem de execução de cada procedimento.

Figura 11 - Fluxograma das etapas metodológicas



Fonte: Autoria própria (2023).

### 4.4 Revisão bibliográfica

As etapas metodológicas desta pesquisa tiveram sua execução inicial com a pesquisa bibliográfica da problemática em questão, que foi realizada durante todo o desenvolvimento da pesquisa, tendo como objetivo descrever conceitos, princípios, diretrizes e os instrumentos que abordam aspectos relacionados principalmente aos impactos da produção avícola. Buscou-se informações na literatura técnica e científica, na qual foram consultados periódicos internacionais e nacionais, teses, manuais e normas, com o intuito de verificar os resultados e as técnicas empregadas por diversos autores.

#### 4.5 Coleta de dados

Foram coletados dados primários junto aos avicultores, por meio dos relatórios de cada ciclo produtivo. Nestes relatórios pode-se encontrar os quantitativos de pintos que chegam no galpão, o total do lote de frango comercializado, quantidade de ração consumida por frango e total, peso total do lote, peso médio do frango, taxa de conversão alimentar, insumos, matéria-prima consumida e receitas.

#### 4.6 Metodologia aplicada a ACV

A ferramenta ACV foi aplicada na produção de frango de corte com o intuito de avaliar os impactos desta atividade na Região semiárida do Nordeste brasileiro. O período de análise da produção foi de três anos (2018 a 2020), em duas granjas e considerando quatro ciclos produtivos anuais. A aplicação da ACV no processo produtivo da cadeia avícola foi realizada conforme as normas ISO 14040/2014 e ISO 14044/2009.

##### 4.6.1 Definição do Escopo e Objetivo

O objetivo do estudo foi analisar os impactos ambientais da produção de frango de corte, considerando as principais categorias que podem apresentar relação direta ou indireta com esse processo. O limite do sistema inclui a produção de frango considerando os recursos utilizados até a obtenção do produto no local (portão a portão). Para esse tipo de pesquisa foi considerada a unidade funcional de 1 kg do peso do frango (LIMA, 2019; SKUNCA, 2018; PACHECO *et al.*, 2018; WIEDEMANN *et al.*, 2017).

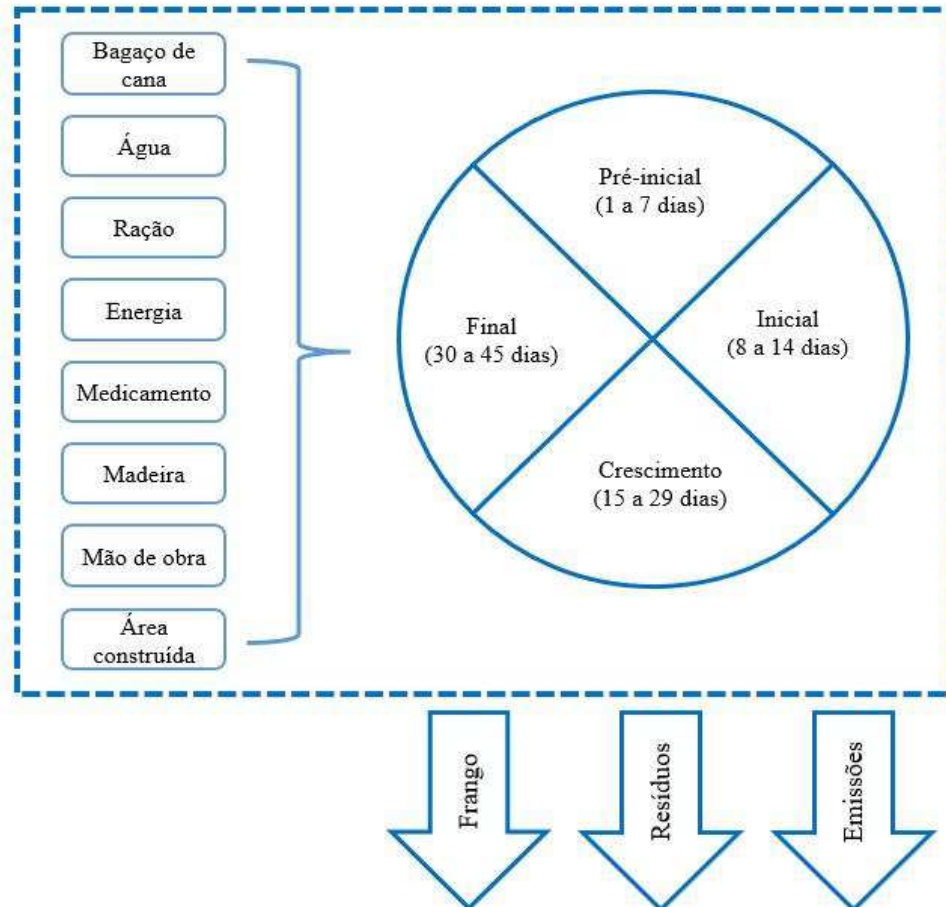
##### 4.6.2 Inventário de Ciclo de Vida – ICV

O inventário desta pesquisa considerou todos os fluxos de entradas e saídas da produção de frango, com o intuito de avaliar o impacto ambiental do produto até o portão da granja. Neste inventário não foram quantificados material de limpeza e de construção, e tampouco dos processos que ocorreram fora da granja, como abate e processamento (Figura 12).

- Dados de entrada da produção de Frango: quantidade de entrada de pinto, ração, energia, medicamento, mão de obra, água, bagaço de cana, área construída e madeira para aquecimento.

- Dados de saída da produção de Frango: Frango para abate, pinto morto, metano, óxidos nitroso, dióxido de carbono, água residuária, cinza, cama de frango e os possíveis impactos em diversas categorias como contribuição para o aquecimento global entre outras.

Figura 12 - Fluxograma da Produção de Frango de Corte



Fonte: Adaptado de LIMA (2019) e PACHECO *et al.* (2018).

Os quantitativos de ração, energia, madeira, bagaço de cana, medicamento, área construída e mão de obra foram extraídas de relatório disponibilizados pelas referidas granjas. Esses dados eram fornecidos ao final de cada ciclo produtivo e foram considerados valores médios dos quatro ciclos anuais de cada insumo utilizado na produção do frango de corte. E essa coleta ocorreu em um período de três anos (2018 – 2020).

Já os quantitativos de cama de frango, água (limpeza mais dessedentação das aves), cinzas, metano, óxidos nitrosos e dióxido de carbono foram estimados a partir da literatura. Com base no trabalho de Pereira e Lima (2002) o quantitativo de cinzas de algaroba é 2,1% do seu peso inicial. Dessa forma, como a espécie de madeira utilizada para aquecer os galpões é a algaroba, esse valor de referência foi considerado para estimar o valor das cinzas produzidas

dentro dos galpões. Com base nas estimativas de Sordi, Souza e Oliveira (2005) a quantidade de cama de frango produzida é o dobro do quantitativo de bagaço. Os volumes de água utilizados para a dessedentação das aves e de limpeza dos aviários foram estimados com base nos trabalhos de Girotto e Avila (2003) e Bellaver e Oliveira (2009). O dióxido de carbono foi estimado através do trabalho de Henn *et al.* (2013) e as emissões de óxidos nitrosos e metano conforme a publicação de Oliveira, *et al.* (2012).

Na Tabela 6, pode-se visualizar os insumos considerados neste ICV e seus respectivos valores para a produção de Frango da granja semiautomática entre os anos 2018 e 2020.

Tabela 6 - Dados de ICV da granja semiautomática no ano de 2018, 2019 e 2020

(continua)

Processo Produção de Frango	Granja (Semiautomático)		
	Ano 2018	Ano 2019	Ano 2020
	<b>Entrada</b>		
	<u>Quantidade (Dúzias)</u>		
<b>Quantidade de Pinto</b>	0,39	0,38	0,47
	<b>Ração</b>		
	<u>Quantidade (Kg)</u>		
Bacitracina	0,0006	0,001	0,00028
Enramicina	0,00018	0,0	0,0
Calcário	0,01	0,009	0,0092
Lisina	0,0031	0,003	0,0029
Farinha de Carne	0,053	0,05	0,049
Metionina	0,0036	0,003	0,0033
Premix	0,01	0,01	0,0097
Sal	0,006	0,006	0,0051
Milho	1,02	1,0	0,93
Treonina	0,015	0,002	0,0015
Bicarbonato de Sódio	0,0032	0,0034	0,0032
Soja	0,6	0,64	0,95
	<b>Outros</b>		
	<u>Quantidade</u>		
<b>Eletricidade (Megajoule)</b>	1,20	1,45	1,31
<b>Mão de obra (EUR 2000)</b>	0,12	0,11	0,15
<b>Água (Kg)</b>	7,56	7,33	9,05
<b>Bagaço de Cana (Kg)</b>	0,38	0,35	0,47
<b>Madeira (Kg)</b>	0,36	0,35	0,43
<b>Área Construída (M<sup>2</sup>*a)</b>	1000	1000	1000

Tabela 6 - Dados de ICV da granja semiautomática no ano de 2018, 2019 e 2020  
(conclusão)

Processo Produção de Frango	Granja (Semiautomático)		
	Ano 2018	Ano 2019	Ano 2020
<b>Saída</b>			
	<u>Quantidade</u>		
<b>Frango para abate (Kg)</b>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
<b>Cama de Frango (Kg)</b>	0,76	0,70	0,94
<b>Pinto morto (Kg)</b>	0,031	0,035	0,036
<b>Cinza (Kg)</b>	0,0076	0,0074	0,0090
<b>Água Residuária (M<sup>3</sup>)</b>	10	10	10
<b>Dióxido de Carbono (g)</b>	2521,45	2521,45	2521,45
<b>Metano (ton)</b>	0,0000072	0,0000068	0,0000086
<b>Óxido Nitroso (ton)</b>	0,0000016	0,0000015	0,0000019

Fonte: Autoria própria (2023).

Também foram quantificados o ICV da granja manual durante os três anos de estudo. Assim, os quantitativos de cada insumo dessa granja podem ser visualizados através da Tabela 7. Vale ressaltar que todo o inventário da produção de frango, o escopo foi do portão ao portão.

Tabela 7 - Dados de ICV da granja manual entre os anos 2018, 2019 e 2020  
(continua)

Processo Produção de Frango	Granja (Manual)		
	Ano 2018	Ano 2019	Ano 2020
<b>Entrada</b>			
	<u>Quantidade (Dúzias)</u>		
<b>Quantidade de Pinto</b>	0,38	0,33	0,32
<b>Ração</b>			
	<u>Quantidade (Kg)</u>		
Bacitracina	0,0006	0,0011	0,00025
Enramicina	0,00017	0,0	0,0
Calcário	0,01	0,01	0,01
Lisina	0,0036	0,003	0,003
Farinha de Carne	0,053	0,05	0,05
Metionina	0,0036	0,0036	0,003
Premix	0,009	0,011	0,01
Sal	0,006	0,006	0,005
Milho	1,09	1,02	0,98
Treonina	0,0017	0,002	0,002
Bicarbonato de Sódio	0,006	0,0035	0,0034

Tabela 7 - Dados de ICV da granja manual entre os anos 2018, 2019 e 2020  
(conclusão)

Processo Produção de Frango	Granja (Manual)		
	Ano 2018	Ano 2019	Ano 2018
Soja	0,70	0,66	0,63
<b>Outros</b>			
	<u>Quantidade</u>		
<b>Eletricidade (Megajoule)</b>	1,10	1,34	0,88
<b>Medicamentos (AUD 2000)</b>	0,0066	0,0018	0,0017
<b>Mão de obra (EUR 2000)</b>	0,16	0,087	0,093
<b>Água (Kg)</b>	7,28	6,64	6,38
<b>Bagaço de Cana (Kg)</b>	0,34	0,27	0,26
<b>Madeira (Kg)</b>	0,35	0,32	0,30
<b>Área Construída (M<sup>2</sup>*a)</b>	600	600	600
<b>Saída</b>			
	<u>Quantidade</u>		
<b>Frango para abate (Kg)</b>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
<b>Cama de Frango (Kg)</b>	0,68	0,54	0,52
<b>Pinto morto (Kg)</b>	0,037	0,016	0,016
<b>Cinza (Kg)</b>	0,0074	0,0067	0,0063
<b>Água Residuária (M<sup>3</sup>)</b>	6	6	6
<b>Dióxido de Carbono (g)</b>	2521,45	2521,45	2521,45
<b>Metano (ton)</b>	0,0000069	0,0000064	0,0000061
<b>Óxido Nitroso (ton)</b>	0,0000015	0,0000014	0,0000013

Fonte: Autoria própria (2023).

Para introduzir os dados de entrada e saída citados anteriormente foi definido o software OpenLCA v. 1.7 (GreenDelta, 2018). A escolha deste software foi definida pelo motivo de estar sendo utilizado por diversos pesquisadores para avaliar os impactos ambientais em diferentes tipos de tecnologias (produto e/ou serviço) (Quadro 4) e por ser gratuito o que viabiliza a sua utilização. Neves (2016) afirma que o OpenLCA é um programa “leve” que efetua os cálculos com bastante rapidez, principalmente por ser “open source”, o que se encontra num processo de melhoria constante, permitindo que os erros sejam rapidamente corrigidos e o código melhorado.

Quadro 4 - Algumas pesquisas que utilizaram o software OpenLCA

Autores	Objetivo
Ramos, 2022	Avaliar os impactos ambientais de processos oxidativos avançados na remoção de micropoluentes e ecotoxicidade.
Rocha, 2020	Avaliar o ciclo de vida da produção de agregados leves artificiais produzidos com resíduos de biomassa da cana-de-açúcar e argila vermelha.
Ascencio Figueroa, 2019	Analisar o ciclo de vida de uma garrafa de vidro, para propor um adequado gerenciamento e redução de impactos.
Gomilšek <i>et al.</i> , 2019	Avaliar o impacto ambiental da produção de placas de alumínio.
Lima, 2019	Avaliar os impactos ambientais do ciclo de vida do processo de produção de frangos de corte.
Martínez <i>et al.</i> , 2018	Análise do ciclo de vida para determinar a pegada de carbono em 2 plantações florestais comerciais ( <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Pinus patula</i> ) e uma florestaprotetora ( <i>Guadua angustifolia kunth</i> ) na Colômbia.
Regulyl <i>et al.</i> , 2018	Quantificar as incertezas relacionadas à etapa de manutenção de edificações.
Gutierrez <i>et al.</i> , 2018	Avaliar os impactos ambientais associados à produção de suínos.
Amato <i>et al.</i> , 2017	Avaliar o impacto ambiental de quatro estratégias diferentes de gerenciamento de telas de cristal líquido - LCD no final de sua vida útil.
Tabatabaie e Murthy, 2016	Avaliar os impactos ambientais da produção de morango.
Grudziński <i>et al.</i> , 2016	Avaliar o impacto ambiental dos processos de plantio direto da produção de batata.
Kozlovič, 2016	Análise do ciclo de vida da produção de bioetanol.
Morero <i>et al.</i> , 2015	Análise o impacto ambiental de diferentes solventes usados no processo de melhoramento do biogás para determinar qual é o mais ecológico.
Tello e Balalcazar, 2014	Avaliar os impactos ambientais da produção de bioetanol.

Fonte: Autoria própria (2023).



O método de avaliação de impacto que foi aplicado na pesquisa é o CML baseline versão 3.00/World 2001 e o banco de dados foi o Ecoinvent v.3.5, última versão atualizada pelo OpenLCA nexus, registro da licença: N° 244329, para usuário com fim educacional e banco de dados Ecoinvent v.3.7 em um país não pertencente à OCDE. A presente pesquisa selecionou dez categorias do método CML (Quadro 5) para avaliar os impactos ambientais da produção avícola. Estas categorias foram escolhidas considerando a sua importância ambiental e ao fato de serem internacionalmente aceitas de acordo com as recomendações da ISO 14.040/2009.

Quadro 5 - Categorias de impacto e unidades consideradas

<b>Categoria de Impacto</b>	<b>Unidade</b>
Acidificação	kg SO <sub>2</sub> eq
Eutrofização	kg PO <sub>4</sub> eq
Aquecimento Global	kg CO <sub>2</sub> eq
Destruição da Camada de Ozônio	kg CFC <sup>-11</sup> eq
Oxidação Fotoquímica	kg C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> eq
Toxicidade Humana	kg 1,4- DCB eq
Ecotoxicidade Aquática de água doce	kg 1,4- DCB eq
Ecotoxicidade Terrestre	kg 1,4- DCB eq
Depleção de recursos abióticos	Kg antimony eq

Fonte: Autoria própria (2023).

Uma categoria de impacto corresponde à classe que representa questões ambientais de interesse às quais os resultados da análise de inventário do ciclo de vida podem ser atribuídos.

- Acidificação: Corresponde à perda da capacidade de neutralização dos solos e dos corpos hídricos, devido a deposição de substâncias químicas acidificantes (ASCENCIO FIGUEROA, 2019; LEINONEN e KYRIAZAKIS, 2016; MENDES, 2013).
- Eutrofização: Processo que influencia os ecossistemas terrestres e aquáticos, sendo causado pelo excesso de nutrientes na água, principalmente o nitrogênio e o fósforo (ASCENCIO FIGUEROA, 2019; LEINONEN e KYRIAZAKIS, 2016 BAUMAN e TILLMAN, 2004).
- Aquecimento global: Considera as possíveis contribuições para as mudanças climáticas globais de diferentes emissões de gases do efeito estufa (ASCENCIO FIGUEROA, 2019; LEINONEN e KYRIAZAKIS, 2016).
- Destruição da camada de ozônio: Refere-se aos danos causados pela redução do ozônio estratosférico que protege a terra da radiação ultravioleta através da emissão de substâncias que destroem a camada de ozônio, como os Clorofluorcarbonetos (CFCs) e Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) (ASCENCIO FIGUEROA, 2019).

- Oxidação Fotoquímica: É uma categoria de impacto na qual estão incluídas todas as substâncias que aumentam a concentração de ozônio troposférico, um agente muito oxidante e causa de poluição atmosférica (IBÁÑEZ FORÉS, 2009).
- Toxicidade humana: Está relacionado à presença de substâncias que contribuem para efeitos cancerígenos nas pessoas devido à emissão de substâncias cancerígenas no ar, no solo ou na água (ASCENCIO FIGUEROA, 2019).
- Ecotoxicidade aquática de água doce: Está relacionada aos impactos na água doce, dependendo da concentração de toxicidade gerada pela emissão de substâncias tóxicas (ASCENCIO FIGUEROA, 2019).
- Ecotoxicidade terrestre: Refere-se aos impactos causados por substâncias tóxicas emitidas sobre o ecossistema terrestre. A redução da biodiversidade da flora e da fauna e, da produção agrícola são alguns dos efeitos provocados por essa categoria de impacto (GUTIERREZ, 2014).
- Depleção abiótica: Esta categoria de impacto é referente à depleção de recursos não vivos (abióticos) tais como combustíveis fósseis e minerais (HANSEN, 2013).

## 5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização do processo produtivo de frango de corte das granjas semiautomática e manual

A partir dos dados coletados no decorrer dos anos de estudo, pode-se compreender melhor o processo produtivo de frango de corte que vem sendo desenvolvido pelos aviários. A caracterização desses espaços é fundamental para uma melhor compreensão de todo o processo que ali ocorre. Na Tabela 8, estão descritas as principais características da granja semiautomática em cada ano de observação.

Tabela 8 - Características de produção da granja semiautomática

<b>Semiautomática</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>média</b>
Ciclos de produção (número/ano)	4	4	4	4
Quantidade de pintos (unidade)	10125	10750	9833,33	10236,1
Perda de pintos (unidade)	794,75	990,75	767,333	850,94
Taxa de mortalidade (%)	7,85	9,22	7,80	8,31
Quantidade de frango abatido (unidade)	9330,25	9759,25	9066	9385,17
Quantidade de ração consumida por frango (kg)	4,79	4,93	4,59	4,77
Total de ração consumida (kg)	44748,1	48241,6	41558,3	44849,3
Peso total do lote (kg)	26000,7	28004,9	21149,5	25051,7
Peso médio do Frango (kg)	2,79	2,87	2,33	2,66
Densidade (frango/m <sup>2</sup> )	10,13	10,75	9,83	10,24
Taxa de conversão (ração/kg)	1,72	1,72	1,96	1,79
Área construída (m <sup>2</sup> )		1000		1000

Fonte: Autoria própria (2023).

Percebe-se que a granja semiautomática possui uma área construída de 1000 m<sup>2</sup> para alojar os pintos, que nos três anos de coleta de dados apresentou uma média de 10.236 pintos para cada ciclo de produção. Na granja semiautomática a taxa de conversão média foi de 1,8 resultado aproximado ao encontrado no estudo desenvolvido por Lima (2019) que encontrou uma taxa de conversão de 1,9. Assim, percebe-se que mesmo tendo dimensões e densidade diferentes a taxa de conversão (ração/kg) está em consonância a utilizada por outros galpões. Já na Tabela 9, pode-se visualizar as características da produção do galpão manual.

Tabela 9 - Características de produção da granja manual

<b>Manual</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Média</b>
Ciclos de produção (número/ano)	4	4	4	4

(continua)

Tabela 9 - Características de produção da granja manual

<b>Manual</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Média</b>
Quantidade de pintos (unidade)	6850	7375	7375	7200
Perda de pintos (unidade)	657,5	365,25	374,75	465,83
Taxa de mortalidade (%)	9,59	4,95	5,08	6,54
Quantidade de frango abatido (unidade)	6192,5	7009,75	7000,25	6734,17
Quantidade de ração consumida por frango (kg)	5,44	5,54	5,53	5,50
Total de ração consumida (kg)	33543,6	39154,2	38654,1	37117,3
Peso total do lote (kg)	17828,4	22020,4	22878,4	20909,1
Peso médio do Frango (kg)	2,88	3,14	3,27	3,1
Densidade (frango/m <sup>2</sup> )	11,42	12,29	12,29	12
Taxa de conversão (ração/kg)	1,89	1,76	1,69	1,78
Área construída (m <sup>2</sup> )		600		600

Fonte: Autoria própria (2023).

Analisando os dados descritos na tabela 9, evidencia-se que o galpão manual possui uma menor área construída quando comparado com o galpão semiautomático. No que se refere a taxa de conversão o galpão manual apresentou um valor médio de 1,8, resultado idêntico ao do galpão semiautomático e próximo ao encontrado por Lima (2019).

Ao comparar os galpões semiautomático e manual pode-se destacar que o galpão manual apresentou destaque no que se refere a uma taxa de mortalidade inferior com 6,54% ante 8,31% do semiautomático. Além disso, o galpão manual apresentou uma maior densidade, com média de 12 frangos/m<sup>2</sup>, enquanto o galpão semiautomático teve média de 10,24 frangos/m<sup>2</sup>. O galpão manual ainda se sobressai no peso médio do lote, com média de 3,1 kg/frango, enquanto o galpão semiautomático apresentou média de 2,66 kg/frango. O resultado encontrado divergiu da pesquisa de Buriti (2016), no qual o autor descreve que o fato do galpão ser manual gera uma baixa produtividade.

Essa diferença entre os galpões pode ser compreendida pela forma como a gestão vem sendo desenvolvida ao longo dos ciclos produtivos, em que o galpão manual apresenta um maior cuidado por parte dos seus operadores, o que pode estar relacionado à redução dos níveis de estresse das aves, além de uma atenção maior, já que o galpão funciona de forma totalmente manual. Já o galpão semiautomático, por possuir parte do seu funcionamento de forma automatizada, pode comprometer algumas etapas do processo de produção de frango de corte no decorrer dos ciclos produtivos, além de contribuir para um maior nível de estresse das aves confinadas.

## 5.2 Avaliação dos impactos ambientais do processo produtivo de frango de corte das granjas analisadas

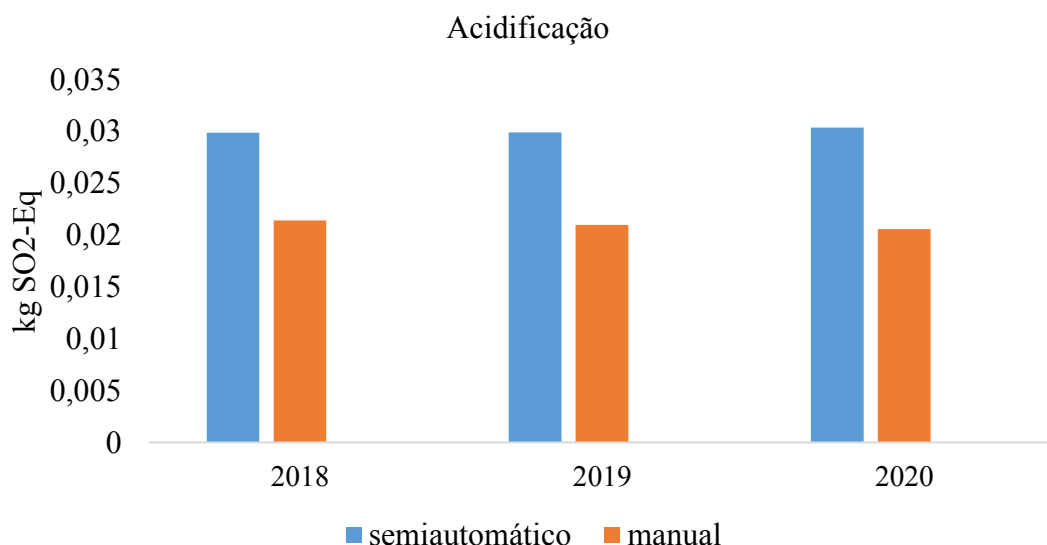
Nesta etapa, os resultados do ICV são interpretados em categorias de impacto. A interpretação através de categorias é de fácil entendimento e bastante útil no processo de tomada de decisão. As categorias avaliadas no presente estudo estão detalhadas no Quadro 5, o software utilizado foi o OpenLCA v. 1.7, banco de dados Ecoinvent v. 3.5 e o método foi o CML baseline versão 3.00/World 2001.

### 5.2.1 Acidificação

A categoria de impacto acidificação se refere a emissões atmosféricas de substâncias inorgânicas, como sulfatos, nitratos e fosfatos. A deposição dessas substâncias causa alterações na acidez do solo, prejudicando espécies de plantas que já possuem seu nível de acidez definido, o que na maioria dos casos faz com que essas espécies vegetais desapareçam (HUIJBREGTS *et al.*, 2017).

Já para Mendes (2013) a acidificação se refere aos processos de aumento da acidez nos corpos hídricos e nos solos pela concentração de íons de hidrogênio. Na Figura 13, pode-se verificar as contribuições que a produção de frango de corte teve para a categoria acidificação nos dois aviários.

Figura 13 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria acidificação nos dois aviários



Fonte: Autoria própria (2023).

Observa-se na Figura 13, que nos três anos pesquisados o processo de produção de frango do galpão semiautomático apresentou as maiores contribuições para a categoria acidificação, com valores médios de 0,03 Kg SO<sub>2</sub> Eq quando comparado com o galpão do aviário manual, que apresentou um valor médio de 0,02 Kg SO<sub>2</sub> Eq, no período de 2018 a 2020. Esse resultado pode ser compreendido pela forma de como vem sendo realizado o gerenciamento dos dejetos produzidos em cada galpão ao final de cada ciclo produtivo, como também da emissão pela queima da biomassa para aquecer os galpões. Além disso, pode-se inferir que no galpão semiautomático a utilização de maiores tecnologias implica diretamente no consumo de eletricidade, podendo ser um fator que também justifique os valores observados para essas categorias.

Segundo Leinonen *et al.* (2012), em sua pesquisa avaliando os impactos da produção de frango do Reino Unido, o esterco foi o principal componente do potencial de acidificação. Lopes (2011) em sua pesquisa utilizou a ferramenta ACV na produção de frango considerando cinco etapas do ciclo produtivo, no que se refere a emissão de poluentes para a atmosfera na etapa do aviário, percebeu-se que nesta etapa a queima da biomassa e a gestão de estrume foram as etapas que mais contribuíram a categoria acidificação, principalmente pela emissão de SO<sub>2</sub>; NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub>. Os autores Orgino *et al.* (2021) encontraram as maiores contribuições para a categoria acidificação no sistema convencional de produção de frango de corte (CNV).

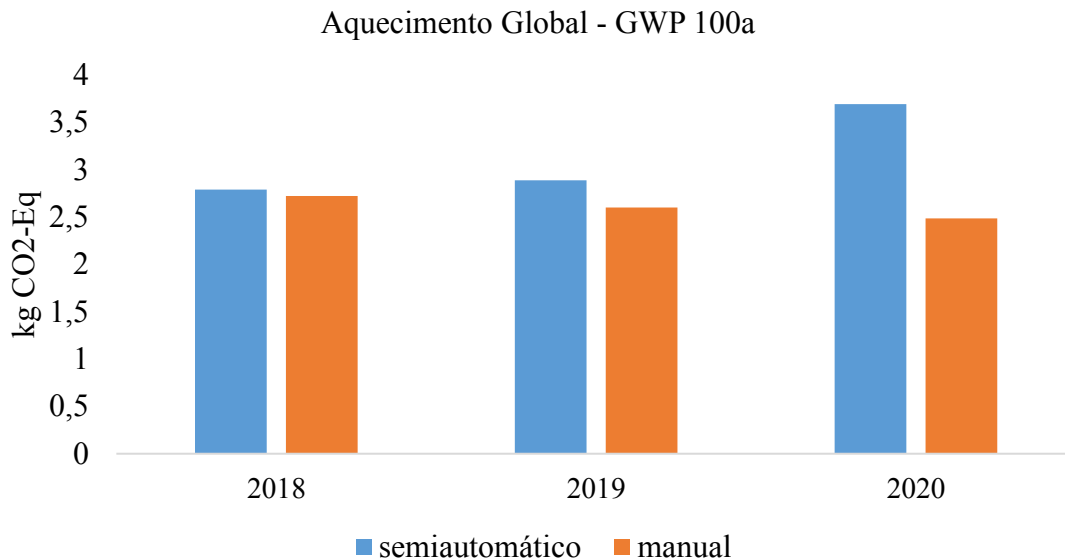
### 5.2.2 Aquecimento Global

O potencial de Aquecimento Global (GWP 100) é responsável pela emissão de gases de efeito estufa (TARANTINI *et al.*, 2009). A emissão de um gás de efeito estufa (kg) levará a um aumento da concentração atmosférica desses gases de efeito estufa (ppb) que, por sua vez, aumentará a capacidade de forçamento radiativo (w/m<sup>2</sup>), levando a um aumento da temperatura média global (°C), esse aumento da temperatura acaba resultando em danos à saúde humana e aos ecossistemas (HUIJBREGTS *et al.*, 2017).

Os diversos gases de efeito estufa têm tempos de vida atmosféricos muito diferentes e o potencial de aquecimento global expressa a quantidade de forçamento radioativo integrado ao longo do tempo (20, 100 ou 1000 anos) causados por uma emissão de 1kg de gases em relação ao forçamento radiativo adicional integrado nesse mesmo horizonte de tempo causada pela liberação de 1 kg de CO<sub>2</sub> (HUIJBREGTS *et al.*, 2017). Na Figura 14, pode-se visualizar a

contribuição que o processo de produção de frango de corte para a categoria aquecimento global em um horizonte de tempo de 100 anos.

Figura 14 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria aquecimento global nos dois aviários



Fonte: Aatoria própria (2023).

A partir da Figura 14, é possível visualizar que a contribuição para o aquecimento global foi maior nos três anos analisados no galpão semiautomático, com destaque para o ano de 2020 que apresentou um valor médio de 3,69 Kg CO<sub>2</sub> Eq. Enquanto no galpão manual essas contribuições foram sendo elevadas ao decorrer dos anos observados, no galpão manual essas contribuições reduziram, tendo em 2020 a menor contribuição, com um valor médio de 2,48 Kg CO<sub>2</sub> Eq.

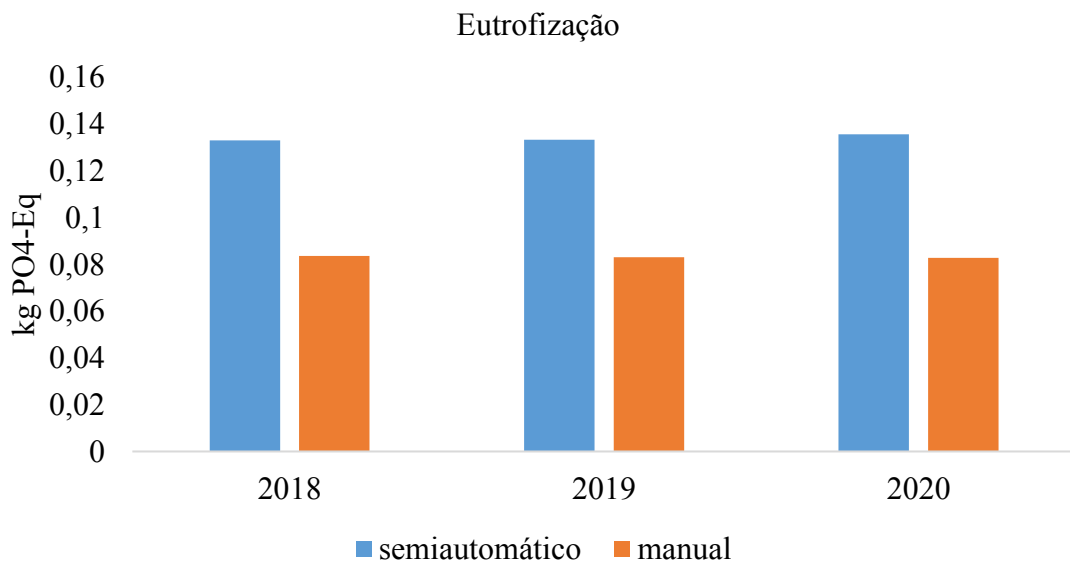
Como o aquecimento global está diretamente ligado a emissão de gases contribuintes para essa categoria, o resultado obtido das maiores contribuições pelo galpão semiautomático pode ser justificado pela utilização de mais tecnologia que consomem maiores quantidades de recursos naturais e emite mais gases para a atmosfera, como também pela queima da biomassa para aquecer os galpões e a maneira como é realizada o gerenciamento dos resíduos sólidos ao final de cada ciclo produtivo. Já a redução das contribuições no decorrer dos anos pelo galpão manual pode ser compreendida por um maior ajuste no gerenciamento desses dejetos e dos demais fatores que contribuem para a essa categoria.

Na pesquisa de Lopes (2011) na etapa do aviário os principais gases emitidos para a atmosfera e que influenciam nesta categoria de impacto foram os gerados na gestão de dejetos, produção de energia elétrica na rede e queima da biomassa com a emissão de CH<sub>4</sub>; CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O.

### 5.2.3 Eutrofização

O processo de eutrofização pode ser entendido como o enriquecimento das águas de nutrientes, principalmente nitrogênio e/ou fósforo. Com o excesso desses nutrientes, ocorrerá um rápido aumento da biomassa e uma diminuição do processo de aeração, provocando a morte de organismos sensíveis a redução da concentração de oxigênio (MOTA, 2010; BRAGA *et al.*, 2005). Na Figura 15, pode-se observar as contribuições que a produção de frango de corte ocasionou para a categoria de impacto eutrofização.

Figura 15 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria eutrofização nos dois aviários



Fonte: Autoria própria (2023).

Analisando os dados contidos na Figura 15, é possível visualizar que o galpão semiautomático quando comparado com o galpão manual foi o que mais contribuiu para a categoria eutrofização. A contribuição do galpão semiautomático apresentou um valor médio de 0,13 Kg PO<sub>4</sub> Eq, já o galpão manual apresentou um valor médio de 0,083 Kg PO<sub>4</sub> Eq. Esse fato pode ser compreendido por uma falta de gerenciamento adequado dos resíduos provenientes dos galpões, principalmente aqueles ricos em nutrientes como fósforo e/ou nitrogênio. Os valores inferiores ao do galpão semiautomático obtidos pelo galpão manual, pode ser compreendido por um melhor um melhor gerenciamento dos resíduos que pode ser um dos fatores que contribuíram para esse resultado.

Lopes (2011) em seu estudo também verificou que na etapa do aviário a gestão de dejetos foi a etapa que mais contribuiu com a emissão de gases contribuintes para a categoria



eutrofização com a emissão principalmente de  $\text{NH}_3$ ;  $\text{N}_2\text{O}$ ;  $\text{N}_2\text{O}$ . Leinonem e Kyriazakis (2016) quantificando os impactos do frango de corte, observaram que a emissão gerada nos aviários e o manejo dos dejetos gerou uma contribuição relativamente alta para o potencial de eutrofização.

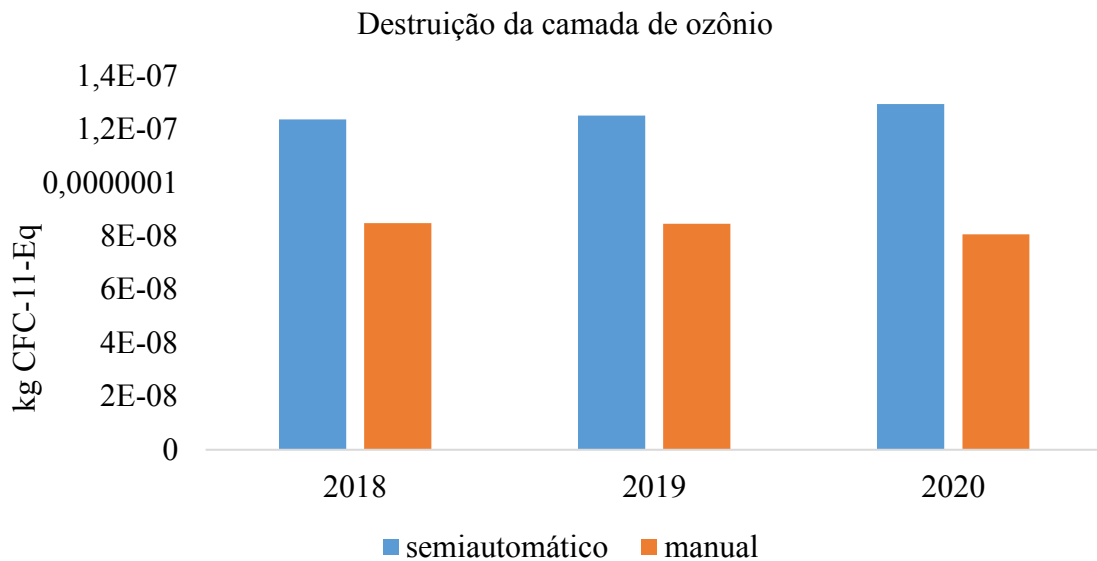
No estudo de Ogino *et al.* (2021) o potencial de eutrofização foi maior no sistema convencional (CNV) de produção de frango. Já as menores contribuições foram as apresentadas no sistema com baixa proteína suplementada com aminoácidos mais cristalizados (LP) e no sistema combinado (LP) + Sistema que inclui incineração dos resíduos de frango (IC).

#### 5.2.4 Destruição da Camada de Ozônio

A camada de ozônio fica localizada na estratosfera, com uma altitude entre 20 e 35 km da superfície terrestre. Essa camada tem a principal função proteger a terra da radiação ultravioleta emitida pelo sol. Esse tipo de radiação é nocivo à saúde e provoca principalmente câncer de pele e doenças oculares.

Os principais poluentes responsáveis pela depleção da camada de ozônio são os compostos clorofluorcarbono (CFCs), que ao longo dos anos vem sendo buscado acordos internacionais para reduzir gradativamente a emissão desses poluentes (MOURAD *et al.*, 2002). As contribuições que a produção de frango de corte causou na categoria destruição da camada de ozônio estão dispostas na Figura 16.

Figura 16 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria destruição da camada de ozônio nos dois aviários



Fonte: Autoria própria (2023).

Para a destruição da camada de ozônio, o galpão do aviário semiautomático apresentou as maiores contribuições quando comparado ao galpão do aviário manual nos três anos analisados. Porém, enquanto o galpão semiautomático foi apresentando valores médios crescentes ( $1,24 \text{ E}^{-7} \text{ Kg CFC -11Eq}$ ;  $1,25 \text{ E}^{-7} \text{ Kg CFC -11Eq}$  e  $1,29 \text{ E}^{-7} \text{ Kg CFC -11Eq}$ ) os valores médios do galpão manual foram reduzindo ( $8,48 \text{ E}^{-8} \text{ Kg CFC -11Eq}$ ;  $8,46 \text{ E}^{-8} \text{ Kg CFC -11Eq}$  e  $8,06 \text{ E}^{-8} \text{ Kg CFC -11Eq}$ ) no decorrer dos anos observados. Esse resultado pode ser compreendido por uma maior emissão de gases contribuintes para essa categoria no aviário semiautomático, principalmente pelo maior nível de tecnificação e maior consumo de elementos minerais.

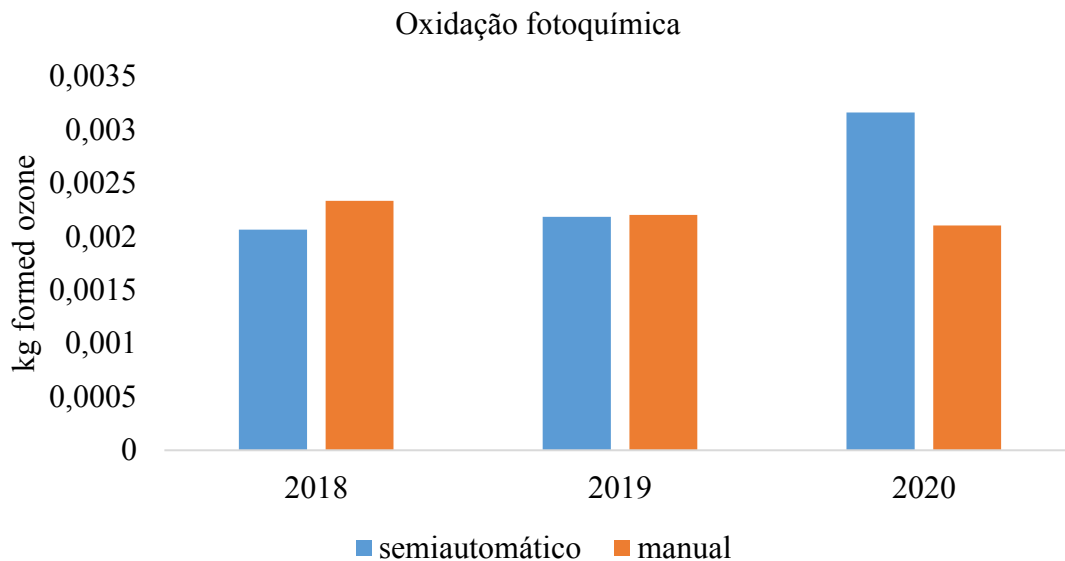
Cherubini *et al.* (2012) em seu estudo avaliou o desempenho de dois modelos de aviários, um de baixo investimento e outro de alto investimento através da ferramenta ACV. Neste estudo, verificou-se que o aviário de baixo investimento apresentou um melhor desempenho ambiental nas categorias saúde humana e danos à disponibilidade de recursos.

### 5.2.5 Oxidação fotoquímica

O processo de oxidação fotoquímica pode ser entendido com a consequência da reação entre substâncias orgânicas voláteis com óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), sob efeito dos raios ultravioletas, produzindo compostos oxidantes fotoquímicos, responsáveis por causar doenças

respiratórias, principalmente nos grandes centros urbanos, onde a fumaça fotoquímica oxidante se concentra em nuvens de difícil dissipação (MOURAD *et al.*, 2002). A contribuição dos galpões (semiautomático e manual) para a categoria de impacto oxidação fotoquímica pode ser observada na Figura 17.

Figura 17 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria oxidação fotoquímica nos dois aviários



Fonte: Autoria própria (2023).

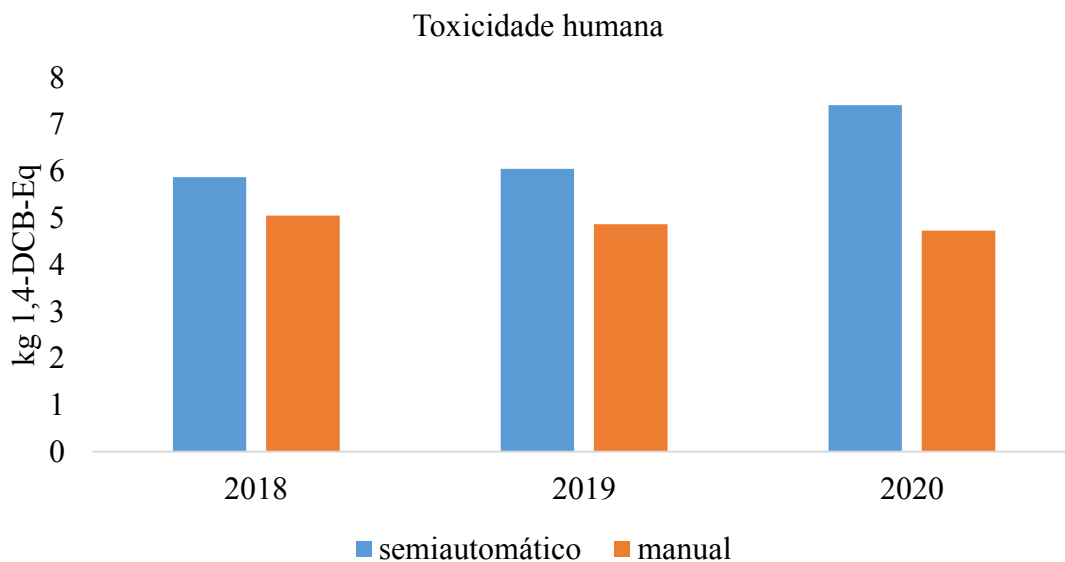
Conforme pode ser visualizado na Figura 16, a produção de frango de corte no galpão do aviário manual teve uma maior contribuição para a categoria oxidação fotoquímica no ano de 2018, apresentando um valor médio de 0,002 Kg de ozônio formado. Já no ano de 2019, as contribuições de ambos os galpões para essa categoria foram aproximadamente iguais. No entanto, a maior contribuição para a oxidação fotoquímica ocorreu no ano de 2020 e no galpão do aviário semiautomático com um valor médio de 0,003 Kg de ozônio formado. Esse resultado pode ser explicado por uma oscilação na forma como foi realizado o gerenciamento dos compostos voláteis gerados nos aviários.

De acordo com Lopes (2011) a queima da biomassa (lenha) nos aviários é a principal responsável pela emissão de gases contribuintes para a oxidação fotoquímica. Além disso, outro fator que pode justificar é a taxa de conversão, uma vez que no ano de 2018, o galpão manual obteve uma taxa de 1,89 enquanto o galpão semiautomático a taxa foi de 1,72. Em 2019, a taxa de conversão entre os galpões foi bem similar. Já no ano de 2020, a taxa do galpão semiautomático foi 1,96 enquanto no manual foi de 1,69. Os níveis de tecnificação diferentes (manual e semiautomático) também podem ter influenciado diretamente neste resultado.

### 5.2.6 Toxicidade humana

Este impacto é causado pela emissão de substâncias consideradas tóxicas, como os compostos aromáticos, metais pesados, tetracloreto de carbono e hidrocarbonetos. Quando essas substâncias chegam ao homem, se depositam nas células nervosas e adiposas, causando encefalite, cegueira e retardo mental (MOURAD *et al.*, 2002). Na Figura 18, encontra-se as contribuições dos galpões para a categoria de impacto toxicidade humana.

Figura 18 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria toxicidade humana nos dois aviários



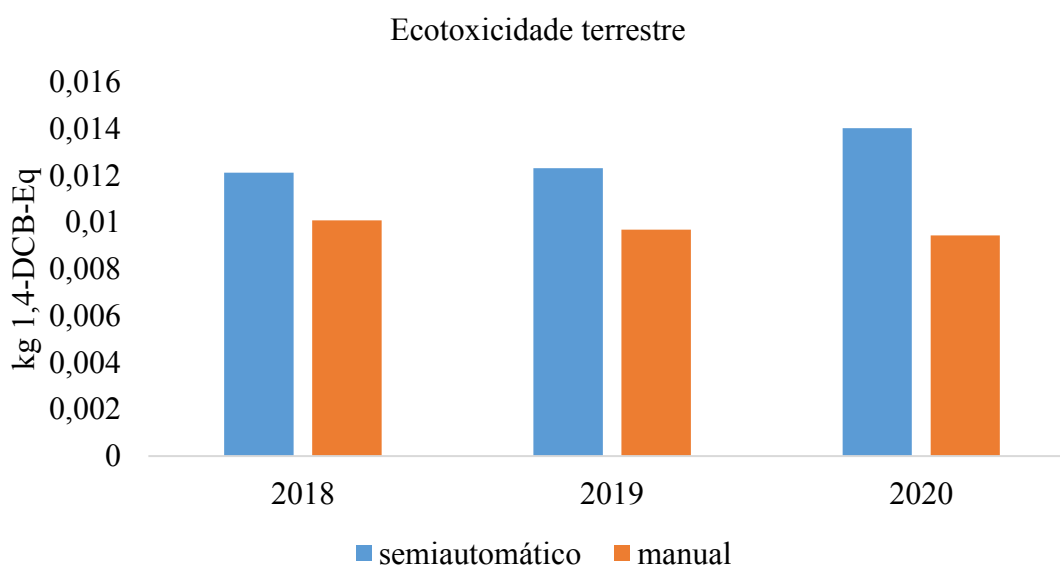
Fonte: Autoria própria (2023).

Para a categoria toxicidade humana (Figura 18), o galpão do aviário semiautomático foi o que apresentou as maiores contribuições quando comparado com o galpão manual. Com destaque para o ano de 2020, no qual o galpão semiautomático apresentou um valor médio de 7,41 Kg 1,4 DCB-Eq, sendo esse valor o de maior contribuição para a toxicidade humana. Esse resultado pode ser compreendido por um maior consumo de energia, combustíveis e elementos minerais em ambos os galpões, mas com destaque para o galpão semiautomático. Além de um maior nível de tecnificação que requer um maior consumo de insumos. Lima (2019) estimando os impactos ambientais do processo de produção de frango de corte na região Centro-Oeste do Brasil encontrou um valor inferior ao encontrado neste estudo que foi de 0,54 Kg 1,4- DCB-eq para a categoria toxicidade humana na etapa de produção de 1 kg frango vivo.

### 5.2.7 Ecotoxicidade Terrestre

A ecotoxicidade terrestre pode ser compreendida como os impactos causados por substâncias tóxicas emitidas sobre o ecossistema terrestre. Assim, a redução da biodiversidade da flora e da fauna e da produção agrícola são algumas consequências provocadas por essa categoria (MARTINS, 2017). As contribuições de cada ano e em cada galpão analisado podem ser visualizadas na Figura 19.

Figura 19 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria ecotoxicidade terrestre nos dois aviários



Fonte: Autoria própria (2023).

A partir da análise dos dados contidos na tabela 19, é possível compreender como foi a contribuição dos galpões para a categoria ecotoxicidade terrestre nos anos pesquisados. Assim, percebe-se que o galpão semiautomático foi o que gerou as maiores contribuições para essa categoria, com destaque para o ano de 2020 que apresentou a maior contribuição em relação aos anos anteriores, com um valor médio de 0,014 Kg 1,4 - DCB Eq. Já o galpão manual também apresentou contribuição para essa categoria, e ela foi praticamente a mesma nos três anos estudados. Esse resultado pode ser compreendido pela utilização de um maior consumo de eletricidade, além de um maior consumo de recursos naturais e despejos de substâncias tóxicas ao longo de todo o ciclo produtivo e que tem um significativo potencial de causar impactos para a presente categoria.

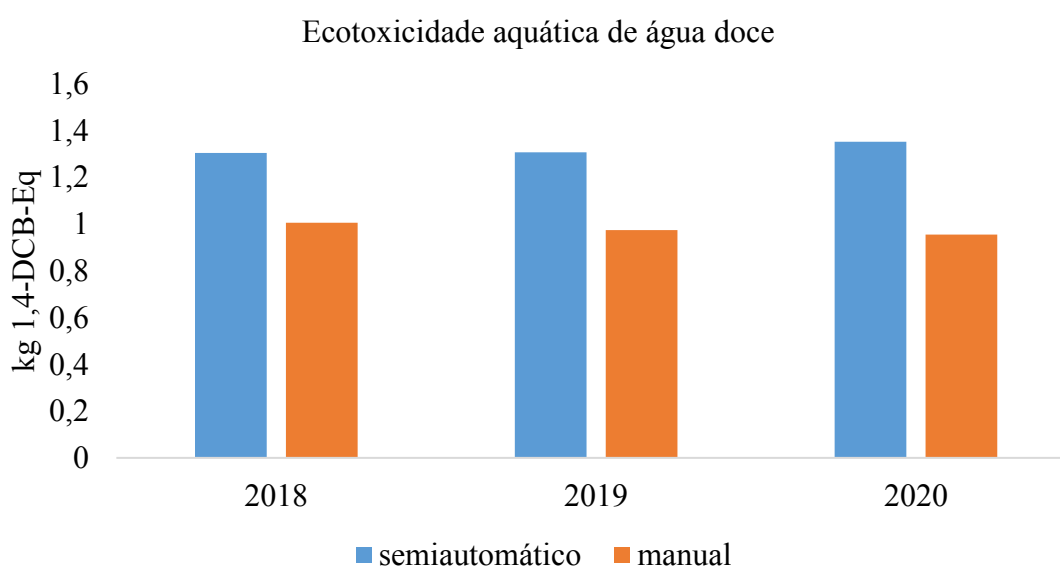
Na pesquisa realizada por Prudêncio da Silva *et al.* (2014) avaliando o impacto da produção de frango em diferentes cenários: (Fr -ST Sistema padrão da França); (Fr- LR Sistema

de Alta qualidade da França); (Br – CW Sistema em larga escala do Brasil) e (Br- SO Sistema em pequena escala do Brasil) constatou-se que nos dois cenários brasileiros o impacto ambiental para a categoria ecotoxicidade terrestre para 1 tonelada de frango vivo no portão da granja foram similares (6,5 kg 1,4-DCB eq/t e 6,7 kg 1,4-DCB eq/t), enquanto que nos cenários da França os resultados foram divergentes ( Fr- ST 5,9 kg 1,4-DCB eq/t e 9,5 kg 1,4-DCB eq/t). Os resultados deste estudo se mostraram similares ao encontrado nos cenários da França, no qual o cenário de Alta qualidade gerou as maiores contribuições para a categoria ecotoxicidade terrestre. Esse fato pode ser justificado pela geração de mais resíduos tóxicos no galpão semiautomático, por possuir uma tecnologia mais automatizada.

### 5.2.8 Ecotoxicidade Aquática de Água Doce

Esta categoria de impacto pode ser compreendida de forma similar a ecotoxicidade terrestre, ou seja, é causada por substâncias tóxicas para o ecossistema aquático de água doce. Também possui como consequência a redução da biodiversidade da flora e fauna neste ecossistema (MARTINS, 2017). Na Figura 20, é possível visualizar as contribuições de cada galpão para a referida categoria.

Figura 20 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria ecotoxicidade aquática de água doce nos dois aviários



Fonte: Autoria própria (2023).

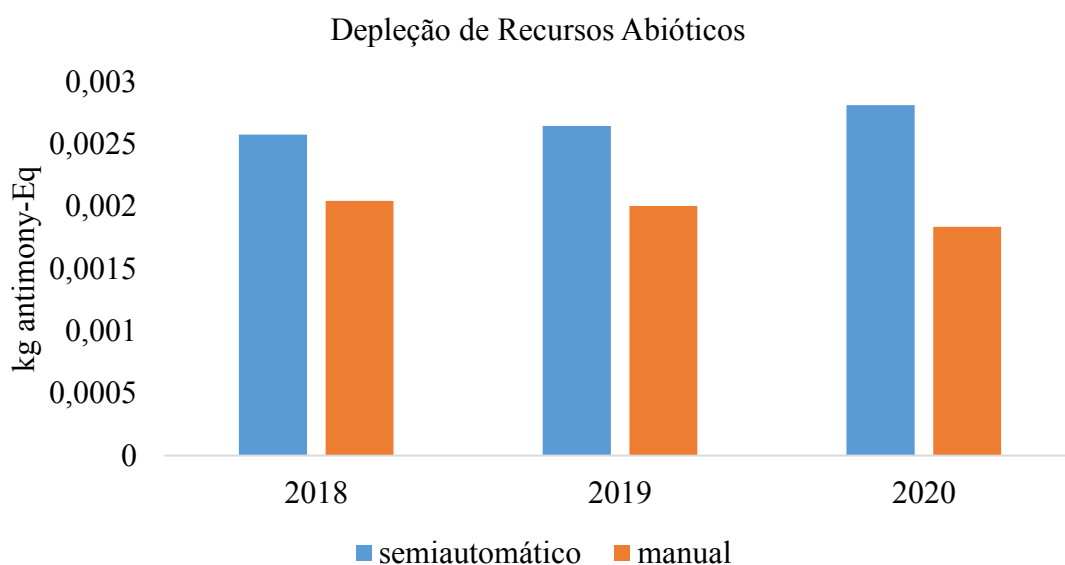
De acordo com os resultados gerados, o galpão semiautomático foi o que mais gerou contribuições para a categoria de impacto ecotoxicidade aquática de água doce, no qual

apresentou um valor médio de 1,3 Kg 1,4 DCB - Eq. O galpão manual também contribuiu para a referida categoria nos três anos, mas com um valor médio de 0,97 Kg 1,4 DCB - Eq, inferior ao valor encontrado no semiautomático. Esses resultados podem ser entendidos por um maior consumo de combustíveis fósseis e elementos minerais durante a produção de frango no aviário semiautomático, principalmente por apresentar um maior nível de tecnificação. No estudo desenvolvido por Lima (2019) no qual foram estimados os impactos ambientais no processo produtivo de frango de corte, foi encontrado um valor de 1,72 Kg 1,4- DCB-eq de contribuição para a categoria ecotoxicidade aquática de água doce na produção de 1 Kg de frango vivo, valor maior ao encontrado neste estudo.

### 5.2.9 Depleção de Recursos Abióticos

Essa categoria de impacto está caracterizada pelo consumo dos recursos naturais não bióticos, como combustíveis fósseis, minerais, metais e água. É medido em kg de antimônio (CASSINELLI, 2021). De acordo com Ferreira (2004), a depleção abiótica causa impactos através da redução da disponibilidade das gerações futuras terem acesso aos recursos naturais, causa pressão em recursos que o substituem e paralisação de atividade que necessitam destes recursos. As contribuições da categoria depleção de recursos abióticos (Figura 21).

Figura 21 - Contribuição do processo de produção de frango para a categoria depleção de recursos abióticos nos dois aviários



Fonte: Autoria própria (2023).

Para a categoria depleção de recursos abióticos o galpão semiautomático também foi o que apresentou as maiores contribuições em todos os anos observados quando comparado com o galpão manual que também contribuiu para essa categoria. O uso de tecnologias cada vez mais avançadas necessita de mais recursos naturais, o que pode levar a exaustão dos recursos disponíveis para a geração futura. Dessa forma, o galpão semiautomático foi o que mais contribuiu para essa categoria, que no ano de 2020 apresentou um valor médio de 0,0028 Kg de antimônio.

Leinonen *et al.* (2012) em seu estudo prevendo os impactos ambientais da produção de frango de corte no Reino Unido em três sistemas (padrão, ao ar livre e orgânico), concluíram que para 1 tonelada de peso de frango, o sistema padrão foi o que menos contribuiu para a categoria depleção de recursos abióticos com 18,9 kg de antimônio eq, o sistema ao ar livre contribuiu 22,3 kg de antimônio eq e o orgânico apresentou a maior contribuição com 34 kg de antimônio eq. A partir das considerações desse estudo, verifica-se que diferentes sistemas de produção de frango de corte terão contribuições diferentes em todas as categorias de impacto. Esse resultado está de acordo com o resultado encontrado na presente pesquisa, em que um sistema semiautomático apresentou um impacto superior ao sistema manual.



## 6.0 CONCLUSÕES

- A partir dos dados obtidos foi possível quantificar todos os insumos necessários para a produção de 1 kg de frango de corte. Dessa forma, em relação à média dos quatro ciclos anuais foi possível constatar que a quantidade de insumos variou entre os aviários, porém a taxa de conversão apresentou-se idêntica nos dois galpões.
- Com base nos insumos utilizados para produção de frango de corte, constatou-se que o galpão manual apresentou um melhor gerenciamento ao longo dos anos analisados, uma vez que obteve uma baixa taxa de mortalidade, um maior peso médio de frango e uma maior densidade de frango por metro quadrado.
- Em relação aos resíduos gerados por ambos os aviários, verificou-se similaridade aos produzidos por outros galpões do país, como os efluentes líquidos oriundos da lavagem de piso e de equipamentos, emissões para a atmosfera provenientes da queima da biomassa, bem como da volatilização dos gases resultantes dos dejetos. Incluindo-se também os resíduos sólidos como a cama de frango e as cinzas resultantes da queima da biomassa.
- No que se refere as categorias de impacto analisadas através do software Open LCA, constatou-se que para as categorias acidificação e eutrofização, o galpão semiautomático não apresentou variação nos valores de contribuição dessas categorias ao decorrer dos três anos, mas que ao ser comparado com as contribuições geradas pelo galpão manual, foram superiores.
- Quanto as categorias de impacto aquecimento global, destruição da camada de ozônio, toxicidade humana, ecotoxicidade terrestre, ecotoxicidade aquática de água doce e depleção dos recursos abióticos os valores das contribuições geradas pelo galpão semiautomático foram crescentes ao longo dos anos, enquanto no galpão manual, apesar de também ter contribuído para essas categorias de impacto, no decorrer dos anos houve uma redução anual para essas categorias.
- A categoria oxidação fotoquímica apresentou um comportamento diferente, com contribuições variadas entre os anos e entre os galpões. No ano de 2018, o galpão manual apresentou contribuições superior ao do galpão semiautomático. Em 2019, as contribuições tiveram uma similaridade, com um acréscimo das contribuições pelo galpão semiautomático e uma redução do galpão manual, ficando assim equiparados. Já no ano de 2020, as contribuições do galpão semiautomático foram superiores ao do galpão manual para essa categoria.

- Verificou-se que há diferença nas contribuições das categorias de impacto, decorrente do processo produtivo de frango de corte entre as granjas semiautomática e manual. Essa diferença pode estar relacionada ao fato de o galpão manual não utilizar de grandes tecnologias no decorrer do seu processo produtivo, fato que pode estar associado a uma produção com menores contribuições para as categorias analisadas. Outro fator que pode justificar esse melhor desempenho do galpão manual é a gestão no decorrer de todo o ciclo produtivo, reduzindo os níveis de estresse entre os animais.
- Por fim, espera-se que o presente estudo sirva de base para novas pesquisas no que se refere a avaliação de impacto ambiental no setor avícola em toda a região semiárida, visando assim, otimizar a produção e minimizar os impactos ambientais. Contribuindo assim, para o tripé da sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.040: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – **Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2014.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14044: 2009 Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - **Requisitos e orientações**. Rio de Janeiro, 2009.
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2023: Produção Brasileira de Carne de Frango e Consumo per capita**. 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>. Acesso em 04 jun. 2023.
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2022: Produção Brasileira de Carne de Frango e Consumo per capita**. 2022. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-vf.pdf>. Acesso em 04 jul. 2022.
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2018: Produção Brasileira de Carne de Frango e Consumo per capita**. 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>.> Acesso em: 06 jun. 2023.
- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. de. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.40, p. 1-14. jan. 2011.
- ALBERTA AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT. **Beneficial Management Practices: Environmental Manual for Livestock Producers in Alberta**. Environmental Stewardship Division 7000 - 113 Street Edmonton, Alberta T6H 5T6, Printed in Canada, April 2010. Disponível em: [https://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex13088/\\$file/400\\_28-2.pdf?OpenElement](https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex13088/$file/400_28-2.pdf?OpenElement) Acesso em: 19 out. 2019.
- ALEXANDRATOS, N., BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision**. 474 ESA Working paper N°. 12-03. Rome, FAO, 2012.
- AMATO, A.; ROCCHETTI, L.; BEOLCHINI, F. Environmental impact assessment of different end-of-life LCD management strategies. **Waste Management**. 59. P. 432-441, 2017.
- ARAÚJO, M. G. **Modelo de Avaliação do Ciclo de Vida para a Gestão de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos no Brasil**. 2013. 232 f. Tese (Doutorado em Planejamento

Energético) – Instituto Alberto Luiz Coimbra, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

ALVARENGA, R. A. F. **Avaliação de métodos de AICV: Um estudo de caso de quatro cenários de ração para frangos de corte.** 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

ARASHIRO, O. **A História da Avicultura do Brasil.** São Paulo: Gessulli Editores, p. 154, 1989.

ASCENCIO FIGUEROA, F. A. **Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de una planta de envases y embalajes en el marco de la ley 20.920.** Universidad Técnica Federico Santa María. Sede Viña del Mar - José Miguel Carrera, Chile. (2019).

AVISITE. **23 Unidades Federativas exportaram carne de frango em 2022; mas em 12 delas o volume foi menor que o de 2021.** 2023. Disponível em:

<https://www.avisite.com.br/23-unidades-federativas-exportaram-carne-de-frango-em-2022/#gsc.tab=0>. Acesso em: 29 jun. 2023.

BANCO DO NORDESTE. **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas.** Banco do Nordeste; equipe de elaboração Marilza do Carmo Oliveira Dias (coordenadora), Mauri César Barbosa Pereira, Pedro Luiz Fuentes Dias, Jair Fernandes Virgínio – Fortaleza, p. 297, 1999.

BAUMAN, H., TILLMAN, A. **The Hitch Hiker's Guide to LCA.** Student litteratur AB, Sweden. 2004.

BELLAVER, C, OLIVEIRA, P.A. Balanço da água nas cadeias de aves e suínos. **Avicultura Industrial**, n.10, p.39-44, 2009.

BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J. G. L., MIERZWA, J. C., BARROS, M. T. L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N., EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável.** 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL, D.; BARBOSA FILHO, J. D. **A avicultura e a ambiência na região Nordeste do Brasil.** Portal Dia de Campo, p.01, 2012. Disponível em: [http://www.neambe.ufc.br/arquivos\\_publicacao/20120316145501.pdf](http://www.neambe.ufc.br/arquivos_publicacao/20120316145501.pdf). Acesso em: 01 out. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA N° 1 de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> Acesso em: 19 out. 2019.

BRASIL. Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> Acesso em: 19 out. 2019.

BURITI, M. M. dos S. **Dinâmicas territoriais e interações espaciais: o circuito espacial produtivo da avicultura de corte no município de Pocinhos-PB.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba – UFPB, João Pessoa – PB, 2016.

CARNEIRO, R. **Desenvolvimento em crise: a economia brasileira no último quarto do século XX.** São Paulo: Editora Unesp, IE - Unicamp, 2002.

CARVALHO, M. D. **Ecoeficiência em sistemas de produção de frangos de corte.** Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, 111f. 2018.

CESARI, V., ZUCALI, M., SANDRUCCI, A., TAMBURINI, A., BAVA, L., TOSCHI, I. Environmental impact assessment of an Italian vertically integrated broiler system through a Life Cycle approach. **Journal of Cleaner Production.** 143, 904-911. 2017.

CASSINELLI, A. L. **Influência do número de pavimentos no grau de impacto ambiental de edifícios em concreto armado: estudo de caso.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2021

CHEHEBE, J.R.B. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos - Ferramenta Gerencial da ISO 14.000.** Rio de Janeiro: Quality mark, 104p. 1998.

CHERUBINI, E.; RIBEIRO, P. T. **Diálogos Setoriais Brasil e União Europeia: desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil.** Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia - Ibict, Brasília: 2015.

CHERUBINI, E.; ZANGHELINI, G. M.; SOARES, S. R.; GALINDRO, B. M.; DA SILVA JR, V. P.; SANTOS, M. A. **Comparação de impactos ambientais relacionados à construção de dois modelos de aviários usados no Brasil.** 2012. In: III Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida de Produtos e Serviços. “Novos desafios para um planeta sustentável”. 03 a 06 de setembro de 2012, Maringá – PR – Brasil. 2012.

COOPER, J. S.; FAVA, J. A. Life-cycle assessment practitioner survey: summary of results. **Journal of Industrial Ecology**,10(4), 12–14. 2006.

CORREIA, S. C. C. **Reprodução do capital avícola e campesinato no espaço agrário do Agreste paraibano**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa –PB, 2018.

COSTA, L. S.; GARCIA, L. A. F.; BRENE, P. R. A. **Panorama do setor de Frango de Corte no Brasil e a Participação da Indústria Avícola Paranaense no Complexo dado seu Alto Grau de Competitividade**. Anais do IV SINGEP – São Paulo – SP – Brasil, 2015.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Boa Vista, estado da Paraíba/** Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Pocinhos, estado da Paraíba/** Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CURRAN, M. A. Environmental life-cycle assessment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 1(3), 179–179.1996.

CURRAN, M.A. **Life Cycle Assessment: Principles and Practice**. National Research Management Laboratory, United States Environmental Protection Agency, 2006.

DALLA COSTA, A. J. **A agroindústria brasileira contemporânea: inovações organizacionais e transformações tecnológicas na avicultura**. Universidade Paris III (Tese de Doutorado) – Sorbonne Nouvelle, Paris, 1997.

DANTAS, D. dos S. **A difusão do meio técnico-científico-informacional na Produção avícola no município de Pocinhos (PB)**. Monografia (Graduação em geografia) – Universidade Federal da Paraíba – UFPB, João Pessoa –PB, 2018.

DE SOUSA, F. C. **Potencial de geração e emissão de amônia pela avicultura de corte do Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

DE VRIES, M., DE BOER, I.J.M. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. **Livestock Science**. 128, 1-11. 2010.

DUARTE, S.C. e JAENISCH, F.R.F. Biosseguridade: A melhor estratégia. **Revista Avicultura**. p. 12-17, ed. 1289, ano.110, n.06, 2019.

ELKINGTON, J. **Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Capstone, 1997.

ECOINVENT CENTER. **Open Hearing for EcoSpold Data Format v1 Revision** – Commented Summary of Feedback Received, developed by Peter Müller-Beilschmidt, Bo Weidema, Hamburg, May 2009.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Life cycle assessment: principles and practice**. US EPA. 2006.

EVANGELISTA, F. R.; NOGUEIRA FILHO, A.; OLIVEIRA, A. A. P. **A Avicultura Industrial de Corte no Nordeste: Aspectos Econômicos e Organizacionais**. 2008. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 20 a 23 de julho de 2008, Rio Branco – Acre – Brasil. 2008.

FAOSTAT. Food and agriculture organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/CL>. Acessado: 04 dez. 2019

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **World Agriculture: Towards 2015/2030 an FAO Perspective**. Edited by Jelle Bruinsma. Earthscan Publications Ltd London, 444p. 2003.

FERREIRA, J. V.R. **Análise de Ciclo de Vida dos Produtos**. Instituto Politécnico de Viseu, 2004.

FIGUEIREDO, A. M.; SANTOS, P. A. dos., SANTOLIN, R.; REIS, B. dos S. Integração na criação de frangos de corte na microrregião de Viçosa – MG: viabilidade econômica e análise de risco. **Revista de Economia e Sociologia Rural (RER)**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 4, p. 713-730, 2006.

GARCIA, F. L. **Comparação entre a moldagem por injeção e a manufatura aditiva utilizando materiais poliméricos reciclados: um estudo de ACV**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2018.

GARCIA, R.G., ALMEIDA PAZ, I.C.L., CALDARA, F.R., NÄÄS, I.A., PEREIRA, D.F., FERREIRA, V.M.O.S. Selecting the most adequate bedding material for broiler production in Brazil. **Braz. J. Poult. Sci.** 14, p.121-127. 2012.

GERBER, P.J., STEINFELD, H., HENDERSON, B., MOTTET, A., OPIO, C., DIJKMAN, J., FALCUCCI, A., TEMPIO, G., **Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. 2013.

GERBER, P.; OPIO, C.; STEINFELD, H. **Poultry production and the environment-A review**. FAO, Animal Production and Health Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla. Roma, Itália, v. 153, p. 1–27, 2007.

GIROTTI, A.F.; AVILA, V.S. Sistema de Produção de Frangos de Corte. **EMBRAPA Suínos e Aves**. Versão Eletrônica. ISSN 1678-8850. 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMILŠEKA, R.; ČUČEK, L.; HOMŠAKC, M.; KRAVANJA, Z. Towards GHG Emissions Neutrality of Aluminium Slug Production: An Industrial Study. **Chemical Engineering transactions**. v. 76, p. 217-222, 2019.

GONZÁLEZ-GARCÍA, S., GOMEZ-FERNÁNDEZ, Z., DIAS, A.C., FEIJOO, G., MOREIRA, M.T., ARROJA, L. Life Cycle Assessment of broiler chicken production: a Portuguese case study. **Journal of Cleaner Production**. 74, p. 125 e134. 2014.

GRUDZIŃSKI, J.; KRZYWICKA, M.; BOLIBOK, L. Computer-aided environmental risk assessment of potato cultivation technology using openLCA software. **Journal of Ecological Engineering**. v. 17. p. 198-202, 2016.

GUINÉE, J. B. Handbook on Life Cycle Assessment: operational guide to the ISO Standards. **Kluwer Academic Publishers**, 2002.

GUINÉE J. B. et al **Life cycle assessment: An operational guide to the ISO standards - Characterisation and Normalisation Factors**. Holanda: Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM) and Centre of Environmental Science (CML), 2001.



GUTIERREZ, K. G. **Análise e gerenciamento de impactos ambientais no tratamento de esgoto doméstico mediante avaliação de ciclo de vida**. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

GUTIERREZ, M. R. V.; DA SILVA, A. L.; FLORES, M.P.; CASTANEDA, F. E. M.; CAMPOS, A. R. M.; GARDEA, J. M.; TENORIO, G. G. Life Cycle Assessment of pig production - a case study in mexican farm. 35th International Scientific Conference on **Economic and Social Development** – "Sustainability from an Economic and Social Perspective" – p. 734- 741. Lisbon, 2018.

HANSEN, A. P. **Análise do efeito em termos de desempenho ambiental da substituição de eteno de origem fóssil por equivalente renovável na produção de poliestireno**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

HENN, J. D.; MARX, F.R.; BOCKOR, L; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A. de M. **Emissão de dióxido de carbono na cama de primeiro lote de duas linhagens de frangos de corte**. In: XII Seminário Técnico Científico de Aves e Suínos - Avesui, 2013, Florianópolis. Anais do XII Seminário Técnico Científico de Aves e Suínos - Avesui. Florianópolis, 2013.

HUIJBREGTS, M. A. J., STEINMANN, Z.J.N., ELSHOUT, P.M.F., STAM, G., VERONES, F., VIEIRA, M. D. M., HOLLANDER, A., ZIJP, M., VAN ZELM, R. ReCiPe2016: a harmonised life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 22, n. 2, p. 138-147, 2017.

IBÁÑEZ-FORÉS. **Optimización del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de Castellón de la Plana Mediante La Aplicación de Técnicas de Análisis del Ciclo de Vida (ACV)**. Proyecto Final de Carrera (Enginyeria Industrial) – Universitat Jaume I, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Pesquisa trimestral de abate de animais**. Disponível: <https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/AX/A/70/T/Q>. Acesso em: 05 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=29151&t=resultados>. Acesso: 28 mai. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Consultas de exportação e importação com dados de 1997 ao ano atual**. Exportação e Importação Municípios. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/municipio>. Acesso em: 06 out. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=resultados>. Acesso em: 07 out. 2019.

\_\_\_\_. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pocinhos/pesquisa/18/16459?ano=2021>. Acesso em: 28 nov. 2019.

\_\_\_\_. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/boa-vista/panorama>. Acesso: 28 nov. 2019.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Secretariat, Geneva. 2006.

JRC - JOINT RESEARCH CENTRE. **Analysis of existing environmental impact assessment methodologies for use in life cycle assessment**: background document. 2010.

JUNQUEIRA, R. C.; UTURBEY, W. Valoração econômica de impactos ambientais da energia solar fotovoltaica: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Energia Solar**, ano 8, v. 8, nº1, p.50-58, 2017.

KOZLOVIČ, G. **Analiza Življenjskega Cikla Procesov Proizvodnje Bioetanola S Programskim Orodjem OpenLCA**. Tese de Doutorado. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo. 2016.

LEINONEN, I., WILLIAMS, A.G., WISEMAN, I.J., GUY, J., KYRIAZAKIS, I. Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: broiler production systems. **Poultry Science**. v. 91, p. 8-25, 2012.

LEINONEN, I. e KYRIAZAKIS, I. How can we improve the environmental sustainability of poultry production? **Proceedings of the Nutrition Society**, vol. 75, issue 3, pp. 265-273, 2016.

LEINONEN, I e KYRIAZAKIS, I. Quantifying the environmental impacts of UK broiler and egg production systems. **Lohmann Information**. vol. 48 (2), 45 p, 2013.

LEVIS, J. W. & BARLAZ, M. A. Is biodegradability a desirable attribute for discarded solid waste? perspectives from a national landfill greenhouse gas inventory model. **Environmental Science & technology**, 45(13), 5470–5476. 2011.

LIMA, N. D. da S. **Estimativa dos impactos ambientais no processo produtivo de frangos de corte**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, 2019.

LIMA, N. D. S.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; PONSO, R. Model-predicted ammonia emission from two broiler houses with different rearing systems. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 5, p. 393–399, 2015.

LÓPEZ-ANDRÉS, J. J., AGUILAR-LASSERRE, A. A., MORALES-MENDOZA, L. F., AZZARO-PANTEL, C., PEREZ-GALLARDO, J. R., RICO-CONTRERAS, J. O. Environmental impact assessment of chicken meat production via an integrated methodology based on LCA, simulation and genetic algorithms. **Journal of Cleaner Production**. 174, P. 477e 491. 2018.

LOPES, I. C.C. **Avaliação do Ciclo de Vida do Frango**. Dissertação (Mestre em Engenharia de Ambiente). Universidade de Aveiro – Departamento de Ambiente e Ordenamento, Portugal, 2011.

MACLEOD, M.; GERBER, P.; MOTTET, A.; TEMPIO, G.; FALCUCCI, A.; OPIO, C.; VELLINGA, T.; HENDERSON, B.; STEINFELD, H. **Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains—A global life cycle assessment**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, 2013.

MAGRINI, A. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. **Revista Brasileira de Energia**, v. 8, n. 2, 2004.

MARTÍNEZ, L.A.; CUÉLLAR, Y.; PÁEZ, N.J.; PEDRAZA, J.I.; BELÁLCAZAR-CERÓN, L.C. Huella de Carbono del Ciclo de Vida de Plantaciones Forestales Comerciales (*Eucalyptus grandis*, *Pinus patula*) y Forestal Protectora (*Guadua angustifolia kunth*) en Colombia. 7th International Workshop | **Advances in Cleaner Production**. Colombia, 2018.

MARTINS, W. A. **Avaliação do ciclo de vida do programa de coleta seletiva do município de João Pessoa – PB, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2017.

- MATOS, B. I. L. d. **Avaliação do desempenho ambiental da produção de mobiliário em Portugal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, 2012.
- MCDougall, F.R.; Whaite, P.; Franke, M.; Hindle, P. **Gestión Integral de Resíduos Sólidos: inventario de ciclo de vida**. Primera edición traducida. Caracas: Procter & Gamble, 2004.
- MENDES, N. C.; BUENO, C.; OMETTO, A.R. Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: revisão dos principais métodos. **Production**, 26(1), p.160-175, 2016.
- MENDES, N.C. **Métodos e modelos de caracterização para a Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: análise e subsídios para a aplicação no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, São Carlos, 2013.
- MICHELS, I; GORDIN, M. H. O. **Avicultura**. Campo Grande-MS, Editora UFMS; 2004.
- MIELE, M. et al. **Coefficientes técnicos para o cálculo do custo de produção de frango de corte**. Embrapa Suínos e Aves-Comunicado Técnico 483 (INFOTECA-E), 2010.
- MIRAGLIOTTA, M.Y. **Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Campinas, SP, 258 p., 2005.
- MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Expressão Gráfica, 2010.
- MOREIRA, E. e TARGINO, I. **Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba**. Editora Universitária da Paraíba, João Pessoa, 1997.
- MORERO, B.; RODRIGUEZ, M. B.; CAMPANELLA, E. A. Environmental impact assessment as a complement of life cycle assessment. Case study: Upgrading of biogás. **Bioresource Technology**. V. 190, p. 402-407, 2015.
- MOURAD, A. L.; GARCIA, E. E. C.; VILHENA, A. **Avaliação do ciclo de vida: princípios e aplicações**. Campinas: CETEA/CEMPRE, 2002.

NATIONAL RENEWABLEENERGY LABORATORY- NREL. **U.S. Life Cycle Inventory Database**. 2011. Disponível em: <https://www.nrel.gov/lci/related-links.html>. Acesso em: 02 dez. 2019.

NEVES, J. L. G. **Aplicação da ACV-Análise Ciclo de Vida, de Soluções Construtivas Simples de Alvenaria**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2016.

OECD – FAO / Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015), **OECD-FAO Agricultural Outlook**, OECD Publishing, Paris. 2015.

OGINO, A.; OISHI, K.; SETOGUCHI, A.; OSADA, T. Life Cycle Assessment of Sustainable Broiler Production Systems: Effects of Low-Protein Diet and Litter Incineration. **Agriculture**, 11, 921, 2021.

OLIVEIRA, P.A. V; SANTOS FILHO, J. I. dos; BELLAVER, P.; SCHEUERMANN, G. N.; CARON, L. Estimativa da emissão de gases de efeito estufa na produção de frangos de corte nos sistemas convencional e darkhouse. **Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 504**, Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2012.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Consumo de carne é um dos problemas mais urgentes do planeta, alertam empreendedores**, 2018 Disponível em: <https://nacoesunidas.org/consumo-de-carne-e-um-dosproblemas-mais-urgentes-do-planeta-alertam-empresarios/>. Acessado em: 25 jul. 2022.

PACHECO, J. de C.; NETO, J. M. M.; SILVA, E. A da. Impactos ambientais e formulação de ração para frango de corte. **Revista Latino-Americana em Avaliação do Ciclo de Vida**, Brasília, Edição Especial, n. 2, p. 97-109, 2018.

PALHARES, J. C. **Impacto ambiental da produção de frangos de corte – revisão do cenário brasileiro**. In: PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. (Ed.). Manejo ambiental na avicultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 11-34, 2011.

PEJON, O.J.; RODRIGUES, V. G. S.; ZUQUETTE, L. V. Impactos ambientais sobre o solo. In: CALIJURI, M. do C. e CUNHA, D. G. F. Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão – Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

PEREIRA, J. C. D., & LIMA, P. C. F. (2002). Comparação da qualidade da madeira de seis espécies de algarobeira para a produção de energia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 45, p. 99-107, jul./dez. 2002.

PIRAUX, M. e MIRANDA, R de S. A longa emergência da agricultura familiar: relações entre atividade agrícola, atores sociais e formas de intervenção do Estado no agreste paraibano. **Revista Raízes**, v. 30, n.2, jul-dez. 2010.

PÔRTO, J.C.G. **A avicultura de corte e consumo de água no semiárido paraibano**. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento Regional). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2º Edição. Editora Universidade Feevale. Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul – Brasil, 277 p, 2013.

PRUDÊNCIO DA SILVA, V.; VAN DER WERF, H. M.G.; SOARES, S. R.; CORSON, M. S. Environmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: An LCA approach. **Journal of Environmental Management**, 133, 222–231, 2014.

RAMOS, H. de O. **Avaliação dos impactos ambientais de processos oxidativos avançados na remoção de micropoluentes e ecotoxicidade**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias e Processos Ambientais). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2022.

REBITZER, G.; EKVALL, T.; FRISCHKNECHT, R.; HUNKELER, D.; NORRIS, G.; RYDBERG, T; SCHMIDT, W. P.; SUH, S.; WEIDEMA, B. P.; PENNINGTON, D. W. Life Cycle Assessment Part 1: framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. **Environment International**, [Washington, DC.], v. 30, p. 701-720, 2004.

REGULY1, N.; MORALES, M.; KIRCHHEIM, A. P.; PASSUELLO, A. **Incertezas relacionadas à etapa de manutenção de edificações habitacionais: estudo de caso de paredes de alvenaria estrutural**. In: VI Congresso Brasileiro Sobre Gestão do Ciclo de Vida / coordenação, Tiago Emmanuel Nunes Braga e Gil Anderi da Silva. P. 270-276. Brasília, 2018.

RIBEIRO, P. H. **Contribuição ao banco de dados brasileiro para apoio à avaliação do ciclo de vida: fertilizantes nitrogenados**. 375 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

RIZZI, A. T. **Mudanças Tecnológicas e Reestruturação da Indústria Agroalimentar: o caso da indústria de frangos no Brasil.** Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

ROCHA, D. P. B. da. **Avaliação do Ciclo de Vida de Agregados Leves Artificiais produzidos com resíduo industrial e argila vermelha local (NORDESTE/BRASIL).** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2020.

RODRIGUES, W. O. P.; GARCIA, R. G.; NAAS, I. A.; ROSA, C. O.; CALDARELLI, C. E. Evolução da avicultura de corte no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 1666-1684, 2014.

RODRIGUES, C. R. B., ZOLDAN, M. A., LEITE, M. L. G., OLIVEIRA, I. L. **Sistemas computacionais de apoio a ferramenta análise de ciclo de vida do produto (ACV).** 28º Encontro nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, Brasil, 2008.

SANTOS, L. M. M. **Avaliação ambiental de processos industriais.** 2. ed. São Paulo: Signus Editora, 2006.

SAYAMA, A. K. **Impacto das criações de frangos de corte em altas densidades.** Aveworld, 2015. Disponível em: <http://www.aveworld.com.br/noticia/impacto-das-criacoes-de-frangos-de-corte-em-altas-densidades/>. Acesso em: 02 ago. 2019.

SIEFERT, R.L.; SCUDLARK, J.R. Determination of ammonia emission rates from a tunnel ventilated chicken house using passive samplers and a Gaussian dispersion model. **J. Atmos. Chem.** 59, p. 99-115. 2008.

SOARES, S.R.; SOUZA, D.M.; PEREIRA, S. W. **A Avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil.** In: Construção e Meio Ambiente. Editores: Miguel Aloysio Sattler e Fernando Oscar Ruttkay Pereira. Coleção Habitare, v. 7. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

SORDI, A., DE SOUZA, S. N. M., & DE OLIVEIRA, F. H. (2005). Biomassa gerada a partir da produção avícola na região Oeste do Estado do Paraná: uma fonte de energia. **Acta Scientiarum Technology**, 27(2), 183-190, 2005.

SOUZA, M. J. **Avaliação do desempenho ambiental da avaliação do desempenho ambiental do sector agrícola em Portugal.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia- Universidade Nova de Lisboa, 2012.

SOUSA, B. N. F. **Reestruturação socioespacial da avicultura no Ceará**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.

SKUNCA, D., TOMASEVIC, I., NASTASIJEVIC, I., TOMOVIC, V., DJEKIC, I. Life cycle assessment of the chicken meat chain. **Journal of Cleaner Production**, 184, 440-450. 2018.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; DE HAAN, C. **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); 2006.

TABATABAIE, S. M. H.; MURTHY, G. S. Cradle to farm gate life cycle assessment of strawberry production in the United States. **Journal of Cleaner Production**. v. 127. p. 548-55, 2016.

TAKEDA, A., TACHARD, A. L., OMETTO, A. R. **Levantamento de métodos de avaliação de impacto de ciclo de vida (AICV) mais recorrentes em estudos**. 2º Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida em Produtos e Serviços. Florianópolis, Santa Catarina, 2010.

TARANTINI, M.; LOPRIENO, A.D.; CUCCHI, E.; FRENQUELLUCCI, F. Life Cycle Assessment of waste management systems in Italian industrial areas: Case study of 1stMacrolotto of Prato. **Energy** 34, p.613-622, 2009.

TAVARES, V. S. R. **Análise de Ciclo de Vida dos RU em Destino Final. Caso de Estudo: Aterros e Incineradoras de Portugal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa, 2013.

TELLO, R. B.; BELALCAZAR, L. C. **Life Cycle Assessment for the bioethanol production in Colombia by using openLCA**. A&WMA's 107th Annual Conference & Exhibition. Long Beach, California, 2014.

TOGHYANI, M., GHEISARI, A., MODARESI, M., TABEIDIAN S.A., TOGHYANI, M., 2010. Effect of different litter material on performance and behavior of broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**. 122, p.48-52, 2010.

TRENTIN, A. W. S. **Diagnóstico e avaliação do ciclo de vida do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos de Santa Cruz do Sul-RS**. Dissertação (Mestrado em Gestão e tecnologia Ambiental) - Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, Santa Cruz do Sul, 2015.

TRICHES, D., SIMAN, R.F., CALDART, W.L. **A cadeia produtiva da carne de frango da região da serra gaúcha: uma análise da estrutura de produção e mercado**. In:



CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43, 2004, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: USP, p. 1-19. 2004.

TONGPOOL, R., PHANICHAVALIT, N., YUVANIYAMA, C. e MUNGCHAROEN, T., Improvement of the environmental performance of broiler feeds: a study via life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, vol. 35, pp. 16-24, 2012.

UBABEF – União Brasileira de Avicultura. The saga of the Brazilian poultry industry: how Brazil has become the world's largest exporter of chicken meat = **A saga da avicultura brasileira: como o Brasil se tornou o maior exportador mundial de carne de frango**. ISBN 978-85-98831-20-6, Rio de Janeiro: Insight; São Paulo, 120p. 2011.

UNITED NATIONS - Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). **World Population Prospects 2022: Summary of Results**. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3. New York, 2022. Disponível em: [https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022\\_summary\\_of\\_results.pdf](https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf). Acesso em: 10 out. 2022.

VIEIRA, N. M.; DIAS, R. S. **Uma abordagem sistêmica da avicultura de corte na economia brasileira**. In: NEVES, M.F.; BIALOSKORSKI, S.; SCARE, R. F. CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., Ribeirão Preto, 2005. Disponível em: < <http://www.sober.org.br/palestra/2/394.pdf> >. Acessado em: 12 de jul de 2019.

VOILA, M.; TRICHES, D. A cadeia de carne de frango: uma análise dos mercados brasileiro e mundial de 2002 a 2012. **Revista Teoria e Evidência Econômica** - Ano 21, n. 44, p. 126-148, jan./jun. 2015.

VON BOBRUTZKI, K., MÜLLER, H.J., SCHERER, D. Factors affecting the ammonia content in the air surrounding a broiler farm. **Biosyst. Eng.** 108, 322-333. 2011.

WIEDEMANN, S., MCGAHAN, E., MURPHY, C. Resource use and environmental impacts from Australian chicken meat production. **Journal of Cleaner Production**. 140, p. 675 e 684. 2017.

WOLF, M. **National LCA Databases: status and ways towards interoperability**. Maki Consulting: Berlin, 2014.

ZIEBERT, R. A.; SHIKIDA, P. F. A. Avicultura e produção integrada em Santa Helena, estado do Paraná: uma abordagem a partir da nova economia institucional. **Revista Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 71-86, 2004.