



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE BIOLOGIA E QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO EFICIENTE PARA
INCINERAÇÃO DOS RESÍDUOS DE AVES**

JOÃO PEDRO DA SILVA SANTOS

CUITÉ-PB

2024

JOÃO PEDRO DA SILVA SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO EFICIENTE PARA
INCINERAÇÃO DOS RESÍDUOS DE AVES**

Esse trabalho foi desenvolvido, como requisito obrigatório da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso na área de Licenciatura em Química no *campus* do Centro de Educação e Saúde, na Universidade Federal de Campina Grande, juntamente com a parceria da empresa Santa Clara, localizada no município de Cuité-PB.

Orientador: Prof. Dr. Marciano Henrique de Lucena Neto.

CUITÉ – PB

2024

S237d Santos, João Pedro da Silva.

Desenvolvimento de um método eficiente para incineração dos resíduos de aves. / João Pedro da Silva Santos. - Cuité, 2024.
50 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2024.

"Orientação: Prof. Dr. Marciano Henrique de Lucena Neto".

Referências.

1. Avicultura. 2. Compostagem. 3. Incinerador. 4. Granja Santa Clara – Cuité – PB. 5. Avicultura – Cuité – PB. 6. Frango – morte – destinação. 7. Centro de Educação e Saúde. I. Lucena Neto, Marciano Henrique de. II. Título.

CDU 636.6(043)

JOÃO PEDRO DA SILVA SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO EFICIENTE PARA
INCINERAÇÃO DOS RESÍDUOS DE AVES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na área de Licenciatura em Química na Unidade Acadêmica de Biologia e Química da Universidade Federal de Campina Grande *campus* Cuité-PB, com o requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Química.

Trabalho julgado e aprovado em:

/ / 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marciano Henrique de Lucena Neto
Orientador-UABQ/CES/UFCG

Prof. Dr. Jose Carlos de Oliveira Santos
Avaliador- UABQ/CES/UFCG

Prof. Dr. Francisco José Victor de Castro
Avaliador- UABQ/CES/UFCG

RESUMO

A avicultura no Brasil é um mercado muito significativo para a economia brasileira. Na cidade de Cuité a Granja Santa apresenta-se como uma das maiores empresas da cidade e região. O consumo de frango, galinhas e ovos, é um dos principais alimentos consumidos. No entanto, ocorrem alguns problemas nas indústrias em geral, e um deles é a quantidade de frangos mortos diariamente, que chegam a 40 frangos diários, e atualmente o principal método utilizado é o método da compostagem, que consiste em montar um espaço adequado a decomposição do frango. Este atualmente utilizado, gera diversos efeitos negativos, efeitos de saúde de uma forma geral, atrai insetos, urubus, contamina o solo, entre outros. Para minimizar os danos causados pela compostagem, este trabalho se propõe a desenvolver um método eficiente para incineração dos resíduos de aves provenientes da Granja Santa Clara. O trabalho consiste em propor um método de tratamento de matéria orgânica e inorgânica, por meio da incineração, utilizando uma Mufla, analisando perda de massas de água, das partes dos frangos mortos, em relação a temperatura, e calcular a conversão das amostras em cinzas, apontar ainda, a faixa de melhor temperatura de incineração, análise de minerais, por EDX e sugerir um equipamento similar a uma mufla como incinerador. Portanto, direcionar as empresas de avicultura de corte ou de postura principalmente a Granja Santa Clara, apontando essa pesquisa como fonte científica, para que o trabalho desenvolvido possa minimizar e/ou resolver as dificuldades encontradas. A pesquisa foi desenvolvida pela UFCG, no campus de Cuité, com a parceria da empresa Santa Clara, localizada no município de Cuité-PB.

Palavras-chaves: Avicultura, compostagem, incinerador.

ABSTRACT

Poultry farming in Brazil is a very significant market for the Brazilian economy. In the city of Cuité, Granja Santa Clara presents itself as one of the largest companies in the city and region. The consumption of chicken, chickens and eggs are one of the main foods consumed. However, there are some problems in industries in general, and one of them is the number of chickens killed daily, which reaches 40 chickens per day, and currently the main method used is the composting method, which consists of setting up a suitable space for decomposition. of the chicken. This currently used, generates several negative effects, health effects in general, chicken and workers, attracts insects, vultures, contaminates the soil, among others. To minimize the damage caused by composting, this work aims to develop an efficient method for incinerating poultry waste from Granja Santa Clara. The work consists of proposing a method of treating organic and inorganic matter, through incineration, using a Muffle, analyzing the loss of water masses, parts of dead chickens, in relation to temperature, and calculating the conversion of samples into ash , also point out the best incineration temperature range, mineral analysis, by EDX and suggest equipment similar to a muffle furnace as an incinerator. Therefore, target meat or layer poultry farming companies, mainly Granja Santa Clara, pointing out this research as a scientific source, so that the work developed can minimize and/or resolve the difficulties encountered. The research was developed by UFCG, on the Cuité campus, in partnership with the company Santa Clara, located in the municipality of Cuité-PB.

keywords: Poultry farming, composting, incinerator.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Sistema de Compostagem.....	21
Figura 02. Imagem aérea da Granja Santa Clara.....	26
Figura 03. Aviários da empresa Santa Clara.....	27
Figura 04. Local da compostagem da empresa Santa Clara.....	28
Figura 05. Espectrômetro de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva.....	31
Figura 06. Mufla utilizada na pesquisa.....	32
Figura 07. Esboço do incinerador.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01, Perda de massa de água na amostra 01 - a carne.....	33
Gráfico 02, Perda total de massa da carne.....	34
Gráfico 03, Perda de massa das cartilagens.....	35
Gráfico 04, Análise da perda de massa dos ossos.....	36
Gráfico 05, Percentual de conversão das amostras.....	38
Gráfico 06, Percentual de conversão das amostras, livre de umidade.....	39
Gráfico 07, Percentual de conversão das amostras, em relação à temperatura.....	40

LISTA DE TABELA

Tabela 01, percentual dos elementos presentes na amostra 02.....	41
Tabela 02, percentual dos elementos presentes na amostra 03.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1 O surgimento da avicultura no Brasil.....	13
3.2 Característica das aves.....	16
3.3 Alimentação das aves.....	16
3.4 Redução de custos.....	17
3.5 Riscos à saúde pública associados à avicultura.....	17
3.6 Vantagens e desvantagens da compostagem na indústria avícola.....	19
3.7 Abordagens de produção de composto: aspectos e viabilidade.....	21
3.8 Limitações da compostagem.....	23
3.9 Incineração da matéria orgânica.....	23
4 METODOLOGIA.....	26
4.1 Local do desenvolvimento dos experimentos.....	29
4.2 Materiais.....	29
4.3 Método.....	30
4.3.1 Primeira etapa, Análise da perda de água.....	30
4.3.2 Segunda Etapa, Estudo da perda de massa das partes (01, 02 e 03).....	31
4.4 Análise Quantitativa das Cinzas por EDX.....	31
4.5 Equipamento Utilizado na incineração.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5.1 Perda de água para amostras 01, 02 e 03.....	34
5.2 Incineração da Amostra 01 - Carne.....	35
5.3 Incineração da amostra 02 - de penas e cartilagens.....	36
5.4 Incineração da amostra 03 - Ossos.....	37
6 CONVERSÃO TOTAL EM CINZAS.....	38
6.1 Conversão em cinzas para as amostras 01, 02 e 03.....	38
6.2 Conversão das amostras em cinzas livre de umidade.....	39
6.3 Temperaturas de conversão para as amostras 01, 02 e 03.....	40
7 ANÁLISE DE EDX DAS CINZAS.....	41
7.1 Análise da amostra 02.....	42
7.2 Análise da amostra 03.....	42
8 SUGESTÃO DE UM INCINERADOR INDUSTRIAL.....	43
9 CONCLUSÃO.....	45
10 Sugestões Para trabalhos futuros.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

AGRADECIMENTOS

Sou grato a primeiramente a Deus, por proporcionar esse feito em minha vida, e por me dar uma família que me apoiou em todas as fases, agradeço a minha família por estar ao meu lado sempre que precisei e nunca permitiu que eu desistisse do curso.

Agradeço ao meu pai Francisco de Assis dos Santos, a minha mãe Josefa Dione Firmino da Silva e ao meu irmão João Gabriel da Silva Santos, por todos os momentos que trouxe felicidades.

Sou grato aos meus amigos, apesar de serem muitos os momentos de lutas, mas finalmente chegou o dia de glória, agradeço a todos vocês, por me ajudarem nos momentos que precisei, vocês sempre terão um lugarzinho no meu coração.

Agradeço a Universidade Federal de Campina Grande - CES, por todas as oportunidades dada, ao ex- diretor Ramilton por ser a ponte e que foi através dele que essa pesquisa foi possível, agradeço ao corpo docente da Universidade, são professores incríveis, em especial os pais do curso, o professor Zé Carlos de Oliveira, a professora Joana Maria, e o meu orientador o professor Marciano Henrique de Lucena Neto.

A realização deste trabalho apresentou muitos desafios, o primeiro foi assumir o compromisso de sugerir um método inovador para resolver um problema enfrentado pela Granja Santa Clara, e que possivelmente esses problemas, são enfrentados por diversas empresas do ramo no Brasil e no mundo por isso, agradeço aos meus colegas de trabalho que me ajudaram durante o desenvolvimento deste trabalho e que fazem parte do PET, muito obrigado pelos momentos de aprendizado, e por fim meus agradecimentos a empresa Santa Clara, por proporcionar e contribuir durante toda a pesquisa.

*A minha família Josefa Dione Firmino da Silva
Francisco de Assis Santos e João Gabriel da Silva Santos
que me apoiaram durante o curso*

1 INTRODUÇÃO

Tradicionalmente o Brasil ocupa as primeiras posições na produção de alimentos do mundo, em parte, devido à cultura enraizada pela colonização. Atualmente o Brasil apresenta como principais commodities as proteínas de aves, grãos, e bovinos, os quais influenciam fortemente na economia do país, (Silva, Firme, 2023).

Segundo De Zen, Sergio e colaboradores (2019), desde 1930 no Brasil, a avicultura vem numa crescente de produção de ovos e frango, e teve uma aceleração significativa a partir da década de 70, com grandes investimentos e crescimento desses alimentos nessa área. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, (IBGE), o mercado é forte e competitivo, e é de grande importância para a indústria alimentícia brasileira, apresentando uma produção de cerca de 4.767.519 mil dúzias de ovos/ano em 2020. Neste ano, o IBGE também aponta que foram abatidos 1.478.424.361 frangos, cifra que aumentou para 1.530.668.972 , já no ano de 2021.

Esta ascensão quantitativa evidencia a contínua expansão dessas indústrias, as quais desempenham um papel fundamental na geração de emprego e renda em todo território nacional. O interesse dos produtores e empresários, nessa área alimentícia, a cada ano só aumenta, em todas as regiões do Brasil. Na região Nordeste, a situação não é diferente, essas indústrias vêm crescendo e se fortalecendo a cada ano, e a produção é gigantesca para ovos e frangos.

Atualmente na cidade de Cuité, no Estado da Paraíba, temos a Granja Santa Clara, indústria responsável pela produção de ovos na região, empresa que contribui com a renda per capita do município e a geração de empregos. Atualmente apresenta uma produção mensal de 135 mil ovos, um número bastante significativo e importante para a cidade e região. É importante ressaltar, que a cada ano, a empresa vem numa crescente de produção, de acordo com relatos de seus administradores.

No entanto, as indústrias de uma forma geral, enfrentam problemas, com altas produções, geram problemas dos mais diversos, seja de ordem logísticas, ambiental e etc., na indústria de avicultura não seria diferente, esses desafios podem afetar e até enfraquecer toda a sua produção .

No Brasil e no mundo um dos maiores desafios encontrados pelos produtores e avicultores, é o gerenciamento e destino final das aves mortas diariamente no processo de produção de ovos. O método mais utilizado é o de compostagem, este método é o mais utilizado e tem como objetivo dar um destino final aos frangos mortos por meio de um

sistema elaborado de decomposição, que é formado por camadas de material orgânico, (Abreu, Giovani, 2000). Embora a compostagem seja um método tradicionalmente empregado para o tratamento desses resíduos, sua efetiva implementação demanda considerável tempo, espaço, mão de obra e recursos financeiros, tornando-se, em alguns casos, economicamente e ambientalmente desvantajosa. Diante deste panorama, persiste a prática inadequada de descarte dos frangos mortos.

Na Granja Santa Clara, em Cuité-PB, é o método utilizado, pois não difere da realidade nacional e internacional, a taxa de mortalidade relatada pelos gestores é que quarenta aves morrem por dia. No entanto, essa quantidade é bastante significativa tendo em vista o método atual e problema causado com o descarte dessas aves mortas.

Os principais problemas relatados, são que o acúmulo de frangos mortos e o método atualmente utilizado, geram problemas que afetam a saúde das aves vivas da produção, e principalmente ao meio ambiente, demandando tempo para degradação das aves, espaços adequados e técnicas apuradas, além do mal cheiro, atraindo insetos e pragas para os frangos, urubus, contaminação do solo e espaços insalubres para os trabalhadores.

Assim, torna-se essencial a implementação de medidas práticas para garantir a eliminação segura desses resíduos, orientações à preservação integral da saúde coletiva (Filho, 2011). A EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, editou a circular técnica 49/2006, para que os animais tenham bem estar, assim a produção de ovos não será afetada de forma negativa, visando manter a qualidade e não perde as características nutricionais dos ovos e à segurança do produto (De Ávila, e colaboradores, (2006).

Em 2023 fomos convidados a fazer uma visita na Granja Santa Clara para conhecer a indústria, sua produção, métodos utilizados e principalmente observar a forma de descarte das aves mortas. o gestor máximo da Indústria, apresentou o problema, solicitou e apoiou, com o objetivo de solucionar ou minimizar o problema.

A partir dos relatos e pesquisas realizadas, sugerimos o método de **incineração**, como uma excelente alternativa para o descarte dos frangos mortos. A técnica consiste no estudo da queima das partes do frango em função da temperatura, com objetivo de obter a faixa de temperatura em que o frango se torne cinzas. O método foi desenvolvido e em comparação com a compostagem, requer menor envolvimento de mão de obra e requer menos tempo mais eficiente para a completa destruição do material, constituindo-se, assim, em uma solução prática e financeiramente vantajosa tanto para as empresas individualmente quanto para a indústria como um todo (Paiva, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um método de incineração para as aves mortas ou abatidas nas indústrias avícolas.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a Coleta das amostras de aves na Granja Santa Clara;
- Divisão em partes do frango interessantes para pesquisa;
- Estudo da perda de água das Amostras;
- Estudo da temperatura de Incineração da Carne;
- Estudo da temperatura de Incineração da Cartilagens;
- Estudo da Temperatura de Incineração dos Ossos;
- Estudo da Conversão das Amostras;
- Análise das cinzas obtidas após a incineração por EDX das amostras;
- Sugestão de um incinerador;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O surgimento da avicultura no Brasil

A avicultura no Brasil foi impulsionado a partir da década de 70, com a contribuição de grandes indústrias que passaram a investir no setor, antes disso a produção de frangos para

corde era apenas familiar, onde a criação de animais caipiras tornava-se a principal fonte de renda para a propriedade, assim a criação animal não tinha preocupações como salubridade em questão à qualidade da carne dos frangos, biossegurança, padrões de segurança e de boas práticas para os animais, com o crescimento desse mercado a tecnologia e novas técnicas foram aplicadas com a finalidade de aumentar a produção e gerar mais renda para as empresas especializadas no ramo da avicultura, esse mercado só tende a aumentar, após os investimentos realizados em 1970 (De Zen, Sérgio, e colaboradores, 2019).

Com a modernização da avicultura sua exportação cresceu bastante, aumentando à demanda na indústria brasileira, em 1930 as médias de dias para que o frango estivesse pronto para ser abatido era de 105 dias, em 1996 essa mediana diminuiu para 45 dias, isso mostra o quanto essa demanda cresceu com o tempo. Atualmente, a avicultura testemunha uma crescente tendência de modernização, impulsionada pela adoção cada vez mais frequente de processos automatizados e mecanizados. Essa evolução tecnológica está promovendo um mercado mais dinâmico e competitivo, abrindo espaço para o desenvolvimento de novas técnicas de criação e sistemas de produção de aves e seus derivados, (Belusso,Hespanhol, 2010).

O Brasil, como protagonista nesse cenário de transformação, experimentou um notável aumento no mercado avícola, o que não apenas viabiliza sua expansão contínua, mas também proporciona um ambiente de trabalho mais favorável para os colaboradores. Esse processo também está incentivando as novas gerações a investirem nessa indústria promissora, alimentando um ciclo de inovação e desenvolvimento sustentável.

Apesar disso, nem todos os avicultores têm acesso fácil a essa tecnologia, o que prejudica algumas empresas, com as aves atingido o peso mais rápido e as margens financeiras crescendo, assuntos como a saúde animal e o seu bem estar são difíceis de se abordados e serem compreendidos pelos consumidores e as vezes ignorados pelos avicultores existem problemas no setor de mão de obra, durante a criação os frangos devem ter atenção 24 horas, assim os trabalhadores não querem trabalhar 7 dias durante a semana, o que torna a opção da tecnologia uma forma de resolver esses pontos negativos ainda encontrados na indústria (Piantkoski, Bertollo, 2020).

Apesar dos esforços contínuos para aprimorar o mercado avícola, persistem diversos desafios que impactam a criação em larga escala. Para garantir uma produção rentável e eficiente, é crucial que os frangos sejam alojados em ambientes apropriados, pois a

inadequação das condições pode resultar em um aumento significativo na taxa de mortalidade, prejudicando os resultados financeiros das empresas.

A incidência de doenças, especialmente a salmonella, representa uma das principais preocupações, dada sua capacidade de afetar uma ampla gama de animais, incluindo mamíferos e répteis, com consequências crônicas para a criação avícola. Além disso, a idade das aves desempenha um papel relevante, sendo os primeiros sete dias de vida um período crítico de adaptação, enquanto o envelhecimento também pode contribuir para o aumento da mortalidade.

Aspectos ambientais, como temperatura, umidade e ventilação, devem ser rigorosamente controlados para evitar a ocorrência de óbitos. É fundamental que tais medidas sejam implementadas de forma adequada, em conformidade com as melhores práticas recomendadas, a fim de minimizar as perdas e promover uma criação saudável e sustentável de aves (De Camargo Barros, Junior, 2023).

A avicultura gera bastante resíduos a serem devidamente tratados, água de lavagem, poeira, cama de frango, carcaças, esses são os principais resíduos que devem ser gerenciados de forma correta a fim de manter a saúde dos frangos, controle de qualidade, evitar contaminações do solo ou contribuir para formação de patógenos como a *salmonella*, dentro de uma propriedade avícola deve existir uma disposição final para cada resíduo gerado, (Da Cunha Silveira, Vieira, 2020).

A segurança dos trabalhadores é de grande importância assim como os resíduos que são gerados durante a produção, existem gases, odores e poeira que pode afetar diretamente a saúde de quem trabalha nos aviários, para evitar tal problema é primordial que o local de trabalho esteja limpo, ventilado e não deve ter acúmulos de resíduos, a poeira é formada por material orgânico como as fezes, urina, rações, fungos, bactérias e endotoxinas, e inorgânico como aerossóis, elas são responsáveis por levar os odores fortes e incômodos (Da Cunha Silveira, Vieira, 2020).

Os danos à saúde devem ser evitados com o uso de EPI's, como máscaras, luvas, óculos de proteção, roupas adequadas entre vários outros materiais que devem ser utilizados durante o período de trabalho nas granjas, segundo (Cruz, Santos, 2020), existem vários motivos de

acidentes no meio da avicultura, uma das causas são a falta de equipamento de proteção individual, esse tipo de problema é ainda mais comum em empresas pouco fiscalizadas.

3.2 Característica das aves

As características das aves de corte variam do interesse do mercado, as aves são selecionadas para o corte ou produção de ovos, a partir de características genéticas da espécie, o cruzamento de aves leva a determinado ponto de interesse industrial, esses cruzamentos são feitos pelo laboratório de biologia molecular, esse avanço nas pesquisas contribuem para uma maior eficácia na produção de frangos de corte, aumentando a qualidade e diminuindo o tempo em que os frangos estão prontos para o abate, no Brasil a EMBRAPA SUÍNOS E AVES, é pertencente de materiais genéticos frutos de cruzamentos genéticos para o melhor desempenho industrial, esse material genético que compreende aves de corte (linhas machos e fêmeas), e de postura (ovos brancos e castanhos), está sob rigorosa vigilância sanitária e biossegurança para um melhor desempenho aos produtos EMBRAPA (Ledur, 2011).

A partir da década de 60, iniciativas para o melhoramento genético de aves já estavam tomando forma no Brasil, isso contribui para o desenvolvimento do mercado, já que a concorrência sempre foi alta, a genética oferecida por outros países era uma das opções, mas, em conjunto com o governo da época, estudos e pesquisas tiveram um bom resultado na obtenção de uma linhagem que mudaria o cenário da avicultura brasileira, a EMBRAPA trouxe ao mercado uma linhagem capaz de concorrer no mercado interior e exterior, com algum grau de sucesso, sendo um dos países que mais exporta, tem grande importância no mercado da avicultura (Talamini, 2022).

3.3 Alimentação das aves

As aves de postura necessita de uma alimentação diferenciada, preparada para o melhor desempenho na produção, as aves consome uma quantidade de energia que é fornecida na forma de carboidratos que está contido nos grão e cereais, o mantimento destes carboidratos na alimentação permite às aves manter constantemente um produção alta na indústria avícola de postura, vitaminas e minerais são de extrema importância para manter a produção vitaminas A, E, D e K, atuam de diferentes formas na saúde das aves e conseqüentemente na produção.

3.4 Redução de custos

Apesar do impacto global da pandemia que assolou o mundo, o consumo de ovos no Brasil manteve-se robusto, impulsionado pelo seu papel como uma fonte acessível de proteína em comparação com outras opções disponíveis. Em 2022, as exportações registraram um aumento significativo de 42,6%, refletindo a contínua demanda por esse produto essencial. Para atender às necessidades do mercado em constante crescimento, é essencial que as empresas do setor mantenham um equilíbrio entre os custos operacionais e os cuidados com as aves de produção. A intensificação da produção muitas vezes requer a utilização de técnicas como a criação em gaiolas ao longo da vida produtiva das aves. Essa abordagem visa, otimizar o potencial genético das aves e promover boas práticas de biosseguridade das granjas.

No entanto, é fundamental que as empresas desenvolvam planos estratégicos para a adoção de novos métodos de produção e controle de custos, com o intuito de aprimorar suas operações e incorporar novas técnicas e tecnologias. Nesse contexto, o gerenciamento de custos desempenha um papel crucial na manutenção da lucratividade das empresas avícolas. É por meio de uma gestão eficaz dos recursos financeiros que as empresas podem garantir sua competitividade no mercado, promover a sustentabilidade de suas operações e continuar atendendo às demandas dos consumidores (Arndt, Vallim, 2023).

3.5 Riscos à saúde pública associados à avicultura

Sem nenhuma dúvida o mercado de avicultura é de suma importância para o Brasil, no entanto, pouco se fala dos riscos que essa indústria pode trazer se caso haja uma mal fiscalização e controle de qualidade, os animais selecionados para a indústria visa o melhor rendimento em menos tempo, o que pode ignorar algumas recomendações que estabelece limites para a produção, aos principais riscos que pode surgir é a contaminação da *salmonella*, patógeno que afeta a principalmente a indústria avícola, mas, que também afeta a vida humana segundo (Costa,2020), no ano de 2018, 120 mil casos foram registrados no Brasil com 99 óbitos, enquanto no mesmo período no Estados Unidos da América-EUA, foram cerca de 1.200.000 mil casos e 420 óbitos, mostrando assim que esse é um perigo, tanto para quem trabalha na indústria, como também para a população que é a grande consumidora de frangos.

Segundo Lopes e colaboradores,(2016), o estudo de doenças infecciosas como a *salmonella* é primordial, tendo em vista que essas são as mais relacionadas com os humanos na avicultura, causadoras de infecção, através do consumo de carne de frango, ovos e subprodutos da indústria avícola.

Essas bactérias são divididas em dois grandes grupos a *salmonella enterica* e a *salmonella bongori*, sendo a enterica tem mais 6 subspécies, no qual a subespécie 1 possui um número de sorovares de 2500 identificados e compreende os sorogrupos de A a H, com sua temperatura em 37°C, e seu PH em 7,0 essas são as que causam 99% dos casos em humanos, o período de atividade dessa infecção é de 6 a 48 horas, causando vômito e náusea progredindo para dores abdominais e diarreia, que pode ser leves ou fortes, essa bactéria invade e atinge a mucosa intestinal podendo causar sangramentos com a diarreia, causando também febre a pessoa infectada, a taxa de mortes por diarreia é baixa mas essa não deixa de ser uma questão na saúde pública (Domingos,Brunelli,Baldotto, 2015).

Embora as medidas de prevenção da *salmonella* sejam amplamente acessíveis, ainda persistem casos dessa patologia, evidenciando desafios na adoção efetiva dessas medidas preventivas. A higienização adequada das mãos dos manipuladores de alimentos é fundamental, juntamente com cuidados meticulosos desde a recepção da matéria-prima até a preparação e consumo dos alimentos. A garantia de água potável também é de suma importância nesse processo. Essas precauções desempenham um papel crucial na proteção da saúde pública, mitigando o risco de contaminação para a população (Rodvalho, Andrade, 2021).

A pulorose é uma enfermidade que representa uma séria ameaça para os plantéis avícolas, sendo causada pela bactéria *Salmonella Pullorum*. Esta patologia afeta particularmente aves jovens, resultando em distúrbios gastrointestinais graves que frequentemente evoluem para septicemia, culminando na morte do animal. A disseminação da doença ocorre principalmente através do contato entre os animais, exposição às fezes contaminadas, comportamentos canibais e consumo de alimentos infectados.

A *salmonella gallinarum*, é causadora de febre tifóide aviária, afetando aves domésticas como galinha, peru, entre outras, independente da idade essa doença leva a uma provável morte, em uma indústria avícola doenças como essas citadas acima, podem causar

uma perda econômica grande, o que pode ocasionar o fechamento de empresas ou prejudicados com a atual estrutura comercial da empresa (Costa, 2020).

A propagação de doenças é um dos motivos para todo cuidado possível ser tomado, seja ela em animais ou em humanos, tais doenças traz grandes riscos a saúde pública e impactos na sociedade seja ela na saúde ou na economia, segundo a EMBRAPA, normas de biosseguridade são de extrema importância para evitar essas doenças e prevenir de outras (De Avila, 2007).

Segundo a ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal), no ano de 2022 foram produzidas 14.5 milhões de toneladas de carne de frango, 404.9 mil toneladas foram exportadas, e o consumo per capita foi de 45.2 kg, foram também produzidas 52 bilhões de unidades de ovos, 25.4 mil toneladas foram exportadas e o consumo per capita foi de 241 unidade, esses dados estatísticos mostra a dimensão que esse mercado tem, e o quanto os cuidados são de extrema importância, no ano de 2022 o Brasil ficou entre os países que mais produziu carne de frango, disputando com gigantes como: Estados Unidos da América (EUA), China, e a União Europeia, conseguindo o segundo lugar no rank mundial, abaixo apenas do (EUA).

3.6 Vantagens e desvantagens da compostagem na indústria avícola

Com toda a produção de frangos de cortes e derivados, é quase impossível pensar que tudo isso não enfrentam dificuldades, seja ela econômicas ou na sua forma de ser, uma dessas dificuldades é a geração de resíduos, as práticas avícolas geram quantidades inestimáveis de matérias orgânicas, fezes das aves, cama de frango, água de lavagens, carcaças de animais mortos, esses resíduos necessitam de uma finalidade adequada do contrário os riscos que esse material pode trazer ao meio ambiente, a própria empresa, sociedade, fauna e flora, são incalculáveis, quando se trata de resíduos, uma destinação final deve ser tomada, evitando assim um problema maior.

A compostagem é um método no qual a matéria orgânica é consumida por microrganismos decompositores que se alimentam justamente da matéria orgânica, para que

esses microorganismos se desenvolvam um conjunto de fatores tem que existir, a umidade, o Ph, temperatura, aeração, tipo de matéria orgânica e nutrientes, além de que tem que ser feito e preparado corretamente, são fatores que influencia diretamente na eficácia da compostagem, essa metodologia de disposição final para matéria orgânica não tem um tempo determinado, por causa dos fatores citados acima, essa decomposição varia de poucos dias até várias semanas.

No entanto, persiste uma discussão em torno da viabilidade desse método, uma vez que o fator tempo e espaço pode acarretar impactos econômicos significativos, dependendo do sistema e da sua implementação. Além disso, o uso de diferentes matérias-primas pode resultar em variações nos custos, o que pode afetar positiva ou negativamente a rentabilidade da empresa. Vale ressaltar que tanto a pecuária quanto a agricultura geram uma quantidade considerável de resíduos agroindustriais, como palhas, carcaças de animais e dejetos, os quais não apenas representam prejuízos econômicos, mas também contribuem para a poluição ambiental.

Muitos desses resíduos acabam sendo perdidos devido à falta de sistemas eficientes de coleta, manejo adequado e destinação final adequada. No entanto, quando abordados de maneira adequada, esses desafios podem ser transformados em oportunidades, gerando benefícios para os sistemas agrícolas e para o meio ambiente como um todo.

A compostagem gera um material escuro, rico em húmus e contém cerca de 50% a 70% de matéria orgânica, esse material é considerado como adubo orgânico, pois é preparado a partir de restos de animais, esterco dos animais, e restos de vegetais, montam se camadas de diferentes materiais orgânicos a depender da matéria prima a ser utilizada, com a utilidade dessa matéria gerada da compostagem na agricultura, o fornecimento de nutrientes ao solo aumenta e principalmente para as plantas têm a finalidade de modificar, causando assim uma mudança para melhor nas suas características físicas e biológicas.

Tendo em vista a causa do alto valor de nutrientes que ela possui, os benefícios dessa matéria são satisfatórios, podendo ser utilizados em várias plantações, para melhorar o desenvolvimento de sistemas agrícolas, esses materiais podem ser aproveitados pela própria empresa para sua vegetação, e pode ser vendidos para agricultores gerando assim uma fonte de renda pequena, mas que, diminui os gastos causados no preparo e cuidados durante a execução da compostagem.

Os benefícios para o solo são interessantes do ponto de vista da agricultura, fornece nutriente ao solo, promove melhorias para o macro e micronutrientes melhora o nível de aproveitamento de adubos minerais, retém os nutrientes fornecidos quimicamente por mais tempo, promove a solubilização de nutrientes no solo minerais que ocorre por causa de ácidos orgânicos húmicos, contidos nos humos, presentes nos vegetais e animais decompostos, traz ao solo uma capacidade de acúmulo de água, melhorando a aeração do sistema radicular e melhora o cultivo, fornece uma maior capacidade de desenvolvimento microbiana no solo melhora a capacidade tampão do solo, trás um equilíbrio de Ph do solo e reduz a toxicidade de pesticidas e outras substâncias tóxicas, o material utilizado para a compostagem são: restos de culturas, palhas e carcaças, bagaço de cana, palha de carnaúba e café, serragem sobra de cocheiras e camadas de animais mortos (Oliveira, Lima, Cajazeira, 2004). No entanto, não é o que a indústria Santa Clara relata a respeito sobre a compostagem.

3.7 Abordagens de produção de composto: aspectos e viabilidade

A composteira é formada por pilhas e camadas, pesquisa segundo (Pedroso de Paiva, 2004), explica de forma detalhada os passos para a obtenção das composteira,

1- Coloque 30 centímetros de esterco seco no fundo da composteira, ou cama do aviário, esse material não fará parte do composto, e não deve ser umedecido.

2- A próxima camada deve fornecer uma ótima fonte de carbono, como palhas ou grimpas de pinus, deve ter 15 centímetros, tem como objetivo fornecer carbono e ajudar na aeração das aves.

3- A próxima camada será de aves, sem estar amontoadas umas em cima das outras, apenas uma cama plana, e deve ter um espaço de 15 centímetros da parede da composteira.

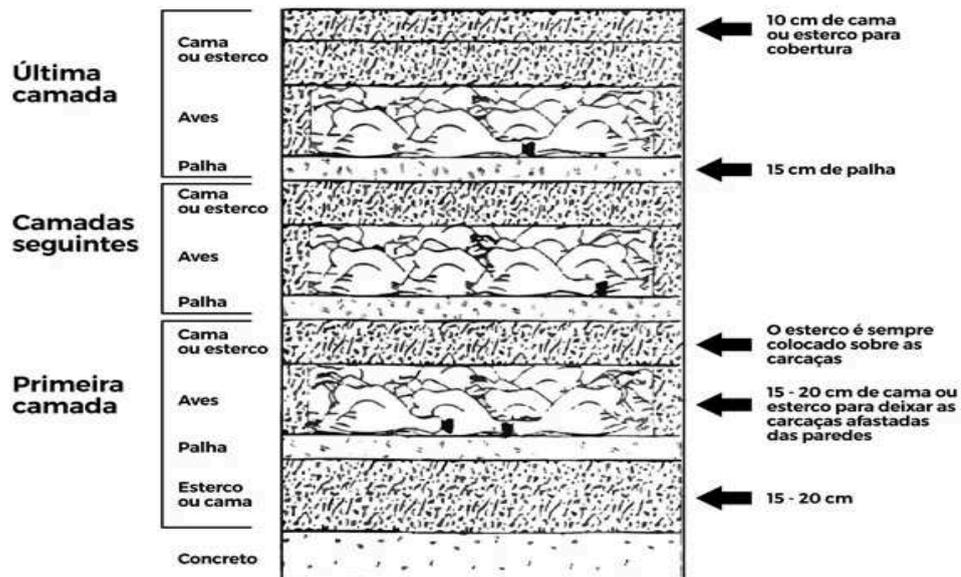
4- As aves devem ser cobertas por uma camada de cama de aviário e esterco.

5- Adicione água para umedecer a superfície, é aconselhável inserir um regador dentro da pilha, para garantir que a água penetre no material, pode adicionar menos água quando as aves forem maduras, não adicione muita água.

6- Quando a última camada de aves for adicionada cubra a pilha com uma camada dupla de esterco seco.

Confira abaixo na figura 1, como é feita as leiras de compostagem.

Figura 1: Sistema da compostagem



Fonte : De Paiva 2004.

O monitoramento da temperatura deve ser realizado diariamente durante o processo. A faixa ideal é entre 60 e 70 graus Celsius, durante um período de 10 dias. Caso a temperatura não atinja esse intervalo, é aconselhável reduzir a quantidade de água adicionada ao composto. Em alguns casos, a temperatura pode exceder os 76 graus Celsius. Quando a temperatura desejada é alcançada e começa a declinar, indica-se que é o momento de avançar para o segundo estágio.

Nesta fase, é necessário mover todo o material, redistribuindo-o e espalhando-o em outro local. Essa ação promove aeração e reativa a atividade bacteriana, iniciando um novo ciclo de aquecimento. Espera-se que este segundo ciclo atinja seu pico em aproximadamente 7 dias.

Apesar dos esforços dedicados ao desenvolvimento desse método, sua recomendação para a disposição final de carcaças e resíduos orgânicos provenientes da avicultura é amplamente respaldada. Este método oferece uma solução eficaz ao eliminar a matéria gerada, sem apresentar riscos de transmissão ou desenvolvimento de patógenos, garantindo assim a segurança sanitária. No entanto, questões relacionadas ao tempo, espaço e manutenção podem limitar sua viabilidade em determinados contextos. Para mais detalhes, consulte o esquema apresentado na Figura 2.

3.8 Limitações da compostagem

Embora seja considerado um dos métodos recomendados, a compostagem requer uma atenção meticulosa para garantir os resultados desejados. Inicialmente, a empresa deve dispor de espaço adequado para a montagem das leiras de decomposição, bem como de profissionais capacitados para executar a metodologia de forma precisa. Além disso, é essencial contar com disponibilidade de tempo e mão de obra qualificada.

Diversos fatores podem complicar o processo de compostagem, tais como variações na umidade e temperatura. Todos esses aspectos críticos devem ser cuidadosamente considerados e gerenciados, uma vez que falhas podem acarretar prejuízos financeiros significativos. Além disso, a não obtenção da decomposição adequada dos resíduos pode resultar em contaminação do ambiente circundante, o que teria um impacto negativo para a empresa.

Portanto, é imperativo que todos os elementos essenciais para o sucesso da compostagem sejam cuidadosamente planejados e implementados, a fim de evitar complicações e garantir os benefícios ambientais e econômicos esperados.

3.9 Incineração da matéria orgânica

Uma das propostas de tratamento de matéria orgânica é a incineração, com a capacidade de destruir quase toda a matéria presente, sobrando apenas as cinzas, esse método se torna mais eficiente na contenção de patógenos, carcaças infectadas, esterco de aves, entre outros resíduos sólidos são consumidos dando uma destinação final aos resíduos e eliminando a disseminação de doenças desenvolvidas pelas aves mortas, esse tratamento é utilizado em diversas áreas, uma delas é na recuperação de energia.

Segundo Galvão e colaboradores (2002), a incineração de lixo, é uma das maneiras de recuperar energia e ainda consegue dar uma disposição final ao material gerado pela sociedade, grandes usinas de incineração opera em larga escala chegando a incinerar 500 a 1000 toneladas por dia e também em menor escala com a quantidade de 50 a 100 toneladas, mas a uma eficiência e economia de resíduos como combustível nas usinas de grande escala, na qual promove uma geração de energia maior, esse método traz benefícios como esterilização de resíduos, diminuição dos resíduos a serem aterrados, economia de combustível com transportes e aterros distantes, reaproveitamento de energia dos resíduos e aumento da confiabilidade do fornecimento elétrico da região.

Assim como outros métodos de disposição final tem seus pontos negativos, o tempo e espaço na compostagem, além de fatores externos, aterros sanitários com o espaço dedicado e não reaproveitado, com um custo que pode ser alto inviabilizando o método, com a incineração não seria diferente.

De acordo com (Gutberlet, 2011), a incineração tem impactos negativos mesmo sendo um método que países como a Holanda, França, Inglaterra entre outros considera uma opção viável como destino final para os resíduos gerados, impactos no meio ambiente e na sociedade, com a queima produzindo gases tóxicos gerados na combustão e elevados volumes de cinzas tóxicas, a perda da oportunidade de se criar uma sociedade mais consciente, na qual prevaleça o consumo responsável e a diminuição do desperdício e na sociedade afetando a vida de catadores de material reciclável que depende desse trabalho para viver, além de diminuir a possibilidade de gerar emprego, países como o Estados Unidos em 2007, usou essa tecnologia e foram queimados 29 milhões de toneladas de resíduos sólidos para a recuperação de energia, uma das propostas feita para a solução feita por Gutberlet é a coleta seletiva solidária.

A prática ancestral da incineração, ilustrada pela cremação de corpos humanos, têm adquirido crescente relevância na cultura contemporânea, apresentando-se como uma opção significativa para os rituais funerários. A cremação, transcende a mera execução técnica sendo encarada como um ato ritualístico enraizado na sociedade, com profundas dimensões sociais e tecnológicas. Este processo, que utiliza o fogo como uma poderosa ferramenta de transformação, não representa apenas uma expressão simbólica da passagem para além da vida, mas também reflete uma integração única entre práticas ancestrais e avanços tecnológicos contemporâneos.

Este rito funerário abrange uma variedade de propósitos, entre eles a resolução do desafio da decomposição dos corpos, oferecendo uma abordagem mais higiênica que controla a liberação de substâncias nocivas (Bellé, 2017).

O procedimento de cremação ocorre ao colocar um corpo em um forno, submetendo-o a temperaturas elevadas. Nesse processo, ossos, carne, vestimentas e quaisquer artefatos utilizados no ritual funerário são reduzidos a cinzas, permanecendo apenas algumas partículas inorgânicas que resistem às altas temperaturas. Posteriormente, essas partículas são trituradas, formando o pó remanescente da cremação, uma lembrança simbólica da pessoa que foi

cremada, em relação a legislação o órgão consultivo e deliberativo sobre questões ambientais CONAMA, como sendo primordial em relação ao processo de cremação, focando precisamente no Art. 2 da resolução Nº 316, é possível identificar os seguintes pontos.

I - Resíduos: os materiais ou substâncias, que sejam inservíveis ou não passíveis de aproveitamento econômico, resultantes de atividades de origem industrial, urbana, serviços de saúde, agrícola e comercial dentre os quais incluem-se aqueles provenientes de portos, aeroportos e fronteiras, e outras, além dos contaminados por agrotóxicos; II - Melhores técnicas disponíveis: o estágio mais eficaz e avançado de desenvolvimento das diversas tecnologias de tratamento, beneficiamento e de disposição final de resíduos, bem como das suas atividades e métodos de operação, indicando a combinação prática destas técnicas que levem à produção de emissões em valores iguais ou inferiores aos fixados por esta Resolução, visando eliminar e, onde não seja viável, reduzir as emissões em geral, bem como os seus efeitos no meio ambiente como um todo; III - Tratamento Térmico: para os fins desta regulamentação é todo e qualquer processo cuja operação seja realizada acima da temperatura mínima de oitocentos graus Celsius.

Entretanto, para realizar a cremação, é imperativo seguir estritamente as normas estabelecidas na legislação, seja para resíduos industriais, avícolas ou para o destino final de corpos humanos. Essa conformidade regulatória é essencial para prevenir qualquer risco ambiental, como a contaminação do solo ou a liberação de contaminantes químicos na atmosfera.

De acordo com (Zanotto, e colaboradores, 2009), a EMBRAPA desenvolveu um incinerador capaz de atender os requisitos do Art 2º da resolução 306 da CONAMA, com capacidade de incinerar animais de pequeno e médio porte, como aves e suínos, abastecido com gás liquefeito de petróleo (GLP), atingindo uma temperatura acima de 800°C, o mesmo pode incinerar matéria orgânica que possuía riscos biológicos tais como:

Sanitárias- Viabiliza a incineração de matéria orgânica de origem animal, eliminando quaisquer agentes infecciosos, contribuindo para a biossegurança animal.

Ambiental- A incineração controlada de animais mortos ou de matéria orgânica contaminada em comparação com outras práticas favorece a preservação do solo, atmosfera e meio ambiente.

Versatilidade- O incinerador pode ser utilizado para dar uma disposição final a vários materiais, sendo instalados em postos de fiscalização sanitária, aeroportos, frigoríficos, abatedouros, propriedades rurais, fábricas de farinhas de origem animal, prefeituras, clínicas, hospitais, laboratórios de diagnóstico incluindo unidades de necropsia.

Portanto, a incineração emerge como uma opção robusta para a disposição final de materiais provenientes da avicultura, apresentando-se como um método viável e ambientalmente limpo em comparação com outras formas de tratamento de resíduos.

4 METODOLOGIA

O trabalho desenvolvido foi realizado a partir de um problema recorrente na granja Santa Clara. A convite do gestor, realizamos uma visita para conhecer melhor o problema e através de relatos e acompanhamento, avaliamos o método utilizado no tratamento das aves mortas, o método de compostagem utilizado. A indústria fica localizada no município de Cuité na região do Curimataú paraibano, no nordeste do Brasil. A empresa apresenta uma área total de 10 hectares (figura 02), com uma capacidade máxima para manter 220 mil aves de postura, distribuídas em aviários (figura 03), para a produção e distribuição de ovos para os comércios locais e da região. O espaço conta com a colaboração e empenho de 86 funcionários, nas mais diversas funções de trabalho.

Figura 02: Imagem aérea da Granja Santa Clara



Fonte: TV CES/UFCG 2023

Figura 03: Aviários da empresa Santa Clara



Fonte: https://nicelocal.br.com/paraiba/business/granja_santa_clara, 2024

Segundo relatos da própria empresa, o método de compostagem apresenta-se como desvantajoso, pois o tempo de degradação das aves é gigantesco, necessita de locais apropriados (figura 04), gerando insetos, mal cheiros, possível contaminação do solo, aglomeração de urubus nos locais entre outros. Além de comprometer a saúde dos frangos vivos e principalmente a saúde dos trabalhadores da empresa.

Figura 04: Local da compostagem da empresa Santa Clara



Fonte: A autoria própria 2023

Para o desenvolvimento e sugestão de um novo método, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e uma busca de um método alternativo eficiente para minimizar e/ou solucionar os problemas relatados e degradar as aves mortas com eficiência.

A Granja Santa Clara forneceu as amostras, frangos mortos inteiros, que foram separadas em três partes para facilitar o estudo. A metodologia utilizada para separar as partes foram realizadas manualmente, amostra - Carne, amostra- Cartilagem, amostra- Ossos.

O método utilizado foi um método de incineração. O método desenvolvido utilizando uma partes foi utilizado uma mufla de altas temperaturas como equipamento principal de incineração. Para um melhor entendimento apresentaremos de forma detalhada todas as etapas da metodologia.

4.1 Local do desenvolvimento dos experimentos

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Cuité-PB, no bloco H, blocos dos laboratórios de pesquisa das disciplinas de Licenciatura em Química.

4.2 Materiais

4.2.1 Materiais:

1. Mufla- Fornitec
2. Balança analítica
3. Cadinhos de porcelana
4. Equipamentos de proteção individual EPIs
5. Dessecador
6. Faca
7. Amostras orgânicas
8. Pinça de ferro

4.3 Método

Para incineração das partes do frango, foi utilizado uma mufla de marca Fornitec, modelo F2-DM/T, trifásico, com a capacidade que atinge temperaturas de até 1200°C. Para facilitar a decomposição e formação das cinzas, o frango foi dividido em partes, da seguinte maneira:

- Amostra 01 - Carne
- Amostra 02 - Cartilagem
- Amostra 03 - Ossos

Essa classificação, por partes, permitiu analisar as amostras por incineração, e também facilitar o manuseio das amostras na mufla, que é apropriada para trabalhos de massas reduzidas, todos os testes realizados foram feitos em triplicata.

No primeiro momento foi analisado a perda de água das amostras 01, 02 e 03, e o método foi o seguinte:

4.3.1 Primeira etapa, Análise da perda de água

Esta etapa consistiu na adição de 5g, das amostras 01, 02 e 03. As análises foram feitas para cada amostra em estudo. O método adotado foi o seguinte: A amostra foi adicionada em um cadinho de porcelana, que foi levado a mufla em uma temperatura inicial de 28°C, temperatura ambiente do local. Após atingir a temperatura de 100 °C a amostra foi pesada em uma balança analítica, para avaliar a perda de água de cada amostra.

Após o estudo da perda de água das amostras, o segundo passo foi avaliar a perda de matéria orgânica das partes (01, 02 e 03).

4.3.2 Segunda Etapa, Estudo da perda de massa das partes (01, 02 e 03).

As partes (01, 02 e 03), foram pesadas, e expostas a variações de temperatura de 100°C em 100°C até atingir a 800°C. É importante ressaltar que esse procedimento foi realizado em momentos diferentes, para todas as partes do frango em estudo.

4.4 Análise Quantitativa das Cinzas por EDX

As análises de cinzas foram realizadas em um o Espectrômetro de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva (EDX), que tem a capacidade de analisar quantitativamente os elementos presentes, após a incineração dos resíduos. O equipamento funciona quando uma amostra é irradiada com raios X, provenientes da máquina, as amostras geram raios X próprios, com características únicas, conhecidos como raios X fluorescentes, os resultados gerados, apresentam os elementos de forma quantitativa da amostra analisada. Para realização desta análise foi utilizado uma pequena massa resultante da incineração das partes em estudo. Na figura 05, é apresentada a imagem do equipamento.

Figura 05: Espectrômetro de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva



Fonte : Aatoria própria 2024.

4.5 Equipamento Utilizado na incineração

A mufla é um equipamento bastante utilizado em laboratórios de química para aquecer amostras inorgânicas, que apresenta variações elevadas de temperaturas, ela é bastante utilizada para abertura de amostras, incineração de matéria orgânica e outras funções. A sua forma e seu funcionamento consiste de uma câmara e uma porta de entrada para inserir e retirar as amostras, com controle de temperatura que é feito através de um programador eletrônico de temperatura conforme na figura 6.

Figura 06: Mufla utilizada na pesquisa



Fonte: Autoria Própria 2024.

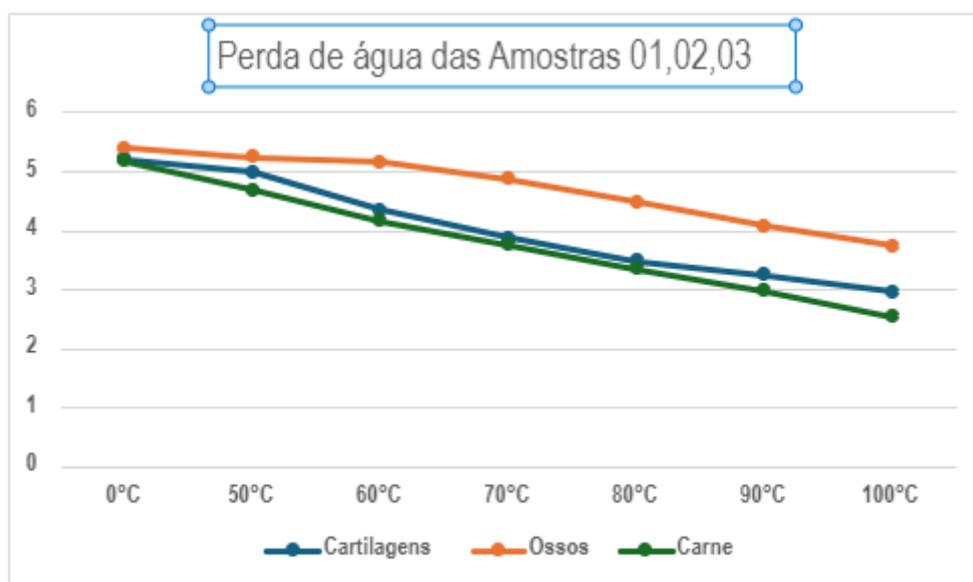
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresentaremos os resultados e as discussões da seguinte maneira:

5.1 Perda de água para amostras 01, 02 e 03

O gráfico 01 apresenta os resultados da perda da massa de água em função da temperatura na análise das amostras 01, 02 e 03.

Gráfico 01: Perda de massa de água na amostra 01 - a carne



Fonte: Autoria própria 2024.

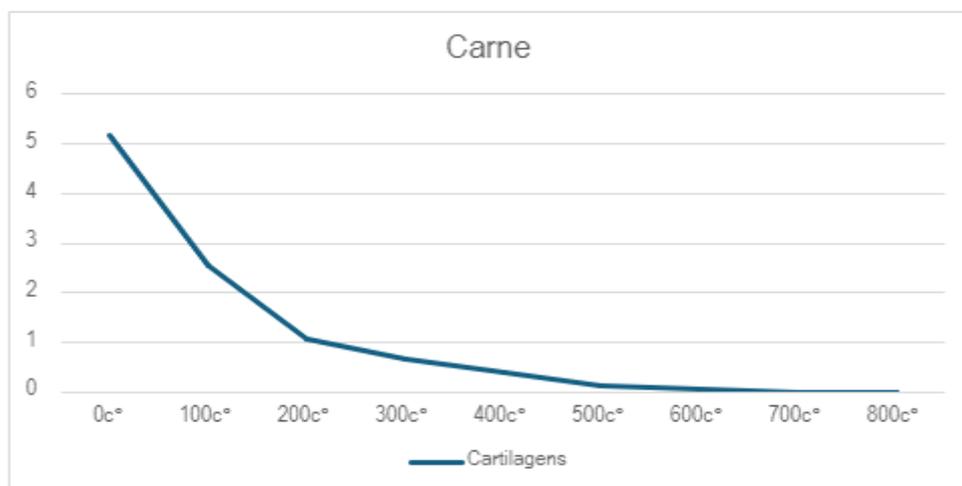
Como era de se esperar, as amostras 01, 02 e 03 começam a perder massa a partir de 50 °C, isso se deve à presença de substâncias orgânicas presentes nas carnes do frango, muito voláteis, classificadas como substâncias apolares e apresentam baixo ponto de ebulição, como principal característica. É importante apontar, que as substâncias orgânicas apresentam forças intermoleculares fracas, como dipolo-dipolo induzido, classificadas como forças de Van der Waals, que evaporam a baixas temperaturas. O gráfico 01 mostra ainda, que à medida que a temperatura aumenta e chega a 100°C, as amostras perdem também toda sua água, fato também explicado, pelas forças de interações moleculares. Pois a água apresenta forças intermoleculares mais fortes, do tipo, ligações de hidrogênio. Neste estudo observa-se que a perda de massa foi mais significativa para a amostra 01, carne, comprovando uma maior quantidade de nutrientes orgânicos e água. Para a amostra 02, cartilagem, o

comportamento é semelhante, mas a perda de massa foi menor em relação a amostra 01, fato que pode ser explicado mediante a sua composição apresenta uma composição estrutural mais fibrosa, que dificulta a saída de nutrientes voláteis e água. Já na amostra 03, a perda de massa foi ainda menor que nas amostras 01 e 02, fato que pode ser explicado pela composição dos ossos, rico em minerais, e por apresentar poucas substâncias orgânicas e água na sua estrutura.

5.2 Incineração da Amostra 01 - Carne

O gráfico 02 apresenta os resultados da perda da massa total carne em função da temperatura na análise da amostra 01

Gráfico 02: Perda total de massa da carne



Fonte: Autoria própria 2024.

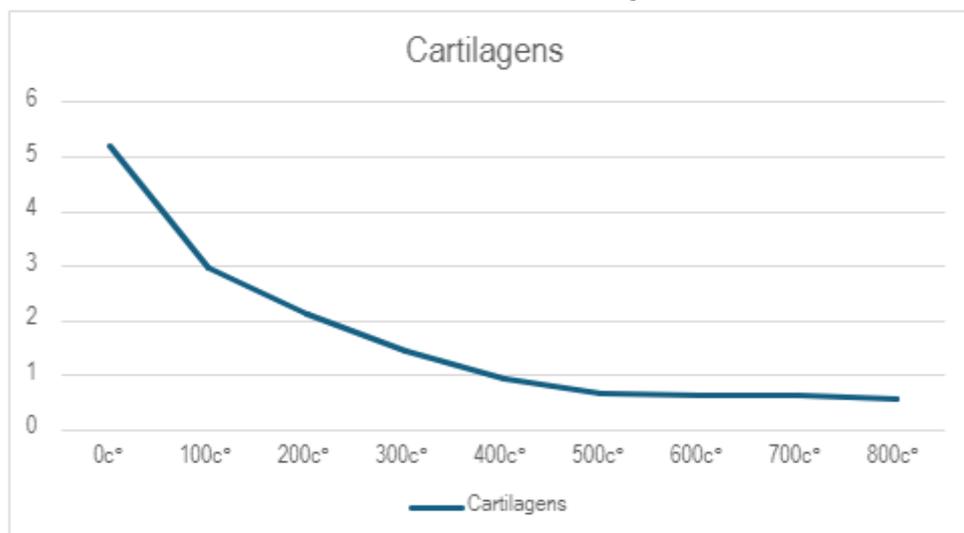
Após avaliar a perda de água e substâncias orgânicas voláteis presentes nas amostras 01, 02 e 03, o segundo passo foi observar a perda de massa da carne, para a amostra 01, em temperaturas até 800°C. O gráfico mostra que a incineração da carne se deu entre 100°C e 500°C. No entanto, entre 100°C e 200°C, a massa da carne apresentou uma perda bem significativa, fato que pode ser atribuído ao tipo de carne dos frangos obtidos na granja. A carne é composta por tecido adiposo, conjuntivo e muscular sendo que este último é o maior componente da carne. O tecido muscular apresenta fibras que define a cor da carne e sua

resistência e podem ser classificados e identificados de três tipos: Fibras Musculares: tipo I - contração lenta e oxidativa, IIA - contração rápida e oxidativa e IIB - contração rápida e glicolítica. Portanto, a carne em estudo, apresenta fibras musculares do tipo I, que são mais facilmente degradadas e conseqüentemente mais fácil de ser incinerada. É importante discutir ainda, que linhagens caipiras submetidas a exercícios diários apresentam fibras mais fortes, que possivelmente necessitaria de temperaturas mais elevadas para incineração. Neste caso, mesmo se tratando de aves do tipo I, a temperatura de 200°C, não incinerou a carne totalmente, o que justifica o estudo até 800°C. No entanto a carne foi incinerada na faixa de 500°C, mostrando que a carne da ave em estudo, apresenta em sua estrutura, mesmo que em menor quantidade, fibras musculares resistentes, fato que pode ser atribuído ao tipo de alimentação que o frango ingere na sua diária, e principalmente por se tratar de frangos que são alimentados para produzir ovos, como é caso da Granja. O gráfico mostra ainda, que no intervalo de 500°C a 800°C, a amostra 01 apresentou uma massa constante de cinzas, mostrando que carne é transformada em cinzas nesse intervalo.

5.3 Incineração da amostra 02 - de penas e cartilagens

O gráfico 03 apresenta os resultados da perda da massa total das penas e cartilagem em função da temperatura na análise da amostra 02

Gráfico 03: Perda de massa das cartilagens



Fonte: Autoria própria 2024.

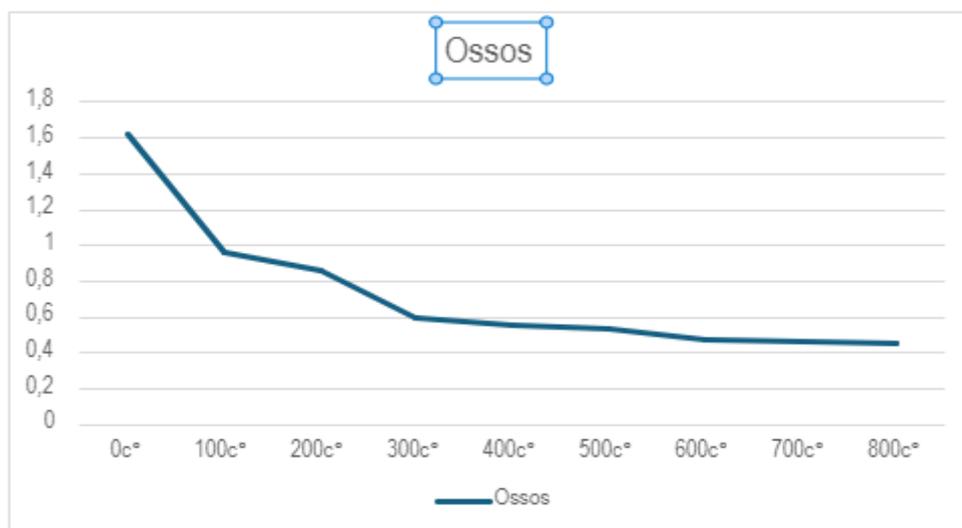
Para esse estudo, foi levado em consideração penas e cartilagem. Este gráfico 03, mostra a curva de diminuição de massa em relação ao aumento de temperatura, assim como

na amostras 01. As penas e cartilagem são formadas por colágeno e fibras de colágenos, fibras elásticas e de substâncias proteicas. E a incineração ocorreu entre 100°C e 500°C. Observando o gráfico 03, a perda de massa se dá de forma gradativa, do que a amostra 01 fato que pode ser atribuído aos tipos de cartilagem e seus constituintes, e principalmente a formação e estrutura do frango, que são classificadas em horizontal, diagonal e vertical. A formação de cinzas permaneceu constante entre 600 e 800°C.

5.4 Incineração da amostra 03 - Ossos

O gráfico 04, apresenta os resultados da perda da massa total das penas e cartilagem em função da temperatura na análise da amostra 03 .

Gráfico 04: Análise da perda de massa dos ossos



Fonte: Autoria própria 2024.

Para o gráfico 04, a amostra 03, os ossos, a incineração apresenta fatos importantes que devem ser apresentados por faixa de temperatura. Levando consideração a constituição dos ossos, eles, em sua constituição são formados por minerais, matriz orgânica e água. Como já foi observado, a perda de água e substâncias orgânicas se volatilizam até 100°C. Portanto, restando apenas os minerais. É interessante observar que entre 100°C e 200°C, a perda de massa foi pouco significativa, fato atribuído apenas a água da estrutura dos minerais que só liberam água próximo de 200°C. No entanto, como os ossos são constituídos de diversos minerais, com estrutura e geometria diferentes, a perda de massa é mais significativa quando chega aos 300°C, momento em que os minerais perdem a sua água de hidratação, de

sua estrutura geométrica. Vale ressaltar que a incineração da amostra 03, ocorreu na faixa de temperatura em torno de 600°C, tempo maior que as demais partes em estudo, devido apresentarem temperaturas de incineração acima de 1000°C.

6 CONVERSÃO TOTAL EM CINZAS

6.1 Conversão em cinzas para as amostras 01, 02 e 03

A conversão neste estudo representa o percentual em massa degradado das amostras resultando o produto final que são as cinzas.

Para determinar a conversão foi utilizado a seguinte equação:

$$\% = \frac{v1 - v2}{v1} * 100 \quad \text{eq. 01}$$

Onde:

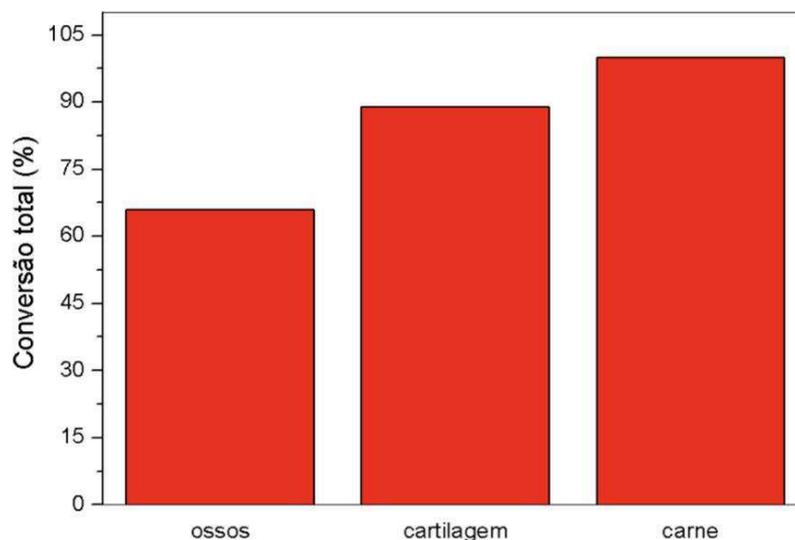
% - Conversão

v1 - massa inicial em gramas das amostras 01, 02 e 03

v2 - massa final em gramas das amostras 01, 02 e 03

Utilizando os resultados obtidos na equação 01, o gráfico 05 apresenta os resultados da conversão total das massas nas amostras 01, 02 e 03 que se transformaram em cinzas totais.

Gráfico 05: Percentual de conversão das amostras



Fonte: Autoria própria 2024.

A Partir dos resultados apresentados no gráfico 5, é possível observar que as amostras apresentam uma conversão em cinzas bem significativa. É importante observar que a carne foi praticamente incinerada, com valores de 98% de conversão em cinzas. Já a amostra 02, a conversão atingiu um percentual de conversão de aproximadamente 90%, o que também é um ótimo resultado para o objetivo do trabalho. Para a amostra 03, a porcentagem de conversão máxima, foi por volta de 66%, fato que pode ser explicado pela quantidade de minerais resistentes à decomposição na temperatura submetida.

6.2 Conversão das amostras em cinzas livre de umidade

Para esta etapa, a conversão das amostras em cinzas foram calculadas, considerando a massa inicial, com ausência da água para as amostras 01, 02 e 03. A equação 02 e o gráfico 06, mostram a taxa de conversão em cinzas.

$$\% = v1 - v2 / v1 * 100 \quad \text{eq. 02}$$

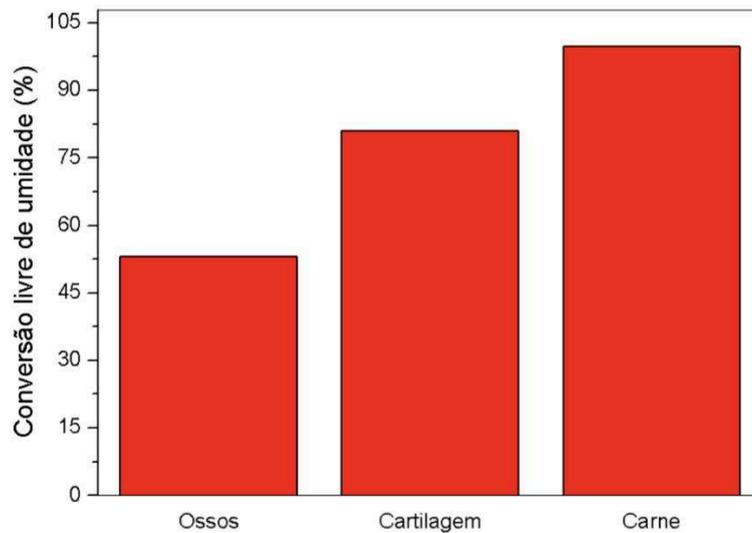
Onde:

% - Conversão

v1 - massa inicial, livre de umidade, gramas das amostras 01, 02 e 03

v2 - massa final em gramas das amostras 01, 02 e 03

Gráfico 06: Percentual de conversão das amostras, livre de umidade



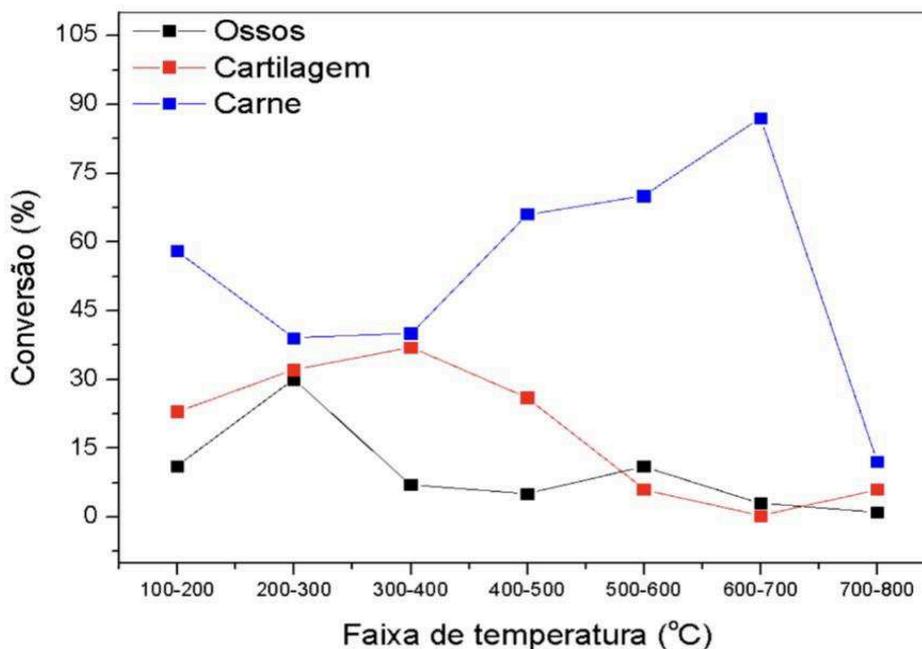
Fonte: Autoria própria 2024.

O gráfico 06 apresenta a conversão em cinzas das amostras 01, 02 e 03, livre de umidade. É possível afirmar que a conversão em cinzas das amostras são semelhantes às conversões com água, mostrando que a umidade não influencia a conversão das mesmas.

6.3 Temperaturas de conversão para as amostras 01, 02 e 03

O gráfico 07 apresenta as melhores faixas de temperaturas para as amostras 01, 02 e 03.

Gráfico 07: Percentual de conversão das amostras, em relação a temperatura



Fonte: Autoria própria 2024.

Considerando a conversão total, e ainda a conversão dos materiais livres de umidade, a carne apresenta maior conversão, seguida da cartilagem e ossos. Praticamente toda a carne é degradada, originando pouca cinza. Os ossos apresentam menor conversão e produzem mais cinzas, devido a presença de minerais contidos nas cinzas. Já a cartilagem apresenta uma conversão intermediária entre a carne e os ossos, fato também atribuído à sua composição, nesta amostra podem apresentar materiais orgânicos e minerais de alto ponto de fusão. Justificando a taxa de conversão de todas as partes do frango. Como o objetivo deste trabalho é apresentar uma faixa de temperatura que seja capaz de incinerar, e transformar todo o material em cinzas, o gráfico 07 sugere uma faixa de temperatura entre 700°C e 800°C.

Para avaliar a composição dos materiais presentes nas cinzas foi feita uma análise nas amostras resultantes de EDX, que será apresentado e discutido no item 7.

7 ANÁLISE DE EDX DAS CINZAS

As análises de EDX comprovam a presença dos elementos nas cinzas. O estudo foi de extrema importância, pois valida a importância do método de incineração sugerido, como um processo alternativo a ser utilizado. Essas análises determinam o percentual dos elementos presentes e apontam uma possível aplicação para as cinzas resultantes.

7.1 Análise da amostra 02

A primeira análise foi realizada para as cinzas da amostra 02, na tabela 01, são apresentados os elementos e percentuais dos elementos obtidos na análise.

Tabela 01: percentual dos elementos presentes na amostra 02

Elementos presentes	(%)
Ca	73.022 %
P	24.206 %
K	1.212 %
Fe	0.461 %
S	0.445 %
Sr	0.320 %
Zn	0.285 %
Cu	0.023 %
Mn	0.022 %
Ni	0.004 %

Fonte: Autoria própria 2024.

A análise permitiu observar os elementos presentes e seus percentuais. De acordo com a tabela os elementos de maiores percentuais obtidos nas cinzas das cartilagens, que foram o Cálcio (Ca), o Fósforo (P) e o Potássio (K), com percentuais bastantes significativos e que a presença de todos os elementos presentes sugere importantes possíveis aplicações e reaproveitamento das cinzas obtidas.

7.2 Análise da amostra 03

A segunda análise foi realizada para as cinzas da amostra 03, na tabela 02, são apresentados os elementos e percentuais dos elementos obtidos na análise.

Tabela 2: percentual dos elementos presentes na amostra 03

Elementos presente	(%)
Ca	76.022 %
P	22.491 %
K	0,590 %
S	0.341 %
Sr	0.324 %
Zn	0.124 %
Fe	0.069 %
Cu	0.031 %
Mo	0.006 %
Ni	0.002 %

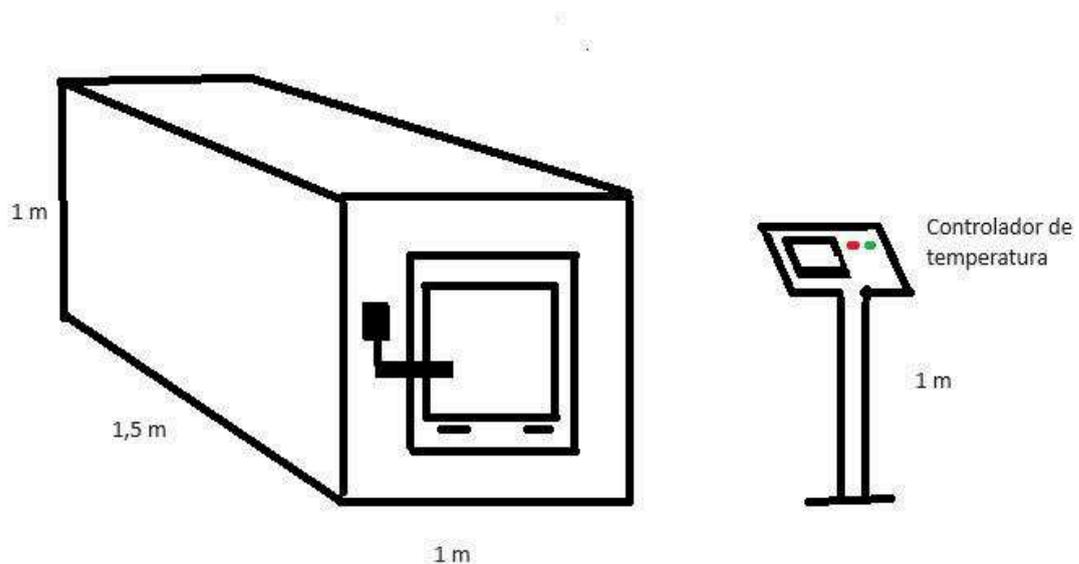
Fonte: Autoria própria 2024.

De acordo com a tabela 02, para a amostra 03, os resultados foram semelhantes aos da amostra 02, no entanto é importante ressaltar que percentuais dessas partes cartilagem e ossos são bastante representativos pois comprovam a importância das cinzas obtidas no processo de incineração apontando, ainda mais, uma gama de aplicações para essas cinzas obtidas no processo. É importante informar, que para a amostra 01, não foram realizados os testes de EDX, pois as cinzas geradas na incineração da carne não geraram material suficiente para análise.

8 SUGESTÃO DE UM INCINERADOR INDUSTRIAL

Para sugestão de um equipamento similar em escala industrial a mufla é formada por um metal resistente, como por exemplo, ferro fundido, aço inoxidável, ou outro metal. O seu programador e visor de temperatura, pode ser facilmente adaptado, a parte externa e seu revestimento interno, pode ser feito de cerâmica para isolar a temperatura, permitindo alcançar temperaturas de até 1200°C, com toda segurança, para o manuseio. A sugestão é importante, mas é importante consultar os serviços de engenheiros especializados que sejam capazes de desenvolver estudos e análise desse equipamento. Na construção do equipamento é importante levar em consideração a quantidade de frangos mortos pela indústria. A figura 04 mostra um esboço para uma possível construção.

Figura 07: Esboço do incinerador



Fonte: Autoria própria 2024.

9 CONCLUSÃO

Um dos grandes desafios desta pesquisa foi encontrar referenciais teóricos, para realização de pesquisas bibliográficas. Mas, a perseverança e o compromisso firmado, entre universidade e empresa, nos levou a procurar métodos alternativos, adaptações de técnicas, para validar cientificamente o trabalho. Portanto, acreditamos que este trabalho pode ser melhorado em futuros trabalhos. Mesmo diante das limitações orçamentárias e limitações de material humano, apresentaremos algumas possíveis conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Com tudo, a pesquisa se mostrou desafiadora mediante o desenvolvimento de um método eficaz que será aplicado na indústria avícola, principalmente desenvolvida para a empresa Santa Clara, conclui também que a pesquisa foi bem sucedida e os resultados foram satisfatório, resolvendo assim o principal problema, que é a disposição final das carcaças de aves, gerada diariamente pela empresa, com a construção de um incinerador com capacidade de atingir altas temperaturas, capaz de incinerar as aves com uma temperatura sugerida entre 700°C e 800°C, assim resolvendo os problemas ocasionados pelo método da compostagem e evitando riscos ecológicos, ambientais e económicos

No geral, a pesquisa desenvolvida nos possibilitou muito aprendizado, pois firmou parceria da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de CUITÉ-PB e a Granja Santa Clara.

10 Sugestões Para trabalhos futuros

- Calcular a energia de ativação de todo o processo;
- Observar a anatomia dos frangos;
- Observar e avaliar o tipo de alimentação ingerida pelos frangos da Granja;
- Otimizar e utilizar um equipamento de maior porte como incinerador do frango inteiro.
- Acompanhar e quantificar as cinzas produzidas e suas aplicações;
- Entre outros.

REFERÊNCIAS

ABREU, Valéria Maria Nascimento; DE ABREU, Paulo Giovanni. Planejamento de aviários para criação de frangos de corte. 2000.

ARNDT, Zahirah Matos; VALLIM, Carlos Roberto. Gestão de custos e precificação no setor de avicultura: um estudo de caso em granja de reprodução poedeira. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 2023.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Protocolo de Bem-Estar para Frangos de Corte. São Paulo (SP): ABPA, 2016. 18p. Disponível em: <http://www.abpa-br.org>.

BELUSSO, Diane; HESPANHOL, Antonio Nivaldo. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percurso**, v. 2, n. 1, p. 25-51, 2010.

BELLÉ, Alisson Galvan. Boas práticas na operação de crematórios. 2017.

CONAMA, CN do MA. Resolução Conama no 316, de 29 de outubro de 2002. **Resoluções do Conama**, 2002.

COSTA, Jefferson Diego Fabrício da et al. Impactos das salmoneloses na avicultura e na saúde pública: uma revisão de literatura. 2020.

CRUZ, R. C. A.; MUNIZ, V. K.; SANTOS, P. S. B. Análise Estatística de Acidentes do Trabalho na Avicultura, no Brasil e no Estado de São Paulo, no Período de 2008 a 2018. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 14, n. 3, p. 232-241, 2020.

DA CUNHA SILVEIRA, Daniela; VIEIRA, Flávia Monaco. Caracterização da geração de resíduos da produção de frangos de corte. **Naturae**, v. 2, n. 1, p. 34-39, 2020.

DA SILVA, Antonia Janiele Hilario et al. Salmonella spp. um agente patogênico veiculado em alimentos. **Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEC)**, v. 5, n. 1, 2019.

De AVILA, V. S., COLDEBELLA, A., de OLIVEIRA, P. A. V., SCHMIDT, G., de LIMA, G. J. M. M., & de FIGUEIREDO, E. A. P. (2006). Densidades de alojamento e sua influência sobre as características de uniformidade de poedeiras criadas em piso sobre cama.

DE ALMEIDA, Melissa; ROCHA, Humberto; MATEUS, Teresa Letra. RISCOS E BENEFÍCIOS DO CONSUMO DE OVOS. **Energia (kcal)**, v. 151, p. 78.

DE AVILA, V. S. et al. Boas práticas de produção de frangos de corte. 2007.

DE CAMARGO BARROS, Thiago Arcoverde; JÚNIOR, Edvaldo Geraldo. DIFICULDADES DA AVICULTURA NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 6, n. 1, p. 91-100, 2023.

DE ZEN, Sérgio et al. Evolução da avicultura no Brasil. **Informativo CEPEA, Análise trimestral, custos de produção da avicultura. Ano**, v. 1, 2019.

FIGUEIREDO FILHO, Yadyr Augusto. **Contaminação do solo e das águas subterrâneas por sepultamento de carcaças de animais no solo**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GALVÃO, Luiz Cláudio Ribeiro et al. Energia de resíduos sólidos como mecanismo de desenvolvimento limpo. **Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural**, 2002.

GUTBERLET, Jutta. O custo social da incineração de resíduos sólidos: recuperação de energia em detrimento da sustentabilidade. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, p. 1-16, 2011.

LEDUR, Mônica Corrêa et al. Melhoramento genético de aves no Brasil e as contribuições da Embrapa Suínos e Aves. **Sonho, desafio e tecnologia**, v. 35, p. 293-316, 2011.

MACHADO, Neiton Silva et al. Resfriamento da cobertura de aviários e seus efeitos na mortalidade e nos índices de conforto térmico. **Nucleus**, v. 9, n. 2, p. 59-73, 2012.

OLIVEIRA, Francisco Nelsieudes Sombra; LIMA, Hermínio José Moreira; CAJAZEIRA, João Paulo. Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos. 2004.

PAIVA, Ed Carlo Rosa et al. Avaliação de sistema de tratamento de carcaças de frangos pelo método da composteira-windrow. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 3, n. 1, 2011.

PEDROSO DE PAIVA, D. Guia para operar uma compostagem de aves mortas–tradução: Fonte: Circular ANR-580, Alabama Cooperative Extension Service, Auburn University, Alabama–USA. 2004.

PIANTKOSKI, Jaqueline Estefane Cecato; BERTOLLO, Etel Carmen. AVICULTURA: RELAÇÕES E DESAFIOS COM A INDÚSTRIA 4.0. **Anais de Agronomia**, v. 1, n. 1, p. 24-46, 2020.

RODOVALHO, Victor; ANDRADE, Patrícia. PREVENÇÃO DA FORMAÇÃO DE BIOFILME DE Salmonella NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18, n. 38, 2021.

SILVA, Alice Vasconcelos; FIRME, Vinícius de Azevedo Couto. Uma análise empírica sobre os determinantes da quantidade de produtores de alimentos orgânicos nos municípios brasileiros. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 62, p. e 267067, 2023.

TALAMINI, DJD. Contribuições do melhoramento genético à avicultura de corte do Brasil. LOPES, Elisângela de Souza et al. Isolamento de Salmonella spp. e Escherichia coli de psittaciformes: relevância em saúde pública. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, p. e 0602014, 2016.

ZANOTTO, D. L. et al. Incinerador de animais e derivados com risco biológico: tecnologia em benefício da biosseguridade animal e do meio ambiente. 2009.