

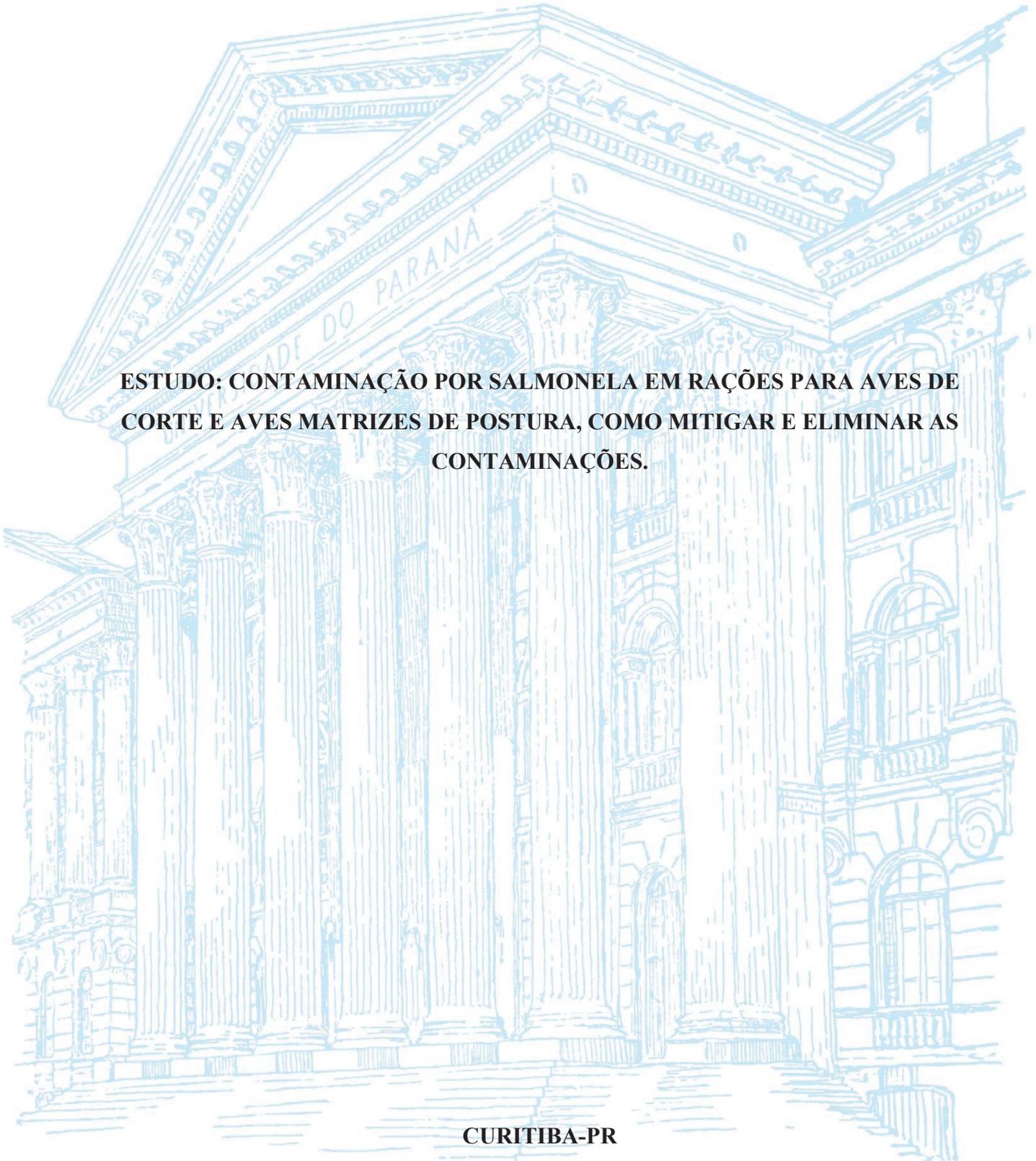
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**MARCELO BORDIGNON**

**ESTUDO: CONTAMINAÇÃO POR SALMONELA EM RAÇÕES PARA AVES DE CORTE E AVES MATRIZES DE POSTURA, COMO MITIGAR E ELIMINAR AS CONTAMINAÇÕES.**

**CURITIBA-PR**

**2024**



MARCELO BORDIGNON

ESTUDO: CONTAMINAÇÃO POR SALMONELA EM RAÇÕES PARA AVES DE  
CORTE E AVES MATRIZES DE POSTURA, COMO MITIGAR E ELIMINAR AS  
CONTAMINAÇÕES.

Artigo apresentado como requisito parcial à obtenção do  
título de Especialista, Curso de Especialização em Gestão  
Estratégica do Agronegócio, Setor de Ciências Sociais  
Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Guy de Andrade

CURITIBA-PR

2024

## RESUMO

A indústria de produção de rações para aves desempenha um papel fundamental na economia brasileira, sendo um dos pilares da produção avícola no país, que é um dos maiores produtores e exportadores de carne de frango do mundo. No entanto, a contaminação microbiológica por Salmonela em fábricas de rações para aves representa uma ameaça significativa a esse setor estratégico. A compreensão da contaminação microbiológica por Salmonela em fábricas de rações para aves é crucial para garantir a produção de rações seguras e saudáveis, bem como para proteger a saúde das aves e dos consumidores. Assim, este trabalho enfatiza a necessidade de medidas rigorosas de controle e prevenção da Salmonela nas fábricas de rações para aves no Brasil, destacando a importância da colaboração entre o setor público e privado para garantir a qualidade das rações e a segurança alimentar. Além disso, a pesquisa científica contínua e o desenvolvimento de tecnologias de ponta desempenham um papel vital na mitigação dos riscos de contaminação por Salmonela.

**Palavras-chave:** Contaminação; Salmonela; Rações; Aves; Controle.

## ABSTRACT

The poultry feed production industry plays a fundamental role in the Brazilian economy, being one of the cornerstones of poultry production in the country, which is one of the world's largest producers and exporters of chicken meat. However, microbiological contamination by Salmonela in poultry feed factories represents a significant threat to this strategic sector. Understanding the microbiological contamination by Salmonela in poultry feed factories is crucial to ensure the production of safe and healthy feed, as well as to protect the health of poultry and consumers. Thus, this work emphasizes the need for rigorous control and prevention measures of Salmonela in poultry feed factories in Brazil, highlighting the importance of collaboration between the public and private sectors to ensure the quality of feed and food safety. Furthermore, continuous scientific research and the development of cutting-edge technologies play a vital role in mitigating the risks of Salmonela contamination.

**Keywords:** Contamination; Salmonela; Feed; Poultry; Control

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	7
1.1	Apresentação/Problemática .....	7
1.2	Objetivo geral do trabalho .....	8
1.3	Objetivos específicos do trabalho: .....	8
1.4	Justificativas do objetivo: .....	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
2.5	Formaldeído .....	13
3	DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA .....	14
3.1	Descrição da Cooperativa .....	14
3.2	Diagnóstico da situação-problema .....	15
4	PROPOSTA TÉCNICA PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA .....	17
4.1	Desenvolvimento da proposta .....	17
4.1.1	Funcionamento .....	18
4.1.2	Controle .....	18
4.2	Plano de implantação .....	21
4.3	Recursos .....	23
4.4	Viabilidade Econômico-Financeira .....	24
4.5	Resultados esperados .....	25
4.6	Riscos ou problemas esperados e medidas preventivo-corretivas .....	27
5	CONCLUSÃO .....	29
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Recursos utilizados para implementação do projeto. ....	24
Tabela 2: Análise de viabilidade econômica. ....	25

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados para dimensionamento dos bicos.....	19
Figura 2 - Exemplo de aplicação semelhante ao projeto .....	20
Figura 3: Tela principal do sistema de dosagem acoplado ao caminhão.....	20
Figura 4: Tela de Status de sensores e desativação de sensores.....	21
Figura 5: Tela de Status e acionamento manual de válvulas.....	21
Figura 6 - Gráfico análise Salmonela em rações de aves matrizes antes da implementação do protótipo. ....	26
Figura 7 - Gráfico análise Salmonela em rações de aves matrizes após da implementação do protótipo. ....	26

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação/Problemática

O presente trabalho apresentará um estudo de caso baseado nas rotinas e atividades da Fábrica de Rações para Aves, da Cooperativa Central Aurora Alimentos – Aurora Coop, da unidade Mandaguari, Paraná, onde a planta apresenta elevadas positivities de Salmonela em rações produzidas para aves matrizes.

A Salmonela transmitida por origem alimentar é um problema e um grande desafio de saúde pública, e a ênfase continua a ser direcionada para a crescente produção de aves, em particular aves cruas e ovos (Gast et al., 2022; O’Bryan et al., 2022). Na prática, a Salmonela permanece como um ponto extremamente desafiador, devido ao extenso número de sorovares que o grupo é formado, mesmo considerando os avanços e as evoluções de detecção moleculares, como é o caso dos ensaios de Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) (Ricke et al., 2018).

Leva-se a crer que a alimentação animal é um dos principais carreadores de patógenos em aves, com a Salmonela sendo detectada como uma ameaça e um dos perigos biológicos mais tradicionais e comuns encontrados e associados em todos os tipos de rações animais (McIlroy, 1996; Jones, 2011).

De acordo com Berchieri et al (2001) e Gast et al (2004) a Salmonela é uma espécie de bactéria que coloniza os órgãos reprodutivos das galinhas, o que leva à deposição de colônias de bactérias nos ovos, produzindo assim, pintinhos positivos para Salmonela. Portanto, a ração isenta de contaminação microbiológica, será um dos pilares mais importantes da cadeia para que o fornecimento de ovos para incubação, seja livres de Salmonela (Gast, 2007).

Desta forma, este estudo pretende apresentar formas de controle de Salmonela diferente do usual, utilizando-se de inovação para estender o controle para além da fábrica de ração, objetivando entregar ao produtor uma ração livre de contaminação microbiológica.

## **1.2 Objetivo geral do trabalho**

Avaliar a presença e a prevalência de Salmonela em rações destinadas a aves matrizes e investigar medidas de controle para reduzir ou eliminar a contaminação, visando melhorar a segurança alimentar na produção avícola e proteger a saúde das aves e dos consumidores.

Este objetivo geral envolve a análise abrangente da situação da Salmonela em rações para aves matrizes, incluindo a identificação de sua presença, a quantificação da sua prevalência e a pesquisa de estratégias de controle para minimizar o risco de contaminação. O objetivo é contribuir para a garantia da qualidade dos produtos avícolas e a prevenção de doenças associadas à Salmonela.

## **1.3 Objetivos específicos do trabalho:**

- Desenvolver e instalar sistema que permita tratar as rações matrizes no momento da descarga;
- Implementar sistema de tratamento para as rações matrizes no momento da descarga.
- Reduzir o índice de ração com positividade para Salmonela sp.

## **1.4 Justificativas do objetivo:**

Avaliar a presença e a prevalência de Salmonela em rações destinadas a aves matrizes e investigar medidas de controle para reduzir ou eliminar a contaminação, visando melhorar a segurança alimentar na produção avícola e proteger a saúde das aves e dos consumidores.

Este objetivo geral envolve a análise abrangente da situação da Salmonela em rações para aves matrizes, incluindo a identificação de sua presença, a quantificação da sua prevalência e a pesquisa de estratégias de controle para minimizar o risco de contaminação. O objetivo é contribuir para a garantia da qualidade dos produtos avícolas e a prevenção de doenças associadas à Salmonela.

As justificativas para a realização de um trabalho sobre Salmonela em rações para aves matrizes podem incluir os seguintes pontos:

- **Relevância para a Saúde Pública:** A Salmonela é um patógeno que pode causar doenças em seres humanos quando alimentos contaminados são consumidos. Dado que a carne e os ovos de aves são fontes comuns de proteína na dieta humana, a pesquisa sobre a presença da Salmonela em rações para aves matrizes é fundamental para garantir a segurança alimentar e prevenir surtos de doenças;
- **Impacto na Indústria Avícola:** A contaminação por Salmonela pode afetar negativamente a produção avícola, causando perdas econômicas significativas devido a doenças nas aves, interrupções na produção e possíveis recalls de produtos contaminados. Portanto, a investigação das medidas de controle é crucial para a sustentabilidade dessa indústria;
- **Saúde das Aves Matrizes:** A Salmonela pode ter efeitos adversos na saúde das aves matrizes, reduzindo a produção de ovos e a qualidade dos mesmos. Além disso, as aves matrizes são uma fonte potencial de disseminação da Salmonela para a progênie. Portanto, o estudo visa proteger a saúde das aves, promovendo uma produção mais eficiente;
- **Legislação e Regulamentação:** A pesquisa sobre Salmonela em rações para aves matrizes pode contribuir para a conformidade com as regulamentações e padrões de segurança alimentar estabelecidos pelas autoridades de saúde e agências reguladoras, garantindo o cumprimento das normas da indústria;
- **Prevenção de Doenças Zoonóticas:** A Salmonela é um exemplo de uma zoonose, ou seja, uma doença que pode ser transmitida dos animais para os seres humanos. Investigar medidas de controle em rações para aves matrizes ajuda a reduzir a transmissão dessa bactéria para os seres humanos, promovendo a saúde pública;
- **Contribuição para o Conhecimento Científico:** O estudo da presença e do controle da Salmonela em rações para aves matrizes contribui para o avanço do conhecimento científico na área da saúde animal, segurança alimentar e microbiologia, fornecendo informações valiosas para a comunidade científica e acadêmica;
- **Sustentabilidade e Responsabilidade Social:** Promover práticas de produção avícola seguras e sustentáveis é uma responsabilidade social das indústrias e produtores. A pesquisa pode ajudar a melhorar a sustentabilidade da produção e a reduzir os impactos ambientais associados à Salmonela.

Essas justificativas destacam a importância de conduzir um estudo sobre Salmonela em rações para aves matrizes, evidenciando os benefícios tanto para a saúde pública quanto para a indústria avícola e a saúde das aves.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (2017), a infecção por Salmonela é uma causa significativa de gastroenterite de origem alimentar em humanos e um crescente problema de saúde pública mundial. A Salmonela é um patógeno zoonótico capaz de passar de animais para humanos através do consumo de alimentos contaminados (Lammerding, 2006) ou do contato direto ou indireto com animais contaminados (Chai e Mahon, 2011).

Nos Estados Unidos, o relatório mais recente do Centro de Controle de Prevenção de Doenças cita a Salmonela como a segunda causa mais comum de surtos de doenças transmitidas por alimentos e como a principal causa de hospitalizações. Ainda de acordo com o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (2021) a Salmonela é responsável por cerca de 420 mortes a cada ano nos Estados Unidos. Scallan (2011) estimou que as Salmonela causem mais de 1 milhão de doenças com aproximadamente 19 mil hospitalizações e 400 mortes anuais.

A contaminação por Salmonela em ingredientes que são utilizadas nas diversas formulações de rações, podem ser rastreadas há pelo menos 50 dias (Franco, 2006). Os produtos que com maior frequência apresentam contaminação são os de origem animal, principalmente as farinhas de carne o osso, farinhas de penas e sangue ou gordura de aves (Kinley et al., 2010; Kurier et al., 2012). Da mesma forma, a Autoridade Europeia para a Segurança de Alimentos (2008), diz que os produtos de origem não animal, como é o caso das oleaginosas, soja e farelo de soja, estão em risco de contaminação por Salmonela.

O processamento térmico utilizado em forma de vapor, extrusão e peletização, bem como os produtos químicos usados para fabricar a alimentação de animais é o extremo o suficiente para matar a maioria das bactérias presentes nas rações (Vidarthi et al., 2021). Porém, a recontaminação do produto é comum e pode acontecer através de poeira ou equipamentos contaminados no pós-processamento (Denton et al., 2005).

Dependendo ainda do tipo de ração (farelada ou peletizada) e das condições impostas de processamento, como podemos citar as temperaturas de condicionamento e de peletização, o processo de fabricação pode colaborar para mitigar as populações de Salmonela ou a prevalência com base nas concentrações de ingredientes. De acordo com Davies e Wray (1997) a Salmonela pode persistir por longos períodos, ao longo de anos, em ambientes de processamento de rações para aves, como as fábricas de rações, armazéns de grãos, caixas

transportadoras de rações nos caminhões, etc., e uma vez estabelecida e fixadas nestes ambientes, pode ser difícil de erradicá-las.

A alimentação animal, no entanto, tem se mostrado um importante vetor e porta de transmissão de Salmonela em animais de produção. Estudos têm evidenciado que de 50 a 80% de isolados de Salmonela, que são encontrados em ração, são detectados posteriormente em aves matrizes, ovos ou carcaças de frangos de corte (Shapcott, 1984; Jensen e Rosales, 2002 e Corry et al., 2002).

Compreende-se assim, que há uma grande variedade de oportunidades para as aves encontrarem com a Salmonela a qualquer momento durante o período de crescimento e a ração está presente durante todo este período, mas o potencial de infecção da ave pode variar devido a idade da ave e ao estado fisiológico da Salmonela.

Uma das ferramentas utilizadas no controle de patógenos na produção de rações para aves é o processamento térmico, mas o processo deixa a ração acabada ainda suscetível à contaminação cruzada durante os demais procedimentos, como o resfriamento, carregamento e transporte em caminhões graneleiros até as propriedades rurais. Alguns aditivos químicos para a produção de alimentação animais podem ser ainda utilizados para controlar os patógenos durante o processo de peletização, bem como fornecedor proteção após o processamento térmico ser concluído. Os produtos químicos mais utilizados atualmente são a base de formaldeído, ácidos orgânicos e óleos essenciais (Ricke, 2003; Muckey, 2016).

A contaminação microbiológica dos alimentos disponíveis para matrizes pode representar riscos para a reprodução das galinhas e pode ainda transmitir verticalmente para ovos férteis e disseminar horizontalmente para outros ovos dentro de uma operação de incubatório (Wales e Davies, 2020). Várias empresas integradas têm tentado melhorar a reprodução de matrizes pesadas por meio de estratégias nutricionais, mas há informações limitadas sobre as consequências positivas de higienização da ração para aves matrizes. O que se sabe é que produtos de saneamento, como os ácidos orgânicos e o formaldeído inibem efetivamente a Salmonela em rações para animais e aves (Wales et al., 2009).

A Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA (2016) diz que o Brasil é o maior exportador e segundo maior produtor de frangos de corte do mundo e isto faz com que haja constante necessidade da comprovação da inocuidade destes alimentos. Uma estratégia preventiva para garantir a qualidade é o monitoramento de Salmonela na cadeia de produção de alimentos, com identificação e caracterização de sorotipos emergentes, além de utilizar ferramentas que permitam entender sua disseminação e possíveis fontes de contaminação. Estas

informações são importantes para basear medidas para o seu controle (STEENACKERS et al., 2012).

## **2.5 Formaldeído**

O Food and Drug Administration – FDA (1996) aprovou o uso de formaldeído como aditivo alimentar antimicrobiano para rações avícolas. Substâncias aldeídas, como formaldeídos em rações para aves, servem como agentes fixadores, conferindo propriedades antimicrobianas e inibidoras de mofo (Spratt, 1987 e Ricke et al., 2019).

Portanto, o saneamento alimentar de rações para matrizes poderia reduzir a competição no trato digestivo das aves entre micróbios benéficos e patógenos transmitidos por alimentos (Anderson e Richardson, 2000., Ricke et al., 2019). Nesta linha de pensamento, o formaldeído tem sido considerado um dos tratamentos antimicrobianos mais eficazes para a alimentação animal. (Gosling et al., 2021). Produtos químicos, como formaldeídos e álcoois, têm se mostrado opções viáveis para higienizar diversas superfícies e equipamentos da fábrica de rações (Carrique-Mas et al., 2007; Moretro et al., 2009 e Cochrane et al., 2016).

Desta forma, devido ao aumento da demanda por pintos de corte, as operações de matrizes pesas estão interessadas em estratégias alimentares que possam melhorar a reprodução dos reprodutores e melhorar a eclodibilidade. Como a contaminação microbiana de matrizes e de ovos férteis podem ser prejudiciais à eclosão e ao desempenho zootécnico de pintos de corte, o formaldeído para o tratamento de rações é uma alternativa de higienização e utilização na ração de matrizes pesadas e é uma prática que precisa ser melhor explorada, pois pode apresentar um melhor desempenho e a habitabilidade da prole.

### **3 DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA**

#### **3.1 Descrição da Cooperativa**

A Cooperativa Central Aurora Alimentos, nome fantasia de Aurora Coop, é uma figura marcante no cenário nacional, estabelecendo-se como uma das cooperativas de alimentos mais significativas do Brasil. Ela é integrada por mais de 40.000 empregados e abrange 14 cooperativas distintas, totalizando mais de 100 mil famílias. Este coletivo é composto por colaboradores, empresários agrícolas e cooperativas associadas que, durante mais de cinco décadas, vêm se dedicando à edificação e fortalecimento da cooperativa.

Aurora Coop é mais do que uma simples associação cooperativa; é uma mistura de dedicação e princípios, com o objetivo de fomentar o crescimento e a prosperidade de seus membros e da comunidade em geral. A trajetória da cooperativa é um reflexo do compromisso e da paixão de todos os seus membros, que se unem para solidificar a Aurora Coop como um ícone no mercado alimentício do Brasil.

A Aurora Coop é movida por um propósito muito claro e significativo: “Cuidar de cada um para despertar a prosperidade de todos”. Este propósito não é apenas uma declaração, mas reflete a essência e os valores da organização. Ele demonstra o compromisso da cooperativa em promover o bem-estar e a prosperidade de todos os seus membros e da comunidade em geral.

A sustentabilidade é um dos pilares fundamentais da Aurora Coop. A cooperativa busca um mundo melhor e mais sustentável para as atuais e futuras gerações. Isso é evidenciado pelo seu envolvimento e iniciativas em sustentabilidade no transporte marítimo, um setor crucial para a operação logística da organização.

O modelo cooperativista da Aurora Coop é um diferencial importante. Ele promove a união e a colaboração entre os diversos membros, permitindo que todos tenham voz e participação nas decisões e rumos da cooperativa. Esse modelo valoriza o coletivo e busca o desenvolvimento conjunto, fortalecendo os laços entre os membros e contribuindo para o crescimento sustentável da cooperativa.

A Aurora Coop tem orgulho de sua trajetória e de sua contribuição para o setor de alimentos no Brasil. A cooperativa tem um papel relevante na cadeia produtiva de alimentos, atuando de maneira responsável e comprometida com a qualidade e a segurança alimentar.

A dedicação e o trabalho árduo de colaboradores, empresários rurais e cooperativas filiadas têm sido fundamentais para o sucesso e a expansão da Aurora Coop. Eles são a força motriz por trás do crescimento e da inovação contínua da cooperativa, garantindo sua posição de destaque no mercado brasileiro de alimentos.

O compromisso da Aurora Coop com a prosperidade coletiva e a sustentabilidade reflete sua visão de longo prazo e seu desejo de fazer a diferença na vida das pessoas e no mundo. A cooperativa busca constantemente maneiras de melhorar e evoluir, mantendo-se fiel aos seus valores e princípios cooperativistas.

Em resumo, a Cooperativa Central Aurora Alimentos é uma instituição de grande importância e influência no Brasil, representando um exemplo de sucesso do cooperativismo e da produção sustentável de alimentos. Seu compromisso com a prosperidade, a sustentabilidade e o bem-estar coletivo são marcas registradas de sua atuação, fazendo dela uma referência no setor.

### **3.2 Diagnóstico da situação-problema**

O trabalho aborda desafio por contaminação microbiologia em rações de matrizes, de uma cooperativa do norte do Paraná, onde concilia a produção de aves corte com utilização de farinhas de origem animal, com a produção de ração matrizes.

Embora seja adotado vários procedimentos e rotinas de boas práticas de fabricação e uso de anti-salmonela para tratar as matérias primas e o próprio produto acabado, persiste a presença de lotes de produção com positividade para Salmonela sp.

As coletas são realizadas em 100% das cargas no momento da expedição e o resultado das análises é gerado com aproximadamente 20 dias após, assim quando chega o resultado a ração já foi consumida. O consumo de ração sabidamente positiva para Salmonela gera uma necessidade de aplicações de protocolos diferentes na produção destas aves e mesmo assim na maioria das vezes os lotes continuam sendo positivos, mesmo com todas as ferramentas aplicadas do protocolo específico já mencionado.

Este cenário possivelmente terá pintainhos positivos e provavelmente terá aves de corte chegando para o abate conhecidamente positivo, que por sua vez já restringe mercados com valor agregado e aumenta os custos dos processos produtivos pela necessidade de segregar e direcionar para mercados com menor valorização.

Embora as teorias expressem e o conhecimento técnico/operacional sustente a necessidade de segmentar em plantas distintas, em lugares diferentes para produzir ração a cada espécie, na prática nem sempre é possível respeitar as melhores e mais seguras condições e temos que compartilhar a produção de várias espécies no mesmo parque fabril.

Analisando a realidade das indústrias de ração do país, nos deparamos frequentemente com realidades de compartilhamento na produção de ração para 2 ou mais espécies na mesma linha de produção. Gerando um risco maior de contaminações cruzadas, por vários elementos, sendo um deles a contaminação microbiológica, objeto de estudo neste trabalho.

O método de gestão baseado na adoção de boas práticas de fabricação, com procedimentos bem definidos, equipes bem treinadas e comprometidas, permitem o alcance de bons resultados.

O uso de tecnologias novas e o auxílio de produtos voltados ao controle de contaminações microbiológicas, são fortes aliados para mitigar a possibilidade de haver presença de agentes em potencial, no meio produtivo.

## **4 PROPOSTA TÉCNICA PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA**

### **4.1 Desenvolvimento da proposta**

Temos o objetivo de eliminar a contaminação microbiológica em rações de matrizes em uma fábrica onde concilia a produção de aves corte com utilização de farinhas de origem animal, com a produção de ração matrizes.

Embora seja adotado vários procedimentos e rotinas de boas práticas de fabricação e uso de anti-salmonela para tratar as matérias primas e o próprio produto acabado, persiste a presença de lotes de produção com positividade para Salmonela sp.

A proposta é aplicar aditivo nas rações durante o processo de descarga do caminhão para o silo do produtor. Temos por objetivo garantir que a ração entregue esteja livre de contaminação por Salmonela.

Durante o processo de fabricação são dosados na ração alguns aditivos afins de eliminar possíveis contaminações, porem como o produto fica estocado e são transportados por caminhões graneleiros, a contaminação pode acontecer novamente durante essas etapas.

Como são inúmeras as chances de contaminação, optamos por desenvolver um sistema de tratamento no último ponto que a unidade de produção de ração tem controle, ou seja, na descarga do caminhão para o silo do produtor.

O sistema será desenvolvido e acoplado ao caminhão onde é acionado ao ligar o helicóide de descarga. O equipamento conta com um CLP, válvulas de controle, reguladores de pressão de ar comprimido, sensores de monitoramento de pressão de ar, sensor de fluxo de líquidos, sensor capacitivo, indutivo e bicos atomizadores. Também foi desenvolvido um supervisório para que o motorista possa acompanhar o funcionamento e tomar algumas ações quando necessário. O supervisório roda Web e é acessado pelo aparelho celular.

#### 4.1.1 Funcionamento

Quando a descarga é iniciada, um sensor que monitora a pressão de ar identifica que o motorista ligou a tomada de força e um sinal é enviado ao CLP. Esse sinal habilita todo sistema deixando o mesmo pronto para operar.

Por segurança adotamos algumas confirmações de sensores antes de iniciar a injeção do aditivo. Os seguintes sensores precisam estar ativos para habilitar a dosagem.

- 1 Posição de tubo de descarga elevado;
- 2 Identificação de rotação no eixo do helicóide;
- 3 Pressão no reservatório de produto;
- 4 Presença de ração no cano do helicóide.

Todas estas condições estando em ON, o CLP libera a abertura da válvula de líquido e de ar, iniciando assim a dosagem do aditivo na ração.

Como o reservatório já foi pressurizado com o acionamento da tomada de força, quando o demais sensores dão condição a válvula de descarga de produto na saída do reservatório é aberta. Com a pressão de 2,2 bar no reservatório, o líquido é empurrado pelas mangueiras até chegar aos bicos de dosagem. Junto a abertura da válvula de líquido é aberto outra válvula que faz a dosagem do ar para fazer a atomização do aditivo.

Após a finalização da descarga o sensor de presença de ração identifica que não há mais produto e fecha as válvulas de dosagem, parando assim a injeção de aditivo.

Quando o motorista desliga a tomada de força e reposiciona o cano de descarga no caminhão, uma válvula de alívio é aberta despressurizando o sistema e desligando todo sistema de dosagem.

#### 4.1.2 Controle

Para uma boa eficiência da aplicação precisamos dosar o volume correto que é estipulado pelo departamento de nutrição. Todo controle de vazão está dimensionado conforme tabela de vazão dos bicos e pressão do ar comprimido representada na figura 1 abaixo.

O volume dosado pelos bicos tem uma relação diretamente proporcional a pressão que o líquido é submetido, que pode ser ajustado pelos reguladores de pressão para os níveis desejados. Na figura 2 temos um exemplo de aplicação para fins de entendimento.

O volume de ração descarregada está relacionada a velocidade do helicóide, dimensões do mesmo e densidade do produto que está sendo descarregado, como essas variáveis são fixas, sempre temos o mesmo volume de produto passando pelo sistema, portanto basta ajustar a vazão do aditivo para a quantidade de ração que está passando.

Para obter o volume descarregado pelo caminhão (Ton/h), buscamos dados junto ao setor que controla as entregas de rações que por sua vez pode acompanhar os tempos de descarga pelo sistema de rastreabilidade do caminhão. Essas informações já constam no banco de dados da empresa e são utilizadas para controles internos da logística.

Contudo para assegurar a precisão na dosagem, realizamos medições carregando o caminhão com um volume conhecido e simulamos uma descarga como se estivesse fazendo uma entrega ao produtor. Durante a descarga cronometramos o tempo para calcular quantas toneladas são descarregadas por hora. Com posse destas informações ajustamos a dosagem do aditivo.

O Bico escolhido foi o BLA E18B que ajustado a 2,2 bar de pressão proporciona uma vazão de 10 l/h. Para atender a dosagem será necessário a utilização de 3 bicos, totalizando 30 l/h.

Figura 1 - Dados para dimensionamento dos bicos.

JATO LEQUE - MISTURA EXTERNA																					
Conjunto BLA de Pulverização Nº	Vazão de Líquido l/h e de Ar Nl/min												Dimensões da Pulverização								
	0.2 bar			0.3 bar			0.7 bar			1.5 bar			3 bar			Ar Bar	Água Bar	1 cm	2 cm	3 cm	4 m
	Pressão do Ar Bar	Ar Nl/min	Água l/h	Pressão do Ar Bar	Ar Nl/min	Água l/h	Pressão do Ar Bar	Ar Nl/min	Água l/h	Pressão do Ar Bar	Ar Nl/min	Água l/h	Pressão do Ar Bar	Ar Nl/min	Água l/h						
BLA E15B	0.2	25.2		0.35	26.3		0.7	31.2		1.4	45.3		2.8	73.6		0.2	0.2	9	15	23	0.9
	0.35	26.3		0.7	31.2		0.105	39.6		1.75	53.8		3.5	85.0		0.105	0.2	9	15	23	1.2
	0.7	31.2		0.105	39.6		1.4	45.3		2.1	59.5		4.2	102		1.4	0.35	10	15	23	1.2
	0.105	39.6	2.8	1.4	45.3	3.5	1.75	53.8	5.3	2.8	73.6	7.8	4.9	119	11.0	1.4	1.4	11.5	18	25	1.5
	1.4	45.3		1.75	53.8		2.1	59.4		3.5	85.0		5.3	127.5		1.75	0.7	11.5	15	24	1.5
	1.75	53.8		2.1	59.4		2.8	73.6		4.2	102		5.6	139		2.8	1.4	13	18	28	1.8
2.1	59.4		2.8	73.6		3.5	85.0		5.6	139		6.3	159		4.9	2.8	15	18	24	2.4	
BLA E18B	0.35	22		0.35	22		0.4	25		0.6	28		0.7	34		0.4	0.3	20	28	33	1.2
	0.4	25		0.4	25		0.6	28		0.7	34		1.1	45		0.6	0.7	23	30	40	1.8
			2.8			3.5			5.3			7.8			11.0	1.1	1.5	28	33	43	2.4
	0.5	27.5		0.6	28		0.7	34		1.1	45		1.8	62		1.4	1.5	25	30	41	2.7
	0.6	28		0.7	34		0.85	40		1.4	54		2.5	79		1.1	2.0	28	35	48	2.6
																1.4	3.0	30	38	51	2.7
BLA E15A	0.35	26.3		0.7	31.2		0.105	39.6		1.75	53.8		3.15	82		0.35	0.2	7.5	14	22	1.0
	0.7	31.2		0.105	39.6		1.4	45.3		2.1	59.4		3.5	85		1.4	0.2	9	15	22	1.7
	0.105	39.6		1.4	45.3		1.75	53.8		2.8	73.6		4.2	102		1.75	0.35	10	16.5	23	1.8
	1.4	45.3	4.5	1.75	53.8	5.5	2.1	59.4	8.3	3.5	85.0	12.2	4.9	119	16.6	1.75	1.4	13	19	29	2.1
	1.75	53.8		2.1	59.4		2.8	73.6		4.2	102		5.25	127		2.1	0.7	13	18	25	1.8
	2.1	59.4		2.8	73.6		3.5	85.0		4.9	119		6.3	159		3.5	1.4	13	22	30	2.4
2.8	73.6		3.5	85.0		4.2	102		6.3	159		6.7	164		6.3	2.8	15	19	25	3.0	

Fonte 1: Site do fabricante BIKOS

Figura 2 - Exemplo de aplicação semelhante ao projeto



Fonte 2: Site do fabricante BIKOS

As figuras 3, 4 e 5, mostram ilustrações da interface criada para visualização e operação do sistema de dosagem. A interface foi desenvolvida na aplicação LOGO Web Editor (LWE), que é gratuita e fornecida pelo fabricante SIEMENS. Essa aplicação permite adicionar imagens, colocar botões para comando e visualização de status de sensores. Pode ser acessada por aparelho celular conectando a mesma rede que o CLP está conectado.

Com o objetivo de proporcionar acesso fácil e rápido, instalamos um roteador Wi-Fi no painel que fica acoplado ao caminhão, para que assim qualquer celular que esteja dentro da rede consiga o acesso e a visualização do supervisório.

Figura 3: Tela principal do sistema de dosagem acoplado ao caminhão



Figura 4: Tela de Status de sensores e desativação de sensores.



Figura 5: Tela de Status e acionamento manual de válvulas.



## 4.2 Plano de implantação

Para implantação da ideia, precisamos discutir o assunto entre áreas que serão afetadas caso o projeto seja aprovado, entre as áreas afetadas estão o departamento de logística, nutrição, produção de aves matrizes e departamento de produção de rações.

Inicialmente precisamos da autorização do departamento de logística para poder transportar o aditivo e instalar o sistema de dosagem no caminhão, já que serão necessárias modificações no mesmo.

O segundo ponto a ser discutido é sobre a possibilidade de dosar aditivos fora da planta fabril, quais aditivos serão utilizados e volumes dosados. Neste ponto dependemos da aprovação do departamento de nutrição.

Pelo fato de o produto ser dosado no ato da descarga da ração, e tendo a possibilidade da mesma ser consumida de imediato, precisamos que da avaliação do departamento de produção de aves matrizes.

Com as aprovações destes departamentos e com a autorização do gerente da área de produção de rações, será feito todo levantamento para iniciar a aquisição e fabricação das peças necessárias. Nesta mesma etapa também iniciara o desenvolvimento do sistema de automação e supervisório.

Após a aquisição dos materiais será necessário programamos junto ao transportador uma parada no caminhão para instalação, testes de funcionamento e coleta de análises. Com os testes e as coletas realizadas, por segurança o sistema de dosagem será desligado até que tenhamos retorno das análises enviadas para o laboratório. Durante o período de análise o caminhão retornara ao transporte com o equipamento inoperante.

Com os resultados das análises e a certeza de que a dosagem atende as especificações estipuladas pela nutrição, o sistema estará apto a entrar em operação.

Estando com todas as etapas aprovadas, inicia-se a fase de treinamento dos motoristas e testes de funcionamento com a supervisão de uma pessoa responsável do setor de produção de rações.

Como partimos do ponto de que até então o aditivo é dosado somente no processo de produção, e que a dosagem na descarga do caminhão será um complemento e uma segurança a mais para o processo, em conjunto com o departamento de nutrição optamos por iniciar com cautela, utilizando dosagens menores que o programado inicialmente, pois volumes menores não apresentam riscos nutricionais, já maiores podem prejudicar a desempenho das aves.

Para garantia do processo, estaremos monitorando e planilhando todas as dosagens, reabastecimentos do caminhão e propriedades em que a ração foi entregue com aplicação do aditivo. Estando tudo em conformidade e tendo aprovação dos demais departamentos, homologamos o equipamento para possíveis aplicações nas demais plantas da cooperativa.

### 4.3 Recursos

Para implementação do projeto, nossos principais custos serão com a compra de materiais e fabricação de peças para confeccionar um protótipo que será acoplado a um caminhão de transporte de ração, esses custos são apresentados na tabela 1 abaixo. A mão de obra para fabricação, programação e instalação será própria, desenvolvida pela equipe de manutenção da planta de produção de rações. Contudo para efeitos de levantamento de custo vamos utilizar o valor da hora dos colaboradores e o total de horas destinadas a esta atividade.

Como o equipamento será instalado em um caminhão que já está na frota, neste momento não teremos custos adicionais. No futuro poderá ser avaliado o pagamento de uma bonificação pela utilização do caminhão para fazer essa operação.

Durante a fase de testes teremos uma pessoa fazendo o acompanhamento das descargas junto ao motorista, estas horas também estão sendo contabilizadas no item Mão de Obra.

As análises para validação do equipamento serão realizadas e custeadas pelo fornecedor do aditivo, sem custo para o projeto.

Além dos investimentos para implementação, teremos também os custos de operacionalização, que serão compostos pelo custo do produto aplicado e pela manutenção do sistema.

Estimamos custo fixo anual de R\$ 16.200,00 com despesas de manutenção preventiva e planos de dados móveis para comunicação entre caminhão e indústria.

O custo do produto varia em decorrência da quantidade utilizada. Em nosso projeto e em consenso com o departamento de nutrição, prevemos utilizar 1 litro de aditivo por tonelada de ração descarregada. Isso resultaria em um custo mensal de R\$5,52 por tonelada tratada.

Na tabela abaixo colocamos todos os investimentos com materiais e mão de obra que serão utilizados na implementação do projeto.

Para levantamento dos valores foi elaborada toda a lista de materiais e realizado cotação nos fornecedores de cada item. O valor da mão de obra foi retirado dos relatórios do setor de gestão de pessoas.

Os itens que serão confeccionados tiveram seu levantamento de custo através de orçamento com base nos desenhos técnicos.

Tabela 1: Recursos utilizados para implementação do projeto.

<b>CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO</b>		
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>Valor</b>
01	<b>Aquisição material mecânico</b>	R\$ 25.000,00
	Bicos de dosagem com vazão controlada	
	Controladores de pressão de ar comprimido	
	Válvulas pneumáticas 5/2 vias	
	Válvulas inox ON/OFF	
	Mangueiras e confecções	
	Confecções de peças	
02	<b>Aquisição material elétrico</b>	R\$ 10.000,00
	Controlador logico programável - CLP	
	Sensores de monitoramento de fluxo	
	Sensor monitoramento de vazão	
	Sensores capacitivo e indutivo	
	Reles/bornes/fontes	
03	<b>Desenvolvimento de automação</b>	R\$ 4.000,00
	Mão de obra técnica para desenvolvimento de programa e software de supervisão, 100 horas	
04	<b>Implantação mecânica</b>	R\$ 7.000,00
	210 horas de M.O. instalação e teste do sistema de dosagem	
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 46.000,00</b>

#### 4.4 Viabilidade Econômico-Financeira

Para análise de viabilidade foram considerados todos os valores de investimento conforme tabela 03, levantamento dos custos anuais para manutenção do projeto e estimativas de retorno.

Vale ressaltar que neste projeto o retorno do investimento não é mensurado em valor, pois dentro da cadeia de produção de aves matrizes até o abate da ave de produção existem uma série de fatores que implicam na mensuração dos resultados obtidos.

Contudo é sabido e comprovado pelas exigências dos mercados internacionais, que a prevalência de positividade para Salmonela implica na perda de receitas com vendas para estes mercados, já que a exigência é positividade zero.

De posse desta informação, podemos assegurar que a eliminação da contaminação, seja ela em qualquer ponto do processo produtivo, traz inúmeros resultados que podem ser desde a abertura de novos mercados internacionais até altíssimos resultados financeiros, tornando assim o investimento neste projeto quase que insignificante.

Tabela 2: Análise de viabilidade econômica.

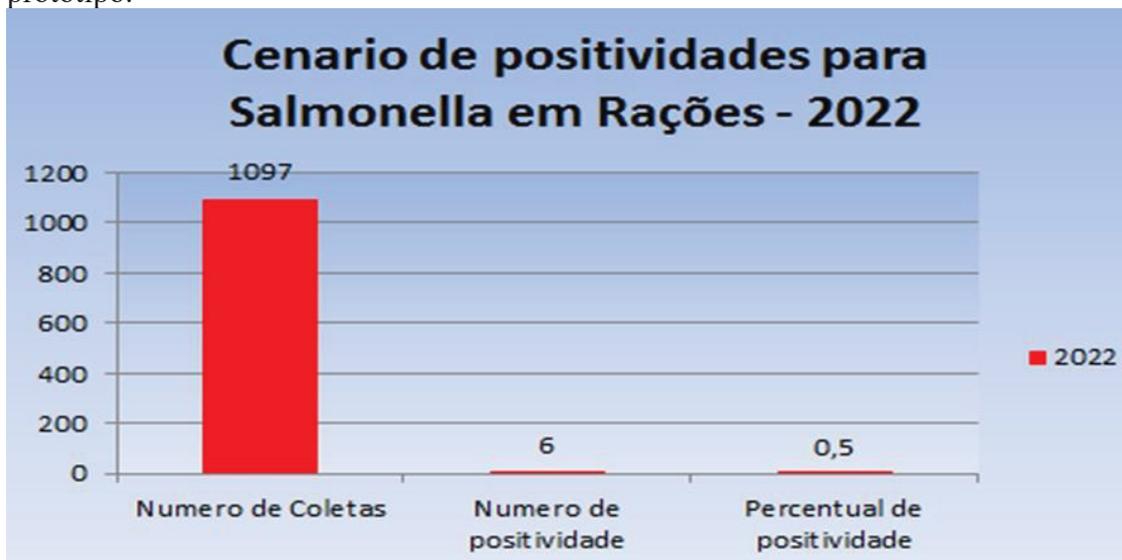
<b>DESCRIÇÃO DO PROBLEMA:</b> Contaminação por Salmonela na Fábrica de Ração Matrizes.		<b>Elaborado em:</b> 31/10/2023
<b>SOLUÇÃO PROPOSTA:</b> Instalar sistema de tratamento com anti-salmonela no momento da descarga da ração.		
<b>PRAZO DE ANÁLISE:</b> Anual		
<b>INVESTIMENTO</b>	<b>RECEITAS</b>	<b>CUSTOS</b>
<b>Aquisição material mecânico – R\$ 25.000,00</b> - Bicos de dosagem com vazão controlada - Controladores de pressão de ar comprimido - Válvulas pneumáticas 5/2 vias - Válvulas inox on/off - Sensores - CLP <b>Aquisição material elétrico - R\$ 10.000,00</b> - Controlador lógico programável - Sensores de monitoramento de fluxo - Sensor monitoramento de vazão Reles/bornes/fontes <b>Desenvolvimento de automação – R\$ 6.000,00</b> - Mão de obra técnica para desenvolvimento de programa e software de supervisão, 44 horas <b>Implantação mecânica- R\$ 7.000,00</b> - 120 horas de M.O especializada para instalação do sistema de dosagem	<b>Acesso a mercados com remuneração mais atrativa (chega a 100% de um mercado tradicional).</b> - Certificação para novos mercados. - Manutenção dos mercados atuais. - Valorização no valor de venda dos produtos, acessando mercados melhores.  <b>Preservação sanitária dos lotes de matrizes de postura (evitando o abate prematuro do lote).</b> - Preservação sanitária do lote - Melhor desempenho zootécnico - Redução de custos com tratamentos	<b>Manutenção nos componentes – R\$ 15.000,00</b> - Troca de bicos - Reparos de válvulas - Substituição de mangueiras - Troca de sensores <b>Comunicação (Internet) – R\$ 1.200,00</b> - Plano de internet para integração dos dados com a fábrica

#### 4.5 Resultados esperados

Temos ciência que os resultados financeiros comprovados por números devem demorar alguns meses para aparecer ou nem apareçam, pois, como a cadeia de produção é grande, os resultados da não positividade para Salmonela vá ser requerido pôr várias áreas e setores que estão envolvidos no processo de produção, e de alguma forma também estão na busca de melhor controle microbiológico.

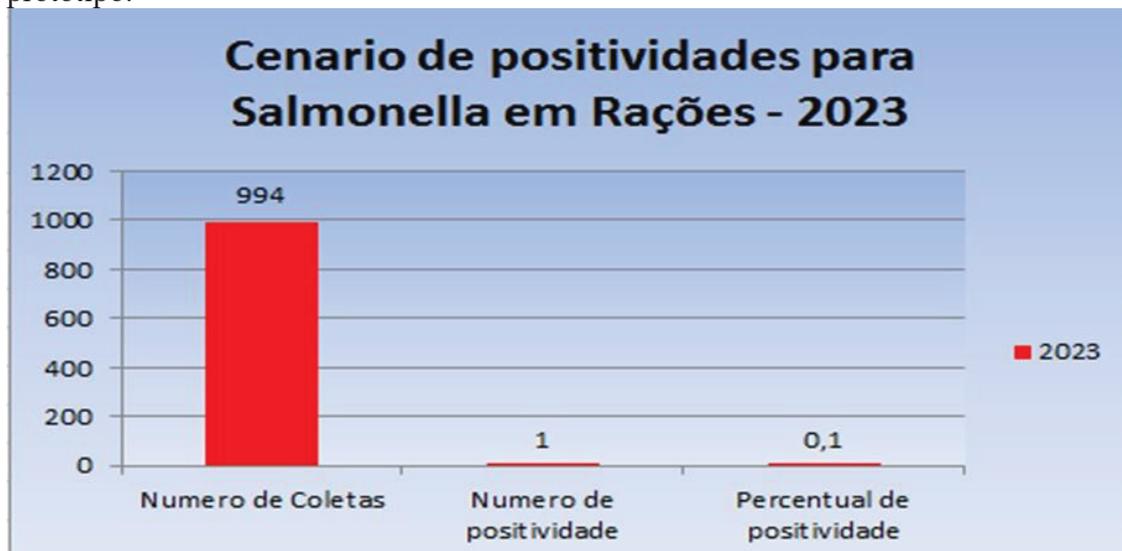
Contudo, na fábrica temos um indicador que pode nos ajuda a comprovar esses ganhos conforme apresentado na figura 6 e 7 abaixo.

Figura 6 - Gráfico análise Salmonela em rações de aves matrizes antes da implementação do protótipo.



Fonte 3: Indicadores da cooperativa.

Figura 7 - Gráfico análise Salmonela em rações de aves matrizes após da implementação do protótipo.



Fonte 4: Indicadores da cooperativa.

Na figura 7 com os dados de 2023, podemos ver resultados que estão relacionados a fase de testes do projeto. Nesta fase foi instalado um protótipo para testes e experiências que pudessem embasar este projeto.

Mesmo o número de positividade sendo baixo no ano de 2022, tivemos uma redução significativa em 2023 com o sistema operando somente em alguns momentos e com dosagem abaixo do que é previsto após aprovação.

O objetivo do projeto é eliminar as positivities zerando assim a possibilidade da contaminação do lote vir a ser pela ração fornecida a ele. Atingindo esse objetivo eliminamos um ponto crítico de controle que hoje é a fábrica de rações, onde até então em algum momento do processo pode ser a causadora de uma contaminação em toda cadeia produtiva, podendo assim trazer enorme prejuízos ao processo produtivo.

#### **4.6 Riscos ou problemas esperados e medidas preventivo-corretivas**

Embora avaliamos que são poucos os riscos envolvidos, elencamos alguns que serão monitorados com o objetivo de não apresentarem problemas na cadeia produtiva de aves matrizes.

Um primeiro risco levantado foi de o sistema por algum motivo não funcionar e não dosar o produto conforme previsto. Isso já foi previamente tratado com a elaboração de um supervisor para que o motorista visualize todo o processo durante a dosagem. Colocamos telas para que o mesmo possa visualizar o que pode estar acontecendo e em casos extremos dosar de forma manual. Se mesmo assim o sistema não funcionar temos duas opções; enviar um técnico até o local da entrega, e ou, verificar a possibilidade da descarga sem o tratamento mediante aprovação do gerente da área.

Além destas medidas realizaremos manutenções preventivas em todo o equipamento através da geração de ordens de serviço periódicas, que será acompanhado pelo sistema de gestão da manutenção da cooperativa.

Outro risco sabido é o problema que pode ocorrer no trato digestivo das aves, isso pode acontecer pelo consumo imediato da ração após tratamento. Esse risco pode ser mitigado com o controle das entregas e o manejo do lote. Por padrão as entregas de ração sempre ocorrem antes do término da ração do produtor, e geralmente em silos diferentes do que está em consumo no momento da descarga. Por outro lado, também sabemos que o consumo de ração das aves matrizes é controlado e espaçado em horários do dia, e por esta motivo o manejo pode ajudar nesta questão.

De qualquer forma o produto utilizado e dosagem recomendada pelo nutricionista não deve causar tal problema, porém na biologia não existem números concretos e precisamos levar em consideração estes fatores.

Por fim, para monitoria da eficiência do equipamento e segurança do processo, periodicamente será realizado análises em laboratório para recuperação do produto dosado e aferição do equipamento caso necessário.

## 5 CONCLUSÃO

O controle microbiológico em alimentos consiste em uma série de práticas durante todo o processo produtivo, desde a seleção de fornecedores de matéria prima, processos de recebimento e armazenamento, produção, estocagem e expedição do produto acabado. Essas boas práticas buscam diminuir ao máximo a entrada de fontes com positividade para Salmonela, porém, no dia a dia, é de grande conhecimento os desafios encontrados.

Embora existam inúmeros processos e produtos que podem ser utilizados para diminuir a carga microbiológica e eliminar as positivities para Salmonela, também é de ciência que a recontaminação é muito fácil, podendo ser em qualquer processo após o último ponto de controle, que na sua grande maior é a expedição do produto.

Diante destes fatores, verificamos que a aplicação do produto no ponto mais próximo ao consumo dos animais, é o que pode garantir e eliminar qualquer recontaminação após o processo de produção.

A intenção inicial do projeto era garantir que a ração entregue estivesse livre de contaminação, eliminando assim a possibilidade de a contaminação vir da fábrica de ração, objetivo este que avaliamos como atingido pela queda nas positivities no decorrer dos testes com o equipamento. Contudo observamos outro ponto que precisa ser considerado e no futuro mensurado como possível resultado.

Percebemos ao longo do projeto, porém, ainda sem mensuração para embasar algum resultado positivo, que a aplicação do produto anti-salmonela durante a descarga do caminhão acaba melhorando as condições internas do silo do produtor quanto a contaminação microbiológica. Fato este que ocorre por o produto anti-salmonela ter ação prolongada, eliminando assim possíveis focos de microrganismos no interior do silo onde a ração acaba tendo contato. Esse mesmo resultado pode ser esperado em todos os equipamentos e comedouros da granja.

Pelo motivo exposto acima este projeto não tem uma conclusão definitiva, pois a aplicação de aditivos diretamente na descarga do caminhão pode ser considerada como uma inovação tecnológica que até então nunca foi utilizada, e que ainda precisa ser aprimorada e ter seu resultado melhor explorado.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, K. E., and K. E. Richardson. 2000. Effect of termin-8 compound on the microbiological and physical quality of shell eggs from commercial laying chickens. *Poult. Sci. (E-suppl.)* 79:93 (Abstr.).

Berchieri, A. Jr, P. Wigley, K. Page, C. K. Murphy, and P. A. Barrow. 2001. Further studies on vertical transmission and persistence of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis phage type 4 in chickens. *Avian Pathol.* 30:297–310.

Carrique-Mas, J. J., S. Bedford, and R. H. Davies. 2007. Organic acid and formaldehyde treatment of animal feeds to control *Salmonella*: efficacy and masking during culture. *J. Appl. Microbiol.* 103:88–96.

Centers for Disease Control and Prevention. 2017. Surveillance for foodborne disease outbreaks United States, 2017: annual report. Available at: [https://www.cdc.gov/fdoss/pdf/2017\\_FoodBorne\\_Outbreaks\\_508.pdf](https://www.cdc.gov/fdoss/pdf/2017_FoodBorne_Outbreaks_508.pdf). Accessed 9 September 2021.

Centers for Disease Control and Prevention. 2021. *Salmonella*. Available at: <https://www.cdc.gov/Salmonella/index.html>. Accessed 9 September 2021.

Cochrane, R. A., A. R. Huss, C. G. Aldrich, C. R. Stark, and C. K. Jones. 2016. Evaluating chemical mitigation of *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 in animal feed ingredients. *J. Food Protect.* 79:672–676.

Corry, J. E. L., V. M. Allen, W. R. Hudson, M. F. Breslin, and R. H. Davies. 2002. Sources of *Salmonella* on broiler carcasses during transportation and processing: modes of contamination and methods of control. *J. Appl. Microbiol.* 92:424–432

Davies, R. H., and C. Wray. 1997. Distribution of *Salmonella* contamination in ten animal feed mills. *Vet. Microbiol.* 57:159–169.

Denton, J. H., C. N. Coon, J. E. Pettigrew, and C. M. Parsons. 2005. Historical and scientific perspectives of same species feeding of animal by-products. *J. Appl. Poult. Res.* 14:352–361.

FDA. 1996. Food Additives Permitted in Feed and Drinking Water of Animals; Formaldehyde. D.o. H.a. H. Services, ed. Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, Rockville, MD.

- Franco, D. 2006. The rendering industry's role in feed and food safety, p. 53–70. In D. L. Meeker (ed.), *Essential rendering: all about the animal by-products industry*. National Renderers Association, Alexandria, VA.
- Gast, R. K. 2007. Serotype-specific and serotype-independent strategies for preharvest control of food-borne *Salmonella* in poultry. *Avian Dis.* 51:817–828.
- Gast, R. K., D. K. Dittoe, and S. C. Ricke. 2022. *Salmonella* in eggs and egg-laying chickens: pathways to effective control. *Crit. Rev. Microbiol.* 1–25, doi:10.1080/1040841X.2022.2156772.
- Gast, R. K., J. Guard-Bouldin, and P. S. Holt. 2004. Colonization of reproductive organs and internal contamination of eggs after experimental infection of laying hens with *Salmonella* Heidelberg and *Salmonella* Enteritidis. *Avian Dis.* 48:863–869.
- Gosling, R. J., I. Mawhinney, K. Richardson, and R. Davies. 2021. Control of *Salmonella* and pathogenic *E. coli* contamination of animal feed using alternatives to formaldehyde-bases treatments. *Microorganisms* 9 10.3390.
- Jensen, E. L., and G. Rosales. 2002. *Salmonella* control in primary breeders. *Poult. E-Digest.* 2:1–8.
- Jones, F. T. 2011. A review of practical *Salmonella* control measures in animal feed. *J. Appl. Poult. Res.* 20:102–113.
- Kinley, B., J. Rieck, P. Dawson, and X. Jiang. 2010. Analysis of *Salmonella* and enterococci isolated from rendered animal products. *Can. J. Microbiol.* 56:65–73.
- Kukier, E., M. Goldsztejn, T. Grenda, K. Kwiatek, D. Wasyl, and A. Hoszowski. 2012. Microbiological quality of compound feed used in Poland. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 56:349–354.
- McIlroy, S. G. 1996. How do birds become infected by a *Salmonella* serotype? in *World Poultry Special Salmonella Issue* Misset International, Doetinchem, The Netherlands, 15–17.
- Moretro, T., L. K. Vestby, L. L. Nesse, S. E. Storheim, K. Kotlarz, and S. Langsrud. 2009. Evaluation of efficacy of disinfectants against *Salmonella* from the feed industry. *J. Appl. Microbiol.* 106:1005.
- Muckey, M. B. 2016. *Evaluation of surface sanitation to prevent biological hazards in animal food manufacturing*. Kansa State University, Manhattan, KS.

O'Bryan, C. A., S. C. Ricke, and J. A. Marcy. 2022. Public health impact of *Salmonella* spp. on raw poultry: current concepts and future prospects in the United States. *Food Control* 132:108539.

Ricke, S. C. 2003. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. *Poult. Sci.* 82:632–639.

Ricke, S. C., K. Richardson, and D. K. Dittoe. 2019. Formaldehydes in feed and their potential interaction with the poultry gastrointestinal tract microbial community – a review. *Front. Vet. Sci.* 6:188.

Ricke, S. C., S. A. Kim, and S. H. Park. 2018. Molecular-based identification and detection of *Salmonella* in food production systems: current perspectives. *J. Appl. Microbiol.* 125:313–327.

Shapcott, R. C. 1984. Practical aspects of *Salmonella* control: progress report on a programme in a large broiler integration. *Proc. Internat. Symp. Salmonella.* 109–114.

Spratt, C. D. 1987. Effect of mold inhibitor treated high moisture corn on performance of poultry. MSc Thesis. Univ. Guelph, Canada.

Steenackers, H.; Hermans, K.I.M.; Vanderleyden, J.O.S.; Sigrid, C.J.; Keersmaecker, D.E. *Salmonella* biofilms: an overview on occurrence, structure, regulation and eradication. *Food Research International*, v.45, n.2, p.502-531, 2012.

Vidyarthi, S., V. Vaddella, N. Cao, S. Kuppu, and P. Pandey. 2021. Pathogens in animal carcasses and the efficacy of rendering for pathogen inactivation in rendered products: a review. *Future Foods* 3:100010.

Wales, A. D., V. M. Allen, and R. H. Davies. 2009. Chemical treatment of animal feed and water for the control of *Salmonella*. *Foodborne Pathog. Dis.* 7:3–15.

Wales, A., and R. Davies. 2020. Review of hatchery transmission of bacteria with focus on *Salmonella*, chick pathogens and antimicrobial resistance. *World's Poult. Sci*