

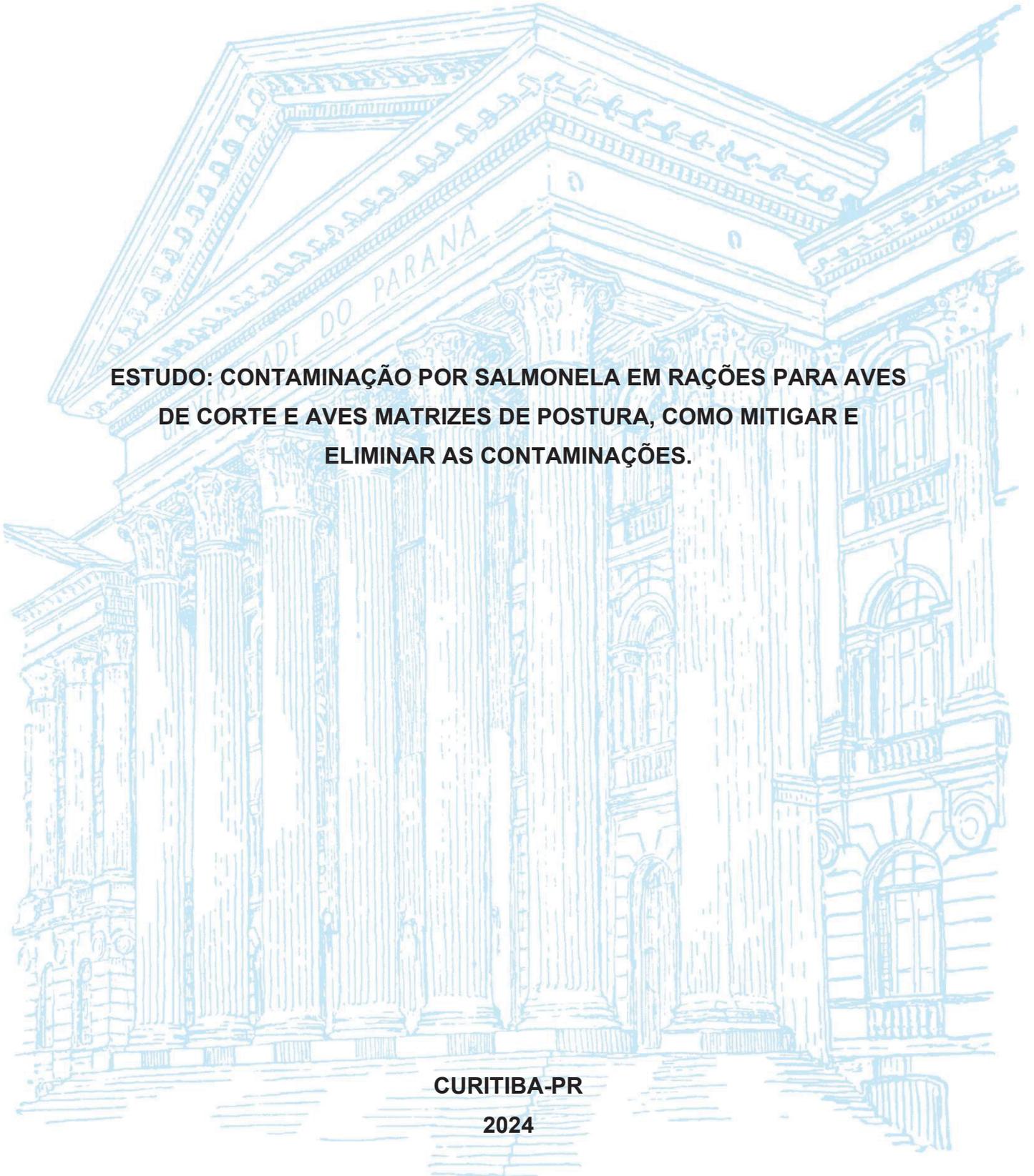
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA TÂNGELA DE ALMEIDA FIANCOSKI

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

CURITIBA-PR

2024



ANA TÂNGELA DE ALMEIDA FIANCOSKI

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 *Salmonella* em fábricas de rações para aves representa uma ameaça significativa a esse setor estratégico. A compreensão da contaminação microbiológica por *Salmonella* 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 *Salmonella* 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 *Salmonella*.

Palavras-chave: Contaminação; *Salmonella*; 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 *Salmonella* in poultry feed factories represents a significant threat to this strategic sector. Understanding the microbiological contamination by *Salmonella* 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 *Salmonella* 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 *Salmonella* contamination.

Keywords: Contamination; Salmonella; Feed; Poultry; Control

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	Apresentação/Problemática	8
1.2	Objetivo geral do trabalho	9
1.3	Objetivos específicos do trabalho:	9
1.4	Justificativas do objetivo:.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.5	Formaldeído	14
3	DIAGNÓSTICO E DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	16
3.1	Descrição da Cooperativa.....	16
3.2	Diagnóstico da situação-problema	17
4	PROPOSTA TÉCNICA PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	19
4.1	Desenvolvimento da proposta	19
4.1.1	Funcionamento	20
4.1.2	Controle	21
4.2	Plano de implantação.....	25
4.3	Recursos	26
4.4	Viabilidade Econômico-Financeira	28
4.5	Resultados esperados.....	29
4.6	Riscos ou problemas esperados e medidas preventivo-corretivas	31
5	CONCLUSÃO	33
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Recursos utilizados para implementação do projeto.....	27
Tabela 2: Análise de viabilidade econômica.	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados para dimensionamento dos bicos.....	22
Figura 2 - Exemplo de aplicação semelhante ao projeto	22
Figura 3: Tela principal do sistema de dosagem acoplado ao caminhão.....	23
Figura 4: Tela de Status de sensores e desativação de sensores.....	24
Figura 5: Tela de Status e acionamento manual de válvulas.....	24
Figura 6 - Gráfico análise Salmonela em rações de aves matrizes antes da implementação do protótipo.....	30
Figura 7 - Gráfico análise Salmonela em rações de aves matrizes após da implementação do protótipo.....	30

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 Salmonella em rações produzidas para aves matrizes.

As principais causas que levam ao aumento da salmonelose veiculada por alimentos são os procedimentos inadequados de armazenamento; a frequência de comer produtos crus ou não cozidos; e a má manipulação do alimento, devido à falta de higiene pessoal (JAY, 2005).

Leva-se a crer que a alimentação animal é um dos principais carreadores de patógenos em aves, com a Salmonella 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).

A detecção de salmonelas nos alimentos leva de 3 a 7 dias. Franchin (2008) afirma que, para a indústria de alimentos, que retêm seus produtos até a obtenção dos resultados analíticos frente a um patógeno qualquer pesquisado, este tempo pode significar perdas econômicas, o que leva o analista a buscar alternativas analíticas mais rápidas.

No trabalho presente, o estudo pretende apresentar formas de controle de Salmonella nos procedimentos operacionais, com o intuito de mitigar as contaminações de rações para as aves matrizes da Cooperativa, atendidas pela unidade de Mandaguari.

1.2 Objetivo geral do trabalho

Avaliar a presença e a prevalência de Salmonella 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 Salmonella 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 Salmonella.

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 Salmonella 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 Salmonella 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 Salmonella.

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

- Relevância para a Saúde Pública: A Salmonella 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 Salmonella em rações para aves matrizes é fundamental para garantir a segurança alimentar e prevenir surtos de doenças;

- Impacto na Indústria Avícola: A contaminação por Salmonella 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 Salmonella 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 Salmonella para a progênie. Portanto, o estudo visa proteger a saúde das aves, promovendo uma produção mais eficiente;

- Legislação e Regulamentação: A pesquisa sobre Salmonella 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 Salmonella 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 Salmonella 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 Salmonella.

Essas justificativas destacam a importância de conduzir um estudo sobre Salmonella 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

Salmonella é uma bactéria dominante em animais de produção, podendo ser habitualmente encontrada no intestino de aves, suínos, bovinos, no entanto, também isolada em animais domésticos, como cães, gatos, aves e répteis. No geral, por ser encontrada no ambiente de produção animal é, conseqüentemente, muito isolada em alimentos de origem animal tem relação a grandes questões de saúde pública, em consequência da sua abrangência com doenças de origem alimentar no mundo todo. Assim, é considerada uma doença zoonótica podendo transmitida diretamente ou indiretamente entre os animais e os seres humanos. Entre os alimentos que podem ser atribuídos em casos de salmonelose podem-se mencionar os ovos, as carnes de aves e bovina e o leite (MENDONÇA, 2016).

A maior parte das pessoas infectadas por Salmonella apresentam sintomas como diarreia, febre, náuseas, às vezes seguida de vômitos, e cólicas abdominais. O início dos sintomas da doença acontece entre 6 e 72 horas, com média entre 12 e 36 horas após a infecção, podendo durar de 2 a 7 dias. Os sintomas da salmonelose são relativamente de pouca gravidade, e no geral, as pessoas afetadas normalmente se recuperam da doença sem necessidade de tratamento específico (MUNIZ, 2014).

Os frangos de corte estão entre os principais reservatórios de Salmonella, sendo um importante meio de transmissão da bactéria (TABO et al., 2013). As aves infectadas com bactéria excretam cerca de 10⁸ células por grama de fezes, podendo infectar um lote inteiro, 15 além de atingir lotes vizinhos sem que as aves apresentem qualquer sintomatologia da doença (BRASÃO, 2017).

Em relação à cadeia de produção e processamento do frango de corte, que vai desde a criação até a mesa do consumidor, a transmissão de Salmonella pode acontecer de diversas maneiras, sendo sua epidemiologia melindrosa, sendo complicado estabelecer o modo que o lote de aves foi infectado, ou como aconteceu a transmissão do patógeno no aviário. A epidemiologia da Salmonella na cadeia de produção de aves abrange a contaminação vertical, provocando a germinação de pintainhos infectados, onde poderão ou não evoluir a doença (PANDINI et al., 2015).

Mesmo dispondo de todos os cuidados a fim de assegurar a produção da carne de frango com qualidade microbiológica apropriada, e das diversas ascensões tecnológicas empregadas no setor avícola brasileiro, nota-se que *Salmonella* ainda está presente ao longo da cadeia de produção do frango de corte (MUNIZ, 2014).

Métodos baseados na restrição do DNA têm sido frequentemente adotados para monitoria da disseminação de *Salmonella* dentro da cadeia produtiva de alimentos, podendo identificar cepas envolvidas na infecção humana e dar informações epidemiológicas sobre as relações genéticas entre sorotipos. Desta forma, a ribotipagem tem sido empregada pelos laboratórios de referência mundial, como um método molecular imprescindível para investigação epidemiológica, pela detecção da fonte de infecção (MARTINS et al., 2006).

Este sistema permite realizar a rastreabilidade completa do microrganismo em questão, identificando a fonte e causa da contaminação de maneira direta e indubitável, pois fornece um perfil genético de cada uma das bactérias implicadas, permitindo que as bactérias com o ribogrupo coincidente sejam identificadas e a causa do problema prevenida e/ou eliminada. Este sistema consiste em um avanço tecnológico com relação à comodidade, reprodutibilidade e velocidade de realização (GANDRA et al., 2008).

Cada técnica apresenta vantagens e desvantagens e nenhuma utilizada humanos é a ingestão de alimentos de origem animal contaminados, principalmente a carne de aves, ovos e seus derivados (TABO et al. 2013).

O melhor programa de prevenção baseia-se na limpeza, na higiene e na desinfecção da granja. É preciso ter cuidado com dejetos, evitar água parada, realizar o destino correto e rápido de animais mortos, ter cuidado com veículos que transportam aves, ração e suas matérias-primas, fezes (cama) e ovos, entre outros. Também é necessário evitar pássaros, roedores, mosquitos, outras espécies de aves e de outros animais. Evitar aves de diferentes idades também é outra medida importante. O monitoramento de rotina da granja deveria compreender o exame microbiológico das aves que morrerem (BERCHIERI JR & FREITAS NETO, 2012).

Por todo o exposto, é fundamental que haja a busca de procedimentos de controle do patógeno, principalmente na indústria avícola, visando à redução dos níveis de contaminação de carcaças de frango e, conseqüentemente, reduzindo

o risco potencial de transferência do microrganismo para humanos, pelo consumo de alimentos contaminados. Esses procedimentos incluem o esforço tanto da indústria, com a implantação de programas cada vez mais eficientes e rígidos de análise de risco e controle de pontos críticos, envolvendo desde a criação do animal, o processamento na planta industrial, até o preparo do alimento pelo consumidor (SANTOS et al., 2013).

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 vários procedimentos e rotinas pré-estabelecidas de boas práticas de fabricação uso de antisalmonellas 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 cruzada, por vários elementos, sendo um deles a contaminação microbiológica, objeto de estudo neste trabalho.

O método de gestão baseado na adoção de boas prática 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 microbiologia 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 adotados vários procedimentos e rotinas pré-estabelecidas de boas práticas de fabricação e uso de Anti - Salmonella 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, porém 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 helicoide 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 da 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.

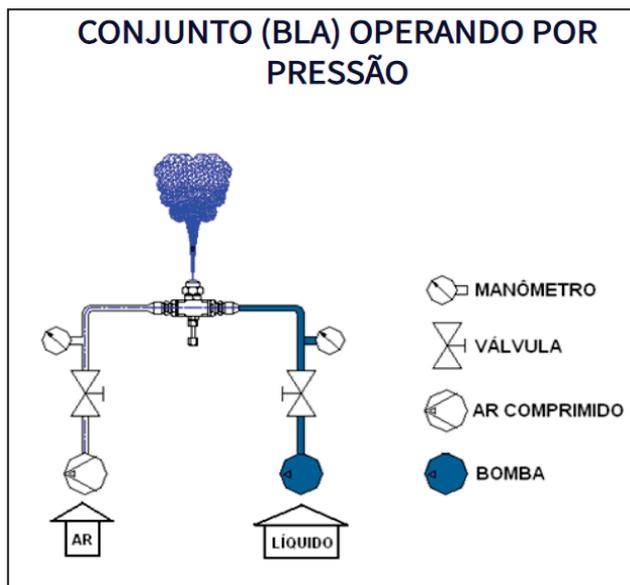
O Bico escolhido foi o BLA E18B que ajustado a 2,2 bar de pressão proporciona uma vazão de 10l/h. Para atender a dosagem será necessário a utilização de 3 bicos, totalizando 30 l/h.

Figura 1: Dados para dimensionamento de bicos.

Conjunto BLA de Pulverização Nº		Vazo de Líquido l/h e de Ar Nl/min												Dimensões da Pulverização													
		Pressão de Água Bar						Pressão de Ar Bar						Ar Bar	Água Bar	1 cm	2 cm	3 cm	4 m								
		0.2 bar		0.3 bar		0.7 bar		1.5 bar		3 bar																	
		Pressão do Ar Bar	Água l/h	Pressão do Ar Bar	Água l/h	Pressão do Ar Bar	Água l/h	Pressão do Ar Bar	Água l/h	Pressão do Ar Bar	Água l/h																
BLA E15B	45°	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	59.4			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			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	60°	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				1.1	1.5	26	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
BLA E15A	45°	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			5.3	2.8	15	19	25	3.0		
BLA E18A	60°	0.35	22			0.35	22			0.6	28			0.7	34			1.1	45			0.7	0.3	26	33	40	1.5
		0.6	28			0.7	34			0.7	34			1.4	54			1.4	54			0.7	1.5	38	46	58	1.8
				4.5				5.5				8.3						12.2				1.4	1.5	35	43	56	2.4
		0.7	34			1.1	45			1.4	54			2.1	71			2.1	71			2.5	1.5	33	40	51	3.0
		1.1	45			1.4	54			2.1	71			2.5	79			2.5	79			1.8	2.0	38	46	58	2.7
																							1.8	3.0	41	48	66

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 supervisão.

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

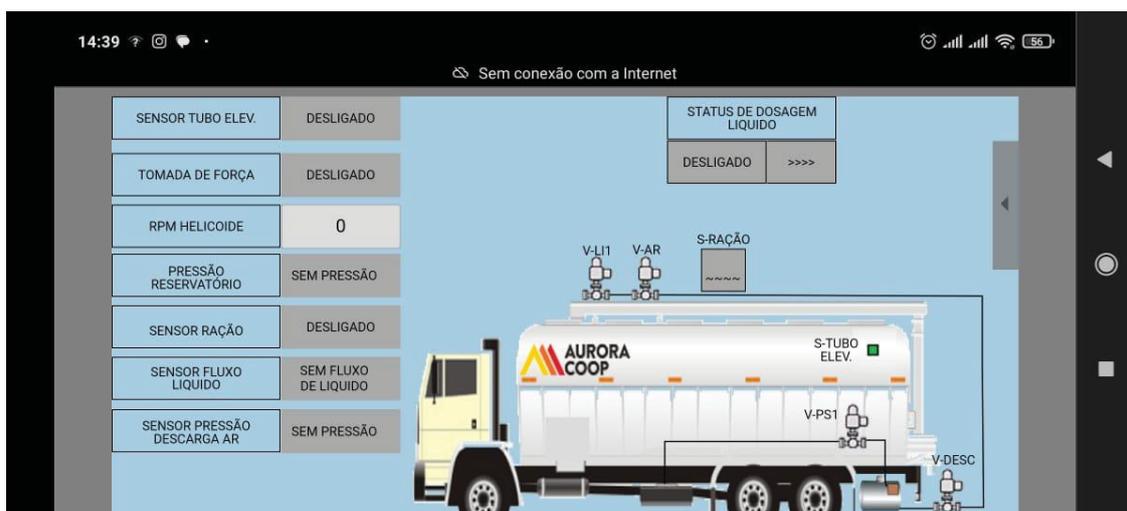


Figura 4: Tela de Status de sensores e desativação de sensores.

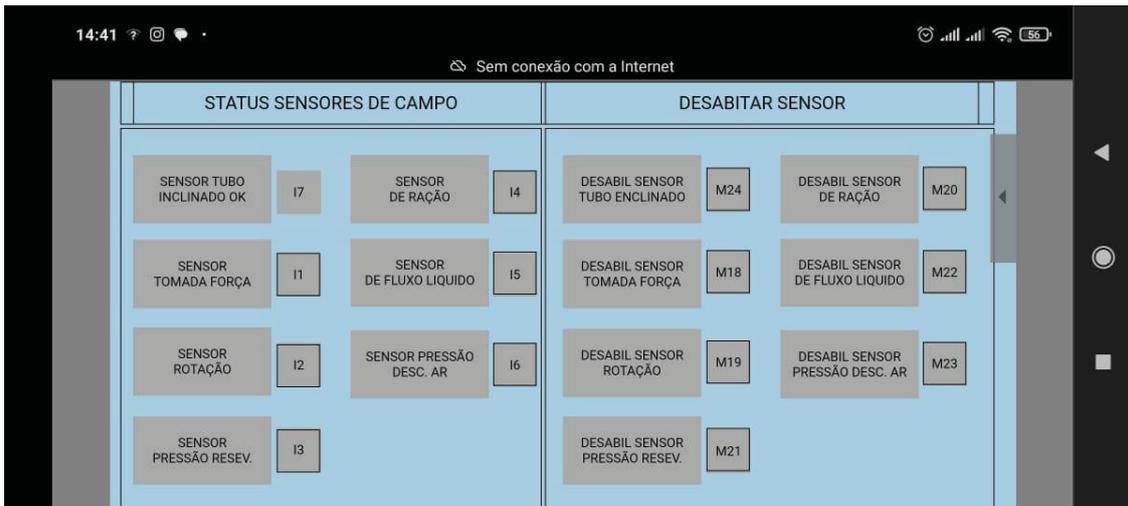


Figura 5: Tela de Status e acionamento manual de válvulas.



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 supervisorio.

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 analise 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. 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 moveis 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 elaborado 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.

CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO		
Item	Descrição	Valor
01	Aquisição material mecânico	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	Aquisição material elétrico	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	Desenvolvimento de automação	R\$ 4.000,00
	Mão de obra técnica para desenvolvimento de programa e software de supervisão, 100 horas	
04	Implantação mecânica	R\$ 7.000,00

210 horas de M.O. instalação e teste do sistema de dosagem	
TOTAL	R\$ 46.000,00

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 um 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 Salmonella 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.

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA: Contaminação por Salmonella na Fábrica de Ração Matrizes.		Elaborado em: 31/10/2023
SOLUÇÃO PROPOSTA: Instalar sistema de tratamento com anti-salmonella no momento da descarga da ração.		
PRAZO DE ANÁLISE: Anual		
INVESTIMENTO	RECEITAS	CUSTOS

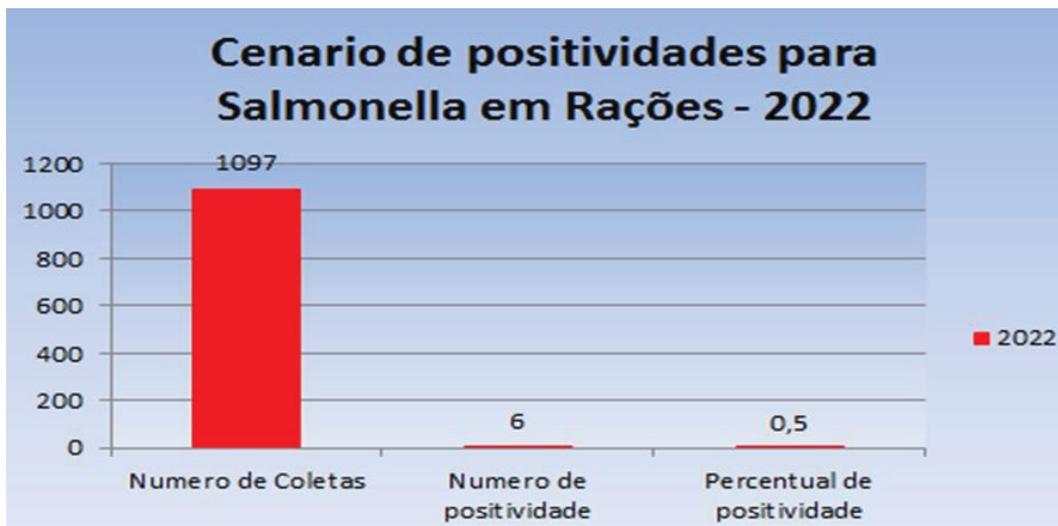
<p>Aquisição material mecânico – R\$ 25.000,00</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bicos de dosagem com vazão controlada - Controladores de pressão de ar comprimido - Válvulas pneumáticas 5/2 vias - Válvulas inox on/off - Sensores - CLP <p>Aquisição material elétrico - R\$ 10.000,00</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controlador logico programável - Sensores de monitoramento de fluxo - Sensor monitoramento de vazão <p>Reles/bornes/fontes</p> <p>Desenvolvimento de automação – R\$ 6.000,00</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mão de obra técnica para desenvolvimento de programa e software de supervisão, 44 horas <p>Implantação mecânica- R\$ 7.000,00</p> <ul style="list-style-type: none"> - 120 horas de M.O especializada para instalação do sistema de dosagem 	<p>Acesso a mercados com remuneração mais atrativa (chega a 100% de um mercado tradicional).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Certificação para novos mercados. - Manutenção dos mercados atuais. - Valorização no valor de venda dos produtos, acessando mercados melhores. <p>Preservação sanitária dos lotes de matrizes de postura (evitando o abate prematuro do lote).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preservação sanitária do lote <p style="text-align: right;">Melhor</p> <p>desempenho zootécnico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Redução de custos com tratamentos 	<p>Manutenção nos componentes – R\$ 15.000,00</p> <ul style="list-style-type: none"> - Troca de bicos - Reparos de válvulas - Substituição de mangueiras - Troca de sensores <p>Comunicação (Internet) – R\$ 1.200,00</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 Salmonella vão ser requeridos pôr várias áreas e setores que estão envolvidos no processo de produção, e de alguma forma também estão na busca de melhor controle microbiológico.

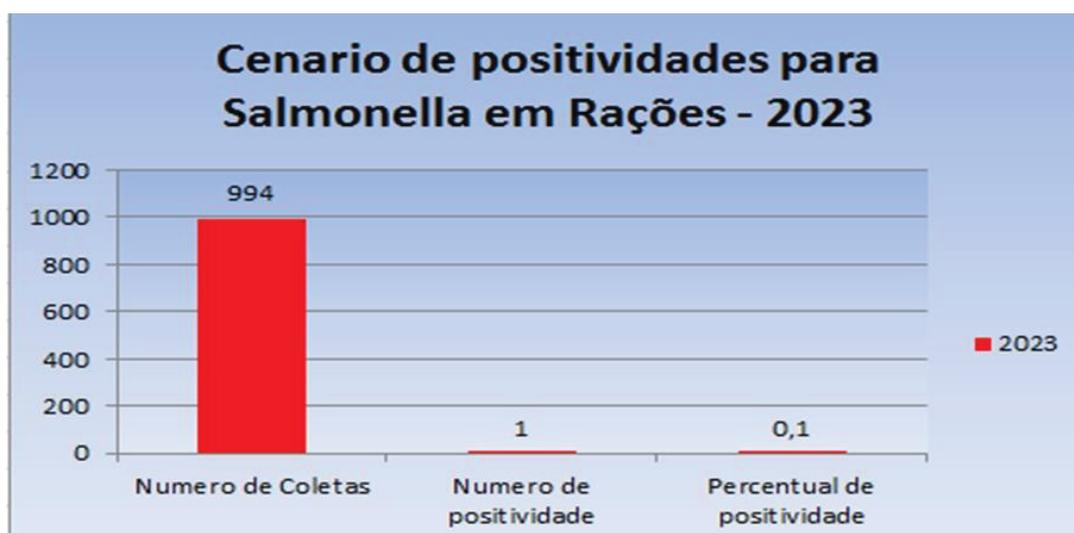
Contudo, na fábrica temos um indicador que pode nos ajudar a comprovar esses ganhos conforme apresentado na figura 6 e 7 abaixo.

Figura 6: Gráfico análise Salmonella em rações de aves matrizes antes da implementação do protótipo.



Fonte 1: Indicadores da cooperativa.

Figura 7: Gráfico análise Salmonella em rações de aves matrizes após implementação do protótipo.



Fonte 2: 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 de a 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 avaliemos 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 supervisório 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

Sabe-se que o controle microbiológico em alimentos se trata de um conjunto de ações e boas práticas que auxiliam na eliminação ou mitigação de microrganismos para garantir melhor qualidade e condições de segurança em processos, espaços e ambientes em geral, essas boas práticas e análises podem evitar que alimentos contaminados sejam enviados ao mercado e que poderão culminar em doenças alimentares, sendo que essas contaminações podem ocorrer em todo o processamento desde o manejo até no processo de industrialização.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo mitigar a contaminação na ração entregue nas granjas para que nessa etapa do processo, pudesse ser garantido a não positividade da *Salmonella* oriunda da fábrica de rações.

A proposta é a aplicação de aditivo nas rações durante o processo de descarga das rações dentro dos silos, transportada via caminhão. Apesar de contar com dosagens de aditivos na própria fabricação das rações, pelo fato da exposição desses produtos em estoque e caminhões graneleiros para transporte, há sempre o risco de contaminação.

Para garantir que a ração posta para os silos e posteriormente ofertadas para as aves estejam livres de *Salmonella*, foi desenvolvido um sistema de tratamento no último ponto que a unidade de produção de ração tem controle.

Foi desenvolvido um protótipo de dosagem acoplado no caminhão, onde a demanda de recursos financeiros é relativamente baixa comparado aos benefícios que a prática trará no processo, podendo abrir portas e oportunidades para valor agregado e até mesmo exploração de novos mercados e certificações.

Em relação aos resultados, obteve-se sucesso em relação ao objetivo principal, resultando na queda das positivities durante o uso do equipamento. Porém se viu necessário um acompanhamento e aprimoramento no controle já que foram levantados alguns riscos pós aplicação dos aditivos que precisariam de uma análise temporal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARTINS, C. H. G.; SANTOS, V.R.S.; CASTRO, F.A.; FERNANDES, S.A.; MARTINEZ, R. A ribotipagem de cepas de Salmonella Enteritidis revela propagação de um único genótipo na cidade brasileira de Ribeirão Preto. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 42, n. 1, p. 19-23, fev. 2006.

MUNIZ, E.C. Salmonelas paratíficas em aves: avaliação da resposta imunológica e controle por meio de probióticos. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias – Patologia Veterinária. Curitiba. 98f, 2014.

BRASÃO, S.C. Biofilmes de Salmonella Minnesota: formação, influência da superfície, inibição por agentes químicos e importância do período entre tratamentos. 2017. 82p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Uberlândia, MG, 2017. 37

PANDINI, J.A.; PINTO, F.G.S.; MULLER, J.M.; WEBER, L.D.; MOURA, A.C. Ocorrência e perfil de resistência antimicrobiana de sorotipos de Salmonella spp. isolados de aviários do Paraná, Brasil. *Arqs Inst. Biológico*, v. 82, p.1-6, 2014.

GANDRA, E.Á.; GANDRA, T.K.V.; MELLO, W.S. de; GODOI, H.S.G. Técnicas moleculares aplicadas à microbiologia de alimentos. *Acta Sci. Technol. Maringá*, v. 30, n. 1, p. 109-118, 2008.

TABO, D.C.; DIGUIMBAYE, C.D.; GRANIER, S.A.; MOURY, F.; BRISABOIS, A.; ELGROUD, R.; MILLEMANN, Y. Prevalence and antimicrobial resistance of nontyphoidal Salmonella serotypes isolated from laying hens and broiler chicken farms in N'Djamena, Chad. *Veterinary Microbiology*, v. 166, n. 1-2, p. 293-298, 2013.

BERCHIERI JÚNIOR, A.; FREITAS NETO, O.C. Controle de Salmoneloses mostra resultados no combate ao tifo aviário. *Informativo Técnico Avícola Biovet*, ano 11, n.2, 2012.

JAY, J. M. *Modern Food Microbiology*. 5. ed. New York: International Thomson Publishing, 2005.

SANTOS, J.R.; SHARON, K.L.M.; MARTINI, K.C.; NUNES, R.V.N. A importância do controle da Salmonella na cadeia produtiva de frango de corte. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 12, n. 3, p. 167-174, 2013.

FRANCHIN, P.R. Comparação de metodologias alternativas para detecção de Salmonella spp e Listeria monocytogenes em carnes e produtos cárneos. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 144f, 2008.

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. 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 Poultry Sci*