

MICROBIOLOGIA PREDITIVA EM CARNE DE FRANGO

HASSE, Marianne Cristina Gonçalves¹
LARSEN, Sarah Felicitas²

RESUMO

As atividades avícolas brasileiras são destaque no mercado mundial de carne e está em ascensão. No ano de 2022, o Brasil produziu cerca de 14,5 milhões de toneladas de carne de frango, colocando-se no terceiro lugar do ranking dos países produtores e em primeiro lugar das exportações. Em busca da qualidade e da segurança dos alimentos tem-se então, a necessidade de entender como os microrganismos deteriorantes se comportam em diferentes temperaturas possíveis. Para solucionar esta situação, utiliza-se a microbiologia preditiva, a qual, na área de alimentos é aplicada para manutenção de segurança do alimento na cadeia de produção de alimentos, com o intuito de avaliar o crescimento microbiológico e para evitar possíveis doenças transmitidas por alimentos, causadas pela ingestão de alimentos e/ou água contaminados.

PALAVRAS-CHAVE: avícola, análise de perigos e pontos críticos de controle, crescimento bacteriano

1. INTRODUÇÃO

As atividades avícolas brasileiras são destaque no mercado mundial de carnes, considerada uma atividade econômica em expansão, sem fronteiras geográficas de tecnologia. De acordo com os dados da Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA (2021), em 2020 o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de frangos de corte, com o total de 13.845 milhões de toneladas de carne de frango, somente atrás dos Estados Unidos, que destacou-se com 20.239 milhões de toneladas e da China, que produziu 14.600 milhões de toneladas de carne de frango. Soma-se a isto a liderança do Brasil na exportação de carne de frango com 4.231 milhões de toneladas, seguido por Estados Unidos com 3.391 milhões de toneladas e União Europeia com 1.450 milhões de toneladas desse produto (IBGE, 2022).

Já no ano de 2022 produziu cerca de 14,5 milhões de toneladas de carne de frango, colocando-se no terceiro lugar do ranking dos países produtores e em primeiro lugar das exportações (IBGE, 2022). Acompanhando o mesmo desempenho do ano passado, no 2º trimestre de 2023 foram abatidas 1,56 bilhão de cabeças de frango, representando um aumento de 4,7% em relação ao mesmo período de 2022 (IBGE, 2023).

Acompanhando o crescimento do consumo da carne de frango está a exigência dos consumidores, que mostram-se preocupados com a qualidade e segurança dos alimentos. Com isso, a indústria necessita ter cuidados redobrados para fornecer um alimento seguro do ponto de vista microbiológico, como também, isento de qualquer perigo à saúde. Uma falha na segurança do

¹ Aluna do último período de Medicina Veterinária do Centro Universitário FAG. E-mail: mcghasse@minha.fag.edu.br

² Professora. Médica Veterinária. E-mail: sarahlarsen@fag.edu.br

produto, pode causar em danos irreversíveis à saúde do consumidor, além de prejudicar a imagem da organização e gerar grandes perdas econômicas.

O alimento seguro, é aquele que apresenta níveis aceitáveis de contaminação, e não oferece riscos à saúde do consumidor, quando manipulado e ingerido de acordo com as especificações do fornecedor.

Representam riscos à segurança do alimento todos os agentes químicos, físicos e biológicos, com potencial de causar efeito adverso à saúde. Independente da origem, medidas de controle devem ser adotadas para eliminar o perigo, ou reduzi-lo a níveis aceitáveis, prevenindo a recontaminação e sua multiplicação. Os perigos biológicos incluem um vasto grupo de bactérias patogênicas, vírus e parasitas (DANIELLI, 2020).

Tem-se essas medidas de segurança dos alimentos para evitar-se ao máximo as doenças transmitidas por alimentos (DTA), causadas pela ingestão de alimentos e/ou água contaminados. No Brasil, a maioria das doenças transmitidas por alimentos são causadas por bactérias, principalmente *Salmonella* e *Escherichia coli*. De acordo com o Ministério da Saúde em 2021, foram registrados 268 surtos de DTA, com 9.129 pessoas expostas, 4.385 doentes, 296 hospitalizados e 1 óbito (BRASIL, 2019)

As indústrias processadoras de produtos cárneos, são fortemente impactadas por perdas, e consequentemente, prejuízos gerados por falhas na cadeia do frio, além disso, quanto maior for o tempo em que a carne estiver exposta a condições inadequadas de temperatura, maior a chance de deterioração.

Tem-se então, a necessidade de entender como os microrganismos deteriorantes se comportam em diferentes temperaturas possíveis. Para solucionar esta situação, utiliza-se a microbiologia preditiva, a qual, na área de alimentos é aplicada para manutenção de segurança do alimento na cadeia de produção e distribuição de alimentos. Esse conhecimento é interessante para assegurar a segurança, tanto para a estimativa de vida de prateleira de alimentos, como, para avaliação da alteração de fatores de formulação e armazenamento.

A microbiologia preditiva atenta-se para prever a evolução quantitativa da população microbiana ao longo do tempo. Isto é, com base no uso de modelos matemáticos, a microbiologia preditiva estima o crescimento microbiológico.

Assim, um estudo aplicado na indústria, foi desenvolvido para determinar e garantir o binômio tempo e temperatura dos cortes de aves, durante a desossa e manipulação na sala de cortes. A proposta de variação de temperatura dos produtos no ambiente de corte e manipulação, não poderá exceder os 10°C nesta etapa, até a entrada nos tuneis de congelamento. Para a validação desta proposta, foi aplicada microbiologia preditiva nos diferentes cortes de frango, com parâmetro de temperatura de

manipulação do produto a 6, 7, 8, 9 e 10°C, e para miúdos de frango, utilizando a temperatura de 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10°C.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O frango pode ser um portador de alguns microrganismos, como por exemplo na sua pele pode haver a presença de bactérias, como a *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* e *Salmonella* spp. Nos ovários e intestino das aves também pode ter a colonização destes microrganismos e eles serem assintomáticos quanto aos sintomas que ela pode causar, caso da *Salmonella* spp, que pode ser eliminada pelas fezes e transmitida para os ovos (DENAGAMAGE *et al*, 2015).

Entretanto no caso da *Salmonella* spp, por mais que ela seja eliminada nas fezes das aves, não necessariamente a sua multiplicação microbiológica irá ocorrer no alimento. Seu controle majoritário está durante as fases de criação e no abate, por medidas de biossegurança e controle do processo (RAJAN *et al*, 2016).

A principal forma de ocorrer a transmissão de *Salmonella* spp aos humanos é por meio do consumo de ovos e carne de frango. A carne é contaminada principalmente devido a presença dessa bactéria na criação das aves e posteriormente ser disseminada na carcaça durante as etapas do processo de abate e cortes. Os principais pontos do processo em que ocorrem essa contaminação é o processo de escaldagem, evisceração e refrigeração das carcaças (ROUGER *et al* 201).

Por outro lado, há patógenos, como o *Clostridium perfringers*, que a principal forma de contaminação é durante o processo de produção do alimento (BUNCIC, 2017). Quando estes fatores não são controlados a carne de frango pode ser uma fonte de microrganismos que podem causar enfermidades ao consumidor (WHEELER *et al*, 2014).

Devido a incidência de surtos alimentares relacionados a microrganismos e carnes e seus derivados, tem-se a necessidade de controlar as contaminações e proliferação de microrganismos nestes produtos (BRASIL, 2019). Alguns fatores podem favorecer o desenvolvimento bacteriano na carne de frango, dos quais cita-se: pH próximo da neutralidade (5,6-6,4), elevada capacidade tamponante, teor proteico elevado e atividade da água elevada (0,98-0,99) (FORSYTHE, 2013).

Visto essa preocupação em atender os consumidores e as legislações, as indústrias de alimentos buscam seguir programas de Autocontrole, com o intuito de seguir os requisitos exigidos em lei, para garantir a segurança, qualidade e autenticidade dos produtos. A partir de 2003 o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento fiscaliza a presença de patógenos em carcaças de frango, de acordo com a Instrução Normativa Nº 70 (IN-Nº70/03) e substituído em 2016 pela Instrução

Normativa Nº 20 (IN-Nº20/16). Com isso busca-se garantir níveis aceitáveis para a garantia do consumidor (BRASIL, 2019).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os testes, foram realizados durante os meses de junho de 2023, mediante mensuração de temperatura, e a coleta de produtos para análise laboratorial, obtendo uma amostragem representativa do processo.

Foram coletados produtos das famílias da Asa, Perna, Peito, Miúdos e Carcaça em diferentes temperaturas durante as etapas do processo, conforme indicado nas Tabelas 1.

Tabela 01. Relação dos produtos e respectivas temperaturas de coleta

Local da Coleta	Temperatura (°C)
Cortes	6
	7
	8
	9
	10
Miúdos	4
	5
	6
	7
	8
Carcaça	9
	10
	4
	5
	6
CMS	7
	7
	8
	9
	10

Fonte: Dados da Pesquisa.

Após a realização das coletas na Unidade Frigorífica, as amostras foram encaminhadas para laboratório externo, credenciado para análise de *Mesófilos Aeróbios Viáveis* a 30°C (AFNOR 01/01-09/89), Contagem de *E. coli* (AOAC 998.08) e pesquisa de *Salmonella spp* (AFNOR 01/16-11/16) Tendo como referência para análise dos resultados a Portaria nº 74, de 7 de maio de 2019 revisou

alguns itens da Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998 (BRASIL, 2019), com relação a temperatura de manipulação de produtos passa a vigorar a alteração de que a temperatura dos cortes não poderá passar de 7°C, somente se for validada os padrões microbiológicos, por meio de microbiologia preditiva (BRASIL, 2019).

Os resultados das amostras, foram padronizados em UFC/g pelo laboratório externo, no entanto, para aplicar a modelagem da microbiologia preditiva, a notação foi convertida em logaritmo na base 10 (Log UFC/g), não afetando os resultados do trabalho (BARANYI; TAMPLIN, 2004). A notação logarítmica, permite a plotagem da curva de crescimento microbiano que é característico o comportamento logarítmico da cinética de crescimento (JANKOVIC; NASTASIJEVIC; LAKICEVIC, 2016). Por exemplo, Log 4 representa 10^4 ou 10.000 colônias. Assim, a redução de 1 Log em uma amostra com 1.000.000 (10^6), significa que reduziu para 100.000 (10^5) colônias.

O software utilizado para cálculo e obtenção das curvas, foi o programa PowerBI, que é uma ferramenta de avaliação de resultados, mostrando os dados em estatística, utiliza uma vasta base de dados de respostas microbianas aos ambientes alimentares.

4. ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nas tabelas 01, estão demonstrados os resultados quantitativos da microbiologia preditiva, os quais foram realizados nos cortes citados abaixo, indicando a média da contagem microbiana obtida durante as fases do processo de Cortes.

Tabela 02 – Resultados de contagem média de crescimento microbiano obtido por microbiologia preditiva para cortes de frango das famílias Peito, Perna e Asa

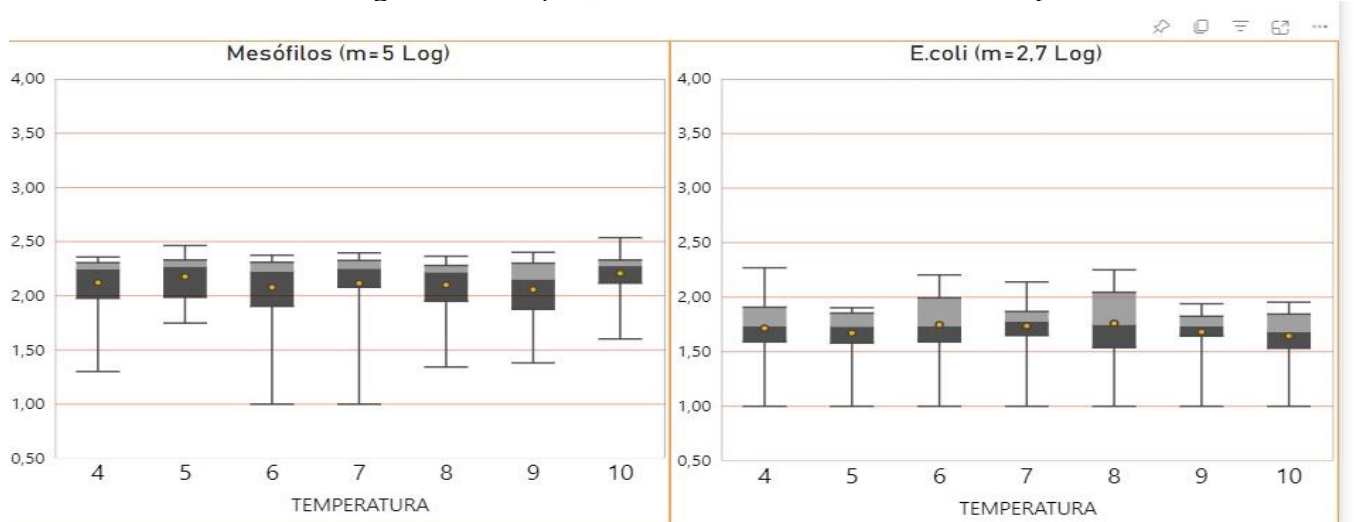
Cortes	Média das temperaturas (°C)	Contagem de <i>Mesófilos</i> (Log UFC/g)	Contagem de <i>Escherichia coli</i> (Log UFC/g)	<i>Salmonella spp</i>
Peito	7,0	2,03	1,56	Ausência
				Ausência
	8,0	1,95	1,60	
				Ausência
	9,0	1,94	1,59	
	10,0	1,91	1,67	Ausência

				Ausência
	7,0	2,01	1,31	
				Ausência
Perna	8,0	2,09	1,54	
	9,0	1,92	1,60	Ausência
	10,0	2,03	1,41	Ausência
	7,0	2,09	1,64	Ausência
Asas	8,0	2,06	1,66	Ausência
	9,0	2,10	1,61	Ausência
	10,0	2,17	1,72	Ausência
	4,0	2,12	1,72	Ausência
	5,0	2,18	1,67	Ausência
	6,0	2,08	1,75	Ausência
Miúdos	7,0	2,12	1,74	Ausência
	8,0	2,10	1,76	Ausência
	9,0	2,06	1,68	Ausência
	10,0	2,21	1,64	Ausência
	4,0	2,07	1,00	Ausência
	5,0	2,01	1,00	Ausência
Carcaça	6,0	2,00	1,00	Ausência
	7,0	2,09	1,39	Ausência
	7,0	1,79	1,78	Ausência
	8,0	2,09	2,06	Ausência
CMS	9,0	1,93	1,97	Ausência
	10,0	1,96	2,01	Ausência

Fonte: Dados da pesquisa

Os gráficos apresentados a seguir, demonstram os resultados obtidos para os diferentes cortes avaliados e suas respectivas temperaturas:

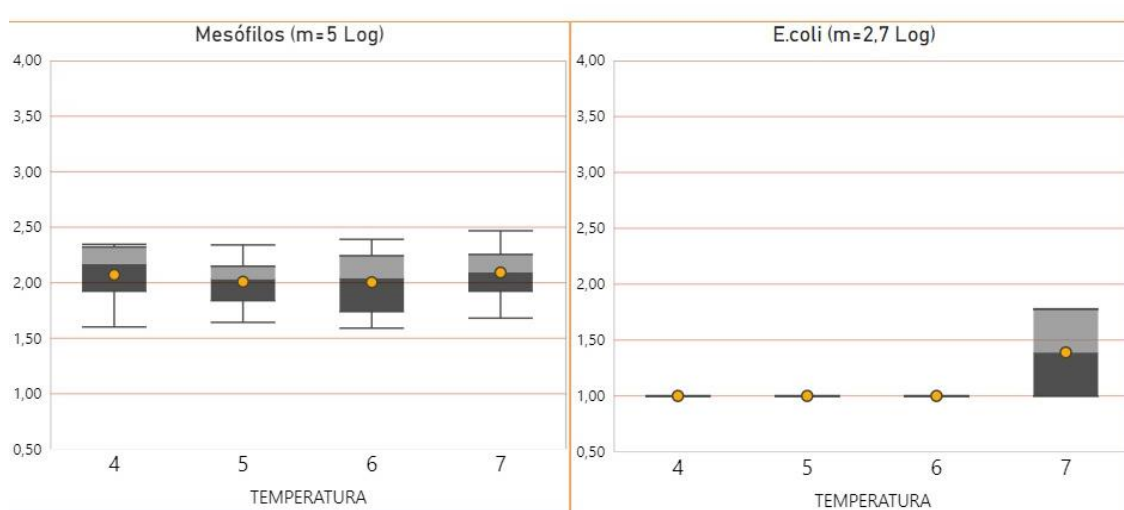
Gráfico 1 – Médias da contagem de *Mesófilos* e *Escherichia coli* na família dos produtos Miúdos



Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com o gráfico 1, na contagem de *Mesófilos* para a família dos miúdos, a media em log dos resultados, apresentou valor mínimo de 2,08 e valor máximo de 2,21, desta forma não ultrapassando o limite estabelecido que é 5 (m=5 Log). Para *Escherichia coli* na mesma família os resultados apresentaram-se entre 1,64 e 1,76, não ultrapassando o limite que é 2,7 (m=2,7 Log).

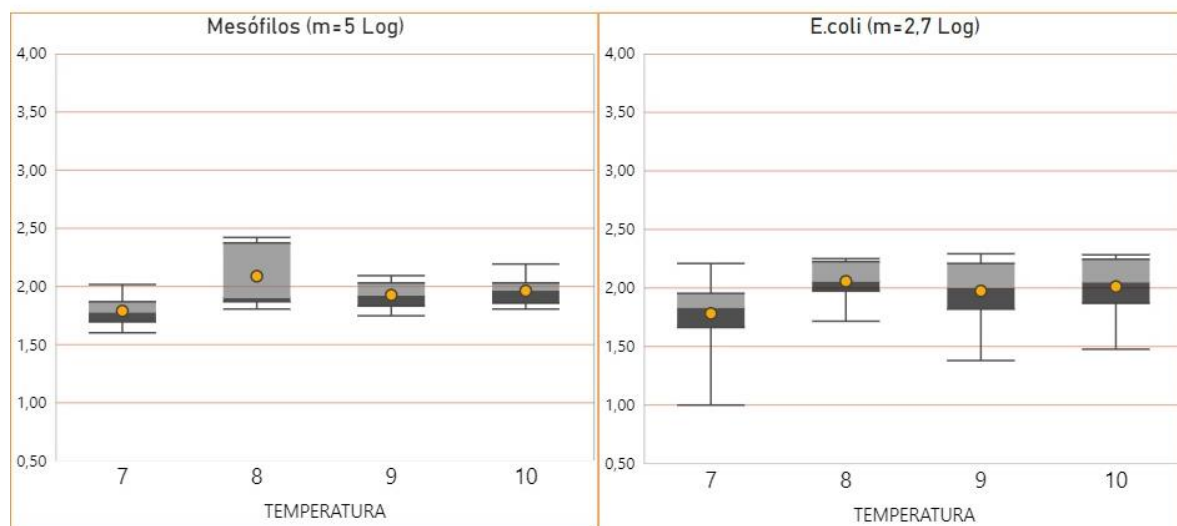
Gráfico 2 – Médias da contagem de mesófilos e *Escherichia coli* na família do produto Carcaça



Fonte: Dados da pesquisa

No gráfico 2, apresenta-se os resultados para a contagem de Mesófilos e *Escherichia coli* para a família do produto Carcaça. As médias nas diferentes temperaturas, que variaram de 4° a 7°, para Mesófilos apresentou variação entre 2,00 e 2,09, e para *Escherichia coli* os resultados variaram entre 1,00 e 1,39, ambos não ultrapassando o limite estabelecido.

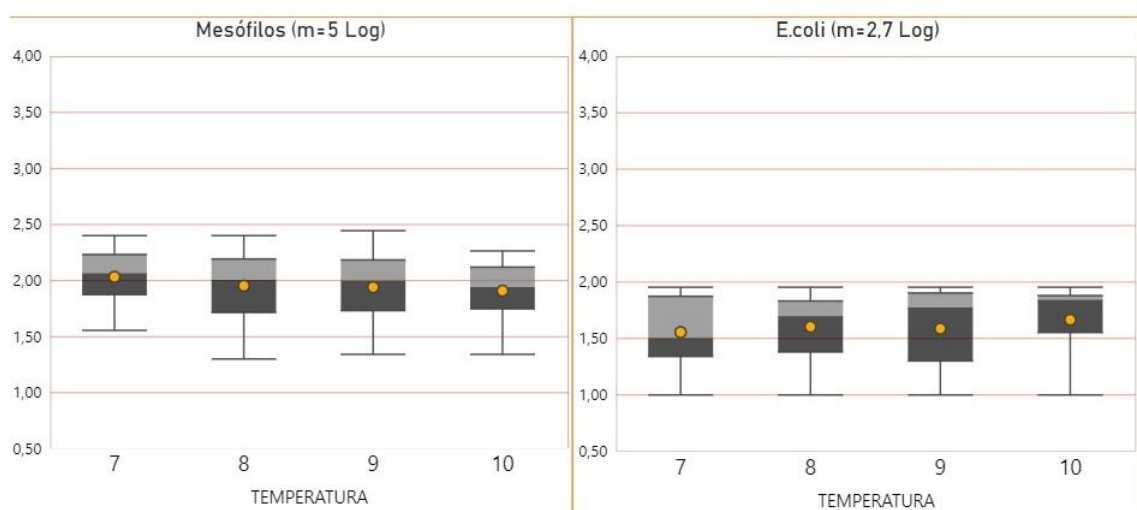
Gráfico 3 – Médias da contagem de *Mesófilos* e *Escherichia coli* na família de Carne Mecanicamente Separada (CMS)



Fonte: Dados da pesquisa

No gráfico 3, as médias para a Família do produto Carne Mecanicamente Separada, obtiveram os resultados entre 1,79 e 2,03 para *Mesófilos* e 1,78 a 2,06 para *Escherichia coli*. Observa-se que estes valores foram menores do que o limite máximo estabelecido.

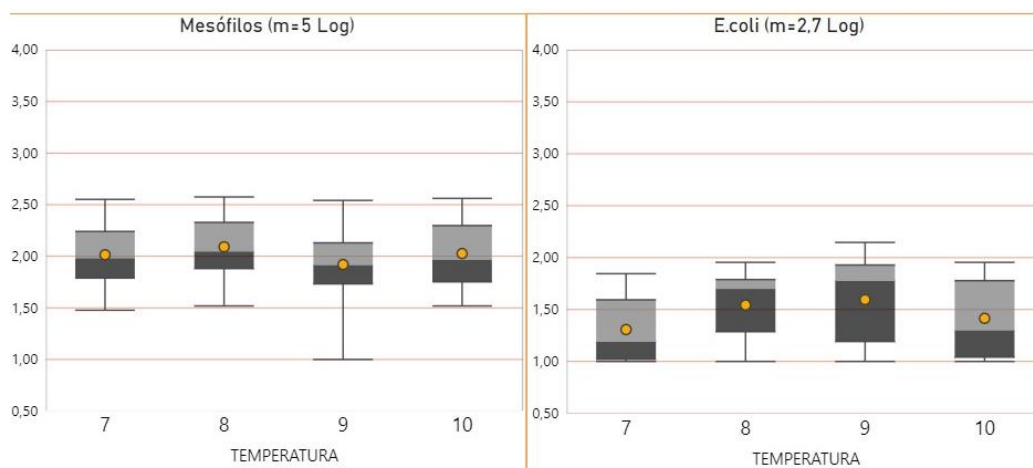
Gráfico 4 – Médias da contagem de *Mesófilos* e *Escherichia coli* na família dos produtos da Família Peito



Fonte: Da pesquisa (2023)

O gráfico 4 representa os dados das médias para contagem de *Mesófilos* e *Escherichia coli* para os produtos da Família peito, nas temperaturas de 7° a 10°C. As médias ficaram entre os valores de 1,91 e 2,03 para *Mesófilos* e 1,56 a 1,67 para *Escherichia coli*.

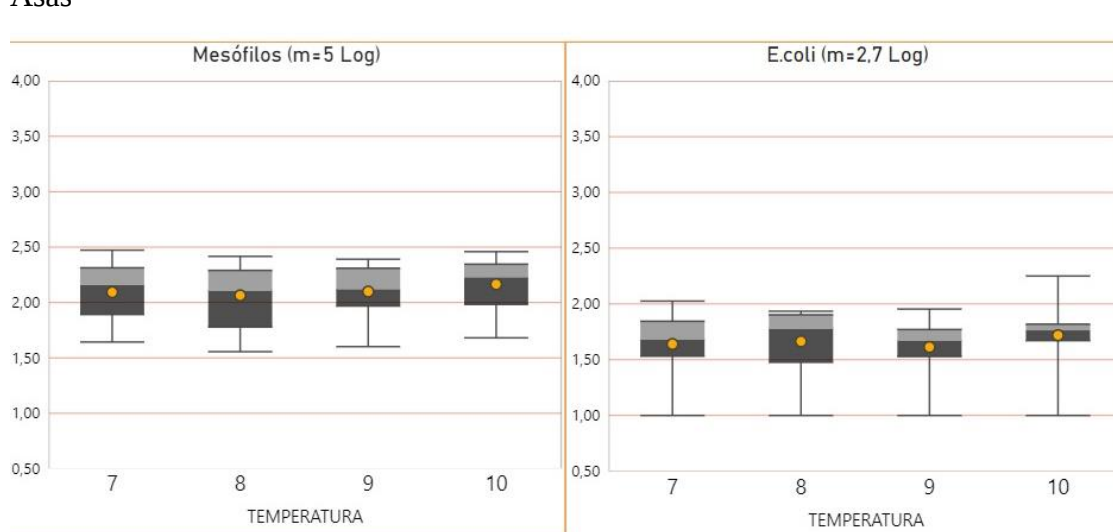
Gráfico 5 – Médias da contagem de *Mesófilos* e *Escherichia coli* dos produtos da Família Perna



Fonte: Da pesquisa (2023)

Segundo o gráfico 5, apresentado acima, as médias para as diferentes temperaturas, que variaram de 7° a 10°C, para a Família de produtos perna, apresentaram valores medianos entre 1,92 a 2,03 para *Mesófilos* e 1,56 a 1,67 para *Escherichia coli*, não extrapolando os valores estabelecidos.

Gráfico 6 – Médias da contagem de *Mesófilos* e *Escherichia coli* na família dos produtos da Família Asas



Fonte: Da pesquisa (2023)

De acordo com o gráfico 6, as médias para a contagem de *Mesófilos* e *Escherichia coli* na família do produto asa, apresentou uma variação entre 2,06 e 2,17 para *Mesófilos* e para *Escherichia coli* 1,61 a 1,72. Ambos não ultrapassaram o limite estabelecido com base no Log.

Os resultados da contagem de *Mesófilos* e *Escherichia coli* nas diferentes temperaturas citadas apresentaram médias entre 1,00 e 2,21, nos 8 tempos analisados. Os resultados encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, ou seja, a ausência de multiplicação de patógenos e a produção de toxinas, não houve diferença nas variadas condições de temperatura propostas, não apresentando diferença significativa.

Para os resultados de *Salmonella spp*, os dados não foram plotados em gráfico devido ao resultado de todas as famílias em todas as temperaturas avaliados apresentou-se resultado negativo.

O desenvolvimento de microrganismos pode ser afetado diretamente pela temperatura, o crescimento de diversas bactérias pode ocorrer em uma faixa de 35° a 90°C. Qualquer alteração que possa ocorrer nesta faz com que o crescimento bacteriano ocorra de forma acelerada e por consequência diminui a vida dos alimentos, ou ainda pode causar reações adversas em quem a consumir (DANIELLI, 2020).

Outro fator que pode ser acelerador no crescimento microbiológico é a umidade, por mais que as temperaturas estejam abaixo da temperatura onde inicia-se o crescimento. Devido a isto é de extrema importância avaliar a atividade da água (a_w), que é a água contida nos alimentos. Quando o valor de a_w está acima de 0,85, começa a ocorrer a deterioração dos alimentos por microrganismos. Uma forma de reduzir esta atividade é por meio ácidos orgânicos ou sais que auxiliam na estabilidade dos alimentos (NYHAN *et al*, 2018).

Para a microbiologia preditiva o aspecto de curva de crescimento bacteriano é considerado (SCHLEI *et al*, 2018). Dentre os microrganismos, bactérias, vírus, parasitas e alguns agentes químicos, os principais problemas alimentares são devidos a origem bacteriana, os quais podem ocorrer devido a infecções, quando ocorre a ingestão dos agentes patogênicos, através da ingestão de alimentos e estes instalam-se no trato gastrointestinal. Pode ocorrer por meio de intoxicações, quando o alimento ingerido contém toxinas que foram produzidas por estes patógenos e por último por meio de toxinfecções, quando ocorre a ingestão da bactéria e esta produz toxinas dentro do sistema gastrointestinal (SILVA *et al*, 2017).

As principais contaminações da carne, ocorre pelas bactérias: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Salmonella spp*. Na maioria dos casos ocorre pela *Salmonella spp*, colonizadora do trato intestinal dos animais e humanos e pode vir a afetar diretamente a segurança dos alimentos e seu controle ser dificultoso, devido a possuir potencial de resistência a fármacos (SILVA *et al*, 2020).

Outro grupo importante de bactérias que pode trazer problemas para os alimentos, são os Coliformes totais e os Coliformes tolerantes, que compreendem a *Escherichia coli*. Quando há presença deles indica atenção as condições sanitárias do manipulador de alimentos, indicando também a contaminação fecal na carne (SILVA *et al*, 2020).

Visto isso uma falha na segurança do produto pode causar em danos irreversíveis à saúde do consumidor, além de prejudicar a imagem da organização e gerar grandes perdas econômicas, o alimento seguro é o qual apresenta níveis aceitáveis de contaminação e não oferece riscos à saúde do consumidor, se manipulado e ingerido de acordo com as especificações do fornecedor. Por isso a importância de ter práticas e monitoramentos para controlar e evitar possíveis contaminações.

Para controlar essas possíveis contaminações de microrganismos com o alimento, deve-se ter programas durante toda a cadeia produtiva de produção das aves, desde o alojamento nos aviários, até as distintas fases que esta carcaça passa nos frigoríficos. Para isso adota-se medidas de biossegurança, termo que refere-se a um conjunto de medidas, técnicas, estruturais e operacionais que são planejadas e realizadas como forma de prevenção e controle para possíveis contaminações que são causadas por microrganismos, provocando uma série de doenças infecciosas e também causando prejuízos na cadeia avícola (AMARAL, MARTINS, OTUTUMI, 2014).

Uma das formas mais efetivas para o controle destes microrganismos, baseia-se em dois principais conceitos, a exclusão e a contenção. Na exclusão controla-se para manter a carga mínima do microrganismo no meio. Já na contenção, caso ocorra algum surto de presença de determinado patógeno, tomar medidas para que não se propague e acabe afetando todo o processo. (EMBRAPA, 2022).

Segundo a Instrução Normativa IN Nº 161, DE 1º DE JULHO DE 2022, o padrão a seguir para carne de aves e miúdos é o seguinte para *Escherichia coli* 5×10^2 , para *Mesófilos* é 5×10^5 e para *Salmonella spp* os valores é de ausência. Salientando que no presente estudo os valores não ultrapassaram este resultado estabelecido.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com este estudo, pode-se concluir que a microbiologia preditiva desenvolvida validou a proposta de variação de temperatura dos produtos no ambiente de corte e manipulação. Assim, os resultados quantitativos e a modelagem matemática de crescimento microbiano indicaram que uma temperatura de até 10°C no produto manipulado garante a ausência de multiplicação de patógenos e a produção de toxinas sob as condições de temperatura proposta.

A necessidade de garantir a segurança e a qualidade dos alimentos tem estimulado a aplicação da microbiologia preditiva, principalmente em estabelecimentos alimentares com sistemas de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC), como uma excelente alternativa para identificar riscos microbianos, definir limites de controle e/ou definir medidas corretivas a serem implementadas.

REFERÊNCIAS

ABPA. **Relatório Anual 2021**. abpa-br.org. Relatorio-anual-2021

AMARAL, Patrícia F. G. P. do; MARTINS, L. de A.; OTUTUMI, L. K. Biossegurança na Criação de Frangos de Corte. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer -Goiânia, v. 10, n. 18; p. 664-685, 2014.

BARANYI, J.; ROBERTS, T.A. **A dynamic approach to predicting bacterial growth in food**. International journal of food microbiology, 23(3-4), 277-294, 1994.

BARANYI, J.; TAMPLIN, M. L. ComBase: **A Common Database on Microbial Responses to Food Environments**. Journal of Food Protection, v. 67, n. 9, p. 1967–1971, set. 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa INI Nº 161 de 1 de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União: seção: 1, Brasília, p. 235, 06 jul. 2022e.

BRASIL. **Portaria Nº 74**, De 7 De Maio De 2019 MAPA/SDA. Brasília, Brasil- Diário Oficial da União.

BRASIL. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos** Brasil, ANVISA, 2001.

BRASIL. 2019. Ministério da Saúde. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil**. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta----o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf>.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 20, de 21 de outubro de 2016. **Estabelece o controle e monitoramento de Salmonella spp nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução registrados no SIF**. Brasília, 2016.

BUNCIC, S.; ANTIC, D.; BLAGOJEVIC, B. **Microbial ecology of poultry and poultry products. Quantitative Microbiology in Food Processing: Modeling the Microbial Ecology**, p. 483-498, 2017.

DANIELLI, A. J. **Validação de Softwares de Microbiologia Preditiva para Aplicação em Abatedouro de Aves**. 2020, 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) –URI, Erechim, RS, Brasil, 2020.

DENAGAMAGE, T., JAYARAO, B., PATTERSON, P., WALLNER-PENDLETON, E. KARIYAWASAM, S. **Risk Factors Associated With Salmonella in Laying Hen Farms: Systematic Review of Observational Studies.** *Avian Diseases*, v.59, n.2, p.291-302, 2015.

DUNKLEY, K. D. *et al* **Foodborne Salmonella ecology in the avian gastrointestinal tract.** *Anaerobe*, v. 15, n. 1-2, p. 26-35, 2009.

EMBRAPA. Estatísticas de Suínos e Aves no Brasil em 2021. ABPA, 2022.

FORSYTHE, S. J. 2013. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos.** Artmed

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Abate de bovinos e frangos cresce no 2º trimestre de 2023.** IBGE, 2023

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da produção pecuária.** IBGE, 2022

JANKOVIC, V. V; NASTASIJEVIC, I.; LAKICEVIC, B. **Predicting microbial growth: theory and application.** *Meat Technology*, v. 57, n. 1, p. 57–66, 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) 2005. Circular Nº 175/2005/CGPE/DIPOA. **Procedimentos de Verificação dos Programas de Autocontrole.** Brasília, 16 de maio de 2005

NYHAN, L.; BEGLEY, M.; MUTEL, A.; JOHNSON, Y. Q. N.; CALLANAN, M. **Predicting the combinatorial effects of water activity, pH and organic acids on Listeria growth in media and complex food matrices.** *Food Microbiology*, v.74, p. 75-85, 2018

RAJAN, K., SHI, Z. RICKE, S.C. **Current aspects of Salmonella contamination in the US poultry production chain and the potential application of risk strategies in understanding emerging hazards.** *Critical Reviews in Microbiology*, v.43, p370- 392, 2016.

Regulamento (CE) n. o 2073/2005 da Comissão de 15 de Novembro de 2005 - **Critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentício.**

ROUGER, A., TRESSE, O., ZAGOREC, M. **Bacterial Contaminants of Poultry Meat: Sources, Species, and Dynamics.** *Microorganisms*, v. 5:50, 2017.

SCHLEI K. P.; REITER M. G. R.; BERTOLI S. L.; LICODIEDOFF S.; CARVALHO L. F. & SOUZA C. K. **Microbiologia Preditiva: aspectos gerais e tendências. Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v.10, p. 52-68, 2018.

SILVA A. A.; AMORIM B. O.; SOUZA M. N.; BATISTA C. A.; RITTER D. O. & LANZARIN M. **Evaluation of hygienic –sanitary quality of ground beef exposed for sale.** *Brazilian Journal of Development*, n. 3, v. 6, p.10513-10525, 2020b.

SILVA H. O.; VIDAL A. M. C.; JUNIOR O. D. R. **Pathogenic bacteria in turkey meat: A review.** *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, n. 3, v.11, p. 338-353, 2017.

SILVA, M.L. 2016. **Avaliação de resultados de programas de monitoramento instituídos pelo ministério da agricultura, pecuária e abastecimento em abatedouros-frigoríficos do rio grande do sul e identificação de potenciais riscos associados à segurança de alimentos.** Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

SWINNEN, I. A. M.; BERNAERTS, K.; DENS, E. J. J.; GEERAERD, A. H.; VAN IMPE, J. F. **Predictive modelling of the microbial lag phase: a review.** International Journal of Food Microbiology, Wyndmoor, v. 94, p. 137-159, 2004.

WHEELER, T. L.; KALCHAYANAND, N.; BOSILEVAC, J.M. **Pre-and post-harvest interventions to reduce pathogen contamination in the US beef industry.** Meat Science, v. 98, n. 3, p. 372–382, 2014.