

## **Modelagem do crescimento de salmonella spp. Em carne de frango armazenada em diferentes condições de temperatura**

### **Modeling the growth of salmonella spp. In broiler meat stored at different temperature conditions**

DOI:10.34117/bjdv7n9-328

Recebimento dos originais: 07/08/2021

Aceitação para publicação: 21/09/2021

#### **Aline dos Santos Nunes**

Discente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos  
Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos  
Rodovia BR153, Km 633, Zona Rural - Morrinhos - GO  
E-mail: aline.nunes@estudante.ifgoiano.edu.br

#### **Ariellen Nascimento de Oliveira**

Discente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos  
Instituto Federal Goiano Campus – Morrinhos  
Rodovia BR153, Km 633, Zona Rural - Morrinhos - GO  
E-mail: ariellenasci@hotmail.com

#### **Jean Carlos Correia Peres Costa**

Doutor em Biociencias y Ciencias Agroalimentarias  
Docente Universidade Federal de Rondônia.  
Av. Tancredo Neves, 3450 - St. Institucional - Ariquemes - RO  
E-mail: jean.costa@unir.br

#### **Ana Paula Stort Fernandes**

Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Docente no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos  
Rodovia BR153, Km 633, Zona Rural - Morrinhos - GO  
E-mail: ana.stort@ifgoiano.edu.br

#### **Fernanda dos Santos Nunes de Melo**

Doutora em Engenharia Agrícola  
Docente na Secretaria de Estado da Educação e da Ciência e Tecnologia da Paraíba  
Juaribe - João Pessoa – PB  
E-mail: fe\_santosnunesmelo@hotmail.com

#### **Alfredina dos Santos Araújo**

Doutora em Engenharia de Processos  
Docente da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal  
Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770 – Pereiros - Pombal – PB  
E-mail: alfredina@ccta.ufcg.edu.br

#### **Francisco Bruno Ferreira de Freitas**

Discente do Curso de Engenharia de Alimentos  
Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal

Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770 – Pereiros - Pombal – PB  
E-mail: brunoferreirafrei@gmail.com

**Wiaslan Figueiredo Martins**

Doutor em Engenharia de Alimentos

Docente no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos

Endereço: Rodovia BR153, Km 633, Zona Rural, Morrinhos - GO

E-mail: wiaslan.martins@ifgoiano.edu.br

**RESUMO**

Objetivou-se modelar o crescimento de *Salmonella* spp. em carne de frango moído (CFM) sob diferentes condições isotérmicas e não isotérmicas. Os dados de crescimento de *Salmonella* spp. em CFM nas temperaturas entre 15 e 42 °C de armazenamento foram adquiridos do trabalho de Juneja et al. (2007), disponíveis na base de dados Combase e o modelo de Baranyi e Roberts foi ajustado às curvas de crescimento. Pode-se afirmar que o modelo apresentou ótimo desempenho para descrever o crescimento de *Salmonella* spp. em CFM nas seis temperaturas avaliadas, com valores de  $R^2 \geq 0,99$  e Erros Padrão dos ajustes próximos de zero. O modelo da Raiz Quadrada foi selecionado para gerar as previsões do crescimento em condições de oscilação de temperatura, destacando a importância na manutenção da cadeia do frio, pois uma mínima alteração nessas condições pode provocar um aumento expressivo no crescimento de micro-organismos patogênicos. Pode-se concluir que a aplicação de modelos preditivos e softwares de fácil utilização pode auxiliar às indústrias de carnes na determinação da contaminação de alimentos, sem a necessidade de realização de vários experimentos para determinar a qualidade e a segurança dos produtos.

**Palavras-chave:** temperatura; modelagem; *Salmonella*; frango.

**ABSTRACT**

We aimed to model the growth of *Salmonella* spp. in ground chicken meat (CFM) under different isothermal and non-isothermal conditions. The growth data of *Salmonella* spp. in CFM at storage temperatures between 15 and 42 °C were acquired from the work of Juneja et al. (2007), available in the Combase database and the Baranyi and Roberts model was fitted to the growth curves. It can be stated that the model performed very well to describe the growth of *Salmonella* spp. in CFM at the six temperatures evaluated, with  $R^2$  values  $\geq 0.99$  and Standard Errors of the fits close to zero. The Square Root model was selected to generate the growth predictions in conditions of temperature oscillation, highlighting the importance in maintaining the cold chain, because a minimal change in these conditions can cause an expressive increase in the growth of pathogenic microorganisms. It can be concluded that the application of predictive models and easy-to-use software can assist meat industries in determining food contamination, without the need to perform several experiments to determine the quality and safety of products.

**Key-words:** temperature; modeling; *Salmonella*; chicken.

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação é a principal fonte de infecções por *Salmonella* spp., sendo responsável por cerca de 94% dos casos (LAMBERTINI et al., 2019). Os surtos de infecções por *Salmonella* spp. foram associados a carne bovina, carne de frango, ovos, peixes, vegetais, couves e até alimentos processados (por exemplo, nuggets de frango e pratos de frango) contaminados (CDC, 2019). Entre muitos alimentos, a carne de frango é um produto comum envolvido em surtos de *Salmonella* spp. (YADAV et al., 2016).

Geralmente, as carcaças de frango podem ser facilmente contaminadas devido ao processamento impróprio e ineficaz, incluindo abate (sangramento), escaldagem, remoção de penas, lavagem, resfriamento e processamento secundário antes de chegar aos consumidores (GURAN; MANN; ALALI, 2017). Para evitar a contaminação por *Salmonella* spp., as indústrias de frango e grandes varejistas estão adotando várias medidas durante o processamento, o armazenamento e o varejo (BALAKRISHNAN; SANGEETHA; DHANALAKSHMI, 2018; LAMBERTINI et al., 2019; MOREY; SINGH, 2012; PUROHIT; MOHAN, 2019), como as condições de temperatura designadas para manter e assegurar a qualidade e um ótimo nível de segurança (NOVAES et al., 2016). A diminuição da temperatura das carnes é necessária para evitar alterações, como a putrefação, que pode ocorrer rapidamente à temperatura ambiente, principalmente em carnes recém obtidas, além de eliminar os riscos produzidos pelo desenvolvimento de bactérias patogênicas, responsáveis por infecções e intoxicações alimentares (RUSSELL; FLETCHER; COX, 1996).

No entanto, as oscilações de temperatura ocorrem, frequentemente, durante a distribuição e o armazenamento de produtos alimentícios (BRIZIO; PRENTICE, 2013). Pequenos acréscimos na temperatura provocam aumentos na velocidade de crescimento de micro-organismos deteriorantes e patogênicos, os quais reduzem rapidamente a vida útil dos produtos (BRIZIO; PRENTICE, 2013; MARCINKOWSKA-LESIAK et al., 2016). Isso destaca a necessidade de melhorias na prevenção e controle de *Salmonella* spp. nesses produtos.

O entendimento do comportamento de micro-organismos deteriorantes e patogênicos em alimentos consiste em um aspecto importante para a promoção da segurança de alimentos. A esse respeito, a da microbiologia preditiva é uma ferramenta importante no desenvolvimento de pesquisas na área de segurança dos alimentos, possibilitando estimar os efeitos das operações de manipulação, de processamento, de armazenamento e de transporte de alimentos sobre o crescimento, sobrevivência e

inativação dos micro-organismos (USDA, 2016). Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi modelar o crescimento de *Salmonella* spp. em carne de frango moído (CFM) sob diferentes condições isotérmicas e simular a predição do crescimento sob condições de oscilação de temperatura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 DADOS DE CRESCIMENTO

Os dados de crescimento foram obtidos no banco de dados Combase (www.combase.cc), utilizando os termos: meat products e *Salmonella*, na faixa de temperatura entre 2 °C e 45 °C. Assim, foram selecionados os dados do crescimento em  $\log_{10}$  UFC/g de *Salmonella* spp. (em duplicata) em CFM em seis temperaturas de armazenamento: 15 °C, 20 °C, 25 °C, 28 °C, 37 °C e 42 °C. Os dados foram reportados da pesquisa de Juneja et al. (2007), intitulada Modeling the effect of temperature on growth of *Salmonella* in chicken, publicada no periódico Food Microbiology.

### 2.2 MODELAGEM PRIMÁRIA

Para a avaliação do crescimento de *Salmonella* spp., com uma perspectiva mais biológica, foi utilizado o modelo matemático primário sigmoidal de Baranyi e Roberts (BARANYI; ROBERTS, 1994) (Equações 1, 2 e 3), que considera a dinâmica do micro-organismo em função do tempo. O modelo foi ajustado às curvas experimentais de *Salmonella* spp. em CFM em diferentes temperaturas de armazenamento.

$$y(t) = y_0 + \mu_{m\acute{a}x} F(t) - \ln \left\{ 1 + \frac{e^{\mu_{m\acute{a}x} F(t)} - 1}{e^{y_{m\acute{a}x} - y_0}} \right\} \quad (\text{Equa\c{c}\~ao 1})$$

$$F(t) = t + \left( \frac{1}{\mu_{m\acute{a}x}} \right) \ln [e^{(-\mu_{m\acute{a}x} t)} + e^{(-h_0)} - e^{(-\mu_{m\acute{a}x} t - h_0)}] \quad (\text{Equa\c{c}\~ao 2})$$

$$h_0 = \mu_{m\acute{a}x} \lambda \quad (\text{Equa\c{c}\~ao 3})$$

Nas equações,  $y(t)$  é o logaritmo da concentração microbiana  $N$  (UFC/g) no tempo  $t$  (horas), ou seja,  $y(t) = \log_{10} [N(t)]$ . O parâmetro  $\mu_{m\acute{a}x}$  é a velocidade máxima específica de crescimento ( $\text{h}^{-1}$ );  $\lambda$  é a duração da fase de latência (h);  $y_0$  é o logaritmo da concentração microbiana inicial,  $y_0 = \log_{10} (N_0)$ ;  $y_{m\acute{a}x}$  é o logaritmo da população máxima,  $y_{m\acute{a}x} = \log_{10} (N_{m\acute{a}x})$ ;  $h_0$  é o parâmetro relacionado ao estado fisiológico das células (adimensional);  $F(t)$  é a função do modelo Baranyi e Roberts.

### 2.3 MODELAGEM SECUNDÁRIA

Os modelos secundários Linear, Potência, Exponencial, Logarítmico, Raiz Quadrada e Tipo Arrhenius (Equações 4, 5, 6, 7, 8 e 9, respectivamente) foram usados para descrever o efeito da temperatura no parâmetro  $\mu_{máx}$ , em que  $a$  e  $b$  são parâmetros empíricos,  $T$  é a temperatura de armazenamento (°C) e  $T_{min}$  é a temperatura teórica mínima de crescimento (°C).

$$\mu_{máx} = aT + b \quad \text{(Equação 4)}$$

$$\mu_{máx} = aT^{(b)} \quad \text{(Equação 5)}$$

$$\mu_{máx} = ae^{(bT)} \quad \text{(Equação 6)}$$

$$\mu_{máx} = a \ln(T) + b \quad \text{(Equação 7)}$$

$$\sqrt{\mu_{máx}} = a(T - T_{min}) \quad \text{(Equação 8)}$$

$$\ln \mu_{máx} = a(1/T) + b \quad \text{(Equação 9)}$$

### 2.4 MODELAGEM NÃO ISOTÉRMICA

Para a predição do crescimento de Salmonella spp. em CFM em condições de oscilações de temperaturas (não isotérmicas), foi utilizada a equação diferencial do modelo de Baranyi e Roberts (Equações 10 e 11).

$$\frac{dy(t)}{dt} = \mu_{máx} \left[ \frac{1}{1+e^{-Q(t)}} \right] \{1 - \exp[y(t) - y_{máx}]\} \text{ com } y(0) = y_0 \quad \text{(Equação 10)}$$

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \mu_{máx} \text{ com } Q(0) = Q_0 \quad \text{(Equação 11)}$$

Em que,  $y(t)$  é o logaritmo da concentração microbiana  $N$  (UFC/g) no tempo  $t$  (horas), ou seja,  $y(t) = \log_{10} [N(t)]$ .  $Q(t)$  é a função de ajuste, considerada como o estado fisiológico das células.  $Q_0$  é considerado como o valor do estado fisiológico inicial das células, que se relaciona com o parâmetro  $h_0$ , por meio da Equação 12.

$$Q_0 = -\log[\exp(h_0) - 1] \quad \text{(Equação 12)}$$

### 2.5 ANÁLISES NUMÉRICAS

Os ajustes do modelo primário aos dados experimentais de crescimento foram realizados no DMFit online, na interface do Combase. O ajuste foi realizado em apenas uma etapa, obtendo os parâmetros  $\mu_{máx}$ ,  $\lambda$ ,  $y_0$  e  $y_{máx}$ . O parâmetro  $h_0$  foi calculado pela Equação 3. Em seguida, um valor médio aritmético do parâmetro  $h_0$  foi calculado para todas as temperaturas.

Os modelos secundários foram ajustados no programa Microsoft Excel<sup>®</sup>. O melhor modelo secundário e o valor médio de  $h_0$  foram usados para as simulações da predição do crescimento de *Salmonella* spp. em CFM em condições de oscilações de temperaturas, utilizando a resolução da equação diferencial do modelo de Baranyi e Roberts (Equações 10 e 11), pelo método de Runge-Kutta de 4ª ordem (LONGHI et al., 2017).

## 2.6 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS MODELOS

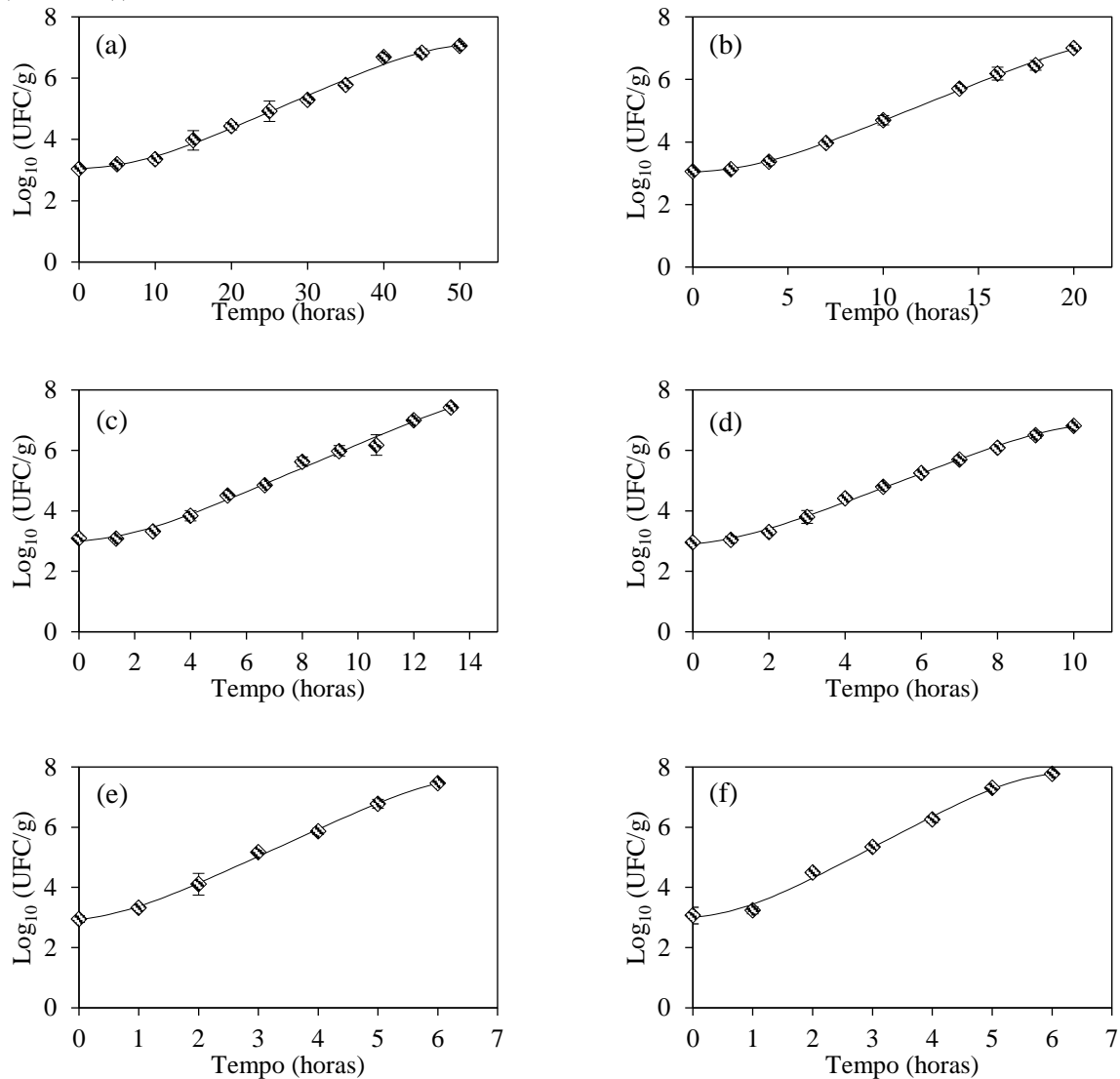
Para avaliar o desempenho do modelo primário, foram usados o Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ) e o Erro Padrão (EP) do ajuste, obtidos no DMFit. Um valor de  $R^2 = 1$  e  $EP = 0$  indica que existe uma concordância perfeita entre todos os dados experimentais e os valores do ajuste do modelo. Já o desempenho dos modelos secundários foi avaliado pelo  $R^2$ , obtido do ajuste dos modelos aos dados de  $\mu_{máx}$  em função da temperatura de armazenamento.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sob às temperaturas isotérmicas testadas, *Salmonella* spp. pode crescer até a fase estacionária e exibir curvas de crescimento completas (Figura 1). É possível verificar que o aumento da temperatura influencia diretamente no seu crescimento em CFM, demonstrando a importância da manutenção da cadeia do frio dos alimentos, com a finalidade de manter a segurança dos mesmos. Embora as temperaturas de refrigeração não tenham sido utilizadas neste trabalho, alguns autores relataram que vários sorovares de *Salmonella* spp. não cresceram em carne entre 7 e 8 °C (ZAHER; FUJIKAWA, 2011; OSCAR, 2011). A população final de *Salmonella* spp. foi menor que 7 log<sub>10</sub> (UFC/g) apenas na temperatura de 28 °C. A 37 °C e a 42 °C, *Salmonella* spp. cresceu de forma muito semelhante, atingindo o seu valor máximo em 6 horas.

As curvas de crescimento de *Salmonella* spp. calculadas a partir do modelo de Baranyi e Roberts estão representadas na Figura 1 (linhas contínuas), que demonstram bons ajustes do modelo às curvas de crescimento de *Salmonella* spp. em CFM, em todas as condições.

Figura 1. Curvas de crescimento de *Salmonella* spp. em carne de frango moída e os ajustes do modelo de Baranyi e Roberts aos dados experimentais nas temperaturas de (a) 15 °C, (b) 20 °C, (c) 25 °C, (d) 28 °C, (e) 37 °C e (f) 42 °C de armazenamento



Os parâmetros cinéticos estimados do crescimento de *Salmonella* spp., bem como os índices estatísticos de desempenho do modelo, estão listados na Tabela 1. Observou-se que a *Salmonella* spp. apresentou fases lag, representada pelo parâmetro  $\lambda$ , variando de 7,924 h a 0,786 h para as temperaturas de 15 a 42 °C, respectivamente. O menor valor desse parâmetro foi obtido na maior temperatura avaliada (42 °C). Já para o parâmetro  $y_{\text{máx}}$  ( $\text{log}_{10}$  UFC/g), foi observado um valor máximo na temperatura de 25 °C (8,277  $\text{log}_{10}$  UFC/g), mas esse valor é próximo aos encontrados para todas as temperaturas, considerando o desvio-padrão. Para todos os ajustes, foram obtidos valores de  $R^2 \geq 0,99$  e valores de Erros Padrão próximo a zero, com destaque para as temperaturas de 20, 28 e 37 °C.

Tabela 1. Parâmetros de crescimento ( $\pm$  DP) estimados pelo ajuste do modelo de Baranyi e Roberts aos dados experimentais de *Salmonella* spp. em carne de frango moída artificialmente inoculada a 15, 20, 25, 28, 37 e 42 °C e os índices estatísticos de desempenho do modelo

Temperatura (°C)	Parâmetros de crescimento			Índices estatísticos	
	$\lambda$ (h)	$\mu_{\text{máx}}$ (h <sup>-1</sup> )	$y_{\text{máx}}$ (log <sub>10</sub> UFC/g)	R <sup>2</sup>	Erro padrão
15	7,924 $\pm$ 1,97	0,109 $\pm$ 0,00	7,216 $\pm$ 0,22	0,991	0,139
20	3,340 $\pm$ 0,52	0,247 $\pm$ 0,01	7,450 $\pm$ 0,39	0,998	0,075
25	1,918 $\pm$ 0,64	0,398 $\pm$ 0,03	8,277 $\pm$ 1,64	0,989	0,162
28	1,147 $\pm$ 0,26	0,483 $\pm$ 0,02	7,006 $\pm$ 0,17	0,997	0,080
37	0,708 $\pm$ 0,19	0,916 $\pm$ 0,04	7,819 $\pm$ 0,33	0,997	0,099
42	0,786 $\pm$ 0,29	1,048 $\pm$ 0,08	7,916 $\pm$ 0,28	0,991	0,174

Os valores de  $\mu_{\text{máx}}$  variaram entre 0,109 e 1,048 h<sup>-1</sup>. As espécies de *Salmonella* crescem mais lentamente sob condições de baixa temperatura (< 12 °C), mas podem crescer mais rápido em temperaturas elevadas, por serem mesófilas (JIA et al., 2020).

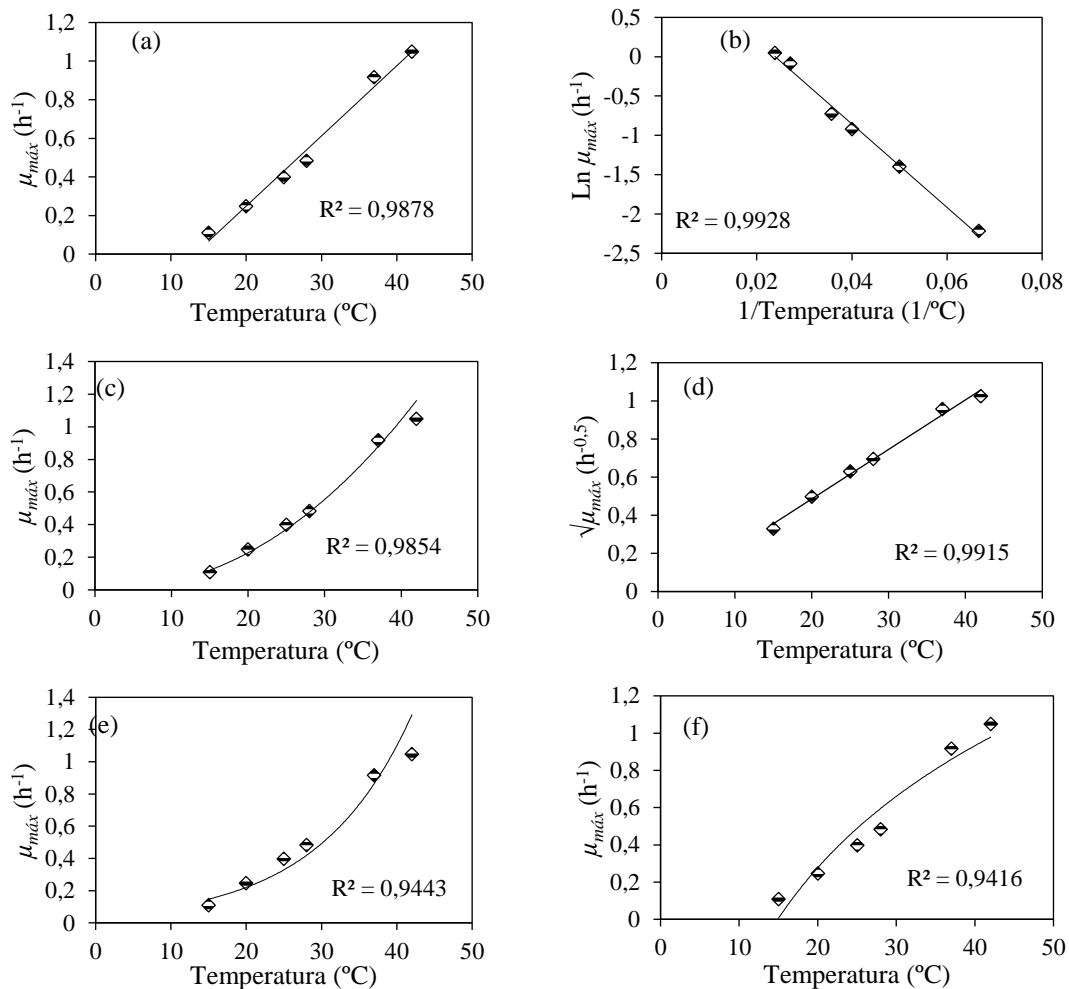
A Tabela 2 e a Figura 2 representam a influência da temperatura no crescimento da *Salmonella* spp. em CFM por meio do ajuste dos modelos Linear, Potência, Exponencial, Logarítmico, Raiz Quadrada e Tipo Arrhenius. Foi possível verificar que ambos os modelos apresentaram valores adequados de R<sup>2</sup>, acima de 0,94, com destaque para os modelos Raiz Quadrada e Tipo Arrhenius, que obtiveram melhor desempenho (valores de R<sup>2</sup> > 0,99), considerados como valores satisfatórios (ROSS, 1996). Assim, o modelo da Raiz Quadrada foi selecionado para descrever a influência da temperatura no crescimento de *Salmonella* spp. em CFM, como utilizado por Wang et al. (2015).

Tabela 2. Equações dos modelos secundários que representam a influência da temperatura do no parâmetro velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) de *Salmonella* spp

Modelos	Equação	R <sup>2</sup>
Linear	$\mu_{\text{máx}} = 0,0364 \times T - 0,4788$	0,9878
Potência	$\mu_{\text{máx}} = 0,0003 \times T^{(2,1962)}$	0,9854
Exponencial	$\mu_{\text{máx}} = 0,044 \times e^{0,0805 \times T}$	0,9443
Logarítmico	$\mu_{\text{máx}} = 0,9441 \times \ln(T) - 2,5544$	0,9416
Raiz quadrada	$\sqrt{\mu_{\text{máx}}} = 0,026 (T - 1,307)$	0,9915
Tipo Arrhenius	$\ln \mu_{\text{máx}} = -53,056 \times (1/T) + 1,2667$	0,9928

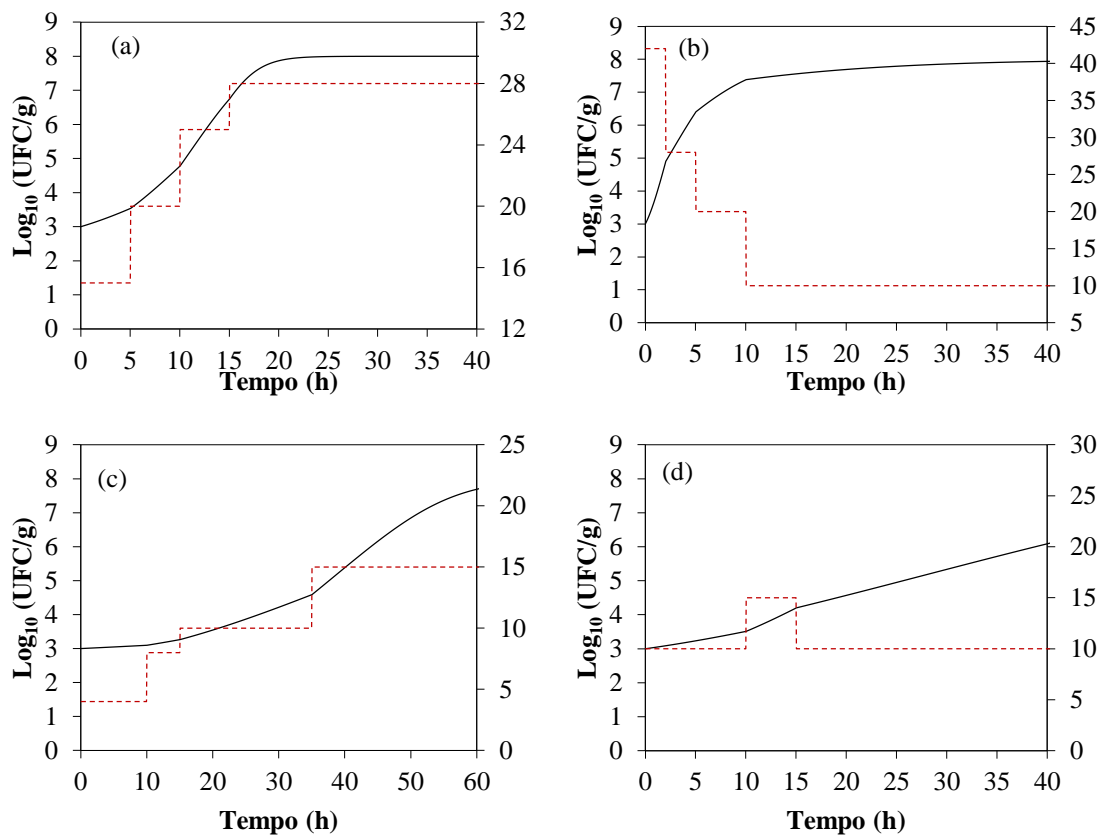


Figura 2. Modelos secundários que representam o efeito da temperatura no parâmetro velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ) de *Salmonella* spp. em carne de frango moído. (a) modelo linear, (b) modelo do tipo Arrhenius, (c), modelo da potência, (d) modelo da raiz quadrada, (e) modelo exponencial e (f) modelo logarítmico



O modelo da Raiz Quadrada, juntamente com o valor médio de  $h_0$  (0,7465), que representa o estado fisiológico das células, foram usados para a predição do crescimento de *Salmonella* spp. em CFM em condições não isotérmicas (simulações), a partir da resolução da equação diferencial do modelo de Baranyi e Roberts, por meio do método de Runge-Kutta de 4ª ordem. As condições de oscilação de temperatura foram simuladas baseando-se em ocorrências de diversos abusos de temperatura no armazenamento de alimentos, como o acondicionamento dos alimentos em refrigeradores domésticos, no dia a dia dos consumidores, o desligamento de freezers dos supermercados durante um período, com o intuito de economia de energia, bem como falhas operacionais durante o transporte refrigerados dos alimentos, ocasionando um aumento na sua temperatura externa e interna. As simulações da variação de temperatura, a predição do crescimento, o tempo para o aumento de 1 log<sub>10</sub> UFC/g e a simulação dos dados experimentais estão representadas na Figura 3.

Figura 3. Predição do crescimento de *Salmonella* spp. em carne de frango moído em diferentes condições de armazenamento não isotérmico, (a) 15-20-25-28 °C, (b) 42-28-20-10 °C, (c) 4-8-10-15 °C e (d) 10-15-10 °C. Em todos os gráficos, a linha contínua preta representa a predição do modelo de Baranyi e Roberts, a linha em tracejada em vermelho representa a simulação do perfil de temperatura.



No perfil de temperatura crescente, representado na Figura 3a (15-20-25-28 °C), a *Salmonella* spp. é capaz de aumentar o crescimento em 1  $\text{log}_{10}$  UFC/g em 7 horas. Enquanto no perfil em que a temperatura inicial é extremamente alta (Figura 3b) no início do armazenamento e decresce até a refrigeração (42-28-20-10 °C), o tempo em que ocorre o aumento logarítmico é de 1,2 horas, demonstrando que a refrigeração não é capaz de recuperar a segurança do alimento que apresenta elevados níveis de contaminação. Ao considerar um abuso de temperatura da CFM refrigerada (Figura 3c), é possível verificar um tempo maior para o seu crescimento, de 27 horas. Ao analisar a Figura 3d, na qual representa uma simulação de abuso de temperatura nas primeiras horas de armazenamento da CFM, é possível observar que uma amplitude de 5 °C representou um aumento expressivo no crescimento de *Salmonella* spp. Assim, as simulações comprovam a importância da manutenção constante da cadeia do frio da carne e produtos cárneos, pois uma mínima alteração nessas condições pode provocar um aumento expressivo no

crescimento de micro-organismos, principalmente os patogênicos, comprometendo, assim, a segurança desses produtos.

De acordo com Galarz (2008), a manutenção da cadeia do frio para alimentos comercializados, principalmente, os produtos cárneos é de grande importância, uma vez que o abuso de temperatura pode ocasionar a predominância de um patógeno, que irá diminuir a segurança daquele produto uma vez que seu crescimento for efetivo.

#### **4 CONCLUSÕES**

O modelo primário de Baranyi e Roberts apresentou bom desempenho para descrever o crescimento de *Salmonella* spp. em carne de frango moído, com a obtenção dos parâmetros de crescimento. Além disso, os modelos secundários descreveram bem a influência da temperatura na velocidade específica máxima de crescimento de *Salmonella* spp., com destaque para os modelos Raiz Quadrada e Tipo Arrhenius. A partir dos modelos primário e secundário da Raiz Quadrada foi possível estabelecer um modelo não isotérmico e estudar o crescimento de *Salmonella* spp. em carne de frango moído, considerando oscilações de temperaturas que simulam as condições em que os produtos são armazenados inadequadamente, evidenciando a importância da manutenção da cadeia do frio. Assim, pode-se concluir que a aplicação de modelos preditivos e softwares de fácil utilização pode auxiliar às indústrias de cárneos na determinação da contaminação de alimentos, sem a necessidade de realização de vários experimentos para determinar a qualidade e a segurança dos produtos.

#### **AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Pesquisa e Pós-graduação e de Iniciação Científica do IF Goiano – Campus Morrinhos pela realização deste trabalho. Ao Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC).

## REFERÊNCIAS

BALAKRISHNAN, S.; SANGEETHA, A.; DHANALAKSHMI, M. Prevalence of Salmonella in chicken meat and its slaughtering place from local markets in Orathanadu, Thanjavur district, Tamil Nadu. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, v. 6, p. 2468-2471, 2018.

BARANYI, J.; ROBERTS, T. A. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *International Journal of Food Microbiology*, v. 23, p. 277-294, 1994.

BRIZIO, A. P. D. R.; PRENTICE, C. Effects of temperature variation in the simulation of the supply chain of poultry products. *International Food Research Journal*, v. 21, p. 1143-1148, 2013.

CARDOSO, A. L. S. P. et al. Ocorrência de Salmonella spp. em carcaças de frango provenientes de abatedouros do estado de São Paulo, Brasil, no período de 2000 a 2010. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, p. 1-12, 2015.

CDC. Salmonella and food (2019). <https://www.cdc.gov/features/salmonella-food/index.html>

GALARZ, L. A. Estimativa da vida útil em peito de frango em diferentes temperaturas de armazenamento. 2008. 123p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2008.

GURAN, H. S.; MANN, D.; ALALI, W. Q. Salmonella prevalence associated with chicken parts with and without skin from retail establishments in Atlanta metropolitan area, Georgia. *Food Control*, v. 73, p. 462-467, 2017.

JUNEJA, V. K. et al. Modeling the effect of temperature on growth of Salmonella in chicken. *Food Microbiology*, v. 24, p. 328-335, 2007.

LAMBERTINI, E. et al. The public health impact of different microbiological criteria approaches for Salmonella in chicken parts. *Microbial Risk Analysis*, v. 12, p. 44-59, 2019.

LONGHI, D. A. et al. Optimal experimental design for improving the estimation of growth parameters of *Lactobacillus viridescens* from data under non-isothermal conditions. *International Journal of Food Microbiology*, v. 240, p. 57-62, 2017.

MARCINKOWSKA-LESIAK, M. et al. Effect of packaging method and cold-storage time on chicken meat quality. *CyTA-Journal of Food*, v. 14, p. 41-46, 2016.

MOREY, A.; SINGH, M. Low-temperature survival of Salmonella spp. in a model food system with natural microflora. *Foodborne Pathogens and Disease*, v. 9, p. 218-223, 2012.

NOVAES, A. G. N. et al. Dynamic temperature control in the distribution of perishable food. In: *Dynamics in Logistics, Proceedings of the 4th International Conference LDIC*. Kotzab, H.; Pannek, J.; Thoben, K.D (eds.). Bremen, Germany: Springer, p. 271-280, 2016.

PUROHIT, A.; MOHAN, A. Antimicrobial effects of pyruvic and succinic acids on Salmonella survival in ground chicken. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, v. 116, p. 108596, 2019.

ROSS, T. Indices for performance evaluation of predictive models in food microbiology. *Journal Applied Bacteriology*, v. 81, p. 501-508, 1996.

RUSSELL, S. M.; FLETCHER, D. L.; COX, N. A. Spoilage bacteria of fresh broiler chicken

carcasses. *Poultry Science*, v. 75, p. 2041-2047, 1996.

USDA (2016). Overview of predictive microbiology. Predictive Microbiology Information Portal. Disponível em: <http://portal.errc.ars.usda.gov/Overview.aspx>.

WANG, H. et al. Comparison of microbial transfer rates from *Salmonella* spp. biofilm growth on stainless steel to selected processed and raw meat. *Food Control*, v. 50, p. 574-580, 2015.

YADAV, A. et al. Study on heat stress response in *Salmonella* Typhimurium and *Salmonella* Enteritidis and its impact on their attachment to dressed broiler skin surface. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, v. 11, p. 114-121, 2016.