

## UM MODELO EMPÍRICO PARA PREVISÃO DA PRODUÇÃO DE ENTEROTOXINA A POR *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Vanessa Barreira de Souza<sup>1</sup>, Gabriela Fraga<sup>2</sup>, Guilherme Muller Schwambach<sup>2</sup>, Alessandro Cazonatto Galvão<sup>3</sup>,  
Weber da Silva Robazza<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia de Alimentos- CEO - bolsista PROBIC/UDESC

<sup>2</sup> Acadêmicos do Curso de Engenharia Química - CEO/UDESC

<sup>3</sup> Docente, Departamento de Engenharia de Alimentos e Eng. Química – CEO/UDESC

<sup>4</sup> Orientador, Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química- CEO/UDESC –  
wrobazzi@yahoo.com.br.

Palavras-chave: *Staphylococcus aureus*. Modelagem Matemática. Enterotoxina A.

*Staphylococcus aureus* é um micro-organismo patogênico de grande interesse para a indústria de alimentos. De acordo com o Centro de Prevenção e Controle de Doenças (CDC, na sigla em inglês), esta bactéria é responsável por cerca de 240.000 casos de doença com 1.000 hospitalizações e 6 óbitos anuais somente nos Estados Unidos. No Brasil, não se dispõe de estatísticas comparáveis, mas é um consenso entre os pesquisadores que a incidência de surtos também é comparável. A contaminação de produtos alimentícios com *S. aureus* pode ser o resultado da falta de boas práticas de fabricação (BPF) no ambiente onde o alimento é processado e pela presença desta bactéria na cavidade nasal e na superfície da pele dos funcionários das empresas.

A contaminação de dá através da produção de toxinas que são produzidas por esta bactéria em todos os estágios de seu crescimento. Até o momento, são conhecidos 23 diferentes enterotoxinas produzidas por *S. aureus*, sendo que a considerada principal é a Enterotoxina A. Embora a quantidade de toxina necessária para causar doença dependa do peso e da saúde global da pessoa, a quantidade mínima de Enterotoxina A que já foi relatada como causadora de doença em crianças em idade escolar foi de aproximadamente 140 ng. Além disso, em geral é estimado que aproximadamente  $10^5$  UFC de *S. aureus* são necessários para produzir esta quantidade de toxina.

Pelas razões expostas, qualquer modelo matemático designado para prever a produção de Enterotoxina A, deveria incluir uma população microbiana crítica necessária para produzir toxina como um parâmetro chave e levar em consideração tanto a produção de toxinas quanto a evolução da população bacteriana.

Portanto, este trabalho tem o objetivo de modelar a produção de Enterotoxina A por *S. aureus* em diferentes produtos alimentícios. Para avaliar a população bacteriana foi empregado o modelo de Baranyi e para estimar a produção de Enterotoxina A foi utilizada uma nova equação diferencial proposta no presente trabalho. Para testar a habilidade do modelo de reproduzir resultados experimentais, três diferentes conjuntos de dados retirados da literatura foram utilizados e analisados. Os parâmetros utilizados no modelo incluem a população microbiana crítica e uma constante de velocidade de reação da produção de toxinas.

Conforme previamente mencionado, foi adotado o modelo de Baranyi, o qual é bastante utilizado no campo da microbiologia preditiva, para estimar o logaritmo da contagem bacteriana ( $y$ ) em função do tempo de armazenamento do alimento considerado. A Equação 1 apresenta o novo modelo utilizado para prever a produção de Enterotoxina A (SEA) em função dos parâmetros: constante de velocidade de reação ( $k$  e  $\beta$ ) e população bacteriana crítica ( $y_c$ ).

$$\frac{dSEA(y)}{dy} = k(y - y_c)e^{\beta t} \quad (1)$$

O termo  $e^{\beta t}$  foi incluído para descrever o fato que durante a fase estacionária de crescimento bacteriano, a quantidade de toxinas produzida aumenta exponencialmente, embora a população bacteriana permaneça constante. Logo,  $\beta$  representa a constante de velocidade de reação para esta etapa do crescimento bacteriano enquanto  $k$  representa a constante de velocidade de reação para a produção inicial de toxina. Todas as equações e dados foram ajustados através do software livre R v. 3.1.2.

Foram utilizados quatro conjuntos de dados experimentais no presente estudo: 1) SEA produzida por um cocktail de três cepas de *S. aureus* em meio BHI com 1,6 mM de ácido láctico não dissociado às temperaturas de incubação de 25°C, 30°C e 37°C, 2) SEA produzida por um cocktail de três cepas de *S. aureus* em meio BHI com 0,2 mM de ácido láctico não dissociado às temperaturas de incubação de 25°C, 30°C e 37°C e 3) SEA produzida por *S. aureus* 12057 em leite esterilizado a 23°C e 32°C.

A Figura 1 apresenta os resultados obtidos para (a) o crescimento de *S. aureus* 12057 em leite esterilizado a 32°C através do modelo de Baranyi e (b) a produção de Enterotoxina A obtida através da solução da Equação 1.

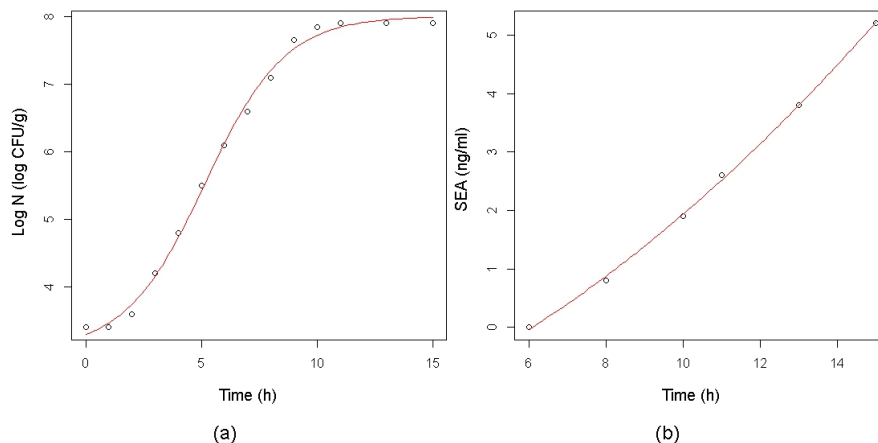


Figura 1 - Resultados obtidos para (a) o crescimento de *S. aureus* 12057 em leite esterilizado a 32°C através do modelo de Baranyi e (b) a produção de Enterotoxina A obtida através da solução da Eq. 1.

Em geral, observou-se que o modelo proposto descreveu de forma satisfatória a concentração de toxina produzida por *S. aureus* para os conjuntos de dados propostos no presente estudo, os quais abordam diferentes cepas e produtos armazenados sob diferentes condições. Entretanto, para que a equação seja efetivamente validada, é necessário que o seu desempenho seja avaliado para um conjunto mais extenso de dados experimentais. Uma vez validado, este modelo poderá ser utilizado como uma ferramenta útil em estudos da avaliação do risco de contaminação de diferentes produtos alimentícios.