

MODELAGEM DA CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO EM DIFERENTES SUCOS DE FRUTAS

Vanessa Barreira de Souza¹, João Victor Balestrin Sartor², Alessandro Cazonatto Galvão³, Weber da Silva Robazza⁴

¹Acadêmica do Curso de Engenharia Química, UDESC Oeste – CEO, bolsista PIVIC/UDESC

²Acadêmico do Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UDESC Oeste – PPGCTA

³Professor, Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química, UDESC Oeste, CEO

⁴Orientador, Departamento de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química UDESC Oeste, CEO – wrobazzi@yahoo.com.br.

Palavras-chave: Ácido Ascórbico. Modelos Matemáticos. Cinética de Degradação.

O ácido ascórbico (AA) é um antioxidante natural, o qual é muito empregado como aditivo para reforçar o sabor e aumentar a vida útil de muitos alimentos. Esta vitamina é um nutriente importante e essencial para os seres humanos e dentre as mais importantes fontes de AA destacam-se as frutas. Uma característica significativa da vitamina C consiste no fato que sua degradação é sensível às condições ambientais e, observa-se que se o processo de degradação do AA é lento, os demais nutrientes presentes nos alimentos também se degradam lentamente. Portanto, a concentração de AA pode ser considerada como um índice que atesta a qualidade nutricional do alimento durante a armazenagem e o processamento. Para se descrever a cinética de degradação do AA em sucos de frutas, é essencial o emprego de um modelo matemático. Em geral, os parâmetros mais relevantes que podem ser obtidos através desses modelos são a constante de velocidade de reação (k) e a ordem de reação (n). Entretanto, observa-se que, em muitas situações, diferentes ordens de reação são atribuídas para a degradação do AA e não há um consenso sobre qual é o melhor modelo para descrever a cinética desse processo. Portanto, o presente estudo visa padronizar o processo de degradação do AA em sucos de frutas através da comparação de diferentes resultados da literatura e da determinação do melhor modelo que se ajusta aos dados experimentais. Em primeiro lugar, foi feito um levantamento na base de dados Science Direct de artigos que contivessem dados experimentais relativos à cinética de degradação de ácido ascórbico em diferentes sucos de frutas. Foram usados como critério de busca os seguintes termos: “ácido ascórbico”, “degradação”, “cinética” e “sucos”. Foram selecionados 56 artigos, os quais incluíam um total de 221 curvas de degradação de AA. Os dados foram extraídos dos artigos através do software GetData Graph Digitizer (GetData Software, Hurstville, Australia). Com o intuito de se avaliar sucos diferentes nas mais diversas situações, as curvas selecionadas incluíam a degradação de sucos de laranja, limão, abacaxi, toranja, cupuaçu, morango, maçã e sucos de fruta modelo durante o armazenamento, enquanto que as temperaturas de armazenamento variaram entre -18 °C e 90 °C. Por sua vez, os sucos ficaram armazenados por períodos compreendidos entre 16 minutos e 24 meses (sucos congelados). Foram ajustados os seguintes modelos para a concentração de AA em função do tempo: cinética de ordem zero, ordem um, ordem dois e Weibull. Os modelos de ordem um e dois foram ajustados de duas formas: com e sem linearização prévia das expressões matemáticas. Além disso, foram

empregados como índices estatísticos para avaliar o desempenho dos modelos, o desvio absoluto médio (MAD), desvio quadrático médio (MSD), critério de informação de Akayke (AIC) e critério de informação bayesiano (BIC). A Figura 1 apresenta um gráfico obtido para o ajuste dos diferentes modelos para a degradação de ácido ascórbico em um suco de frutas modelo à 22 °C na presença de 0,63% de oxigênio. Para este conjunto de dados, o modelo de ordem 2 linear não forneceu um bom ajuste e não aparece na escala adotada para o gráfico.

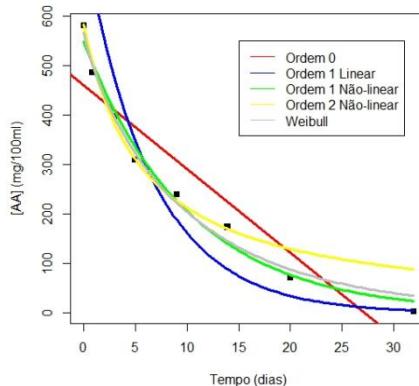


Fig.1 Ajuste dos diferentes modelos para a concentração de ácido ascórbico em um suco de frutas modelo à temperatura de 22 °C.

Uma comparação global dos modelos mostra que eles podem ser classificados na seguinte ordem decrescente de desempenho: Weibull (W), Primeira Ordem Não-Linear (1NL), Primeira Ordem Linear (1L), Segunda Ordem Linear (2L), Segunda Ordem Não-Linear (2NL) e Ordem Zero (0). Este resultado pode ser atribuído ao parâmetro de forma presente no modelo de Weibull, o qual permite que sejam obtidas curvas de formato tanto côncavo ($\gamma < 1$) quanto convexo ($\gamma > 1$). De acordo com este critério, no presente estudo 45,2 % das curvas apresentaram formato côncavo (100, no total) e 54,8 % apresentaram formato côncavo (120, no total). Este comportamento foi observado também para os índices AIC e BIC, os quais incluem uma penalidade para o número de parâmetros do modelo. Além disso, observou-se que o modelo de Weibull apresentou uma maior versatilidade e obteve melhores resultados para descrever a maior parte dos dados selecionados. Isto foi observado mesmo quando foram empregados índices que consideram o número de parâmetros do modelo como o AIC e o BIC. Sua aplicação pode ser justificada porque a degradação de AA é um fenômeno complexo, o qual não pode ser diretamente descrita por um mecanismo molecular. Entretanto, por tratar-se de um modelo empírico deve ser empregado com cautela e apenas interpolado para a faixa de valores coberta pelos experimentos.