APLICAÇÃO DE CÁLCULO NUMÉRICO: DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO LÁTICO EM QUEIJO MINAS

Tayná Berdet Nunes [1]

Giúllia Machado Leal Soares [2]

Leandro Blass [3]

Resumo:

O queijo é um produto muito popular, sendo o queijo Minas um dos mais consumidos no Brasil e que possui a característica de ter uma vida curta de prateleira (SANGALETTI, et al., 2009). A acidez do queijo durante sua produção e armazenamento cresce proporcionalmente em relação à quantidade de bactérias lácticas, produtoras de ácido láctico (SCHNEIDER, K., 2016). O objetivo do presente trabalho é modelar uma função que seja capaz de determinar valores referentes à concentração de ácido láctico em queijo Minas e posteriormente fazer a comparação com valores retirados do artigo Estudo da vida útil de queijo Minas (SANGALLETI, et al., 2009). Por meio de software, se faz possível determinar o método mais eficiente de acordo com o comportamento dos dados. Após a definição do método, foi escolhido o ajuste polinomial, sendo este resolvido com o auxílio do Scilab, que forneceu os coeficientes da função característica. Com a função estabelecida, calcula-se os valores de concentração de ácido láctico e, posteriormente, o erro em relação aos dados referentes ao artigo utilizado como referência. Com um baixo erro calculado e dados comparativos próximos, pode-se concluir que a função expressa resultados reais dentro do tempo utilizado como referência. Porém, ao fazer a extrapolação, nota-se que os resultados não condizem com a realidade, visto que a tendência da concentração do ácido láctico é aumentar, não diminuir como em um comportamento de uma curva polinomial.

Palavras-chave: aplicação numérico ajuste polinomial

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

APLICAÇÃO DE CÁLCULO NUMÉRICO: DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO LÁTICO EM QUEIJO MINAS

[1] Aluno de graduação. taynabnunes@gmail.com. Autor principal

[2] Discente. giucasml@gmail.com. Co-autor

[3] Docente. leandroblass@unipampa.edu.br. Orientador

APLICAÇÃO DE CÁLCULO NUMÉRICO: DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO LÁTICO EM QUEIJO MINAS UTILIZANDO AJUSTE DE CURVAS POLINOMIAL

1 INTRODUÇÃO

O queijo é um produto oriundo da coagulação do leite que ocorre por mudanças de pH pela adição de bactérias lácticas, capazes de fermentar a lactose e produzir ácido láctico. Dentre os queijos mais populares e consumidos no Brasil, o queijo Minas destaca-se por possuir um período de validade curta, sendo necessário que o seu consumo seja realizado nos primeiros 15 dias após sua fabricação, mesmo que mantido sob condições adequadas (SANGALETTI, N., *et al*., 2009).

As bactérias lácticas produzem peptídeos antimicrobianos que normalmente apresentam atividade antibacteriana contra os agentes patogênicos, bem como bactérias deteriorantes. A acidez do queijo cresce proporcionalmente em relação à quantidade de bactérias lácticas de forma benéfica e, portanto, é interessante encontrar meios de definir o crescimento destas bactérias favoráveis à duração do produto estudado (SCHNEIDER, K., 2016).

O presente trabalho possui como principal objetivo a modelagem de uma função que seja capaz de determinar valores teóricos da concentração de ácido láctico e fazer a comparação com valores experimentais. O método escolhido e que mais adequou-se ao problema foi o método dos mínimos quadrados para ajuste de curva polinomial, que é um caso especial de ajuste de curvas, ocorrendo quando o diagrama de dispersão não apresenta as características lineares presentes nos outros tipos de ajuste (PEDROSA, D. P. F.)

A importância da modelagem de uma função por um método numérico é que, desta forma, torna-se possível que resultados que não foram determinados experimentalmente sejam antecipados.

2 METODOLOGIA

Para realização do estudo utilizou-se dados experimentais retirados de uma pesquisa publicada na revista Ciência e tecnologia de alimentos (SANGALETTI, N., et al., 2009), onde foram selecionados dados médios da concentração de ácido láctico para compor os cálculos. Os dados referentes ao artigo citado estão na tabela 1.

Tabela 1 - Dados das concentrações de ácido láctico obtidos experimentalmente nos tempos de 1 à 30 dias em porcentagem.

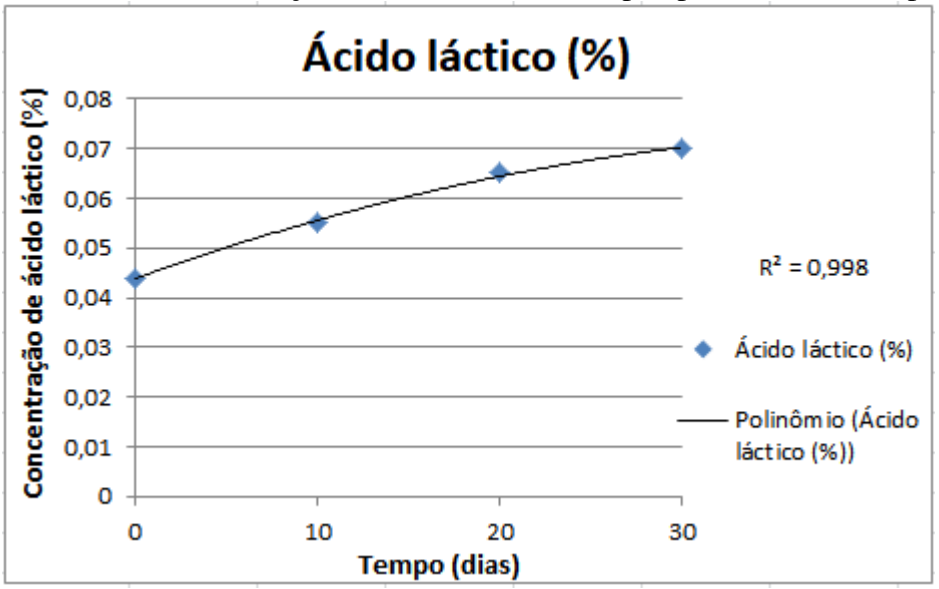
Tempo (dias)	Concentração de ácido láctico
1	0,044
10	0,055
20	0,065
30	0,07

Fonte: SANGALETTI, N., *et al*., 2009.

Para definir qual o melhor método, plotou-se um gráfico no programa Excel com as informações coletadas para conhecer qual era o tipo de curva a ser estudada. Verificou-se que o melhor ajuste para o tipo de comportamento dos dados experimentais é o ajuste polinomial

pelo método dos mínimos quadrados. Essa escolha foi dada pela análise do coeficiente R, o qual foi próximo de 1, como pode ser observado na figura 1.

Figura 1 - Gráfico da concentração de ácido láctico x tempo aplicando dados experimentais



Fonte: SANGALETTI, N., et al.,.

Encontrada a característica da reta, aplicou-se a forma matricial que representa o método escolhido para modelar a função que caracteriza o comportamento dos dados experimentais.

A matriz contendo os dados experimentais retirados do artigo *Estudo da vida útil de queijo Minas (*SANGALETTI, N., et al., 2009) foi solucionada por meio do código exposto na figura 2 implementado no programa Scilab, que determinou os coeficientes β_0, β_1, β_2 da função. Após a determinação da função, calculou-se os dados teóricos do problema para encontrar a concentração de ácido láctico e, então, fazer a comparação com os dados experimentais. Finalmente, calculou-se o erro por meio do cálculo do desvio padrão ao quadrado, utilizando a equação com os coeficientes encontrados, foram testados os tempos de 40, 50 e 60 dias.

Figura 2 - Código para implementação no Scilab de um ajuste polinomial pelo método mínimos quadrados

```
clear
x = [1 10 20 30]';
y= [0.044 0.055 0.065 0.07]';
n=size(x,1);

p=2;
for i=1:p+1
    for j=1:p+1
        M(i,j)=sum(x.^(i+j-2))
end
end
for i=1:p+1
    b(i)= sum(y.*x.^(i-1))

end

a=inv(M)*b;
```

Fonte: do autor, 2018.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os coeficientes encontrados a partir do código utilizado foram:

$\beta_0 =$ 0.042390187285186079
$\beta_1 =$ 0.001487572947626466
$\beta_2 =$ -0.000018774231938586

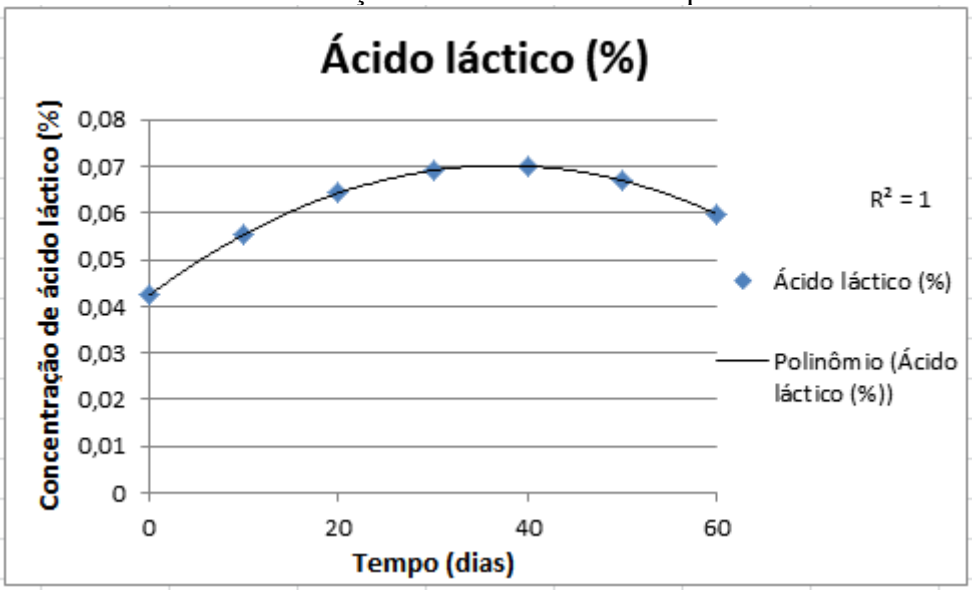
Empregando os valores dos parâmetros encontrados no código, foi então possível determinar a equação (2) que descreve o comportamento da curva do gráfico.

$$f(x) = -0.00001877423194x^2 + 0.00148757294763x + 0.042390187285186 \quad (2)$$

O erro encontrado foi de aproximadamente 3,2130708 x 10^{-7}, sendo um valor como este considerado quase insignificante, pois o mesmo é incapaz de causar grande impacto nos resultados. Isso significa que para o tempo de 0, 10, 20 e 30 dias os valores teóricos encontrados são muito semelhantes aos dados experimentais.

Ao resolver a função, a partir do código utilizado na metodologia, plotou-se o gráfico apontado na Figura 3 para fazer a comparação com o gráfico anterior referente aos dados do experimento. Com isso, pode-se constatar a semelhança entre os mesmos pela curvatura até o tempo de 30 dias.

Figura 3 - Gráfico da concentração de ácido láctico x tempo com os valores teóricos



Fonte: do autor, 2018.

Percebe-se que, ao fazer a aplicação da função para o tempo de 40 dias, a concentração de ácido láctico teórica encontrada foi de 0.06999; para o tempo de 50 dias, 0.06689; e em 60 dias, 0.05979. Esse decréscimo dos valores da concentração de ácido láctico não condizem com a realidade, visto que a principal características das bactérias é a capacidade de fermentar açúcares para produzir ácido láctico, ou seja, a concentração do ácido láctico em um alimento tende a aumentar conforme o tempo passa, não diminuir.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste estudo sobre a aplicação de cálculo numérico, é possível afirmar que os métodos numéricos podem ser destinados para a resolução de diferentes problemas referentes a diversas áreas de pesquisa, sem que haja a necessidade de resolver os mesmos problemas por meios analíticos convencionais. Ao aplicar o método de ajuste polinomial neste trabalho, conclui-se que o objetivo principal foi executado com sucesso, pois o erro encontrado foi absolutamente pequeno para o tempo utilizado no trabalho de referência. Porém, para o tempo superior a 30 dias, deverá ser estudado outro tipo de ajuste ou método que determine com maior precisão o comportamento da curva que descreve o aumento da concentração do ácido láctico.

REFERÊNCIAS

PEDROSA, D. P. F. **Ajuste de curvas.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Centro de Tecnologia. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/40639355/ajustedecurvas.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1528687381&Signature=g0kH%2F22Rgm%2FgChCbI6LQqh5ZQRc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAjustedecurvas.pdf> Acesso em: 8 jun. 2018.

SANGALETTI, N. et al. Estudo da vida útil de queijo Minas. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas – SP**,** v. 29, p. 262-269, 2009.

SCHNEIDER, K. **Aplicação de Bactérias Láticas com Atividade Antimicrobiana em Queijo Minas Frescal.** 2016. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Biotecnologia) – Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Ciência e Biotecnologia, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus Videira – UNOESC, 2016.