ENZIMAS LÁCTEAS COMO FERRAMENTA PARA AVALIAR FRAUDES POR SUPERAQUECIMENTO EM LEITE PASTEURIZADO

Autor(res)

Otávio Augusto Martins
Gabriel Henrique Gomes Mariano
Fábio Sossai Possebon
Gean Carlo Azinari
Larissa Cristina Fava Rodrigues Alves
Wanderson Sirley Reis Teixeira
Rafael Alves Santomauro
Juliano Gonçalves
Isabelly De Lira Ladislau

Categoria do Trabalho

Trabalho Acadêmico

Instituição

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO

Introdução

O leite é considerado um dos alimentos mais ricos nutricionalmente para a alimentação humana. No entanto, devido à sua composição físico-química e microbiológica, é caracterizado como um produto altamente perecível, que oferece condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos. Esse processo pode comprometer suas características sensoriais e sua qualidade para o consumo, sobretudo em situações de manejo inadequado durante a produção e o processamento. (NASCIMENTO et.al, 2022; BEZERRA, et.al 2024)

Manter a qualidade do leite e de seus derivados exige estratégias que reduzam ou eliminem microrganismos. Entre elas destacam-se processos térmicos, como a pasteurização, a ultrapasteurização e a esterilização. (TRONCO, 2013)

A fosfatase alcalina (FA) e a peroxidase são enzimas naturalmente presentes no leite cru e desempenham papel importante como indicadores da eficiência da pasteurização. A FA é inativada pelo calor aplicado no tratamento térmico, seja na pasteurização lenta (62 - 65 °C por 30 minutos) ou rápida (72 °C por 15 segundos), o que assegura não apenas a destruição de microrganismos patogênicos, mas também a salubridade do leite para o consumo (BRASIL, 2018; TRONCO, 2013). Dessa forma, a presença de atividade residual dessa enzima no leite pasteurizado pode indicar falhas no processo, como temperatura insuficiente ou mesmo contaminação por leite cru após o tratamento.

A peroxidase, por sua vez, é mais resistente ao calor e permanece ativa nas condições de pasteurização, sendo desnaturada apenas em temperaturas superiores a 80–85 °C. Por esse motivo, é utilizada como parâmetro para identificar eventuais superaquecimentos durante o processo. (BRASIL, 2018; FERNANDES et al., 2013). Em amostras de leite adequadamente pasteurizado, o teste de FA deve ser negativo, enquanto o de peroxidase deve resultar positivo, confirmando tanto a eficácia do tratamento térmico quanto a ausência de aquecimento excessivo.

Objetivo

O presente estudo teve como objetivo investigar a ocorrência de fraude por superaquecimento em leite pasteurizado, por meio da aplicação de provas enzimáticas baseadas na detecção da atividade residual de fosfatase alcalina e da peroxidase, utilizadas estas, como indicadoras da eficácia do tratamento térmico.

Material e Métodos

No estudo, foram analisadas 125 amostras de leite pasteurizado integral, corretamente armazenadas e oriundas de diferentes laticínios, destinadas ao consumo no estado de São Paulo.
Primeiramente, todas as amostras de leite foram devidamente homogeneizadas na embalagem e transferidas para um becker de 1000 mL. Posteriormente, empregou-se a técnica de pesquisa da fosfatase alcalina, por meio de prova qualitativa realizada pelo método colorimétrico (Kit Fosfatase Alcalina – LABTEST). Nesse ensaio, a coloração amarela correspondeu a resultado negativo, enquanto a coloração azulada indicou resultado positivo.
Para o teste da peroxidase, pipetaram-se 10 mL da amostra em tubo de ensaio, submetido a banho-maria a 42 °C por 5 minutos. Em seguida, adicionaram-se 2 mL de solução de guaiacol a 1%, com homogeneização da mistura. Por fim, acrescentaram-se 3 a 5 gotas de peróxido de hidrogênio, observando-se que a formação de coloração de salmão (róseo) a marrom indicou resultado positivo, enquanto a manutenção da cor branca (sem alteração) correspondeu a resultado negativo.

Resultados e Discussão

Em relação à presença de atividade enzimática da fosfatase e peroxidase, verificou-se que a fosfatase estava ausente em todas as amostras, o que indica que todas atingiram a temperatura de pasteurização e que a salubridade do leite para o consumo está assegurada; No entanto, a peroxidase, por sua vez, estava ausente em 8 amostras (6,40%), indicando um superaquecimento em alguma etapa da do processamento térmico dessas amostras.
O leite pasteurizado deve apresentar inativação da fosfatase alcalina e conservação da atividade da peroxidase. Dessa forma, um leite pasteurizado que não apresenta peroxidase ativa, não poderia ser comercializado como pasteurizado, pois este não se enquadraria na definição legal de identidade e qualidade de um leite pasteurizado. (BRASIL, 2018)
A enzima peroxidase é termorresistente e é apenas inativada quando é submetida a temperaturas superiores a 80 °C. O superaquecimento do leite pode decorrer de falhas no controle do tempo e da temperatura de pasteurização. O superaquecimento também é utilizado como ferramenta para mascarar deficiências microbiológicas quando se tem matéria prima de baixa qualidade; e com isso garantir uma maior durabilidade e ao atendimento aos padrões sanitários.Nas duas situações se terá alterações no valor nutritivo, na composição físico-química do leite e, consequentemente, modificações que comprometem suas propriedades sensoriais e reduzem sua qualidade nutricional. (TRONCO, 2013)

Conclusão

Como todas as amostras apresentaram resultados negativos para a fosfatase alcalina, pode-se confirmar que o processo de pasteurização foi eficaz, garantindo um produto seguro para o consumo e livre de microrganismos patogênicos. Entretanto, a detecção de resultados positivos para peroxidase, ainda que em pequena proporção, evidencia a necessidade de maior rigor no controle do binômio tempo/temperatura, uma vez que o superaquecimento do leite pode descaracterizar a tecnologia de pasteurização e configurar descumprimento da

legislação brasileira vigente

Referências

BEZERRA, Fabíola Almeida; PEREIRA, Douglas Henrique; SARMENTO, Renato Almeida; CAVALLINI, Grasiele Soares; SOUZA, Nelson Luis Gonçalves Dias de. Análise físico-química e microbiológica do leite comercializado em Gurupi (TO, Brasil). Journal of Biotechnology and Biodiversity, [S.l.], v. 12, n. 2, p. 126–131, 2024. DOI: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v12n1.18643. Disponível em:https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/18643. Acesso em: 21 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos técnicos para leite cru refrigerado, leite pasteurizado e leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, 30 nov. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750137/do1-2018-11-30-instrucao-normativa-n-76-de-26-de-novembro-de-2018-52749894IN%2076. Acesso em: 21 set. 2025.

FERNANDES, RF; PEREIRA, ASF; PINHO, L. Seasonal evaluation of physicochemical parameters in raw milk received by a dairy plant in northern Minas Gerais State, Brazil. Rev Inst Latic Cândido Tostes, Juiz de Fora, v.68, n.393, p.36-41, 2013.

NASCIMENTO et al. Avaliação físico-química de leites comercializados na cidade de Sobral-CE. CIAGRO, 2022. DOI: https://doi.org/10.31692/IIICIAGRO.0128

TRONCO, V.M. Manual para inspeção da qualidade do leite. 5 ed. Santa Maria: UFSM, 2013. 260p