

Estudo da oxidação dos lipídios da manteiga sob influência de embalagens biodegradáveis

Letícia Rückert Mueller | leticia.m19@aluno.ifsc.edu.br¹
Maria Fernanda Savallisch | maria.fs18@aluno.ifsc.edu.br²
Patricia Akemi Tuzimoto | patricia.tuzimoto@ifsc.edu.br³

Trabalho de Pesquisa
DT 2 - Meio Ambiente, Agroindústrias, Territórios e Sustentabilidade Socioambiental

Resumo:

A oxidação lipídica é um dos principais fatores que comprometem a qualidade da manteiga, resultando em rancificação e perda de propriedades. Este estudo propõe analisar a influência de embalagens biodegradáveis ativas produzidas a partir do amido de milho incorporado com antioxidante (ácido ascórbico) no processo de oxidação dos lipídios da manteiga. A metodologia consiste na elaboração de filmes de amido e na avaliação de amostras de manteigas tipo Extra, que serão armazenadas sob e sem refrigeração utilizando três tratamentos: filmes de amido sem adição de antioxidante, filmes de amido com adição de antioxidante e com filmes PVC. A caracterização inicial e o acompanhamento semanal serão realizados por espectroscopia no infravermelho (FTIR) e a determinação do índice de acidez por titulação com hidróxido de sódio para a quantificação da oxidação. Este estudo apresenta resultados preliminares e espera-se avaliar a eficiência das embalagens biodegradáveis de amido na conservação do alimento e sua capacidade de retardar a oxidação lipídica.

Palavras-chave: oxidação lipídica; manteiga; antioxidantes; embalagens ativas.

Introdução

A manteiga é um alimento lipídico em que as características organolépticas, como aroma, coloração e textura, são sensíveis a alterações químicas. O principal mecanismo de degradação nesse produto é a oxidação lipídica, que ocorre pela interação entre o oxigênio e os ácidos graxos insaturados. Segundo Kanner (1994), esse processo é catalisado pelo rompimento da barreira eletroquímica molecular, desencadeado por fatores como radiação ultravioleta, variações térmicas ou atividade enzimática, que atuam como iniciadores da reação.

¹ Estudante do curso Técnico Integrado em Química do IFSC de Jaraguá do Sul - Centro.

² Estudante do curso Técnico Integrado em Química do IFSC de Jaraguá do Sul - Centro.

³ Professora de Bioquímica e Síntese e Análise Orgânica do IFSC de Jaraguá do Sul - Centro.

A progressão desse fenômeno resulta na formação de hidroperóxidos que, ao se decomporem em produtos secundários estáveis — como álcoois, aldeídos e cetonas —, alteram profundamente a qualidade sensorial e a vida de prateleira do alimento (Sevanian; Hochstein, 1985 *apud* Ferrari, 1998; Kanner, 1994). Considerando que a oxidação pode ser retardada por meio de barreiras físicas eficientes, o uso de polímeros biodegradáveis, como os filmes de amido de milho, apresenta-se como uma alternativa promissora. Este estudo propõe analisar as propriedades dessas embalagens na mitigação dos fatores oxidativos, buscando compreender sua eficiência na conservação da manteiga em comparação aos métodos tradicionais, visando aliar durabilidade alimentar à sustentabilidade ambiental.

Fundamentação teórica

A oxidação dos lipídios, também denominada rancificação, é um processo de deterioração que altera as propriedades sensoriais dos alimentos, como cor, sabor e odor, sendo influenciada diretamente pelas condições de armazenamento e processamento (Maia, 2020). Esse fenômeno, chamado de auto-oxidação, pode ser dividido em dois tipos: o oxidativo e o hidrolítico (Carvalho, 2011).

No processo hidrolítico, a quebra das ligações das gorduras ocorre pela ação de enzimas (lipases), calor ou umidade, liberando ácidos graxos livres que elevam a acidez e prejudicam a qualidade do produto (Carvalho, 2011; Maia, 2020; Vaz, 2015). Na manteiga, por exemplo, a interrupção da proteção proteica das lipases permite que elas ataquem a gordura, gerando o ácido butírico, que é o responsável pelo odor e sabor rançoso (Camisa, 2011; Maia, 2020; Vaz, 2015).

Por outro lado, o processo de auto-oxidação é considerado a principal causa de deterioração em produtos gordurosos, ocorrendo de forma espontânea e resultando na formação de compostos como aldeídos e álcoois, que causam a perda de nutrientes e mudanças na textura (Vaz, 2015). Além disso, existe a oxidação enzimática, na qual as lipoxigenases catalisam a adição de oxigênio aos ácidos graxos poli-insaturados, formando peróxidos (Romani; Martins e Soares, 2017). Devido aos danos causados tanto para a indústria quanto para o consumidor, torna-se indispensável o uso de antioxidantes para garantir a estabilidade, o valor nutricional e o aumento da vida útil dos alimentos (Maia, 2020).

Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada para a caracterização da manteiga foi adaptada do trabalho de Pereira *et al.* (2023). Diante disso, para a realização dos testes, amostras de aproximadamente 3 g de manteiga tipo extra foram envolvidas em três tipos de embalagem: filme de PVC e filmes de amido de milho (com e sem antioxidante). O experimento ocorreu sob condições de armazenamento dentro e fora da geladeira, com acompanhamento semanal da oxidação por meio de espectroscopia no infravermelho, em que foi utilizado espectrofotômetro com transformada de Fourier por Reflectância Total Atenuada (FTIR-UATR) do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Jaraguá do Sul - Centro. As análises por infravermelho, foram realizadas com 16 varreduras na faixa de 4000 a 400 cm^{-1} , que buscam identificar mudanças nas bandas de absorção, como a formação de ácidos carboxílicos indicando a oxidação dos lipídios da manteiga.

A acidez foi quantificada via titulação de 1,5 g de manteiga solubilizada em 15 mL de álcool etílico (95%), utilizando fenolftaleína como indicador e NaOH (0,05 mol L⁻¹) como titulante. Realizou-se paralelamente a titulação do 'branco' para correção da acidez residual do solvente (Oliveira *et al.*, 2018).

Para calcular o índice de acidez utilizou-se a equação a seguir:

$$\text{Acidez (\%)} = (G \times 2,13) / MA$$

Onde: G = volume de NaOH 0,5 mol L⁻¹, descontado o volume do "branco";
MA = Massa de manteiga.

Os dados obtidos por meio da espectroscopia e da titulação serão correlacionados para avaliar a eficácia das diferentes embalagens na proteção contra a oxidação lipídica e na manutenção da estabilidade da manteiga ao longo do tempo.

Resultados e discussões

Durante os testes com a manteiga, observou-se a dissolução incompleta da amostra em álcool, o que indicou a necessidade de aplicar aquecimento e agitação constante nas etapas definitivas para garantir a solubilização total dos ácidos graxos e a precisão dos resultados. O processo descrito está indicado na Figura 1.

Figura 1 - Amostra em etanol para a titulação



Fonte: Autores.

Nesta etapa, é fundamental ressaltar que o etanol utilizado como solvente apresenta uma leve acidez residual. Por esse motivo, aplicou-se um fator de correção na equação por meio da titulação de um ensaio em "branco" (apenas solvente e indicador), subtraindo o volume de NaOH gasto do volume total da titulação da amostra. Esse procedimento permite determinar a acidez titulável real, que reflete exclusivamente os ácidos graxos livres liberados pela degradação da manteiga.

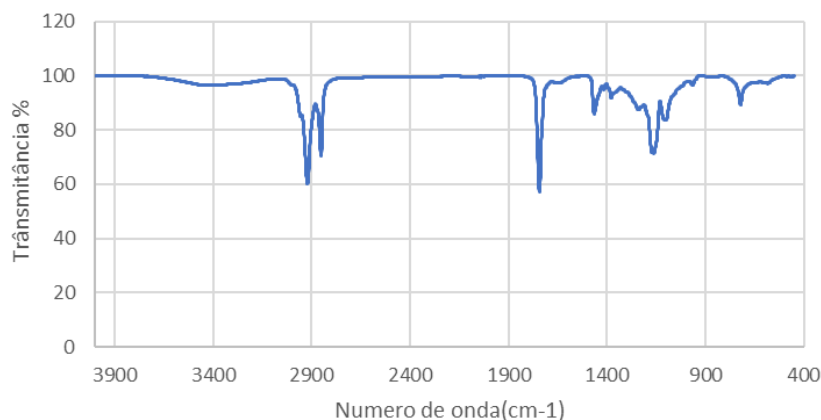
Para o cálculo do índice de acidez, empregou-se a expressão:

$$Acidez (\%) = \frac{G \times 2,13}{MA}$$

Utilizando os valores obtidos, substituiu-se diretamente na equação, resultando em uma acidez aproximada de 0,65%. Ao comparar esse valor preliminar com a literatura, observa-se que ele é coerente. Segundo Vaz (2015) e a legislação vigente, a acidez da manteiga de boa qualidade deve ser baixa, e valores próximos a 0,65% indicam o início da liberação de ácidos graxos livres. Portanto, serve como referência comparativa para as análises subsequentes, que serão conduzidas com maior rigor metodológico e com a amostra definitiva destinada aos testes com os filmes. Embora a análise das embalagens de amido esteja em finalização, os resultados preliminares confirmam que o método é sensível para monitorar a estabilidade lipídica, permitindo validar a eficácia dos novos filmes no retardamento da rancificação.

Paralelamente, a espectroscopia no infravermelho (IV) foi iniciada para identificar os padrões lipídicos da manteiga, o espectro IV da manteiga está representado na figura 2.

Figura 2 - Espectro IV da manteiga



Fonte: Autores.

A conclusão dos testes com os filmes permitirá realizar novas varreduras no FTIR, correlacionando as alterações no perfil espectral à eficácia das embalagens na proteção da manteiga.

Considerações finais

Até a presente etapa, a pesquisa permitiu a consolidação das técnicas fundamentais para o estudo da degradação dos lipídios da manteiga. Demonstrando que a oxidação pode ser influenciada significativamente por fatores externos como a incidência de luz, temperatura e o tempo de exposição ao oxigênio, que aceleram a quebra das cadeias lipídicas. Os dados iniciais indicam uma correlação direta entre o tempo de armazenamento e o aumento da acidez titulável, com o FTIR sugerindo alterações estruturais típicas da degradação lipídica.

Os estudos seguem para a fase final com o monitoramento das amostras em embalagens de amido para mapear a perda de estabilidade do alimento. O objetivo final será determinar as condições ideais para retardar a rancificação e fornecer dados concretos sobre a eficácia das embalagens propostas no controle desse processo natural.

Referências

CAMISA, Jaqueline. **Influência do uso de um substituto de renina no rendimento,**



proteólise e características sensoriais do queijo minas padrão. UNOPAR - Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2011. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/2860/1/cc9bc2e484fda1eb567387a799e38020.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2025.

CARVALHO, M. L. B. **Avaliação da estabilidade termo-oxidativa do óleo das sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench).** 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 25 Nov. 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7051>. Acesso em: 12 abr. 2025.

FERRARI, C. K. B. **Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas.** Scielo. Campinas, São Paulo, jun. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/3fvHSvtHgbjXgYjRQqm8QKr/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 abr. 2025.

KANNER, J. Oxidative processes in meat and meat products: Quality implications. **Meat Science**, v. 36, n. 1/2, p.169-189, 1994. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90040-X](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90040-X). Acesso em: 22 abr. 2025.

MAIA, K. S. **Efeitos de agentes naturais na qualidade de manteiga de garrafa.** Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/d957b136-6b6b-461b-aff1-c93fcc1e0982/content>. Acesso em: 12 abr. 2025.

OLIVEIRA, M. A. de; LORINI, I.; MANDARINO, J. M. G.; BENASSI, V. T.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, F. A.; HIRAKURI, M. H.; LEITE, R. S.; OSTAPECHEN, C. F.; SANTOS, L. E. G. **Determinação do índice de acidez titulável dos grãos de soja colhidos nas safras 2014/2015 e 2015/16 no Brasil.** Embrapa Soja, Londrina, PR, 2018, p. 58-60. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1092729/1/Indicedeacideztitulavel.p.5860.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2025.

PEREIRA, G. B. de J. et al. **Fabricação de papel pela celulose da bainha do palmito e determinação de suas propriedades físico-químicas.** Instituto Federal de Santa Catarina, 2023. Acesso em: 15 jun. 2025.

ROMANI, V. P; MARTINS, V. G.; SOARES, L. A. S. **Oxidação lipídica e compostos fenólicos como antioxidantes em embalagens ativas para alimentos.** Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, v. 27, n. 1, p. 38-56, 2017. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vetor/article/view/7052/7414>. Acesso em: 15 maio 2025.

VAZ, L. P. **Caracterização físico-química e sensorial de manteiga da terra durante armazenamento controlado.** 2015. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7927>. Acesso em: 17 maio 2025.

