

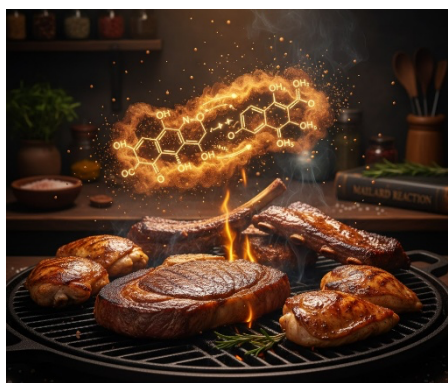
REAÇÃO DE MAILLARD NO PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS: IMPLICAÇÕES TECNOLÓGICAS E NUTRICIONAIS PARA A AGROINDÚSTRIA

Amise Miranda Guimarães, Barbara da Silva Resende, Fernando Silva Chagas, Kássia Amanda Rodrigues Vieira, Verusca Andraus Rezende, Marco Antônio Pereira da Silva, Celso Martins Belisario

Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde

E-mail: fernando.chagas@estudante.ifgoiano.edu.br

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19095737>



Análise dos efeitos da reação de Maillard no processamento de alimentos, destacando impactos na qualidade sensorial, perda de lisina e formação de compostos indesejáveis, com recomendações de controle para processos agroindustriais.

INTRODUÇÃO

A reação de Maillard é uma das transformações químicas mais relevantes associadas ao processamento térmico de alimentos. Trata-se de uma reação não enzimática que ocorre entre grupos amino livres de aminoácidos ou proteínas e açúcares redutores, resultando na formação de compostos responsáveis pelo desenvolvimento de cor, aroma e sabor característicos em diversos alimentos processados (FENNEMA, 2010; HODGE, 1953).

Essa reação foi descrita originalmente pelo químico francês Louis Camille Maillard em 1912 e, desde então, tornou-se um dos fenômenos mais estudados na química de alimentos devido à sua forte influência na qualidade sensorial e tecnológica dos produtos alimentícios (HODGE, 1953).

Os compostos gerados durante essa reação incluem uma ampla variedade de moléculas voláteis responsáveis por aromas característicos, bem como pigmentos escuros conhecidos como melanoidinas, que contribuem para a coloração típica de alimentos submetidos ao aquecimento (FENNEMA, 2010).

Estudos em produtos lácteos demonstram que a intensidade do processamento pode aumentar a formação desses derivados, levando à deterioração parcial da fração proteica e à diminuição do valor nutricional da proteína (EVANGELISTI et al., 1999). Além disso, revisões recentes destacam que, embora a reação de Maillard contribua para características sensoriais desejáveis, ela também pode

afetar a qualidade nutricional das proteínas quando ocorre em condições de aquecimento mais intensas ou prolongadas (KATHURIA et al., 2023).

Diante desse contexto, o objetivo deste artigo é discutir os principais mecanismos da reação de Maillard e seus impactos na qualidade sensorial, valor nutricional e segurança dos alimentos, apresentando aplicações e estratégias de controle relevantes para a agroindústria.

DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Fundamentos químicos da reação de Maillard

A reação de Maillard ocorre inicialmente pela condensação entre o grupo carbonila de um açúcar redutor e o grupo amino livre de um aminoácido ou proteína. Esse processo resulta na formação de uma base de Schiff, que posteriormente sofre rearranjos estruturais formando compostos intermediários conhecidos como produtos de Amadori (HODGE, 1953).

A partir desses intermediários, ocorrem diversas reações secundárias, incluindo desidratação, fragmentação e polimerização, que levam à formação de uma ampla variedade de compostos responsáveis pelas características sensoriais típicas de alimentos submetidos ao aquecimento (KATHURIA et al., 2023).

Entre os produtos formados destacam-se compostos voláteis responsáveis por aromas característicos e pigmentos escuros denominados melanoidinas, que estão associados ao escurecimento não enzimático dos alimentos (MAILLARD, 1912; HODGE, 1953).

Impactos nutricionais da reação de Maillard

Embora a reação de Maillard contribua significativamente para o desenvolvimento de características sensoriais desejáveis, sua ocorrência pode reduzir o valor nutricional dos alimentos processados. A lisina é um dos aminoácidos mais suscetíveis à reação com açúcares redutores. Quando essa reação ocorre, formam-se compostos derivados que reduzem a disponibilidade metabólica desse aminoácido essencial, diminuindo o valor biológico das proteínas presentes no alimento (KATHURIA et al., 2023).

Além disso, em condições de processamento caracterizadas por altas temperaturas e baixa atividade de água, podem ser formados compostos potencialmente indesejáveis resultantes da degradação de açúcares e aminoácidos durante o avanço da reação de Maillard (KATHURIA et al., 2023). Esses efeitos tornam essencial o controle adequado das condições de processamento térmico em sistemas alimentares industriais.

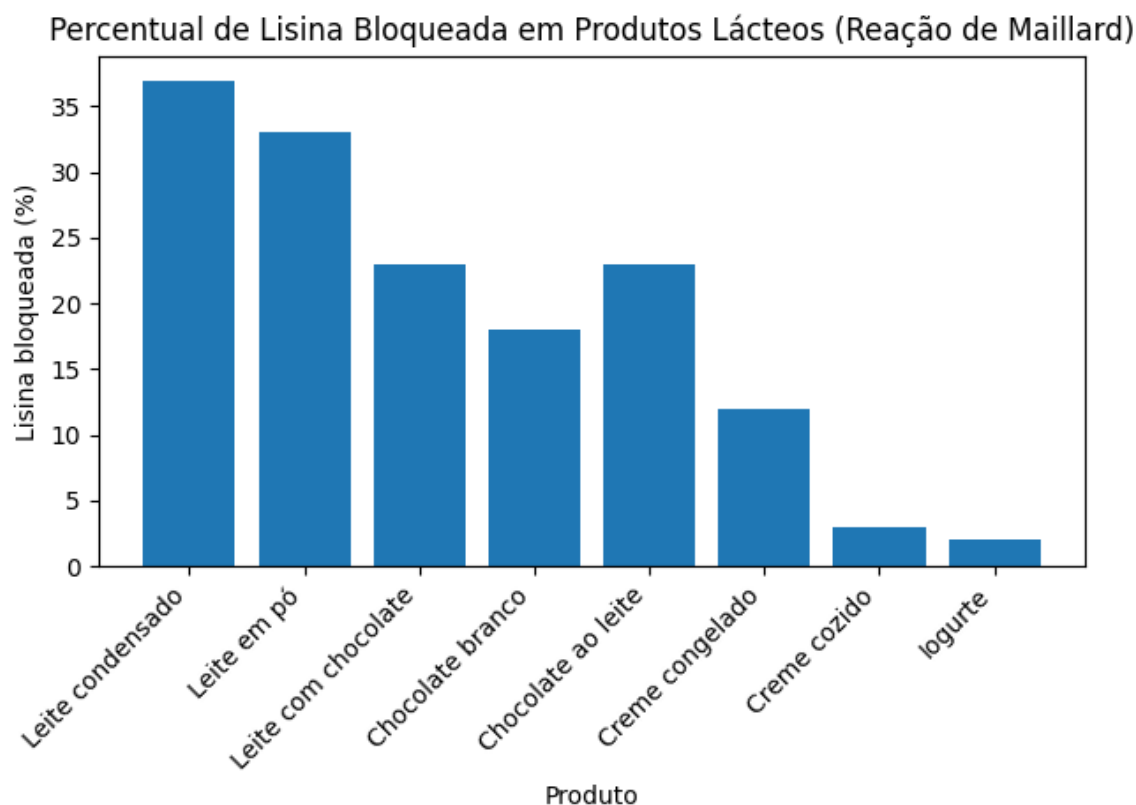
Na indústria de alimentos, o controle da reação de Maillard representa um desafio tecnológico importante, pois é necessário equilibrar o desenvolvimento de características sensoriais desejáveis com a preservação do valor nutricional dos alimentos.

Em produtos submetidos a aquecimento, como alimentos cárneos grelhados, produtos de panificação e alimentos processados à base de cereais, a reação contribui para o desenvolvimento de

cor e aroma característicos que influenciam diretamente a aceitação do consumidor (KATHURIA et al., 2023).

Estudos sobre qualidade proteica em produtos lácteos demonstram que a reação de Maillard pode resultar em perdas significativas de lisina disponível. Em diferentes produtos comerciais, a fração de lisina bloqueada pode variar de aproximadamente 2,5 % em creme cozido até cerca de 35–38 % em leite condensado, dependendo da intensidade do processamento térmico aplicado (EVANGELISTI et al., 1999) (Figura 1).

Figura 1 – Percentual de lisina bloqueada em diferentes produtos lácteos em função do processamento térmico



Fonte: Adaptado pelos autores.

Por outro lado, em processos industriais que envolvem tratamento térmico intenso, como esterilização ou processamento de longa duração, a reação pode resultar em perdas nutricionais relevantes e na formação de compostos indesejáveis.

Dessa forma, o controle de parâmetros como temperatura, tempo de processamento e atividade de água torna-se fundamental para otimizar a qualidade final dos alimentos processados e minimizar impactos nutricionais negativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reação de Maillard constitui um dos principais fenômenos químicos associados ao processamento térmico de alimentos, sendo responsável por importantes características sensoriais como cor, aroma e sabor. No entanto, o avanço excessivo dessa reação pode resultar em perdas

nutricionais, especialmente pela redução da disponibilidade de aminoácidos essenciais como a lisina, além da formação de compostos indesejáveis.

O controle adequado das condições de processamento, incluindo temperatura, tempo de aquecimento e atividade de água, é essencial para equilibrar qualidade sensorial e valor nutricional dos alimentos. Para a agroindústria, a compreensão dos mecanismos da reação de Maillard e de seus impactos tecnológicos representa uma ferramenta importante para o desenvolvimento de processos mais eficientes e para a produção de alimentos com maior qualidade e segurança.

REFERÊNCIAS

EVANGELISTI, F. et al. Deterioration of protein fraction by Maillard reaction in dietetic milks. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 66, n. 2, p. 237–243, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0022029999003437>. Acesso em: 15 mar. 2026.

FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

HODGE, J. E. Chemistry of browning reactions in model systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 1, n. 15, p. 928–943, 1953. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf60015a004>. Acesso em: 15 mar. 2026.

KATHURIA, D. et al. Maillard reaction in different food products: effect on product quality, human health and mitigation strategies. **Food Control**, v. 153, 109911, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109911>. Acesso em: 15 mar. 2026.

MAILLARD, L. C. Action des acides aminés sur les sucres; formation des mélanoidines. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, Paris, v. 154, p. 66–68, 1912. Disponível em: https://wicri-demo.istex.fr/Wicri/Europe/France/GrandEst/Lorraine/fr/index.php/C.r.hebd.s%C3%A9ances_Acad.sci.%281912%29_Gautier. Acesso em: 15 mar. 2026.