



IMPLICAÇÕES NA SAÚDE DO CONSUMO DE LIPÍDIOS OXIDADOS ORIUNDOS DE CÂRNEOS PROCESSADOS: REVISÃO DE ESCOPO

TATIANA LABRE DA SILVA; JÚLIA DOS SANTOS FONSECA; HÉRIMA LABRE DA SILVA; AMANDA MACHADO FERRAZ; FERNANDA DE JORGE GOUVÊA

RESUMO

O presente estudo consiste em uma revisão de literatura sobre o efeito do consumo de compostos lipídicos oxidados na saúde. A carne é um alimento com elevada preferência entre os consumidores e apresenta fração lipídica composta por ácidos graxos e colesterol. Estes, devido a presença de duplas ligações, são suscetíveis à processos oxidativos iniciados por radicais livres com formação de compostos oxidados, o que ocasiona perdas na qualidade e na segurança dos alimentos. Em consequência, os antioxidantes sintéticos são amplamente utilizados pela indústria alimentícia. Entretanto, estes compostos apresentam risco à saúde dos consumidores, com restrições de uso. Assim a utilização de fontes naturais de compostos com propriedades antioxidantes representa uma estratégia para reduzir a oxidação lipídica em produtos cárneos de origem animal, além de agregarem sabor, aroma e cor.

Palavras-chave: ácidos graxos; antioxidantes naturais; colesterol; oxidação; radicais livres.

1 INTRODUÇÃO

A carne é composta por 60 a 80% de água e 15 a 25% de proteína, o restante formado principalmente por gordura, sais, pigmentos e vitaminas. E apesar de preferida pela maioria dos consumidores, compõe o grupo de alimentos com elevado teor de colesterol e de ácidos graxos saturados (AGS), com níveis reduzidos de ácidos graxos insaturados (AGI). Todavia, há evidências crescentes de que o alto consumo de carne especialmente processada está associada a riscos de várias doenças crônicas (WOLK, 2017).

Além de ácidos graxos, a fração lipídica dos alimentos é composta por esteróis, denominados fitosteróis em vegetais e colesterol em produtos de origem animal, suscetíveis à oxidação em alimentos de forma similar à oxidação dos AGI, via mecanismo de auto-oxidação acarretando na formação de produtos da oxidação do colesterol (POCs) (SMITH, 1987). A auto-oxidação é associada à reação de oxigênio com AGI através de um mecanismo de reações em cadeia de radicais, espécies químicas instáveis e de alta reatividade que contêm um ou mais elétrons não pareados (KUMAR *et al.*, 2015).

A oxidação lipídica é um fenômeno complexo que pode ocorrer por meio de três mecanismos: foto-oxidação, oxidação enzimática e auto-oxidação. Em alimentos, a principal via de oxidação é a auto-oxidação, que ocorre na presença de oxigênio e iniciadores como luz, calor, fotossensibilizadores, metais e espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (MARIUTTI e BRAGAGNOLO, 2017).

Os tipos de óxidos lipídicos nos alimentos são diversos e complexos, e cada vez mais pesquisas serão realizadas sobre oxidação lipídica em ciência dos alimentos e saúde nutricional (CASSANI; MARCOVICH; GOMEZ-ZAVAGLIA, 2022), o que afeta diretamente a qualidade dos alimentos. Além da perda de AG essenciais, os radicais livres podem destruir vitaminas

lipossolúveis e outros compostos bioativos (RODRIGUEZ-AMAYA e SHAHIDI, 2021).

No presente estudo, serão abordados alguns dos efeitos à saúde relacionados ao consumo de compostos lipídicos oxidados, assim como a utilização de estratégias para prevenção à oxidação lipídica.

2 METODOLOGIA

Para elaboração do presente estudo foi feita uma busca de artigos científicos, na base de dados Capes, com seleção através o uso das palavras contidas no título e nas palavras-chave.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os lipídios oxidados, os radicais livres e outros oxidantes quando ingeridos, são responsáveis pelo envelhecimento, doenças autoimunes, inflamatórias, cardiovasculares, degenerativas (como o câncer), hepáticas, catarata, declínio imunológico e disfunções cerebrais (KIMURA-OVANDO, 2020; MENDES *et al.*, 2012). Os AGPI são os principais AG estudados quando se considera oxidação lipídica (CARVALHO *et al.*, 2021). Estes, sofrem deterioração iniciada por radicais durante a oxidação, um dos problemas mais significativos de qualidade e desperdício de alimentos (BAYRAM e DECKER, 2023).

A presença de AGPI eleva a suscetibilidade à oxidação, com perda de propriedades funcionais e deterioração do valor nutricional dos alimentos. Dentre os ácidos graxos (AG), os pertencentes a série ω^3 apresentam funções biológicas no organismo, além de atributos sensoriais (WANG *et al.*, 2020). Estes, são considerados essenciais quando obtidos exclusivamente por meio da dieta (LEE *et al.*, 2021), e atuam na regulação da atividade mitocondrial de células musculares e normalizam a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), com proteção contra a perda de massa muscular e melhora a morbimortalidade de pacientes (CAPPELLARI *et al.*, 2022).

Apesar de a instabilidade da fração lipídica se dever aos teores de AGPI, esses compostos exercem funções estruturais e regulatórias importantes na fisiologia humana, relacionadas aos efeitos benéficos à saúde como a prevenção ao desenvolvimento da aterosclerose, embolia, hipertrigliceremia, hipertensão e doenças autoimunes, além de aprimorar as funções cognitivas (MILES *et al.*, 2021; SCHACKY, 2021).

Em relação ao colesterol (C₂₇H₄₆O), representa o principal esteroide nos tecidos animais, com elevado peso molecular e constitui-se como principal componente da fração insaponificável dos óleos e gordura. Este esteroide é uma molécula complexa com quatro anéis que apresenta funções biológicas essenciais, precursor de hormônios esteróis, constituinte de membranas plasmáticas de animais, presente na forma livre ou esterificada em cadeias longas de AG, com implicações à saúde devido a oxidação, predispondo a aterosclerose (DINH e THOMPSON, 2015).

Os POCs são formados em consequência da redução da energia de ativação necessária para a abstração do hidrogênio, com formação de radicais livres, o que inicia reações em cadeia da auto-oxidação (BARRIUSO; ANSORENA; ASTIASARÁN, 2017). A ingestão de POCs causa efeitos deletérios a saúde e sua composição varia sob influência da ação do oxigênio, calor, ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), água, pH, radiação, embalagens e armazenamento inadequados (VICENTE *et al.*, 2012). Estes, são decorrentes de temperaturas elevadas, principalmente, e ocorrem involuntariamente em preparações domésticas e industriais (OLIVEIRA *et al.*, 2022; FERREIRA *et al.*, 2017, 2022).

O nível de colesterol no sangue não depende apenas ingestão deste através da alimentação, mas sofre a influência da relação entre AGI e AGS. A composição de AG é importante do ponto de vista nutricional, especialmente a razão entre AGPI e AGS, a razão entre ácidos graxos aterogênicos e a proporção ω^6/ω^3 (STAJIĆ *et al.*, 2011). No sangue, o

colesterol é uma substância serosa e auxilia na digestão, produção de hormônios, síntese celular e de vitamina D. Contudo, a oxidação do colesterol da membrana celular é uma característica de muitas condições patológicas, consequência da formação de radicais livres e reações enzimáticas, o que eleva o risco de doenças cardíacas e hepáticas. Os distúrbios relacionados ao colesterol são a aterosclerose e a trombose cerebral, que causam angina, ataque cardíaco e derrame devido ao estreitamento das artérias (URSAN; ODNOSHIVKINA; PETROV, 2020). Maldonado-Pereira *et al.* (2018) ressaltaram que os POCs são formados tanto em alimentos de origem animal, quanto no corpo humano. E seus efeitos vão desde os processos mutagênicos até distúrbios neurodegenerativos, via mecanismos moleculares pouco explorados. Assim, diferentes processos de oxidação formam oxisteróis no organismo humano, alguns com a participação de sistemas enzimáticos e são eliminados pelo lúmen intestinal, esterificados ou distribuídos em lipoproteínas para diferentes tecidos, ou degradados.

Os POCs estão associados a processos de inflamação, citotoxicidade, aterogênese, carcinogênese, alterações nas propriedades da membrana celular e desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas como Alzheimer, Parkinson e Huntington, além de alterações pró-oxidativas (CAIS-SOKOLIŃSKA e RUDZIŃSKA, 2018) e de propriedades das membranas celulares e no metabolismo do colesterol (MALAGUTI *et al.*, 2019; PANDIAN; KUMAR; JAYAKUMAR, 2021)

Ao contrário do colesterol, algumas formas de óxidos podem facilmente cruzar a barreira hemato-encefálica e elevar os níveis de oxisteróis na circulação e no cérebro, ocasionando aumento da inflamação, com danos para células cerebrais (CHOROSZYŃSKI; BARCIKOWSKA; BARCZAK, 2022). Todavia, Zmysłowski e Szterk (2019) elucidaram que oxisteróis formados por reações enzimáticas ou não enzimáticas auxiliam no estabelecimento do equilíbrio do corpo humano, cujos mecanismos são alterados durante processos de doenças, úteis como biomarcadores para diagnóstico ou monitoramento da progressão dessas perturbações, a exemplo do 24(S)-hCh, utilizado como marcadores em diferentes fases da progressão de esclerose múltipla e de doenças de Huntington (HD).

As reações entre radicais livres dão origem a compostos não radicais e alteram a própria propagação. Contudo, reações entre radicais livres e antioxidantes também ocorrem nesta etapa (HADIDI *et al.*, 2022). Todavia, os compostos antioxidantes também podem ser degradados durante o aquecimento, em que os óxidos de colesterol não são os únicos produtos do processo oxidativo (CARVALHO *et al.*, 2021).

Em alimentos, os antioxidantes capturam os radicais produzidos pela oxidação e finalmente os neutralizam (WANG *et al.*, 2023). A incorporação de antioxidantes exógenos nos sistemas alimentares é necessária em contrapartida a demanda por produtos mais saudáveis. Adicionalmente, a preocupação crescente com a saúde, relacionada ao uso de antioxidantes sintéticos, estimula a indústria de alimentos a identificar alternativas para minimizar a oxidação lipídica a fim de melhorar a qualidade e segurança alimentar (BAYRAM e DECKER, 2023), a exemplo do uso de compostos antioxidantes naturais de origem vegetal.

A preferência dos consumidores por alimentos adicionados de produtos naturais é notável, visto que estão mais conscientes da relação entre seus hábitos alimentares e a qualidade nutricional. Desta forma, há tendência de substituição parcial ou total substituição de aditivos sintéticos por naturais, não só pelas atividades antioxidantes e antimicrobianas, mas devido aos aspectos sensoriais que conferem ao produto, impulsionando a venda desses alimentos (EMBUSCADO, 2019; SANTOS *et al.*, 2018). De forma concomitante, a preocupação crescente com a saúde relacionada ao uso de antioxidantes sintéticos, estimula a indústria de alimentos a identificar alternativas para minimizar a oxidação lipídica e assim melhorar a qualidade e segurança alimentar (BAYRAM e DECKER, 2023).

4 CONCLUSÃO

Os produtos cárneos processados apresentam a fração lipídica suscetível a reações oxidativas, com formação de compostos oxidados. Estes, predispõem a ocorrência de aterosclerose, embolia, hipertrigliceremia, hipertensão, alteração das funções cognitivas, envelhecimento, doenças autoimunes, inflamatórias, cardiovasculares, degenerativas (como o câncer), hepáticas, catarata, declínio imunológico e disfunções cerebrais, a exemplo do Alzheimer, Parkinson e Huntington. Todavia, o efeito protetivo à oxidação lipídica pelo uso de fontes naturais na tecnologia de fabricação de produtos cárneos é recurso para elevar a saudabilidade desses alimentos, somado aos benefícios sensoriais.

REFERÊNCIAS

- BARRIUSO, B.; ANSOARENA, D.; ASTIASARÁN, I. Oxysterols formation: A review of a multifactorial process. **Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, v.169, p.39–45, 2017. DOI: 10.1016/j.jsbmb.2016.02.027.
- BAYRAM, I.; DECKER, E.A. Underlying mechanisms of synergistic antioxidant interactions during lipid oxidation. **Trends in Food Science & Technology**, v.133, p.219–230, 2023. DOI: 10.1016/j.tifs.2023.02.003.
- CAIS-SOKOLIŃSKA, D.; RUDZIŃSKA, M. Short communication: Cholesterol oxidation products in traditional buttermilk. **Journal of Dairy Science**, v.101, p.3829–3834, 2018. DOI: 10.3168/jds.2017-13942.
- CARVALHO, I.O.A.M. DE; OLIVEIRA, V.S. DE; CHÁVEZ, D.W.H.; GAMALLO, O.D.; CASTRO, R.N.; SAWAYA, A.C.H.F.; SAMPAIO, G.R.; TORRES, E.A.F. DA S.; SALDANHA, T. The use of lemon juice and its role on polyunsaturated fatty acids and cholesterol oxides formation in thermally prepared sardines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.104, 2021. DOI: 10.1016/j.jfca.2021.104087.
- CASSANI, L.; MARCOVICH, N.E.; GOMEZ-ZAVAGLIA, A. Valorization of fruit and vegetables agro-wastes for the sustainable production of carotenoid-based colorants with enhanced bioavailability. **Food Research International**, v.152, p.110924, 2022. DOI: 10.1016/j.foodres.2021.110924.
- CHOROSZYŃSKI, M.; BARCIKOWSKA, M.; BARCZAK, A. Metabolism and the Effect of Animal-Derived Oxysterols in the Diet on the Development of Alzheimer's Disease. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v.78, p.125–132, 2022. DOI: 10.1159/000520514.
- DINH, T.; THOMPSON, L. **Cholesterol: Properties, Processing Effects, and Determination**. 1.ed. [s.l.] Elsevier Ltd., 2015. 60–69p. DOI: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00150-1.
- EMBUSCADO, M.E. Bioactives from culinary spices and herbs: a review. **Journal of Food Bioactives**, v.6, 2019. DOI: 10.31665/jfb.2019.6186.
- FERREIRA, F.S.; OLIVEIRA, V.S. DE; CHÁVEZ, D.W.H.; CHAVES, D.S.; RIGER, C.J.; SAWAYA, A.C.H.F.; GUIZELLINI, G.M.; SAMPAIO, G.R.; TORRES, E.A.F. DA S.; SALDANHA, T. Bioactive compounds of parsley (*Petroselinum crispum*), chives (*Allium schoenoprasum* L) and their mixture (Brazilian cheiro-verde) as promising antioxidant and anti-cholesterol oxidation agents in a food system. **Food Research International**, v.151,

2022. DOI: 10.1016/j.foodres.2021.110864.

FERREIRA, F.S.; SAMPAIO, G.R.; KELLER, L.M.; SAWAYA, A.C.H.F.; CHÁVEZ, D.W.H.; TORRES, E.A.F.S.; SALDANHA, T. Impact of Air Frying on Cholesterol and Fatty Acids Oxidation in Sardines: Protective Effects of Aromatic Herbs. **Journal of Food Science**, v.82, p.2823–2831, 2017. DOI: 10.1111/1750-3841.13967.

GORTAN CAPPELLARI, G.; SEMOLIC, A.; RUOZI, G.; BARBETTA, D.; BORTOLOTTI, F.; VINCI, P.; ZANETTI, M.; MAK, R.H.; GARIBOTTO, G.; GIACCA, M.; BARAZZONI, R. n-3 PUFA dietary lipid replacement normalizes muscle mitochondrial function and oxidative stress through enhanced tissue mitophagy and protects from muscle wasting in experimental kidney disease. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v.133, p.155242, 2022. DOI: 10.1016/j.metabol.2022.155242.

HADIDI, M.; ORELLANA-PALACIOS, J.C.; AGHABABAEI, F.; GONZALEZ-SERRANO, D.J.; MORENO, A.; LORENZO, J.M. Plant by-product antioxidants: Control of protein-lipid oxidation in meat and meat products. **Lwt**, v.169, p.114003, 2022. DOI: 10.1016/j.lwt.2022.114003.

KIMURA-OVANDO, A. Functional foods. **Medicina Interna de Mexico**, v.36, p.S8–S10, 2020. DOI: 10.24245/mim.v36id.4964.

KUMAR, Y.; YADAV, D.N.; AHMAD, T.; NARSAIAH, K. Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.14, p.796–812, 2015. DOI: 10.1111/1541-4337.12156.

LEE, S.H.; KIM, Y.B.; KIM, D.H.; LEE, D.W.; LEE, H.G.; JHA, R.; LEE, K.W. Dietary soluble flaxseed oils as a source of omega-3 polyunsaturated fatty acids for laying hens. **Poultry Science**, v.100, p.101276, 2021. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101276.

MALAGUTI, M.; CARDENIA, V.; RODRIGUEZ-ESTRADA, M.T.; HRELIA, S. Nutraceuticals and physical activity: Their role on oxysterols-mediated neurodegeneration. **Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, v.193, p.105430, 2019. DOI: 10.1016/j.jsbmb.2019.105430.

MALDONADO-PEREIRA, L.; SCHWEISS, M.; BARNABA, C.; MEDINA-MEZA, I.G. The role of cholesterol oxidation products in food toxicity. **Food and Chemical Toxicology**, v.118, p.908–939, 2018. DOI: 10.1016/j.fct.2018.05.059.

MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. **Food Research International**, v.94, p.90–100, 2017. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.02.003.

MENDES, D.B.; LEMES, L.S.; CARLOS, R.; CRUZ, S.; LÚCIA, M.; CASTRO, L. DE; CARNEIRO, L.C.; GAZZOLA, A.; CUNHA, D.A.; PAIAO, G.D.; VESCOVE, I.; ED, P.; CASTRO, C.; PEREIRA, R.J.; CARDOSO, M. DAS G.; BRIEGA, D.; SOUSA, R.F.D.T.M.; SOUSA, R.F.D.T.M.; GOBETTI, S.T.D.C. Metabólitos secundários e hipertireodismo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3, p.1–69, 2012.

MILES, E.A.; CHILDS, C.E.; CALDER, P.C. Long-chain polyunsaturated fatty acids

(LCPUFAs) and the developing immune system: A narrative review. **Nutrients**, v.13, p.1–21, 2021. DOI: 10.3390/nu13010247.

OLIVEIRA, V.S. DE; CHÁVEZ, D.W.H.; PAIVA, P.R.F.; GAMALLO, O.D.; CASTRO, R.N.; SAWAYA, A.C.H.F.; SAMPAIO, G.R.; TORRES, E.A.F. DA S.; SALDANHA, T. Parsley (*Petroselinum crispum* Mill.): A source of bioactive compounds as a domestic strategy to minimize cholesterol oxidation during the thermal preparation of omelets. **Food Research International**, v.156, 2022. DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111199.

PANDIAN, M.; KUMAR, V.A.; JAYAKUMAR, R. Antiseptic chitosan bandage for preventing topical skin infections. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.193, p.1653–1658, 2021. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.11.002.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; SHAHIDI, F. **Oxidation of lipids**. [s.l.] INC, 2021. 125–170p. DOI: 10.1016/b978-0-12-817380-0.00004-x.

SANTOS, S.; SALEM, R.D.S.; GRANATO, D.; MORTAZAVIAN, A.M.; ROCHA, R.S.; CRUZ, A.G. ScienceDirect Effects of herbal extracts on quality traits of yogurts, cheeses, fermented milks, and ice creams: a technological perspective. 2018. DOI: 10.1016/j.cofs.2017.11.013.

SCHACKY, C. VON. Importance of epa and dha blood levels in brain structure and function. **Nutrients**, v.13, 2021. DOI: 10.3390/nu13041074. SMITH, L.L. v.44, p.87–125, 1987.

STAJIĆ, S.; ŽIVKOVIĆ, D.; PERUNOVIĆ, M.; ŠOBAJIĆ, S.; VRANIĆ, D. Cholesterol content and atherogenicity of fermented sausages made of pork meat from various breeds. **Procedia Food Science**, v.1, p.568–575, 2011. DOI: 10.1016/j.profoo.2011.09.086.

URSAN, R.; ODNOSHIVKINA, U.G.; PETROV, A.M. Membrane cholesterol oxidation downregulates atrial β -adrenergic responses in ROS-dependent manner. **Cellular Signalling**, v.67, p.109503, 2020. DOI: 10.1016/j.cellsig.2019.109503.

VICENTE, S.J.V.; SAMPAIO, G.R.; FERRARI, C.K.B.; TORRES, E.A.F.S. Oxidation of Cholesterol in Foods and Its Importance for Human Health. **Food Reviews International**, v.28, p.47–70, 2012. DOI: 10.1080/87559129.2011.594972.

WANG, D.; XIAO, H.; LYU, X.; CHEN, H.; WEI, F. Lipid oxidation in food science and nutritional health: A comprehensive review. **Oil Crop Science**, 2023. DOI: 10.1016/j.ocsci.2023.02.002.

WANG, Y.; LIU, Y.; MA, L.; LI, H.; WANG, Z.; XU, J.; XUE, C. The oxidation mechanism of phospholipids in Antarctic krill oil promoted by metal ions. **Food Chemistry**, v.333, 2020. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127448.

WOLK, A. Potential health hazards of eating red meat. **Journal of Internal Medicine**, v.281, p.106–122, 2017. DOI: 10.1111/joim.12543.

ZMYSŁOWSKI, A.; SZTERK, A. Oxysterols as a biomarker in diseases. **Clinica Chimica Acta**, v.491, p.103–113, 2019. DOI: 10.1016/j.cca.2019.01.022.