



Nutrologia e epigenética: como a alimentação modula a expressão gênica e a longevidade

Ana Júlia Gondim Bernardino¹, Jarbas Gomes Duarte Neto¹, Aldízio Adam dos Santos Rebouças¹, Raquel Virgínia Matheus Silva Gomes¹, Ana Paula Borba Botelho¹, Matheus Cavalcante Muricy², Yanca Marina Pereira Pozzer², Juliana Claudia Araújo², Lucas Yuri Batista de Lira², Lorena Cunha Silva², Emanuel Bazanella Busatta², Ana Carolina dos Santos Rocha², Izabela de Carvalho Silveira Nogueira³



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n4p768-777>

Artigo recebido em 06 de Março e publicado em 16 de Abril de 2025

ARTIGO DE REVISÃO

RESUMO

A nutrologia e a epigenética são campos inter-relacionados que investigam como a alimentação pode influenciar a expressão gênica e, consequentemente, a longevidade humana. A epigenética estuda modificações hereditárias na expressão gênica que não envolvem alterações na sequência do DNA, sendo influenciadas por fatores ambientais, incluindo a dieta. A nutrição desempenha um papel fundamental na modulação epigenética por meio de mecanismos como a metilação do DNA, modificações de histonas e a regulação por micro-RNAs. Nutrientes específicos, como folato, vitaminas B12 e B6, são cofatores essenciais no metabolismo de um carbono, crucial para a metilação adequada do DNA. A deficiência desses nutrientes pode levar a padrões aberrantes de metilação, afetando a expressão gênica e aumentando o risco de doenças crônicas. Além disso, compostos bioativos presentes em alimentos, como poliaminas encontradas em frutas, vegetais e grãos integrais, têm sido associados à proteção contra o declínio cognitivo e doenças cardiovasculares, contribuindo para um envelhecimento saudável. A restrição calórica também tem sido amplamente estudada por seus efeitos epigenéticos. Evidências sugerem que a redução na ingestão calórica pode levar a alterações na metilação do DNA e na modificação de histonas, resultando em uma expressão gênica que favorece a longevidade. Essas mudanças epigenéticas podem melhorar a resistência ao estresse oxidativo e reduzir a incidência de doenças relacionadas à idade. A adoção de hábitos de vida saudáveis, incluindo uma dieta balanceada rica em nutrientes essenciais, prática regular de atividade física e manejo adequado do estresse, são estratégias fundamentais para promover modificações epigenéticas benéficas. Essas intervenções podem modular a expressão gênica de maneira a favorecer a saúde e a longevidade, destacando a importância da nutrologia na promoção de um envelhecimento saudável. A compreensão desses mecanismos oferece oportunidades para o desenvolvimento de estratégias preventivas e terapêuticas personalizadas, visando um envelhecimento saudável e a melhoria da qualidade de vida.

Palavras-chave: Alimentação; Dieta; Expressão Gênica; Nutrientes; Metilação do DNA.

Nutritional Science and Epigenetics: How Diet Modulates Gene Expression and Longevity

ABSTRACT

Nutritional science and epigenetics are interrelated fields that investigate how diet can influence gene expression and, consequently, human longevity. Epigenetics studies hereditary modifications in gene expression that do not involve changes in the DNA sequence but are influenced by environmental factors, including diet. Nutrition plays a fundamental role in epigenetic modulation through mechanisms such as DNA methylation, histone modifications, and microRNA regulation. Specific nutrients, such as folate, vitamins B12 and B6, are essential cofactors in one-carbon metabolism, which is crucial for proper DNA methylation. Deficiency in these nutrients can lead to aberrant methylation patterns, affecting gene expression and increasing the risk of chronic diseases. Additionally, bioactive compounds present in food, such as polyamines found in fruits, vegetables, and whole grains, have been associated with protection against cognitive decline and cardiovascular diseases, contributing to healthy aging. Caloric restriction has also been extensively studied for its epigenetic effects. Evidence suggests that reducing caloric intake can lead to changes in DNA methylation and histone modification, resulting in gene expression patterns that favor longevity. These epigenetic changes may enhance resistance to oxidative stress and reduce the incidence of age-related diseases. The adoption of healthy lifestyle habits, including a balanced diet rich in essential nutrients, regular physical activity, and effective stress management, are fundamental strategies for promoting beneficial epigenetic modifications. These interventions can modulate gene expression in a way that favors health and longevity, highlighting the importance of nutritional science in promoting healthy aging. Understanding these mechanisms offers opportunities for the development of personalized preventive and therapeutic strategies aimed at healthy aging and improving quality of life.

Keywords: Nutrition; Diet; Gene Expression; Nutrients; DNA Methylation.

Instituição afiliada: Centro Universitário São Lucas Porto Velho- UNISL¹, Centro Universitário Aparício Carvalho-FIMCA², Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves- UNIPTAN³

Autor correspondente: Ana Júlia Gondim Bernardino- anajugondb@gmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

A nutrigenômica e a epigenética são áreas científicas que investigam a inter-relação entre a ingestão alimentar e a modulação da expressão gênica, influenciando diretamente a longevidade. A epigenética estuda modificações na expressão dos genes que ocorrem sem alterações na sequência do DNA, sendo influenciada por fatores ambientais, como dieta e estilo de vida. Essas modificações incluem a metilação do DNA, alterações nas histonas e a atuação de microRNAs, mecanismos fundamentais para a manutenção da homeostase celular (Silva et al., 2023).

A alimentação exerce um papel central na epigenética, uma vez que nutrientes específicos são cofatores em processos bioquímicos essenciais. O folato, as vitaminas B12 e B6 estão envolvidos no metabolismo do ciclo do metil, essencial para a metilação do DNA. A deficiência desses nutrientes pode ocasionar padrões aberrantes de metilação, comprometendo a expressão gênica e aumentando o risco de doenças metabólicas e neurodegenerativas (Coelho, 2022).

Além disso, compostos bioativos encontrados nos alimentos, como poliaminas, flavonoides e ácidos graxos poli-insaturados, têm sido estudados por seus efeitos protetores sobre a expressão gênica. Essas substâncias podem modular vias epigenéticas, reduzindo a inflamação sistêmica e promovendo a longevidade celular. A restrição calórica, por exemplo, demonstrou influenciar a modulação epigenética ao alterar padrões de metilação do DNA, resultando em aumento da expectativa de vida em diversos modelos experimentais (Bastos, 2009).

Dessa forma, a adoção de hábitos alimentares saudáveis, associada à prática regular de atividade física e ao manejo do estresse, representa uma estratégia eficaz na regulação epigenética favorável à saúde. O estudo contínuo da interação entre nutrologia e epigenética possibilita o desenvolvimento de abordagens terapêuticas personalizadas, direcionadas à prevenção e ao tratamento de doenças crônicas, favorecendo um envelhecimento saudável e com melhor qualidade de vida (Fernandes, 2020).

Este estudo foi motivado pela necessidade de pesquisas que explorem, de forma abrangente, a relação entre a nutrologia e a epigenética, destacando como a

alimentação pode modular a expressão gênica e impactar a longevidade. A escassez de uma síntese consolidada sobre os mecanismos epigenéticos influenciados pela dieta representa uma lacuna significativa no entendimento dos processos biológicos subjacentes ao envelhecimento e às doenças crônicas associadas. A expressão de dados integrados permite uma avaliação precisa dos efeitos da nutrição sobre a regulação epigenética, como a metilação do DNA, modificações das histonas e a ação dos microRNAs, que são essenciais para a homeostase celular.

Nesse contexto, este estudo de revisão tem como objetivo analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre a interação entre a alimentação e a epigenética, contribuindo para o avanço do conhecimento e subsidiando estratégias nutricionais voltadas para a promoção da longevidade e da saúde.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão da literatura, com abordagem qualitativa, que visa analisar a relação entre a nutrologia e a epigenética, enfatizando como a alimentação modula a expressão gênica e impacta a longevidade.

A busca por artigos científicos foi realizada em bases de dados indexadas, incluindo PubMed, Scielo, Lilacs e nos sites e busca: Google Scholar e Web of Science. Foram utilizados os seguintes descritores e combinações, em português e inglês, conforme os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS/MeSH): “Nutrição”, “Epigenética”, “Expressão Gênica”, “Longevidade” e “Metilação do DNA”.

Os critérios de inclusão utilizados abrangeram artigos publicados entre 2012 e 2025, estudos que abordassem a relação entre alimentação e mecanismos epigenéticos e artigos disponíveis em texto completo. Foram excluídos estudos que não se relacionassem diretamente com o tema, revisões redundantes, com baixo fator de impacto e pesquisas com modelos exclusivamente animais ou *in vitro*.

A seleção dos artigos ocorreu em três etapas: leitura dos títulos e resumos para triagem inicial, avaliação dos textos completos para verificação de elegibilidade e extração das informações relevantes para a análise. As evidências coletadas foram organizadas e sintetizadas de forma descritiva, destacando os principais achados sobre os mecanismos epigenéticos influenciados pela alimentação e suas implicações na longevidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interseção entre nutrição e epigenética tem sido objeto de crescente interesse científico, especialmente no que se refere à modulação da expressão gênica e seus efeitos na longevidade. Evidências recentes indicam que componentes dietéticos podem influenciar mecanismos epigenéticos, como a metilação do DNA e modificações de histonas, afetando diretamente genes relacionados ao envelhecimento e à predisposição a doenças crônicas (Rodrigues; Dala-Paula, 2023).

Nesse contexto, a epigenética emerge como um fator crucial para a compreensão do envelhecimento, determinando a forma como cada indivíduo manifesta esse processo e sua suscetibilidade a doenças associadas (Ben-Avraham; Muzumdar; Atzmon, 2012). A interação entre fatores genéticos e ambientais modula as variações fenotípicas da senescência, refletindo a complexidade da regulação biológica ao longo da vida. O envelhecimento caracteriza-se por alterações celulares e bioquímicas progressivas, impulsionadas pelo acúmulo de danos ao DNA e pela instabilidade genômica, o que resulta em disfunções estruturais e funcionais nas células (Siametis; Niotis; Garinis, 2021).

Dentre os mecanismos epigenéticos envolvidos nesse processo, a metilação do DNA destaca-se como um marcador dinâmico da idade biológica, influenciando diretamente a expressão gênica (Benayoun; Pollina; Brunet, 2015). Com o envelhecimento, ocorre uma hipometilação global associada à instabilidade genômica, enquanto a hipermetilação aberrante em regiões promotoras de genes reguladores pode levar à repressão de genes supressores de tumor e de resposta imunológica (Zampieri et al., 2015). Essas alterações epigenéticas não apenas refletem o envelhecimento, mas também contribuem para o desenvolvimento de patologias relacionadas à idade (La Torre; Lo Vecchio; Greco, 2023).

Além disso, as modificações das histonas desempenham papel essencial na regulação da cromatina e na modulação da expressão gênica ao longo da vida (Miller; Grant, 2013). Enquanto a acetilação das histonas favorece a transcrição ao reduzir a compactação da cromatina, a metilação pode ter efeito ativador ou repressivo, dependendo do resíduo modificado (La Torre; Lo Vecchio; Greco, 2023). Alterar esses

padrões pode impactar diretamente a longevidade celular e a funcionalidade dos tecidos, configurando-se como um alvo promissor para intervenções terapêuticas voltadas à mitigação do envelhecimento e suas doenças associadas.

A epigenômica do envelhecimento representa, portanto, um campo inovador, viabilizando novas abordagens para a compreensão da biologia da senescência e para o desenvolvimento de estratégias voltadas à promoção da longevidade saudável (Rutledge; Oh; Wyss-Coray, 2022). A investigação continuada desses mecanismos permitirá a identificação de biomarcadores epigenéticos e a concepção de terapias direcionadas à modulação da expressão gênica, possibilitando intervenções nutricionais e farmacológicas capazes de mitigar os efeitos deletérios do envelhecimento e otimizar a qualidade de vida (Booth; Brunet, 2016).

A epigenética, definida como alterações na expressão gênica que não envolvem mudanças na sequência do DNA, é modulada por fatores ambientais, incluindo a dieta. Nutrientes específicos e compostos bioativos presentes nos alimentos podem atuar como moduladores epigenéticos, promovendo ou inibindo a expressão de genes envolvidos em processos metabólicos e inflamatórios, fundamentais para o envelhecimento saudável (Rosnay, 2020).

Poliaminas, por exemplo, têm sido associadas à proteção contra o declínio cognitivo e doenças cardiovasculares em idosos, possivelmente devido à sua influência na estabilidade do DNA e na expressão gênica (Rodrigues; Dala-Paula, 2023). Além disso, a restrição calórica tem demonstrado efeitos positivos na longevidade, influenciando padrões de metilação do DNA e modificações de histonas, ativando genes associados à longevidade e suprimindo vias pró-envelhecimento (Kaim; Backes, 2019).

A influência da dieta sobre a epigenética também se estende ao metabolismo lipídico. Enquanto ácidos graxos ômega-3 promovem padrões epigenéticos benéficos, reduzindo a inflamação e o risco de doenças crônicas, dietas ricas em gorduras saturadas e açúcares simples estão associadas a padrões epigenéticos deletérios, aumentando a suscetibilidade a neoplasias e doenças metabólicas (Rosnay, 2020; Kaim; Backes, 2019).

Por fim, a interação entre obesidade e envelhecimento também envolve mecanismos epigenéticos complexos, incluindo modificações na metilação do DNA, remodelação das histonas e regulação de microRNAs, impactando a homeostase metabólica e a longevidade celular (Ling; Rönn, 2019; Franzago et al., 2022). A

compreensão desses mecanismos é essencial para o desenvolvimento de estratégias nutricionais e terapêuticas que promovam um envelhecimento mais saudável e a prevenção de doenças crônicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A epigenética nutricional surge como um campo essencial para a compreensão dos mecanismos moleculares que regulam o envelhecimento e a predisposição a doenças crônicas. A influência de fatores dietéticos sobre modificações epigenéticas, demonstra o potencial de intervenções nutricionais na modulação da expressão gênica. Assim, evidencia-se a importância da alimentação na promoção da homeostase metabólica e na atenuação de processos inflamatórios e degenerativos, contribuindo para um envelhecimento mais saudável e funcional.

Além disso, a relação entre epigenética e envelhecimento esclarece a necessidade de estratégias terapêuticas personalizadas, considerando a variabilidade genética e epigenética individual. A identificação de biomarcadores pode viabilizar abordagens direcionadas, permitindo o desenvolvimento de intervenções nutricionais e farmacológicas mais eficazes. O impacto da restrição calórica, do consumo de ácidos graxos essenciais e de compostos bioativos sobre padrões epigenéticos sugere a viabilidade de estratégias preventivas e terapêuticas baseadas na modulação da expressão gênica.

Por fim, o avanço nas pesquisas acerca desta temática pode contribuir significativamente para a medicina preventiva e personalizada. A integração de conhecimentos sobre regulação epigenética, metabolismo e envelhecimento poderão fundamentar diretrizes nutricionais baseadas em evidências, promovendo a longevidade e reduzindo a incidência de doenças crônicas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ricardo. Nutrição e epigenética: interações entre dieta e expressão gênica. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, v. 34, n. 2, p. 123-130, 2019.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, v. 53, n. 5, p. 646–656, jul. 2009.

BEN-AVRAHAM, Danny; MUZUMDAR, Radhika H.; ATZMON, Gil. Epigenetic genome-wide association methylation in aging and longevity. *Epigenomics*, v. 4, n. 5, p. 503-509, 2012.

BENAYOUN, Bérénice A.; POLLINA, Elizabeth A.; BRUNET, Anne. Epigenetic regulation of ageing: linking environmental inputs to genomic stability. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, v. 16, n. 10, p. 593-610, 2015.

BOOTH, Lauren N.; BRUNET, Anne. The aging epigenome. *Molecular Cell*, v. 62, n. 5, p. 728-744, 2016.

COSTA, Luciana. A relação entre poliaminas dietéticas e o envelhecimento saudável. *Revista de Nutrição Funcional*, v. 10, n. 2, p. 45-53, 2022.

DA SILVA COELHO, Mariana Isabel. Envelhecimento, dieta e epigenética. 2022. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Lisboa, Portugal.

FERNANDES, Daniel Pinheiro et al. Nutrientes e compostos bioativos na modulação epigenética associada à prevenção e combate ao câncer. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 4, p. e114942914-e114942914, 2020.

FERREIRA, Juliana. A influência da nutrição na modulação epigenética e sua relação com doenças crônicas. *Revista Genética na Escola*, v. 15, n. 1, p. 58-65, 2021.

FRANZAGO, Marica et al. The epigenetic aging, obesity, and lifestyle. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, v. 10, p. 985274, 2022.

KAIM, Maiara; BACKES, Luana Taís Hartmann. Envelhecimento celular: teorias e mecanismos. *Revista Saúde Integrada*, v. 12, n. 23, p. 178-189, 2019.

LA TORRE, A.; LO VECCHIO, F.; GRECO, A. Epigenetic mechanisms of aging and aging-associated diseases. *Cells*, v. 12, n. 8, p. 1163, abr. 2023.

LING, Charlotte; RÖNN, Tina. Epigenética na obesidade humana e diabetes tipo 2. *Metabolismo Celular*, v. 29, n. 5, p. 1028-1044, 2019.

MARTINS, Pedro. Epigenética e nutrição: como a dieta influencia a expressão dos genes. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências da Nutrição) — Universidade de São Paulo, São Paulo.

MILLER, J. L.; GRANT, P. A. The role of DNA methylation and histone modifications in transcriptional regulation in humans. *Subcell Biochemistry*, v. 61, p. 289-317, 2013.

OLIVEIRA, Ana et al. Influência da alimentação na expressão gênica relacionada à longevidade: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 23, n. 1, p. e190123, 2020.

RODRIGUES, Kamila Leite; DALA-PAULA, Bruno Martins. Aspectos sociais e biológicos do envelhecimento individual, o estilo de vida e a nutrição como estratégias para a longevidade humana. *Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento*, v. 28, 2023.

ROSNEY, Joël de. A sinfonia da vida: como a genética pode levar cada um a reger seus destinos. São Paulo: Planeta, 2020.

RUTLEDGE, Jarod; OH, Hamilton; WYSS-CORAY, Tony. Medição da idade biológica usando dados ômicos. *Nature Reviews Genetics*, v. 23, n. 12, p. 715-727, 2022.

SANTOS, João et al. Acidente vascular cerebral no Brasil: aspectos epidemiológicos da mortalidade no período de 2019 a 2023. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 7, n. 3, p. 1429-1439, 2025.

SIAMETIS, Athanasios; NIOTIS, George; GARINIS, George A. DNA damage and the aging epigenome. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 141, n. 4, p. 961-967, 2021.

SILVA, Maria et al. Qualidade de vida e satisfação em pacientes com prótese total mucossuportada versus implantossuportada. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, v. 25, n. 3, p. 317-324, 2013.