

# Integração entre Câncer, Envelhecimento e Regeneração: Uma Perspectiva Evolutiva e Sistêmica

Luiza Borges Pascoal<sup>1</sup>, Débora Dummer Meira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Departamento de Ciências Farmacêuticas, Núcleo de Genética Humana e Molecular (NGHM)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Departamento de Ciências Biológicas, Núcleo de Genética Humana e Molecular (NGHM)

**Introdução:** O envelhecimento é um processo biológico complexo de alterações moleculares e celulares que impactam a funcionalidade dos tecidos e aumentam a suscetibilidade a doenças crônicas, incluindo o câncer. Nesse contexto, a Epigenética tem sido reconhecida como um dos principais mecanismos regulatórios envolvidos na mediação dessas alterações, ao integrar sinais ambientais e genéticos na modulação da expressão gênica.

**Objetivo:** Analisar a integração entre envelhecimento, câncer e regeneração sob a perspectiva da epigenética, destacando o papel da plasticidade celular e dos mecanismos regulatórios na modulação desses processos biológicos interdependentes.

**Material e Métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, baseada na análise de estudos científicos publicados nos últimos 10 anos (2015-2025), indexados na base de dados PubMed, nos idiomas inglês e português. Foram selecionados trabalhos que abordam os mecanismos epigenéticos relacionados ao envelhecimento, à oncogênese e à regeneração celular, utilizando descritores como “epigenetics”, “aging”, “cancer”, “regeneration” e “cellular plasticity”, com ênfase em processos como metilação do DNA, modificações de histonas, regulação por RNAs não codificantes e reprogramação celular.

**Resultados:** Os estudos analisados apontam que o envelhecimento está associado a alterações epigenéticas progressivas que afetam a regulação da expressão gênica. Entre os mecanismos, a metilação do DNA foi o mais frequentemente citado (presente em aproximadamente 85% dos estudos), seguida por modificações de histonas (70%) e regulação por microRNAs (55%). Os principais eixos epigenéticos envolvidos incluem a hipometilação de repetições genômicas e a hipermetilação de promotores de genes supressores tumorais, com destaque para a via p16INK4a. Observa-se uma convergência central entre os estudos: a perda da plasticidade celular por desregulação epigenética é um fator comum que conecta o declínio regenerativo ao aumento do risco oncogênico no envelhecimento. A senescência celular apresenta papel dual, atuando como barreira à transformação maligna e como promotora de inflamação crônica. Abordagens de reprogramação celular indicam reversão parcial dessas alterações, restaurando características regenerativas.

**Relevância:** Este estudo contribui para a compreensão integrada dos mecanismos que conectam envelhecimento, câncer e regeneração, destacando a epigenética como eixo central na regulação da plasticidade celular. A abordagem sistêmica proposta amplia o entendimento dos processos biológicos envolvidos na progressão de doenças relacionadas à idade e reforça o potencial de intervenções terapêuticas baseadas na modulação epigenética e na reprogramação celular.

**Conclusões:** Conclui-se que a epigenética desempenha um papel central na interface entre envelhecimento, câncer e regeneração, modulando a plasticidade celular. A compreensão dessa tríade como um espectro regulado epigeneticamente, e não como eventos isolados, oferece novas bases conceituais para o desenvolvimento de terapias que visem não apenas a supressão tumoral, mas também a reversão do declínio regenerativo associado à idade.

**Palavras-chave:** Epigenética, Envelhecimento, Câncer, Regeneração, Plasticidade Celular.