



Organização Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento



EIXO TEMÁTICO: Difusão do Conhecimento.....

Autor: Antonio Cardoso...

## LINHA DE TEMPO DA FORMAÇÃO DA CONTROVERSIA ENTRE OS MODELOS DE RISCO CARCINOGENÉTICO PARA EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO IONIZANTE

### INTRODUÇÃO

A vida no planeta evoluiu imersa em radiação ionizante de origem natural. Os efeitos biológicos das radiações ionizantes foram percebidos desde sua descoberta; benéficos e deletérios. Assim, modelos de dose-resposta foram criados, utilizando dados de exposições experimentais ou acidentais, buscando entender as interações e prever consequências. Duas propostas se destacaram com o tempo: O modelo Linear-sem-Limiar - Linear-No-Threshold (LNT), atualmente hegemônico para o sistema internacional de proteção radiológica na avaliação do risco carcinogênico das radiações ionizantes. E o modelo quadrático-linear (modelo hormético) aparecendo como proposta alternativa às inconsistências do modelo LNT. Há uma disputa em curso que coloca em questão orçamentos milionários, carreiras e instituições ilibadas, e mesmo o controle das liberdades individuais. Objetiva-se aqui apresentar alguns dos elementos históricos que deram origem ao impasse.

2. O geneticista americano Thomas Hunt Morgan, como outros cientistas da época, buscava compreender os mecanismos da seleção natural tentando induzir, sem sucesso, alterações fenotípicas em *Drosophila* através de diversos agentes.

1. Lançamento do livro "A origem das Espécies" com a proposta da existência do mecanismo da "seleção natural"; onde a natureza "selecionaria" indivíduos mais bem adaptados a seus ambientes.



1859

1910



1927

3. O geneticista Hermann Müller realiza experimentos com raios X de alta intensidade e, acreditando ter conseguido induzir uma mutação genética herdada, também em *Drosophila*, publica suas descobertas na revista *Science*.

4. É estabelecida a regra de proporcionalidade de Müller: na qual a resposta da mutação induzida por raios X seria linear à dose até para uma única ionização em todos os tipos de células. Não havendo, portanto, limiar.

1930



1935

5. Anúncio do modelo "Linear-No-Threshold (LNT) single-hit"; a teoria do alvo era vinculada aos dados do laboratório de Muller através de um modelo teórico de golpe único que poderia prever de forma confiável as observações lineares de resposta da dose de Muller.

1942

6. Um esforço de guerra dos EUA para pesquisa com a energia da fissão nuclear. Uma de suas vertentes consistia na investigação da natureza da relação dose-resposta na zona de baixa dose quanto à existência de um limiar ou da linearidade, chefiado pelo geneticista Curt Stern.

7. William Lawson Russell colocou em questão a proposição de que a taxa de dose não se relaciona com a taxa de mutação, seu trabalho serviu como padrão "ouro" para estimativa de riscos de radiação e carcinógenos químicos. Após correções, seus dados revelaram um limiar claro de mutação em ratos machos, e também uma resposta em ratos fêmeas, comportamento não previsto pelo LNT.

1958

8. O Relatório de efeitos biológicos para radiação ionizante (BEIR), na sua terceira edição, avaliando estudos sobre riscos genéticos e somáticos de longo prazo em populações humanas expostas a baixa dose de radiação ionizante, concluíram que o modelo linear LNT superestima o risco em baixas doses de radiação de baixa LET, e o subestima para radiações de alta LET.

1979-80

BEIR

9. Academia Francesa de Ciências e a Academia Francesa de Medicina unem esforços para revisar criticamente os dados disponíveis sobre a relação dose-resposta. As entidades concluem que o LNT poderia ser utilizado como uma ferramenta de gestão de risco, mas não como ferramenta de avaliação de risco.

2006

### CONCLUSÃO

A partir deste ponto muitos trabalhos, novos ou de revisão, de origem epidemiológica ou experimental mostram resultados que apontam para um comportamento da relação dose-resposta para radiações ionizantes de baixa dose que corrobora um modelo em detrimento do outro. Contudo, mesmo que não seja em todos os estudos, o grupo de resultados favoráveis ao modelo hormético vêm se mostrando cada vez menos heterogêneos. A disputa científica se mantém haja vista que as agências reguladoras e comitês científicos internacionais, como o Conselho Nacional de Pesquisas dos EUA (BEIR VII), a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) e o Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR), continuam a apoiar o modelo hegemônico atual (LNT). As entidades argumentam que, embora existam estudos laboratoriais e em animais que sugerem possíveis efeitos benéficos da radiação em baixas doses (hormese), as evidências epidemiológicas em humanos não são suficientemente convincentes. Entendemos que a hesitação das instituições na substituição do modelo LNT no sistema internacional de radioproteção é justificada dada as repercussões previsíveis e imprevisíveis em vários níveis no âmbito mundial. Isto exigiria a redefinição de limites de segurança, a gestão de incertezas sobre os efeitos da radiação e um maior investimento em pesquisa para determinar novos níveis de risco aceitáveis, aumentando a complexidade e riscos percebidos por profissionais e público. Contudo, também poderia reduzir custos ao eliminar a necessidade de medidas excessivamente conservadoras quanto à exposição, e por conseguinte realocar investimentos para outras áreas da saúde. Outro efeito seria o de aumentar a aceitação de práticas benéficas da radiação, como diagnósticos e tratamentos. Há ainda um longo caminho pela frente, mas estacionar não é uma opção.