

# O CÓDIGO GENÉTICO E A MUTAGENICIDADE DAS CATÁSTROFES NUCLEARES

Maria Eduarda Oliveira Silva<sup>1</sup>

Paula Gama Barbosa Shimose Cavalcanti<sup>2</sup>

Gabriel Soares Pereira<sup>3</sup>

## Resumo

A busca pelo conhecimento encontra-se intrínseca ao desenvolvimento da espécie humana desde os longínquos tempos em que os saberes empíricos eram a única forma de compreensão dos fenômenos que nos cercavam. A gênese das múltiplas ciências da contemporaneidade tornou-se fulcral para a evolução de nossa espécie em caráter intelectual e cognitivo, pois a busca pela verdade leva-nos a sair de nosso oceano de ignorância, entretanto, a ruína do homem encontra-se naquilo que este imagina ter compreendido em totalidade, é o que se verifica quando da utilização inapropriada e indevida da radiação nos eventos catastróficos impressos na história da humanidade. Os acidentes, incidentes e conflitos que envolvem a manipulação de elementos radioativos são devastadores para o meio ambiente e para os seres que o habitam, a carga radioativa eliminada por eventos como os de Hiroshima e Nagasaki no ano de 1945, o de Chernobyl em 1986 e tantos outros ocorridos através dos anos, pode ser suficiente para ferir temporariamente ou deixar cicatrizes eternas em nossa sociedade. A radiação proveniente das catástrofes nucleares eclode patologias no organismo humano através do impacto mutagênico que esta tem sobre as células de nosso corpo, tais alterações no código genético poderão ser herdadas pelos descendentes dos contaminados por estas irradiações pagando pelo erro das gerações passadas. O presente estudo visa compreender a potencialidade destrutiva da radiação emitida por eventos nucleares, elencando os aspectos quantitativos e qualitativos destas catástrofes através da bibliografia acerca da temática em tela, objetivando correlacionar os impactos mutagênicos que a radiação exerce sobre as unidades celulares do organismo humano e a herança destas irregularidades cromossômicas ou gênicas pelos descendentes destas gerações.

**Palavras-chave:** Radioatividade, Catástrofes nucleares, Mutações por radiação.

## Introdução

O término do século XIX deixara como herança às ciências uma valorosa descoberta que adiante transformaria a realidade da sociedade hodierna elencando diversos questionamentos acerca de sua real beneficência. Os achados iniciais de Henry Becquerel em

---

<sup>1</sup> Estudante do 2º ano do Ensino Médio do Colégio Atual de Caruaru – PE, [m.e.oliveir.silva@gmail.com](mailto:m.e.oliveir.silva@gmail.com).

<sup>2</sup> Estudante do 2º ano do Ensino Médio do Colégio Atual de Caruaru – PE, [paulashimose15@gmail.com](mailto:paulashimose15@gmail.com).

<sup>3</sup> Licenciado em Ciências Biológicas pela Faculdade do Belo Jardim – FBJ e Especialista em Metodologia do Ensino de Biologia e Química pelo Centro Universitário internacional – UNINTER. Atualmente, exercendo a profissão de professor de Biologia e Química nas redes pública e particular de ensino, [gabrielsoares.biologia@hotmail.com](mailto:gabrielsoares.biologia@hotmail.com).

1896, as valorosas contribuições do casal Marie Curie e Pierre Curie, bem como os múltiplos favorecimentos de tantos outros renomados cientistas, eclodiram em saberes diversos quanto ao fenômeno da radioatividade.

Depreendamos historicamente, que a emissão de ondas ionizantes provenientes de átomos instáveis foi observada inicialmente por Becquerel quando o mesmo depositara sal de urânio sobre chapas fotográficas virgens, posteriormente, ao revelá-las, verificou que as mesmas já haviam sido expostas à luminosidade apesar de permanecerem todo o tempo dentro da gaveta enroladas em um papel negro, após investigações, concluiu-se que tal fato se dera pela presença do pedaço de minério contido na gaveta.

Incitados pelo colega cientista e companheiro de laboratório, o casal Curie iniciara suas pesquisas no ano de 1898 almejando compreender as potencialidades de uma nova substância radioativa, a posteriormente batizada por Marie “polônio”, em homenagem ao seu país de origem. No ano de 1911 Marie recebeu o Prêmio Nobel de Química por descobrir outro elemento radioativo, o rádio, que recebera tal nome mediante a sua intensa emissão de partículas radioativas.

Nietzsche pontua, o que faz a grandeza do homem é também a sua ruína (GIANNATTASIO, p.120, 2008). Interpretaremos a história de Marie Curie apoiando-nos no ideal proposto por Nietzsche, pois, as descobertas que a polonesa alcançara em seu auge como pesquisadora e fomentadora das ciências, a proporcionaram valorosas conquistas pessoais e profissionais, entretanto, carregar testes de rádio no bolso de suas roupas ao longo de seus estudos causaram-lhe uma leucemia levando-a a óbito em 1934.

Ao mesmo tempo em que a radioatividade ganhava seu espaço no meio científico a ciência genética avançava a passos largos e significativos mediante as diversas descobertas evidenciadas entre os séculos XIX e XX. Segundo Pereira (2015), o berço da genética como ciência está nos achados do monge austríaco Gregor Mendel no ano de 1865 através do plantio de ervilhas do gênero *Pisum* no mosteiro agostiniano de São Tomás de Brunn.

Infelizmente o trabalho do monge austríaco permaneceu ofuscado e sem evidênciação no meio científico, pois, naquela época Mendel não sabia o que eram cromossomos, nem conhecia os processos de divisão celular, esses só foram descobertos anos após a publicação de seu trabalho. De acordo com Leite, Ferrari e Delizoicov (2004) em 1900, os botânicos Hugo de Vries, Carls Correns e Erich Tschermak, ao realizarem consulta bibliográfica do material de Mendel, apontaram-lhe como o “descobridor das leis da hereditariedade” e em sua homenagem tais leis foram referenciadas como “leis de Mendel”.

Quando em 1910 o pesquisador Thomas Hunt Morgan encontrara um organismo mutante de olhos brancos entre suas drosófilas de olhos vermelhos dava-se início uma era de descobertas e avanços tecnológicos. A comprovação da teoria cromossômica a qual afirma que os genes se encontram no interior dos cromossomos, ganhou destaque após os achados de Morgan e conseqüentemente a compreensão dos fenômenos que eclodem da interferência causada por fatores exógenos a molécula de DNA passaram a objetivar as pesquisas da genética contemporânea.

A exposição à radiação ultravioleta, o contato com alimentos e atmosfera contaminados, a exposição direta a agentes tumorais ou demais tipos de radiação, são alguns dos fatores externos aqui citados que provocam alterações na estrutura do ácido desoxirribonucleico, seja em forma helicoidal ou cromossômica, determinando a eclosão de mutações diversas. As alterações estruturais do material genético provocadas pela incidência de partículas iônicas emitidas por um determinado elemento químico em busca de sua estabilidade, transforma células mutadas do estado benigno para o maligno, provocando a formação de um câncer.

As mutações promotoras de cânceres categorizam-se por aumentar a capacidade de proliferação celular, diminuir a suscetibilidade da célula cometer apoptose ou potencializar o surgimento de novas mutações que provoquem os efeitos já citados. Os tumores malignos são agregados de células descendentes de uma outra aberrante, que apresentam rápida capacidade mitótica, habilidade de invadir tecidos distintos ao de origem, alta taxa metabólica e forma anormal (GRIFFITHS; WESSLER; LEWONTIN; CARROLL, 2008).

Os renomados autores supracitados nos permitem compreender os fatores que diferenciam as células saudáveis das que apresentam mutações, classificadas como tumorais (cancerígenas). Depreendemos anteriormente que a exposição à radiação é suficiente para transformar uma célula saudável em cancerígena e mudar completamente os processos celulares que esta executa de acordo com o tipo de mutação provocada.

Kean (2013) conta-nos em sua obra os efeitos a saúde provocados em um indivíduo exposto a radiação emitida pela bomba lançada em Hiroshima no ano de 1945, ele explicita-nos que os raios gama perfuram o DNA e as moléculas de água ao seu redor, fazendo os elétrons voarem como lâminas cortantes; átomos reativos mastigam as ligações químicas e estilhaçam os cromossomos; sintomas imediatos como dores de cabeça, vômitos, sangramentos, descamação da pele e anemia nada são quando comparados aos danos evidenciados décadas mais tarde, quando da eclosão de tumores em diversas regiões do organismo infectado, bem como das interferências nos genótipos e fenótipos anômalos das gerações posteriores.

Convidamo-lo a questionar-se acerca dos acidentes nucleares ocorridos ao redor do globo, Hiroshima (1945), Nagasaki (1945), Chernobyl (1986), Césio 137 (1987), Fukushima (2011), dentre tantos outros, eliminaram na atmosfera terrestre uma grandiosa carga radioativa, que atingiu diretamente ou indiretamente milhões de pessoas, provocando os mais variados efeitos a saúde humana. Explosões de reatores nucleares, vazamentos radioativos, desastres naturais que interferiram em atividades nucleares e as falhas do próprio ser humano, provocaram acidentes que marcaram a história da humanidade e de forma infeliz modificaram o meio e o homem.

Uma vez assimilada a gravidade destes acontecimentos e conceituados devidamente os saberes cruciais para compreender os impactos destes desastres a sociedade de suas respectivas épocas, bem como da contemporaneidade, objetivamos mostrar-lhe através do artigo em tela a magnitude destas catástrofes evidenciando a potencialidade destrutiva da radiação emitida por estes e suas interferências na morfofisiologia da espécie humana.

## **Materiais e Métodos**

O estudo em tela estrutura-se como uma pesquisa científica alicerçada através de uma revisão teórico-literária de artigos e revistas de cunho acadêmico, livros, monografias, dissertações e teses de mestrado e doutorado consultados em sites e bancos de dados que indexam material científico acerca da temática.

A coleta de dados realizada para a construção deste trabalho buscou periódicos publicados em meio físico ou eletrônico no período entre 1956 a 2015. As referências bibliográficas aqui mencionadas encontram-se indexadas a websites de cunho acadêmico, tais como: Scielo, CONPED, Sites de Universidades e Revistas eletrônicas.

A análise interpretativa dos periódicos e obras literárias concernentes a temática em tela elencaram os conceitos cruciais para a apreensão dos saberes envolvidos em nossa problemática, pois, as contribuições de Leite, Ferrari e Delizoicov (2004), Griffiths, Wessler, Lewontin e Carroll (2008), Kean (2013) e Pereira (2015) fundamentaram com candidez a historicidade das ciências por trás deste estudo.

O direcionamento estabelecido após a fundamentação introdutória desta pesquisa levou-nos a interpretação dos dados contidos nos trabalhos de Pessoa (1956), Belizário (2002), Hersey (2002), Lopes, Oliveira e Prado (2002), Mourão (2005), Dupuy (2007), Oliveira (2011), Merçon (2014) e Okuno (2015), bem como dos elementos visuais presentes na literatura de

DINIZ e VIEIRA (2014) apud FUSHIKI (2013) e Okuno (2015) para a aquisição dos resultados infracitados.

## **Resultados**

Ao caminhar sobre a luz da literatura científica que nos elucidada acerca das catástrofes nucleares ocorrentes na história humanidade deparamo-nos com uma gama de “cicatrices” e “feridas” impressas eternamente na sociedade como marcas do descaso, incompreensão de limites e conflitos injustificáveis entre os povos. De acordo com Oliveira (2011) não é possível determinar com precisão a frequência ou a extensão de alguns eventos de contaminação por radiação ocorrentes desde o berço da indústria nuclear, entretanto, na contemporaneidade a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) documenta os acidentes e incidentes que provoquem ferimentos, mortes ou contaminação ambiental, possibilitando assim, a devida compreensão dos mesmos pela sociedade hodierna.

Elencaremos em nosso estudo os ataques e incidentes nucleares comumente conhecidos por Hiroshima, Nagasaki e Chernobyl, uma vez que estes impactaram severamente a história da humanidade, repercutindo através dos anos e transcendendo os limites de suas épocas. Faz-se necessário também compreender as potencialidades negativas de tais acontecimentos, como podemos constatar através do trabalho do autor infracitado a partir da escala de classificação dos acidentes nucleares e radiológicos idealizado pela AEIA no ano de 1900.

A formulação de uma Escala Internacional de Acidentes Nucleares e Radiológicos permitiram a classificação dos acidentes em uma escala de ordem crescente de acordo com a gravidade dos mesmos, sendo 7 o mais grave (Chernobyl e Fukushima possuem tal classificação) e 1 o menos grave (MERÇON, 2014). A figura 1 nos apresenta a escala mencionada pelo autor elucidando os valores ordenados pela gravidade que possuem as catástrofes nucleares, possibilitando assim, a compreensão de cada um dos acontecimentos que evidenciaremos no trabalho em tela.

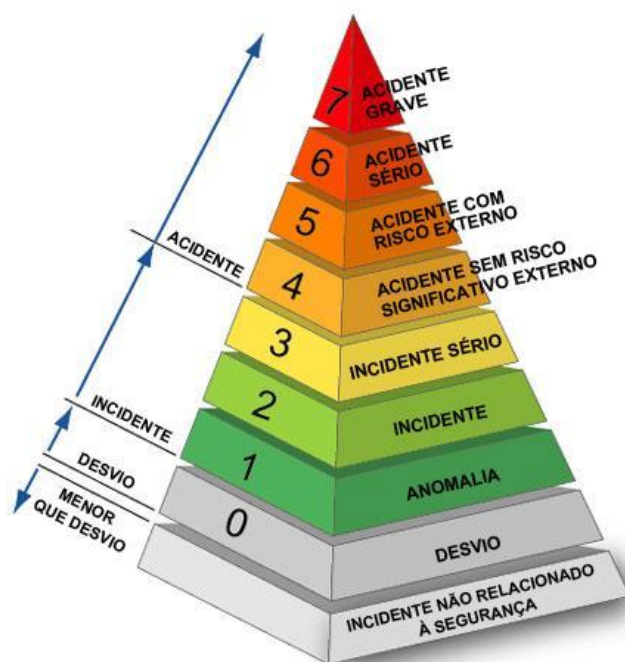


Figura 1: Escala Internacional de Acidentes Nucleares e Radiológicos  
 Disponível em: <http://escolaeducacao.com.br/wp-content/uploads/2015/08/Escala-para-avaliacao-de-acidentes-nucleares.jpg>

Recorreremos algumas vezes a esta escala a fim de conceituar aspectos fulcrais de nosso estudo, objetivando compreender os reais impactos advindos dessas catástrofes no meio histórico-ambiental. Nos apoiaremos no método de categorização estabelecido por Oliveira (2011) em seu trabalho, dividindo em “acidentes nucleares” e “acidentes de radiação” as situações históricas que respectivamente envolveram radiação eliminada pelo núcleo de um reator danificado ou quando da contaminação envolvendo uma fonte radioativa no exercício de uma função ou trabalho, contudo, nos referiremos aos ocorridos em Hiroshima e Nagasaki como “conflitos por radiação” a fim de dicotomizar devidamente as situações aqui amostradas.

Hiroshima (1945) e Nagasaki (1945)

O projeto *Manhattan Engineering District* (1939), destinado a desenvolver armamento nuclear pelo governo dos EUA junto ao Canadá e a Inglaterra, completou suas pesquisas no ano de 1945 ao final da segunda guerra mundial, neste período, os EUA pediram rendição total do Império do Japão através da declaração de Potsdam em 26 de julho de 1945, ameaçando-os de uma “destruição rápida e total”, ao ignorar o aviso, o Japão presenciou a concretização desta ameaça.

De acordo com Hersey (2002) no dia 6 de agosto de 1945 uma centena de milhares de pessoas foram mortas pelo clarão silencioso que se manifestava sobre a cidade de Hiroshima no Japão, de modo a devastar tudo que ali havia em poucos instantes. A névoa que pairava sobre a atmosfera era fruto daquela ferida deixada na história da humanidade, a bomba apelidada por “Little Boy” acabara de transformar o futuro de tantos em uma pilha de destroços e ruína.

A explosão descrita por Hersey tem sua potencialidade explicitada na publicação de Mourão (2005) quando este descreve que a mesma foi realizada com 60 kg de Urânio ( $U_{235}$ ) que equivale a 12.500 toneladas de TNT, a carga radioativa eliminada pela bomba teria atingindo cerca de 440 mil civis, os quais 300 mil sofreram com os efeitos de curto a longo prazo e 140 mil vieram a óbito imediatamente ou conseqüentemente.

Os autores supracitados nos descrevem de maneiras distintas a mesma catástrofe, Hersey descreve em seu livro através do ponto de vista jornalístico o ocorrido em Hiroshima explicitando as perspectivas dos indivíduos sobreviventes, enquanto na citação de Mourão depreendemos as informações técnicas acerca da “Little Boy”, este autor, descreve com candidez a potencialidade da bomba lançada sobre o território japonês. No trabalho de Okuno (2015) encontramos uma tabela que descreve as características e efeitos das bombas lançadas em Hiroshima e Nagasaki (a qual nos direcionaremos posteriormente), trataremos das informações dispostas nesta tabela como figura 2 de nossa pesquisa, a fim de alicerçar os resultados de nosso estudo.

Características das bombas	Hiroshima (Little Boy)	Nagasaki (Fat Man)
comprimento	3,0 m	3,2 m
diâmetro	0,7 m	1,5 m
massa	$4,4 \times 10^3$ kg	$4,5 \times 10^3$ kg
elemento fissil	urânio-235	plutônio-239
rendimento (equivalente a)	$16 \times 10^3$ kg de TNT	$21 \times 10^3$ kg de TNT
altura de explosão	600 m do solo	503 m do solo
destruição das construções	92 %	35 %
número de mortes até dez/1945	entre 90 mil e 166 mil pessoas	entre 60 mil e 80 mil pessoas
principal causa da morte imediata	queimadura (60 %)	queimadura (95%)

Figura 2: Características e efeitos das bombas lançadas em Hiroshima e Nagasaki Disponível em: OKUNO, 2015.

Identificamos uma divergência entre os números de rendimento ou equivalência da radiação em TNT informados pelos autores Mourão e Okuno, portanto, enfatizamos que as informações obtidas pela literatura científica nos mostram uma variação entre seus dados, impossibilitando a definição de um valor exato o que nos levará a uma análise de valores médios ou estimativos.

Segundo Okuno (2015) três dias após a explosão causada pelo conflito nuclear de Hiroshima foi a vez de Nagasaki, no dia 9 de agosto de 1945 o piloto estadunidense Charles W. Sweeney decolou da ilha de Tinian no arquipélago das Ilhas Marianas do Norte para bombardear a grandiosa fábrica de armamentos em Kokura, entretanto, com a visibilidade do alvo comprometida a rota foi alterada para a cidade de Nagasaki onde a bomba “Fat Man” foi lançada às 11h02.

A citação supramencionada nos descreve historicamente o ocorrido em Nagasaki, embora o trajeto inicial tenha sido uma fábrica de armamentos, optar por direcionar o ataque a cidade de Nagasaki foi a decisão que eclodiu na tragédia que segundo a figura 2 destruiu 35% das construções locais e matou entre 60 e 80 mil pessoas que ali habitavam. Novamente citamos Mourão (2005) a fim de explicitar as potencialidades da bomba lançada em Nagasaki, pois, este descreve que usando 8 kg de Plutônio ( $\text{Pu}_{239}$ ) a bomba de 4,5 toneladas “Fat Boy” atingiu as mesmas proporções que 22 mil toneladas de TNT provocando a morte de mais de 70 mil civis.

Pessoa (1956) afirma que podemos dividir os efeitos causados pelas explosões atômicas de Hiroshima e Nagasaki sobre os seres vivos em três períodos: imediatos, tardio e remoto. O período imediato caracteriza-se pelos ferimentos, lesões e mortes provocados por efeitos mecânicos, térmicos, luminosos e radioativos apresentados intrínsecos uns aos outros, já o período tardio estende-se além do 4º ou 5º mês após a exposição e caracteriza-se por traumatismos, queimaduras, sequelas sanguíneas, disfunções hepáticas e gastrointestinais, por fim, no período remoto, eclodem as leucemias, interferências na gravidez, ocorrências de monstrosidades e efeitos genéticos.

Chernobyl (1986)

De acordo com Oliveira (2011), no dia 26 de abril de 1986 na Usina Nuclear de Chernobyl na Ucrânia o quarto reator, instalado em 1983, sofreu uma catastrófica explosão de vapor que resultou em um incêndio, explosões adicionais e derretimento da estrutura que o abrigava. Ainda em 1986 publicou-se uma teoria oficial na qual os operadores da usina haviam

sido responsáveis pelo acidente, entretanto, no ano de 1991, outra teoria oficial atribuiu a responsabilidade do mesmo a defeitos no projeto do reator, em vista disso, o caso torna-se inconclusivo e não se sabe ao certo se uma ou outra ou ambas estão corretas.

O traçado histórico favorecido pelo autor supracitado evidencia as teorias que formuladas no passado tentaram justificar o ocorrido em Chernobyl, embora não possamos determinar o motivo de sua eclosão, é correto afirmar que este foi com certeza um dos maiores acidentes nucleares da história da humanidade. Segundo a Escala Internacional de Acidentes Nucleares e Radiológicos a catástrofe com o reator da usina de Chernobyl atingiu o seu maior índice, sendo este ocorrido classificado em escala 7, a mais grave possível.

Dupuy (2007) nos afirma que ao lermos os relatórios acerca do acidente em Chernobyl deparamo-nos com uma estimativa de quatro mil mortos mediante a exposição à radiação do local, entretanto, cerca de duzentos mil “liquidadores”, 120 mil pessoas retiradas do local e 270 mil outras residentes nas zonas mais contaminadas sofreram e sofrem com a carga radioativa eliminada após o acidente. Os números afirmam que a catástrofe em Chernobyl lançou no meio centenas de vezes mais material radioativo que o conflito por radiação em Hiroshima.

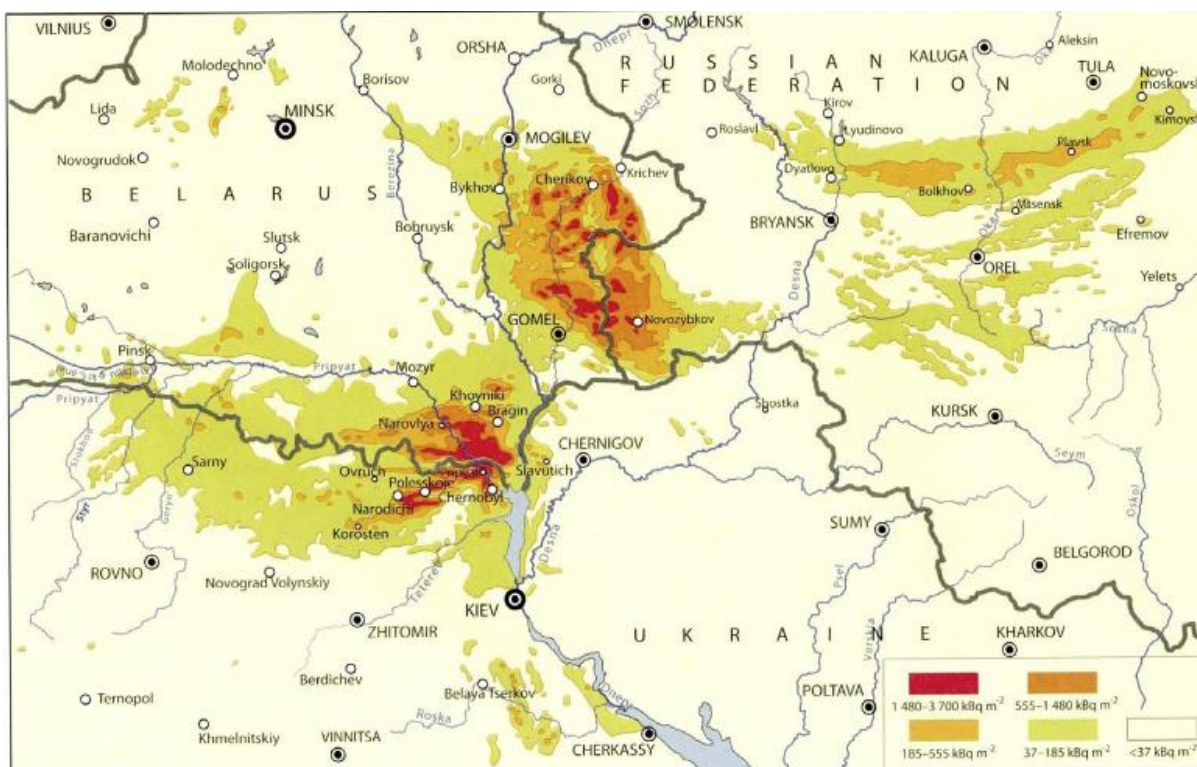


Figura 3: Mapa dos níveis de deposição do  $Cs^{137}$  na Bielorrússia, Federação Russa e da Ucrânia Disponível em: DINIZ e VIEIRA, 2014 *Apud* FUSHIKI, 2013.

A figura 3 nos elucida os níveis de radiação presentes na atmosfera terrestre após o acidente nuclear de Chernobyl, mostrando com candidez a difusão da poluição nuclear ao redor do globo com o passar dos anos. Segundo Dupuy (2007) médicos e geneticistas afirmam que na atualidade pequenas doses de radiação afetam dezenas de milhões de pessoas que vivem em meio contaminado e sofrem com a eclosão de tumores cancerígenos, cardiopatias, fadigas crônicas, doenças inéditas e efeitos irreversíveis no genoma humano.

#### Mutações induzidas por radiação

A prazo de uma geração a radiação disposta no meio ambiente é capaz de embaralhar o código genético de uma espécie inúmeras vezes, incitando a eclosão de células incoerentes com a morfofisiologia do tecido que habitam, estes corpos celulares alteram suas funções metabólicas perdendo seu controle reprodutivo, o que provocará a formação de um tecido tumoral. De acordo com Belizário (2002) o acúmulo de mutações no DNA celular garante a desordem dos eventos de divisão celular impedindo os mecanismos que consertam os eventuais erros na replicação do material genético, portanto, podemos considerar que quando uma célula adquire mais de 11 mil mutações em seu DNA e é incapaz de consertar indesejáveis alterações, esta passa a ser possivelmente uma unidade cancerígena.

O trabalho de Belizário nos afirma ainda que os oncogenes (genes que causam cânceres) são os responsáveis pela eclosão de tecidos tumorais e os eventos bioquímicos que ocorrem no meio extracelular são capazes de incitar mutações nestes segmentos do código genético. Ainda sobre os oncogenes, Lopes, Oliveira e Prado (2002) nos afirmam que estes tratam-se de proto-oncogenes ativos, que inicialmente codificariam fatores de crescimento, receptores de membrana e proteínas de ligação do DNA e estariam relacionados ao crescimento diferenciação e proliferação celular, portanto, sua ativação compromete estes fatores de maneira irreversível.

Os autores supracitados explicitam a gênese de tecidos tumorais mediante a mutações provocadas em proto-oncogenes, pois, quando ativos, estes influem diretamente no crescimento descontrolado dos corpos celulares como podemos observar na figura 4. Belizário (2002) afirma que o crescimento descontrolado das neoplasias (Tumores cancerígenos) decorre da ativação de proto-oncogenes como *c-Myc*, *c-Fos* e *c-Ras*, ou de cópias, mutações ou deleções de proto-oncogenes como *p53*, *RB*, *p19*, *p21*, *p27*, *BAX* e *BCL-2*, sendo estes também os responsáveis pela incapacidade de tais células sofrerem apoptose.

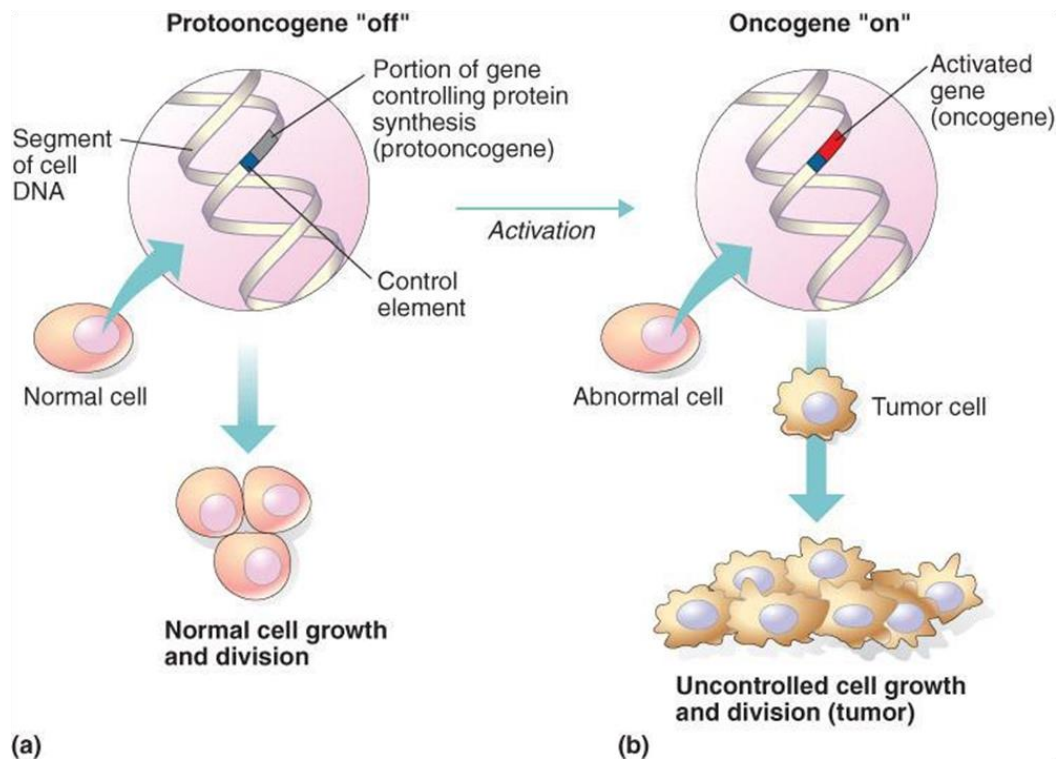


Figura 4: Efeito da ativação dos proto-oncogenes

Disponível em:

<https://classconnection.s3.amazonaws.com/567/flashcards/1697567/png/picture411343596570912.png>

Constatamos que as mutações provocadas em proto-oncogenes são determinadas por um fator bioquímico exógeno que venha a incidir sobre células quaisquer do organismo humano, dentre os eventos extracelulares que promovem estas alterações no DNA evidenciamos a radiação proveniente das catástrofes nucleares impressas na história da humanidade. Os registros históricos elencados no trabalho em tela mostram-nos a quantidade de carga radioativa dispersa em meio atmosférico após determinados eventos nucleares, uma vez que esta radiação seja assimilada por nossas células, ocorrerá a eclosão de patologias imediatas que serão a menor de nossas preocupações tendo em vista os efeitos tardios.

## Discussão

Os dados obtidos por nosso estudo levam-nos a apreensão dos aspectos que proporcionam o surgimento de patologias cancerígenas na espécie humana. Os saberes contidos na história das sociedades, bem como das ciências hodiernas proporcionam candeias a temática de nossa pesquisa, elencando valiosas informações acerca dos eventos de influência socioambientais fulcrais a problemática em questão.

Na busca pelo conhecimento e pelo domínio dos fenômenos naturais o homem se propõe a ultrapassar limites e romper barreiras almejando a ascensão de seu povo, entretanto, suas ações muitas vezes inconsequentes, não levam em consideração o bem-estar do meio em que habitam e nem de seus semelhantes. Os tortuosos caminhos que nossos iguais optaram por trilhar mediante a incompreensão uns dos outros levaram-nos a conflitos de magnitudes que estes ainda eram incapazes de compreender em totalidade, pois, a busca pela guerra não feriu apenas o inimigo, mas também a vida de todos nós de forma grave e irreversível.

As nossas falhas resultaram em agressão a vida, custando-nos um valor que moeda alguma é capaz de pagar, o prejuízo está encarnado na espécie humana eternamente e de nós está sendo descontado com o passar dos anos. Catástrofes nucleares refletem severamente o descuido do homem para com tudo que o cerca e eventos como Hiroshima, Nagasaki e Chernobyl, foram apenas algumas destas situações evidenciadas na presente pesquisa que isto nos constata.

Segundo a Escala Internacional de Acidentes Nucleares e Radiológicos, o ocorrido em Chernobyl no ano de 1986 atingiu nível 7 nesta escala, sendo o mais grave acidente nuclear da história e embora não se classifique os conflitos nucleares de Hiroshima (1945) e Nagasaki (1945) nesta escala por não se tratarem de “acidentes”, podemos considera-los como eventos com consequências de longo alcance e risco externo (nível 5) ou de consequências muito sérias (nível 6).

Dentre os efeitos de ambos os conflitos nucleares ocorridos em território japonês no ano de 1945, podemos considerar a morte de centenas de milhares de civis e a difusão de uma grandiosa carga radioativa na atmosfera terrestre que afetou seriamente todos os indivíduos que estiveram em contato direto ou indireto com esta radiação. Cabe-nos ainda evidenciar que o acidente em Chernobyl estima-se ser 400 vezes mais intenso que o ocorrido em Hiroshima e, portanto, a eliminação da carga radioativa no meio tem proporções recíprocas também afeta a todos.

Depreendamos que nosso material genético se encontra suscetível a sofrer mutações através da influência de fatores bioquímicos exógenos a estrutura celular e a radiação disposta no meio incita a ativação de proto-oncogenes que controlam as funções morfofisiológicas das unidades celulares do organismo humano. Uma vez ativos os oncogenes, a eclosão de neoplasias diversas será eminente e, portanto, podemos considerar que estas poderão determinar a formação de tecidos tumorais e até mesmo influir na má formação dos indivíduos das gerações posteriores justificando-se através do ideal da hereditariedade proposto na ciência genética.

## **Considerações Finais**

Ao traçarmos um breve histórico acerca de algumas catástrofes nucleares ocorridas através dos anos pela atuação irresponsável da humanidade em cumprimento de seus objetivos egoístas, compreendemos a influência que a radiação eliminada por conflitos nucleares, acidentes e incidentes radioativos têm sobre a saúde humana daqueles que estiveram direta ou indiretamente ligados a estas catástrofes.

A radiação, nestes casos específicos, torna-se a vilã da história, furtando para si a responsabilidade daqueles que lhe utilizaram de maneira inapropriada ou irresponsável, entretanto, evidenciamos que os maiores prejudicados por tais eventos nucleares ainda são os seres humanos, que ao almejarem grandiosidade obtém de forma cruel a sua própria ruína.

Concluimos afirmando que nossa pesquisa objetivou mostrar-lhe a potencialidade destrutiva que a radiação disseminada pelos eventos catastróficos elencados neste estudo tem sobre as células que nos compõe, entretanto, a falta de dados precisos e de periódicos previamente publicados acerca da temática em tela limitou a inserção de dados que apresentassem excelência comprobatória. Contudo, este artigo tem como finalidade torna-se um recurso bibliográfico que fomentará futuras pesquisas que visem prosseguir ou refutar os ideais aqui apresentados.

## **Referências Bibliográficas**

DINIZ, B. D.; VIEIRA, Ângela Diniz Linhares. OS DESASTRES AMBIENTAIS CONTINUAM: AS LIÇÕES QUE A USINA NUCLEAR FUKUSHIMA DEVERIA TER APRENDIDO COM O ACIDENTE NUCLEAR CHERNOBYL. In: Dra. Maria Claudia da Silva Antune de Souza; Dra. Consuelo Yatsuda Moromizato Yoshida; e Dra. Rosangela Lunardelli Cavallazzi. (Org.). OS DESASTRES AMBIENTAIS CONTINUAM: AS LIÇÕES QUE A USINA NUCLEAR FUKUSHIMA DEVERIA TER APRENDIDO COM O ACIDENTE NUCLEAR CHERNOBYL, **CONPEDI 2014**, Florianópolis – SC, v. 1, p. 258-281, 2014.

DUPUY, J. P. A catástrofe de Chernobyl vinte anos depois, **Revista Estudos Avançados**, n. 21, v. 59, 2007.

GIANNATTASIO, G. O Corpo Entre a Linguagem e o Silêncio: O Caso de Nietzsche, **Revista do Mestrado de História**, Vassouras – RJ, v. 10, p. 111 – 152, 2008.

GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; LEWONTIN, R. C.; CARROLL, S. B. Introdução à genética, **Editora Guanabara Koogan LTDA**, [Traduzido por Paulo A. Motta], Rio de Janeiro – RJ, ed. 9, 2008.

HERSEY, J. HIROSHIMA, **Companhia das Letras – Jornalismo Literário**, [Traduzido por Hildegard Feist], São Paulo – SP, ed. 2, 2002.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A HISTÓRIA DAS LEIS DE MENDEL NA PERSPECTIVA FLECKIANA (The history of Mendel's laws in the Fleckian perspective), **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 2, Florianópolis – SC, 2004.

LOPES, A. A.; OLIVEIRA, A. M.; PRADO, C. B. C. Principais genes que participam da formação de tumores, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 2, n. 2, 2002.

MERÇON, F. Os riscos da radioatividade, **Revista Eletrônica do Vestibular**, Ano. 7, n. 20, 2014.

MOURÃO, R. R. F. Hiroshima e Nagasaki: razões para experimentar a nova arma, **Revista Scientiae Studia**, São Paulo - SP, v. 3, n. 4, p. 683-710, 2005.

OKUNO, E. As bombas atômicas podem dizimar a humanidade – Hiroshima e Nagasaki, há 70 anos, **Revista Estudos Avançados**, n. 29, v. 84, 2015.

OLIVEIRA, R. S. ACIDENTES NUCLEARES: estratégia de defesa, **Monografia apresentada como requisito à obtenção do diploma do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia**. Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro – RJ, 2011.

PEREIRA, G. S. A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE DROSOFILÍDEOS NO DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA GENÉTICA, **Trabalho de conclusão de curso**

**exigido como requisito para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.**  
Autarquia Educacional do Belo Jardim – AEB, Faculdade do Belo Jardim – FBJ, Belo Jardim  
– PE, 2015.

PESSOA, R. S. Consequências médicas das explosões atômicas, **Revista do Departamento de Águas e Esgotos**, Secretaria de Viação e Obras Públicas de São Paulo, São Paulo – SP, ano. 17, ed. 28, p 21 - 34, 1956.

SEAN, K. O POLEGAR DO VIOLINISTA: e outras histórias da genética sobre amor, guerra e genialidade, **Editora Zahar**, [Traduzido por Claudio Carina], Rio de Janeiro – RJ, ed. 1, 2013.