

A CIÊNCIA DOS SUPER-HERÓIS

1ª Edição Hulk



DE ONDE SURTIU ESSA IDEIA?



Lux casada com o Batman

Como assim super poderes são baseados em ciência?

REPLY 49

View all 2 replies



Mulher Maravilha Universitária

Faz um tempo que vi uma thread sobre como os poderes dos super-heróis funcionam e eu fiquei curiosa por mais conteúdo desse tipo, alguém apoia?

REPLY 316

View all 23 replies

VEIO AÍ



Nerdola fa da Marvel

Faz algo sobre a ciência dos super heróis

REPLY 67

EDITORIAL

O Incrível Hulk consolidou-se como um dos símbolos icônicos da cultura pop, descrevendo a história de um cientista exposto acidentalmente a enormes quantidades de radiação gama, o que levou ao surgimento de um monstro verde e gigante. No entanto, os raios gama mencionados nos quadrinhos estão longe da realidade, uma vez que nenhuma pessoa seria capaz de sobreviver a tamanha quantidade de radiação. Assim, por meio da popular história em quadrinhos, é possível compreender o que são os raios gama e como eles estão inseridos no cotidiano e na história da humanidade.

Acidentes que marcaram a humanidade, como Chernobyl e o Césio-137, ilustram o uso inadequado dessa fonte de radiação. Por outro lado, as aplicabilidades na área da saúde, como demonstram seus aspectos positivos quando manuseadas corretamente, também devem ser consideradas. Assim, embora o Hulk seja uma figura fictícia, a radiação gama abordada nos quadrinhos não é ficção e está presente em diversas esferas da sociedade. Compreender os verdadeiros perigos dessa ciência abordada nos quadrinhos e suas aplicações pode evitar acidentes como os ocorridos no passado. Não perca a chance de desvendar os segredos científicos por trás do universo dos super-heróis ao ler essa primeira edição! E não se preocupe, você não precisa ter músculos gigantes como o Hulk para entender a ciência por trás desse ícone dos quadrinhos. Venha conosco nessa aventura e descubra como a radiação gama pode ser um superpoder ou uma ameaça real.

BRUCE BANNER ERA UM RENOMADO CIENTISTA, QUE TESTAVA OS EFEITOS DE SUA MAIOR CRIAÇÃO: A BOMBA GAMA. EM SEUS PRIMEIROS EXPERIMENTOS, O JOVEM NICK JONES INVADE A ÁREA DE EXPOSIÇÃO DA BOMBA E BRUCE SE VÊ NA OBRIGAÇÃO DE SALVÁ-LO, SAINDO DO BUNKER DE PROTEÇÃO PARA IR DE ENCONTRO AO GAROTO.

LET IT, MAN! KIDS BET WOULDN'T NERVE TH TO PAST ARDS...

HEY! WHAT ARE YA TRYIN' TO DO? MAKE THEM THINK I'M CHICKEN?

COME ON, YOU FOOL! WE'VE GOT TO REACH THE PROTECTIVE TRENCH BEFORE THE BOMB GOES OFF!

BOMB??

MEAN NOT H DELAY TOUCH

876



APESAR DA AÇÃO BEM SUCEDIDA PARA NICK, QUE FOI ARREMESSADO NUMA TRINCHEIRA, O CIENTISTA NÃO CONSEGUIU ESCAPAR ANTES DA ATIVAÇÃO DA BOMBA, E SEU CORPO FOI CONTAMINADO PELA RADIAÇÃO GAMA EMITIDA.

E WORLD SEEMS TO STAND STILL, TREMBLING ON THE BRINK OF INFINITY, AS HIS EAR-SPLITTING SCREAM FILLS THE AIR...



GET OF W IN

APÓS O ACIDENTE, SEMPRE QUE ESTRESSADO, BRUCE CONDENSE TODA SUA RAIVA SE TRANSFORMANDO EM UM TERRÍVEL E FORTÍSSIMO MONSTRO VERDE, CONHECIDO COMO O INCRÍVEL HULK, OU APENAS HULK, O QUE JÁ CAUSA UM GRANDE IMPACTO, CONVENHAMOS.

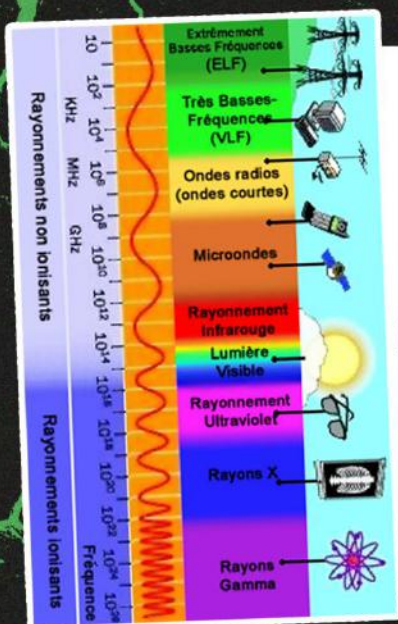
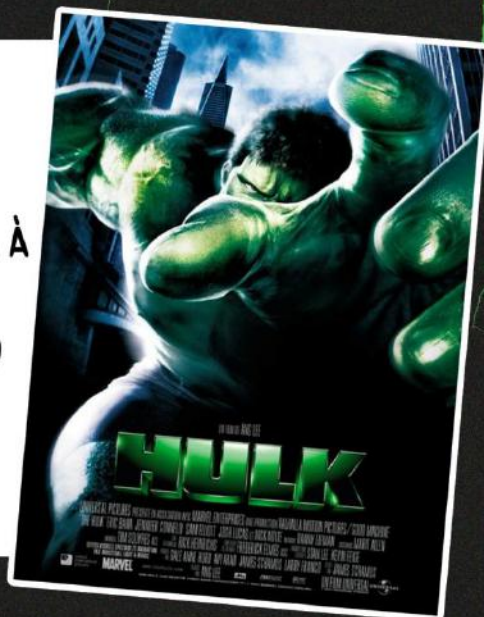
CLARO QUE ESSA NÃO É A HISTÓRIA COMPLETA, MAS SE VOCÊ FICOU CURIOSO E AINDA QUER SABER MAIS SOBRE O "GOLIAS ESMERALDA", ASSISTA AO VÍDEO "A ORIGEM DO SUPER-HERÓI: HULK" DO CANAL "HERÓI DE HOJE", E AÍ VOCÊ FICA POR DENTRO DE TODO O DESENROLAR DESSA TRAMA! JÁ TE ADIANTO QUE É GRANDINHA, MAS VALE MUITO A PENA.

"MAS EU CONHEÇO OUTRA HISTÓRIA DO HULK."

MAS QUEM ESCREVE A REVISTA É A GENTE! BRINCADEIRA. FOI SÓ PARA DESCONTRAIR, POR FAVOR, NÃO FIQUE VERDE.

Vamos falar um pouquinho de filme?

NO FILME HULK (2003), ASSIM QUE BANNER É ATINGIDO PELA RADIAÇÃO GAMA, BETTY ROSS, SUA COMPANHEIRA DE LABORATÓRIO, AFIRMA QUE A QUANTIDADE DE RADIAÇÃO SUBMETIDA SERIA FATAL. BANNER SE COLOCA À FRENTE E RECEBE TODOS OS RAIOS, QUE ATINGEM SOMENTE O SEU CORPO. O IMPACTO DA RADIAÇÃO É TÃO FORTE QUE, NA VIDA REAL, SOMENTE UMA CAMADA ESPESSA DE CHUMBO OU CONCRETO SERIA CAPAZ DE BLINDAR SEUS EFEITOS.



NO FILME E NOS QUADRINHOS, A RADIAÇÃO GAMA É REPRESENTADA NA COR VERDE. AS RADIAÇÕES POSSUEM COMPRIMENTOS DE ONDA, QUE CORRESPONDEM À DISTÂNCIA ENTRE UM PICO E OUTRO. O OLHO HUMANO É CAPAZ DE ENXERGAR SOMENTE UMA PEQUENA FAIXA DE COMPRIMENTO DE ONDA DO ESPECTRO, CHAMADO DE "LUZ VISÍVEL" (SUGESTIVO, NÉ?). OS RAIOS-GAMA ESTÃO NUM COMPRIMENTO DE ONDA MUITO ABAIXO DA LUZ VISÍVEL, O QUE QUER DIZER QUE NÃO CONSEGUIMOS ENXERGÁ-LOS. ISSO MESMO! É IMPOSSÍVEL VERMOS COR NESSES RAIOS. TUDO BEM, É UM FILME, ELES PODEM COMETER ESSES ERRINHOS, MAS AGORA VOCÊ JÁ SABE QUE NÃO DÁ PARA REPRODUZIR.

SE VOCÊ NÃO SABE POR QUE O HULK É VERDE, A GENTE PODE TE DAR UMA (POSSÍVEL) EXPLICAÇÃO! NA VERDADE, QUEM CONTA DIREITINHO COMO ESSA IDEIA PODE TER SURGIDO É O PESQUISADOR DE STANFORD SEBASTIAN ALVARADO (CANAL STANFORD NO YOUTUBE). ELE EXPLICA QUE QUANDO VOCÊ LEVA UMA PANCADA, O LOCAL ATINGIDO FICA ROXO, CERTO? MAS ELE TAMBÉM FICA VERDE DEPOIS DE UM TEMPO. UM DOS METABÓLITOS QUE SE FORMA A PARTIR DAS CÉLULAS SANGÜÍNEAS DESTRUÍDAS E O CATABOLISMO DA HEMOGLOBINA (A PROTEÍNA QUE TRANSPORTA OXIGÊNIO NO SANGUE) É A BILIVERDINA, QUE É VERDE. A TRANSFORMAÇÃO DO CIENTISTA NO HULK É UM EVENTO EXTREMAMENTE TRAUMÁTICO, SUAS CÉLULAS SANGÜÍNEAS SÃO AFETADAS E O DEIXAM REPLETO DO METABÓLITO VERDE.



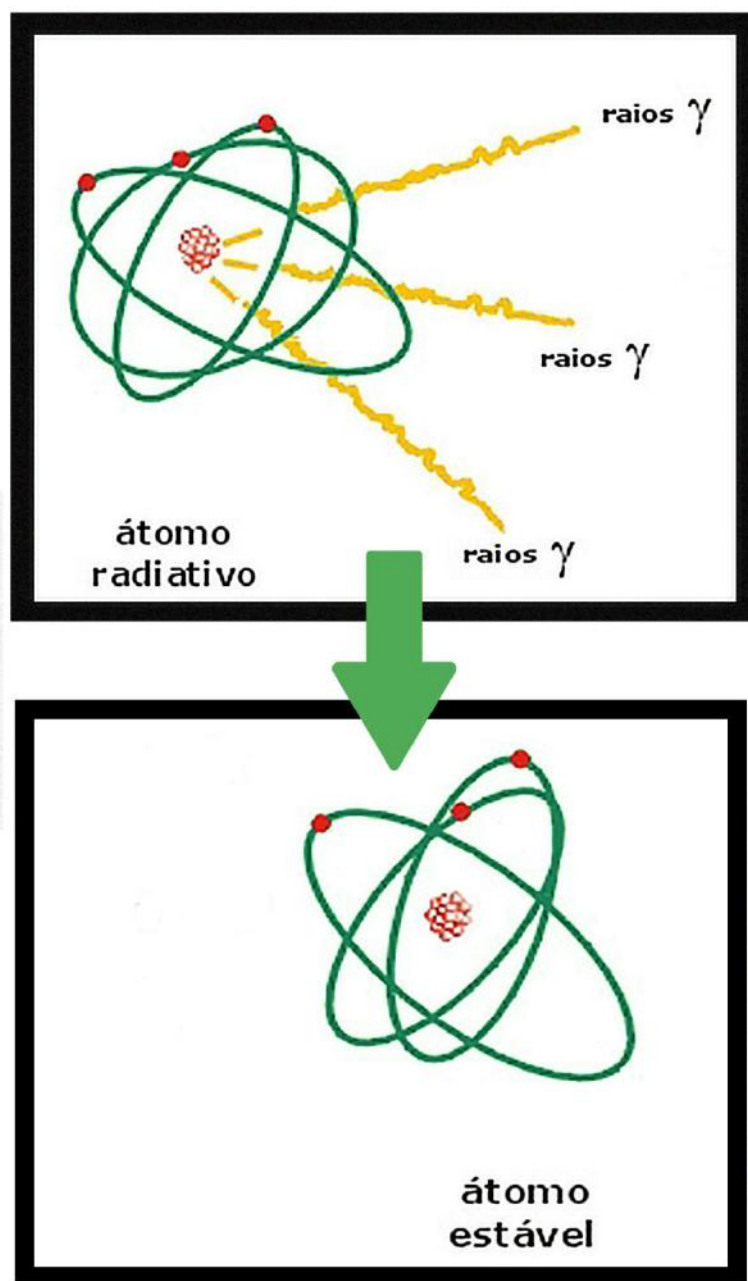
O QUE É A RADIAÇÃO GAMA QUE DÁ PODERES AO INCRÍVEL HULK?

A RADIAÇÃO É A EMISSÃO (SAÍDA) E PROPAGAÇÃO (DESLOCAMENTO) DE ENERGIA POR MEIO DE PARTÍCULAS OU DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS EM MOVIMENTO.

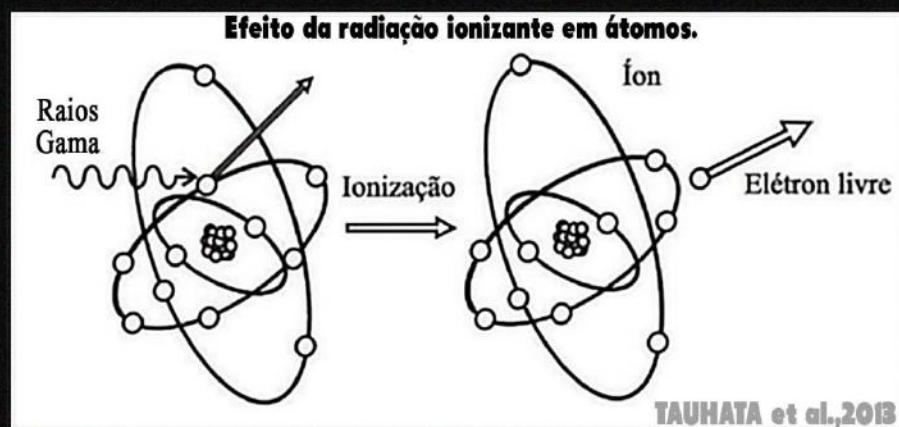
UM EXEMPLO EM NOSSO COTIDIANO É A RADIAÇÃO SOLAR, QUANDO ESSA ENERGIA CHEGA NA TERRA ELA PASSA PELA ATMOSFERA, SENDO PARCIALMENTE ABSORVIDA PELOS SEUS COMPONENTES E AO ALCANÇAR A SUPERFÍCIE TERRESTRE ELA SERÁ REFLETIDA OU NOVAMENTE ABSORVIDA, DESSA VEZ NA FORMA DE RADIAÇÃO DE BAIXA ENERGIA COMO A REGIÃO INFRAVERMELHO, QUE ENTRE OUTRAS CARACTERÍSTICAS É A GRANDE RESPONSÁVEL POR AQUECER NOSSO DIA.

A RADIAÇÃO GAMA, POR SUA VEZ, PODE NÃO SER TÃO AMIGÁVEL, POIS É ALTAMENTE ENERGÉTICA E DECORRE DO PROCESSO DE EMISSÃO POR NÚCLEOS ATÔMICOS DURANTE O DECAIMENTO RADIOATIVO, ISTO É, UM ÁTOMO INSTÁVEL COM GRANDE ENERGIA EM SEU NÚCLEO PRECISA SE REARRANJAR PARA FICAR MAIS ESTÁVEL E FAZ ISSO LIBERANDO ENERGIA.

SABENDO DA ORIGEM DA RADIAÇÃO GAMA, PODEMOS ENCONTRAR DIVERSAS FONTES DE EMISSÃO. EM ALGUNS ELEMENTOS QUÍMICOS OCORRE NATURALMENTE, COMO O ISÓTOPO DE COBALTO 60, OU DE CÉSIO 137. O MESMO PODE ACONTECER EM ROCHAS E SOLOS, E QUANDO DESCARGAS ELÉTRICAS ATMOSFÉRICAS (RAIOS) AQUECEM ÁTOMOS NA ATMOSFERA A PONTO DE DESENCADear TODO PROCESSO, EMITINDO RADIAÇÃO GAMA.



CONTUDO, O GRANDE PROBLEMA PARA A HUMANIDADE ESTÁ NA INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM A NOSSA PARTE BIOLÓGICA. A RADIAÇÃO GAMA É ALTAMENTE ENERGÉTICA E POR CONTA DE SUAS CARACTERÍSTICAS É PERIGOSA PARA SERES VIVOS, JÁ QUE, ELA INCIDE SOBRE OS ÁTOMOS E RETIRA SEUS ELÉTRONS, O QUE A TORNA UMA RADIAÇÃO IONIZANTE. A IONIZAÇÃO PODE AFETAR DIRETAMENTE PARTES IMPORTANTES DAS CÉLULAS, COMO O NÚCLEO, E PODE CAUSAR DANOS À CADEIA DE DNA.

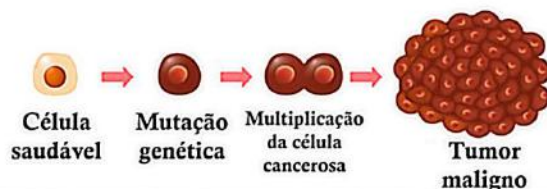


ALÉM DISSO, SUA INTERAÇÃO COM A ÁGUA GERA ESPÉCIES QUÍMICAS MUITO REATIVAS QUE CAUSAM DANOS AINDA MAIS SEVEROS ÀS CÉLULAS E, ESPECIALMENTE COM ALTAS DOSES DE RADIAÇÃO, LEVA À SUA MORTE.

EM CASO DE EXPOSIÇÃO A BAIXAS DOSES DE RADIAÇÃO POR LONGOS PERÍODOS, A CÉLULA AINDA É CAPAZ DE SE RECUPERAR E SE RECONSTRUIR, ENTRETANTO HÁ UMA GRANDE CHANCE DE QUE ESSA RECONSTRUÇÃO NÃO SEJA PERFEITA LEVANDO A UMA CÉLULA DEFEITUOSA, ESTE É O PROCESSO DE MUTAÇÃO GENÉTICA. DIFERENTEMENTE DO QUE É ILUSTRADO EM FILMES E SÉRIES, A MUTAÇÃO NÃO TE DARÁ PODERES, NEM CRIARÁ EM VOCÊ MAIS UM BRAÇO OU UMA PERNA, MAS SIM TRARÁ SÉRIOS PREJUÍZOS A SUA SAÚDE.

A PRINCIPAL FORMA DE MUTAÇÃO GENÉTICA CAUSADA POR AGENTES EXTERNOS EM HUMANOS É O CÂNCER. DE FORMA RESUMIDA PODEMOS ENTENDER A DOENÇA COMO UMA CÉLULA AFETADA GENETICAMENTE QUE ESTÁ FORA DE SEU CONTROLE NORMAL E COMEÇA A SE MULTIPLICAR MAIS E MAIS, CAUSANDO DANOS AO FUNCIONAMENTO DO CORPO, DRENANDO RECURSOS E AFETANDO OS TECIDOS SAUDÁVEIS PRÓXIMOS.

Desenvolvimento da célula saudável.



Desenvolvimento da célula cancerígena.

NÃO TEM NADA QUE SE APROXIME DOS PODERES DOS SUPER HERÓIS?

NEM TUDO ESTÁ PERDIDO PARA OS LEITORES DE QUADRINHOS, A CIÊNCIA AINDA PODE TE TRAZER POSSÍVEIS RESPOSTAS. PARA QUEM GOSTA DE ESPECULAR, INFELIZMENTE A MUTAÇÃO GENÉTICA CAUSADA POR RADIAÇÃO NÃO TRAZ MUDANÇAS BENÉFICAS... MAS E SE O HULK TIVESSE UMA MUTAÇÃO PARALELA, TALVEZ EM SEUS MÚSCULOS?

É POSSÍVEL QUE SE O GIGANTE VERDE TIVESSE UMA PROTEÍNA COM GENES ALTERADOS E ELA PERDESSE SUA FUNÇÃO, PODERÍAMOS EXPLICAR PARCIALMENTE SUA SUPERFORÇA. DENTRO DOS NOSSOS MÚSCULOS NÓS TEMOS A MIOSTATINA, SEU PRINCIPAL OBJETIVO É LIMITAR O CRESCIMENTO DA MASSA MUSCULAR.

ASSIM COMO OUTRAS PROTEÍNAS DO NOSSO CORPO, PODEMOS PENSAR NELA COMO UM DELICADO QUEBRA-CABEÇA ARQUITETADO PELO DNA, QUANDO UMA MUTAÇÃO OCORRE, ESSE QUEBRA-CABEÇA PODE FICAR COM PEÇAS ERRADAS OU FALTANTES E NO FINAL DAS CONTAS ACABAR PERDENDO SEU PROPÓSITO. TODA ESSA ANALOGIA SERVE PARA EXPLICAR QUE, DE FATO, APÓS UMA MUTAÇÃO, ESSA PROTEÍNA POSSIVELMENTE NÃO FUNCIONARÁ, LEVANDO A UM CRESCIMENTO ANORMAL DAS CÉLULAS MUSCULARES. (SCHUELKE, M., 2004)

Talvez a superforça não esteja tão distante assim...



POR FIM, DIRECIONADO AOS FÃS ASSÍDUOS DOS QUADRINHOS, NA EDIÇÃO *WORLD WAR HULK*, NOSSO HERÓI VERDE TENTA PARTIR O MUNDO AO MEIO E DURANTE ESSE PROCESSO, EMITE ALTAS DOSES DE RADIAÇÃO EM TODO O AMBIENTE EM TORNO DELE.

ESSE TRECHO NOS TRAZ UMA GRANDE CURIOSIDADE: O QUE ACONTECERIA COM UM AMBIENTE SUBMETIDO A DOSES ALTAS DE RADIAÇÃO?

NESSE CASO, O PRINCIPAL EFEITO QUE PODERÍAMOS OBSERVAR SERIA A BIOACUMULAÇÃO DE RADIAÇÃO PELOS ORGANISMOS VIVOS DA REGIÃO, UMA VEZ QUE A RADIAÇÃO CONTAMINA O SOLO E A ÁGUA, AS PLANTAS ABSORVEM NUTRIENTES DESSAS FONTES E OS ANIMAIS QUE CONSOMEM ESSA VEGETAÇÃO TAMBÉM SUSTENTAM ESSE CICLO DE CONTAMINAÇÃO, ASSIM AFETANDO TODA A CADEIA ALIMENTAR. A LONGO PRAZO A BIOACUMULAÇÃO DESSE MATERIAL GERA AMBIENTES INÓSPITOS QUE GRADUALMENTE DIMINUIRIAM A EXPECTATIVA DE VIDA DE TODOS OS HABITANTES. ESSE CENÁRIO É REAL E FOI VISTO EM ACIDENTES NUCLEARES, COMO O CASO DE CHERNOBYL E EM ATENTADOS NUCLEARES COMO FUKUSHIMA E NAGAZAKI. POR ISSO, TALVEZ NÃO SERIA UMA BOA IDEIA TIRAR UMA FOTO COM SEU HERÓI FAVORITO...



Creditos: Marvel Comics

HUMANIDADE E A RADIAÇÃO GAMA

VOCÊ ESTÁ ENGANADO SE PENSA QUE ACIDENTES COMO O DO INCRÍVEL HERÓI VERDE SÓ EXISTEM NA FICÇÃO. NA VERDADE, TAIS ACONTECIMENTOS ESTÃO MAIS PRÓXIMOS DA REALIDADE DO QUE POSSAMOS IMAGINAR.



Créditos: Unsplash

UM EXEMPLO É O DESASTRE NUCLEAR DE CHERNOBYL, OCORRIDO NA UCRÂNIA EM 1986, QUANDO UMA FALHA NOS TESTES REALIZADOS LEVOU À RUPTURA DO NÚCLEO DO REATOR, LIBERANDO UMA GRANDE QUANTIDADE DE CONTAMINANTES RADIOATIVOS NO AR QUE SE DEPOSITARAM EM PARTES DA URSS E DA EUROPA NA ÉPOCA.

O RESULTADO FOI CATASTRÓFICO, COM 31 MORTES IMEDIATAS E MAIS DE 9.000 CASOS FATAIS DE CÂNCER ESTIMADOS EM REGIÕES DA RÚSSIA, BIELORRÚSSIA E UCRÂNIA. NÃO SÓ HUMANOS FORAM AFETADOS, MAS O MEIO AMBIENTE TAMBÉM SOFREU GRANDES IMPACTOS, UMA VEZ QUE O MATERIAL RADIOATIVO ESPALHADO CONTAMINOU ÁGUA, AR, SOLO E VEGETAÇÃO, TORNANDO ÁREAS INTEIRAS INABITÁVEIS DEVIDO À CONTAMINAÇÃO DE LENÇÓIS FREÁTICOS.

TUDO ISSO FEZ COM QUE A ÁREA ATINGIDA PERMANEÇA INABITÁVEL ATÉ HOJE, LEVANDO DÉCADAS E ATÉ MESMO SÉCULOS PARA QUE POSSA SER TOTALMENTE ACESSADA COM SEGURANÇA NOVAMENTE.



Créditos: Volodymyr Repik/AP, 1986

PARA APROFUNDAMENTO INDICAMOS A SÉRIE REALISTA "CHERNOBYL" DA HBO.



VOCÊ NÃO PRECISA IR MUITO LONGE PARA ENCONTRAR EXEMPLOS DE COMO A RADIAÇÃO GAMA AFETA TODA UMA POPULAÇÃO E O AMBIENTE POR ELA HABITADO. UM CASO PRÓXIMO DA REALIDADE BRASILEIRA É O ACIDENTE RADIOATIVO DO CÉSIO-137 OCORRIDO EM GOIÂNIA, EM 1987. FOI CONSIDERADO UM DOS MAIORES ACIDENTES RADIOATIVOS FORA DE USINAS NUCLEARES.

UM MATERIAL AZUL BRILHANTE FOI ENCONTRADO POR DOIS CATADORES DE SUCATA EM UMA CLÍNICA DE RADIOTERAPIA ABANDONADA. ESSE MATERIAL ERA UM PÓ AZUL QUE CORRESPONDIA AO ELEMENTO CÉSIO-137 E ESTAVA CONTIDO EM UMA PEÇA DE UM DOS APARELHOS DA CLÍNICA.

O DESMONTE DA PEÇA FOI PRESENCIADO POR VIZINHOS E PESSOAS QUE TRANSITAVAM NO LOCAL E CHEGOU A SER VENDIDA PARA UM FERRO-VELHO, DE MODO QUE A FONTE RADIOATIVA FOI MANUSEADA POR DIVERSAS PESSOAS E O PÓ BRILHANTE CHEGOU A SER DISTRIBUÍDO COMO PRESENTE E ATÉ MESMO FOI INGERINDO DE FORMA INDIRETA.



Descontaminação da região de Goiânia.

Créditos: O popular, 1987



Imagem da peça onde estava contido o Césio-137.

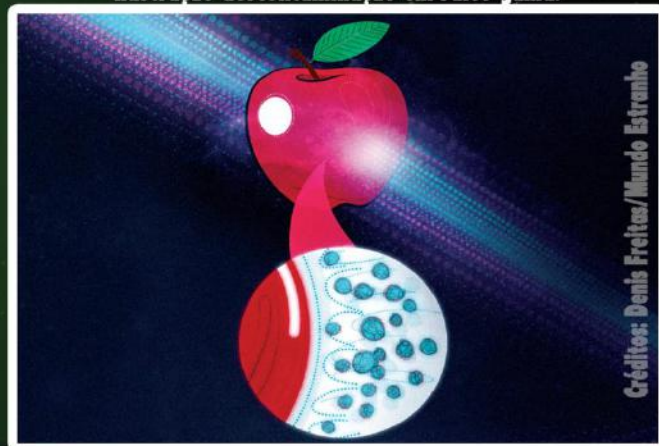
O PERIGO DO MATERIAL MANUSEADO SE ENCONTRA NO FATO DE QUE O CÉSIO-137 É RADIOATIVO, DE MODO QUE AO SER INGERIDO OU INALADO, PODE PROVOCAR CONTAMINAÇÃO INTERNA E EXTERNA COM CONSIDERÁVEL DANO BIOLÓGICO, COMO FOI O CASO DAS VÍTIMAS DO ACIDENTE. AO TODO, QUATRO PESSOAS MORRERAM E DIVERSAS LIDAM ATÉ HOJE COM OS EFEITOS CAUSADOS PELA EXPOSIÇÃO ÀS QUANTIDADES EXORBITANTES DE RADIAÇÃO, SEJAM ESSES EFEITOS FÍSICOS OU PSICOLÓGICOS, DE PESSOAS QUE PERDERAM FAMILIARES E ENTES QUERIDOS DIANTE DESSA TRAGÉDIA.

VOCÊ SABIA QUE A RADIAÇÃO GAMA NÃO CAUSA APENAS DESTRUIÇÕES?

COMO DITO ANTERIORMENTE, OS RAIOS GAMA POSSUEM UMA GRANDE QUANTIDADE DE ENERGIA CONCENTRADA, ESSA ALTA ENERGIA SÓ É POSSÍVEL DEVIDO AO COMPRIMENTO DE ONDA EXTREMAMENTE CURTO DA RADIAÇÃO GAMA, O QUE PERMITE QUE ELA PENETRE PROFUNDAMENTE A MATÉRIA ATINGIDA.

POR CONTA DESSAS CARACTERÍSTICAS, A RADIAÇÃO GAMA É MUITO UTILIZADA PARA ELIMINAR MICROORGANISMOS, SENDO FREQUENTEMENTE UTILIZADA PARA O TRATAMENTO DE PRODUTOS DESTINADOS A HOSPITAIS E PARA USO EM CENTROS CLÍNICOS, DEIXANDO OS MATERIAIS ESTERILIZADOS, SEM CONTAMINAÇÃO DE MICROORGANISMOS.

Ilustração descontaminação em raios gama.



Créditos: Denis Freire/Mundo Estranho

TAMBÉM PODE SER UTILIZADA PARA ESTERILIZAR ALIMENTOS, CAUSANDO MAIOR RESISTÊNCIA AO AMADURECIMENTO, O QUE AUMENTA A DURABILIDADE DO ALIMENTO, TORNANDO ELE APROPRIADO PARA FICAR MAIS TEMPO NAS PRATELEIRAS DOS SUPERMERCADOS.

Método de esterilização por radiação em materiais hospitalares.

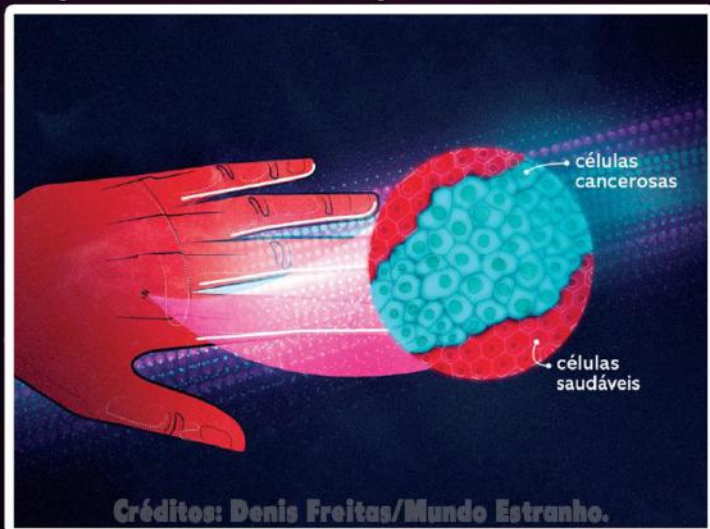


Créditos: Green Revolution in Sterilization

CASO VOCÊ QUEIRA SABER COMO OS ALIMENTOS SÃO IRRADIADOS, O VÍDEO "USING NUCLEAR SCIENCE IN FOOD IRRADIATION" DO CANAL IAEAVÍDEO DO YOUTUBE TE MOSTRA COMO O PROCESSO OCORRE.

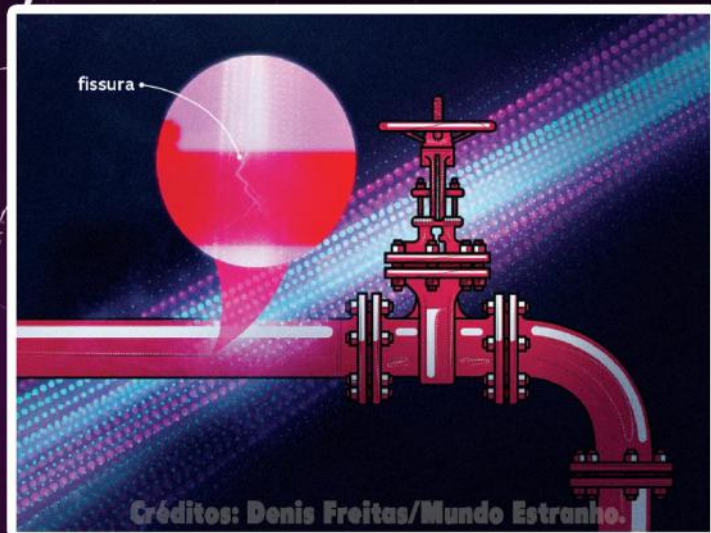
JÁ NA MEDICINA, TEMOS A RADIOTERAPIA, QUE É UMA FORMA DE TRATAMENTO MÉDICO QUE UTILIZA A RADIAÇÃO IONIZANTE PARA TRATAR O CÂNCER E OUTRAS CONDIÇÕES MÉDICAS. A RADIAÇÃO É USADA PARA DESTRUIR AS CÉLULAS CANCERÍGENAS, DANIFICANDO O DNA DAS CÉLULAS E IMPEDINDO A SUA CAPACIDADE DE SE DIVIDIR E CRESCER. É UM TRATAMENTO MUITO EFICAZ QUANDO ADMINISTRADO DE FORMA CORRETA.

Raios gama eliminando os tumores e preservando as células saudáveis.



Créditos: Denis Freitas/Mundo Estranho.

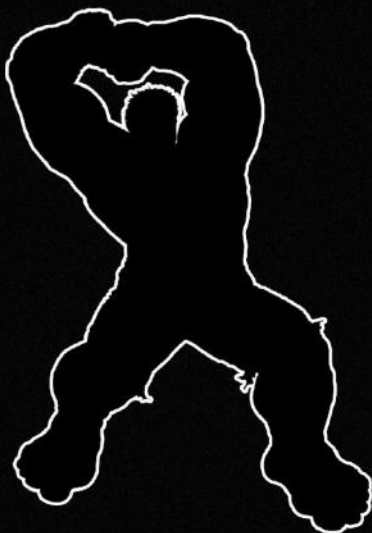
O VÍDEO "ACELERADOR LINEAR ELEKTA INFINITY - CEONC HOSPITAL DO CÂNCER" DO CANAL CEONC HOSPITAL DO CÂNCER DO YOUTUBE MOSTRA COMO FUNCIONA UM DOS EQUIPAMENTOS DE ÚLTIMA GERAÇÃO PARA RADIOTERAPIA.



Raios gama sendo utilizados para detectar trincas em uma estrutura metálica.

OUTRA APLICAÇÃO PARA ESSE TIPO DE RADIAÇÃO É SUA UTILIZAÇÃO PARA DETECTAR FALHAS E TRINCAS EM GRANDES ESTRUTURAS METÁLICAS. COMO TAMBÉM, A MEDIÇÃO DE UM MATERIAL UTILIZANDO A TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA DE MÖSSBAUER, NESTA TÉCNICA UM MATERIAL É EXPOSTO A UMA FONTE DE RAIOS GAMA, ESSES RAIOS ATINGEM OS NÚCLEOS DOS ÁTOMOS DO MATERIAL CAUSANDO UM DESLOCAMENTO NA FREQUÊNCIA, QUE SÃO MEDIDOS. A PARTIR DESSAS MEDIÇÕES, É POSSÍVEL DETERMINAR AS PROPRIEDADES DOS ÁTOMOS NO MATERIAL, INCLUINDO A ESTRUTURA CRISTALINA, A VALÊNCIA DOS ÁTOMOS E O ESTADO DE OXIDAÇÃO.

ADESIVOS



**O INCRÍVEL
HULK**

**QUAL SERÁ O PRÓXIMO
HERÓI A TER SUA CIÊNCIA
REVELADA?**

BIBLIOGRAFIA

- CEONC Hospital do Câncer. Acelerador Linear Elekta Infinity - CEONC Hospital do Câncer. YouTube, 06 de julho de 2018. Disponível em:** <https://youtu.be/-kC-bbIEEQk>
- COELHO, André. O que é esterilização? Quais os métodos?. Múltipla Escolha, 30 de agosto de 2019. Disponível em:** <https://www.multiplescolha.com.br/que-e-esterilizacao-quais-metodos/>
- CRONIN, B. 20 Weird Hulk Powers Even Hardcore Fans Didn't Know About. cbr, 2018. Disponível em:** <https://www.cbr.com/obscure-powers-marvel-hulk/#bruce-banner-limits-the-hulk-s-strength>. Acesso em 28 de mar. 2023.
- DPHDM- MARINHA DO BRASIL. Acidente radioativo com o Césio 137: A participação da marinha no atendimento às vítimas. Navigator, [S. l.], p. 5-25. 2008. Disponível em:** <http://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/navigator/article/view/1562/1523>. Acesso em: 1 fev. 2023.
- IAEA video. Using Nuclear Science in Food Irradiation. YouTube, 24 de agosto de 2015. Disponível em:** https://youtu.be/pe6AKh_tlys
- Lima, I. H. S. de, Melo, G. T. P., Carneiro, P. F. P., Andrade, M. E. A., Barbosa, N. Y. S., & Santos, S. M. G. dos. (2020). ACIDENTE NUCLEAR DE CHERNOBYL: OS EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO. Caderno De Graduação - Ciências Biológicas E Da Saúde - UNIT - SERGIPE, 6(1), 107. Recuperado de <https://periodicos.set.edu.br/cadernobiologicas/article/view/7992>**
- Linsley, G. Radiation and the environment: assessing effects on plants and animals. An overview of a recent report issued by the United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation. IAEA Bulletin, Vienna (Austria), v. 39, n. 1, p. 17-20, 1997.**
- Mavragani, Ifigeneia V et al. "Ionizing Radiation and Complex DNA Damage: From Prediction to Detection Challenges and Biological Significance." Cancers vol. 11,11 1789. 14 Nov. 2019, doi:10.3390/cancers11111789**
- MIRANDA, Lucas. O Incrível Hulk - um olhar físico, químico e biológico. 2017. Disponível em:** <https://www.blogs.unicamp.br/ciencianerd/2017/05/31/o-hulk-e-a-fisica-quimica-e-biologia/>. Acesso em: 02 mar. 2023.
- MOUSSEAU, Timothy A.. The Biology of Chernobyl. 2021. 23 f. Artigo na Revisão Anual da Evolução e Sistemática da Ecologia - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Carolina do Sul, Columbia, Carolina do Sul, EUA, 2021. Disponível em:** https://www.researchgate.net/profile/Timothy-Mousseau/publication/353809415_The_Biology_of_Chernobyl/links/61674a3466e6b95f07c31afc/The-Biology-of-Chernobyl.pdf. Acesso em: 01 jan. 2023.
- OLIVEIRA, F. A. G. Efeito da exposição à radiação ionizante sobre o DNA: uma avaliação cienciométrica. Tese (mestrado em genética) - Pontifícia universidade católica de Goiás, Goiânia, Goiás, p. 58. 2016.**
- PIRES, Fabrício Carvalho. A ciência mostrada no cinema: uma análise do filme Hulk (2003). 2017. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Escola de Química e Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017. Disponível em:** <https://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/7978/TCC%20-%20PIRES%2c%20Fabr%e3%adiao%20Carvalho.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- PRICAZ, MARIA; UTA, ALEXANDRA-CRISTINA. Radiação gama para melhorias na indústria de alimentos, qualidade ambiental e saúde. Rom J Biophys, v. 25, n. 2, pág. 143-162, 2015.**
- Raios X e Radiatividade QUIMICA NOVA NA ESCOLA Attico Chassot N° 2, NOVEMBRO 1995 Acesso** <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/historia.pdf> 10/03/2023.
- Reisz, Julie A et al. "Effects of ionizing radiation on biological molecules--mechanisms of damage and emerging methods of detection." Antioxidants & redox signaling vol. 21, 2, p. 260-92, 2014.doi:10.1089/ars.2013.5489**
- SILVA, R. C.; SILVA, R. M.; AQUINO, K. A. S. A Interação da Radiação Gama com a Matéria no Processo de Esterilização. Rev. Virtual Quim., v. 6, n. 6, p. 1947-1960, dez. 2014. Disponível em:** <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/805/537>. Acesso em: 09 mar. 2023. [Seção 2.2]
- STANFORD researcher explains the science behind the Incredible Hulk. Direção de Kurt Hickman. Produção de Bjorn Carey. Palo Alto, Califórnia: ., 2014. (3 min.), son., color. Legendado. Disponível em:** <https://www.youtube.com/watch?v=cwzpgHyq65s>. Acesso em: 02 mar. 2023.
- TEZOTTO-ULIANA, Jaqueline V. et al. Radiação Gama em Alimentos de Origem Vegetal. Revista Virtual de Química, v. 7, n. 1, p. 267-277, 2015.**
- THE HISTORY of Hulk. [S. l.]. Disponível em:** <https://www.marvel.com/comics/discover/2250/the-history-of-hulk>. Acesso em: jan. 2023.
- TOLENTINO, Onã. O que são raios gamas?. Super Interessante, 14 de fevereiro de 2020. Disponível em:** <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-sao-raios-gamas/>
- WORLD NUCLEAR ASSOCIATION. Chernobyl Accident 1986. In: Chernobyl Accident 1986. [S. l.]. Disponível em:** <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident.aspx#:~:text=The%20Chernobyl%20accident%20in%201986,in%20many%20parts%20of%20Europe>. Acesso em: 6 jan. 2023.

Tipografia:

SF Wonder Comic por ShyFonts
Super Comic por Chequered Ink
Tondue à € por The Northern Block

Banco de imagens:

Unsplash
Pixabay