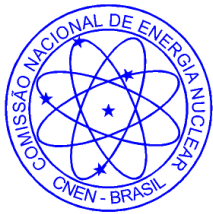




Índice

<i>OS BENEFÍCIOS DA ENERGIA NUCLEAR E DAS RADIAÇÕES</i>	3
<i>TRAÇADORES RADIOATIVOS</i>	4
<i>RADIOISÓTOPOS NA MEDICINA</i>	4
<i>MEDICINA NUCLEAR</i>	5
<i>A RADIOTERAPIA</i>	7
<i>BRAQUITERAPIA</i>	8
<i>MEIO AMBIENTE</i>	9
<i>IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS</i>	10
<i>GAMAGRAFIA</i>	12
<i>MEDIDORES DE NÍVEIS</i>	13
<i>ESTERILIZAÇÃO</i>	13
<i>DATAÇÃO POR CARBONO-14</i>	14
<i>OS RAIOS-X</i>	15
<i>A DESCOBERTA DOS RAIOS-X</i>	16



BENEFÍCIOS DA ENERGIA NUCLEAR E DAS RADIAÇÕES

Infelizmente são pouco divulgados os grandes benefícios da energia nuclear.

A cada dia, novas técnicas nucleares são desenvolvidas nos diversos campos da atividade humana, possibilitando a execução de tarefas impossíveis de serem realizadas pelos meios convencionais. A medicina, a pesquisa, a indústria, particularmente a farmacêutica, e a agricultura são as áreas mais beneficiadas.

Os isótopos radioativos ou **radioisótopos**, devido à propriedade de emitir radiações, têm vários usos. As radiações podem atravessar a matéria ou ser absorvidas por ela; isso possibilita múltiplas aplicações. Mesmo em quantidades cuja massa não pode ser determinada pelos métodos químicos, a radiação emitida por eles pode ser detectada. A propriedade de penetração das radiações na matéria possibilita identificar a presença de um radioisótopo em determinado local.

Pela absorção da energia das radiações (em forma de calor) células ou pequenos organismos podem ser destruídos. Essa propriedade, que normalmente é inconveniente para os seres vivos, pode ser usada em seu benefício, quando empregada para destruir células ou microorganismos nocivos.



TRAÇADORES RADIOATIVOS

As radiações emitidas por radioisótopos podem atravessar a matéria e, dependendo da energia que possuam, são percebidas onde estiverem, através de aparelhos apropriados, denominados **detectores de radiação**. Dessa forma, o deslocamento de um radioisótopo pode ser acompanhado e seu percurso ou “caminho” ser “traçado” num mapa do local. Por esse motivo, recebe o nome de **traçador radioativo**.

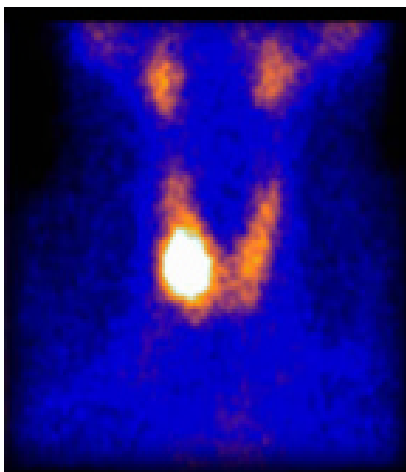
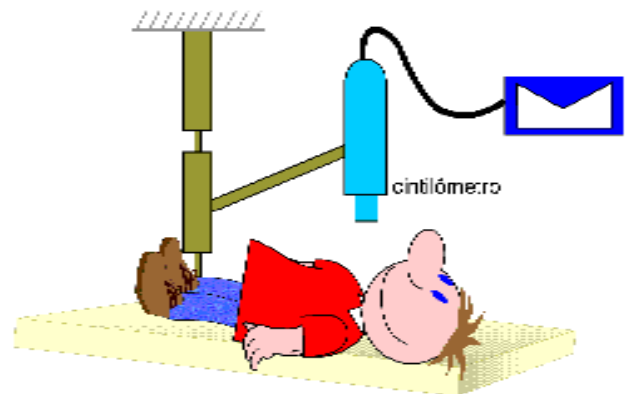
Traçadores Radioativos - Radioisótopos que, usados em “pequeníssimas” quantidades, podem ser “acompanhados” por detectores de radiação.

RADIOISÓTOPOS NA MEDICINA

Radioisótopos administrados em pacientes passam a emitir suas radiações no órgão para onde são conduzidos. Um exemplo prático bem conhecido é o uso do **Iodo-131 (I-131)**, que emite partícula beta, radiação gama e tem meia-vida de oito dias.

O elemento iodo, radioativo ou não, é absorvido pelo organismo humano preferencialmente pela glândula tireóide, onde se concentra. O funcionamento da tireóide influi muito no comportamento das pessoas e depende de como o iodo é absorvido pela glândula. Por ser radioativo um elemento químico não tem qualquer influência no comportamento dos demais elementos.

Para diagnóstico de tireóide, o paciente ingere uma solução de Iodo-131, que vai ser absorvido pela glândula. Quando passa um detector pela frente do pescoço do paciente, observa-se o Iodo foi muito ou pouco absorvido e como se distribui na glândula.



Exemplo de radiodiagnóstico da tireóide, utilizando-se o Iodo-131. A área mais brilhante indica maior concentração do radioisótopo.

O detector é associado a um mecanismo que permite obter um “desenho” ou **mapeamento**, em preto e branco ou colorido, da tireóide.

Um diagnóstico, no caso um **radiodiagnóstico**, é feito por comparação com um **mapa padrão** de uma tireóide normal.

A mesma técnica é usada para mapeamento de fígado e de pulmão.

MEDICINA NUCLEAR

A **Medicina Nuclear** é a área da medicina onde são utilizados os radioisótopos, tanto em diagnósticos como em terapias.

Os fármacos que conduzem os radioisótopos até os órgãos e sistemas do corpo são chamados radiofármacos. No Brasil, são produzidos em grande parte por dois institutos da Comissão de Energia Nuclear - CNEN: o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, em São Paulo, e o Instituto de Engenharia Nuclear - IEN, no Rio de Janeiro.

O radioisótopo Tecnécio-99 (Tc-99m), disponibilizado por meio de um gerador portátil é usado para a composição de diversos radiofármacos. Este gerador tem grande volume de produção de radioisótopos, os quais são utilizados para obtenção de mapeamentos (cintilografia) de diversos órgãos:

- cintilografia dos rins, do cérebro, do fígado, do pulmão e dos ossos;
- diagnóstico do infarto agudo do miocárdio, anomalias no coração, e em estudos de circulação sanguínea;
- cintilografia de placenta.



Gerador de Tecnécio

O Iodo-131 também pode ser usado em terapia para eliminar lesões, identificadas nos radiodiagnósticos da tireóide, aplicando-se, no caso, uma dose maior do que a usada nos diagnósticos. O Iodo radioativo apresenta as características ideais para aplicação em Medicina, tanto em diagnóstico como em terapia:

- tem meia-vida curta;
- é absorvido preferencialmente por um órgão (a tireóide);
- é eliminado rapidamente do organismo;
- a energia da radiação gama é baixa.

Outro radioisótopo, o Samário-153 (Sm-153), usado como paliativo para a dor, é injetado em pacientes com metástase óssea, o estágio do câncer que atinge o sistema ósseo .

Estes e outros produtos utilizados na Medicina Nuclear são distribuídos rotineiramente para clínicas e hospitais licenciados pela CNEN.

RADIOTERAPIA

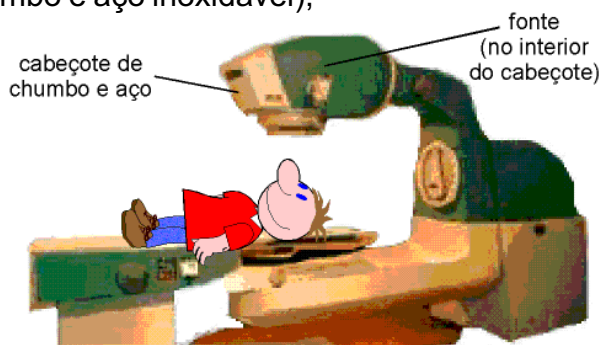
A radioterapia teve origem na aplicação do elemento **Rádio** pelo casal Curie, para destruir células cancerosas, e foi inicialmente conhecida como “Curieterapia”. Posteriormente, outros radioisótopos passaram a ser usados, apresentando um maior rendimento.

Fontes radiativas (= fontes de radiação) de Césio-137 e Cobalto-60 são usadas para destruir células de tumores, uma vez que estas são mais sensíveis à radiação do que os tecidos normais (sãos).

Radioterapia = tratamento com fontes de radiação.

Um dos aparelhos de radioterapia mais conhecidos é a **Bomba de Cobalto**, usada no tratamento contra o câncer, e que nada tem de “bomba” (não explode). Trata-se de uma fonte radiativa de Cobalto-60 (Co-60), encapsulada ou **selada** (hermeticamente fechada) e blindada, para impedir a passagem de radiação. Até bem pouco tempo, para este fim, eram utilizadas fontes de Césio-137, que foram substituídas pelas de Cobalto-60, que, entre outras razões técnicas, apresentam maior rendimento terapêutico.

No momento da utilização, a fonte é deslocada de sua posição segura, dentro do **cabeçote de proteção** (feito de chumbo e aço inoxidável), para a frente de um orifício, que permite a passagem de um **feixe de radiação**, concentrado sobre a região a ser tratada ou **irradiada**. Após o uso, a fonte é recolhida para a posição anterior.



Deve ficar bem claro que

um objeto ou o próprio corpo, quando irradiado (exposto à radiação) por uma fonte radiativa, NÃO FICA RADIOATIVO.

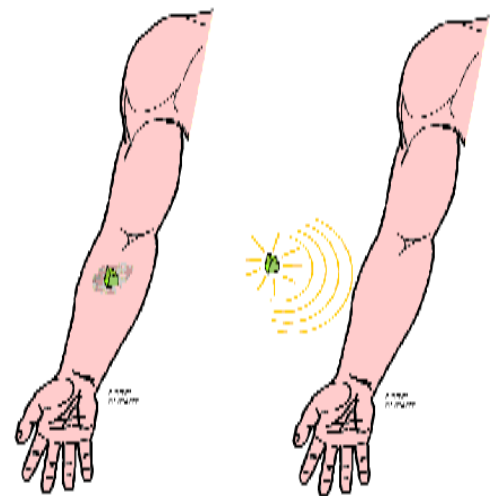
É muito comum confundir-se **irradiação** com **contaminação**.

A **contaminação** se caracteriza pela presença de um material indesejável em determinado local.

A **irradiação** é a exposição de um objeto ou de um corpo à radiação. Portanto, pode haver irradiação sem existir contaminação, ou seja, sem contato entre a fonte radiativa e o objeto ou corpo irradiado.

No entanto, havendo contaminação radioativa (= presença de material radioativo), é claro que haverá irradiação do meio contaminado. Não se deve confundir o efeito da radiação com o fato de tornar radioativo um material, o que só é possível por outros processos (em Reatores Nucleares ou aceleradores de partículas).

contaminação irradiação



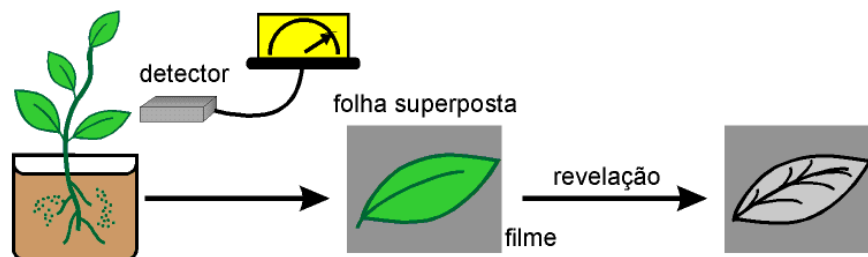
BRAQUITERAPIA

A radioterapia pode ser feita com a introdução de fios e sementes irradiados em regiões específicas do corpo. Esta técnica é a **braquiterapia**, um método que emite alta dose de radiação localizada, sem prejudicar os tecidos periféricos e sem contaminar o paciente. Nesse método, o **Fio de Iridio -192** é utilizado no tratamento de tumores de mama, cabeça e pescoço, e a **Semente de Iodo-125** para tumores de próstata.

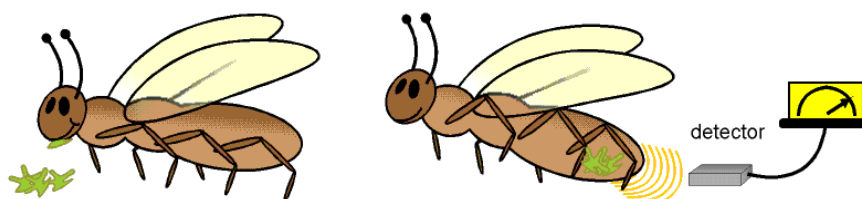
MEIO AMBIENTE

É possível acompanhar, com o uso de traçadores radioativos, o metabolismo das plantas, verificando o que elas precisam para crescer, o que é absorvido pelas raízes e pelas folhas e onde um determinado elemento químico fica retido.

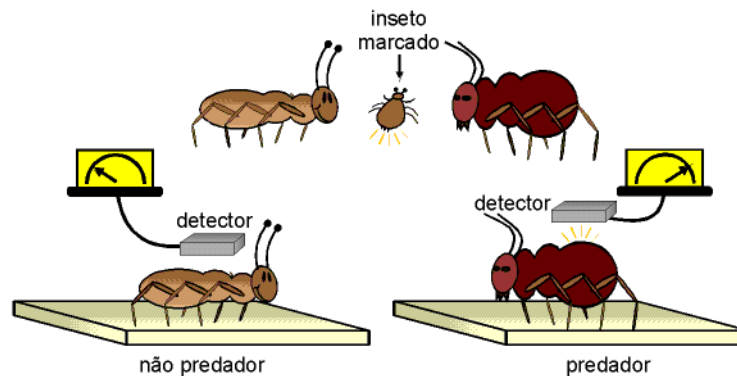
Uma planta que absorveu um traçador radioativo pode, também, ser “radiografada”, permitindo localizar o radioisótopo. Para isso, basta colocar um filme, semelhante ao usado em radiografias e abreugrafias, sobre a região da planta durante alguns dias e revelá-lo. Obtém-se o que se chama de **auto-radiografia** da planta.



A técnica do uso de traçadores radioativos também possibilita o estudo do comportamento de insetos, como abelhas e formigas. Ao ingerirem radioisótopos, os insetos ficam **marcados**, porque passam a “emitir radiação”, e seu “raio de ação” pode ser acompanhado. No caso de formigas, descobre-se onde fica o formigueiro e, no caso de abelhas, até as flores de sua preferência.



A marcação de insetos com radioisótopos também é muito útil para eliminação de pragas, identificando qual predador se alimenta de determinado inseto indesejável. Neste caso, o predador é usado em vez de inseticidas nocivos à saúde.

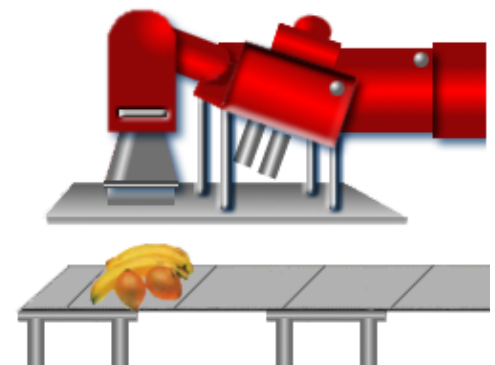


Outra forma de eliminar pragas é esterilizar os respectivos machos por radiação gama e depois soltá-los no ambiente para competirem com os machos não-irradiados, reduzindo sua reprodução sucessivamente, até a eliminação da praga, sem qualquer poluição com produtos químicos.

Em defesa do meio ambiente e da alimentação pode-se, também, determinar se um agrotóxico fica retido nos alimentos ou quanto vai para o solo, para a água e para a atmosfera.

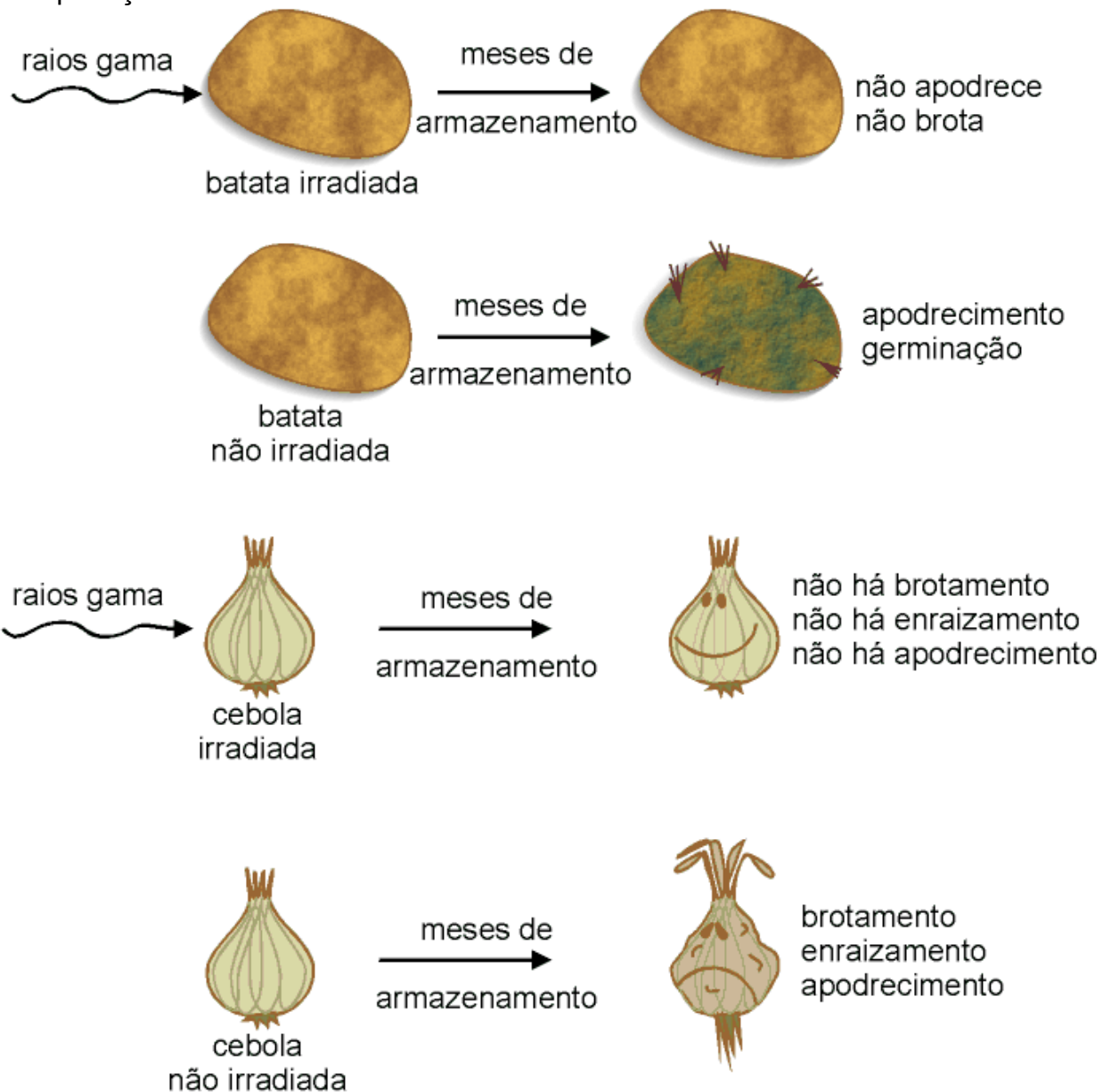
IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

Ainda no campo dos alimentos, uma aplicação importante é a irradiação para a conservação de produtos agrícolas, como batata, cebola, alho e feijão.



Os alimentos que serão irradiados passam por uma esteira sob o irradiador

A **irradiação de alimentos** é uma técnica eficiente para eliminar ou reduzir microorganismos, parasitas e pragas, sem causar qualquer prejuízo ao alimento ou ao consumidor. Um processo que retarda o apodrecimento, reduz o grande volume de perdas de produção, as transmissões que afetam a saúde da população e atende às rígidas normas de exportação.



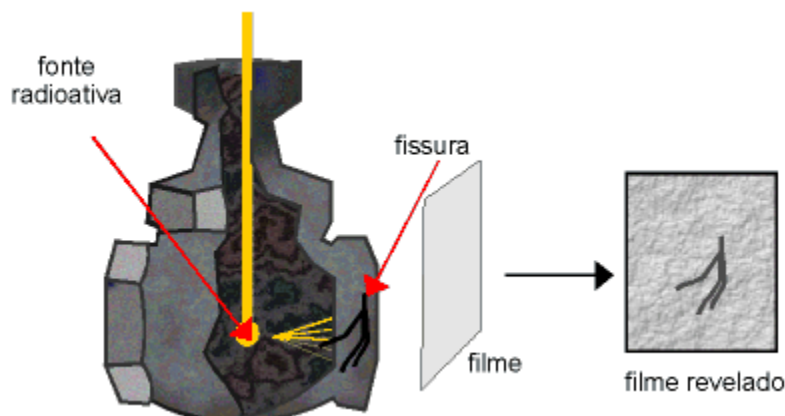
GAMAGRAFIA

A aplicação de radioisótopos mais conhecida na indústria é a radiografia de peças metálicas ou gamagrafia industrial.

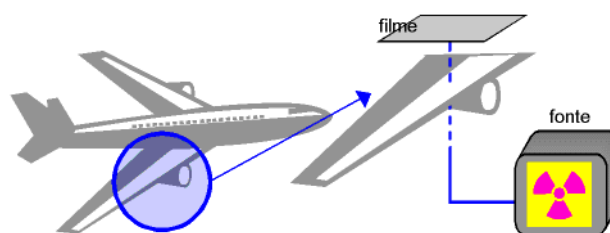
Gamagrafia

Impressão de radiação gama em filme fotográfico.

Os fabricantes de válvulas usam a gamagrafia, na área de Controle da Qualidade, para verificar se há defeitos ou rachaduras no corpo das peças.

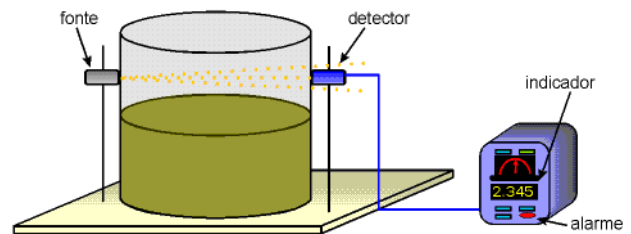


As empresas de aviação fazem inspeções freqüentes nos aviões, para verificar se há fadiga nas partes metálicas e soldas essenciais sujeitas a maior esforço (por exemplo, nas asas e nas turbinas) usando a gamagrafia.



MEDIDORES DE NÍVEIS

Para se ter indicação de nível de um líquido em um tanque, coloca-se uma fonte radiativa em um dos lados e, no lado oposto, um detector ligado a um dispositivo (aparelho) de indicação ou de medição.



Quando o líquido alcança a altura da fonte, a maior parte da radiação emitida é absorvida por ele e deixa de chegar ao detector, indicando que o líquido atingiu o nível. Para indicar um nível mínimo de líquido desejado, a fonte e o detector são colocados na posição adequada e, quando o líquido atingir esse ponto, deixará de absorver a radiação, que chegará ao detector com maior intensidade. Em geral, acrescenta-se um sistema de alarme para soar ao ser atingido esse nível.

Um exemplo desta técnica é a verificação automática dos níveis de líquidos em garrafas, latas e vasilhames em geral, durante o processo de enchimento. Essa técnica é utilizada pela indústria de alimentos, em especial a de refrigerantes e cervejas.

ESTERILIZAÇÃO

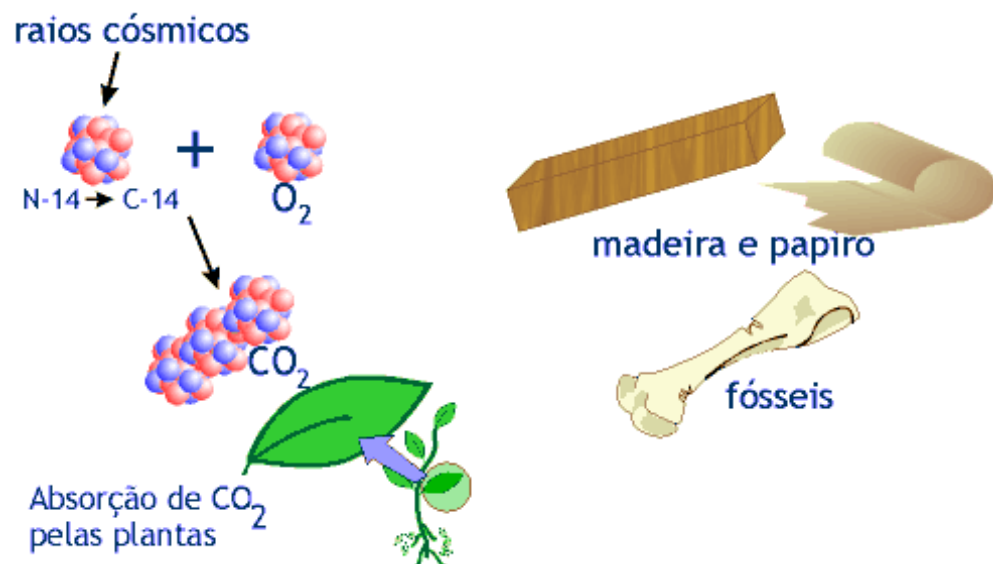
A Indústria Farmacêutica utiliza fontes radioativas de grande porte para esterilizar seringas, luvas cirúrgicas, gaze e material farmacêutico descartável, em geral. Seria praticamente impossível esterilizar, pelos métodos convencionais que necessitam de altas temperaturas, tais materiais, que se deformariam ou se danificariam de tal forma que não poderiam ser mais utilizados.



Exemplos de produtos esterilizados através da irradiação

DATAÇÃO POR CARBONO-14

O Carbono-14 (C-14) resulta da absorção contínua dos nêutrons dos raios cósmicos pelos átomos de Nitrogênio nas altas camadas da atmosfera. Esse isótopo radioativo do Carbono combina-se com o Oxigênio, formando o CO_2 , que é absorvido pelas plantas.



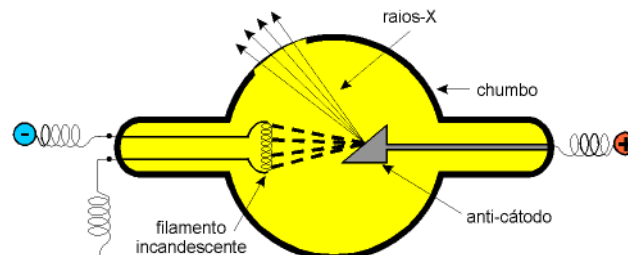
Fósseis de madeira, papiros e animais contêm C-14, cuja meia-vida é de 5.600 anos. **Meia-vida** é o tempo necessário para que a sua atividade radioativa seja reduzida à metade da atividade inicial. Isso significa que, a cada 5.600 anos, a atividade do C-14 é reduzida à metade. Medindo-se a proporção de C-14 que ainda existe nesses materiais é possível saber a idade deles. Foi assim, por exemplo, que se determinou a idade dos Pergaminhos do Mar Morto.

RAIOS-X

Os raios-X são radiações da mesma natureza da radiação gama (ondas eletromagnéticas), com características semelhantes. Só diferem da radiação gama pela origem, ou seja, os raios-X não saem do núcleo do átomo.

Raios-X não são energia nuclear

Os raios-X são emitidos quando elétrons, acelerados por alta voltagem, são lançados contra átomos e sofrem perda de energia ao serem retidos. Não têm origem no núcleo do átomo.



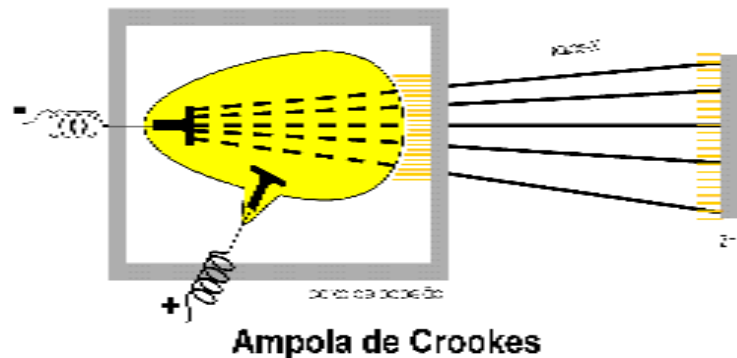
Raios-X são energia atômica

Toda energia nuclear é atômica, porque o núcleo pertence ao átomo, mas nem toda energia atômica é nuclear.

Outro exemplo de energia atômica e não nuclear é a energia das reações químicas (liberadas ou absorvidas).

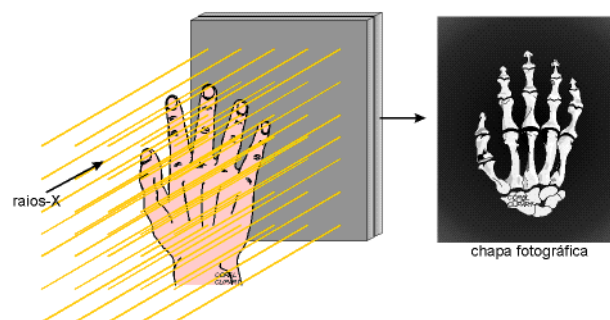
A DESCOBERTA DOS RAIOS-X

O físico alemão Roentgen (pronúncia portuguesa: rêntgüen) observou que saíam raios misteriosos de uma ampola de Crookes (físico inglês), capazes de atravessar folhas de papelão. Por isso, ele os chamou de raios “X” .



A ampola de Edison, que ficou conhecida como lâmpada incandescente, depois de aperfeiçoada, deu origem à ampola de Crookes, usada por Roentgen. Atualmente, a ampola de raios-X mais famosa é o tubo de televisão.

A descoberta de Roentgen permitiu “fotografar” o interior de muitos objetos e o corpo humano, opacos à luz mas transparentes aos raios-X.



Quando se eleva a voltagem de alimentação da ampola ou “tubo” de raios-X, eles se tornam mais penetrantes.

As primeiras aplicações dos aparelhos de raios-X ocorreram na Medicina, para diagnóstico de fraturas ósseas e, logo após, na Odontologia, para diagnóstico de canais dentários.



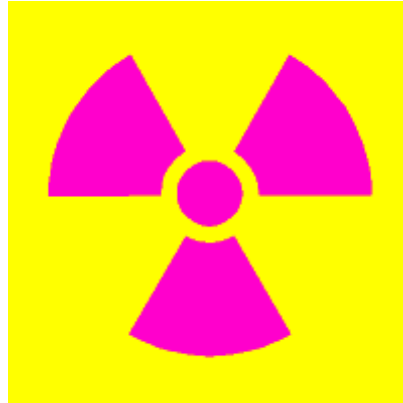
Foram desenvolvidos aparelhos mais potentes para uso em radiografia industrial (semelhante à gamagrafia). As principais desvantagens de tais aparelhos, para a indústria, são as seguintes:

- as peças têm que ser levadas até eles, uma vez que é impraticável deslocar os aparelhos (de grande porte) e acessórios;
- depende de fonte de alimentação (energia elétrica);
- têm limitações, impostas pela forma das peças a serem radiografadas.

**Os aparelhos de Raios-X não são radioativos
quando desligados.**

**Só emitem radiação quando estão ligados , isto é,
em operação.**

Em relação ao ser humano, os raios-X requerem os mesmos cuidados que a radiação gama e, por isso, não podem ser usados indiscriminadamente.



Símbolo da presença de radiação*.
Deve ser respeitado, e não temido.

** Trata-se da presença de radiação acima dos valores encontrados no meio ambiente, uma vez que a radiação está presente em qualquer lugar do planeta.*



Index

A

A DESCOBERTA DOS RAIOS-X

B

BRAQUITERAPIA 8

BENEFÍCIOS DA ENERGIA NUCLEAR E DAS RADIAÇÕES 3

D

DATAÇÃO POR CARBONO-14 14

E

ESTERILIZAÇÃO 13

G

GAMAGRAFIA 12

I

IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS 10

M

MEDICINA NUCLEAR 5

MEIO AMBIENTE 9

MEDIDORES DE NÍVEIS 13

R

RADIOISÓTOPOS NA MEDICINA 4

RADIOTERAPIA 7

RAIOS-X 15