

# Exposição Humana a radiação Ionizante: Efeitos Biológicos e Impacto na Saúde

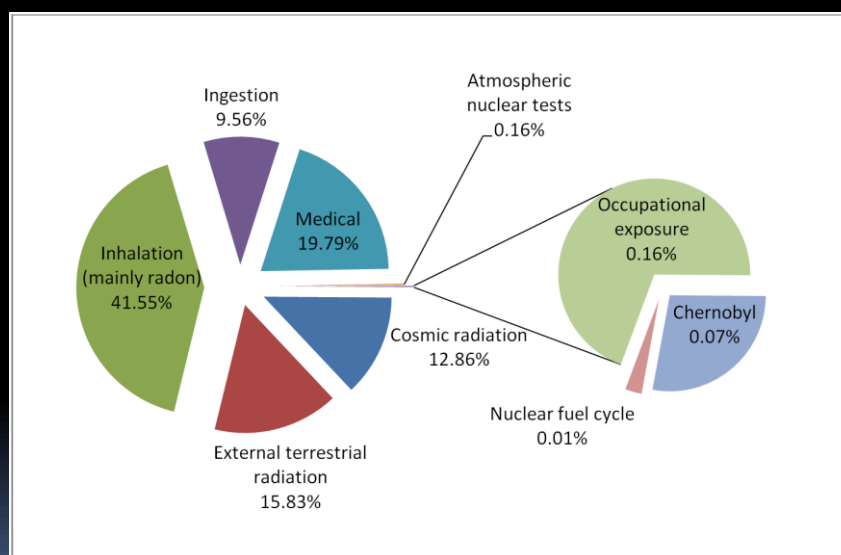
*Maria João Silva et al.*

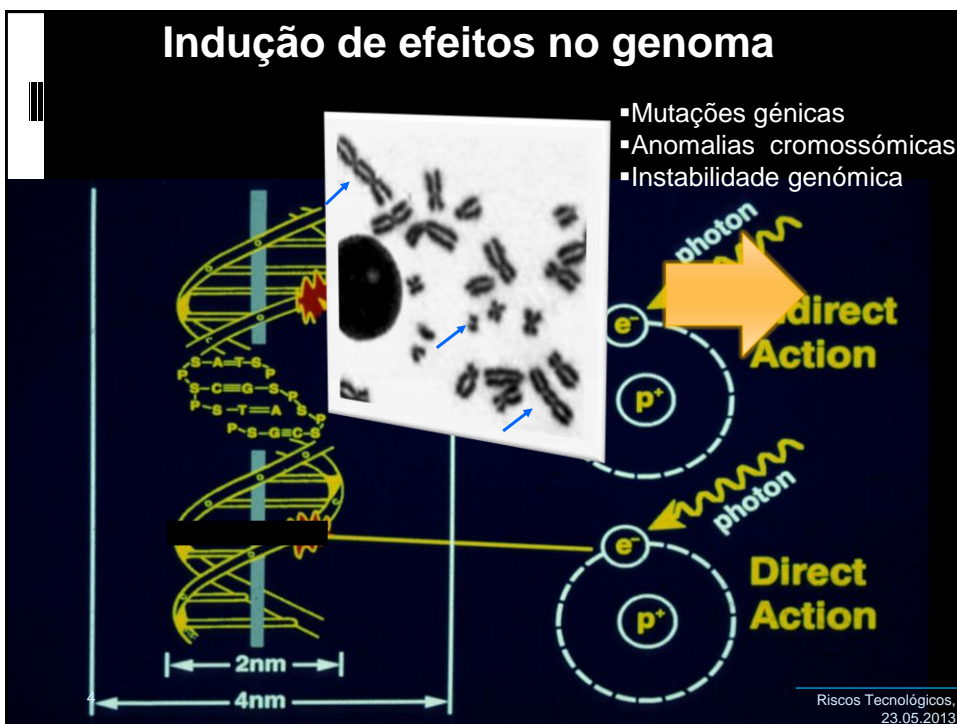
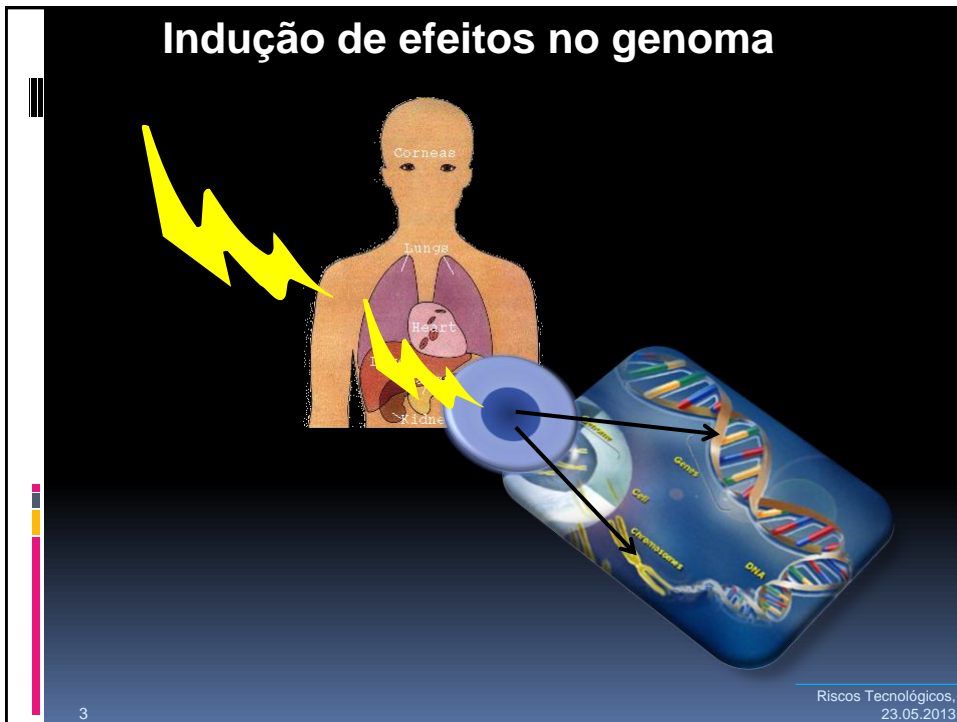
Departamento de Genética Humana  
Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA)

*(m.joao.silva@insa.min-saude.pt)*

Riscos Tecnológicos,  
23.05.2013

## Exposição a radiação ionizante





## Efeitos (estocásticos) na saúde humana

- ☛ Carcinogénese
- ☛ Efeitos hereditários
- ☛ Efeitos no embrião/feto

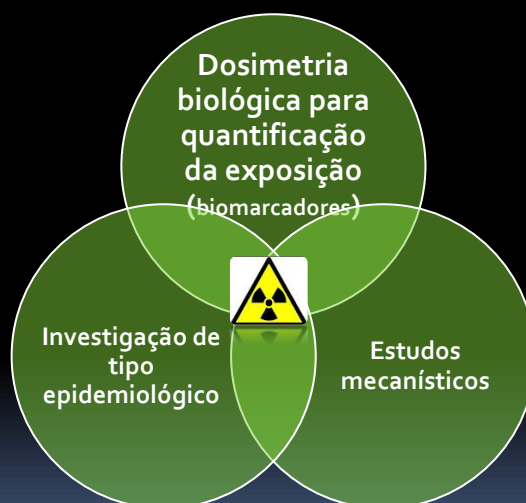


Estimativa de risco de cancro: 4-6% por 1000 mSv (*lifespan study atomic bomb survivors*)

5

Riscos Tecnológicos,  
23.05.2013

## Proteção Radiológica - abordagens

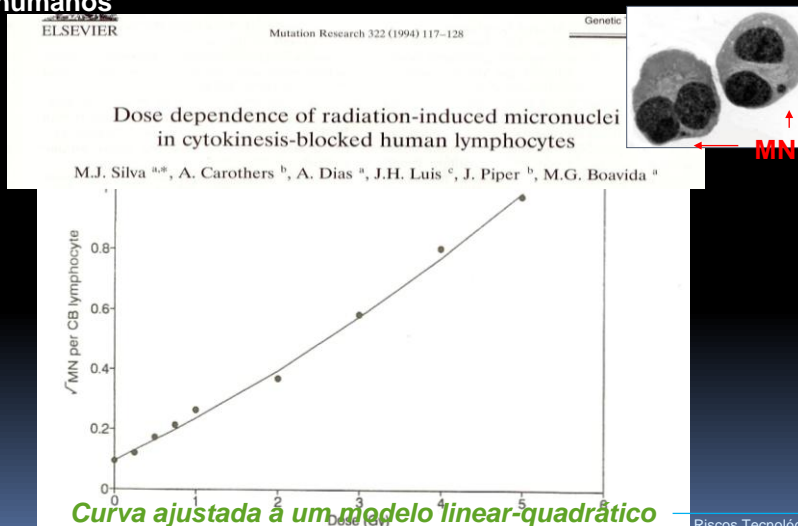


6

Riscos Tecnológicos,  
23.05.2013

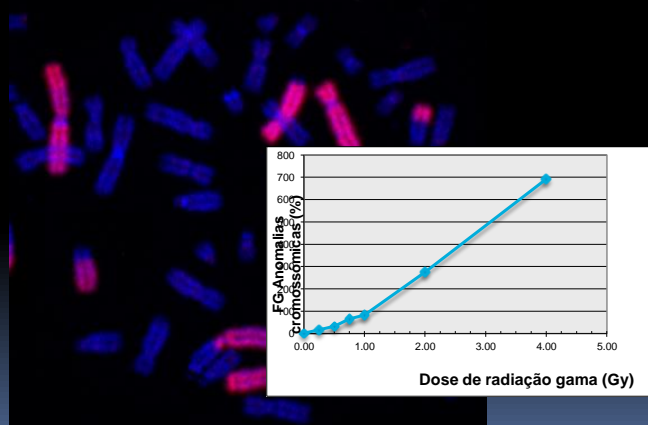
## DOSIMETRIA BIOLÓGICA (I)

□ Curva dose-resposta com base na frequência de micronúcleos (MN) induzidos por raios gama em linfócitos humanos



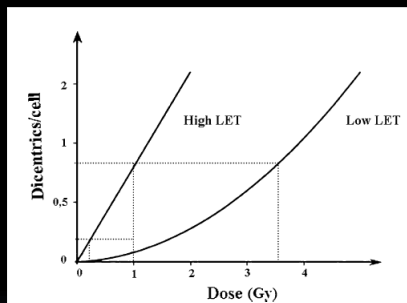
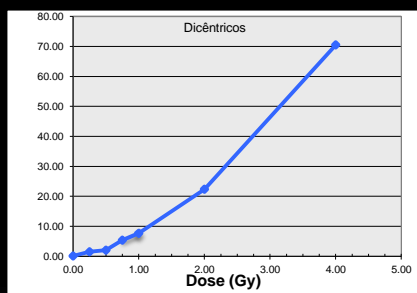
## DOSIMETRIA BIOLÓGICA (II)

↳ Curva dose-resposta baseada na frequência total de anomalias cromossômicas (hibridação *in situ* fluorescente), induzidas por radiação gama.

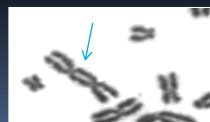
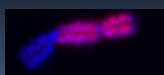


## DOSIMETRIA BIOLÓGICA (II)

↪ Curvas dose-resposta com base na frequência de cromossomas dicêntricos induzidos por radiação gama



Radiat Environ Biophys (2010) 49:567–581



9

Riscos Tecnológicos,  
23.05.2013

## MinUrar - Minas de Urânio e seus Resíduos: efeitos na saúde da população



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
UFSCAR

**INETI**  
Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

CENTRO REGIONAL DE SAÚDE PÚBLICA DO CENTRO

**ITM**  
INSTITUTO TECNOLÓGICO E TECNOLÓGICO

HOSPITAL S. TEOTÔNIO, S.A. - VISU

10

## Mina da Urgeiriça

- Após o seu encerramento, ficou uma escombreira (radioactividade, metais pesados...) com cerca de 2 500 000 toneladas localizada a menos de 2 Km de Canas de Senhorim



Potencial efeito na saúde da população?

Estudo da radioactividade ambiental

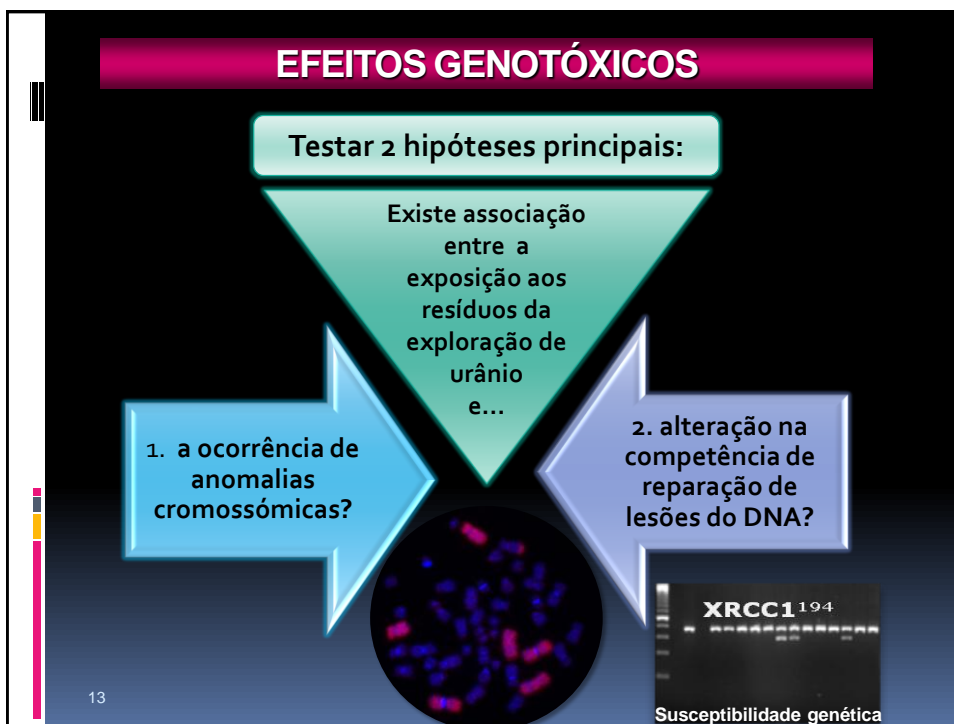
Estudo dos efeitos na saúde

Metais e outros contaminantes químicos no ambiente

Minas de urânio: efeitos na saúde da população?

Ministério da Saúde

Riscos Tecnológicos,  
23.05.2013



## Métodos

Análise de anomalias cromossómicas após pintura cromossómica pelo método de hibridação *in situ* fluorescente (FISH)

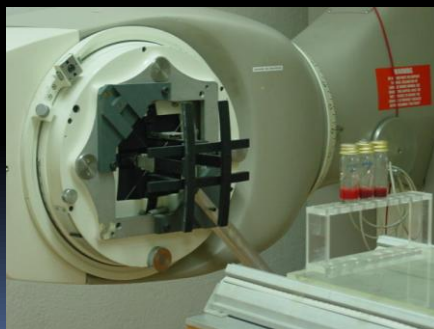


15

## Métodos

Estudo da competência de reparação de lesões do DNA – ensaio de estimulação (*challenge assay*)

- ✓ Irradiação de uma amostra de sangue com radiação gama (2 Gy)
- ✓ Análise de anomalias cromossómicas após irradiação



16

Fonte de  $^{60}\text{Co}$  (colaboração, CTN/IST)

Riscos Tecnológicos,  
23.05.2013

## Métodos

### Estudo da susceptibilidade genética à radiação



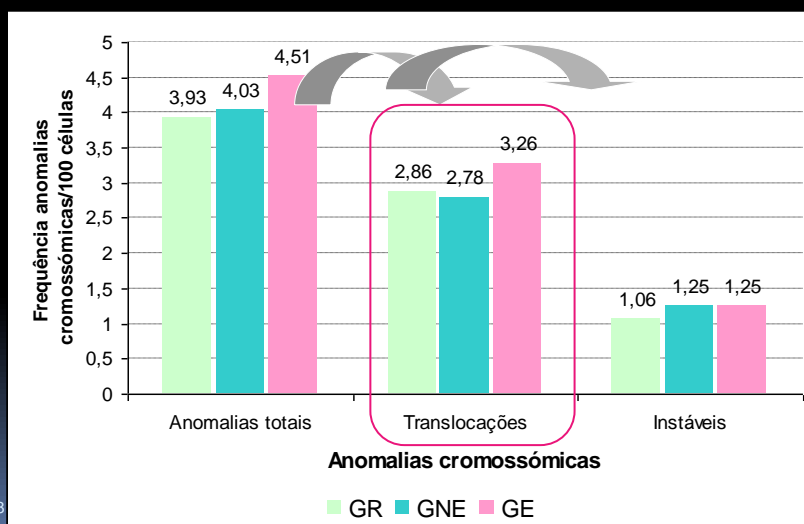
Caracterização de polimorfismos que afetam a função de genes de reparação de lesões do DNA

17

Riscos Tecnológicos,  
23.05.2013

## Resultados

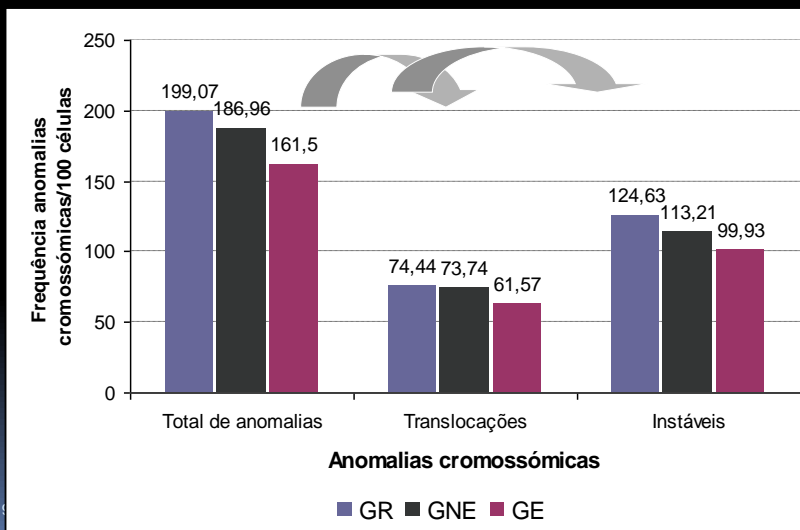
### Análise de anomalias cromossômicas



18

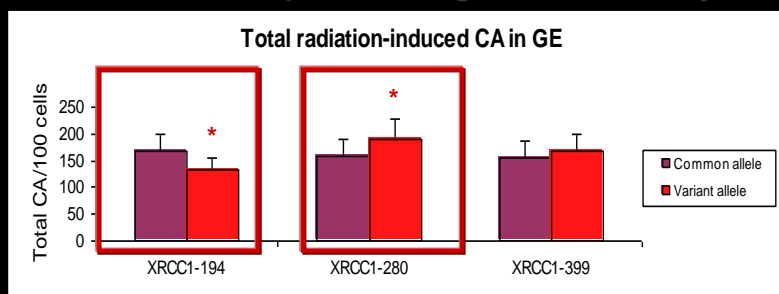
## Resultados

### 1.2. Estudo da competência de reparação de lesões do DNA – ensaio de estimulação com radiação (*challenge assay*)



## Resultados

### Estudo da susceptibilidade genética à radiação



O alelo variante do gene *XRCC1*<sup>194</sup> e o alelo WT de *XRCC1*<sup>280</sup> estão associados com uma frequência significativamente mais baixa de anomalias cromossômicas radioinduzidas

## Conclusões (I)

- ❑ Detetou-se um aumento consistente de anomalias cromossômicas no grupo exposto (GE) comparativamente aos grupos de controlo (GNE e GR) mas sem atingir significância estatística;

A exposição aos resíduos da exploração de urânio não atingiu níveis susceptíveis de causarem um aumento significativo de anomalias cromossômicas nos linfócitos dos indivíduos estudados.

21

Riscos Tecnológicos,  
23.05.2013

## Conclusões (II)

- ❑ Observou-se uma redução significativa na frequência média de anomalias cromossômicas no grupo exposto comparativamente aos grupos de controlo:

Resposta adaptativa  
**HORMESE?**

- ❑ Polimorfismos genéticos em genes de reparação de lesões no DNA (p. ex. *XRCC1*) podem influenciar a resposta individual à exposição a radiação ionizante, possivelmente modulando o seu risco de desenvolver doença



22

Riscos Tecnológicos,  
23.05.2013

## MINAS DE URÂNIO

Ao longo de 30 anos de actividade das Minas da Urgeirica, no distrito de Viseu (encerradas em 1992), saíram 1,6 milhões de metros cúbicos de escombros, a que correspondem 2,5 milhões de toneladas de resíduos radioactivos.

Foi o principal centro de produção de urânio em Portugal, um dos mais importantes à escala europeia e no seu pico de actividade empregou mais de 600 pessoas.

A importação económica da exploração era de tal ordem que se chegava a comentar meio a sério meio a brincar que o verdadeiro Banco de Portugal era na Urgeirica e não em Lisboa.

Após vários anos de convivência das populações locais com uma 'montanha' de escombros radioactivos saídos do fundo do poço principal da ruína, com mais de 500 metros, a Empresa de Desenvolvimento Mineiro (EDM) pôs termo à situação.

Investiu 65,2 milhões na requalificação ambiental do local da Barragem Velha, onde eram depositados os escombros, e vai apresentar publicamente a próxima semana o resultado do trabalho de 25 meses, que é já apontado como um exemplo de boas práticas ambientais a nível internacional. No total, no que resta de obras por concluir na zona da Urgeirica, serão aplicados 413 milhões, até 2012.

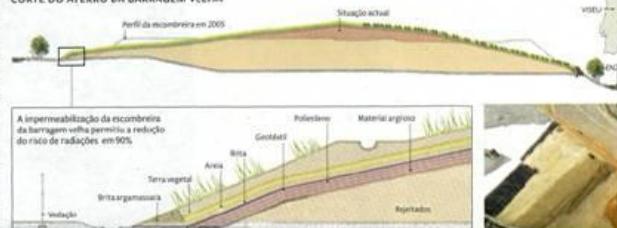
Nos trabalhos já realizados, a selagem dos aterros do material contaminado incluiu várias camadas de argila, tela bentonítica, membranas geotêxtil, duas camadas de brita e areia e uma camada de terra vegetal para plantação de espécies arbustivas (ver infografia). Reduz-se assim em

Uma pequena montanha de escombros radioactivos desapareceu da paisagem para dar lugar a um novo pedaço de terra limpa e descontaminada



## EDM investe €75 milhões em requalificação ambiental

CORTE DO ATERRO DA BARRAGEM VELHA



a EDM, "esta obra garante que os níveis de radiação na zona ficam aquém do fundo radiológico natural da região".

Mas isto, segundo a empresa, é apenas o início de uma extensa obra a nível nacional que prevê a requalificação ambiental de 60 antigas explorações de urânio. A EDM faz questão de sublinhar que com estas requalificações, e com a da Urgeirica em particular, se está a reinserir a sociedade de um espaço natural que pode vir a ser objecto de valorização económica através de utilizações diversas, desde a agricultura ao turismo.

Para a Urgeirica existe já um estudo prévio que a EDM mandou executar, no sentido de poder vir ali a ser criado um centro de conhecimento sobre as radiações 'Radionatura - Radiação - Vida - Ambiente'. 'Este centro poderia vir a constituir um importante instrumento de apoio à ciência, ao ensino e ao turismo', nota a empresa num documento a que o Expresso teve acesso.

A empresa mineira aponta ainda os exemplos das minas de São Domingos e Fomarina, no Alentejo, que passaram a oferecer condições de acesso com segurança.

VITOR ANDRADE  
vandr@expresso.pt

100% de resíduos

## Agradecimentos

UPRSN, ITN/IST

✎ Octávia Monteiro Gil

✎ Anabela Dias

✎ Luísa Pedro

✎ Paula Costa

✎ Patrícia Painço

✎ Carla Sousa

DG, INSA

✎ Henriqueta Louro

✎ Pereira Luís

✎ Fátima Gil

✎ Luís Santos

✎ Tatiana Teixeira

LMRI, ITN/IST

✎ João Cardoso

✎ Guida Boavida

✎ Ferro de Carvalho

✎ Paulo Nogueira

DEP, INSA

✎ José Marinho Falcão

✎ Coordenadores do projeto MINURAR

Participantes no estudo