

Programa de Monitorização da Radioatividade em Águas, nos termos do DL 138/2005

Maria José Madruga

**Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa
Laboratório de Proteção e Segurança Radiológica (LPSR)**

***Campus Tecnológico e Nuclear (CTN)
E.N 10 (km 139,7), 2695-066 Bobadela LRS***

Tópicos

- ✓ **Introdução**
- ✓ **Monitorização de radioatividade em águas**
- ✓ **Radioatividade em águas para consumo humano**
- ✓ **Radioatividade em águas de superfície**
- ✓ **Radioatividade em águas da chuva**
- ✓ **Notas finais**
- ✓ **Divulgação dos resultados**

Introdução

TRATADO EURATOM

Artigo 35.º

“Cada Estado- membro providenciará pela criação das instalações necessárias para efetuar o controlo permanente do grau de radioatividade da atmosfera, das águas e do solo, bem como do cumprimento das normas de base da proteção radiológica.”

Artigo 36.º

“As informações relativas aos controlos referidos no artigo 35.º serão comunicadas regularmente pelas autoridades competentes à Comissão, a fim de que esta seja mantida ao corrente do grau de radioatividade suscetível de exercer influência sobre a população.”



The screenshot shows the 'REM Website' interface. At the top, it identifies the 'European Commission Joint Research Centre' and 'Radioactivity Environmental Monitoring'. The main content area is titled 'REMIdb (REM Database)'. It includes a 'SUMMARY' section with text about the database's purpose: 'The Radioactivity Environmental Monitoring (REM) data bank was set up in 1986 to bring together and store in a harmonized way environmental radioactivity data produced in the aftermath of the Chernobyl accident...'. It also lists 'LEGAL TITLES AND REFERENCES' and 'PARTICIPANTS'.



REM (Radioactivity Environmental Monitoring) database

Introdução

Recomendação 2000/473/EURATOM

RECOMENDAÇÃO DA COMISSÃO

de 8 de Junho de 2000

relativa à aplicação do artigo 36.º do Tratado Euratom respeitante ao controlo dos níveis de radioactividade no ambiente para efeitos de avaliação da exposição de toda a população

[notificada com o número C(2000) 1299]

(2000/473/Euratom)

- ✓ **Redes de controlo (dispersa e densa);**
- ✓ **Meios de amostragem;**
- ✓ **Tipos de medições e periodicidade;**
- ✓ **Estratégias de amostragem;**
- ✓ **Medições relativas a cada um dos meios de amostragem requeridos.**

ANEXO I

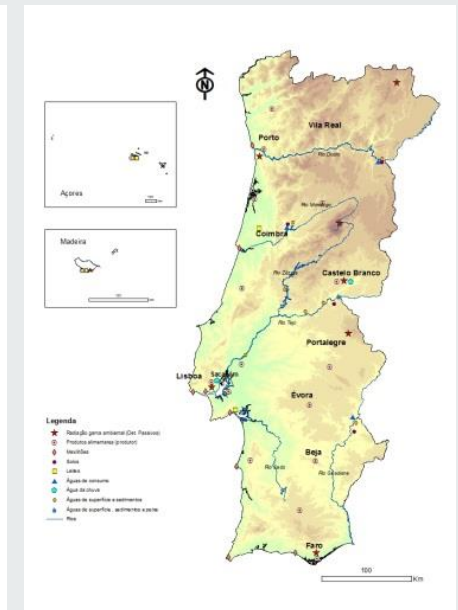
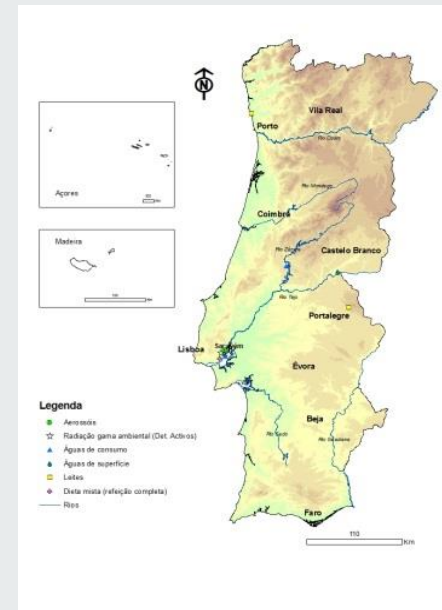
Tipos de amostras e medições

Meios	Categoria de medição	
	Rede densa	Rede dispersa
Partículas em suspensão no ar	Cs-137, beta global	Cs-137, Be-7
Ar	Débito de dose gama no ambiente	Débito de dose gama no ambiente
Águas superficiais	Cs-137, beta residual	Cs-137
Água potável	Tritio, Sr-90, Cs-137	Tritio Sr-90, Cs-137
	Radionuclídeos naturais controlados em conformidade com a Directiva 98/83/CE	Radionuclídeos naturais controlados em conformidade com a Directiva 98/83/CE
Leite	Cs-137, Sr-90	Cs-137, Sr-90, K-40
Dieta mista	Cs-137, Sr-90	Cs-137, Sr-90, C-14

Introdução

Decreto Lei 138/05 de 17 de Agosto

- ✓ Estabelece o sistema de monitorização ambiental tendo em vista o controlo do grau de radioatividade da atmosfera, das águas e do solo.
- ✓ O IST (ITN até 2012) - entidade competente para a execução do sistema de monitorização.



Rede dispersa

Rede densa



Radionuclídeos presentes em águas:

- ✓ **Primordiais, de origem natural pertencentes às séries radioativas naturais (^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{232}Th , ^{228}Ra) e o ^{40}K .**
- ✓ **Antropogénicos, ou de origem artificial (^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{90}Sr , ^3H , ^{131}I ,.....;)**
- ✓ **Origem cosmogénica (^7Be , ^3H)**



Introdução

Técnicas Radioanalíticas:

- ✓ Espectrometria alfa (^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{232}Th , ^{228}Ra)
- ✓ Espectrometria gama (^{226}Ra , ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I , ^{40}K , ^7Be)
- ✓ Medição beta por contador proporcional de fluxo gasoso (^{137}Cs , ^{90}Sr)
- ✓ Medição beta por cintilação em meio líquido (^3H)
- ✓ Medição alfa por cintilação em meio líquido (^{228}Ra , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{210}Pb)
- ✓ Medição alfa/beta total por cintilação em meio líquido ou por contador proporcional de fluxo gasoso



Monitorização de Radioatividade em Águas

Rede dispersa

Tipo de Água	Local de Amostragem	Frequência	Tipo de Análises
Água para consumo humano	Lisboa	Mensal	Cs-137; Sr-90; Trítio; Atividade alfa/beta total Radionuclídeos naturais de acordo com o Dec. Lei nº23/2016, de 3 de Junho.
Água de superfície	Rio Tejo (V. Velha Ródão, Valada do Ribatejo) Rio Zêzere (Castelo de Bode)	Mensal	Cs-137; Sr-90; Trítio; Atividade alfa/beta total; Atividade beta residual.
Água da chuva	Sacavém (Campus CTN)	Mensal	Cs-137; Sr-90; Be-7; Trítio; Atividade alfa/beta total.

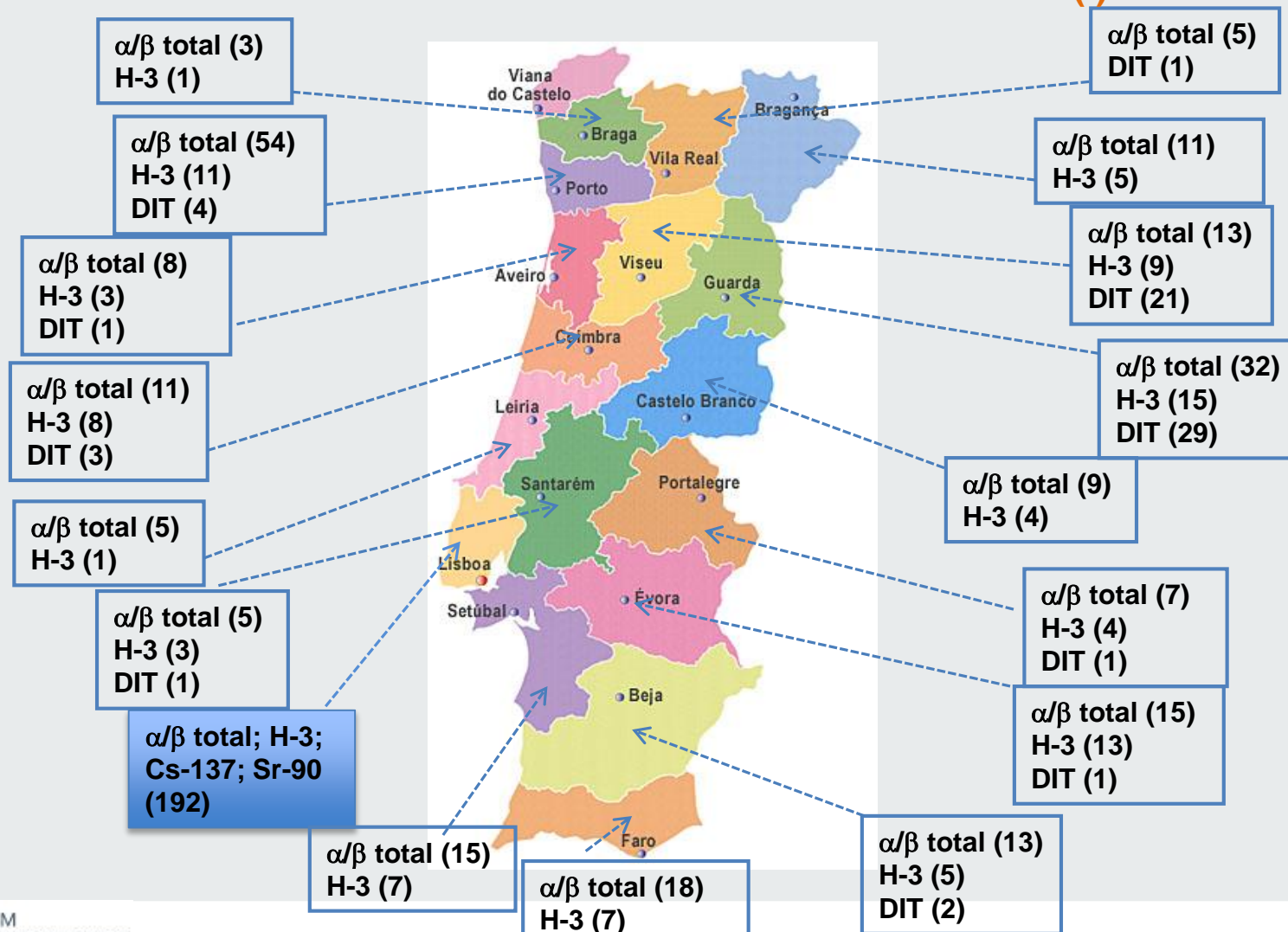
Monitorização de Radioatividade em Águas

Rede densa

Tipo de Água	Local de Amostragem	Frequência	Tipo de Análises
Água para consumo humano	Agregados populacionais escolhidos aleatoriamente ao longo do país	Anual	Trítio; Atividade alfa/beta total; Radionuclídeos naturais de acordo com o Dec. Lei nº23/2016, de 3 de Junho.
Água de superfície	Rio Tejo (Bar. de Fratel e Bar. de Belver)	Trimestral	Cs-137; Sr-90; Trítio; Atividade alfa/beta total; Atividade beta residual.
	Rio Guadiana (Bar. Alqueva)	Anual	
	Rio Mondego (Bar. Aguieira)	Anual	
	Rio Douro (Bar. do Pocinho)	Anual	
Água da chuva	Castelo Branco	Mensal	Cs-137; Sr-90; Trítio; Be-7; Atividade alfa/beta total.

Radioatividade em águas para consumo humano

Anos 2002-2014- nº de amostras analisadas()



Radioatividade em águas para consumo humano

Concentração em atividade (média anual), Bq/L

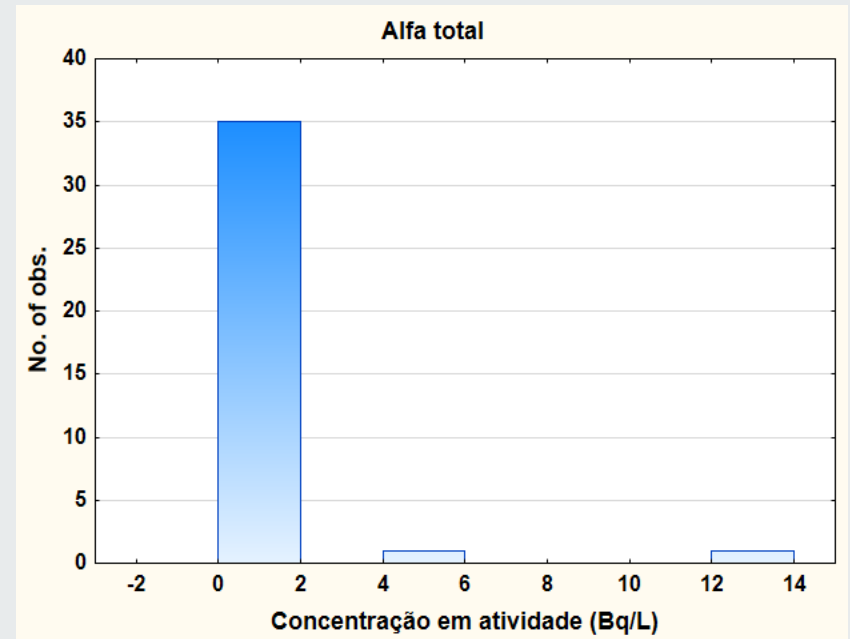
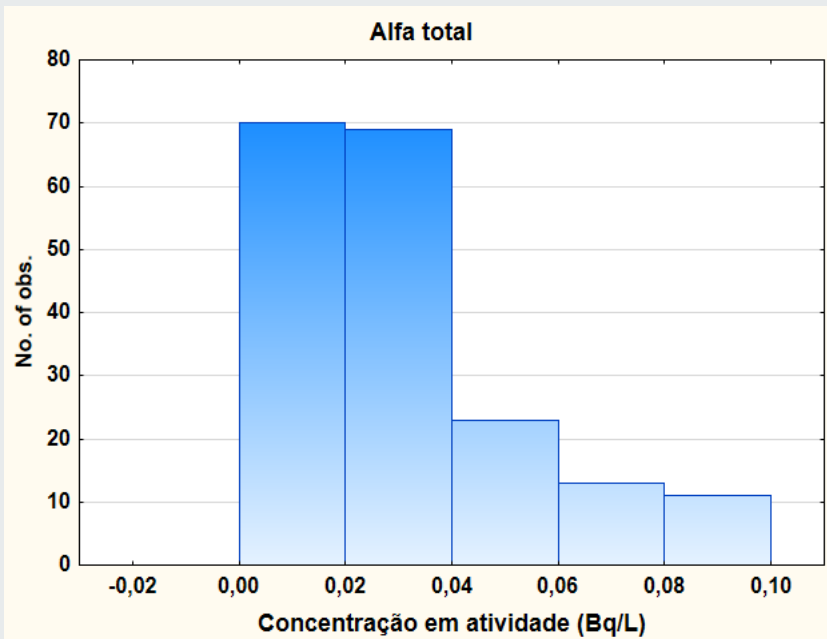
LISBOA					
Ano	^{137}Cs	^{90}Sr	^3H	Alfa Total	Beta Total
2002	$(0,63 \pm 0,09) \times 10^{-3}$	$(2,6 \pm 0,3) \times 10^{-3}$	$2,3 \pm 1,7$	<0,040	<0,118
2003	$<0,8 \times 10^{-3}$	$<1,3 \times 10^{-3}$	<3,4	<0,024	$0,063 \pm 0,020$
2004	$<0,9 \times 10^{-3}$	$<1,7 \times 10^{-3}$	<4,2	<0,032	$0,068 \pm 0,010$
2005	$<0,5 \times 10^{-3}$	$(2,7 \pm 1,0) \times 10^{-3}$	<1,0	$0,049 \pm 0,017$	$0,080 \pm 0,015$
2006	$<0,9 \times 10^{-3}$	$<2,9 \times 10^{-3}$	<1,9	$0,044 \pm 0,020$	$0,066 \pm 0,018$
2007	$<0,8 \times 10^{-3}$	$<1,6 \times 10^{-3}$	<1,9	$0,035 \pm 0,009$	$0,069 \pm 0,015$
2008	$<0,9 \times 10^{-3}$	$<1,7 \times 10^{-3}$	<2,2	$0,021 \pm 0,010$	$0,074 \pm 0,019$
2009	$<0,7 \times 10^{-3}$	$<2,4 \times 10^{-3}$	<2,4	<0,029	$0,089 \pm 0,035$
2010	$<1,6 \times 10^{-3}$	$<1,7 \times 10^{-3}$	<0,98	<0,022	$0,073 \pm 0,028$
2011	$<1,4 \times 10^{-3}$	$<1,6 \times 10^{-3}$	<1,64	<0,028	$0,062 \pm 0,026$
2012	$<1,4 \times 10^{-3}$	$<1,5 \times 10^{-3}$	<1,18	<0,066	$0,112 \pm 0,054$
2013	$<1,3 \times 10^{-3}$	$<1,8 \times 10^{-3}$	<0,81	<0,047	<0,164
2014	$<1,3 \times 10^{-3}$	$<2,1 \times 10^{-3}$	<0,57	<0,042	<0,134

Radioatividade em águas para consumo humano

Alfa total

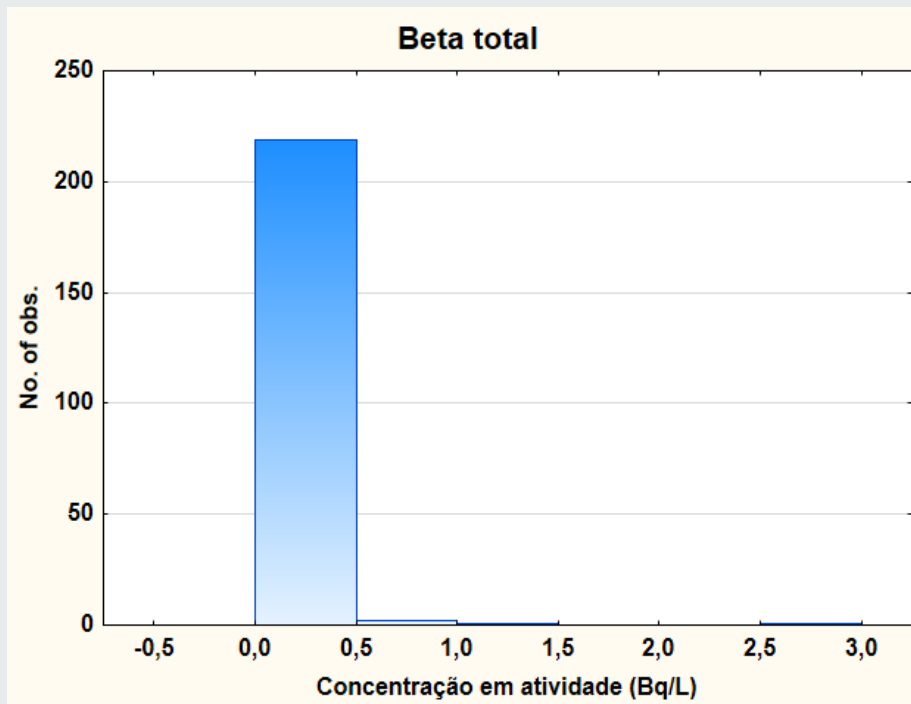
83% <0,1 Bq/L (VP)
Gama= 0,013-0,095 Bq/L

17% >0,1 Bq/L (VP)
Gama= 0,107-12,3 Bq/L



Radioatividade em águas para consumo humano

Beta total

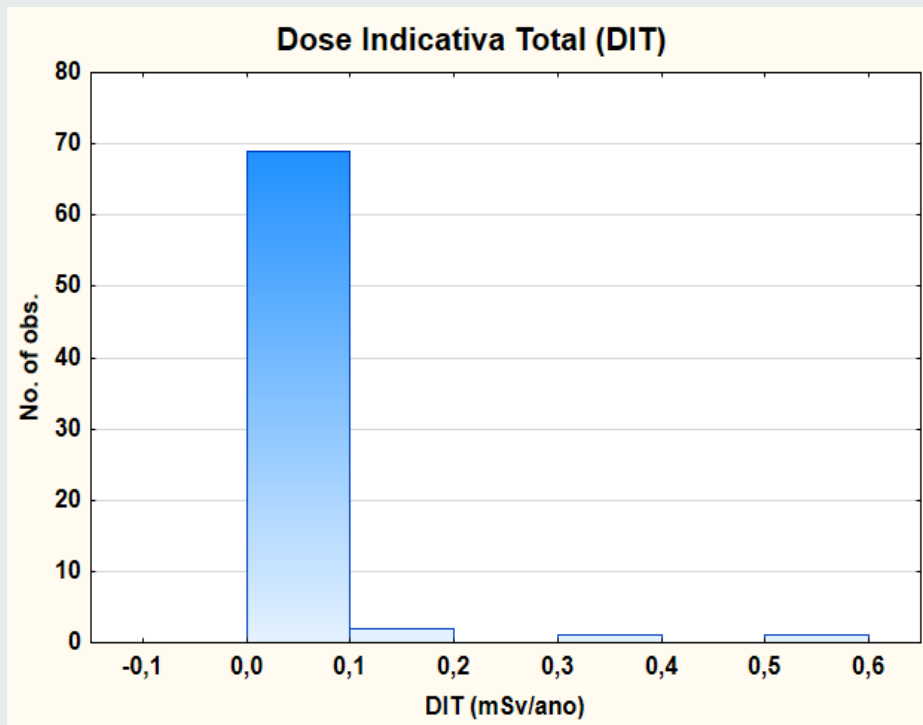


99% <1 Bq/L (VP)
Gama= 0,014-0,593 Bq/L

1% >1 Bq/L (VP)
Gama= 1,47-2,74 Bq/L

Radioatividade em águas para consumo humano

Dose Indicativa (DI)

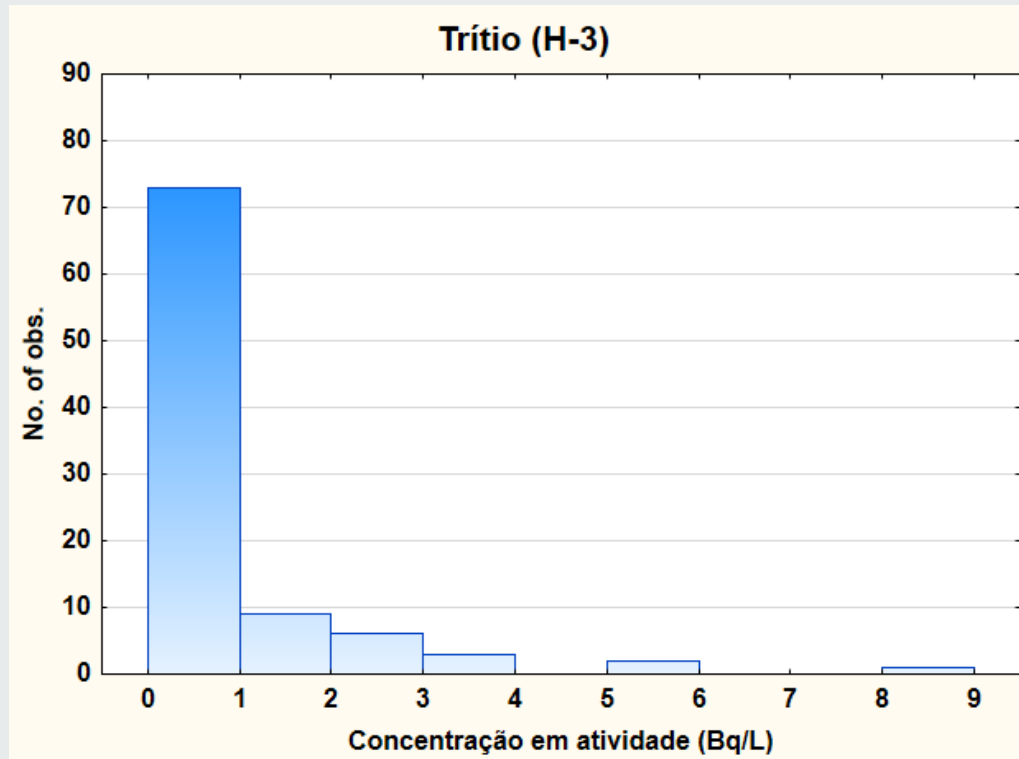


95% <1 mSv/ano (VP)
Gama= 0,003-0,090 mSv/ano

5% >1 mSv/ano (VP)
Gama= 0,117-0,564 mSv/ano

Radioatividade em águas para consumo humano

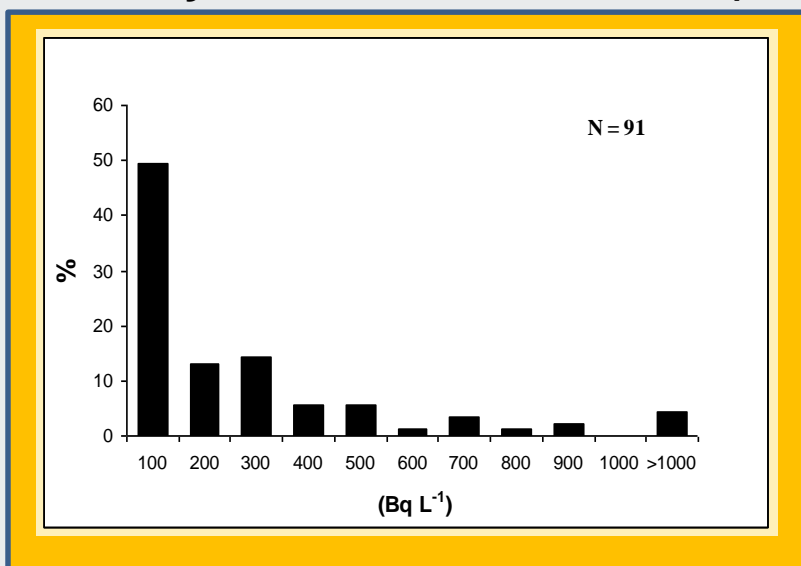
Trítio (H-3)



100% <100 Bq/L (VP)
Gama= 0,8-8,7 Bq/L

Radão (Rn-222)

Concentração de atividade em radão (Rn-222)



Lopes I. et al., Qualidade da água de consumo: monitorização dos parâmetros radiológicos, 8ª Conferência Nacional de Ambiente, Lisboa, 27-29 Outubro, 2004

Dec. Lei 23/2016 de 3 de Junho

ANEXO I

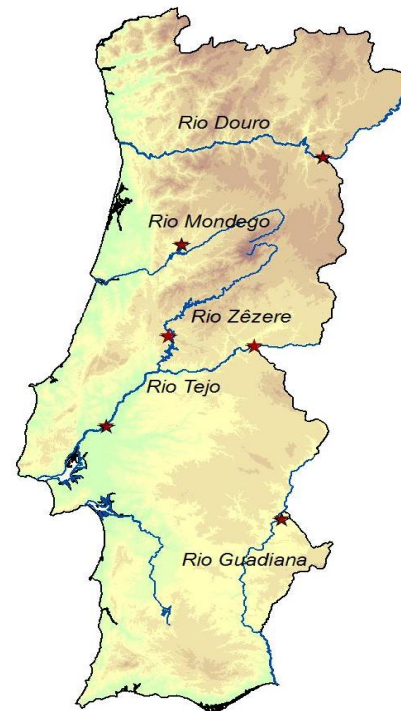
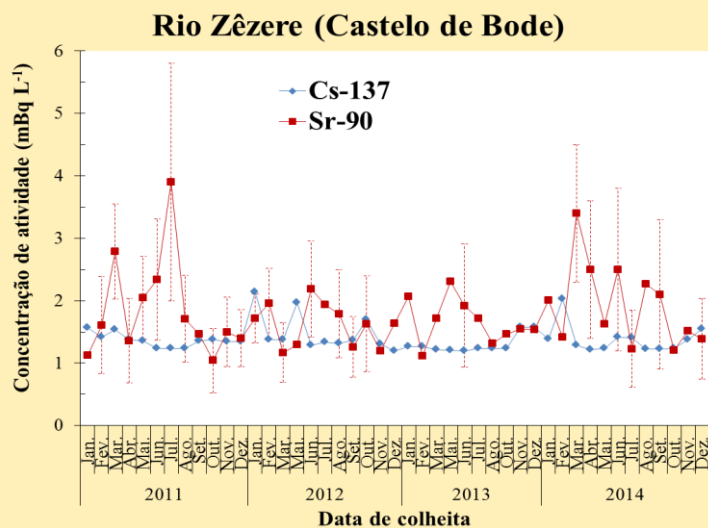
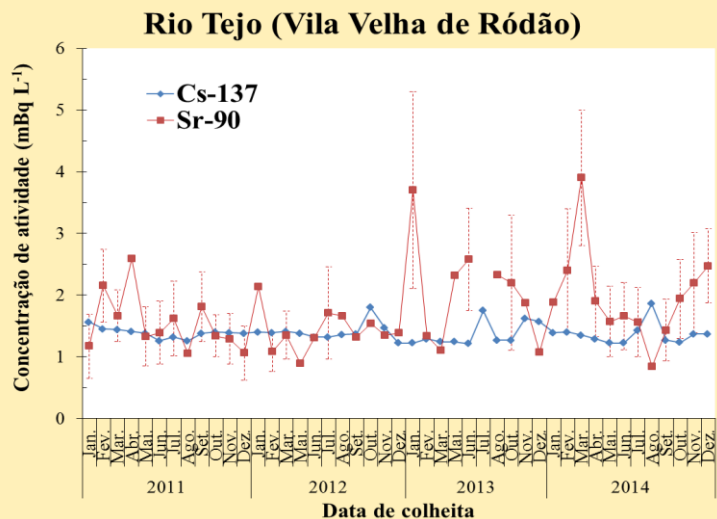
[a que se referem a alínea e) do artigo 4.º, o n.º 2 do artigo 5.º e o n.º 1 do artigo 6.º]

Valores paramétricos para o radão, o trítio e a DI na água destinada ao consumo humano

Parâmetro	Valor paramétrico	Unidade	Notas
Radão	500	Bq/l	(Nota 1).
Trítio	100	Bq/l	(Nota 2).
DI	0,10	mSv	

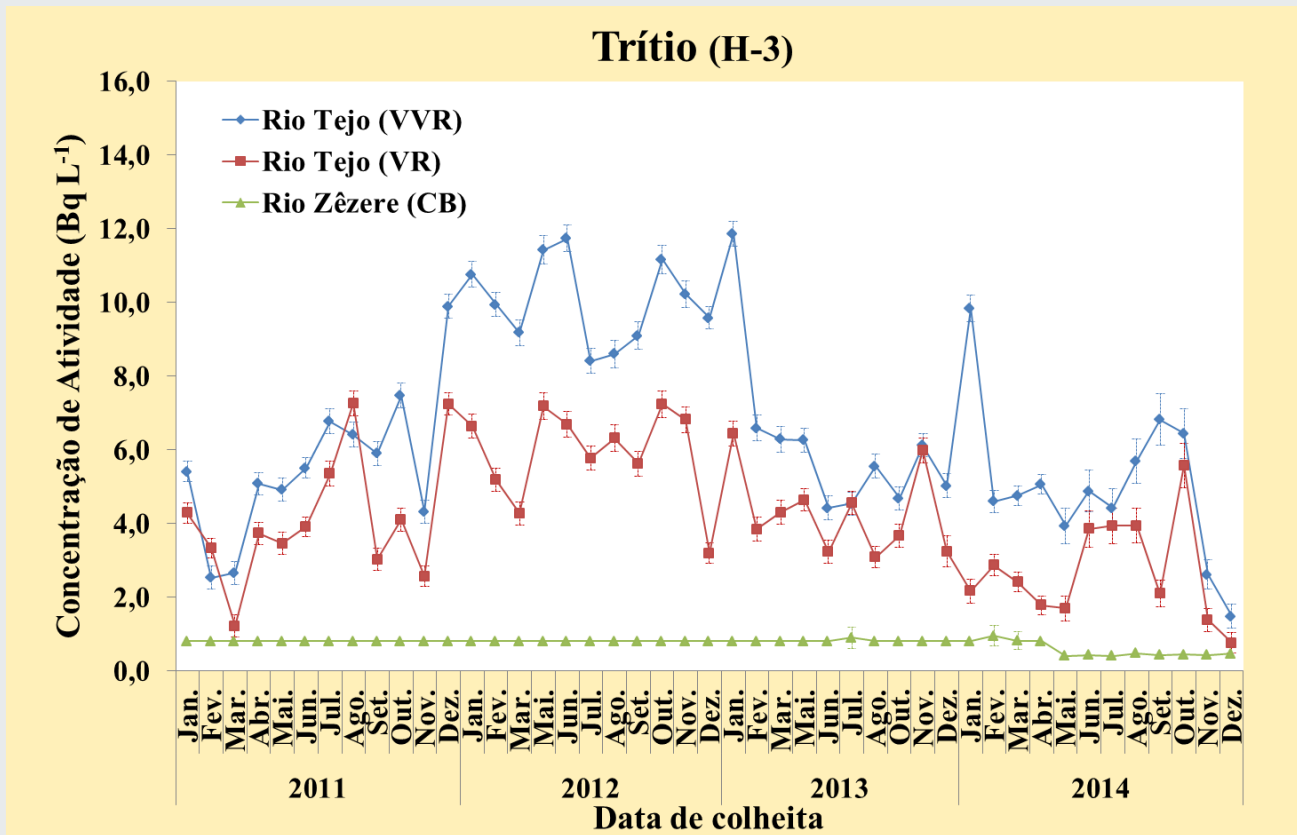
Nota 1: Sempre que as concentrações de radão excedam 1 000 Bq/l considera-se que se justificam medidas de correção por motivos de proteção radiológica.

Radioatividade em águas de superfície



Ano 2014		
	¹³⁷ Cs (mBq/L)	⁹⁰ Sr (mBq/L)
R. Douro	<1,40	1,77±0,64
R. Mondego	<1,41	1,28±0,51
R. Guadiana	<1,22	3,16±0,74

Radioatividade em águas de superfície

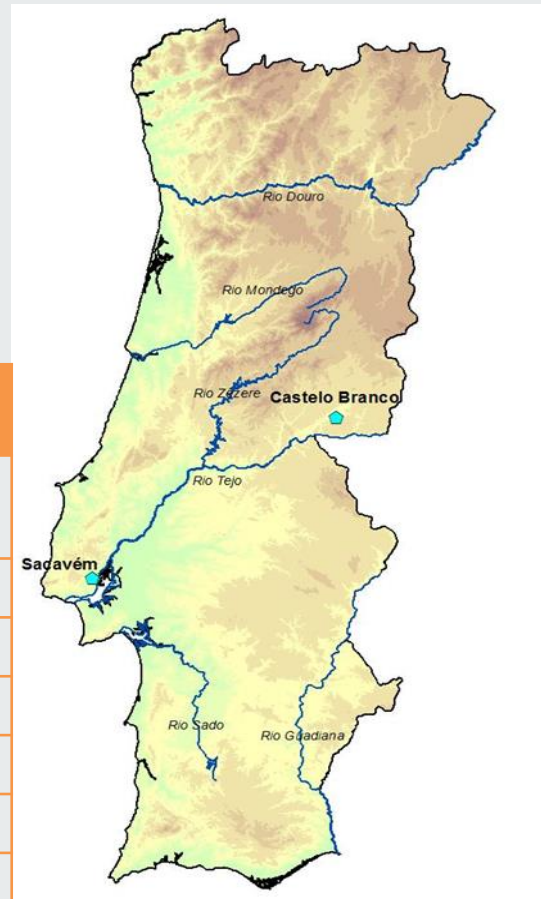


Radioatividade em água da chuva



Sacavém (2014)

	Concentração de atividade (Bq/L)
Cs-137	$<1,21 \times 10^{-3} - <1,40 \times 10^{-3}$ (7)
Sr-90	$<0,91 \times 10^{-3} - <2,11 \times 10^{-3}$ (7)
H-3	$<0,41 - 0,73$ (10)
Be-7	$<0,11 - 0,498$ (9)
Alfa total	$0,0031 - 0,0164$ (10)
Beta total	$0,0090 - 0,0593$ (10)



Castelo Branco (2014)

	Concentração de atividade (Bq/L)
Cs-137	$<1,30 \times 10^{-3} - <1,57 \times 10^{-3}$ (7)
Sr-90	$<0,98 \times 10^{-3} - 4,4 \times 10^{-3}$ (7)
H-3	$<0,40 - 0,70$ (10)
Be-7	$<0,037 - 0,496$ (10)
Alfa total	$0,0036 - 0,0239$ (10)
Beta total	$0,0050 - 0,0500$ (10)

Notas Finais

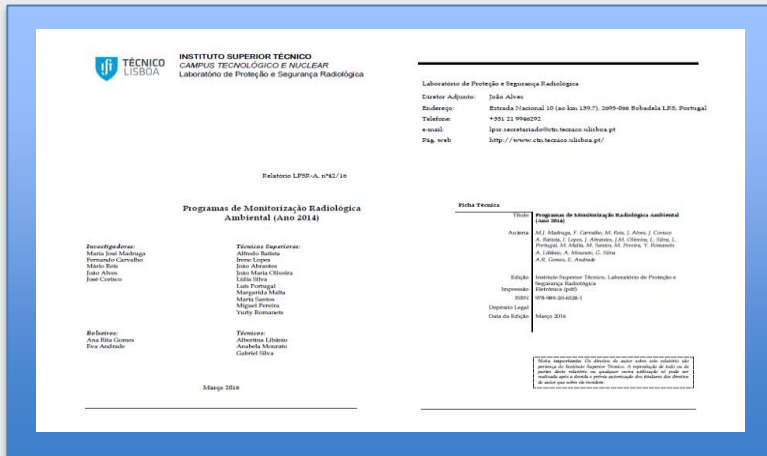
- ✓ A água para consumo humano distribuída pela rede pública e analisada, ao longo dos anos, no âmbito do PMRA tem valores de radioatividade baixos e dentro dos valores paramétricos legislados;
- ✓ Os valores de radioatividade em águas provenientes das principais bacias hidrográficas (Rios Tejo, Zêzere, Guadiana, Mondego e Douro) são baixos, na maioria dos casos inferiores à atividade mínima detetável, não causando qualquer dano, do ponto de vista radiológico, para a saúde da população portuguesa;
- ✓ As águas do Rio Tejo apresentam valores de atividade em Trítio mais elevados comparativamente às águas provenientes das outras bacias hidrográficas devido à influência das descargas controladas da Central Nuclear de Almaraz (Espanha), mas sem significado do ponto de vista dos efeitos radiológicos;
- ✓ O tipo de radionuclido e a sua concentração em águas dependem da origem da água (superficial, subterrânea, etc.);

Divulgação dos Resultados

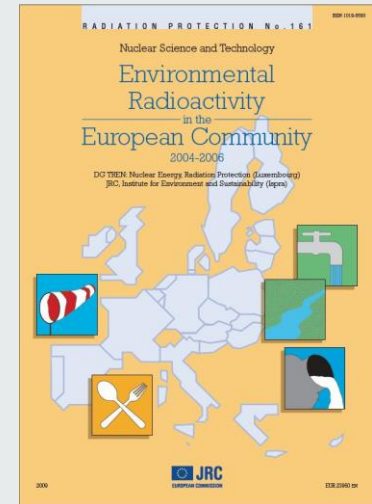
Relatórios Anuais dos Programas de Monitorização Radiológica Ambiental

Radioactivity Environmental Monitoring Database (REM)

<https://ec.europa.eu/jrc/en/scientific-tool/radioactivity-environmental-monitoring-database>



http://www.ctn.tecnico.ulisboa.pt/docum/pt_bib_reltec.htm



Muito Obrigada

