



Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear

Relatório DPRSN-A, nº28/04

**Vigilância Radiológica a Nível Nacional
(Ano 2003)**

M. José Madruga, Fernando P. Carvalho, M. Manuela Sequeira, Graciete Ferrador, M. Adelaide Gameiro, Mário Reis, Lídia Silva, Jorge Gouveia, Luis Ramos, João M. Oliveira, Lubélia Machado, Irene Lopes, M. Amélia Pereira, M. Anjos Tavares, Albertina Libânio, Vítor Silvino

Outubro de 2004

Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear

Director: Carlos Oliveira
Endereço: Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém, Portugal
Telefone: +351 - 21 9946000
Fax: +351 - 21 9941995
e-mail: dprsn.secretariado@itn.mcies.pt
Pág. web <http://www.itn.pt>

Ficha Técnica

Título	Vigilância Radiológica a Nível Nacional (Ano 2003)
Autoria	<i>Maria José Madruga, Fernando P. Carvalho, M. Manuela Sequeira, Graciete Ferrador, M. Adelaide Gameiro, Mário Reis, Lídia Silva, Jorge Gouveia, Luis Ramos, João M. Oliveira, Lubélia Machado, Irene Lopes, M. Amélia Pereira, M. Anjos Tavares, Albertina Libânio. Vitor Silvino</i>
Edição	Instituto Tecnológico e Nuclear Dep. Protecção Radiológica e Segurança Nuclear
Tiragem	60 exemplares
ISBN	972-8660-29-4
Depósito Legal	194022/03
Data da Edição	29 de Outubro de 2004
Responsável pela edição	M ^a Luísa Pedro

ÍNDICE

Resumo	1
Abstract	1
1. INTRODUÇÃO	3
2. MATERIAL E MÉTODOS	5
2.1 Controlo Radiológico da Atmosfera	5
2.1.1 Aerossóis	5
2.1.2 Deposição Atmosférica	5
2.2 Controlo Radiológico do Meio Aquático	6
2.2.1 Rios	6
2.2.2 Mar	7
2.2.3 Águas para Consumo Humano	8
2.3 Controlo Radiológico do Meio Terrestre	9
2.3.1 Dieta Mista	9
2.3.2 Refeições Completas	9
2.3.3 Leite	9
2.3.4 Solos	10
2.4 Qualidade Analítica	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
3.1 Controlo Radiológico da Atmosfera	11
3.1.1 Aerossóis	11
3.1.2 Deposição Atmosférica	11
3.2 Controlo Radiológico do Meio Aquático	12
3.2.1 Rios	12
3.2.2 Mar	15
3.2.3 Águas para Consumo Humano	16
3.3 Controlo Radiológico do Meio Terrestre	17
3.3.1 Dieta Mista	17
3.3.2 Refeições Completas	18
3.3.3 Leite	18
3.3.4 Solos	19
4. AVALIAÇÃO DA DOSE PARA A POPULAÇÃO	19
5. CONCLUSÕES	20
AGRADECIMENTOS	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
TABELAS	23
FIGURAS	69

Vigilância Radiológica a Nível Nacional (Ano 2003)

M. José Madruga, Fernando P. Carvalho, M. Manuela Sequeira, Graciete Ferrador, M. Adelaide Gameiro, Mário Reis, Lídia Silva, Jorge Gouveia, Luis Ramos, João M. Oliveira, Lubélia Machado, Irene Lopes, M. Amélia Pereira, M. Anjos Tavares, Albertina Libânio, Vitor Silvino

Resumo

No âmbito do Artigo 35º do Tratado da EURATOM, o Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear (DPRSN) do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) vem realizando desde há vários anos a vigilância radiológica do ambiente a nível nacional. Em 2003, o programa de monitorização ambiental consistiu na determinação de radionuclidos artificiais e naturais em compartimentos ambientais (atmosfera, meio aquático e terrestre) considerados vias directas de contaminação para o Homem. Neste contexto, analisaram-se amostras de aerossóis e água da chuva, amostras de águas de superfície, de sedimentos, de peixes e de plantas aquáticas, provenientes das principais bacias hidrográficas (rios Tejo, Zêzere, Guadiana, Mondego e Douro), amostras de águas de consumo, produtos alimentares, refeições completas, leite e solos. A actividade nos radionuclidos artificiais e naturais foi determinada usando os métodos de medida por espectrometria gama, espectrometria alfa, medida alfa/beta e medida beta por cintilação líquida. Os resultados obtidos para os radionuclidos artificiais são da ordem de grandeza do fundo radioactivo natural com excepção do rio Tejo, indicando que não há contaminação radioactiva significativa. O valor de dose de radiação devida à ingestão e inalação dos radionuclidos artificiais determinados nestas amostras não têm qualquer significado sob o ponto de vista da produção de efeitos biológicos e sanitários. Em consequência, não há necessidade de se recomendar qualquer medida de protecção radiológica.

Palavras Chave: vigilância radiológica, atmosfera, meio aquático, meio terrestre

Abstract

In the framework of the EURATOM Treaty Article 35, since several years ago the ITN's Department of Radiological Protection and Nuclear Safety (DPRSN) has performed a national environmental radiological survey. In 2003, the environmental monitoring programme consisted on measuring artificial and natural radionuclides in environmental compartments (atmospheric, aquatic and terrestrial environments) considered as direct pathways of contamination to man. In this context, samples of aerosols, rainwater, surface water, sediments, fish, aquatic plants, drinking water, mixed diet, complete meals, milk and soils were analysed. The activity of the artificial and natural radionuclides was determined using the gamma spectrometry, alpha spectrometry, alpha/beta measurements and beta measurement by liquid scintillation. The results for artificial radioactivity in the environment are of the same order of magnitude of the radioactive background, with the exception of the Tejo river, suggesting no meaningful radioactive contamination. The estimated radiation dose due to inhalation and ingestion of the artificial radionuclides measured in these samples has no significance from the point of view of biological and sanitary effects. Therefore, there is no need to adopt any recommendation for radiological protection.

Key Words: radiological assessment, atmosphere, aquatic environment, terrestrial environment

1. INTRODUÇÃO

O Tratado da Comunidade Europeia de Energia Atómica (EURATOM) estabelece no seu Artigo 35º que, cada Estado Membro, deve instituir os meios necessários para a realização da monitorização contínua dos níveis de radioactividade no ar, água e solo e assegurar concordância com os “Basic Safety Standards” (Council Directive 96/29/EURATOM). O Artigo 36º do mesmo tratado estabelece que, cada Estado Membro, deverá comunicar periodicamente à Comissão Europeia, através de uma Autoridade Competente, os resultados do programa de monitorização referido no Artigo 35º. A Comissão Europeia tem incentivado os Estados Membros a cumprirem esse programa tendo efectuado Recomendações acerca do tipo de medidas a realizar, sobre a periodicidade das mesmas e os radionuclidos a detectar (Official Journal of the European Commission, 2000).

O Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear (DPRSN) do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) tem como competência, estabelecida no Dec. Lei 311/98 de 14 de Outubro, alínea g), assegurar a realização de acções de levantamento e vigilância radioecológica ambiental. Posteriormente, pelo Dec. Lei 165/2002 de 17 de Julho Artº 14, alínea b), foi estabelecido que compete ao ITN realizar as medições das concentrações de radionuclidos no ambiente, competência esta que é assegurada igualmente através do DPRSN.

Neste contexto, desde há vários anos que o DPRSN tem vindo a desenvolver um programa de controlo da radioactividade ambiental, a nível nacional. Os resultados deste programa são inseridos na base de dados EASYPROTEO e enviados para o centro de coordenação do tratado EURATOM, acima referido, sediado em Ispra (Itália), que os publica anualmente em documentos internacionais (Environmental Radioactivity in the European Community, 1995).

Em 2003, o programa de monitorização ambiental consistiu basicamente na medida periódica de radionuclidos críticos em componentes do ambiente considerados vias directas para a transferência da contaminação na atmosfera, no meio aquático e no meio terrestre, com a finalidade de avaliar a contaminação radioactiva e assegurar a protecção radiológica da população portuguesa.

O controlo radiológico da atmosfera processou-se através da determinação da concentração de radionuclidos em aerossóis e na deposição atmosférica. Os isótopos radioactivos, quer sejam de origem natural ou artificial, podem ocorrer na atmosfera na forma gasosa ou particulada. Em geral, a forma particulada é a que assume maior significado sob o ponto de vista da protecção radiológica, uma vez que essas partículas participam nos

processos de transporte e deposição atmosférica, interagindo com a biosfera. A deposição atmosférica foi avaliada a partir da determinação da concentração de radionuclidos na deposição total, isto é, água da chuva mais deposição seca.

Os radionuclidos nas águas de superfície (rios e albufeiras), encontram-se na forma solúvel e associados com as partículas em suspensão, podendo eventualmente ser incorporados em sedimentos e organismos vivos. O controlo efectuado neste compartimento aquático destina-se também a avaliar a influência das descargas de efluentes provenientes de instalações nucleares no ambiente. Neste sentido, foi realizado o controlo radiológico das principais bacias hidrográficas portuguesas, com um programa mais detalhado para o rio Tejo devido à existência de vários centros nucleares espanhóis na sua bacia hidrográfica, com especial relevo para a Central Nuclear de Almaraz.

A radioactividade nas águas marinhas costeiras foi monitorizada através da análise de amostras de algas e mexilhões recolhidos na Costa Atlântica oeste e sul do Continente.

A água para consumo humano é de importância vital para o Homem, podendo vir a tornar-se numa via crítica, após um acidente nuclear e em regiões com elevado fundo radiológico. O objectivo da monitorização das águas para consumo deste programa foi o de analisar águas das redes de abastecimento de várias aglomerações populacionais, de forma a abranger globalmente o país. Deu-se ainda, especial ênfase a águas de consumo de regiões graníticas.

O controlo radiológico do meio terrestre fez-se através da avaliação do nível de contaminação radioactiva em componentes da cadeia alimentar e nos solos. Neste caso, procurou-se que a amostragem dos diversos produtos alimentares fosse a mais representativa possível da situação nacional. Assim, obtiveram-se amostras oriundas das diferentes regiões agrárias de Portugal, através das Direcções Regionais de Agricultura. Paralelamente, foram analisados produtos alimentares provenientes de supermercados da área da grande Lisboa e também da região de Vila Velha de Ródão adquiridos directamente ao produtor, por ser a região fronteiriça mais próxima da Central Nuclear de Almaraz. O leite, um componente muito importante na dieta dos Portugueses, tem um tratamento separado dos restantes produtos. O seu controlo dá uma indicação imediata dos níveis de radioactividade nas pastagens originadas pelas deposições atmosféricas.

Neste relatório, apresentam-se os resultados da monitorização da radioactividade nos vários componentes ambientais e os resultados da avaliação da dose de radiação devida a radionuclidos artificiais, integrados ambos numa perspectiva de protecção radiológica e segurança da população.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Controlo Radiológico da Atmosfera

2.1.1 Aerossóis

A avaliação da radioactividade atmosférica no ar de superfície foi efectuada através da amostragem contínua de aerossol, recorrendo a uma estação fixa do tipo ASS-500, instalada no *campus* do ITN em Sacavém. A estação está equipada com uma bomba de sucção de alto volume (com um débito de $800 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, em média), uma cabeça de aspiração de grandes dimensões e um medidor contínuo de fluxo, com totalizador de volume de ar filtrado. Os períodos de amostragem têm a duração de uma semana, o que corresponde, em média, a um volume de ar filtrado de cerca de $100000 \text{ m}^3/\text{semana}$. Como substrato de recolha são utilizados filtros de polipropileno tipo G-3, de $44 \times 44 \text{ cm}^2$.

Após cada período de amostragem, os filtros foram incinerados a 450°C durante 24 horas, sendo a amostra resultante analisada por espectrometria gama em detector de poço de Ge hiperpuro (modelo Canberra GCW2522). O referido detector tem um volume activo de 140 cm^3 e uma resolução de $1,08 \text{ keV}$ na energia de 122 keV e $1,83 \text{ keV}$ na energia de 1333 keV . Os espectros resultantes são analisados através do software SAMPO 90. O sistema foi calibrado com fontes padrão, preparadas a partir de uma solução de emissores gama QCY 48 (Amersham) e de uma solução de ^{210}Pb (Amersham), com matriz e geometria idênticas às das amostras a analisar.

2.1.2 Deposição Atmosférica

As amostras de água da chuva, correspondentes a um período de amostragem de 30 dias, foram recolhidas na Estação Meteorológica de Castelo Branco e no *campus* do ITN em Sacavém (Figura 1). O dispositivo de recolha da amostra é constituído por um colector de deposição atmosférica total, em tronco de pirâmide quadrangular, com 1 m^2 de secção.

As amostras recolhidas, num máximo de 30 litros, foram concentradas a 1 litro, por evaporação em placa eléctrica, e determinada a actividade em radionuclidos, por espectrometria gama, em geometria “Marinelli”, usando detectores de GeHp, acoplados a sistemas de aquisição de dados Ortec, Accuspec A (Canberra). Os dados foram processados usando software Sampo 90 e Genie 2000 (Canberra). Os sistemas foram calibrados com fontes padrão, preparadas a partir de uma solução de emissores gama QCY 48 (Amersham) e de uma solução de ^{210}Pb (Amersham), com matriz e geometria idênticas às das amostras a analisar. Nestas amostras foram também efectuadas medidas de radioactividade beta total, trítio (^3H), ^{137}Cs e ^{90}Sr nas partículas em suspensão ($>45\mu\text{m}$) e na matéria dissolvida ($\leq 45\mu\text{m}$). A técnica seguida para a medida beta foi a da Norma Portuguesa NP 4330 (1996). Para a

medida de radioactividade beta total das amostras utilizou-se um contador proporcional de fluxo gasoso α/β (TENNELEC, Canberra), previamente calibrado com padrões beta (^{40}K).

A determinação da radioactividade em ^3H , ^{90}Sr e ^{137}Cs foi efectuada recorrendo a análises específicas. A metodologia seguida para a determinação da radioactividade devida ao ^3H esteve de acordo com a Norma Portuguesa NP 4362 (1997), com enriquecimento isotópico. Partindo de 1 litro de água, não acidificada, procedeu-se a uma purificação, por destilação, e ao enriquecimento isotópico, por electrólise em corrente contínua, seguido de nova destilação. As amostras foram posteriormente medidas num espectrómetro de cintilação líquida da Beckman, modelo LS 6500. Para o ^{90}Sr e ^{137}Cs foram utilizadas técnicas radioquímicas baseadas em separações e purificações sucessivas, fixando-se o ^{90}Sr numa resina específica da EICHRON e o ^{137}Cs em fosfomolibdato de amónio. As amostras foram medidas no sistema beta de baixo fundo, RISO, com detectores Geiger-Müller de fluxo, devidamente calibrados para cada um destes isótopos com fontes padrão, preparadas na mesma forma química e com a mesma geometria das amostras a analisar.

2.2 Controlo Radiológico do Meio Aquático

2.2.1 Rios

As amostragens foram realizadas, sempre que possível, com o recurso a um barco pneumático (Figura 2). Quando as condições dos rios não o permitiram, foram efectuadas a partir da margem, mas sempre nos mesmos locais. As amostragens foram efectuadas em locais de água corrente, afastados da margem de pelo menos 1 metro, ou a meio do rio, e a cerca de 20 cm da superfície. As amostras de água foram recolhidas de acordo com as Normas ISO 5667-5 (1996). A amostragem dos sedimentos foi efectuada com o auxílio de um colhedor de sedimentos (cone de Berthois). As amostras de peixe foram adquiridas a pescadores locais.

No rio Tejo recolheram-se amostras mensais, em V. Velha de Ródão e Valada, e amostras trimestrais nas Barragens de Fratel e Belver. No rio Zezêre (Barragem de Castelo de Bode) a amostragem foi mensal. No rios Douro (Barca d'Alva), Mondego (Barragem da Aguieira) e Guadiana (Barragem do Alqueva) procedeu-se a uma amostragem anual (Figura 3).

Águas

Nas amostras de água determinou-se o teor da matéria em suspensão ($>45\mu\text{m}$) e da matéria dissolvida ($\leq 45\mu\text{m}$), efectuando-se a respectiva medida de radioactividade beta total. Fizeram-se também as determinações de radioactividade em ^{137}Cs , ^{90}Sr e ^3H (Figura 4), por métodos radioquímicos, seguidos de medida beta total, conforme descrito em 2.1.2.

Procedeu-se ainda à determinação das concentrações de catiões (sódio, potássio, magnésio e cálcio) e aniões (cloreto, nitrato, fosfato e sulfato) por cromatografia iónica, usando um cromatógrafo DX500 (Dionex), previamente calibrado com fontes padrão dos mesmos iões e na gama de concentrações que se pretende analisar.

Sedimentos

No laboratório, os sedimentos foram secos a 110°C e desagregados, sendo determinada a sua composição granulométrica e classificados do seguinte modo: areia grossa ($1000\mu\text{m} \geq \varnothing > 250\mu\text{m}$), areia média ($250\mu\text{m} \geq \varnothing > 63\mu\text{m}$) e areia fina ($\leq 63\mu\text{m}$).

Do sedimento total ($\leq 1000\mu\text{m}$) e das fracções areia média e areia fina foi preparada uma amostra de cada, após homogeneização, para medida por espectrometria gama, usando os detectores de GeHp, os sistemas de análise e as calibrações, já referidos em 2.1.2.

Peixes

No laboratório, os peixes (barbos) foram medidos, pesados individualmente e dissecados. O músculo foi seco a 110°C e incinerado a 450°C, sendo determinado previamente o peso fresco e depois os pesos seco e de cinzas. O total da amostra incinerada (cinzas) foi medido por espectrometria gama usando os detectores de GeHp e os sistemas de análise e calibrações, já referidos em 2.1.2.

2.2.2 Mar

Procedeu-se a uma colheita anual de amostras de algas e mexilhões em 3 locais de amostragem na Costa Atlântica e nos Estuários do Tejo e Sado (Figura 3).

As amostras foram secas em estufa a 80 °C (algas) e liofilizadas (tecidos moles de mexilhão), sendo posteriormente incineradas em mufla a 450°C. A totalidade da amostra incinerada foi colocada em porta-amostras adequado e determinou-se a actividade em emissores gama, usando os detectores de GeHp, os sistemas de análise e calibrações, já referidos em 2.1.2.

Para a determinação dos radionuclidos emissores alfa, usou-se para análise uma amostra de cinzas com aproximadamente 10g, que corresponde normalmente à quase totalidade da amostra. Adicionou-se o traçador isotópico, ^{242}Pu , para determinação dos isótopos de plutónio, de modo a permitir a quantificação destes radionuclidos. Estes foram extraídos por lixiviação ácida ($\text{HNO}_3 + \text{HCl}$) das cinzas e posteriormente separados e purificados por cromatografia com o auxílio de resinas de troca iónica (BIO-RAD). Os radionuclidos foram electrodepositados em discos de aço inox e posteriormente determinados por espectrometria α em sistema de medida OCTETE PLUS ORTEC, previamente calibrados, com fontes certificadas (QCRB 4021 Amersham).

2.2.3 Águas para Consumo Humano

Recolheram-se amostras de cerca de 5 litros de água para consumo humano, com uma periodicidade mensal, em Lisboa, Porto, V. Velha de Ródão e Sacavém. Recolheram-se também duas amostras mensais em localidades seleccionadas aleatoriamente de modo a abranger todas as regiões do país (Figura 5). As amostras de água foram recolhidas em torneiras de distribuição ao público, acidificadas na altura da colheita, tendo-se determinado posteriormente as actividades alfa e beta totais. A metodologia utilizada segue as Normas Portuguesas para águas não salinas, NP 4332 (1996) e NP 4330 (1996), respectivamente para a determinação de radioactividade alfa total e beta total. A medida de radioactividade alfa e beta é feita em simultâneo num contador proporcional de fluxo gasoso α/β (TENNELEC, Canberra), previamente calibrado com padrões alfa (^{241}Am) e beta (^{40}K) (Figura 6).

Nas amostras de água colhidas em V. Velha de Ródão e Sacavém determinou-se também a actividade em ^{137}Cs , ^{90}Sr e ^3H , seguindo os mesmos procedimentos e normas já descritos em 2.1.2.

Procedeu-se ainda à determinação da actividade em radionuclidos das famílias naturais do urânio (^{238}U , ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb e ^{210}Po), do tório (^{232}Th e ^{228}Th) e do actínio (^{235}U) em amostras de água para consumo humano provenientes de regiões graníticas.

Os radionuclidos a determinar foram precipitados da amostra (cerca de 10 L), sob a forma de hidróxidos com o auxílio de um “carrier”: Mn, para U, Th, Po e Pb, e Al para Ra, na presença de traçadores isotópicos (^{232}U , ^{229}Th , ^{224}Ra , ^{209}Po e “carrier” de Pb). A separação e purificação radioquímica foi efectuada com o auxílio de resinas de troca iónica, EICHROM para U e Th, e BIO-RAD para Ra e Pb. O Po foi depositado espontaneamente em disco de Ag. Os restantes radionuclidos foram electrodepositados em discos de aço inox. O Pb foi precipitado sob a forma de cromato de chumbo e guardado para permitir o crescimento do seu descendente ^{210}Po que foi posteriormente depositado em disco de Ag. As medidas foram efectuadas por espectrometria α em sistema de medida OCTETE PLUS ORTEC, previamente calibrados com fontes certificadas (QCRB 4021 Amersham).

2.3 Controlo Radiológico do Meio Terrestre

2.3.1 Dieta Mista

O plano de amostragem de diferentes componentes da cadeia alimentar (carne, fruta, vegetal, tubérculo) consistiu em: i) amostras semestrais, recolhidas no produtor, provenientes das 7 Direcções Regionais de Agricultura do Continente e da Inspeção Regional das Actividades Económicas dos Açores; ii) 3 amostras anuais de produtos (carne, fruta, vegetal, tubérculo) adquiridos na região de V. Velha de Ródão; e, iii) amostras semestrais (carne, fruta, vegetal, farinha, peixe, marisco) adquiridas em supermercados da área de Lisboa (Figura 7).

As amostras foram analisadas directamente, por espectrometria gama, sendo os componentes da cadeia alimentar previamente triturados, homogeneizados e colocados em porta-amostras de 1 litro com a geometria “Marinelli” (Figura 8). As medidas de radioactividade foram efectuadas usando os detectores de GeHp, os sistemas de análise e de calibração já referidos em 2.1.2.

2.3.2 Refeições Completas

As amostras de refeições completas foram recolhidas, trimestralmente, na cantina do ITN no *campus* de Sacavém, cujo abastecimento é efectuado por uma empresa que recorre aos mercados da zona de Lisboa (Figura 7). A composição de cada amostra está descrita na Tabela 47.

As amostras foram analisadas na totalidade, directamente, por espectrometria gama, após os alimentos terem sido misturados, triturados, homogeneizados e posteriormente colocados em porta-amostras de 1 litro com a geometria “Marinelli”. As medidas de radioactividade foram efectuadas usando os detectores de GeHp, os sistemas de análise e de calibração já referidos em 2.1.2.

2.3.3 Leite

Foi analisada uma amostra mensal de leite, adquirida no mercado nacional, correspondendo a leites das principais cooperativas leiteiras portuguesas (Figura 7). Procedeu-se também à análise de uma amostra mensal de leite da região de V. Velha de Ródão e de amostras anuais provenientes da região (concelhos de Viseu, Vouzela, Nelas, Trancoso e Seia) (Figura 7), adquiridas directamente ao produtor.

Determinou-se a radioactividade em ^{137}Cs , ^{40}K (isótopo radioactivo natural) e ^{90}Sr nestas amostras. Para a determinação das actividades devidas ao ^{137}Cs e ^{40}K , foi utilizada como metodologia, a análise por espectrometria gama, efectuada directamente numa amostra de 1 litro (geometria “Marinelli”) de leite cru (Figura 8). As medidas de radioactividade foram

efectuadas usando os detectores de GeHp, os sistemas de análise e de calibração já referidos em 2.1.2. Para a determinação do ^{90}Sr , seguiu-se uma técnica radioquímica baseada em separações e purificações sucessivas e medida da actividade do seu descendente ^{90}Y , em equilíbrio radioactivo com o ^{90}Sr , num sistema beta baixo fundo RISO, já referido em 2.1.2, calibrado com padrões sob a mesma forma química e geometria das amostras a medir.

2.3.4 Solos

Procedeu-se a uma amostragem anual de solos (orgânico e mineral) nos três locais indicados na Figura 7. Em cada ponto de amostragem recolheram-se 3 amostras da camada superficial (0-5 cm) do solo, que se misturaram de forma a obter uma amostra mais representativa, usando um core com 8 cm de diâmetro interno.

No laboratório, os solos foram secos a 110°C, desagregados e passados por um peneiro de 1mm de diâmetro. Da fracção $\leq 1000\mu\text{m}$, previamente homogeneizados, retirou-se uma alíquota para análise, por espectrometria gama, usando os detectores de GeHp, os sistemas de análise e as calibrações já referidos em 2.1.2.

2.4 Qualidade Analítica

O DPRSN procede regularmente à avaliação externa da qualidade analítica participando periodicamente em exercícios internacionais de intercomparação analítica para a determinação de radionuclidos artificiais e naturais por espectrometria gama e alfa em amostras sólidas, e, para a determinação de trítio e medida alfa/beta total em águas. Estes exercícios são organizados pela Organização Mundial de Saúde, Agência Internacional de Energia Atómica, União Europeia, e por outras organizações, e consistem, basicamente, na análise de amostras de composição desconhecida, distribuídas aos laboratórios participantes. Os resultados obtidos nestes exercícios indicam que as determinações efectuadas pelo DPRSN são consistentes com os valores de referência (Bojanowski, R. *et al*, 2001; Pham, M.K., 2004; IRC Note n°50, 2002). Na Tabela 1 apresentam-se alguns exemplos mais relevantes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Controlo Radiológico da Atmosfera

3.1.1 Aerossóis

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados das médias mensais dos radionuclidos detectados em aerossóis.

A concentração média mensal das partículas totais em suspensão (PTS) variou entre 31 e 75 $\mu\text{g m}^{-3}$. Verificou-se que a actividade mensal em ^7Be , radionuclido cosmogénico formado através da interacção da radiação cósmica com gases atmosféricos, variou entre $1,57\pm 0,05$ e $4,7\pm 0,2$ mBq m^{-3} , com um valor médio anual de $3,0\pm 1,1$ mBq m^{-3} . O valor médio registado em Sacavém está em concordância com a actividade volúmica média referida por outros autores (P. Bouisset *et al.*, 2004). Os valores mais elevados ocorrem nos meses de Primavera e Verão, altura do ano favorável à transferência de massas de ar da estratosfera, enriquecidas em ^7Be , para a troposfera. A actividade em ^{137}Cs , indicadora de eventual contaminação por fontes antropogénicas, foi em geral inferior à actividade mínima detectável ($0,47$ $\mu\text{Bq m}^{-3}$), com excepção dos valores $0,83\pm 0,28$ $\mu\text{Bq m}^{-3}$ e $0,52\pm 0,11$ $\mu\text{Bq m}^{-3}$ medidos em Julho e Setembro respectivamente. Estes valores, acima da actividade mínima detectável, devem-se provavelmente a fenómenos de ressuspensão, uma vez que tanto Julho como Setembro foram meses secos (2 e 7 mm, respectivamente). Para além disso, foi também nestes meses que se registaram os maiores valores de partículas totais em suspensão (75 e 65 $\mu\text{g m}^{-3}$). Relativamente ao ^{210}Pb , radionuclido de origem natural, formado a partir do radão por decaimento radioactivo, a sua actividade mensal variou entre $0,160\pm 0,005$ e $0,67\pm 0,01$ mBq m^{-3} com um valor médio anual de $0,40\pm 0,15$ mBq m^{-3} . Embora os dados apresentados, só por si, não permitam fazer grandes considerações, é expectável que as variações da concentração de ^{210}Pb estejam relacionadas com o percurso das massas de ar que chegam à estação de amostragem. Assim, os valores mais elevados ocorrem, muito provavelmente, quando a estação de amostragem se encontra sob a influência de massas de ar de origem continental (Reis M.J. *et al.*, 2003). Constatou-se que a actividade em ^{210}Pb em aerossóis é uma ordem de grandeza inferior à observada para o ^7Be .

3.1.2 Deposição Atmosférica

Nas tabelas 3 e 4 apresenta-se a actividade dos diferentes radionuclidos analisados em amostras de água da chuva recolhidas em Sacavém (*campus* do ITN) e em Castelo Branco (estação meteorológica da rede de estações do Instituto de Meteorologia). Os valores de actividade não apresentam variações significativas entre as duas estações, à excepção da

actividade em trítio, cujo valor na estação de Castelo Branco é sempre inferior à actividade mínima detectável, enquanto que em Sacavém a actividade média anual é de $3,3 \text{ Bq L}^{-1}$. No caso do ^7Be a actividade média anual é também ligeiramente superior em Sacavém ($0,72 \text{ Bq L}^{-1}$), comparativamente a Castelo Branco ($0,56 \text{ Bq L}^{-1}$).

Nas Tabelas 5 e 6 apresentam-se os fluxos mensais de deposição atmosférica para Sacavém (*campus* do ITN) e Castelo Branco (estação meteorológica), respectivamente. Os fluxos apresentados foram calculados com base na determinação da actividade dos vários isótopos em amostras de água da chuva e correspondem a valores de deposição total (por via húmida e seca), uma vez que os colectores se encontraram expostos durante todo o período de amostragem, mesmo na ausência de precipitação. A deposição acumulada ao longo do ano de 2003 não apresentou diferenças significativas entre as duas estações, exceptuando o caso do trítio cuja actividade na água da chuva foi sempre inferior ao valor da actividade mínima detectável ($0,8 \text{ Bq L}^{-1}$) para a estação meteorológica de Castelo Branco.

Os coeficientes de correlação entre os fluxos de deposição total e a quantidade de precipitação para o ^{90}Sr e o ^{137}Cs variam entre 0,74 e 0,93 nas duas estações. Para os outros radionuclidos os coeficientes de correlação obtidos foram mais baixos, o que pode indicar um maior contributo da deposição por via seca.

3.2 Controlo Radiológico do Meio Aquático

3.2.1 Rios

Águas

Os resultados das medidas de radioactividade em águas de superfície colhidas no rio Tejo estão expressos nas Tabelas 7 a 10. Verifica-se que, em geral, as actividades em ^{137}Cs e ^{90}Sr se mantêm relativamente constantes, durante todo o ano e ao longo do rio (V.Velha de Ródão, Barragem de Fratel, Barragem de Belver, Valada). Para o ^{137}Cs , obtiveram-se valores médios anuais de $(1,4 \pm 0,4) \times 10^{-3} \text{ Bq L}^{-1}$ em Vila Velha de Ródão, e de $(1,2 \pm 0,3) \times 10^{-3} \text{ Bq L}^{-1}$ em Valada. Para o ^{90}Sr , os valores médios obtidos foram de $(2,7 \pm 0,8) \times 10^{-3} \text{ Bq L}^{-1}$ em Vila Velha de Ródão e de $(2,6 \pm 0,8) \times 10^{-3} \text{ Bq L}^{-1}$ em Valada.

Os valores obtidos para a actividade beta total na matéria em suspensão são semelhantes ao longo do rio, com valores médios variando entre $0,11 \pm 0,01 \text{ Bq L}^{-1}$ em V. Velha de Ródão e $0,12 \pm 0,01 \text{ Bq L}^{-1}$ em Valada. Para a matéria dissolvida variam entre $0,21 \pm 0,06 \text{ Bq L}^{-1}$ e $0,17 \pm 0,03 \text{ Bq L}^{-1}$ em V. Velha de Ródão e Valada respectivamente (Tabelas 7 e 8).

A Tabela 11 apresenta os resultados das medidas de radioactividade em águas de superfície colhidas no rio Zêzere, na Barragem de Castelo de Bode. Verifica-se que os valores

das actividades em ^{137}Cs e ^{90}Sr são mais baixos no rio Zêzere do que os obtidos no rio Tejo (ver Tabelas 7 a 10), sendo mesmo de cerca de metade para o ^{90}Sr . O valor médio da actividade em ^{137}Cs foi inferior a $0,70 \times 10^{-3} \text{ Bq L}^{-1}$. Para o ^{90}Sr obteve-se um valor médio de $(1,4 \pm 0,4) \times 10^{-3} \text{ Bq L}^{-1}$. A actividade beta total apresenta um valor médio de $0,09 \pm 0,02 \text{ Bq L}^{-1}$ para a matéria em suspensão e de $0,05 \pm 0,01 \text{ Bq L}^{-1}$ para a matéria dissolvida.

Na Figura 9 estão representados os valores mensais da concentração em ^3H nos quatro locais de amostragem do rio Tejo e no rio Zêzere (Barragem de Castelo de Bode). Pode observar-se uma variação nas concentrações em ^3H ao longo do ano, com um acréscimo acentuado da actividade no mês de Junho, em Vila Velha de Ródão. Verifica-se também um ligeiro decréscimo da actividade em ^3H ao longo do rio, desde Vila Velha de Ródão com um valor médio de $8,3 \pm 3,9 \text{ Bq L}^{-1}$, até Valada com um valor médio de $5,8 \pm 2,3 \text{ Bq L}^{-1}$ (Tabelas 7 e 8). Na Barragem de Fratel os valores variaram entre $4,8 \pm 0,6 \text{ Bq L}^{-1}$ e $10,2 \pm 1,2 \text{ Bq L}^{-1}$ e na Barragem de Belver entre $4,0 \pm 0,6 \text{ Bq L}^{-1}$ e $9,0 \pm 1,2 \text{ Bq L}^{-1}$ (Tabelas 9 e 10). Este decréscimo poderá ser atribuído à diluição do trítio ao longo do rio, desde Vila Velha de Ródão até Valada.

Como se pode constatar na Figura 9, os valores de actividade em ^3H na Barragem de Castelo de Bode (rio Zêzere) são inferiores aos medidos no rio Tejo.

Os valores observados para os radionuclídeos analisados nos rios Tejo e Zêzere são da mesma ordem de grandeza dos obtidos em anos anteriores (Sequeira *et al.*, 2000; Sequeira *et al.*, 2002; Madruga *et al.*, 2003; Madruga *et al.*, 2004).

Em geral, os valores obtidos para a actividade em ^{137}Cs , ^{90}Sr e ^3H no rio Tejo em Portugal são inferiores aos observados no troço do rio Tejo em Espanha (Baeza *et al.*, 2002).

As Tabelas 13 a 16 apresentam os valores das concentrações catiónica e aniónica em águas recolhidas nas quatro estações de amostragem no rio Tejo. Em geral, observam-se valores de concentrações mais elevadas em cálcio e sódio seguido do magnésio e do potássio. Relativamente aos aniões obtiveram-se valores mais elevados para os sulfatos, seguidos dos cloretos, nitratos e fosfatos. Considerando os valores médios anuais e os respectivos desvios padrão, constata-se que as concentrações catiónicas e aniónicas se mantêm relativamente constantes durante o ano e ao longo do rio. Relativamente ao rio Zêzere (Tabela 17) as concentrações são francamente inferiores, tanto para os catiões como para os aniões. A maior diferença observou-se para o cálcio e o sulfato com valores cerca de 10 vezes inferiores aos obtidos para o rio Tejo.

Os resultados das medidas de radioactividade para os rios Guadiana, Douro e Mondego estão expressos na Tabela 12. Os valores obtidos para a actividade em ^{137}Cs , ^{90}Sr e ^3H são relativamente baixos, sendo semelhantes aos obtidos para o rio Zêzere, principalmente

para o rio Guadiana. Os valores da medida beta total na matéria em suspensão e na matéria dissolvida (Tabela 18) são, tal como nos casos anteriores, bastantes variáveis e da mesma ordem de grandeza dos obtidos para os rios Tejo e Zêzere. Os valores das concentrações catiónica e aniónica nos rios Guadiana e Douro (Tabela 18) são semelhantes aos observados para o rio Tejo. Relativamente ao rio Mondego (Tabela 18) os valores são mais baixos e aproximam-se dos obtidos para o rio Zêzere (Tabela 17).

Comparando os valores das concentrações dos radionuclidos analisados nos rios Tejo, Zêzere, Guadiana, Mondego e Douro constata-se que o rio Tejo apresenta valores mais elevados, principalmente em ^3H e, em Vila Velha de Ródão, o que denota a influência da Central Nuclear de Almaraz.

Sedimentos

Os valores da actividade (Bq kg^{-1}) dos radionuclidos naturais e artificiais, em sedimentos totais ($\leq 1000 \mu\text{m}$), sedimentos de granulometria entre 250 e $63 \mu\text{m}$ e sedimentos de granulometria $\leq 63 \mu\text{m}$, colhidos no rio Tejo, em V. Velha de Ródão, Valada, Barragem de Fratel e Barragem de Belver, estão representados nas Tabelas 19 a 21, 22 a 24, 25 a 27 e 28 a 30 respectivamente.

Nas Tabelas 31 a 34 estão expressos os valores em percentagem das diferentes fracções granulométricas relativos ao sedimento total (é considerado sedimento total a fracção de diâmetro $\leq 1000\mu\text{m}$ do total da amostra recolhida) para as mesmas estações de amostragem. Do estudo granulométrico dos sedimentos verifica-se, para todas as estações, que os sedimentos recolhidos são predominantemente do tipo areia (Tabelas 31 a 34).

Observa-se, em geral, para todas as estações de amostragem, um aumento na actividade dos radionuclidos (naturais e artificiais) para os sedimentos de granulometria mais fina ($\leq 63 \mu\text{m}$), com excepção do ^{40}K cujo comportamento apresenta uma tendência inversa. Para o ^7Be , radionuclido de origem cósmica, os valores obtidos apresentam-se na quase totalidade abaixo dos valores de actividade mínima detectável.

Como exemplo, apresenta-se nas Figuras 10 a 14 a variação das concentrações em ^{235}U , ^{228}Ra , ^{226}Ra , ^{137}Cs e ^{40}K para as diferentes fracções granulométricas, em Vila Velha de Ródão, durante o ano de 2003. Verifica-se que em geral, a actividade em ^{235}U , ^{228}Ra , ^{226}Ra e ^{137}Cs aumenta para o sedimento de granulometria $\leq 63 \mu\text{m}$, com excepção dos meses de Março, Julho e Novembro em que se verifica a tendência inversa. Por outro lado, constata-se um decréscimo da actividade em ^{40}K com a granulometria (Figura 14).

Os resultados obtidos para os radionuclidos detectados ao longo do rio Tejo, nas diferentes estações de amostragem, são relativamente constantes e da mesma ordem de

grandeza dos observados em anos anteriores (Sequeira *et al.*, 2000; Sequeira *et al.*, 2002, Madruga *et al.*, 2003).

Nas Tabelas 35 a 37 estão representados os valores das actividades dos radionuclidos naturais e artificiais, para os sedimentos totais ($\leq 1000 \mu\text{m}$), os sedimentos de granulometria entre 250 e 63 μm e os sedimentos de granulometria $\leq 63 \mu\text{m}$, colhidos nos rios Guadiana, Douro e Mondego.

A análise granulométrica revelou que os sedimentos recolhidos nestes três rios, tal como verificado para o rio Tejo, são principalmente areias (Tabela 38). Verifica-se uma tendência para um aumento da concentração dos radionuclidos, principalmente do ^{235}U , ^{228}Ra , ^{226}Ra e ^{137}Cs , com a diminuição da granulometria, tal como observado para o rio Tejo. Constata-se que os valores observados para estes três rios são da mesma ordem de grandeza dos obtidos para o rio Tejo.

Peixes

As Tabelas 39 e 40 apresentam os valores da actividade (Bq kg^{-1} , peso músculo fresco) de radionuclidos naturais e artificiais em peixes capturados no rio Tejo (V. Velha de Ródão) e no rio Douro (Barca d'Alva), os únicos locais de amostragem onde foi possível obter amostra. Pela análise das tabelas verifica-se que as concentrações em ^{228}Ra , ^{226}Ra e ^{137}Cs são inferiores à actividade mínima detectável com excepção do ^{226}Ra medido na amostra de peixe capturado no rio Douro. Estes valores são da mesma ordem de grandeza dos observados em anos anteriores em peixes capturados no rio Tejo (Sequeira *et al.*, 2000; Sequeira *et al.*, 2002, Madruga *et al.*, 2003).

3.2.2 Mar

Na Tabela 41 estão expressas as actividades de radionuclidos naturais e artificiais (Bq kg^{-1} , peso fresco) medidas em mexilhões e algas, colhidos na Costa Atlântica e nos Estuários do Tejo e Sado. Da análise da tabela constata-se que os valores em $^{239+240}\text{Pu}$ variam entre $(2,6\pm 0,2)\times 10^{-3} \text{ Bq kg}^{-1}$ e $(8,2\pm 0,7)\times 10^{-3} \text{ Bq kg}^{-1}$ em mexilhões e algas colhidos no Cabo de S. Vicente. Relativamente ao ^{238}Pu e ^{137}Cs os valores medidos são inferiores à actividade mínima detectável tanto para as algas como para os mexilhões, com excepção de mexilhões colhidos no Cabo de S. Vicente que apresentam vestígios de ^{137}Cs . A actividade em ^{40}K é relativamente constante, variando entre $12\pm 1 \text{ Bq kg}^{-1}$ e $29\pm 2 \text{ Bq kg}^{-1}$. As concentrações determinadas para os radionuclidos das famílias naturais (^{235}U , ^{234}Th , ^{228}Ra , ^{226}Ra e ^{210}Pb) são relativamente baixas e, na maioria dos casos, inferiores à actividade mínima detectável. Radionuclidos de origem artificial foram ocasionalmente medidos em amostras do estuário do Tejo (Carvalho *et al.*, 2004).

3.2.3 Águas para Consumo Humano

Os valores de radioactividade (Bq L^{-1}) em águas para consumo humano recolhidas mensalmente em Sacavém e Vila Velha de Ródão estão expressos nas Tabelas 42 e 43 respectivamente. Verifica-se que, em Sacavém, os valores médios de actividade em ^{137}Cs e ^{90}Sr são inferiores a $0,8 \times 10^{-3}$ e $1,3 \times 10^{-3} \text{ Bq L}^{-1}$ respectivamente. Para o ^3H , os valores obtidos são bastante variáveis (valor médio inferior a $3,4 \text{ Bq L}^{-1}$), possivelmente devido à maior ou menor quantidade de água da captação de Valada (água do rio Tejo) lançada na rede pública. Os valores da medida beta total são relativamente constantes com um valor médio anual de $0,06 \pm 0,02 \text{ Bq L}^{-1}$. Para a medida alfa total, com excepção do valor medido no mês de Maio $0,06 \pm 0,02 \text{ Bq L}^{-1}$, os valores são inferiores a $0,04 \pm 0,01 \text{ Bq L}^{-1}$. Da análise dos resultados obtidos em Vila Velha de Ródão (Tabela 43) constata-se que, em geral, são idênticos aos observados em Sacavém, com excepção dos observados para o ^3H e para a medida alfa e beta total. Para o ^3H os valores são mais baixos, inferiores a $1,2 \text{ Bq L}^{-1}$. Isto poderá ser devido à origem da água que no caso de V. Velha de Ródão tem captação própria não sendo recolhida no rio Tejo. Para a actividade alfa e beta total são ligeiramente mais elevados variando entre $0,09 \pm 0,01 \text{ Bq L}^{-1}$ (Março) e $0,20 \pm 0,02 \text{ Bq L}^{-1}$ (Outubro) para a actividade alfa total e entre $0,083 \pm 0,004 \text{ Bq L}^{-1}$ (Fevereiro) e $0,121 \pm 0,005 \text{ Bq L}^{-1}$ (Outubro) para a actividade beta total. A Tabela 44 apresenta os valores de radioactividade (Bq L^{-1}) em águas para consumo humano recolhidas mensalmente em vários locais do país. Da análise da tabela constata-se que os valores são baixos, com excepção dos obtidos para uma amostra colhida em Paços de Ferreira ($0,57 \pm 0,02 \text{ Bq L}^{-1}$) e de outra em Mangualde ($0,17 \pm 0,02 \text{ Bq L}^{-1}$). No que se refere à medida beta total, os valores variam de uma ordem de grandeza, desde $0,020 \pm 0,003 \text{ Bq L}^{-1}$ até $0,48 \pm 0,02 \text{ Bq L}^{-1}$.

Os valores obtidos para a actividade em ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^3H , alfa e beta total em águas para consumo humano são da mesma ordem de grandeza dos referidos na literatura (Radioactivity in Food and the Environment, 2003).

Deve salientar-se que as concentrações obtidas para a medida alfa total, beta total e ^3H em todas as águas analisadas são inferiores às recomendadas para estes parâmetros radioactivos no Decreto-Lei 243/2001 de 5 de Setembro (alfa total: $0,1 \text{ Bq L}^{-1}$; beta total: 1 Bq L^{-1} ; ^3H : 50 Bq L^{-1}), com excepção dos dois valores de medida alfa total em amostras recolhidas em Paços de Ferreira e Mangualde, já referidos anteriormente.

Os valores das concentrações dos radionuclídeos das famílias naturais do urânio (^{238}U , ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb e ^{210}Po) do tório (^{232}Th e ^{228}Th) e do actínio (^{235}U) analisados por espectrometria alfa, em águas para consumo humano provenientes de regiões graníticas estão expressos na Tabela 45. Da análise da tabela constata-se que os valores são bastante variáveis

podendo atingir cerca de duas ordens de grandeza para alguns radionuclidos. Por exemplo, para o ^{238}U os valores variaram entre $1,2\pm 0,1$ mBq L⁻¹ (Folgosa) e $33,4\pm 1,2$ mBq L⁻¹ (Rio de Mel). Observa-se também a não existência de equilíbrio radioactivo entre o ^{238}U e os descendentes ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb e ^{210}Po , o que é explicado pelos diferentes graus de solubilidade e comportamento químico destes elementos em solução.

3.3 Controlo Radiológico do Meio Terrestre

3.3.1 Dieta Mista

A Tabela 46 apresenta as medidas de radioactividade (Bq kg⁻¹) obtidas por espectrometria gama em produtos da cadeia alimentar recolhidos mensalmente, em vários locais de Portugal Continental e nos Açores. Relativamente ao ^{137}Cs (radionuclido de origem artificial) verifica-se que os valores de actividade são relativamente baixos, sendo na maioria dos casos inferiores à actividade mínima detectável (variando entre 0,1 e 0,5 Bq kg⁻¹, a qual depende do sistema de detecção usado). O ^{40}K (radionuclido de origem natural) apresenta concentrações mais elevadas que variam desde 27 ± 3 Bq kg⁻¹ numa amostra de laranja proveniente da Direcção Regional de Agricultura do Ribatejo e Oeste (mês de Maio) até 161 ± 6 Bq kg⁻¹ numa amostra de batata proveniente da Direcção Regional de Agricultura Entre Douro e Minho (mês de Setembro). Estes valores são da mesma ordem de grandeza dos referidos por outros autores (Radioactivity in Food and the Environment, 2003; Surveillance of Environmental Radiation in Finland, 2004) para a actividade em ^{137}Cs e ^{40}K em produtos da dieta alimentar. A actividade em ^7Be é na maioria dos casos inferior à actividade mínima detectável (variando entre 0,5 e 6,3 Bq kg⁻¹, a qual depende do sistema de detecção usado) com excepção de algumas amostras de vegetais (couve e alface). Por exemplo, o valor máximo medido foi de $5,7\pm 0,9$ Bq kg⁻¹ em couve proveniente da região de Vila Velha de Ródão (mês Novembro). O facto de só se terem observado traços de ^7Be em vegetais deve ser devido a este radionuclido ser de origem cósmica e ao ser transportado pela água da chuva se depositar na biosfera e, principalmente nos produtos da cadeia alimentar mais sujeitos a essa deposição.

Estes resultados são semelhantes aos obtidos em anos anteriores em produtos da cadeia alimentar (Faisca, *et al.* 1999; Sequeira, *et al.*, 2002; Madruga, *et al.*, 2003; Madruga, *et al.*, 2004).

Pela análise da tabela pode constatar-se não haver diferenças significativas na actividade em ^{137}Cs , ^{40}K e ^7Be nos produtos da cadeia alimentar, adquiridos ou nos supermercados da região de Lisboa, ou directamente ao produtor, através das Direcções Regionais da Agricultura.

3.3.2 Refeições Completas

Na Tabela 47 estão expressas as actividades (Bq kg⁻¹) em ¹³⁷Cs, ⁴⁰K e ⁷Be em refeições completas, adquiridas trimestralmente no refeitório do ITN. Tal como nos produtos alimentares analisados individualmente as concentrações em ¹³⁷Cs e ⁷Be situam-se abaixo dos valores da actividade mínima detectável. Relativamente ao ⁴⁰K, os valores são mais elevados e relativamente constantes encontrando-se na gama dos observados nos produtos alimentares individualizados. Na literatura (Radioactivity in Food and the Environment, 2003) são reportados valores <0,05 Bq kg⁻¹ (limite de detecção) em ¹³⁷Cs para amostras de refeições completas.

3.3.3 Leite

A Tabela 48 apresenta os valores obtidos por espectrometria gama (¹³⁷Cs e ⁴⁰K) e medida beta (⁹⁰Sr) em leite proveniente de diferentes regiões de Portugal Continental e dos Açores. Verifica-se que o ⁴⁰K é o radionuclido que apresenta concentrações mais elevadas, mas relativamente constantes, variando entre 43±2 Bq L⁻¹ e 51±4 Bq L⁻¹. No que se refere ao ¹³⁷Cs os valores situam-se abaixo dos valores da actividade mínima detectável (0,1 a 0,3 Bq L⁻¹, dependendo do sistema de detecção usado) excepto para duas amostras de leite (Abril e Novembro) proveniente dos Açores, que apresentam uma actividade de 0,34±0,02 Bq L⁻¹ e 0,27±0,01 Bq L⁻¹ respectivamente. Relativamente ao ⁹⁰Sr, radionuclido de origem artificial, os valores situam-se, em geral, abaixo do valor da actividade mínima detectável (0,064 Bq L⁻¹), com excepção para duas amostras provenientes de Entre Douro e Minho e do Alentejo que apresentam alguns vestígios deste radionuclido.

Os valores das medidas de radioactividade em leite proveniente da região de V. Velha de Ródão estão expressos na Tabela 49. Verifica-se que os valores em ¹³⁷Cs e ⁴⁰K são semelhantes aos obtidos para os leites provenientes de outras regiões do país. Relativamente ao ⁹⁰Sr os valores obtidos são mais elevados, sendo esse aumento mais significativo no leite de ovelha e cabra. Os valores obtidos são inferiores a 0,79±0,04 Bq L⁻¹. Pode constatar-se a mesma situação em leite proveniente dos concelhos de Viseu, Vouzela, Nelas, Trancoso e Seia, adquirido directamente ao produtor (Tabela 50). Neste caso, os valores obtidos são inferiores a 0,47±0,04 Bq L⁻¹. O aumento da actividade em ⁹⁰Sr nos leites provenientes destas regiões em relação aos expressos na Tabela 48 poderá estar relacionado com a espécie do animal e com a composição do leite. As amostras de leite que apresentam os valores mais elevados são adquiridas directamente ao produtor e, em geral, são de ovelha ou de cabra. Os valores apresentados na Tabela 48 referem-se a amostras de leite de vaca embalado adquiridas no mercado nacional.

3.3.4 Solos

A Tabela 51 apresenta as medidas de radioactividade, por espectrometria gama, em solos colhidos em três regiões do país (Beira Litoral, Beira Interior e Alentejo).

As concentrações em ^{137}Cs , único radionuclido de origem artificial detectado, são inferiores a $10,9 \pm 0,5 \text{ Bq kg}^{-1}$. Estes valores são mais elevados do que os obtidos em produtos da cadeia alimentar. O ^{137}Cs está presente no nosso planeta em consequência da contaminação radioactiva causada, principalmente, pelos testes nucleares na atmosfera, na década de 60.

Os valores das concentrações obtidas para os radionuclidos das famílias radioactivas naturais variam entre $43 \pm 1 \text{ Bq kg}^{-1}$ e $200 \pm 4 \text{ Bq kg}^{-1}$ para o ^{226}Ra e entre $31 \pm 6 \text{ Bq kg}^{-1}$ e $180 \pm 10 \text{ Bq kg}^{-1}$ para o ^{210}Pb . O valor mais elevado foi obtido para o solo colhido no Alentejo. Pode observar-se, para todos os solos uma certa constância nas concentrações de ^{226}Ra e ^{210}Pb o que indica que estes radionuclidos estão em equilíbrio radioactivo secular. A actividade em ^{40}K , é mais elevada de cerca de uma ordem de grandeza, variando entre $695 \pm 18 \text{ Bq kg}^{-1}$ e $1147 \pm 22 \text{ Bq kg}^{-1}$.

4. AVALIAÇÃO DA DOSE PARA A POPULAÇÃO

Com base nas recomendações da Comissão Internacional de Protecção Radiológica (ICRP, 1996), aplicadas a membros do público cujo modo de vida, hábitos alimentares e metabolismo correspondem a uma população média, estimou-se as doses de radiação para o ano de 2003, devidas à inalação e ingestão dos radionuclidos artificiais determinados nos diversos compartimentos ambientais.

Para a estimativa da dose por inalação recebida por membros do público, utilizou-se a actividade média anual em ^{137}Cs ($0,00047 \text{ mBq m}^{-3}$) e o respectivo factor de dose $4,6 \times 10^{-9} \text{ Sv Bq}^{-1}$ (Basic Safety Standards, 1996; ICRP, 1996) aplicável a um adulto médio para a categoria de membro do público. Considerou-se ainda, uma taxa de respiração média de $8030 \text{ m}^3 \text{ a}^{-1}$ (Environmental Radioactivity in the European Community, 1995). O valor de dose estimado devido à inalação do ^{137}Cs é de $0,017 \times 10^{-3} \mu\text{Sv a}^{-1}$.

Com base nas médias anuais das actividades em ^{90}Sr , ^{137}Cs e ^3H determinadas na água de consumo de Sacavém (Tabela 42), considerando um consumo anual de 600 litros (Environmental Radioactivity in the European Community, 1995) e respectivamente factores de dose de $2,8 \times 10^{-8}$, $1,3 \times 10^{-8}$ e $1,8 \times 10^{-11} \text{ Sv Bq}^{-1}$ (Basic Safety Standards, 1996; ICRP, 1996), obteve-se o valor de $0,0645 \mu\text{Sv a}^{-1}$ para a dose devida á ingestão de água de consumo.

Procedeu-se, de igual modo, ao cálculo da dose devida à ingestão de leite, com base na taxa anual de consumo de 200 litros “per capita” (Environmental Radioactivity in the European Community, 1995) e nas actividades médias anuais em ^{90}Sr e ^{137}Cs (Tabela 48).

Obteve-se o valor de $0,90 \mu\text{Sv a}^{-1}$ para a dose devida à ingestão de leite. Estudos realizados na Finlândia (Surveillance of Environmental Radiation in Finland, 2004) referem valores de dose devida à ingestão de leite entre $0,7$ e $2,6 \mu\text{Sv}$ para o ano de 2003 considerando um consumo “per capita” de 140 litros.

Relativamente à contribuição para a dose devida à dieta mista, e tendo em conta que na grande maioria dos casos, a radioactividade referente aos radionuclidos artificiais é inferior à actividade mínima detectável (Tabelas 46 e 47) a dose devida à ingestão de ^{137}Cs deverá ser inferior a $2 \mu\text{Sv a}^{-1}$. Alguns autores (Surveillance of Environmental Radiation in Finland, 2004) apresentam o valor inferior a $20 \mu\text{Sv}$ para a dose de radiação em ^{137}Cs devida à ingestão de produtos da cadeia alimentar durante o ano de 2003.

A dose de radiação devida à ingestão dos radionuclidos artificiais, através do consumo de água, leite e produtos alimentares é à sua inalação é da ordem de $3 \mu\text{Sv a}^{-1}$.

Sob o ponto de vista da protecção radiológica os valores observados situam-se muito abaixo dos limites de dose recomendados para elementos do público (1 mSv a^{-1}) (Directiva 96/29 EURATOM do Conselho).

5. CONCLUSÕES

Do vasto conjunto de resultados obtidos nos diferentes compartimentos ambientais (ar, água da chuva, águas de superfície, águas para consumo humano, produtos alimentares, leite, sedimentos e solos) é possível concluir que os teores de radioactividade determinados são, tal como em anos anteriores, normais. As concentrações dos radionuclidos de origem natural, designadamente das famílias do urânio, do tório, e o ^{40}K , apresentam valores típicos do fundo radioactivo, isto é, não alterado pela acção humana. As concentrações dos radionuclidos de origem artificial, designadamente ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^3H e $^{239+240}\text{Pu}$, são muito baixas e, frequentemente, abaixo dos valores da actividade mínima detectável. Com base no conjunto destes resultados podemos concluir que o território nacional não apresentou em 2003, sinais de contaminação radioactiva com excepção do rio Tejo, onde também é pouco significativa. Em comparação com observações feitas em anos precedentes, não se registou aumento da radioactividade ambiente e a população portuguesa residente não esteve sujeita a um risco de contaminação radioactiva e exposição a radiações ionizantes significativamente mais elevado que o fundo radioactivo natural.

A dose de radiação devida à ingestão e inalação de radionuclidos artificiais apresenta valores muito baixos (da ordem dos $\mu\text{Sv a}^{-1}$) situando-se muito aquém dos limites de dose recomendados para elementos do público (1 mSv a^{-1}).

AGRADECIMENTOS

Agradece-se às Direcções Regionais de Agricultura do Continente e à Inspeção Regional das Actividades Económicas dos Açores o apoio prestado na aquisição e envio das amostras, e ao Instituto de Meteorologia por permitir a instalação de um colhedor de deposição atmosférica nas instalações da Estação Meteorológica de Castelo Branco.

Agradece-se ao Dr. Pedro Duarte o auxílio prestado na elaboração dos mapas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baeza, A., Carreiro, M.C.V., Guillén, F. J., Miró, C., Sequeira, M.M. Dilution of ⁹⁰Sr in the water of the Tagus river in Portugal and Spain. Física 2002, Évora 6/10 Setembro 2002.

Basic Safety Standards (96/29 EURATOM, Tables A and B), 1996

Bojanowski, R., Radecki, Z., Campbell, M.J., Burns, K.I., Trinkl, A. (2001), Report on the Intercomparison Run for the Determination of Radionuclides in Soils, IAEA-326 and IAEA-327, IAEA/AL/100.

Bouisset, P., Barker E., Masson O., Gurriaran R., Cagnat X., Mekhlouche D., Aubry S., Hadjaj M., Saey L., (2004) Concentration de ¹³⁷Cs et de ⁷Be dans les aerosols en France métropolitaine et à Tahiti de 1959 à 2002, *Radioprotection*, Vol. 39, 3, 367-381.

Carvalho F. P., Oliveira J. M., Libânio A., Madruga M. J., Silva L., Gouveia J., Monteiro P., Perdigão M., Malta M. (2004). Avaliação da Contaminação do Estuário do Tejo por Substâncias Radioactivas de Várias Origens. VIII Conferência Nacional de Ambiente, 27 a 29 de Outubro 2004, Lisboa.

Commission Recommendation of 8 June 2000, Official Journal of the European Commission, L 191/37- L191/46, 2000.

Environmental Radioactivity in the European Community, Radiation Protection N° 126, EUR 19929 EN, 1995.

Faisca, M.C. Sequeira M. M., Ferrador G., Cardoso F. Vigilância Radiológica a Nível Nacional (1997-1998). Relatório DPRSN-SRA n°21/99.

ICRP (1996), Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5- Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, Publication N° 72, Vol 26, n°1.

IRC Note n°50 (2002), Report of the IRC-CEC Intercomparison Concerning the Measurement of the Gross Alpha, Gross Beta, Tritium Activities and Potassium Concentration in a Drinking Water Sample, Sample n° 69 SH 300. WHO/IRC and IRSN.

ISO 5667-5. Water Quality-Sampling, Part 5- Guidance on Sampling of Drinking Water Used for Food and Beverage Processing, Setembro 1996.

Madruga M.J., Carvalho F.P., Sequeira M.M, Ferrador G., Gameiro M.A., Reis M., Gouveia J., Ramos L., Oliveira J.M, Silvino V., Machado L., Faria I., Lucas A., Pereira M. A., Tavares M. A., Libânio A., Pires C., Curado S. Vigilância Radiológica a Nível Nacional (Ano 2002). Relatório DPRSN, Série A, n°26/2003.

Madruga M.J., Carvalho F.P., Reis M., Sequeira M. M., Ferrador G., Gameiro M. A., Silva L., Gouveia J., Machado L., Oliveira J.M., Lopes I., Silvino V. (2004). Vigilância Radiológica do Ambiente em Portugal. Actas da 8ª Conferência Nacional de Ambiente, Lisboa, 27-29 Outubro 2004.

Norma Portuguesa- NP 4330, Qualidade da Água, Medida da Actividade Beta total em Águas não Salinas, Método por Fonte Concentrada, Setembro 1996.

Norma Portuguesa- NP 4332, Qualidade da Água, Medida da Actividade Alfa total em Águas não Salinas, Método por Fonte Concentrada, Setembro 1996.

Norma Portuguesa- NP 4362, Determinação da Concentração da Actividade em Trítio, Método de Contagem por Cintilação Líquida, Setembro 1997.

Pham, M.K., La Rosa, J., Lee, S-H and Povinec, P.P. (2004) Radionuclides in Mixed Fish from Irish Sea and the North Sea-IAEA-414 (IAEA/AL/145-IAEA/MEL/73), Monaco.

Radioactivity in Food and the Environment, 2002. Environmental Agency, Environment and Heritage Service, Food Standards Agency, Scottish Environment Protection Agency, RIFE-8, 2003.

Reis M.J., Rosa R.N., Brogueira A., Bettencourt A., (2003) Variation of $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}$ Activity Ratio in Aerosol Particles, *Radioprotecção*, Vol. II, **2/3**, 99-108.

Sequeira M. M., Pires C., Brogueira A., Carreiro M.C. V. Radioactividade nos rios Tejo e Zêzere, em 1999. Relatório DPRSN, Série A, nº1, 2000.

Sequeira M. M., Faisca M.C., Ferrador G., Reis M., Curado S., Pires C., Silvino V., Pereira M.A., Tavares M. A., Gameiro M.A., Madruga M. J. Vigilância Radiológica a Nível Nacional (1999-2001). Relatório DPRSN, Série A, nº18/2002.

Sequeira M. M., Silvino V., Pereira M. A., Pires C., Brogueira A., Faria I., Curado S. Radioactividade nos rios Tejo e Zêzere, nos anos de 2000 e 2001. Relatório DPRSN, Série A, nº19/2002.

Surveillance of Environmental Radiation in Finland, Annual Report 2003, R. Mustonen ed., STUK-B-TKO5, 2004.

TABELAS

Tabela 1 – Resultados da medida da radioatividade em amostras de intercalibração determinada por espectrometria gama e alfa (Bq kg⁻¹, peso seco) e por cintilação líquida (Bq L⁻¹).

Tipo de amostra	Método de Análise	Radionuclídeos Analisados	Resultados DPRSN	Valores de Referência	Intervalo de Confiança 95%
Peixe (líoofilizado)	Espectrometria gama	²²⁶ Ra	1,8 ± 0,5	2,22*	1,55-2,60*
		¹³⁷ Cs	5,34 ± 0,40	5,14*	5,00-5,27*
		⁴⁰ K	558 ± 16	480*	461-498*
	Espectrometria alfa	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	0,108± 0,025	0,12*	0,113-0,125*
		²¹⁰ Pb (²¹⁰ Po)	2,54± 0,11	2,22*	1,55-2,60*
Água para consumo humano	Cintilação líquida	³ H	16,3 ± 5,0	15,3 ± 2,1**	

* IAEA, 2004

** IRC, Note nº50, 2002

Tabela 2- Medidas de radioactividade (médias mensais $\pm 2\sigma$) em aerossóis recolhidos em Sacavém (ITN). PTS é a concentração média mensal das partículas totais em suspensão.

Data de colheita	^7Be (mBq m⁻³)	^{137}Cs ($\mu\text{Bq m}^{-3}$)	^{210}Pb (mBq m⁻³)	PTS ($\mu\text{g m}^{-3}$)
Janeiro	2,28 \pm 0,07	< 0,47(a)	0,160 \pm 0,005	43
Fevereiro	2,55 \pm 0,09	< 0,47(a)	0,378 \pm 0,009	45
Março	3,7 \pm 0,1	< 0,47(a)	0,553 \pm 0,007	56
Abril	2,73 \pm 0,09	< 0,47(a)	0,25 \pm 0,01	38
Mai	4,1 \pm 0,1	< 0,47(a)	0,37 \pm 0,02	71
Junho	4,3 \pm 0,1	< 0,47(a)	0,361 \pm 0,009	53
Julho	3,9 \pm 0,1	0,83 \pm 0,28	0,587 \pm 0,006	75
Agosto	2,70 \pm 0,08	< 0,47(a)	0,522 \pm 0,009	52
Setembro	4,7 \pm 0,2	0,52 \pm 0,11	0,67 \pm 0,01	65
Outubro	2,31 \pm 0,07	< 0,47(a)	0,272 \pm 0,006	33
Novembro	1,60 \pm 0,05	< 0,47(a)	0,381 \pm 0,007	31
Dezembro	1,57 \pm 0,05	< 0,47(a)	0,28 \pm 0,01	46
Média $\pm \sigma$ (n=12)	3,0 \pm 1,1		0,4 \pm 0,2	51 \pm 14

(a) Actividade mínima detectável em ^{137}Cs

Tabela 3 - Medidas de radioactividade (Bq L⁻¹ ± 2σ) em água da chuva colhida em Sacavém (ITN)

Data de Colheita	³ H	⁷ Be	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Beta Total	
					Matéria em suspensão > 0,45 µm	Matéria dissolvida ≤ 0,45 µm
Janeiro	< 0,80(b)	1,52±0,06	(1,1±0,8)×10 ⁻³	< 0,60×10 ⁻³ (e)	0,117±0,009	0,118±0,009
Fevereiro	< 0,80(b)	0,61±0,04	(1,3±0,8)×10 ⁻³	< 0,60×10 ⁻³ (e)	0,095±0,009	0,098±0,009
Março	5,9±0,7	1,56±0,06	(1,4±0,8)×10 ⁻³	(1,4±0,7)×10 ⁻³	0,18±0,01	0,19±0,01
Abril	5,6±0,7	0,23±0,02	(0,81±0,51)×10 ⁻³	< 0,60×10 ⁻³ (e)	0,102±0,009	0,106±0,009
Maió	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Junho	0,86±0,49	< 0,28(c)	(a)	(a)	0,098±0,009	0,25±0,01
Julho	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Agosto	< 0,80(b)	0,030±0,009	(0,95±0,89)×10 ⁻³	(0,92±0,80)×10 ⁻³	0,098±0,009	0,022±0,006
Setembro	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Outubro	< 0,80(b)	< 0,05(c)	(2,0±0,9)×10 ⁻³	(1,1±0,6)×10 ⁻³	0,101±0,009	< 0,01(f)
Novembro	2,8±0,7	0,34±0,08	< 0,50×10 ⁻³ (d)	(0,94±0,66)×10 ⁻³	0,132±0,009	0,022±0,006
Dezembro	1,3±0,5	(g)	< 0,50×10 ⁻³ (d)	(0,79±0,34)×10 ⁻³	0,125±0,009	0,019±0,007

(a) Volume de amostra insuficiente para a análise

(b) Actividade mínima detectável em ³H(c) Actividade mínima detectável em ⁷Be. Este valor depende do sistema de detecção usado.(d) Actividade mínima detectável em ⁹⁰Sr(e) Actividade mínima detectável em ¹³⁷Cs

(f) Actividade mínima detectável para a medida beta total

(g) Ficheiro corrompido

Tabela 4 - Medidas de radioactividade (Bq L⁻¹ ± 2σ) em água da chuva colhida em Castelo Branco (estação meteorológica)

Data de Colheita	³ H	⁷ Be	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Beta Total	
					Matéria em suspensão > 0,45 μm	Matéria dissolvida ≤ 0,45 μm
Janeiro	< 0,80(c)	1,17±0,06	(0,95±0,85)×10 ⁻³	< 0,60×10 ⁻³ (f)	0,15±0,01	0,030±0,007
Fevereiro	< 0,80(c)	0,66±0,04	< 0,50×10 ⁻³ (e)	< 0,60×10 ⁻³ (f)	0,098±0,009	0,031±0,006
Março	< 0,80(c)	0,87±0,02	(1,5±1,0)×10 ⁻³	< 0,60×10 ⁻³ (f)	0,17±0,01	0,018±0,006
Abril	< 0,80(c)	0,14±0,05	< 0,50×10 ⁻³ (e)	(0,73±0,59)×10 ⁻³	0,125±0,009	0,010±0,006
Mai	< 0,80(c)	0,68±0,03	< 0,50×10 ⁻³ (e)	< 0,60×10 ⁻³ (f)	0,089±0,008	0,23±0,01
Junho	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Julho	< 0,80(c)	< 0,83	(a)	(a)	0,12±0,09	0,096±0,009
Agosto	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)
Setembro	< 0,80(c)	< 0,13(d)	(1,1±0,9)×10 ⁻³	< 0,60×10 ⁻³ (f)	0,101±0,009	0,082±0,008
Outubro	< 0,80(c)	0,20±0,01	(1,6±0,6)×10 ⁻³	(0,80±0,50)×10 ⁻³	0,096±0,008	0,016±0,006
Novembro	< 0,80(c)	0,18±0,01	(0,99±0,70)×10 ⁻³	< 0,60×10 ⁻³ (f)	0,122±0,009	< 0,01(g)
Dezembro	< 0,80(c)	< 0,09(d)	< 0,50×10 ⁻³ (e)	(1,0±0,5)×10 ⁻³	0,129±0,009	< 0,01(g)

(a) Volume de amostra insuficiente para a análise

(b) Medida efectuada em conjunto com amostra do mês de Setembro

(c) Actividade mínima detectável em ³H(d) Actividade mínima detectável em ⁷Be. Este valor depende do sistema de detecção usado(e) Actividade mínima detectável em ⁹⁰Sr(f) Actividade mínima detectável em ¹³⁷Cs

(g) Actividade mínima detectável para a medida beta total

Tabela 5- Deposição atmosférica (Bq m⁻²) em Castelo Branco (estação meteorológica)

Data de colheita	Precipitação (mm)*	³ H	⁷ Be	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Beta Total	
						Matéria em suspensão > 0,45 µm	Matéria dissolvida ≤ 0,45 µm
Janeiro	198	(a)	232±12	0,19±0,17	(a)	29±2	5,9±1,4
Fevereiro	70	(a)	46±3	(a)	(a)	6,9±0,6	2,2±0,4
Março	119	(a)	104±2	0,18±0,11	(a)	20±1	2,1±0,7
Abril	127	(a)	18±6	(a)	0,09±0,08	16±1	1,3±0,8
Mai	32	(a)	22±1	(a)	(a)	2,8±0,3	7,2±0,4
Junho	0	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)
Julho	5	(a)	(a)	(a)	(a)	0,6±0,4	0,48±0,04
Agosto	12	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)
Setembro	8	(a)	(a)	0,02±0,02	(a)	2,0±0,2	1,6±0,2
Outubro	199	(a)	40±2	0,32±0,12	0,16±0,10	19±2	3,2±1,2
Novembro	97	(a)	17±1	0,10±0,07	(a)	12±1	(b)
Dezembro	166	(a)	(a)	(a)	0,17±0,08	21±1	(b)

(a) Actividade medida na água da chuva inferior à actividade mínima detectável.

(b) Volume de amostra insuficiente para análise.

(c) Medida efectuada em conjunto com amostra do mês de Setembro.

*<http://www.meteo.pt/InformacaoClimatica/Index1.html>

Tabela 6- Deposição atmosférica (Bq m⁻²) em Sacavém (ITN)

Data de colheita	Precipitação (mm)*	³ H	⁷ Be	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Beta Total	
						Matéria em suspensão > 0,45 µm	Matéria dissolvida ≤ 0,45 µm
Janeiro	134	(a)	204±8	0,143±0,114	(a)	16±1	16±1
Fevereiro	89	(a)	54±4	0,113±0,069	(a)	8,5±0,8	8,7±0,8
Março	76	448±53	119±5	0,110±0,060	0,106±0,055	13±1	14±1
Abril	122	687±84	28±2	0,099±0,062	(a)	12±1	13±1
Maio	2	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)
Junho	4	3,4±2,0	(a)	(b)	(b)	0,39±0,04	0,98±0,05
Julho	2	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)
Agosto	33	(a)	1,0±0,3	0,031±0,029	0,030±0,026	3,2±0,3	0,73±0,20
Setembro	7	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)	(b)
Outubro	175	(a)	(a)	0,348±0,159	0,198±0,114	18±2	(a)
Novembro	132	363±90	45±11	(a)	0,124±0,087	17±1	2,9±0,8
Dezembro	94	122±49	(d)	(a)	0,074±0,032	12±1	1,8±0,7

(a) Actividade medida na água da chuva inferior à actividade mínima detectável.

(b) Volume de amostra insuficiente para análise.

(d) Análise não efectuada devido a ficheiro corrompido.

*<http://www.meteo.pt/InformacaoClimatica/Index1.html>

Tabela 7- Medidas de radioactividade ($\text{Bq L}^{-1} \pm 2\sigma$) em água de superfície colhida no rio Tejo em V. Velha de Ródão

Data de colheita	Matéria em suspensão > 0,45 μm	Matéria dissolvida $\leq 0,45\mu\text{m}$			
	Beta Total	^{137}Cs	^{90}Sr	^3H	Beta Total
Janeiro	$0,12 \pm 0,10$	$(1,0 \pm 0,5) \times 10^{-3}$	$(3,0 \pm 1,1) \times 10^{-3}$	$5,7 \pm 1,7$	$0,15 \pm 0,01$
Fevereiro	$0,10 \pm 0,09$	$(1,1 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$(2,2 \pm 0,7) \times 10^{-3}$	$4,5 \pm 0,6$	$0,16 \pm 0,01$
Março	$0,10 \pm 0,08$	$(1,0 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$(1,7 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$4,1 \pm 0,7$	$0,29 \pm 0,02$
Abril	$0,11 \pm 0,09$	$(1,4 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$(2,9 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$4,5 \pm 0,7$	$0,21 \pm 0,02$
Maiο	$0,11 \pm 0,09$	$(1,9 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(3,0 \pm 1,0) \times 10^{-3}$	$7,4 \pm 1,4$	$0,21 \pm 0,02$
Junho	$0,10 \pm 0,09$	$(1,6 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(2,0 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$17,8 \pm 0,1$	$0,26 \pm 0,02$
Julho	$0,10 \pm 0,09$	$(1,7 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(2,5 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$12,1 \pm 1,3$	$0,25 \pm 0,02$
Agosto	$0,10 \pm 0,09$	$(1,2 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$(2,6 \pm 1,0) \times 10^{-3}$	$7,6 \pm 1,4$	$0,32 \pm 0,02$
Setembro	$0,11 \pm 0,09$	$(1,1 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$(2,5 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$9,6 \pm 1,2$	$0,24 \pm 0,02$
Outubro	$0,11 \pm 0,09$	$(1,0 \pm 0,5) \times 10^{-3}$	$(2,0 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$7,4 \pm 1,1$	$0,21 \pm 0,02$
Novembro	$0,10 \pm 0,09$	$(1,1 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$(3,8 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$9,2 \pm 1,2$	$0,15 \pm 0,01$
Dezembro	$0,11 \pm 0,09$	$(2,1 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(4,6 \pm 1,2) \times 10^{-3}$	$10,0 \pm 1,2$	$0,11 \pm 0,01$
Média $\pm \sigma$ (n=12)	$0,11 \pm 0,01$	$(1,4 \pm 0,4) \times 10^{-3}$	$(2,7 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$8,3 \pm 3,9$	$0,21 \pm 0,06$

Tabela 8- Medidas de radioactividade ($\text{Bq L}^{-1} \pm 2\sigma$) em água de superfície colhida no rio Tejo em Valada

Data de colheita	Matéria em suspensão > 0,45 μm	Matéria dissolvida $\leq 0,45\mu\text{m}$			
		Beta Total	^{137}Cs	^{90}Sr	^3H
Janeiro	$0,13 \pm 0,10$	$< 0,6 \times 10^{-3} \text{(a)}$	$(2,9 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$1,1 \pm 0,3$	$0,12 \pm 0,01$
Fevereiro	$0,11 \pm 0,09$	$(0,8 \pm 0,4) \times 10^{-3}$	$(3,1 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$2,1 \pm 0,7$	$0,17 \pm 0,01$
Março	$0,13 \pm 0,09$	$(1,6 \pm 0,7) \times 10^{-3}$	$(4,6 \pm 1,1) \times 10^{-3}$	$6,0 \pm 1,0$	$0,14 \pm 0,01$
Abril	$0,11 \pm 0,09$	$(1,3 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(2,3 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$5,0 \pm 1,0$	$0,20 \pm 0,01$
Maió	$0,13 \pm 0,10$	$(1,1 \pm 0,7) \times 10^{-3}$	$(1,9 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$6,2 \pm 1,0$	$0,17 \pm 0,01$
Junho	$0,11 \pm 0,09$	$(1,7 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(2,0 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$8,6 \pm 1,2$	$0,23 \pm 0,02$
Julho	$0,10 \pm 0,09$	$(1,4 \pm 0,4) \times 10^{-3}$	$(3,4 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$8,7 \pm 1,2$	$0,17 \pm 0,01$
Agosto	$0,13 \pm 0,09$	$(1,2 \pm 0,7) \times 10^{-3}$	$(2,6 \pm 1,2) \times 10^{-3}$	$5,3 \pm 1,0$	$0,15 \pm 0,01$
Setembro	$0,13 \pm 0,10$	$(1,2 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$(2,4 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$5,2 \pm 1,0$	$0,22 \pm 0,02$
Outubro	$0,11 \pm 0,09$	$(0,9 \pm 0,4) \times 10^{-3}$	$(1,5 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$7,8 \pm 1,1$	$0,15 \pm 0,01$
Novembro	$0,12 \pm 0,09$	$(1,0 \pm 0,7) \times 10^{-3}$	$(1,8 \pm 1,2) \times 10^{-3}$	$6,9 \pm 1,1$	$0,14 \pm 0,01$
Dezembro	$0,12 \pm 0,09$	$(1,1 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(2,6 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$6,4 \pm 1,1$	$0,14 \pm 0,01$
Média $\pm \sigma$ (n=12)	$0,12 \pm 0,01$	$(1,2 \pm 0,3) \times 10^{-3}$	$(2,6 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$5,8 \pm 2,3$	$0,17 \pm 0,03$

a) Actividade mínima detectável em ^{137}Cs

Tabela 9- Medidas de radioactividade ($\text{Bq L}^{-1} \pm 2\sigma$) em água de superfície colhida no rio Tejo (Barragem de Fratel)

Data de colheita	Matéria em suspensão > 0,45 μm	Matéria dissolvida $\leq 0,45\mu\text{m}$			
		Beta total	^{137}Cs	^{90}Sr	^3H
Fevereiro	$0,09 \pm 0,08$	$(1,4 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(2,5 \pm 1,1) \times 10^{-3}$	$4,8 \pm 0,6$	$0,18 \pm 0,013$
Maio	$0,10 \pm 0,09$	$(1,4 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$(3,2 \pm 0,7) \times 10^{-3}$	$8,1 \pm 1,4$	$0,20 \pm 0,01$
Agosto	$0,11 \pm 0,09$	$(1,3 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$(3,7 \pm 1,0) \times 10^{-3}$	$10,2 \pm 1,2$	$0,21 \pm 0,01$
Novembro	$0,11 \pm 0,09$	$(1,1 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(3,2 \pm 1,0) \times 10^{-3}$	$9,9 \pm 1,2$	$0,14 \pm 0,01$

Tabela 10- Medidas de radioactividade ($\text{Bq L}^{-1} \pm 2\sigma$) em água de superfície colhida no rio Tejo (Barragem de Belver)

Data de colheita	Matéria em suspensão > 0,45 μm	Matéria dissolvida $\leq 0,45\mu\text{m}$			
		Beta total	^{137}Cs	^{90}Sr	^3H
Fevereiro	$0,10 \pm 0,09$	$(1,4 \pm 0,7) \times 10^{-3}$	$(1,9 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$4,0 \pm 0,6$	$0,19 \pm 0,01$
Maio	$0,11 \pm 0,09$	$(1,4 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(3,2 \pm 1,0) \times 10^{-3}$	$6,3 \pm 1,0$	$0,22 \pm 0,02$
Agosto	$0,10 \pm 0,09$	$(1,7 \pm 0,8) \times 10^{-3}$	$(3,8 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$8,9 \pm 1,2$	$0,23 \pm 0,02$
Novembro	$0,10 \pm 0,09$	$(1,2 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$(3,1 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$9,0 \pm 1,2$	$0,14 \pm 0,01$

Tabela 11- Medidas de radioactividade ($\text{Bq L}^{-1} \pm 2\sigma$) em água de superfície colhida no rio Zêzere, na Barragem de Castelo de Bode

Data de colheita	Matéria em suspensão > 0,45 μm	Matéria dissolvida $\leq 0,45\mu\text{m}$			
	Beta Total	^{137}Cs	^{90}Sr	^3H	Beta Total
Janeiro	0,09 \pm 0,01	< 0,6 x 10 ⁻³ (a)	(1,6 \pm 0,6) x 10 ⁻³	< 0,8 (b)	0,07 \pm 0,01
Fevereiro	0,09 \pm 0,01	< 0,6 x 10 ⁻³ (a)	(1,6 \pm 0,9) x 10 ⁻³	1,5 \pm 0,6	0,06 \pm 0,01
Março	0,09 \pm 0,01	< 0,6 x 10 ⁻³ (a)	< 0,6 x 10 ⁻³ (c)	1,4 \pm 0,6	0,06 \pm 0,01
Abril	0,10 \pm 0,01	(0,8 \pm 0,6) x 10 ⁻³	(1,6 \pm 0,6) x 10 ⁻³	1,4 \pm 0,5	0,04 \pm 0,01
Maió	0,10 \pm 0,01	(0,8 \pm 0,6) x 10 ⁻³	(1,8 \pm 0,9) x 10 ⁻³	< 0,8 (b)	0,05 \pm 0,01
Junho	0,10 \pm 0,01	< 0,6 x 10 ⁻³ (a)	(1,5 \pm 0,8) x 10 ⁻³	1,4 \pm 0,6	0,06 \pm 0,01
Julho	0,09 \pm 0,01	< 0,6 x 10 ⁻³ (a)	(0,9 \pm 0,7) x 10 ⁻³	< 0,8 (b)	0,04 \pm 0,01
Agosto	0,10 \pm 0,01	(1,1 \pm 0,9) x 10 ⁻³	(1,4 \pm 0,8) x 10 ⁻³	1,6 \pm 0,6	0,06 \pm 0,01
Setembro	0,04 \pm 0,01	< 0,6 x 10 ⁻³ (a)	(1,3 \pm 0,6) x 10 ⁻³	< 0,8 (b)	0,05 \pm 0,01
Outubro	0,12 \pm 0,01	(0,9 \pm 0,5) x 10 ⁻³	(1,0 \pm 0,8) x 10 ⁻³	< 0,8 (b)	0,06 \pm 0,01
Novembro	0,11 \pm 0,01	< 0,6 x 10 ⁻³ (a)	(1,2 \pm 0,9) x 10 ⁻³	2,4 \pm 0,7	0,05 \pm 0,01
Dezembro	0,10 \pm 0,01	(0,9 \pm 0,6) x 10 ⁻³	(1,7 \pm 0,9) x 10 ⁻³	< 0,8 (b)	0,06 \pm 0,01
Média \pm σ (n=12)	0,09 \pm 0,02	< 0,7 x 10 ⁻³	(1,4 \pm 0,4) x 10 ⁻³	< 1,2	0,05 \pm 0,01

a) Actividade mínima detectável em ^{137}Cs b) Actividade mínima detectável em ^3H c) Actividade mínima detectável em ^{90}Sr

Tabela 12- Medidas de radioactividade ($\text{Bq L}^{-1} \pm 2\sigma$) em água de superfície colhida no rio Guadiana (Barragem de Alqueva), no rio Mondego (Barragem da Aguieira) e no rio Douro (Barca d'Alva)

Local de Amostragem	Matéria em suspensão > 0,45 μm	Matéria dissolvida $\leq 0,45\mu\text{m}$			
		Beta Total	^{137}Cs	^{90}Sr	^3H
Guadiana (Barragem de Alqueva)	$0,15 \pm 0,01$	$(0,9 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$(1,5 \pm 0,6) \times 10^{-3}$	$5,0 \pm 1,2$	$0,31 \pm 0,02$
Mondego (Barragem da Aguieira)	$0,11 \pm 0,01$	$(1,2 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$(2,9 \pm 1,2) \times 10^{-3}$	$3,1 \pm 0,9$	$0,02 \pm 0,01$
Douro (Barca d'Alva)	$0,10 \pm 0,01$	$(1,4 \pm 1,0) \times 10^{-3}$	$(2,5 \pm 1,1) \times 10^{-3}$	$4,3 \pm 1,0$	$0,16 \pm 0,01$

Tabela 13- Valores da concentração (mg L⁻¹) de parâmetros não radioactivos determinados em água de superfície colhida no rio Tejo em V. Velha de Ródão

Data de colheita	Mat. em suspensão > 0,45µm	Matéria dissolvida ≤ 0,45µm	Catiões					Aniões		
			Sódio	Potássio	Magnésio	Cálcio	Cloreto	Nitrato	Fosfato	Sulfato
Janeiro	4,5	168,4	23,6	2,7	6,6	22,4	29,6	1,6	0,3	57,5
Fevereiro	1,2	207,4	27,1	2,9	7,3	25,1	30,9	11,7	0,5	66,4
Março	0,3	317,0	36,5	3,6	10,8	35,4	42,8	5,8	0,7	101,9
Abril	10,7	260,0	21,3	3,5	10,7	30,9	38,5	9,4	0,6	85,2
Maiο	7,5	277,7	32,9	2,5	10,1	30,5	38,4	8,1	1,1	83,3
Junho	2,0	350,6	35,6	3,8	11,4	35,3	37,1	8,0	1,6	83,8
Julho	1,5	282,6	37,4	4,2	11,1	36,6	39,7	9,9	1,6	88,5
Agosto	4,7	288,5	36,5	4,5	11,0	35,3	39,0	2,6	0,8	85,7
Setembro	5,8	278,3	37,4	4,1	11,3	35,4	39,6	7,9	0,5	86,1
Outubro	8,3	258,2	32,8	3,6	10,3	32,3	34,5	5,1	0,8	73,9
Novembro	4,3	157,3	23,8	4,0	6,7	22,6	23,9	8,6	0,4	39,2
Dezembro	7,7	128,9	16,5	3,0	4,7	17,0	15,7	7,7	1,2	26,4
<i>Média ± σ</i> <i>n=12</i>			<i>30,1 ± 7,3</i>	<i>3,5 ± 0,6</i>	<i>9,3 ± 2,3</i>	<i>29,9 ± 6,5</i>	<i>34,1 ± 7,9</i>	<i>7,2 ± 2,9</i>	<i>0,8 ± 0,4</i>	<i>73,1 ± 23,2</i>

Tabela 14- Valores da concentração (mg L^{-1}) de parâmetros não radioactivos determinados em água de superfície colhida no rio Tejo em Valada

Data de colheita	Mat.em suspensão $> 0,45\mu\text{m}$	Matéria dissolvida $\leq 0,45\mu\text{m}$	Catiões				Aniões			
			Sódio	Potássio	Magnésio	Cálcio	Cloreto	Nitrato	Fosfato	Sulfato
Janeiro	11,0	149,5	16,5	n.d.	4,4	20,5	19,4	4,1	0,2	30,7
Fevereiro	5,8	205,8	22,3	2,6	6,5	25,2	25,1	14,3	0,2	48,3
Março	1,4	185,6	20,8	2,3	6,1	23,8	22,6	7,3	0,3	44,6
Abril	14,6	236,8	28,5	3,2	8,7	32,2	31,3	8,7	0,4	65,1
Maiο	20,1	229,2	29,0	3,5	8,2	30,2	30,8	7,6	0,3	61,9
Junho	5,0	309,9	31,8	3,6	10,3	32,8	32,2	4,5	0,4	71,7
Julho	4,5	228,4	30,2	3,8	9,4	34,5	30,9	8,6	0,4	64,6
Agosto	7,0	204,1	28,6	3,3	8,5	26,1	27,3	3,9	0,3	56,7
Setembro	73,3	269,8	37,1	4,6	10,7	35,3	39,1	8,3	0,3	78,7
Outubro	8,9	217,8	25,7	3,0	7,2	27,6	27,4	5,1	0,6	48,8
Novembro	8,8	167,4	21,3	2,0	6,6	25,1	21,9	5,0	1,1	35,5
Dezembro	1,2	172,9	17,4	2,5	4,8	26,7	18,5	8,3	0,8	29,8
Média $\pm \sigma$			$25,8 \pm 6,2$ $n=12$	$3,1 \pm 0,8$ $n=11$	$7,6 \pm 0,2$ $n=12$	$28,3 \pm 4,6$ $n=12$	$27,2 \pm 6,0$ $n=12$	$7,1 \pm 2,9$ $n=12$	$0,4 \pm 0,3$ $n=12$	$53,0 \pm 16,1$ $n=12$

n.d.: não detectado

Tabela 15- Valores da concentração (mg L⁻¹) de parâmetros não radioactivos determinados em água de superfície colhida no rio Tejo na Barragem de Fratel

Data de colheita	Mat. em suspensão > 0,45µm	Matéria dissolvida ≤ 0,45µm	Catiões				Aniões			
			Sódio	Potássio	Magnésio	Cálcio	Cloreto	Nitrato	Fosfato	Sulfato
Fevereiro	13,3	221,5	25,7	2,7	6,8	23,6	30,2	8,2	0,2	66,8
Maio	3,7	256,0	39,0	4,0	11,7	36,6	39,3	16,8	0,4	88,8
Agosto	1,3	264,5	38,1	4,1	11,2	35,9	39,8	3,8	0,5	86,2
Novembro	1,6	177,5	22,8	3,3	6,9	22,7	22,3	5,5	0,5	40,7

Tabela 16- Valores da concentração (mg L⁻¹) de parâmetros não radioactivos determinados em água de superfície colhida no rio Tejo na Barragem de Belver

Data de colheita	Mat. em suspensão > 0,45µm	Matéria dissolvida ≤ 0,45µm	Catiões				Aniões			
			Sódio	Potássio	Magnésio	Cálcio	Cloreto	Nitrato	Fosfato	Sulfato
Fevereiro	3,5	204,0	25,7	3,7	7,4	23,2	29,7	34,8	n.d.	63,6
Maio	2,1	260,5	36,8	3,7	11,1	34,5	38,8	12,0	0,3	87,0
Agosto	4,0	288,3	38,1	4,0	11,6	37,5	40,1	4,9	0,4	88,0
Novembro	6,3	166,0	22,4	3,3	6,8	21,6	22,1	4,8	0,4	38,9

n.d.: não detectado

Tabela 17- Valores da concentração (mg L⁻¹) de parâmetros não radioactivos determinados em água de superfície colhida no rio Zêzere na Barragem de Castelo de Bode

Data de colheita	Mat. em suspensão > 0,45µm	Matéria dissolvida ≤ 0,45µm	Catiões				Aniões			
			Sódio	Potássio	Magnésio	Cálcio	Cloreto	Nitrato	Fosfato	Sulfato
Janeiro	6,8	69,7	7,3	n.d.	1,8	3,3	8,3	7,6	n.d.	7,3
Fevereiro	0,9	104,7	6,9	1,1	1,9	4,9	7,5	9,6	n.d.	7,9
Março	0,1	50,2	5,7	1,0	1,9	3,4	7,3	2,2	n.d.	7,1
Abril	7,9	43,7	6,8	1,1	2,2	4,1	7,2	6,4	n.d.	7,7
Maió	6,0	49,0	9,3	1,3	2,7	6,8	9,4	5,8	n.d.	10,3
Junho	2,1	65,8	6,9	1,4	2,4	4,2	7,7	1,7	n.d.	7,6
Julho	2,9	54,3	7,5	1,5	2,5	4,5	8,4	2,2	n.d.	7,8
Agosto	3,4	50,9	7,4	1,7	2,5	4,4	9,3	1,9	n.d.	7,6
Setembro	1,2	53,5	7,9	1,7	2,5	4,1	10,1	2,1	n.d.	7,7
Outubro	6,2	53,8	7,4	1,5	2,4	3,8	7,9	2,8	n.d.	7,6
Novembro	3,8	98,9	7,7	1,9	2,4	4,4	7,6	2,0	n.d.	8,9
Dezembro	2,2	53,9	6,0	1,0	2,0	3,2	2,5	2,6	n.d.	6,6
Média±erro			7,2±0,9 n=12	1,4±0,3 n=11	2,3±0,3 n=12	4,3±1,0 n=12	7,8±1,9 n=12	3,9±2,7 n=12	----	7,8±0,9 n=12

n.d.: não detectado

Tabela 18- Valores da concentração (mg L^{-1}) de parâmetros não radioactivos determinados em águas de superfície

Local de Amostragem	Mat. em suspensão $> 0,45\mu\text{m}$	Matéria dissolvida $\leq 0,45\mu\text{m}$	Catiões				Aniões			
			Sódio	Potássio	Magnésio	Cálcio	Cloreto	Nitrato	Fosfato	Sulfato
Guadiana (Barragem de Alqueva)	314,3	262,3	24,4	4,8	13,7	34,0	39,6	5,8	0,3	32,8
Douro (Barca d'Alva)	1,6	262,2	11,3	2,5	8,2	39,9	12,4	5,0	0,3	35,6
Mondego (Barragem da Agueira)	1,8	31,8	10,6	1,9	1,5	4,0	8,6	0,6	n. d.	6,2

n.d.: não detectado

Tabela 19- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos totais ($\varnothing \leq 1000 \mu\text{m}$) colhidos no rio Tejo, em Vila Velha de Rodão

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Janeiro	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Fevereiro	$6,3 \pm 0,2$	92 ± 1	47 ± 1	$1,6 \pm 0,1$	964 ± 10	< 3 (b)
Março	$4,3 \pm 0,8$	63 ± 1	42 ± 1	$5,8 \pm 0,2$	740 ± 7	< 3 (b)
Abril	< 5 (b)	71 ± 6	41 ± 1	$1,8 \pm 0,1$	886 ± 10	< 3 (b)
Maiο	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Junho	$2,5 \pm 0,7$	$10,5 \pm 0,1$	43 ± 1	$1,2 \pm 0,1$	1019 ± 11	< 4 (b)
Julho	$3,0 \pm 0,7$	77 ± 1	47 ± 1	$2,2 \pm 0,1$	917 ± 13	< 4 (b)
Agosto	$3,2 \pm 0,8$	81 ± 1	48 ± 1	$1,6 \pm 0,1$	967 ± 10	< 3 (b)
Setembro	$3,5 \pm 0,2$	39 ± 1	$31,5 \pm 0,4$	$1,7 \pm 0,1$	1059 ± 11	< 3 (b)
Outubro	$3,1 \pm 0,8$	62 ± 1	46 ± 1	$1,8 \pm 0,1$	973 ± 7	< 4 (b)
Novembro	< 4 (b)	107 ± 3	58 ± 1	$1,3 \pm 0,1$	909 ± 6	< 4 (b)
Dezembro	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)

(a) não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 20- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos, na fracção de granulometria $250 \geq \varnothing > 63 \mu\text{m}$ colhidos no rio Tejo, em Vila Velha de Ródão

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Janeiro	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Fevereiro	< 2 (b)	218±2	120±2	< 1 (b)	782±16	< 9 (b)
Março	4,1±1,2	69±1	42±1	5,4±0,3	815±20	7,2±2,9
Abril	3,4±0,8	124±2	66±2	1,8±0,1	808±19	< 4 (b)
Maió	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Junho	6,0±1,0	187±3	95±3	1,2±0,2	807±19	< 5 (b)
Julho	6,2±1,0	171±3	90±2	2,4±0,3	807±16	< 5 (b)
Agosto	6,3±0,9	195±3	98±3	1,5±0,1	699±16	< 5 (b)
Setembro	< 1 (b)	129±1	75±1	2,8±0,1	828±16	< 5 (b)
Outubro	6,1±0,9	149±2	100±3	2,3±0,1	792±16	< 7 (b)
Novembro	< 2 (b)	215±3	108±3	2,3±0,2	793±18	< 6 (b)
Dezembro	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 21- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos, na fracção de granulometria $\varnothing \leq 63 \mu\text{m}$, colhidos no rio Tejo, em Vila Velha de Ródão

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Janeiro	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Fevereiro	12 \pm 2	214 \pm 4	112 \pm 3	5,8 \pm 0,4	815 \pm 26	< 13 (b)
Março	2,6 \pm 2,3	41 \pm 1	30 \pm 1	3,2 \pm 0,5	382 \pm 13	< 20 (b)
Abril	7,8 \pm 1,5	216 \pm 4	128 \pm 4	3,9 \pm 0,8	630 \pm 31	< 18 (b)
Maió	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Junho	< 4 (b)	268 \pm 4	164 \pm 4	6,7 \pm 0,8	675 \pm 27	< 16 (b)
Julho	4,9 \pm 0,8	100 \pm 2	69 \pm 2	6,5 \pm 0,3	510 \pm 13	< 4 (b)
Agosto	20 \pm 1	203 \pm 5	131 \pm 4	5,7 \pm 0,8	559 \pm 30	< 20 (b)
Setembro	19 \pm 1	225 \pm 5	137 \pm 4	5,8 \pm 0,5	643 \pm 35	< 24 (b)
Outubro	13 \pm 1	242 \pm 5	180 \pm 4	5,7 \pm 0,5	610 \pm 23	< 16 (b)
Novembro	< 3 (b)	137 \pm 4	103 \pm 3	11 \pm 2	609 \pm 36	< 22 (b)
Dezembro	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 22- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos totais ($\varnothing \leq 1000 \mu\text{m}$) colhidos no rio Tejo, em Valada

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Janeiro	1,7±0,5	50±1	30±1	1,4±0,1	884±10	< 3 (b)
Fevereiro	< 4 (b)	14,8±0,3	10,9±0,2	< 1 (b)	915±10	< 2 (b)
Março	< 1 (b)	61±1	40±1	2,0±0,1	922±10	< 3 (b)
Abril	1,8±0,4	14±1	14±1	0,5±0,3	1043±45	< 4 (b)
Mai	< 1 (b)	15±1	13±9	0,4±0,2	958±41	< 7 (b)
Junho	3,3±0,7	64±6	42±1	1,0±0,1	983±11	< 3 (b)
Julho	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Agosto	< 1 (b)	22,8±0,4	18,4±0,3	0,8±0,1	933±10	< 2 (b)
Setembro	< 1 (b)	33±1	27,8±0,1	1,2±0,1	102±1,09	< 2 (b)
Outubro	< 1 (b)	12,2±0,3	11,7±0,2	< 0,3 (b)	944±10	< 3 (b)
Novembro	< 1 (b)	49±1	26,5±0,1	< 1 (b)	929±9	< 7 (b)
Dezembro	< 1 (b)	22,3±0,3	15,9±0,3	0,4±0,1	923±9	4,9±2,3

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 23- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos, na fracção de granulometria $250 \geq \varnothing > 63 \mu\text{m}$, colhidos no rio Tejo, em Valada

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Janeiro	4,2±0,3	47±1	32±1	1,2±0,2	758±18	5,3±1,4
Fevereiro	3,7±0,5	41±1	32±1	0,6±0,2	1020±18	< 1 (b)
Março	2,7±0,1	70±1	70±1	1,9±0,1	864±16	< 4 (b)
Abril	< 3 (b)	47±2	30±1	2,2±0,4	931±33	< 11 (b)
Mai	< 2 (b)	26±1	20±1	< 1 (b)	919±32	< 11 (b)
Junho	5,2±1,2	123±3	67±2	0,8±0,1	824±19	< 5 (b)
Julho	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Agosto	3,9±0,2	53±1	36±1	1,2±0,1	933±17	< 4 (b)
Setembro	4,3±0,3	58±1	36±1	0,9±0,2	853±20	< 4 (b)
Outubro	< 1(b)	32±1	18,2±0,4	1,0±0,2	966±19	< 3 (b)
Novembro	5,0±1,1	129±2	68±2	1,0±0,1	883±20	10,0±1,8
Dezembro	4,1±0,3	50±1	26±1	0,9±0,1	830±19	11,2±1,8

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 24- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos, na fracção de granulometria $\varnothing \leq 63 \mu\text{m}$, colhidos no rio Tejo, em Valada

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Janeiro	9,6±1,2	223±5	141±4	2,9±0,2	752±19	17±3
Fevereiro	13±1	188±3	97±3	3,7±0,5	917±32	< 2 (b)
Março	5,3±2,0	168±3	168±3	5,0±0,4	807±18	20±5
Abril	< 3 (b)	83±3	63±2	5,2±0,8	837±38	< 17 (b)
Mai	9,6±0,6	89±3	60±3	< 3 (b)	891±36	27±7
Junho	18±3	559±8	310±17	4,8±0,3	971±25	< 11 (b)
Julho	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Agosto	< 3 (b)	185±4	108±3	1,7±0,1	764±30	< 16 (b)
Setembro	< 2 (b)	195±3	128±3	3,8±0,2	958±25	< 8 (b)
Outubro	< 2 (b)	130±4	112±4	3,0±1,8	870±33	< 3 (b)
Novembro	< 3 (b)	212±5	120±4	4,4±0,9	659±33	< 21 (b)
Dezembro	12±1	130±3	75±2	2,7±1,8	754±33	< 16 (b)

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 25- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos totais ($\varnothing \leq 1000 \mu\text{m}$) colhidos no rio Tejo, na Barragem de Fratel

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Fevereiro	2,6±1,1	27±1	33±2	2,9±0,3	883±39	19±8
Mai	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Agosto	2,1±0,5	19,7±0,4	25±1	0,8±0,1	947±10	< 3 (b)
Novembro	5,3±1,4	154±2	87±1	0,9±0,1	1084±20	< 6 (b)

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 26- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos, na fracção de granulometria $250 \geq \varnothing > 63 \mu\text{m}$, colhidos no rio Tejo, na Barragem de Fratel

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Fevereiro	7,3±1,2	42±1	41±1	4,7±0,4	832±20	20±6
Mai	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Agosto	0,8±0,2	29±2	37±2	2,5±0,5	798±35	< 2 (b)
Novembro	3,6±1,1	113±1	54±1	< 0,5 (b)	751±14	< 4 (b)

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 27- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos, na fracção de granulometria $\varnothing \leq 63 \mu\text{m}$, colhidos no rio Tejo, na Barragem de Fratel

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Fevereiro	5,6±1,0	61±1	57±2	11±1	724±18	48±6
Mai	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Agosto	11±1	70±2	62±2	4,1±0,7	688±33	< 16 (b)
Novembro	11±2	408±6	201±5	< 1 (b)	661±17	13±3

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 28- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos totais ($\varnothing \leq 1000 \mu\text{m}$) colhidos no rio Tejo, na Barragem de Belver

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Fevereiro	2,1±0,5	45±1	30,1±0,4	0,7±0,1	909±10	< 3 (b)
Mai	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Agosto	< 1 (b)	28,2±0,4	21,2±0,3	< 0,4 (b)	904±9	< 2 (b)
Novembro	< 4 (b)	30±1	23±1	0,7±0,2	1044±45	< 3 (b)

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 29- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos, na fracção de granulometria $250 \geq \varnothing > 63 \mu\text{m}$, colhidos no rio Tejo, na Barragem de Belver

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Fevereiro	3,9±1,0	81±1	51±1	0,9±0,1	648±14	< 6 (b)
Maio	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Agosto	< 1 (b)	82±1	50±1	0,9±0,1	944±17	< 4 (b)
Novembro	3,2±0,9	64±1	40±1	1,1±0,2	961±17	< 4 (b)

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 30- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos, na fracção de granulometria $\varnothing \leq 63 \mu\text{m}$, colhidos no rio Tejo, na Barragem de Belver

Data de colheita	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Fevereiro	14±1	13,2±0,3	83±2	3,2±0,7	743±33	< 10 (b)
Maio	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
Agosto	< 3 (b)	129±3	81±3	< 2 (b)	726±33	< 16 (b)
Novembro	12±1	110±2	78±2	8,5±0,9	681±29	< 16 (b)

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 31- Valores em percentagem (%) das fracções granulométricas $250\mu\text{m} \geq \varnothing > 63\mu\text{m}$ (areia) e $\leq 63\mu\text{m}$ (areia fina) relativos ao sedimento total, em sedimentos colhidos no rio Tejo, em Vila Velha de Ródão

Data de colheita	Sedimento Total* (kg, peso seco)	% do Sedimento Total	
		Fracção Granulométrica $250\mu\text{m} \geq \varnothing > 63\mu\text{m}$	Fracção Granulométrica $\varnothing \leq 63\mu\text{m}$
Janeiro	(a)	(a)	(a)
Fevereiro	7,2	12,0	0,7
Março	8,2	36,4	26,2
Abril	5,2	34,5	2,0
Mai	(a)	(a)	(a)
Junho	7,1	26,7	1,0
Julho	3,5	25,9	5,4
Agosto	5,3	26,7	1,5
Setembro	6,4	12,8	1,1
Outubro	5,7	15,1	2,0
Novembro	8,2	9,8	1,6
Dezembro	(a)	(a)	(a)

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

* - Do total da amostra recolhida é considerado sedimento total a fracção de diâmetro $\leq 1000\mu\text{m}$.

Tabela 32- Valores em percentagem (%) das fracções granulométricas $250\mu\text{m} \geq \varnothing > 63\mu\text{m}$ (areia) e $\leq 63\mu\text{m}$ (areia fina) relativos ao sedimento total, em sedimentos colhidos no rio Tejo, em Valada

Data de colheita	Sedimento Total* (kg, peso seco)	% do Sedimento Total	
		Fracção Granulométrica $250\mu\text{m} \geq \varnothing > 63\mu\text{m}$	Fracção Granulométrica $\varnothing \leq 63\mu\text{m}$
Janeiro	3,7	48,2	4,7
Fevereiro	6,9	8,9	0,2
Março	6,9	45,7	8,7
Abril	2,2	3,3	1,0
Mai	6,6	4,6	0,8
Junho	6,9	36,8	2,5
Julho	(a)	(a)	(a)
Agosto	3,2	27,0	1,5
Setembro	2,9	20,2	2,5
Outubro	6,0	7,0	0,3
Novembro	3,9	21,7	2,0
Dezembro	7,6	11,9	1,3

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

* - Do total da amostra recolhida é considerado sedimento total a fracção de diâmetro $\leq 1000\mu\text{m}$.

Tabela 33- Valores em percentagem (%) das fracções granulométricas $250\mu\text{m} \geq \varnothing > 63\mu\text{m}$ (areia) e $\leq 63\mu\text{m}$ (areia fina) relativos ao sedimento total, em sedimentos colhidos no rio Tejo, na Barragem de Fratel

Data de colheita	Sedimento Total* (kg, peso seco)	% do Sedimento Total	
		Fracção Granulométrica $250\mu\text{m} \geq \varnothing > 63\mu\text{m}$	Fracção Granulométrica $\varnothing \leq 63\mu\text{m}$
Fevereiro	7,0	5,3	15,6
Maio	(a)	(a)	(a)
Agosto	6,3	5,2	1,7
Novembro	3,7	61,3	5,2

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

* - Do total da amostra recolhida é considerado sedimento total a fracção de diâmetro $\leq 1000\mu\text{m}$.

Tabela 34- Valores em percentagem (%) das fracções granulométricas $250\mu\text{m} \geq \varnothing > 63\mu\text{m}$ (areia) e $\leq 63\mu\text{m}$ (areia fina) relativos ao sedimento total, em sedimentos colhidos no rio Tejo, na Barragem de Belver

Data de colheita	Sedimento Total* (kg, peso seco)	% do Sedimento Total	
		Fracção Granulométrica $250\mu\text{m} \geq \varnothing > 63\mu\text{m}$	Fracção Granulométrica $\varnothing \leq 63\mu\text{m}$
Fevereiro	4,0	0,2	3,7
Maio	(a)	(a)	(a)
Agosto	4,3	6,5	0,6
Novembro	4,8	11,0	0,9

(a) - não foi possível efectuar a colheita de amostras, devido às condições do rio.

* - Do total da amostra recolhida é considerado sedimento total a fracção de diâmetro $\leq 1000\mu\text{m}$.

Tabela 35- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em sedimentos totais ($\varnothing \leq 1000\mu\text{m}$) colhidos nos rios Guadiana, Douro e Mondego

Data de colheita	Local de Amostragem	^{235}U	^{228}Ra	^{226}Ra	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Abril	Guadiana (Barragem de Alqueva)	< 0,6 (b)	28 ± 1	15 ± 1	< 0,3 (b)	611 ± 28	< 8 (b)
Junho	Douro (Barca d'Alva)	< 0,6 (b)	$25,4 \pm 0,4$	38 ± 1	$1,3 \pm 0,1$	977 ± 11	< 3 (b)
Junho	Mondego (Barragem de Agueira)	$2,9 \pm 0,8$	$53 \pm 0,6$	42 ± 1	$2,5 \pm 0,5$	466 ± 7	< 3 (b)

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 36- Medidas de radioactividade (Bq kg⁻¹± 2σ) em sedimentos na fracção de granulometria 250 ≥ Ø >63 µm colhidos nos rios Guadiana, Douro e Mondego

Data de colheita	Local de Amostragem	²³⁵ U	²²⁸ Ra	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	⁷ Be
Abril	Guadiana (Barragem de Alqueva)	1,7± 0,7	39±1	16±1	1,1±0,4	609±9	< 5 (b)
Junho	Douro (Barca d'Alva)	< 0,6 (b)	26±1	34±1	1,3±0,2	733±18	< 3 (b)
Junho	Mondego (Barragem de Aguieira)	7,2±1,1	15,2±0,3	98±3	4,4±0,2	444±12	11±3

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 37- Medidas de radioactividade (Bq kg⁻¹± 2σ) em sedimentos, na fracção de granulometria Ø ≤ 63 µm, colhidos nos rios Guadiana, Douro e Mondego

Data de colheita	Local de Amostragem	²³⁵ U	²²⁸ Ra	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	⁷ Be
Abril	Guadiana (Barragem de Alqueva)	2,2±0,9	55±1	22±1	1,7±0,6	791±12	< 7 (b)
Junho	Douro (Barca d'Alva)	9,9±1,1	104±2	105±3	5,1±0,2	711±28	8,5±2,8
Junho	Mondego (Barragem de Aguieira)	7,5±1,4	154±3	100±3	4,5±0,2	451±14	11±3

(b) Actividade mínima detectável

Tabela 38- Valores em percentagem (%) das fracções granulométricas 250µm ≥ Ø > 63µm (areia) e ≤ 63µm (areia fina) relativos ao sedimento total, em sedimentos colhidos nos rios Guadiana, Douro e Mondego

Data de colheita	Local de Amostragem	Sedimento Total* (kg, peso seco)	% do Sedimento Total	
			Fracção Granulométrica 250µm ≥ Ø > 63µm	Fracção Granulométrica Ø ≤ 63µm
Abril	Guadiana (Barragem de Alqueva)	6,2	23,6	5,2
Junho	Douro (Barca d'Alva)	5,8	45,3	4,5
Junho	Mondego (Barragem de Aguieira)	5,1	49,2	12,5

* - Do total da amostra recolhida é considerado sedimento total a fracção de diâmetro ≤ 1000µm.

Tabela 39- Medidas de radioactividade em peixe ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$, músculo fresco), capturado no rio Tejo, em Vila Velha de Ródão

Data de colheita	Espécie	^{137}Cs	^{226}Ra	^{228}Ra	^{40}K
Janeiro	Barbus Bocagei L.	< 0,07 (b)	< 0,10 (b)	< 0,10 (b)	105±3
Fevereiro	Barbus Bocagei L.	< 0,05 (b)	< 0,09 (b)	< 0,06 (b)	111±3
Março	Barbus Bocagei L.	< 0,06 (b)	< 0,13 (b)	< 0,08 (b)	113±3
Abril	Barbus Bocagei L.	(a)	(a)	(a)	(a)
Maió	Barbus Bocagei L.	(a)	(a)	(a)	(a)
Junho	Barbus Bocagei L.	(a)	(a)	(a)	(a)
Julho	Barbus Bocagei L.	< 0,04 (b)	< 0,06 (b)	< 0,04 (b)	113±3
Agosto	Barbus Bocagei L.	< 0,04 (b)	< 0,07 (b)	< 0,05 (b)	111±3
Setembro	Barbus Bocagei L.	< 0,05 (b)	< 0,07 (b)	< 0,06 (b)	88±2
Outubro	Barbus Bocagei L.	< 0,05 (b)	< 0,10 (b)	< 0,07 (b)	108±3
Novembro	Barbus Bocagei L.	< 0,05 (b)	< 0,10 (b)	< 0,07 (b)	111±1
Dezembro	Barbus Bocagei L.	< 0,05 (b)	< 0,10 (b)	< 0,08 (b)	102±3

(a) - não houve recolha de amostras, por ser tempo de defeso

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 40- Medidas de radioactividade em peixe ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$, músculo fresco), capturado no rio Douro (Barca d'Alva)

Data de colheita	Espécie	^{137}Cs	^{226}Ra	^{228}Ra	^{40}K
Junho	Barbus Bocagei L.	< 0,20 (b)	0,06±0,02	< 0,06 (b)	114±1

(b) Actividade mínima detectável

Tabela 41- Medidas de radioactividade em amostras de mexilhões e algas ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$, peso fresco) colhidas na Costa Atlântica e nos Estuários do Tejo e Sado

Local de Amostragem	Produto	$^{239+240}\text{Pu}$	^{238}Pu	^{235}U	^{234}Th	^{228}Ra	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K
Matosinhos	Mexilhões	$(6,8 \pm 0,7) \times 10^{-3}$	$< 0,023 \times 10^{-3}$ (b)	$< 0,1$ (b)	$1,1 \pm 0,2$	$0,35 \pm 0,04$	$< 0,2$ (b)	$2,8 \pm 0,8$	$< 0,2$ (b)	29 ± 2
Figueira da Foz	Mexilhões	$(7,7 \pm 0,9) \times 10^{-3}$	$< 0,023 \times 10^{-3}$ (b)	$< 0,1$ (b)	$< 0,9$ (b)	$0,43 \pm 0,05$	$0,34 \pm 0,04$	$< 2,6$ (b)	$< 0,1$ (b)	24 ± 2
	Algas	$(5,3 \pm 0,4) \times 10^{-3}$	$< 0,023 \times 10^{-3}$ (b)	$< 0,1$ (b)	$< 0,5$ (b)	$0,75 \pm 0,04$	$0,49 \pm 0,03$	$1,8 \pm 0,4$	$< 0,1$ (b)	22 ± 1
Cabo de S. Vicente	Mexilhões	$(2,6 \pm 0,2) \times 10^{-3}$	$< 0,023 \times 10^{-3}$ (b)	$< 0,1$ (b)	$< 0,5$ (b)	$< 0,1$ (b)	$< 0,1$ (b)	$3,4 \pm 0,4$	$0,03 \pm 0,01$	12 ± 1
	Algas	$(8,2 \pm 0,7) \times 10^{-3}$	$< 0,023 \times 10^{-3}$ (b)	$< 0,9$ (b)	$< 0,3$ (b)	$0,14 \pm 0,02$	$0,18 \pm 0,02$	$1,3 \pm 0,3$	$< 0,1$ (b)	$22,3 \pm 0,1$
Estuário do Tejo	Mexilhões	$(3,6 \pm 0,4) \times 10^{-3}$	$< 0,023 \times 10^{-3}$ (b)	$< 0,1$ (b)	$< 0,7$ (b)	$< 0,01$ (b)	$< 0,02$ (b)	$< 2,1$ (b)	$< 0,1$ (b)	25 ± 2
Estuário do Sado	Mexilhões	-	-	$< 0,1$ (b)	$< 1,0$ (b)	$< 0,2$ (b)	$< 0,3$ (b)	$3,3 \pm 0,8$	$< 0,1$ (b)	25 ± 2

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 42- Medidas de radioactividade (Bq L⁻¹ ± 2σ) em água para consumo humano recolhida em Sacavém

Data de colheita	¹³⁷Cs	⁹⁰Sr	³H	Alfa Total	Beta Total
Janeiro	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	< 0,50 x 10 ⁻³ (b)	< 0,80 (d)	0,02 ± 0,01	0,044 ± 0,005
Fevereiro	(1,0 ± 0,7) x 10 ⁻³	(1,5 ± 0,8) x 10 ⁻³	3,4 ± 0,7	< 0,015 (a)	0,055 ± 0,005
Março	< 0,60x10 ⁻³ (c)	(2,2 ± 0,9) x 10 ⁻³	5,8 ± 0,7	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Abril	< 0,60x10 ⁻³ (c)	< 0,50 x 10 ⁻³ (b)	4,1 ± 0,7	0,02 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Maió	(1,0 ± 0,7) x 10 ⁻³	(1,8 ± 0,8) x 10 ⁻³	5,2 ± 0,7	0,06 ± 0,02	0,10 ± 0,01
Junho	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	< 0,50 x 10 ⁻³ (b)	< 0,80 (d)	0,04 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Julho	(1,4 ± 0,8) x 10 ⁻³	(2,0 ± 0,8) x 10 ⁻³	< 0,80 (d)	0,02 ± 0,01	0,048 ± 0,005
Agosto	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	(1,1 ± 0,7) x 10 ⁻³	< 0,80 (d)	0,02 ± 0,01	0,053 ± 0,005
Setembro	(1,0 ± 0,6) x 10 ⁻³	(1,3 ± 0,8) x 10 ⁻³	6,2 ± 0,7	0,02 ± 0,01	0,046 ± 0,005
Outubro	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	(2,8 ± 0,9) x 10 ⁻³	6,3 ± 0,7	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01
Novembro	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	(1,1 ± 0,8) x 10 ⁻³	5,8 ± 0,7	0,02 ± 0,01	0,052 ± 0,005
Dezembro	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	< 0,50 x 10 ⁻³ (b)	< 0,80 (d)	0,03 ± 0,01	0,045 ± 0,005
Média ± σ (n=12)	< 0,80 x 10 ⁻³	< 1,3 x 10 ⁻³	< 3,4	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,02

- a) Actividade mínima detectável para a medida alfa total
b) Actividade mínima detectável em ⁹⁰Sr
c) Actividade mínima detectável em ¹³⁷Cs
d) Actividade mínima detectável em ³H

Tabela 43- Medidas de radioactividade (Bq L⁻¹ ± 2σ) em água para consumo humano recolhida em Vila Velha de Ródão

Data de colheita	¹³⁷Cs	⁹⁰Sr	³H	Alfa Total	Beta Total
Janeiro	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	(1,1 ± 0,8) x 10 ⁻³	< 0,80 (d)	0,15 ± 0,01	0,115 ± 0,005
Fevereiro	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	(0,9 ± 0,6) x 10 ⁻³	< 0,80 (d)	0,15 ± 0,01	0,083 ± 0,004
Março	(1,0 ± 0,7) x 10 ⁻³	(1,8 ± 0,8) x 10 ⁻³	< 0,80 (d)	0,09 ± 0,01	0,086 ± 0,004
Abril	(1,0 ± 0,8) x 10 ⁻³	(1,0 ± 0,7) x 10 ⁻³	< 0,80 (d)	0,14 ± 0,01	0,086 ± 0,005
Maió	(0,8±0,6) x 10 ⁻³	(1,5 ± 0,9) x 10 ⁻³	< 0,80 (d)	0,14 ± 0,01	0,10 ± 0,01
Junho	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	(0,8 ± 0,6) x 10 ⁻³	1,5 ± 0,5	0,11 ± 0,01	0,089 ± 0,005
Julho	(1,1 ± 0,8) x 10 ⁻³	(1,4 ± 0,6) x 10 ⁻³	1,2 ± 0,4	0,15 ± 0,01	0,10 ± 0,01
Agosto	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	< 0,50 x 10 ⁻³ (b)	2,9 ± 0,6	0,11 ± 0,01	0,10 ± 0,01
Setembro	(0,9 ± 0,4) x 10 ⁻³	(1,7 ± 0,7) x 10 ⁻³	< 0,80 (d)	0,14 ± 0,01	0,096 ± 0,005
Outubro	(0,9 ± 0,6) x 10 ⁻³	(1,1 ± 0,8) x 10 ⁻³	1,8 ± 0,5	0,20 ± 0,02	0,121 ± 0,005
Novembro	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	(0,8 ± 0,7) x 10 ⁻³	< 0,80 (d)	0,18 ± 0,01	0,100 ± 0,005
Dezembro	< 0,60 x 10 ⁻³ (c)	< 0,50 x 10 ⁻³ (b)	1,0 ± 0,6	0,14 ± 0,01	0,103 ± 0,005
<i>Média ± σ</i> <i>(n=12)</i>	<i>< 0,80 x 10⁻³</i>	<i>< 1,1 x 10⁻³</i>	<i>< 1,2</i>	<i>0,14 ± 0,03</i>	<i>0,10 ± 0,01</i>

- b) Actividade mínima detectável em ⁹⁰Sr
c) Actividade mínima detectável em ¹³⁷Cs
d) Actividade mínima detectável em ³H

Tabela 44- Medidas de radioactividade (Bq L⁻¹ ± 2σ) em água para consumo humano recolhida em vários locais do país

Data de colheita	Local de Amostragem	Alfa Total	Beta Total
Janeiro	Coimbra	0,04 ± 0,01	0,056 ± 0,004
	Marinha Grande	0,04 ± 0,01	0,12 ± 0,01
	Porto	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01
	Lisboa	0,03 ± 0,01	0,068 ± 0,005
Fevereiro	Paços Ferreira	0,57 ± 0,02	0,48 ± 0,01
	Alberg.a Velha	0,04 ± 0,01	0,055 ± 0,005
	Lisboa	< 0,015 (a)	0,07 ± 0,01
	Porto	0,02 ± 0,01	0,040 ± 0,01
Março	S. Roque do Pico	< 0,015 (a)	0,020 ± 0,003
	Alcácer do Sal	0,05 ± 0,02	0,09 ± 0,01
	Lisboa	< 0,015 (a)	0,06 ± 0,01
	Porto	0,03 ± 0,01	0,048 ± 0,005
Abril	Elvas	0,02 ± 0,01	0,10 ± 0,01
	Fátima	0,09 ± 0,01	0,078 ± 0,005
	Espinho	< 0,015 (a)	0,15 ± 0,02
	Lisboa	< 0,015 (a)	0,038 ± 0,003
	Porto	< 0,015 (a)	0,05 ± 0,01
Maió	Castelo Branco	0,02 ± 0,01	0,045 ± 0,004
	V.ªNova Foz Coa	< 0,015 (a)	0,029 ± 0,003
	Lisboa	0,04 ± 0,03	0,08 ± 0,01
	Porto	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01

a) Actividade mínima detectável para a medida alfa total

Tabela 44 (continuação)

Data de colheita	Local de Amostragem	Alfa Total	Beta Total
Junho	Beja	0,06 ± 0,04	0,10 ± 0,02
	Mértola	0,04 ± 0,02	0,24 ± 0,02
	Lisboa	0,05 ± 0,02	0,11 ± 0,01
	Porto	0,02 ± 0,01	0,05 ± 0,01
Julho	Lagos	< 0,015 (a)	0,09 ± 0,01
	Portimão	0,02 ± 0,01	0,07 ± 0,01
	Lisboa	< 0,015 (a)	0,04 ± 0,01
	Porto	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Agosto	Estorão	0,025 ± 0,005	0,055 ± 0,004
	Ovar	0,04 ± 0,01	0,07 ± 0,01
	Lixa	0,03 ± 0,01	0,09 ± 0,01
	Lisboa	0,02 ± 0,01	0,046 ± 0,005
	Porto	< 0,015 (a)	0,04 ± 0,01
Setembro	Pinhel	< 0,015 (a)	0,041 ± 0,003
	Seia	0,032 ± 0,005	0,088 ± 0,005
	Lisboa	0,02 ± 0,01	0,051 ± 0,005
	Porto	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Outubro	Flores	< 0,015 (a)	0,04 ± 0,01
	Castelo Branco	< 0,015 (a)	0,050 ± 0,004
	Trancoso	0,030 ± 0,005	0,036 ± 0,004
	Lisboa	0,03 ± 0,01	0,07 ± 0,01
	Porto	< 0,015 (a)	0,031 ± 0,005

a) Actividade mínima detectável para a medida alfa total

Tabela 44 (conclusão)

Data de colheita	Local de Amostragem	Alfa Total	Beta Total
Novembro	F. ^a Cast. ^o Rodrigo	0,02 ± 0,01	0,059 ± 0,005
	V. ^a F. ^a das Naves	0,08 ± 0,01	0,060 ± 0,004
	Lisboa	0,02 ± 0,01	0,06 ± 0,01
	Porto	0,04 ± 0,01	0,10 ± 0,01
Dezembro	Mangualde	0,17 ± 0,02	0,22 ± 0,01
	F. de Algodres	0,017 ± 0,005	0,053 ± 0,004
	Lisboa	< 0,015 (a)	0,06 ± 0,01
	Porto	0,02 ± 0,01	0,042 ± 0,005

a) Actividade mínima detectável para a medida alfa total

Tabela 45- Medidas de radioactividade em águas para consumo humano ($\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$) nos concelhos de Celorico da Beira, Trancoso, Sátão, Seia, Nelas, Viseu e Vouzela

Local de Amostragem	^{238}U	^{235}U	^{234}U	^{230}Th	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po	^{232}Th	^{228}Th
Seia	$4,3 \pm 0,2$	$0,16 \pm 0,04$	$5,0 \pm 0,2$	$12,6 \pm 0,8$	$7,7 \pm 0,7$	$12,5 \pm 0,8$	$13,3 \pm 0,6$	$0,41 \pm 0,07$	$0,80 \pm 0,05$
Sabugueiro	$3,3 \pm 0,1$	$0,15 \pm 0,02$	$3,6 \pm 0,1$	$0,54 \pm 0,08$	$28,0 \pm 2,0$	$95,1 \pm 3,0$	$6,3 \pm 0,2$	$0,16 \pm 0,04$	$2,6 \pm 0,2$
Celorico da Beira	$3,6 \pm 0,1$	$0,16 \pm 0,02$	$3,7 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,1$	$4,2 \pm 0,8$	$9,4 \pm 0,6$	$8,0 \pm 0,3$	$0,28 \pm 0,04$	$3,5 \pm 0,2$
Campo	$1,5 \pm 0,1$	$0,09 \pm 0,03$	$1,5 \pm 0,1$	$0,44 \pm 0,11$	$6,4 \pm 0,8$	$7,3 \pm 0,5$	$5,6 \pm 0,2$	$0,08 \pm 0,06$	-
Folgosa	$1,2 \pm 0,1$	$0,08 \pm 0,04$	$1,4 \pm 0,1$	$0,23 \pm 0,05$	$9,2 \pm 0,6$	-	$18,7 \pm 0,9$	$0,08 \pm 0,04$	-
Queirã	$6,0 \pm 0,3$	$0,29 \pm 0,06$	$6,2 \pm 0,3$	$0,17 \pm 0,03$	$21,2 \pm 1,7$	$33,6 \pm 1,6$	$6,6 \pm 0,2$	$0,07 \pm 0,03$	$0,69 \pm 0,04$
Rio de Mel	$33,4 \pm 1,2$	$1,5 \pm 0,1$	$34,3 \pm 1,2$	$0,83 \pm 0,10$	$17,2 \pm 0,9$	$82,7 \pm 3,3$	$2,7 \pm 0,2$	$0,13 \pm 0,04$	-
Reboleiro	$19,1 \pm 0,7$	$0,82 \pm 0,07$	$19,5 \pm 0,7$	$0,98 \pm 0,07$	$9,3 \pm 0,5$	142 ± 5	$6,9 \pm 0,3$	$0,25 \pm 0,03$	-
Golfar	$10,5 \pm 0,4$	$0,44 \pm 0,06$	$12,7 \pm 0,5$	$1,2 \pm 0,1$	$10,8 \pm 0,5$	$27,6 \pm 1,5$	$17,6 \pm 0,8$	$0,39 \pm 0,03$	$1,8 \pm 0,1$
Esporões	$24,8 \pm 1,1$	$1,1 \pm 0,1$	$25,6 \pm 1,1$	$1,7 \pm 0,2$	$8,5 \pm 1,3$	$80,9 \pm 2,6$	$15,4 \pm 0,6$	$0,21 \pm 0,04$	$2,2 \pm 0,1$
Moreira de Rei	$28,4 \pm 1,2$	$1,5 \pm 0,2$	$28,4 \pm 1,2$	$0,43 \pm 0,06$	$15,0 \pm 0,7$	$97,5 \pm 2,6$	$12,8 \pm 0,4$	$0,19 \pm 0,04$	$1,1 \pm 0,1$
Sátão	$1,9 \pm 0,1$	$0,11 \pm 0,02$	$2,6 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$	$12,1 \pm 0,8$	-	$10,2 \pm 0,3$	$< 0,08$ (b)	$0,15 \pm 0,01$
Canas de Senhorim	$8,9 \pm 0,3$	$0,38 \pm 0,03$	$12,3 \pm 0,3$	$0,47 \pm 0,11$	$10,7 \pm 0,8$	-	$9,3 \pm 0,4$	$< 0,01$ (b)	-

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 46- Medidas de radioactividade (Bq kg⁻¹ ± 2σ, peso fresco) em produtos da cadeia alimentar

Data de colheita	Proveniência	Produto	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	⁷ Be	
Janeiro	Supermercado (Lisboa)	Frango	< 0,1 (b)	83±3	< 1,0 (b)	
		Carapaus	0,15±0,03	112±3	< 0,5 (b)	
		Ameijoas	< 0,1 (b)	92±3	< 1,0 (b)	
		Alface	< 0,1 (b)	108±3	< 1,6 (b)	
		Laranja	< 0,1 (b)	36±2	< 0,9 (b)	
		Farinha de trigo	< 0,1 (b)	40±2	< 0,7 (b)	
	Direcção Regional de Agricultura do Alentejo	Couve	< 0,1 (b)	78±2	3,2±0,4	
		Batata	< 0,1 (b)	85±2	< 1,2 (b)	
		Laranja	< 0,1 (b)	43±2	< 1,2 (b)	
		Carne (Porco)	< 0,1 (b)	80±2	< 0,6 (b)	
		Carne (Bovino)	< 0,1 (b)	113±3	< 1,2 (b)	
	Fevereiro	Região de V.Velha de Ródão	Couve	< 0,1 (b)	90±2	< 0,8 (b)
			Batata	< 0,1 (b)	108±2	< 0,6 (b)
			Laranja	< 0,1 (b)	48±2	< 0,6 (b)
Carne (Porco)			< 0,1 (b)	111±2	< 0,8 (b)	
Direcção Regional de Agricultura Entre Douro e Minho		Couve	< 0,1 (b)	108±3	< 0,8 (b)	
		Batata	< 0,2 (b)	122±4	< 1,0 (b)	
		Laranja	< 0,1 (b)	42±1	< 0,5 (b)	
		Carne (Porco)	< 0,1 (b)	109±2	< 0,7 (b)	
Março		Direcção Regional de Agricultura do Algarve	Alface	< 0,1 (b)	100±2	< 0,7 (b)
			Batata	< 0,2 (b)	149±4	< 1,3 (b)
	Tangerina		< 0,2 (b)	49±4	< 1,7 (b)	
	Carne (Bovino)		0,09±0,02	96±2	< 0,5 (b)	
	Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes	Couve	< 0,1 (b)	130±4	2,0±0,5	
		Batata	0,31±0,04	144±2	< 0,8 (b)	
		Maçã	< 0,1 (b)	40±1	< 0,5 (b)	
		Carne (Bovino- 436)	0,23±0,03	107±2	< 0,6 (b)	
	Carne (Bovino- 451)	0,28±0,03	110±3	< 0,6 (b)		

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Continuação da Tabela 46

Data de colheita	Proveniência	Produto	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Abril	Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral	Couve	< 0,1 (b)	84±2	1,0±0,2
		Batata	< 0,1 (b)	47±2	< 0,6 (b)
		Laranja	< 0,1 (b)	120±2	< 0,7 (b)
	Inspeção Regional das Actividades Económicas dos Açores (Angra do Heroísmo, Ilha Terceira)	Couve	< 0,1 (b)	68±2	< 1,2 (b)
		Batata	0,2 ± 0,04	120±2	< 0,7 (b)
		Laranja	< 0,1 (b)	43±2	< 1,1 (b)
		Carne (Bovino)	0,4 ± 0,03	112±3	< 0,6 (b)
Maior	Direcção Regional de Agricultura da Beira Interior	Alface	< 0,1 (b)	150±3	< 0,8 (b)
		Batata	< 0,1 (b)	139±2	< 0,7 (b)
		Maça	< 0,1 (b)	46±2	< 0,6 (b)
		Carne (Porco)	< 0,1 (b)	102±2	< 0,6 (b)
	Direcção Regional de Agricultura do Ribatejo e Oeste	Alface	< 0,1 (b)	126±3	< 0,7 (b)
		Batata	< 0,1 (b)	106±3	< 1,1 (b)
		Laranja	< 0,2 (b)	27±3	< 1,7 (b)
		Carne (Porco)	< 0,1 (b)	109±3	< 1,1 (b)
Junho	Direcção Regional de Agricultura do Alentejo	Couve	< 0,1 (b)	150±3	< 0,8 (b)
		Batata	< 0,1 (b)	118±2	< 0,7 (b)
		Laranja	< 0,1 (b)	46±1	< 0,5 (b)
		Limão	< 0,1 (b)	44±2	< 0,6 (b)
		Carne (Ovino)	< 0,3 (b)	100±6	< 6,3 (b)
		Carne (Bovino)	< 0,1 (b)	113±7	< 5,3 (b)
Julho	Supermercado (Lisboa)	Tomate	< 0,3 (b)	68±5	< 2,1 (b)
		Melão	< 0,1 (b)	100±2	< 0,6 (b)
		Farinha de trigo	< 0,1 (b)	40±2	< 0,7 (b)
		Sardinha	< 0,3 (b)	106±6	< 2,6 (b)
		Mexilhão	< 0,1 (b)	38±1	0,5±0,2
		Carne (Frango)	< 0,1 (b)	113 ±2	< 0,7 (b)
	Região de V. Velha de Ródão	Couve	< 0,3 (b)	77±6	< 2,5 (b)
		Batata	< 0,1 (b)	121±3	< 0,6 (b)
		Laranja	< 0,3 (b)	49±4	< 2,6 (b)
		Carne (Porco)	< 0,3 (b)	112±7	< 2,4 (b)

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Continuação da Tabela 46

Data de colheita	Proveniência	Produto	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Setembro	Direcção Regional de Agricultura do Algarve	Alface	< 0,5 (b)	68±3	< 3,7 (b)
		Cebola	< 0,3 (b)	41±4	< 2,0 (b)
		Laranja	< 0,3 (b)	33±4	< 2,7 (b)
		Carne (Porco)	< 0,1 (b)	89±2	< 0,7 (b)
	Direcção Regional de Agricultura Entre Douro e Minho	Couve	< 0,4 (b)	75±5	< 3,2 (b)
		Batata	< 0,4 (b)	161±6	< 2,9 (b)
		Maça	< 0,3 (b)	44±4	< 2,2 (b)
		Carne (Porco)	< 0,2 (b)	110±7	< 2,2 (b)
Outubro	Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes	Couve	< 0,1 (b)	78±2	< 0,6 (b)
		Batata	< 0,1 (b)	152±3	< 0,6 (b)
		Pera	< 0,1 (b)	47±1	< 0,7 (b)
		Carne (Ovino)*	< 0,3 (b)	88±4	< 2,4 (b)
	Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral	Couve	< 0,3 (b)	75±5	2,1±1,2
		Batata	< 0,3 (b)	147±6	< 2,4 (b)
		Laranja	< 0,3 (b)	57±4	< 2,2 (b)
		Carne (Porco)	< 0,3 (b)	40±4	< 2,4 (b)
Novembro	Direcção Regional de Agricultura da Beira Interior	Couve	< 0,1 (b)	89±2	0,9±0,3
		Cebola	< 0,1 (b)	41±1	< 0,6 (b)
		Pera	< 0,3 (b)	35±4	< 2,0 (b)
		Carne (Bovino)**	-	-	-
	Região de V. Velha de Ródão	Couve	< 0,3 (b)	92±5	5,7±0,9
		Batata	< 0,3 (b)	141±8	< 2,1 (b)
		Maça	< 0,1 (b)	41±1	< 0,6 (b)
		Carne (Porco)	< 0,3 (b)	110±7	< 2,2 (b)
	Inspeção Regional das Actividades Económicas dos Açores (Ponta Delgada, S. Miguel)	Couve	< 0,3 (b)	93±5	< 2,5 (b)
		Batata doce	< 0,3 (b)	142±8	< 2,5 (b)
Cenoura		< 0,3 (b)	69±4	< 2,5 (b)	
Abóbora		< 0,3 (b)	82±6	< 2,1 (b)	
Banana		< 0,3 (b)	112±7	< 2,2 (b)	
Tangerina		< 0,2 (b)	30±3	< 2,0 (b)	
		Carne (Porco)	0,4±0,2	106±5	< 2,1 (b)

* amostra conjunta; ** amostra perdida durante a análise

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Conclusão da Tabela 46

Data de colheita	Proveniência	Produto	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Dezembro	Direcção	Couve	< 0,1 (b)	85±2	1,7±0,3
	Regional de	Batata	< 0,1 (b)	114±2	< 0,8 (b)
	Agricultura do	Pera	< 0,1 (b)	33±1	< 0,6 (b)
	Ribatejo e Oeste	Carne (Porco)	< 0,1 (b)	113±3	< 0,6 (b)

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 47- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$, peso fresco) em refeições completas adquiridas no refeitório do ITN

Data de colheita	Composição da refeição	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Março	Caldo verde, empadão de carne, pão, maçã	< 0,2 (b)	67 ± 5	< 1,8 (b)
Junho	Sopa de legumes, maruca no forno com batatas cozidas, pão, pera	< 0,1 (b)	65 ± 2	< 0,6 (b)
Setembro	Sopa de alface, fígado de porco de cebolada com batatas, pão, maçã	< 0,3 (b)	58 ± 4	< 2,7 (b)
Dezembro	Sopa de legumes, arroz de feijão com cenoura, couve e carne de porco, pão, maçã	< 0,3 (b)	57 ± 5	< 2,0 (b)

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 48- Medidas de radioactividade (Bq L⁻¹) em leite proveniente de várias regiões de Portugal Continental e dos Açores.

Data de colheita	Região	Tipo	¹³⁷Cs	⁹⁰Sr	⁴⁰K
Janeiro	Beira Litoral (Tocha-Cantanhede)	Vaca	< 0,2 (b)	< 0,064 (b)	43 ± 2
Fevereiro	(*) Portugal	Vaca	(a)	< 0,064 (b)	(a)
Março	Beira Litoral (Tocha-Cantanhede)	Vaca	< 0,2 (b)	< 0,064 (b)	46 ± 2
Abril	Açores - São Miguel (Ponta Delgada)	Vaca	0,34 ± 0,02	0,064 ± 0,020	44 ± 1
Maió	Alentejo (Portalegre)	Vaca	< 0,2 (b)	< 0,064 (b)	44 ± 2
Junho	Ribatejo e Oeste (Águas de Moura)	Vaca	< 0,3 (b)	< 0,064 (b)	50 ± 4
Julho	Ribatejo e Oeste (São Domingos Rana)	Vaca	< 0,3 (b)	< 0,064 (b)	48 ± 4
Agosto	Ribatejo e Oeste (Águas de Moura)	Vaca	< 0,1 (b)	< 0,064 (b)	44 ± 1
Setembro	Entre Douro e Minho (Vila do Conde)	Vaca	< 0,2 (b)	0,08 ± 0,03	48 ± 3
Outubro	Entre Douro e Minho (Vila do Conde)	Vaca	< 0,3 (b)	< 0,064 (b)	51 ± 4
Novembro	Açores - São Miguel (Ponta Delgada)	Vaca	0,27 ± 0,01	< 0,064 (b)	50 ± 4
Dezembro	Alentejo (Portalegre)	Vaca	< 0,3	0,09 ± 0,03	47 ± 4

(*) Região não identificada na embalagem

(a) Perda do ficheiro com o resultado da análise

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 49- Medidas de radioactividade (Bq L⁻¹) em leite proveniente da região de V. Velha de Ródão.

Data de colheita	Tipo	¹³⁷Cs	⁹⁰Sr	⁴⁰K
Janeiro	Vaca	< 0,1 (b)	0,12 ± 0,03	48 ± 5
Fevereiro	Vaca	< 0,3 (b)	< 0,064 (b)	42 ± 4
Março	Ovelha e Cabra	(a)	< 0,064 (b)	(a)
Abril	Ovelha	0,095 ± 0,03	< 0,064 (b)	36 ± 1
Maió	Ovelha e Cabra	< 0,1 (b)	0,79 ± 0,04	47 ± 1
Junho	Cabra	< 0,2 (b)	0,38 ± 0,05	43 ± 4
Julho	Ovelha e Cabra	< 0,1 (b)	0,21 ± 0,04	27 ± 1
Agosto*				
Setembro	Ovelha, Cabra e Vaca	< 0,1 (b)	0,08 ± 0,04	39 ± 1
Outubro	Vaca	< 0,2 (b)	< 0,064 (b)	44 ± 4
Novembro	Vaca	< 0,2 (b)	< 0,064 (b)	68 ± 5
Dezembro	Vaca	< 0,1 (b)	< 0,064 (b)	77 ± 2

* Não houve colheita de amostra

(a)- perda do ficheiro com o resultado da análise

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

Tabela 50- Medidas de radioactividade (Bq L⁻¹) em leite proveniente de regiões graníticas (concelhos de Viseu, Vouzela, Nelas, Trancoso e Seia).

Data de colheita	Proveniência	Tipo	¹³⁷Cs	⁹⁰Sr	⁴⁰K
Maio	Arrifana	Ovelha	< 0,1 (b)	0,32 ± 0,03	44 ± 1
Maio	São Romão	Ovelha	< 0,2 (b)	(a)	44 ± 4
Maio	Vila Boa Mondego	Ovelha	< 0,1 (b)	0,38 ± 0,04	41 ± 1
Maio	Vodra	Ovelha	< 0,1 (b)	0,23 ± 0,02	24 ± 1
Maio	Casais do Sobreiro	Ovelha	< 0,1 (b)	< 0,064 (b)	36 ± 1
Maio	Aldeia da Serra	Ovelha	< 0,3 (b)	0,11 ± 0,02	52 ± 4
Agosto	Esporões	Vaca	< 0,1 (b)	0,18 ± 0,02	46 ± 1
Agosto	Rio de Mel	Vaca	< 0,2 (b)	0,47 ± 0,04	42 ± 1
Agosto	Zabro	Vaca	< 0,1 (b)	< 0,064 (b)	42 ± 1
Agosto	Rio de Mel	Cabra	0,179 ± 0,027	0,42 ± 0,03	40 ± 1
Setembro	Contige	Vaca	< 0,1 (b)	(c)	53 ± 2
Outubro	Quinta Machamba	Ovelha	0,215 ± 0,030	0,28 ± 0,03	39 ± 1
Outubro	Vale de Medeiros	Ovelha	0,091 ± 0,026	0,37 ± 0,03	53 ± 2

(a)- perda da amostra durante a análise

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

(c)- volume insuficiente de amostra

Tabela 51- Medidas de radioactividade ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$) em solos provenientes da Beira Interior, Beira Litoral e Alto Alentejo

Local de Amostragem	Tipo de Solo	^{235}U	^{234}Th	^{228}Ra	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
Aguieira (Beira Litoral)	Orgânico	$5,8 \pm 2,3$	78 ± 6	54 ± 1	63 ± 2	63 ± 6	$10,6 \pm 0,5$	788 ± 20	< 72 (b)
	Mineral	$7,5 \pm 1,9$	99 ± 7	53 ± 1	82 ± 2	61 ± 6	$< 0,8$ (b)	695 ± 18	< 68 (b)
Alandroal (Alto Alentejo)	Orgânico	13 ± 4	222 ± 16	100 ± 2	200 ± 4	180 ± 10	$1,5 \pm 0,5$	942 ± 35	< 30 (b)
	Mineral	$< 0,7$ (b)	$0,2 \pm 0,1$	71 ± 2	43 ± 1	31 ± 6	$10,9 \pm 0,5$	1147 ± 22	< 18 (b)
V. Velha de Ródão (Beira Interior)	Orgânico	$4,8 \pm 1,2$	77 ± 5	126 ± 3	64 ± 2	43 ± 7	$3,3 \pm 0,3$	832 ± 18	< 9 (b)
	Mineral	$3,1 \pm 0,9$	90 ± 6	133 ± 3	75 ± 2	80 ± 7	$7,4 \pm 0,5$	895 ± 21	< 10 (b)

(b) Actividade mínima detectável. Este valor depende do sistema de detecção usado.

FIGURAS



Figura 1- Locais de amostragem de aerossóis (Δ) e água da chuva (\star).



Figura 2- Colheita de amostras de água, sedimentos e plantas aquáticas no rio Tejo em V. Velha de Ródão



Figura 3- Locais de amostragem nas principais Bacias Hidrográficas (Δ-águas, sedimentos, peixes e plantas aquáticas) na Costa Atlântica e nos Estuários do Tejo e Sado (☆ - algas e mexilhões).



Figura 4- Análises de Trítio em águas de superfície e águas para consumo humano

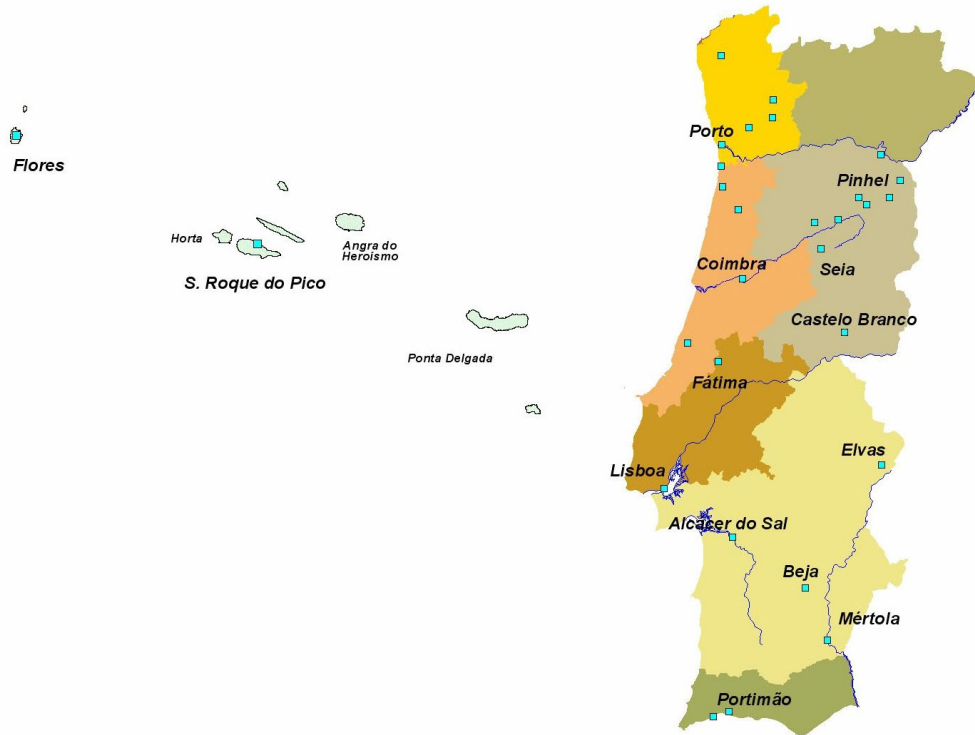


Figura 5- Locais de amostragem de águas para consumo humano

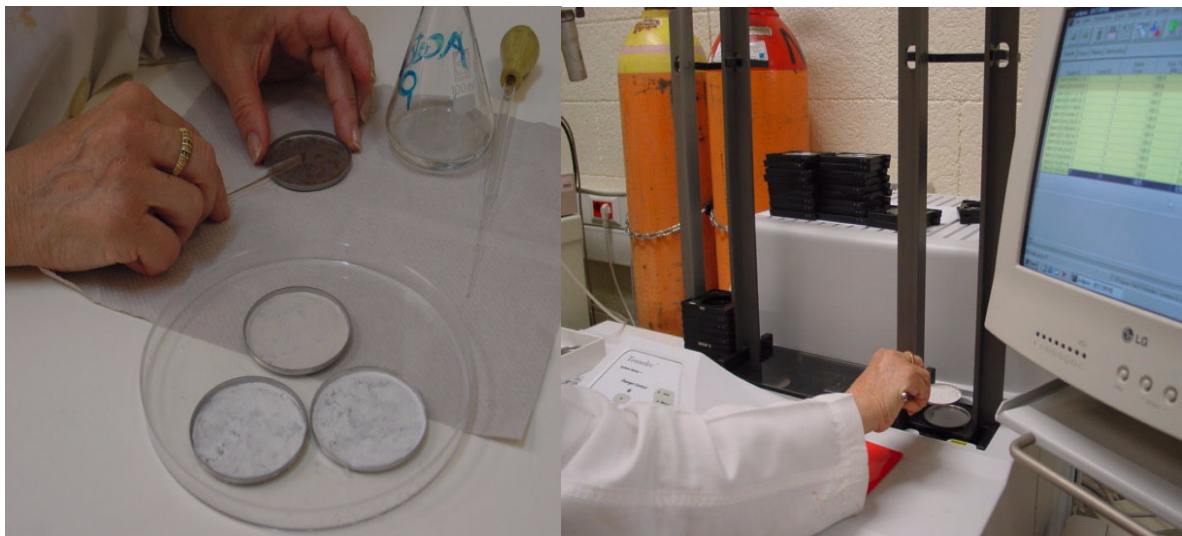


Figura 6- Medida alfa e beta total em águas para consumo humano



Figura 7- Locais de amostragem de produtos alimentares adquiridos directamente ao produtor (Δ), adquiridos no supermercado (\star), refeições completas (\square), leite (\circ) e solos ($+$).



Figura 8- Preparação de amostras de alimentos para medida por espectrometria gama

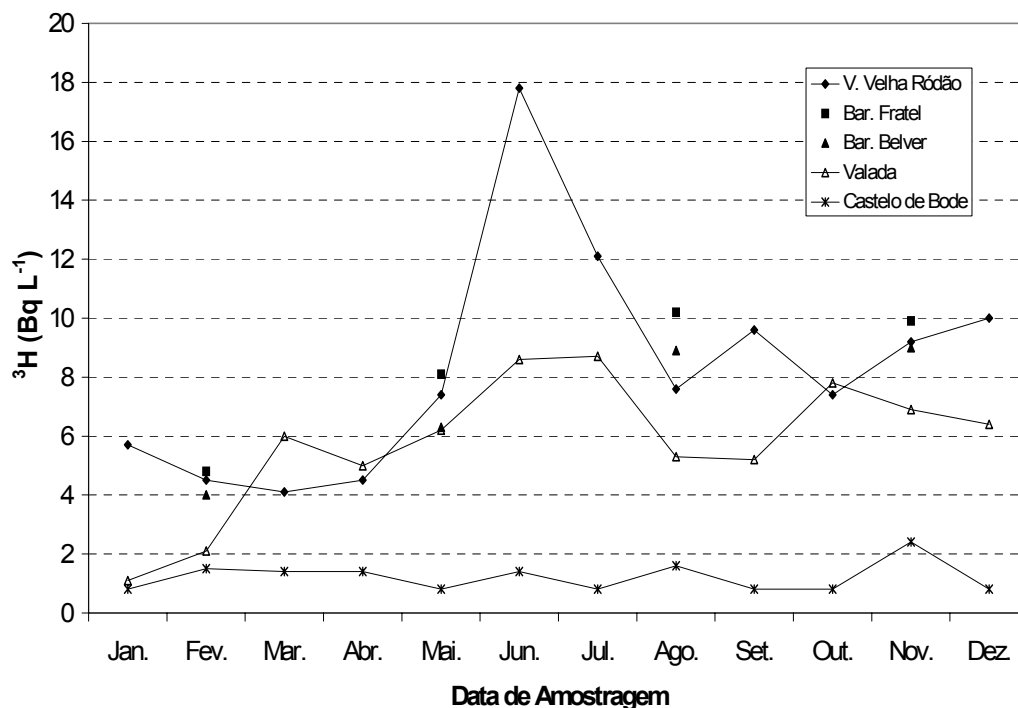


Figura 9- Variação da concentração em ^3H (Bq L $^{-1}$) nos rios Tejo e Zêzere, durante o ano de 2003.

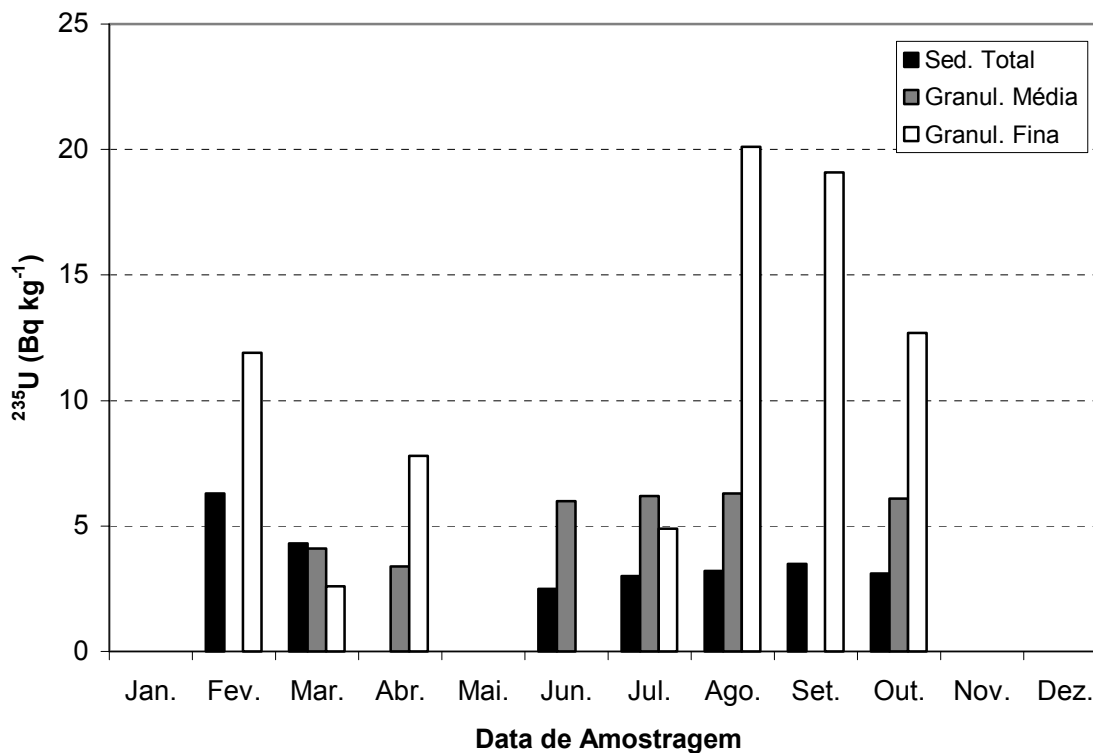


Figura 10- Variação da concentração em ^{235}U (Bq kg $^{-1}$) em sedimentos recolhidos no rio Tejo em V. Velha de Ródão, durante o ano de 2003

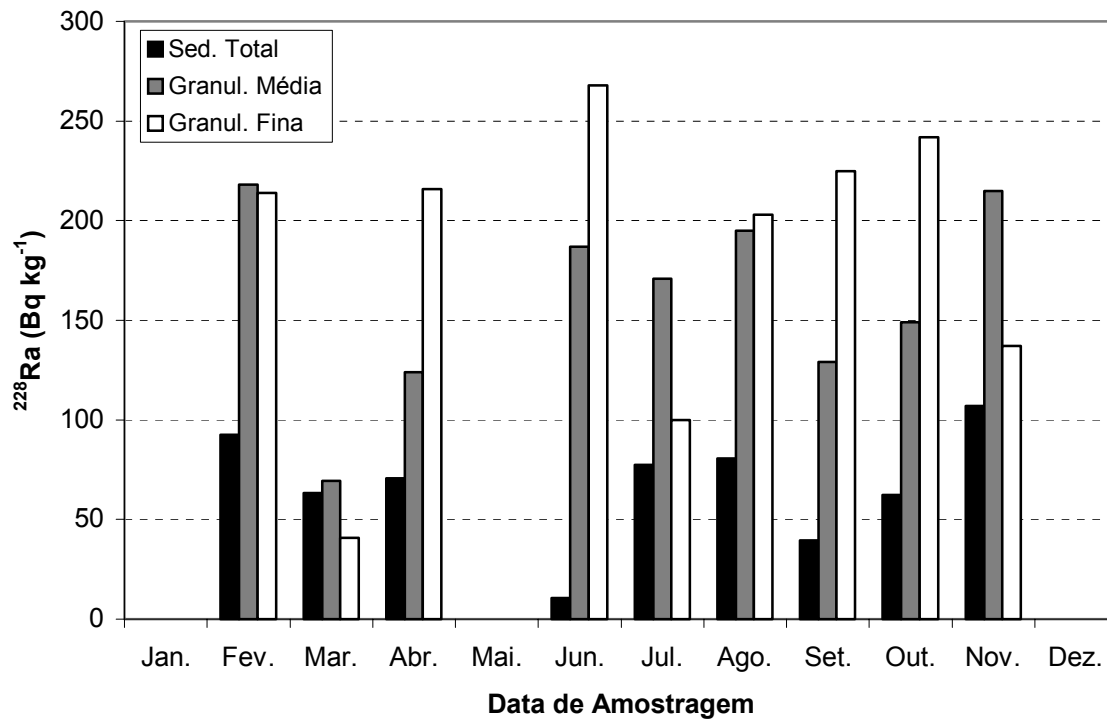


Figura 11- Variação da concentração em ²²⁸Ra (Bq kg⁻¹) em sedimentos recolhidos no rio Tejo em V. Velha de Ródão, durante o ano de 2003

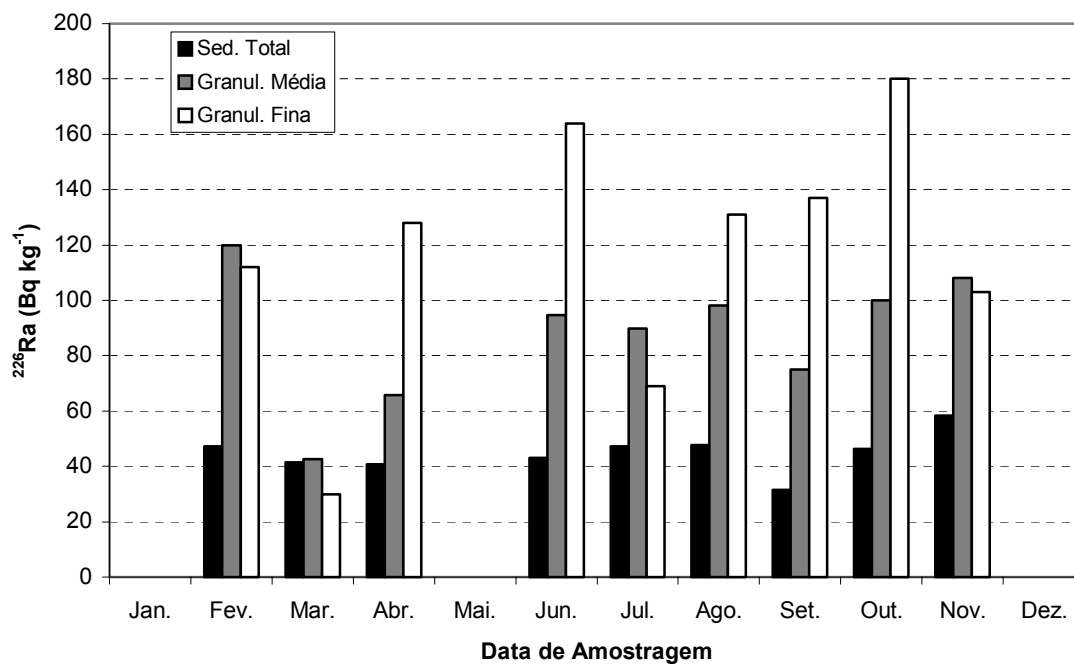


Figura 12- Variação da concentração em ²²⁶Ra (Bq kg⁻¹) em sedimentos recolhidos no rio Tejo em V. Velha de Ródão, durante o ano de 2003

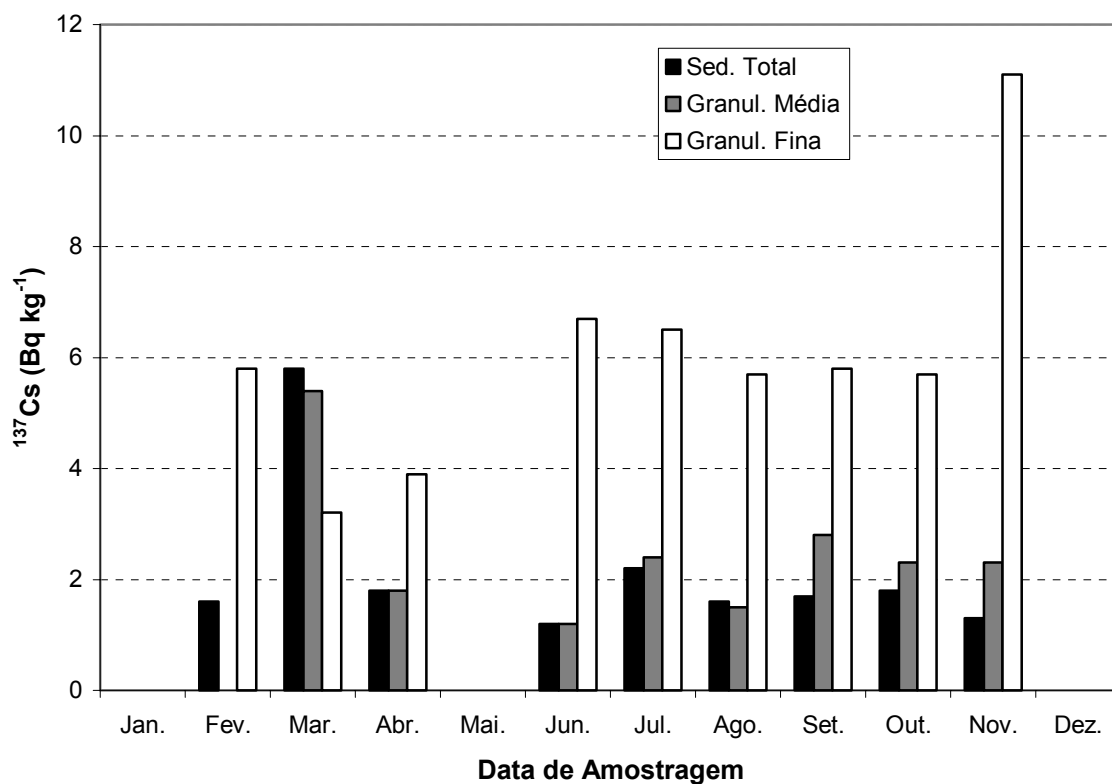


Figura 13- Variação da concentração em ^{137}Cs (Bq kg $^{-1}$) em sedimentos recolhidos no rio Tejo em V. Velha de Ródão, durante o ano de 2003

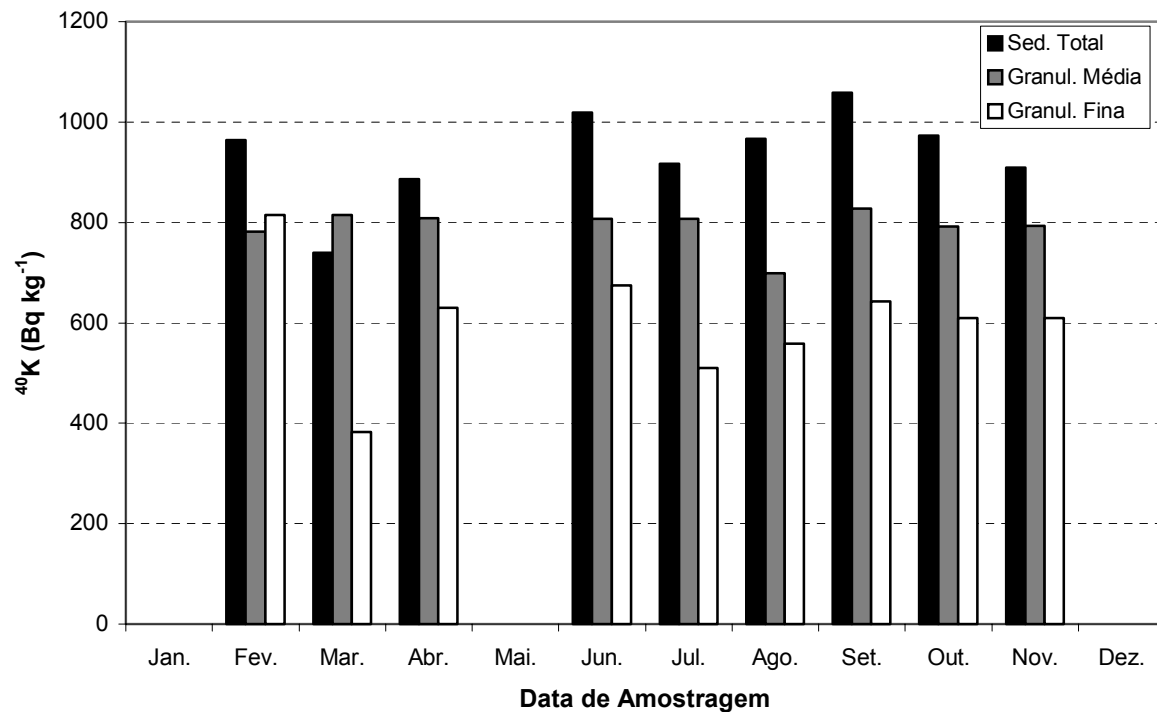


Figura 14- Variação da concentração em ^{40}K (Bq kg $^{-1}$) em sedimentos recolhidos no rio Tejo em V. Velha de Ródão, durante o ano de 2003