



Relatório Final

Ministério da Ciência e da Tecnologia
Instituto Tecnológico e Nuclear
Departamento de Protecção Radiológica
e Segurança Nuclear

**Missão Científica no Kosovo e
na Bósnia-Herzegovina
para avaliação da contaminação
radioactiva e do risco radiológico
resultantes do uso de munições
com Urânio empobrecido**

17 de Abril de 2001

Estrada Nacional 10, Apartado 21, 2686-953 Sacavém, Portugal



Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear

Relatório DPRSN-A, nº 13

RELATÓRIO FINAL

**Missão Científica no Kosovo e
na Bósnia-Herzegovina
para avaliação da contaminação
radioactiva e do risco radiológico
resultantes do uso de munições com
Urânio empobrecido**

17 de Abril de 2001

Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear

Director: Fernando da Piedade Carvalho
Endereço: Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém, Portugal
Telefone: +(351) 21 9946000
Fax: +(351) 21 9941995
e-mail: dprsn@itn.pt
Pág. web <http://www.itn.pt>

Ficha Técnica

Título	Relatório Final Missão Científica no Kosovo e na Bósnia-Herzegovina para avaliação da contaminação radioactiva e do risco radiológico resultantes do uso de munições com Urânio
Autoria	DPRSN
Edição	Instituto Tecnológico e Nuclear Dep. Protecção Radiológica e Segurança Nuclear
Tiragem	100 exemplares
ISBN	972-95401-2-B
Depósito Legal	163401 / 01
Data da Edição	17 de Abril de 2001

INDICE

PREFÁCIO	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 A MISSÃO NO KOSOVO E NA BÓSNIA-HERZEGOVINA	4
3 MATERIAIS E MÉTODOS	6
3.1 <i>Medidas efectuadas no terreno</i>	6
3.2 <i>Recolha de amostras</i>	7
3.3 <i>Métodos analíticos</i>	8
3.3.1 <i>Dosimetria da radiação externa por termoluminescência (dose individual)</i>	8
3.3.2 <i>Análise de radionuclídeos por espectrometria</i>	10
3.3.3 <i>Rastreio de Urânio por espectroscopia beta de baixo-fundo</i>	12
3.3.4 <i>Dosimetria biológica por métodos citogenéticos</i>	13
3.3.5 <i>Qualidade analítica</i>	13
3.4 <i>Recolha de informações junto das autoridades médico-sanitárias locais e das Forças Multinacionais</i>	15
4 RESULTADOS DA MISSÃO CIENTÍFICA NOS BALCÃS	16
4.1 <i>Monitorização da radiação externa e da contaminação de superfícies (medidas instantâneas)</i>	16
4.2 <i>Monitorização da dose de radiação externa com dosímetros individuais de termoluminescência (medidas integradas)</i>	17
4.3 <i>Análises de radioactividade em alimentos, solos, águas e aerossóis</i>	18
4.3.1 <i>Alimentos</i>	18
4.3.2 <i>Solos</i>	19
4.3.3 <i>Águas</i>	21
4.3.4 <i>Aerossóis</i>	21
4.4 <i>Análise de amostras de urina por espectrometria alfa</i>	22
4.5 <i>Pesquisa de efeitos biológicos das radiações por métodos citogenéticos</i>	24
4.6 <i>Análise de fragmentos de munições e de locais de impacto de munições com Urânio empobrecido</i>	25
4.7 <i>Entrevistas com autoridades médico-sanitárias locais e das Forças Multinacionais</i>	26
4.8 <i>Outros problemas sanitários com potencial impacto na saúde pública</i>	28
5 RESULTADOS DO RASTREIO DE URÂNIO NAS AMOSTRAS RECOLHIDAS PELOS HOSPITAIS MILITARES	30
6 ANÁLISE DE URÂNIO EM TECIDOS RECOLHIDOS POST-MORTEM	33
7 CONCLUSÕES	34
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
9 ANEXO 1 – RELATO PORMENORIZADO DAS ENTREVISTAS COM AUTORIDADES MÉDICO-SANITÁRIAS DA BÓSNIA-HERZEGOVINA	44
10 FIGURAS	50
11 TABELAS	79

PREFÁCIO

Este Relatório Final da investigação sobre o Urânio empobrecido no Kosovo e na Bósnia-Herzegovina e o risco radiológico daí resultante para os militares portugueses, foi concluído pelo Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear do Instituto Tecnológico e Nuclear e entregue ao Senhor Ministro da Ciência e da Tecnologia a 17 de Abril de 2001.

Com este Relatório, que procurámos que fosse tão aprofundado e completo quanto possível, tentamos responder às perguntas e preocupações que determinaram esta investigação.

Para isso, o Relatório inclui:

- a apresentação dos resultados das análises de todas as amostras recolhidas nos Balcãs pela Missão Científica que ali se deslocou, completando-se assim a apresentação de resultados iniciada com o Relatório Preliminar de 5 de Fevereiro de 2001, e a sua interpretação;
- a avaliação global da contaminação por Urânio dos militares, para-militares e civis que estiveram em missão nos Balcãs, efectuada com base na análise das amostras de urina recolhidas pelos Hospitais Militares. Estas análises foram solicitadas ao DPRSN como complemento do rastreio médico efectuado a todos os elementos que prestaram serviço nos Balcãs, tendo os respectivos resultados sido já entregues aos Hospitais Militares;
- a avaliação de casos singulares de elementos militares e para-militares que se encontram doentes, ou faleceram, e em relação aos quais nos foi solicitada intervenção através de análises relacionadas com o Urânio e com os efeitos da radioactividade. Os resultados destas análises foram comunicados às autoridades médicas competentes e é com o seu acordo que aqui são ponderados os resultados obtidos.

ITN/DPRSN

1 INTRODUÇÃO

No conflito militar dos Balcãs foram utilizadas em bombardeamentos aéreos munições de cuja construção faz parte um projectil (“penetrador”) de Urânio empobrecido. É sabido que o Urânio é um metal que, para além de outras propriedades excepcionais, é radioactivo.

Vários casos de leucemia, e de outras doenças, foram diagnosticados em militares que serviram nas Forças Multinacionais que intervieram na Bósnia-Herzegovina e no Kosovo após os bombardeamentos da NATO. Foi sugerido que o Urânio empobrecido usado naquelas munições seria a causa das leucemias observadas. Além disso, temeu-se que o Urânio empobrecido tivesse originado uma vasta contaminação ambiental nos Balcãs e que daí pudesse resultar uma significativa exposição de militares e civis da população local ao Urânio.

A preocupação acerca dos efeitos do Urânio empobrecido generalizou-se na opinião pública de vários países, incluindo Portugal. Foi apontada a possibilidade de os militares portugueses, enviados numa missão de paz das Nações Unidas nos Balcãs, estarem expostos às radiações e à toxicidade química do Urânio empobrecido.

Na ausência de medições e de análises apropriadas, o Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear do Instituto Tecnológico e Nuclear, que tem competência técnica e científica nesta matéria, disponibilizou-se para efectuar a avaliação da contaminação pelo Urânio e do risco radiológico existente nos Balcãs. Por Despacho do Senhor Ministro da Ciência e da Tecnologia de 4 de Janeiro de 2001, foi aprovada a missão nos Balcãs de uma equipa técnico-científica constituída por três elementos do Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear do ITN¹. O Estado Maior General das Forças Armadas (EMGFA) designou três elementos, entre os quais um médico militar, para acompanharem esta missão.

Os objectivos genéricos fixados para a missão consistiram em:

¹ Despacho do MCT, nº. 4759/2001, Diário da República Nº. 57, II Série, de 8 de Março de 2001.

1. Proceder à monitorização de fontes de radiações e de contaminação radioactiva dos locais onde estão, e onde estiveram no passado, aquartelados os militares portugueses e identificar qualquer contaminação radioactiva existente;
2. Recolher amostras de solos, alimentos, águas e poeiras atmosféricas para análise em laboratório e determinação, nomeadamente, das concentrações dos isótopos de Urânio;
3. Recolher amostras de urina de elementos militares e para-militares de nacionalidade portuguesa que ali se encontravam, para pesquisa da eventual contaminação interna causada pela incorporação do Urânio empobrecido.

2 A MISSÃO NO KOSOVO E NA BÓSNIA-HERZEGOVINA

A missão decorreu de 5 a 10 de Janeiro de 2001 no Kosovo e de 10 a 19 de Janeiro de 2001 na Bósnia-Herzegovina² (Figuras 1, 2 e 3).

A equipa científica transportou consigo todo o material necessário para o trabalho de campo, o que incluía 12 monitores portáteis de radiação (sondas beta-gama, sondas alfa, câmaras de ionização, um espectrómetro gama portátil), fontes radioactivas para teste dos instrumentos, vasilhame e instrumentos para recolha de amostras de solos e águas, um amostrador de poeiras atmosféricas de grande fluxo de ar, e equipamento de protecção individual incluindo máscaras e fatos.

No Kosovo a equipa ficou instalada no destacamento militar português em Klina, que lhe prestou apoio logístico. No período de 5 a 9 de Janeiro de 2001 foram monitorizados 52 locais no Kosovo. Nalguns locais foram efectuadas monitorizações em múltiplos pontos (exemplo: aquartelamento de Klina), pelo que o número total de sítios onde foram efectuadas medidas de radiação é muito superior.

² Uma descrição mais pormenorizada foi fornecida no Relatório Preliminar da Missão Científica, de 05/02/2001.

Os locais monitorizados correspondem, na maioria, a locais frequentados pelas patrulhas militares portuguesas. Contudo, nesta monitorização incluímos também vários sítios assinalados pela KFOR como tendo sido bombardeados com munições de Urânio empobrecido, com munições de outro tipo, bem como zonas agrícolas e cidades onde não houve acção militar assinalável. Entre as localidades monitorizadas contam-se, por exemplo, Klina, Prlina, Pec, Djakovica, Mosteiro de Budisavci, Volujak, Duz, Prizren, Pristina e Mitrovica.

A 10 de Janeiro a equipa de especialistas deslocou-se do Kosovo para Sarajevo, na Bósnia-Herzegovina (BiH), tendo ficado instalada na localidade de Visoko, a poucos quilómetros do aquartelamento do batalhão português que lhe prestou apoio logístico.

De 11 a 19 de Janeiro, a equipa inspeccionou e monitorizou 36 locais. Nalguns deles, por exemplo Visoko (cidade e aquartelamento militar), foram efectuadas medições de radiação externa e recolhidas amostras em vários pontos. As localidades visitadas pela equipa e os sítios monitorizados incluem, praticamente, a totalidade dos sítios onde houve, e onde há, militares ou agentes da polícia de segurança pública portuguesas. Entre estas localidades contam-se, por exemplo, Visoko, Breza, Rogatica, Goradze, Jabuka, Ustipraca, Visegrad, Doboj, Zetra (Zehra Muidoviç), Sarajevo e Mostar. A equipa visitou e inspeccionou também outros locais, nomeadamente locais assinalados pela SFOR como tendo sido bombardeados com munições de Urânio empobrecido, e ainda várias povoações, zonas industriais e zonas agrícolas.

Durante a missão na BiH, a equipa do ITN-DPRSN visitou e monitorizou cuidadosamente vários locais como, por exemplo, antigas posições de artilharia sérvia bombardeadas pela NATO nas colinas em redor de Sarajevo, sem que tenham sido detectados quaisquer fragmentos das munições de Urânio empobrecido. Em dois locais apenas, num aquartelamento da brigada italiana em Tito Barracks (antiga Academia Militar), e numa fábrica de material militar ex-sérvia em Hadzici, a equipa teve

a oportunidade de observar e monitorizar a radioactividade de fragmentos de munições de Urânio empobrecido.

Na região de Sarajevo, a missão de especialistas visitou e entrevistou médicos de estabelecimentos hospitalares civis para obter informações sobre a incidência de leucemia e de outros tipos de cancro na população civil. Visitou, nomeadamente, o Centro Clínico (Hematologia) da Universidade de Sarajevo, o Centro de Oncologia e o Ministério da Saúde da BiH. É digna de registo a assistência prestada pela Missão Diplomática Portuguesa em Sarajevo na organização destas visitas.

Durante o trabalho na BiH, a Missão de especialistas foi solicitada para encontros de trabalho e de troca de informações, nomeadamente pela brigada NBQ da força militar alemã na SFOR estabelecida no Campo One Carreau, em Rajlovac, pelo Coronel-médico da Companhia Dinamarquesa do Campo Dannerville, pelas chefias militares irlandesas (Gen. Kelly e Coronel-médico M. Murphy) encarregadas de organizar uma monitorização semelhante dos seus militares. A Missão Portuguesa encontrou-se, também, com missões diplomáticas de vários países representados em Sarajevo. De todos estes contactos guardámos a forte impressão, ou mesmo a declaração expressa, de um vivo interesse dos outros países nos resultados do nosso trabalho e num completo esclarecimento do efeito radio-toxicológico das munições de Urânio empobrecido na saúde dos militares e da população civil.

Completada a missão no terreno, a totalidade das amostras recolhidas foi analisada nos laboratórios do ITN-DPRSN, em Sacavém.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Medidas efectuadas no terreno

Todos os locais em que foram efectuadas medições de radiação, de contaminação e recolhidas amostras estão devidamente identificados com as respectivas coordenadas geográficas, lidas com um GPS portátil, nas Tabelas 1 e 2 e nas Figuras 4 e 5.

As medidas de dose de radiação externa e de contaminação radioactiva de superfícies foram efectuadas com monitores portáteis de radiação, incluindo câmaras de ionização, detectores Geiger-Müller e sondas alfa. Os equipamentos utilizados foram calibrados, imediatamente antes da missão, no Laboratório de Metrologia das Radiações Ionizantes do ITN-DPRSN, onde se encontram os padrões nacionais de radioactividade e de radiação. Nos Balcãs, o funcionamento dos detectores foi frequentemente verificado com pequenas fontes radioactivas de teste, transportadas para esse fim. Em vários locais foram efectuadas análises espectrométricas com um espectrómetro de radiação gama portátil, baseado num detector NaI(Tl) e num analisador multi-canal com biblioteca interna de radionuclidos.

3.2 Recolha de amostras

As amostras de solos foram colhidas com recurso a um tubo de aço inox, de 6 cm diâmetro por forma a obter amostras idênticas em todos os locais. Em cada local, num raio de 50 metros recolheram-se três amostras da camada superficial (0-5 cm) de solo, que se combinaram por forma a obter uma amostra mais representativa. Estas amostras foram analisadas por espectrometria gama e por espectrometria alfa.

Recolheram-se amostras de poeiras atmosféricas (aerossóis) em várias localidades. Para este fim usou-se um amostrador de grande fluxo de ar ($60 \text{ m}^3/\text{h}$), filtros de fibra de vidro de grande superfície, e tempos de amostragem de cerca de 24 horas por local.

Foram recolhidas amostras de água das redes públicas locais, de água usada nos aquartelamentos portugueses e de água dos rios, tanto no Kosovo como na Bósnia-Herzegovina. As amostras foram acidificadas com HNO_3 a $\text{pH} < 2$ ainda no local.

No Kosovo foram recolhidas, para análise em laboratório, 52 amostras de solos, 3 amostras de aerossóis, alimentos de 5 localidades e 9 amostras de água dos rios e da rede pública de abastecimento. Foram ainda recolhidas amostras de urina de 24 horas, de quatro dezenas de indivíduos, entre os

quais se incluem militares, elementos da segurança pública e civis da população local. Foram também distribuídos, a elementos militares e para-militares, vinte dosímetros individuais de termoluminescência para uso durante um mês.

Na Bósnia-Herzegovina foram recolhidas 34 amostras de solos, 6 amostras de aerossóis, amostras de alimentos da produção local em 5 cidades, 8 amostras de água da rede pública e água do rio Bosna, amostras de urina de 39 militares e para-militares. Foram também distribuídos dosímetros individuais a cerca de 40 militares, agentes da segurança pública e membros da Missão Diplomática Portuguesa em Sarajevo.

Os géneros alimentícios para análise foram adquiridos nos mercados locais, a fim de os resultados serem representativos da dieta actual das populações. Da dieta dos militares portugueses apenas algumas amostras foram recolhidas para análise, uma vez que a maior parte da alimentação é fornecida por Portugal e pela cadeia de abastecimento da NATO. Os alimentos fornecidos via NATO são geralmente provenientes de Itália ou, no caso dos produtos hortícolas, são adquiridos na Croácia. Dos alimentos consumidos pelos militares apenas o pão é fabricado localmente, tanto no Kosovo como na Bósnia, sendo a higiene do fabrico controlada pela KFOR e pela SFOR, respectivamente.

3.3 Métodos analíticos

3.3.1 Dosimetria da radiação externa por termoluminescência (dose individual)

A metodologia utilizada para a avaliação das doses de radiação externa recebidas pelos militares e elementos da missão científica é idêntica à que o DPRSN utiliza para a avaliação de doses dos trabalhadores profissionalmente expostos às radiações ionizantes. Esta metodologia faz uso de dosímetros individuais termoluminescentes (TLD).

Os valores apresentados neste relatório estão expressos em termos do Hp(10), o equivalente de dose profundo, que é a grandeza operacional

usada em Protecção Radiológica para estimar a dose eficaz. De acordo com o Decreto Regulamentar nº 9/90 de 19 de Abril, o limite de dose anual para os trabalhadores profissionalmente expostos é de 50 mSv e para os membros do público é de 5 mSv. Segundo a Directiva da União Europeia 96/29/EURATOM, que será brevemente transposta para legislação nacional, a dose para os trabalhadores profissionalmente expostos não deverá exceder 100 mSv num período de 5 anos consecutivos, na condição de esse valor não ultrapassar 50 mSv em cada ano. A mesma Directiva estabelece que a dose anual para os membros do público não deverá exceder 1 mSv.

Para este estudo prepararam-se 126 dosímetros TLD idênticos aos usados no País para o controlo das doses de radiação X e gama recebidas pelos trabalhadores profissionalmente expostos às radiações ionizantes. Os dosímetros foram divididos em conjuntos, cada um deles incluindo dosímetros de medida e dosímetros de controlo. Estes últimos, que não foram utilizados no terreno, destinaram-se a estimar outras contribuições para a dose para além da recebida no trabalho de campo, por exemplo, a dose correspondente aos percursos da viagem aérea (radiação de origem cósmica).

Durante a missão científica realizada nos Balcãs, usaram dosímetros TLD os elementos do DPRSN e do EMGFA que integraram a missão, bem como alguns jornalistas. Foram distribuídos dosímetros TLD também aos militares do contingente nacional, a agentes da segurança pública destacados no Kosovo e na Bósnia-Herzegovina, e ainda a pessoas da Missão Diplomática Portuguesa em Sarajevo e ao serviço das Nações Unidas.

Do conjunto de 126 dosímetros preparados e transportados para os Balcãs, cerca de 36 não foram utilizados individualmente e serviram de controlo. Após o regresso a Lisboa, foram processados para leitura e *reset*, e distribuídos a militares na região de Lisboa, no EMGFA-CAq e no COFT, para avaliação da dose individual no seu quotidiano durante o mês de Fevereiro de 2001, e assim constituírem um grupo de referência relativamente aos resultados obtidos nos Balcãs.

3.3.2 Análise de radionuclídeos por espectrometria

As análises em laboratório para detecção de radionuclídeos emissores de radiação gama e alfa, foram efectuadas em alimentos frescos (para emissores gama), em alimentos incinerados (para emissores alfa) e em solos após secagem e tamisagem (emissores gama e alfa). Neste relatório os resultados são expressos em Bq kg⁻¹ (peso fresco) para os radionuclídeos em alimentos e tecidos, em Bq kg⁻¹ (peso seco) para os radionuclídeos em solos e poeiras atmosféricas e em Bq L⁻¹ para as amostras líquidas (águas e urinas).

Os detectores gama utilizados são do tipo Germânio Hiperpuro (HpGe), em blindagem de chumbo para reduzir a influência da radiação do fundo radioactivo natural. Os vários detectores HpGe usados permitem a identificação dos fotopicos de radiação gama de energias entre 15-30 keV e 2000 keV, dependendo do detector. Este intervalo de energias cobre todos os radionuclídeos emissores de radiação gama das famílias naturais, os produtos da cisão do Urânio, os radionuclídeos primordiais e os radionuclídeos de origem cósmica (Gilmore and Hemingway, 1995).

As análises por espectrometria alfa foram efectuadas após adição de um traçador isotópico interno (U-232 para a análise de urânio; Pu-242 para a análise de plutónio), dissolução total (alimentos, aerossóis, solos e tecidos), precipitação (águas, urina), separação química por cromatografia de troca iónica em coluna e electrodeposição para produção de fontes finas. As determinações de radioactividade alfa são efectuadas com detectores de silício de barreira de superfície, de muito baixo fundo e elevada resolução, operando em câmaras de vazio. Os limites de detecção do Urânio em amostras de urina situam-se na ordem de 1 ng L⁻¹, ou menos, dependendo do tempo de contagem utilizado (Ivanovich and Harmon, 1982). A análise de Urânio por espectrometria alfa de alta resolução permite a identificação de cada um dos isótopos do Urânio e a determinação das razões isotópicas.

É oportuno recordar que o Urânio natural é constituído por três isótopos com as propriedades e nas proporções abaixo indicadas. No Urânio empobrecido as proporções dos isótopos foram alteradas, sendo a

percentagem do ^{235}U , em geral, reduzida a apenas 0,20% do total (Fulco et al., 2000). Por exemplo, num solo não alterado pela adição de Urânio empobrecido, e qualquer que seja a concentração do Urânio total (que depende da composição mineralógica do terreno), as proporções dos isótopos do Urânio são geralmente constantes.

Urânio natural				Urânio empobrecido	
Isótopo	Período (anos)	Abundância (% massa)	Actividade (%)	Abundância (% massa)	Actividade (%)
^{238}U	$4,5 \times 10^9$	99,285	48,9	99,799	84,7
^{235}U	$7,1 \times 10^8$	0,710	2,2	0,200	1,1
^{234}U	$2,5 \times 10^5$	0,005	48,9	0,001	14,2
Razões Isotópicas					
$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$		0,00725		0,002	
$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$		$5,5 \times 10^{-5}$		$1,00 \times 10^{-5}$	

Densidade 19,07

Ponto de fusão 1132°C

Em pó, entra em combustão a 600 °C (piróforico)

Actividade específica de 1 mg de Urânio natural: 25,28 Bq

Actividade específica de 1 mg de Urânio empobrecido: 14,66 Bq

Teor médio do Urânio na crosta terrestre: 3 mg/kg

(Neghabian, 1991)

As razões isotópicas médias do Urânio natural na crosta terrestre podem ser utilizadas como padrão e é com elas que devemos comparar os resultados das amostras dos Balcãs para avaliar se há ou não uma presença significativa de Urânio empobrecido.

Note-se que, devido à remoção de ^{235}U e de algum ^{234}U , o Urânio empobrecido é cerca de 40% menos radioactivo que o Urânio natural. No entanto, o comportamento químico de ambos é igual e, portanto a toxicidade química do Urânio empobrecido é idêntica à do Urânio natural (Fulco et al., 2000).

3.3.3 Rastreio de Urânio por espectroscopia beta de baixo-fundo

O DPRSN foi solicitado a colaborar no rastreio médico de todos os efectivos do contingente militar e de para-militares que passaram pelos Balcãs através da realização de análises de Urânio. É conhecido que em indivíduos internamente contaminados pelo Urânio, este elemento se deposita em boa parte no esqueleto e é gradualmente eliminado. Ou seja, mesmo muito tempo depois da contaminação ter ocorrido a eliminação urinária permite, em princípio, detectar se existe ou não uma acumulação interna de Urânio no organismo (Legget and Harrison, 1995; Hooper *et al.*, 1999).

Para realizar o rastreio de contaminação pelo Urânio num grande número de indivíduos (previu-se o rastreio de quase 5000 indivíduos) foi escolhido um método mais expedito que a espectrometria alfa, mas apropriado para a detecção de Urânio e, igualmente, baseado na análise da excreção urinária.

A maioria das amostras de urina para esta análise foram recolhidas pelos Hospitais Militares e destinaram-se à pesquisa de valores anormais de radiação beta indicadores de contaminação interna do organismo por Urânio. Da amostra de urina de 24 horas de cada indivíduo, 1 litro foi tratado quimicamente e o Urânio separado e isolado dos outros constituintes radioactivos da urina por meio de precipitação fosfatada em meio alcalino (técnica adaptada de Erickson, 1997). No decurso da análise o precipitado de Urânio, juntamente com os seus descendentes Tório-234 (^{234}Th) e Protactínio-234m ($^{234\text{m}}\text{Pa}$), é depositado num porta-amostras. A concentração do Urânio nas amostras é determinada através da medida da radiação beta do ^{234}Th e do $^{234\text{m}}\text{Pa}$. A radioactividade beta total é medida com detectores proporcionais de fluxo gasoso, de baixo fundo, Canberra HT-1000, com uma eficiência de 23% para o Potássio - 40 (^{40}K).

Para o estudo da reprodutibilidade do método usou-se uma colheita composta de 10 litros de urina. Dessa amostra retiraram-se 10 alíquotas de 1 litro, analisados de acordo com o protocolo experimental já descrito. O valor

médio de medida beta total foi de $2,13 \pm 0,55$ net cpm L⁻¹ (contagens por minuto, acima do fundo, por litro de amostra).

3.3.4 Dosimetria biológica por métodos citogenéticos

Perante uma suspeita de exposição a radiações ionizantes, se os indivíduos não eram portadores de um dosímetro individual no momento da irradiação e, ainda, se previsivelmente a exposição resultou de uma mistura de diferentes tipos de radiação (alfa, beta, gama), o único meio de confirmar ou refutar a suspeita de sobre-exposição é o recurso à dosimetria biológica. Neste tipo de dosimetria, utiliza-se como dosímetro o genoma dos linfócitos do sangue periférico do próprio indivíduo sabendo-se que as radiações ionizantes causam lesões cromossômicas (dicêntricos), cuja frequência é proporcional à dose de radiação. A pesquisa destas lesões pode permitir concluir se houve ou não exposição a radiações e, em caso afirmativo, permite a estimativa da dose de radiação. Esta técnica tem um limiar de sensibilidade para doses de 100 mGy para radiação X e gama, e de 10 mGy para radiação alfa e neutrões.

A contagem das aberrações cromossômicas nos linfócitos do sangue periférico é, de entre os métodos biológicos, o mais sensível para a estimativa da dose de radiação e o aconselhado pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, 1986).

3.3.5 Qualidade analítica

Para além do controlo de qualidade interno, efectuado através da aplicação de procedimentos estabelecidos e testes de constância, o DPRSN procede regularmente à avaliação externa da qualidade analítica.

Para este fim, o DPRSN participa periodicamente em exercícios internacionais de intercomparação analítica organizados pela Organização Mundial de Saúde, pela Agência Internacional de Energia Atômica e por

outras organizações. Basicamente, estes exercícios consistem na análise de amostras de composição desconhecida, distribuídas simultaneamente a um grande número de laboratórios. Os resultados relatados pelos laboratórios participantes, são objecto de um relatório publicado após o encerramento do exercício e é através dele que cada laboratório verifica a exactidão dos seus resultados (Tabela 3).

Os resultados obtidos nestes exercícios indicam que as determinações efectuadas pelo DPRSN são fiáveis. Assim:

- a)** as determinações de dose individual de radiação externa efectuadas com dosímetros de termoluminescência são de um rigor demonstrado para radiação gama e radiação X e para os níveis de dose de radiação baixo, médio e alto (Figura 6);
- b)** as determinações de radioisótopos emissores gama por espectrometria com detectores de HpGe são fiáveis, tendo a qualidade dos resultados do DPRSN sido repetidas vezes demonstrada na análise de alimentos, solos, sedimentos e outros materiais (Figuras 7 e 8);
- c)** a exactidão das análises efectuadas por espectrometria alfa tem sido, também, inúmeras vezes demonstrada, incluindo a determinação individual dos vários isótopos do Urânio, o que é particularmente relevante para a presente problemática do Urânio empobrecido (Figuras 9, 10 e 11).

A qualidade do trabalho analítico é um aspecto da maior importância para a demonstração de fiabilidade dos resultados. O DPRSN tem prestado uma atenção crescente a estas matérias como atestam, os exemplos seguintes:

- o laboratório de análises de radioactividade em amostras ambientais do DPRSN faz parte de uma rede mundial de laboratórios (ALMERA) reconhecidos pela AIEA como competentes e que realizam exercícios anuais de intercomparação;
- o laboratório de metrologia das radiações ionizantes do DPRSN, onde se encontram os padrões nacionais das unidades de radiações e

radioactividade, é o laboratório primário do Sub-Sistema Nacional de Metrologia, integrando as suas actividades na de organizações internacionais como a EUROMET e a AIEA/OMS (SSDL Network);

- o laboratório de análise citogenética é reconhecido pela AIEA como competente no domínio da dosimetria biológica das radiações.

De um modo geral a problemática da Qualidade Analítica e do seu controlo é bem conhecida dos investigadores do DPRSN e nela participam activamente a nível internacional (Carvalho, *et al.*, 1999; Coquery *et al.*, 2000).

3.4 Recolha de informações junto das autoridades médico-sanitárias locais e das Forças Multinacionais

A missão científica nos Balcãs procurou encontrar-se com diversas autoridades médicas, sanitárias e de protecção radiológica por forma a obter informações de carácter epidemiológico que pudessem ser de interesse para a avaliação do impacto do Urânio empobrecido, ou de outros elementos radioactivos, na saúde das populações civis.

No Kosovo, devido à escassez de tempo, não foi possível encontrarmo-nos com as autoridades médicas da província. Num breve encontro com oficiais da força militar alemã em Prizren, sul do Kosovo, ficámos a saber que uma missão de avaliação epidemiológica e do estado sanitário da região fora solicitada pela Administração das Nações Unidas para o Kosovo (UNMIK) à Organização Mundial de Saúde e que uma missão da OMS chegaria ao Kosovo dentro de poucos dias para realizar esse trabalho. Efectivamente esta missão teve lugar de 22 a 31 Janeiro de 2001. (WHO, 2001).

Na Bósnia-Herzegovina, beneficiámos do apoio da Missão Diplomática Portuguesa em Sarajevo, que eficientemente organizou encontros com várias autoridades locais³. Na Bósnia-Herzegovina encontrámo-nos também com o oficial médico responsável pela saúde do contingente militar Dinamarquês e

³ Missão Diplomática de Portugal em Sarajevo, Cobanija 12, 71 000 Sarajevo.

pelos oficiais da Divisão NBQ alemã baseada no Hospital Militar da SFOR em Rajlovac.

4 RESULTADOS DA MISSÃO CIENTÍFICA NOS BALCÃS

4.1 Monitorização da radiação externa e da contaminação de superfícies (medidas instantâneas)

As Tabelas 1 e 2 e Figuras 4 e 5 indicam os locais onde foram efectuadas medições de radiação e colheitas de amostras para análise no laboratório.

As Tabelas 4 a 13 e Figuras 12 a 18, contêm os resultados das medições (de dose instantâneas e de emissão de partículas radioactivas por superfícies) efectuadas nos Balcãs com detectores portáteis de radiação.

A monitorização minuciosa de instalações utilizadas como aquartelamento pelos militares (incluindo dormitórios, refeitórios, cozinhas, oficinas, paradas, etc.) não revelou a existência de valores anormais, ou seja elevados, de radiação ionizante.

A monitorização individual de militares para despiste de eventual contaminação do corpo e de equipamentos foi efectuada no Kosovo e na Bósnia-Herzegovina. No Kosovo foi dada especial atenção à monitorização dos soldados que ao final do dia regressavam de missões de patrulha. Não foi detectada qualquer contaminação radioactiva nas roupas, cabelos, mãos, botas, viaturas e outros equipamentos utilizados pelos militares portugueses.

O mesmo foi feito na Bósnia-Herzegovina, com resultados negativos também, para todos os elementos da Companhia de militares portugueses estacionada em Visoko, Doboj e Zenica (Tabelas 12 e 13).

Os resultados dessas medições devem ser comparados com medições efectuadas na região de Lisboa, com os mesmos instrumentos, logo após o regresso da missão (Tabela 14).

4.2 Monitorização da dose de radiação externa com dosímetros individuais de termoluminescência (medidas integradas)

Os dosímetros individuais utilizados pelos elementos da missão científica, os dosímetros distribuídos aos jornalistas e os dosímetros distribuídos aos militares e elementos da PSP em serviço nos Balcãs foram todos processados, bem como os dosímetros de controlo. Os dosímetros de um “grupo de referência”, constituído por militares em serviço na região de Lisboa que utilizaram dosímetros individuais durante Fevereiro de 2001, foram também analisados.

Os resultados da leitura de todos os dosímetros estão apresentados nas Figuras 19 e 20. Na Figura 20 representam-se como valores de referência (linhas a tracejado) o limite de detecção desta técnica de medida, que é de 0,03 mSv (Hirning, 1992), bem como o valor mínimo de registo que é de 0,20 mSv para controlo mensal. O valor mínimo de registo é o valor a partir do qual as doses medidas são anotadas no registo do trabalhador. Abaixo desse valor as doses não são estatisticamente diferentes do fundo radioactivo natural e é registado o valor de 0,00 mSv. No caso em estudo os valores de dose medidos são tão reduzidos que se optou por não introduzir factores de correcção ou normalização para os diferentes tempos de utilização dos dosímetros. Pode observar-se que os elementos militares, os elementos da PSP, os elementos da Missão Científica e jornalistas que estiveram nos Balcãs, têm valores de dose de radiação idênticos aos registados pelos dosímetros de “controlo” (Figura 19). Os militares que na região de Lisboa foram portadores de dosímetros do mesmo tipo, receberam doses de radiação externa comparáveis às dos militares em serviço nos Balcãs (Figura 20).

Para comparação, juntam-se ainda os valores de dose individual de trabalhadores do DPRSN que durante o mês de Dezembro usaram dosímetros deste tipo no seu local de trabalho (ITN-Sacavém) para fins de controlo de exposição profissional e que confirmam que as doses de radiação externa nos Balcãs não são superiores às registadas em Portugal (Figura 20). Note-se, no entanto, que esta dosimetria é sensível apenas a radiação X e

radiação gama, não sendo detectáveis por estes métodos as radiações alfa e beta.

4.3 Análises de radioactividade em alimentos, solos, águas e aerossóis

4.3.1 Alimentos

As Tabelas 15 e 16 apresentam os resultados obtidos por espectrometria gama para os géneros alimentícios recolhidos no Kosovo e na Bósnia. Apenas são apresentados os radionuclidos de maior interesse, embora alguns outros radionuclidos das famílias naturais sejam também detectáveis nestas amostras. Os valores obtidos devem ser comparados com valores de amostras similares de géneros alimentícios produzidos em Portugal e analisados pelo DPRSN (Tabela 17).

Os radionuclidos detectados nos alimentos dos Balcãs são, na generalidade, das séries radioactivas naturais. De um modo geral, as concentrações são baixas e, frequentemente, muito baixas (Tabelas 15 e 16). Nalgumas amostras são, ainda assim, quantificáveis as concentrações de radionuclidos como o ^{234}Th , ^{234}Pa e o ^{226}Ra . Entre os radionuclidos naturais omnipresentes o Potássio-40 (^{40}K) é o que apresenta concentrações mais elevadas. Trata-se de um isótopo radioactivo do Potássio, com uma abundância muito pequena (apenas 0,01% do Potássio total), mas que existe desde a formação do planeta. O corpo humano adulto, que contém 2g de Potássio por quilograma de peso, contém também ^{40}K o qual contribui para uma actividade média de 60 Bq/kg nos tecidos do organismo (UNSCEAR, 1982).

Nestas análises foi prestada especial atenção à eventual presença de radionuclidos emissores gama de origem artificial, tais como o ^{241}Am , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{192}Ir , entre outros, que só poderiam ter origem numa contaminação radioactiva causada por uma qualquer fonte antropogénica, isto é, ou pelas munições ou por materiais radioactivos existentes em instalações que

pudessem ter sido destruídas pelos bombardeamentos. Nenhum destes radionuclídeos foi detectado nas amostras (Figura 21).

O único radionuclídeo emissor gama, de origem artificial, detectado nas amostras foi o Césio-137 (^{137}Cs). Traços deste radionuclídeo, por vezes quantificáveis, estão presentes em algumas das amostras de alimentos, mas sempre em actividades muito baixas. Note-se que o ^{137}Cs está presente também em amostras recolhidas em Portugal (Tabela 17). Na realidade, este radionuclídeo está hoje presente no nosso planeta, em todas as latitudes, sobretudo em consequência da contaminação radioactiva causada pelos testes das armas nucleares na atmosfera, efectuados sobretudo nos anos 50 e 60 (Eisenbud and Gesell, 1997), e do acidente nuclear de Chernobyl em 1986 (UNSCEAR, 2000).

Os resultados das análises de Urânio e seus isótopos em alimentos estão apresentados nas Tabelas 18 e 19 e Figura 21. Pode verificar-se que as concentrações e as razões isotópicas são, na generalidade, normais.

4.3.2 Solos

As Tabelas 20 e 21 apresentam as medidas feitas por espectrometria gama em amostras de solos. Os resultados indicam que não existem valores elevados de Urânio nas amostras do Kosovo e da Bósnia-Herzegovina. Para comparação incluímos na Tabela 22 vários solos de Portugal analisados pelo DPRSN nos anos 2000 e 2001.

Deverá notar-se que as concentrações dos radionuclídeos de origem natural, das séries radioactivas naturais, de origem telúrica, são mais elevadas nos solos que nos géneros alimentares, como seria de esperar.

As concentrações do ^{137}Cs , o único radionuclídeo emissor gama de origem artificial detectado, são também francamente mais elevadas nos solos. Note-se que as concentrações de ^{137}Cs nos solos dos Balcãs são geralmente mais elevadas que nos solos de Portugal, devido à maior deposição de poeiras radioactivas do acidente nuclear de Chernobyl naquela

região. Recorde-se que as deposições de poeiras radioactivas de Chernobyl pouco atingiram a Península Ibérica.

A determinação dos isótopos do Urânio, e do Urânio total, foi efectuada em vários solos do Kosovo e da Bósnia utilizando a técnica de espectrometria alfa. Os resultados estão expressos nas Tabelas 23 e 24. Nestas Tabelas incluem-se também alguns resultados para Plutónio, proveniente de deposições atmosféricas.

Os solos dos Balcãs que analisámos têm, em geral, concentrações de Urânio baixas, da ordem dos 2-3 mg/kg. Este teor é comparável ao que se encontra, por exemplo, nos solos do Ribatejo e é próximo do teor médio na crosta terrestre (ver pág. 11). As razões isotópicas do Urânio na maioria das amostras dos solos dos Balcãs são, também, normais (Tabelas 23 e 24). As únicas excepções são a Estação 6, Djakovica no Kosovo, onde foi confirmada a existência de contaminação por Urânio empobrecido, e a Estação 43, local bombardeado junto à barragem do Lago Radonic também no Kosovo. Note-se que na Estação 43, a amostra de terra que foi recolhida no buraco criado pelo impacto de uma munição de Urânio empobrecido indica contaminação radioactiva e alteração das razões isotópicas do Urânio, o que não é supreendente (Figura 22).

No entanto, amostras de solo colhidas apenas a alguns metros de distância do sítio de impacto das munições (ao lado da estrada) e na margem da albufeira já não apresentam vestígios de Urânio empobrecido, indicando, pois, que a contaminação é muito localizada. Na realidade, essa contaminação é, practicamente, restrita ao sítio do impacto das munições.

É interessante notar que a Estação 29, Prlina, no Kosovo, que corresponde à antiga estação de camionagem onde se encontram os destroços de blindados bombardeados, os solos não apresentam vestígios de Urânio empobrecido. Recorde-se, que a monitorização efectuada neste local, nos destroços dos blindados que a missão ali foi encontrar, também não indicou a presença de Urânio.

4.3.3 Águas

As amostras de águas foram analisadas por espectrometria alfa. Os resultados das águas do Kosovo e da Bósnia estão apresentados nas Tabelas 25 e 26, e, para comparação, apresentam-se resultados de análises de várias águas de Portugal na Tabela 27.

A concentração do Urânio total nas águas do Kosovo (0,20 a 0,76 $\mu\text{g L}^{-1}$) é aproximadamente comparável às concentrações medidas nas águas da Bósnia (0,06 a 1,20 $\mu\text{g L}^{-1}$) e nas águas de Portugal (0,07 a 2,55 $\mu\text{g L}^{-1}$). Todas estas amostras foram analisadas sem filtragem prévia para remoção das pequenas partículas em suspensão, isto é, foram analisadas tal como teriam sido ingeridas. A ter sido feita a filtragem das amostras, isso teria certamente reduzido a amplitude das concentrações de Urânio, cuja variação é, em parte, devida às partículas em suspensão.

Em nenhum dos casos a concentração de Urânio é elevada e, também em nenhum dos casos a razão isotópica $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ sugere a contaminação por Urânio empobrecido.

A Figura 23 inclui os espectrogramas alfa de análise de Urânio de duas destas amostras. As razões isotópicas do $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ nestes espectros, por sinal bem diferentes, indicam que a água de Klina é uma água de um lençol freático profundo, enquanto que a água da rede pública de Pristina é tipicamente uma água de superfície (de uma albufeira ou rio). O método utilizado seria igualmente sensível a desequilíbrios isotópicos ou contaminação causada pelo Urânio empobrecido.

4.3.4 Aerossóis

A Tabela 28 mostra os resultados da análise por espectrometria gama dos filtros com as amostras de poeiras atmosféricas (aerossóis). Os radionuclídeos Berílio-7 e Chumbo-210 são típicos de amostras atmosféricas. Não foram detectados Urânio-236, Plutónio-237 nem Amerício-241, cuja presença seria indicadora de contaminação atmosférica por partículas

contendo elementos transuranianos provenientes da reutilização de Urânio reprocessado (isto é, recuperado de combustível nuclear irradiado). Num dos filtros de poeiras detectaram-se vestígios de ^{137}Cs , o que corresponde à re-suspensão de partículas do solo, onde existe ^{137}Cs das deposições atmosféricas passadas.

Os mesmos filtros com as poeiras atmosféricas foram analisados por espectrometria alfa a fim de permitir a determinação das concentrações dos vários isotópos do Urânio (Tabela 29). Todos os resultados são consistentes com a presença de Urânio natural, não havendo, hoje, aerossóis de Urânio empobrecido nestas localidades. As concentrações de Urânio são naturalmente variáveis de local para local e, num mesmo local, dependem da quantidade de poeiras em suspensão na atmosfera. Os resultados das amostras de aerossóis dos Balcãs podem ser comparados com amostras do mesmo tipo recolhidas em Portugal (Tabela 30).

4.4 *Análise de amostras de urina por espectrometria alfa*

Por espectrometria alfa analisaram-se, para Urânio, amostras de urinas dos militares e alguns civis que estiveram, ou que ainda estão, em serviço nos Balcãs (Tabelas 31, 32, 33 e 34). Para comparação foram analisadas pelo mesmo método amostras de urina de indivíduos que não estiveram nos Balcãs (Tabela 35). Os resultados, expressos em ng L^{-1} , são comparáveis entre os vários grupos. Com base nas amostras analisadas não é possível detectar diferenças significativas na concentração do Urânio na excreção urinária dos elementos que estiveram no Kosovo, na Bósnia ou em Portugal. Para além disso, em todas as amostras a razão isotópica $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ apresenta-se normal e não indica contaminação interna dos indivíduos com Urânio empobrecido. Apenas com a possível excepção do caso de um civil da população do Kosovo (Tabela 31).

Os valores da concentração de Urânio na excreção urinária de portugueses que nunca se deslocaram aos Balcãs (Tabela 35) sugerem um intervalo de variação relativamente amplo, 34 a 154 ng L^{-1} . O valor médio

deste pequeno grupo é de 95 ng L^{-1} . Podemos também admitir, ainda que provisoriamente, que os indivíduos analisados incluindo os que estiveram nos Balcãs (Tabelas 31 a 35) são, todos eles, elementos com teores “normais” de Urânio na excreção urinária, e, neste caso, a média geral seria de cerca de 75 ng L^{-1} . Os valores individuais correspondentes distribuem-se entre uma concentração mínima de 7 ng L^{-1} e uma concentração máxima de 682 ng L^{-1} .

O valor médio (provisório) de Urânio na excreção urinária, 95 ou mesmo 75 ng L^{-1} , é relativamente elevado em comparação com valores da população de outros países. Por exemplo, estudos feitos sobre a população norte americana apontam para concentrações de Urânio na urina da ordem dos 11 ng L^{-1} , $12,8 \text{ ng L}^{-1}$ e 22 ng L^{-1} , dependendo dos estudos (Ting *et al.*, 1999; Hooper *et al.*, 1999). Como estudos deste tipo nunca foram efectuados na população portuguesa, debatemo-nos com a dificuldade de não conhecermos os valores normais para a nossa população. Contudo, uma amostra maior da população portuguesa encontra-se em fase de análise, o que nos permitirá em breve indicar um valor médio de referência mais representativo da população.

No entanto, há três constatações que se podem fazer desde já. Primeiro, que não há diferenças flagrantes entre os vários grupos analisados (Tabelas 31 a 35). Segundo, que as razões isotópicas de $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ nas amostras analisadas não indicam anomalias, com uma possível excepção de um civil do Kosovo (Tabela 31). Terceiro, a excreção urinária de Urânio em soldados americanos atingidos por estilhaços de Urânio empobrecido durante a guerra do Golfo, corresponde a concentrações de $10\text{-}18 \mu\text{g L}^{-1}$, ou seja, um factor de 100 a 1000 vezes mais elevado do que medimos nos elementos Portugueses que estiveram nos Balcãs (Hooper *et al.*, 1999). Deve acrescentar-se que um grupo de 33 veteranos da guerra do Golfo, contaminados internamente com Urânio empobrecido, vêm sendo medicamente acompanhados e, dez anos depois, não se registou nenhum caso de leucemia nem se observou nenhuma relação entre a excreção urinária de níveis de Urânio tão elevados e disfunções renais (Hooper *et al.*, 1999; Priest, 2001).

4.5 Pesquisa de efeitos biológicos das radiações por métodos citogenéticos

Em condições experimentais controladas, procedeu-se à pesquisa das aberrações cromossômicas nos linfócitos do sangue periférico de 15 militares que fizeram comissões de serviço nos Balcãs, seleccionados pelos Hospitais Militares. Trata-se dos mesmos indivíduos analisados para Urânio e mencionados na Tabela 34. Em simultâneo, como controlo, fez-se idêntica análise citogenética em dois militares que não fizeram comissões de serviço no estrangeiro (Figura 24).

Na altura da colheita do sangue para análise, os dadores foram submetidos a um inquérito confidencial e exaustivo sobre: história pessoal e profissional presente e passada, ambiente no local de trabalho, estilo de vida, tipo de alimentação, hábitos tabágicos, história clínica e genética.

Os resultados das análises citogenéticas destes indivíduos constam da Tabela 36. Para cada indivíduo apresentam-se os danos cromossômicos encontrados nas células observadas.

Com base nestes resultados pode afirmar-se que há 95% de probabilidades de que a dose de radiação, equivalente a uma exposição de corpo inteiro, recebida pelos linfócitos do sangue periférico dos indivíduos estudados não excedeu o limiar de sensibilidade desta técnica. Os resultados sugerem, pois, que os indivíduos estudados não foram expostos a radiações ionizantes, talvez com a excepção possível dos indivíduos números 2 e 9.

Admitindo que as aberrações cromossômicas do tipo dicêntrico observadas nos indivíduos números 2 e 9 (Tabela 36) resultaram de danos induzidos pelas radiações ionizantes, então as lesões observadas sugerem que estes indivíduos poderão ter recebido uma dose da ordem dos 130 mGy de radiação gama ou de 13 mGy no caso de exposição a radiação alfa. No entanto, um destes indivíduos foi já especificamente analisado para Urânio na excreção urinária, não tendo sido encontrado indício de contaminação interna por este radioelemento (Tabela 34).

Do inquérito individual sabe-se que o indivíduo número 2 (Tabela 36) realizou exames radiográficos no mês anterior e que está, de momento, sob

medicação, o que pode ter influenciado os resultados da pesquisa citogenética. Sabe-se também que o indivíduo número 9 (Tabela 36) apresenta uma história clínica, pessoal e familiar, complexa e anterior à missão nos Balcãs, o que permite supor que os dicêntricos observados não estarão relacionados com uma eventual exposição a Urânio empobrecido ou a radiações ionizantes nos Balcãs, mas poderão ter outra causa.

Entre os indivíduos deste grupo seleccionado pelos Hospitais Militares (Tabelas 34 e 36) contam-se três que têm problemas de saúde e são actualmente objecto de acompanhamento médico. Nenhum destes três indivíduos teve resultados positivos (isto é, valores anormais) tanto nas análises de Urânio na urina como na pesquisa de efeitos das radiações por análise citogenética.

4.6 *Análise de fragmentos de munições e de locais de impacto de munições com Urânio empobrecido*

Um fragmento de um projectil de Urânio empobrecido, de uma munição utilizada nos arredores de Sarajevo, foi recolhido pela equipa do ITN-DPRSN. Este fragmento tem um peso de 185 g.

A análise do metal por espectrometria alfa indica claramente que se trata de Urânio empobrecido com traços de Urânio-236. A percentagem de U-235, 0,20%, é típica do Urânio empobrecido. A proporção de U-236 é apenas cerca de $2,8 \times 10^{-3}\%$ da massa do Urânio (Figura 25). A análise por espectrometria alfa não indicou a presença de Plutónio nesta munição. A análise por espectrometria gama deste fragmento de munição e de amostras recolhidas nos sítios de impacto das munições de Urânio não revelam a presença de produtos de cisão nem de transurânicos emissores gama (Tabela 20).

A terra e detritos acumulados no interior de um buraco de bala de Urânio empobrecido, recolhidos na Estação 43, Kosovo, foram analisados por espectrometria gama (Figura 26). São detectáveis vestígios de Protactínio-234^m e de Urânio-235. A análise do mesmo material por espectrometria alfa

confirma a contaminação do solo no buraco de impacto com Urânio empobrecido (Tabela 23).

Com base nas medições efectuadas, (e re-avaliação feita após o Relatório Preliminar) um projectil de Urânio origina uma dose de radiação gama de $0,01 \mu\text{Sv.h}^{-1}$ a 1 metro e uma dose de radiação beta, ao contacto, de 2 mSv.h^{-1} .

Assim, pode concluir-se que a exposição à radiação gama é quase insignificante, mas a exposição à radiação beta poderá ser significativa, com possibilidade de indução de lesões dérmicas, se o projectil permanecer muito tempo em contacto com a pele. Se, por hipótese, alguém utilizar um destes projecteis como adorno (suspense ao pescoço, porta chaves, etc.) e o mantiver em contacto frequente com a pele, o equivalente de dose na pele pode atingir 9 Sv por ano. Recorde-se que os limites anuais de dose eficaz e de dose equivalente para a pele são de 1 mSv e de 50 mSv, respectivamente (Directiva 96/29 EURATOM do Conselho, de 13-5-1996).

Por isso mesmo, a população deverá ser desaconselhada de guardar tais objectos como “recordação de guerra”.

4.7 Entrevistas com autoridades médico-sanitárias locais e das Forças Multinacionais

Uma descrição mais pormenorizada destas entrevistas é apresentada no Anexo 1.

Não tivemos a oportunidade de contactar as entidades médico-sanitárias da Província do Kosovo.

Na Bósnia-Herzegovina, tivemos uma entrevista com o Dr. Mehidin Sirbubalo, Director da Administração Federal para a Protecção e Segurança Radiológica, e Mrs. Branka Bartolovic', Inspector Federal de Segurança Radiológica. Este organismo está sob a tutela do Ministério da Saúde⁴.

⁴ Ministry of Health, Federal Administration for Radiation Protection and Radiation Safety, Titova 9, Sarajevo.

Nos comentários à Missão Científica Portuguesa, o Dr. Sirbubalu informou-nos que as autoridades da BiH não estão a proceder a um levantamento radiológico, em parte devido à falta de equipamento e que, apesar da preocupação com o Urânio empobrecido, não têm dados epidemiológicos que permitam avaliar os efeitos sobre a saúde da população.

Encontrámo-nos com o Dr. Zlatko Rabovic', hematologista chefe da Clínica Central da Universidade de Sarajevo. O Dr. Rabovic' informou a Missão Portuguesa acerca das lacunas e dificuldades existentes com o registo nacional de leucemias e sarcomas. Entre os doentes que afluem à Clínica Central, desde 1999 tem apenas um caso de leucemia.

Encontrámo-nos com o Dr. F. Kulenovic', director do Instituto de Saúde Pública do Cantão de Sarajevo, que considera que pode ter havido um ligeiro aumento de casos de carcinomas registados em 1996-97, mas daí para cá as ocorrências terão decrescido e voltado a valores normais. Considerou, com base nas estatísticas do Cantão de Sarajevo, que a mortalidade, observada nos últimos anos, devida a todos os tipos de cancro, é comparável à de outros países europeus.

No Hospital de Oncologia de Sarajevo encontrámo-nos com o Dr. Beslija, radioterapeuta. O Dr. Beslija explicou-nos que a taxa de incidência de tumores malignos no Cantão de Sarajevo não é superior à taxa de incidência na Eslovénia, País vizinho que não sofreu a guerra. Para os médicos do Hospital de Oncologia, o "síndrome dos Balcãs" é uma expressão que não faz sentido, disse-nos ainda o Dr. Beslija.

No Campo de Dannervique, nos arredores de Sarajevo, um dos aquartelamentos que monitorizámos, encontrámo-nos com o Coronel-médico da Companhia Dinamarquesa que aí se encontra estacionada. Fomos informados que, desde há algum tempo, vários militares dinamarqueses apresentavam uma patologia típica de intoxicação por metais pesados. As análises efectuadas em amostras de sangue permitiram concluir que se tratava de intoxicação por chumbo. Concluiu-se que isso resulta do local do aquartelamento, que corresponde a um antigo sítio industrial que não foi descontaminado. Dado que, nalguns casos, as concentrações de chumbo no

soro sanguíneo eram elevadas, e acima dos máximos recomendados pela OMS, as chefias militares decidiram-se por uma redução da duração da missão individual e por uma rotação mais rápida do pessoal enviado aos Balcãs. Actualmente procedem a um controlo periódico dos teores de chumbo nos elementos daquela Brigada.

No Campo One Carreau, onde se situa o Hospital Militar da SFOR, encontrámo-nos com os elementos da Brigada NBQ da Força Alemã, Cor. R. Rambouski⁵. Os elementos desta Brigada estavam particularmente interessados em comparar os resultados das suas medições com os da Missão Científica Portuguesa, já que visitáramos os mesmos locais em dias diferentes. Pudémos concluir que os resultados das medidas de dose e de contaminação eram muito concordantes.

4.8 Outros problemas sanitários com potencial impacto na saúde pública

Embora a Missão Científica portuguesa tivesse por incumbência avaliar especificamente o risco radiológico resultante do uso das munições com Urânio empobrecido, no terreno pudémos observar que existem outros problemas sanitários que podem constituir uma ameaça séria para a saúde pública.

No Norte do Kosovo, na zona do complexo industrial de Trerza, hoje paralisado, existem vastas lixeiras de resíduos industriais entre os quais se incluem resíduos de Chumbo, Cádmiio e Fosfatos. De um modo geral por todo o Kosovo, os cursos de água estão transformados em lixeiras e são o sítio de eleição para “eliminação” de velhos veículos automóveis. Nas povoações, de uma forma geral, a recolha dos lixos domésticos urbanos, incluindo os detritos do abate de gado, é muito deficiente ou, por vezes, inexistente.

Na Bósnia-Herzegovina, que conheceu um maior desenvolvimento industrial e económico que o Kosovo, pudémos verificar que o

⁵ Armed Forces Scientific Institute for Protection Technologies, NBC Protection, P.O. Box 1142, D-29623 Munster, Germany.

acondicionamento de produtos industriais tóxicos é, por vezes, muito precário. Por exemplo, nas instalações da Fábrica Famos, em Hrasnica, nos arredores norte de Sarajevo, estão depositadas mais de 50 toneladas de Cianeto e cerca de 20 toneladas de Hidróxido de Sódio concentrado, em condições deficientes.

No norte da BiH, comuna de Granica, um antigo complexo industrial originou problemas de poluição sendo preocupantes os teores de Chumbo, Níquel, Lítio e Cádmio no ambiente daquela região.

Nos terrenos da comuna de Hadzici, a sul de Sarajevo, existem toneladas de munições dispersas pelos bosques, resultantes do bombardeamento de antigos paióis ocultos nesses bosques. Nas colinas em redor de Sarajevo, nomeadamente ao longo da estrada para Pale, existem campos minados cuja sinalização é quase inexistente. A SFOR efectua campanhas de alerta e informação sobre o risco das minas, mas existem ainda dezenas de milhares de minas nos terrenos em redor de Sarajevo.

O Comando da SFOR, consciente destes problemas, tem tomado medidas para controlar ou minorar os riscos decorrentes de lixos industriais tóxicos e do material de guerra ainda presente no terreno. Mas, neste domínio, há muito por fazer.

5 RESULTADOS DO RASTREIO DE URÂNIO NAS AMOSTRAS RECOLHIDAS PELOS HOSPITAIS MILITARES

Desde meados de Janeiro de 2001 até ao presente, o DPRSN efectuou análises de Urânio em 2500 amostras de urina de 24 horas, sendo a maioria delas parte do rastreio médico efectuado pelos Hospitais Militares aos elementos que cumpriram missões nos Balcãs.

Estas amostras foram entregues no ITN-DPRSN à cadência permitida pela recolha. Do total de amostras analisadas 75% foram enviadas pelo Hospital Militar Principal, 12% pelo Hospital da Força Aérea, 7% pelo Hospital da Marinha tendo os restantes 6% sido recolhidos pelo DPRSN. Todas as amostras enviadas pelos Hospitais Militares ao DPRSN foram recebidas devidamente codificadas com um número de identificação, e os dados mantidos no anonimato. Todas as amostras recebidas foram analisadas para Urânio e os resultados comunicados aos Hospitais Militares para a interpretação clínica e registo nas fichas médicas. Além das amostras referidas solicitámos aos Hospitais a colheita de 250 amostras de referência, isto é recolhidas em aquartelamentos em Portugal e de dadores militares que nunca estiveram nos Balcãs. Estas amostras de referências são um elemento de comparação indispensável para se poder avaliar se ocorreu, ou não, contaminação dos indivíduos que estiveram em serviço nos Balcãs.

A avaliação global dos resultados que aqui é feita, sem quebra do anonimato dos dadores e sem prejuízo da valorização clínica que deverá ser feita pelas autoridades médicas, é absolutamente necessária para que de um ponto de vista estatístico se avalie o que são os valores de Urânio “normais” no grupo de referência, e os valores de Urânio em cada um dos grupos que estiveram nos Balcãs.

As Figuras 27 e 28 mostram os histogramas de actividade de Urânio nos vários grupos de indivíduos. A análise estatística não foi ainda efectuada para a totalidade das amostras analisadas (cerca de 2500) porque

até ao momento só nos foi disponibilizada a informação sobre o local onde os dadores estiveram em missão para cerca de 1100 indivíduos.

A Tabela 37 resume os dados estatísticos principais, resultantes da análise dos grupos de indivíduos analisados. A observação destes resultados permite concluir que não são detectáveis diferenças estatisticamente significativas das medidas de Urânio efectuadas nos militares e civis do grupo que esteve apenas no Kosovo, do grupo que esteve apenas na Bósnia, no grupo dos que estiveram no Kosovo mais Bósnia, e no grupo daqueles que nunca saíram de Portugal. Também não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre civis e militares. Note-se, ainda, que o grupo de referência tem até valores de Urânio ligeiramente superiores aos dos grupos que estiveram nos Balcãs. Apesar de estas serem diferenças muito pequenas, poderão ser um reflexo das diferenças na ingestão de Urânio com a alimentação e com a água consumida em Portugal e nos Balcãs.

Os resultados aqui expostos e a simples comparação dos histogramas das Figuras 27 e 28, falam por si. Não há, pois, indício de contaminação pelo Urânio nos indivíduos que estão ou estiveram nos Balcãs e que acorreram ao rastreio para determinação de radioactividade beta na excreção urinária.

Dado o carácter pouco habitual deste tipo de estudos em Portugal, justifica-se, ainda, levar um pouco mais longe a interpretação dos resultados.

As concentrações de Urânio no grupo de referência da população Portuguesa (mediana $3,2 \text{ net cpm L}^{-1}$, que corresponderá aproximadamente a uma concentração de Urânio de cerca de 75 ng L^{-1}), significam que o valor máximo individual medido ($10,5 \text{ net cpm L}^{-1}$) é apenas 3,3 vezes mais elevado que a mediana (Tabela 37). Ou seja, corresponderá aproximadamente a uma concentração de 248 ng L^{-1} de Urânio ($0,248 \mu\text{g L}^{-1}$). O caso singular de concentração mais elevada que medimos, por espectrometria alfa, foi de 682 ng L^{-1} (Tabela 32).

No nosso País não existe legislação de higiene no trabalho que estabeleça concentrações máximas admissíveis de Urânio na excreção

urinária. Para situarmos os valores medidos podemos compará-los com os “limites de decisão” para aplicação de normas de segurança em locais de trabalho (mineiros e trabalhadores profissionalmente expostos ao Urânio) que nos Estados Unidos é de $0,8 \mu\text{g L}^{-1}$ para Urânio na urina (FEMP, 1997).

Ou seja, no caso dos militares e para-militares portugueses analisados (e incluindo também os civis do Kosovo analisados) em nenhum indivíduo se detectaram concentrações de Urânio próximas dos limites ocupacionais. Na realidade, o valor da concentração mediana determinada nos militares portugueses, cerca de 75 ng L^{-1} , não excede 1/10 daquele limite ocupacional.

De entre os valores de Urânio em indivíduos seleccionados pelos Hospitais Militares (supostamente com base em critérios médicos e não apenas fruto da selecção ao acaso), o valor mais elevado é de 347 ng L^{-1} (Tabela 34), muito inferior, também, aos limites da legislação sanitária aplicada nos EUA.

6 ANÁLISE DE URÂNIO EM TECIDOS RECOLHIDOS *POST-MORTEM*

Foi-nos solicitado a análise de tecidos recolhidos “post-mortem” durante a autópsia de um elemento que prestou serviço na região dos Balcãs e que, de acordo com a certidão de óbito, faleceu de uma leucemia mielóide.

A análise de radioactividade nos tecidos foi efectuada por espectrometria gama e, de seguida, por espectrometria alfa. Simultaneamente, e para fins de comparação, foram solicitadas amostras de tecidos ao Instituto de Medicina Legal de Lisboa. Amostras equivalentes, recolhidas com o respeito pelas disposições legais e éticas que se aplicam nesta matéria, foram fornecidas pelo Instituto de Medicina Legal ao DPRSN. Estes tecidos foram analisados pelos mesmos métodos e com os mesmos instrumentos que as anteriores amostras. Os resultados são apresentados nas Tabelas 38 e 39.

Dos resultados obtidos pode concluir-se que radionuclídeos emissores gama de origem artificial não se encontravam presentes nem nos tecidos do elemento que esteve nos Balcãs nem dos elementos “testemunho” (Tabela 38). Das análises por espectrometria alfa concluiu-se que o organismo do elemento que esteve nos Balcãs tinha concentrações de Urânio típicas, isto é, comparáveis às dos elementos “testemunho” (Tabela 39).

Não é pois possível estabelecer uma ligação entre a doença contraída por esse elemento e a presença de Urânio empobrecido, ou qualquer outro radionuclídeo, no organismo do falecido.

7 CONCLUSÕES

O trabalho de investigação científica realizado pelo DPRSN fez uso de metodologias e instrumentação várias e do “know-how” relativamente diversificado que existe no Departamento. Procurou-se obter resposta, de forma tão aprofundada e completa quanto possível, às perguntas formuladas sobre a eventual contaminação pelo Urânio empobrecido e sobre o risco radiológico a que estão sujeitos os portugueses em missão nos Balcãs.

Durante a realização das análises das amostras dos Balcãs, e correspondendo a um convite oficial do MCT à OMS, deslocaram-se a Portugal dois funcionários da OMS com a finalidade de avaliar o trabalho em curso no DPRSN e de trocar impressões acerca dos resultados da missão da própria OMS ao Kosovo.

A delegação da OMS⁶, constituída pelos Srs. P. Rushbrook e C. Dora, visitou o ITN-DPRSN a 5 de Março de 2001, e puderam observar e debater pormenorizadamente o trabalho em curso. Acerca deste trabalho escreveram no seu relatório da visita:

...“We were very impressed by the breadth of the programme of environmental sampling undertaken in the Balkans and the thoroughness of the analytical effort being made in Portugal. The work conducted on alpha spectrometry is particularly useful in order to identify isotopic abundance of uranium and other isotopes. Your detailed results were the first that we had seen that demonstrate clearly the absence of elevated uranium concentrations and radioactivity in environmental samples from Kosovo and Bosnia. We congratulate you and your staff on their hard work and attention to detail.”....

Este comentário é digno de registo pois provem de uma entidade externa, independente e competente neste domínio.

Do vasto conjunto de resultados obtidos, fruto de um labor intensivo durante os últimos três meses, é possível extrair as conclusões

⁶ World Health Organization, European Centre for Environment and Health, WHO Rome Division.

seguintes.

1. Os aquartelamentos utilizados, hoje e nos anos anteriores, pelos militares portugueses em serviço nos Balcãs não estão contaminados com Urânio empobrecido. Não estão, também, contaminados com qualquer outro elemento radioactivo de origem natural ou artificial, para além do fundo radioactivo ambiental normal. Nos Balcãs o fundo radioactivo natural, não sendo substancialmente diferente do fundo radioactivo das regiões Portuguesas, é mesmo assim, ligeiramente mais baixo devido à litologia daquela região.
2. Os veículos, fardamentos e outros equipamentos utilizados pelos militares portugueses no Kosovo e na Bósnia foram cuidadosamente monitorizados. Não foi encontrado qualquer vestígio de contaminação radioactiva que pudesse ter sido contraída no decurso das patrulhas e missões que diariamente realizam nas áreas da sua responsabilidade.
3. Os resultados das análises das amostras de solos, poeiras atmosféricas, alimentos e águas recolhidas no Kosovo indicam que não há contaminação radioactiva generalizada do ambiente. Nas zonas monitorizadas, o que no Kosovo corresponde à quase totalidade da província, os elementos portugueses não estão, pois, em contacto com elementos radioactivos e em particular com Urânio empobrecido disperso no ambiente, que representem um risco de irradiação ou de contaminação com algum significado para a saúde.
Na Bósnia-Herzegovina a missão científica monitorizou cerca de metade do País, tendo encontrado uma situação semelhante, isto é, de não existência de uma contaminação radioactiva generalizada do ambiente, tal como se pode concluir das análises efectuadas *in situ* e no laboratório.
4. Constituem excepções os locais que, especificamente, foram bombardeados com munições contendo Urânio empobrecido.

Nestes locais encontrámos vestígios de Urânio empobrecido, embora a contaminação e o acréscimo de radiação se restringissem aos sítios de impacto directo das munições. No ambiente circundante, nomeadamente solos e água colhidos a muito curta distância desses locais, não foram detectadas concentrações de Urânio mais elevadas que o fundo radioactivo natural. É lícito supor que idêntica descrição se aplique a outros locais bombardeados, e que a missão não visitou.

5. O único elemento radioactivo de origem artificial geralmente presente nos solos colhidos nos Balcãs é o Césio-137, proveniente dos testes de bombas nucleares e do acidente de Chernobyl. Note-se que este radionuclido está presente em todas as latitudes do nosso planeta. As concentrações de ^{137}Cs nos solos dos Balcãs são ligeiramente mais elevadas que nos solos de Portugal devido à deposição mais intensa das poeiras radioactivas de Chernobyl naquela área. No entanto, as concentrações de ^{137}Cs nos aerossóis e nos alimentos não são significativamente mais elevadas nos Balcãs. Em virtude disso, mesmo o ^{137}Cs , nas concentrações ali medidas, não representa um risco radiológico para a saúde pública.
6. As munições de Urânio empobrecido utilizadas pela NATO nos Balcãs contêm uma contaminação de ^{236}U . No fragmento analisado o ^{236}U representa $2,8 \times 10^{-3}\%$ do Urânio total. Não encontrámos vestígios de Plutónio, Amerício e de produtos de cisão, pelo que se pode aceitar a explicação de que se trata de uma contaminação ocorrida na instalação de fabrico das munições e não do recurso a Urânio proveniente do reprocessamento de combustível nuclear.
7. No Kosovo terão sido utilizados 31 000 destas munições e talvez umas 5000 na Bósnia. Muitas não terão atingido os alvos e ter-se-ão perdido no terreno, penetrando mais ou menos profundamente nos solos próximo dos alvos. Vários destes

projecteis de Urânio têm sido encontrados pelas populações, conforme pudémos testemunhar. Guardar um destes “penetradores” de Urânio metálico (no bolso, como adorno em torno do pescoço, em casa, etc.) pode causar, após um período prolongado de contacto com a pele, uma irradiação significativa. É, pois, de grande importância que a população local seja instruída a não guardar tais objectos e a assinalá-los aos militares das Forças Multinacionais. Os militares portugueses devem ser, também, formalmente instruídos a este respeito e desaconselhados de guardar estes objectos como “recordações dos Balcãs”.

8. Das entrevistas na Bósnia-Herzegovina com as autoridades responsáveis pela protecção e segurança radiológica, bem como com todas as autoridades médicas relevantes na zona de Sarajevo, concluiu-se que não existem resultados sobre os níveis de radiação ambiental actuais. As estatísticas dos Hospitais acerca da ocorrência de doenças malignas não demonstram a existência de um surto epidemiológico de leucemias e de tumores malignos na população civil. Os médicos com quem falámos concordam, no entanto, que existe um hiato nas estatísticas de saúde devido à guerra e que quaisquer comparações de taxas actuais de ocorrência de doenças malignas com estatísticas anteriores à guerra, são afectadas pelos grandes deslocamentos e segregação de populações, para além das deficiências de registo causadas pela própria guerra. No entanto, a experiência e registos do Hospital de Oncologia indicam que a ocorrência de tumores sólidos no Cantão de Sarajevo é, por exemplo, inferior à verificada na Eslovénia, onde não houve guerra. A experiência de outros médicos, especialistas em leucemias, leva-os também a afirmar que não há um surto de leucemias na BiH no post-guerra, isto é de 1996 para cá. Embora estas afirmações das

autoridades médicas locais devam ser aceites com alguma reserva, até que dados mais completos possam ser apresentados, os estudos epidemiológicos possíveis parecem ser de alcance muito reduzido.

- 9.** As análises dos alimentos disponíveis nos mercados locais do Kosovo e da Bósnia, bem como dos alimentos fornecidos ao destacamento português através da cadeia logística da NATO, indicam que o seu consumo não representa uma via de contaminação pelo Urânio empobrecido para os militares, para-militares e civis que ali estão em serviço. Tão pouco foram detectados nesses alimentos quaisquer outros elementos radioactivos que possam ter um impacto sobre a saúde.
- 10.** As doses de radiação interna resultantes da ingestão de alimentos disponíveis nos Balcãs não representam um risco radiológico superior ao da ingestão dos alimentos provenientes de Portugal, ou fornecidos pela cadeia logística da NATO. Obviamente, que destes resultados não devem ser tiradas ilações sobre o risco de contaminantes não-radioactivos (químicos, bacteriológicos, outros) eventualmente presentes nos alimentos. Esta Missão não investigou esses riscos.
- 11.** A análise isotópica do Urânio, nas amostras de urina de soldados que se encontravam no Kosovo e na Bósnia em Janeiro de 2001, indica que a concentração do Urânio total e a composição isotópica deste Urânio é comparável à da população portuguesa. Nestes grupos de militares não se encontraram, pois, indícios de contaminação pelo Urânio empobrecido.
- 12.** Do rastreio geral efectuado pelos Hospitais Militares aos elementos portugueses que prestaram serviço nos Balcãs, resultou a colheita de cerca de 2500 amostras de urina. Todas estas amostras foram analisadas, o que significa que até ao momento se procedeu à análise de Urânio em cerca de metade dos elementos portugueses que passaram pelos Balcãs. Os

resultados não indicam qualquer diferença, estatisticamente significativa, entre os grupos que prestaram serviço no Kosovo, na Bósnia e os elementos de referência (isto é, militares e civis que nunca estiveram nos Balcãs). Não há, pois, indícios que a generalidade dos militares portugueses tenha estado em contacto com o Urânio empobrecido. Tendo em consideração que os elementos portugueses nos Balcãs raramente, ou nunca, se deslocam sozinhos, a probabilidade de algum elemento não rastreado poder estar contaminado é, pois, muito reduzida ou mesmo praticamente nula.

13. A análise citogenética, através da contagem de dicêntricos e outras lesões cromossómicas, foi efectuada a vários militares que serviram nos Balcãs e que foram seleccionados pelos Hospitais Militares. Os resultados indicam, na maioria dos casos, valores normais, isto é idênticos aos testemunhos. Ou seja, o grupo dos militares analisado não esteve exposto a doses de radiação significativamente elevadas. Os mesmos indivíduos apresentavam também baixos teores de Urânio na urina, sendo congruentes os resultados da dosimetria biológica com os resultados das análises de Urânio na urina.
14. A análise de Urânio na urina de três elementos das Forças Armadas que prestaram serviço nos Balcãs, e que hoje se encontram doentes e sob cuidados médicos, não indica a presença de Urânio em concentrações anormalmente elevadas. Não há, pois, indícios de que estejam internamente contaminados com Urânio. As análises citogenéticas dos mesmos três indivíduos, indicam que não estiveram expostos a doses de radiações ionizantes, de fontes internas ou externas, que pudessem causar a doença observada (resultado negativo). Em dois outros indivíduos analisados pelo DPRSN, sem sintomatologia clínica de doença, foram observados efeitos citogenéticos nos cromossomas, do tipo que seria imputável a

exposição a radiações ionizantes (resultado positivo) (Tabela 36, números 2 e 9). No entanto, o resultado do indivíduo nº. 2 poderá ser consequência de exames e medicação genérica em curso, e o indivíduo nº. 9 tem uma história clínica pessoal e familiar muito complexa, podendo a causa dos dicêntricos observados ser outra.

- 15.** A análise *post-mortem* de Urânio em tecidos de um indivíduo que prestou serviço nos Balcãs e, posteriormente, faleceu de leucemia mielóide, não indicou a presença de Urânio empobrecido, nem de qualquer outro radionuclido, em concentrações acima do normal quando comparado com indivíduos que não estiveram nos Balcãs.

Em resumo, de todas as amostras que foram analisadas, e do que aqui se encontra documentado e interpretado, não encontrámos indícios de contaminação ambiental generalizada pelo Urânio empobrecido no Kosovo e na Bósnia-Herzegovina e, também, não encontrámos vestígios de contaminação pelo Urânio no contingente de militares e para-militares que serviram nos Balcãs. No caso dos elementos doentes, e para os quais foi solicitada a nossa colaboração através de análises especializadas, ficou estabelecida a não existência de contaminação pelo Urânio empobrecido. Num caso em que ocorreu o falecimento do indivíduo, a análise *post-mortem* dos tecidos indicou que não existia contaminação interna pelo Urânio empobrecido ou por qualquer outro elemento radioactivo.

De toda a evidência reunida no decurso deste trabalho existe, pois, uma base suficientemente sólida para concluir que não há uma relação causa-efeito entre exposição ao Urânio empobrecido e os óbitos e doenças observados nos militares portugueses que estiveram nos Balcãs.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballestra S., Pettersson H., Gastaud J., Parsi P. and Vas D. (1997). Report on the Intercomparison run IAEA-315 Radionuclides in Marine Environment 1992-1996. IAEA, Marine Environment Laboratory, Monaco.
- Bordy J.M., Stadtmann H., Ambrosi P., Bartlett D.T., Christensen P., Colgan T., Hyvönen H., (2000). Reference Test of Dosimetric Services in the EU Member States and Switzerland for the Routine Assessment of Individual Doses (Photon, Beta and Neutron). Radiat. Prot. Dosim. 89: 107-154.
- Carvalho F.P., Villeneuve J.P. and Cattini C. (1999). Determination of organochlorine compounds, petroleum hydrocarbons, and sterols in a sediment sample, IAEA-383. Results of an intercomparison exercise. Intern. J. Environ. Anal. Chem. 75(4):315-329.
- Coquery M., Carvalho F.P., Azemard S., Bachelez M. and Horvat M. (2000). Certification of trace and major elements and methylmercury concentrations in a macroalgae (*Fucus* sp.) reference material, IAEA-140. Fresenius J. Anal. Chem. 366:792-801.
- DPRSN (2001). Relatório Preliminar. Missão Científica no Kosovo e na Bósnia-Herzegovina para avaliação da contaminação radioactiva e do risco radiológico resultantes do uso de munições com Urânio empobrecido. Instituto Tecnológico e Nuclear – DPRSN, Sacavém, Portugal. ISBN: 972-95401-3-6, Depósito Legal: 163402/01.
- Eisenbud M. and Gessel T. (1997). Environmental Radioactivity. 4th Edition, Academic Press, London.
- Erickson, M. (1997). HASL 300 – the Procedures Manual of the Environmental Measurements Laboratory, Vol II, Section 4.5.4., 28th Edition, U.S. Department of Energy, N.Y.

- FEMP (1997). Fernald Environmental Management Project. Technical basis for internal dosimetry at the Fernald Management Project, Revision 3, dated December 23. Cincinnati, OH: FEMP; Publication SD 2008; USA.
- Fulco, C.E., C.T. Liverman, H.C. Sox, Editors (2000). Gulf War and Health. Vol. 1 Depleted Uranium, Sarin, Pyridostigmine Bromide, Vaccines. National Academy Press, Washington DC.
- Gilmore G., Hemingway, J. (1995). Practical Gamma-Ray Spectrometry, John Wiley & Sons Ltd., England.
- Hirning, C.R. (1992). Detection and Determination Limits for Thermoluminescence Dosimetry. Health Phys., 62: 223-227.
- Hooper F.J., Squibb K.S., Siegel E.L., McPhaul K. and Keogh J.P. (1999). Elevated urine uranium excretion by soldiers with retained uranium shrapnel. Health Physics 77(5):512-519.
- IAEA (1986). Biological Dosimetry: Chromosomal Aberration Analysis for Dose Assessment. Technical Report Series, N°. 260, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- Ivanovich M., Harmon R.S. Editors (1982). Uranium series disequilibrium: applications to environmental problems. Clarendon Press. Oxford, UK.
- Leggett R.W. and J.D. Harrison (1995). Fractional absorption of ingested uranium in humans. Health Physics 68(4):484-498.
- Neghabian (1991). Verwendung von wiederaufgearbeitetem Uran und von abgereichertem Uran, von A.R. Neghabian, H.J. Becker, A. Baran, H.-W. Binzel, Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.), Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz, BMU-1992-332, November 1991, 186 S.
- Povinec, P. and Pham M. (2000). Report on the Intercomparison Run IAEA-384, Radionuclides in Fangataufa Lagoon Sediment. IAEA, Marine Environment Laboratory, Monaco.
- Priest, N.D. (2001). Toxicity of depleted uranium. Lancet 375:244-246.

- Ting B.G., Paschal D.C., Jarret J.M., Pirkle J.L., Jackson R.J., Sampson E.J., Miller D.T. and Candill S.P. (1999). Uranium and Thorium in urine of United States residents: reference range concentrations. *Environmental Research Section, A* 81:45-51.
- UNEP (2001). Depleted Uranium in Kosovo. Post-conflict Environmental Assessment. United Nations Environmental Programme, Geneva.
- UNSCEAR (1982). "Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects" United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 1982 Report to General Assembly. United Nations, New York.
- UNSCEAR (2000). "Sources and Effects of Ionizing Radiation". United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2000 Report to General Assembly, Vols. I e II, United Nations, New York, 2000.
- WHO (1999). Report of the IRC-CEC Intercomparison concerning the measurement of the natural radioactivity in a lake sediment sample. World Health Organization, IRC, France.
- WHO (2001). Report of the World Health Organization-Depleted Uranium Mission to Kosovo. World Health Organization, Geneva.

9 ANEXO 1 – RELATO PORMENORIZADO DAS ENTREVISTAS COM AUTORIDADES MÉDICO-SANITÁRIAS DA BÓSNIA-HERZEGOVINA

A 15/01/2001, na Bósnia-Herzegovina, tivemos uma entrevista com o Dr. Mehidin Sirbubalo, Director da Administração Federal para a Protecção e Segurança Radiológica. Este organismo está sob a tutela do Ministério da Saúde⁷

Na entrevista procurámos saber que informações dispunham as autoridades da BiH sobre as munições usadas durante a guerra, nomeadamente quantidades e locais em que foram utilizadas, e se efectuaram recolha de fragmentos e monitorização dos locais para avaliar a contaminação causada pelo Urânio empobrecido. Perguntámos ainda se além do Urânio empobrecido teria havido fontes radioactivas, ou instalações com materiais radioactivos que tivessem sido destruídas durante a guerra, ou fontes radioactivas desaparecidas e que possam ter sido, ou vir a ser, a causa de acidentes radiológicos no País.

O Dr. Sirbubalo informou a Missão Portuguesa que ignora onde e em que quantidades foram usadas munições com Urânio empobrecido, embora aguarde que essa informação seja oficialmente fornecida pela NATO⁸. Na BiH, os organismos do Ministério da Saúde não iniciaram nenhuma campanha de informação, de alerta ou de recolha de fragmentos dos projecteis de Urânio empobrecido, assim como não procederam à monitorização das zonas bombardeadas. Disse ainda que o equipamento de que dispõem é antiquado, mas que se a comunidade internacional os apoiar com equipamento poderão fazer esse trabalho. Afirmou-nos ainda que o Ministro da Saúde manifestou já a preocupação das autoridades da BiH sobre o Urânio empobrecido junto da Administração das Nações Unidas e pediu informações detalhadas sobre este assunto.

⁷ Ministry of Health, Federal Administration for Radiation Protection and Radiation Safety, Titova 9, Sarajevo.

⁸ Estas informações foram, entretanto, tornadas públicas pela NATO.

Quanto a fontes radioactivas ou instalações radioactivas do próprio País, nenhuma foram destruídas ou perdidas durante a guerra. Dispersos no País têm, apenas, alguns pára-raios que fazem uso de fontes radioactivas neles incorporadas.

Nas suas respostas à Missão Científica Portuguesa, o Dr. Sirbubalu referiu várias vezes um discurso do Ministro da Saúde da BiH, proferido a 13/01/2001, nomeadamente acerca da preocupação que o uso de Urânio empobrecido e as notícias de elementos militares doentes aparentemente por causa do Urânio, têm causado na população da Bósnia. Segundo as declarações do Ministro, o Instituto Federal de Saúde Pública (Federação Jugoslava) iniciou a monitorização de ocorrência de doenças malignas numa perspectiva epidemiológica. De acordo com o registo dos últimos anos parece haver um aumento da morbilidade de doenças malignas, mas é também admitido pelo Ministro que isso pode ser devido à muito recente melhoria do registo obtida após o restabelecimento da Paz, em contraste com a falta de registo e de óbitos devidamente comprovados durante os anos conturbados de guerra que o País viveu. O Ministro da Saúde admitiu que, em sua opinião, poderá haver um ligeiro aumento de casos de doença e óbitos relacionado com os efeitos radio-tóxicos das munições de Urânio. Admitiu, no entanto, que há falta de dados e que é muito cedo para tirar conclusões. Manifestou, ainda, contrariedade pelo facto da BiH estar a ser usada como palco de investigações sociológicas de todo o tipo, o que não contribui para a serenidade da população. Em face das preocupações com o Urânio pediu à UNEP para realizar uma missão na BiH tal como foi feito no Kosovo.

A 15/01/2001 encontrámo-nos com o Dr. Zlatko Rabovic', Hematologista, Chefe da Clínica Central da Universidade de Sarajevo, e especialista em leucemia e linfomas⁹. Durante este encontro, a propósito da taxa de leucemias no país, o Dr. Rabovic mencionou um estudo feito sob a direcção do Dr. Obradov, um prestigiado epidemiologista da antiga Republica Jugoslava, que investigou os registos de leucemia dos centros de saúde do

⁹ Dr. Zlatko Rabovic', Internista-Hematologista, Klinika Za Hematologiju, Bolnicka 25, 71000 Sarajevo.

País nos anos 1980-1985, época em que eram particularmente bem feitos. Com os dados dessa época, afirmou, foi possível estabelecer uma correlação entre a ocorrência de cancro e os níveis de radiação natural das regiões. Na Bósnia-Herzegovina, há regiões com níveis muito diferentes de radiação natural. Contudo, com a eclosão da guerra, a deslocação de grandes grupos de habitantes e a alteração da divisão administrativa da antiga Jugoslávia, tudo mudou. As populações que acorrem aos Centros de Saúde já não são as mesmas de antes da guerra, os registos dos Centros foram interrompidos e já não seguem hoje os mesmos critérios que na antiga Jugoslávia. A análise de dados é pois muito difícil e será praticamente impossível concluir se há ou não um aumento da taxa de morbilidade de certos tipos de doenças simplesmente comparando os registos do post-guerra com os dos anos 80.

Acerca de um possível incremento de casos de leucemias, linfomas e sarcomas nos últimos cinco anos, o Dr. Zlatko Rabovic respondeu que, no Centro Clínico, tiveram essa “impressão” em 1998-99, sobretudo para o grupo etário acima dos 40 anos, no qual se registaram vários casos de leucemia mieloblástica aguda. De então para cá os números “parecem ter voltado ao normal”. No entanto, o Dr. Zlatko Rabovic, acrescentou que a conclusão é empírica, pois baseia-se não em registos e estatísticas nacionais, mas no número de casos diagnosticados entre a população que afluí ao Hospital. Não há dados nacionais e não pretende que a sua impressão, baseada na experiência hospitalar e pessoal, seja tomada como uma conclusão. Informou-nos que, apesar disso, estão a tratar toda a informação disponível sobre tumores malignos dos anos 90, incluindo o período da guerra. Na população que actualmente ocorre ao Hospital tem, desde 1999 até ao presente, apenas um caso de leucemia.

Visitámos o Dr. Fahrudin Kulenovic', director do Instituto de Saúde Pública do Cantão de Sarajevo, no Hospital Municipal de Ilidzá, arredores de Sarajevo¹⁰. O Dr. Kulenovic' começou por nos dizer que em Sarajevo correm imensos rumores sobre o Urânio empobrecido e doenças, mas existem poucos dados científicos. O Instituto de Saúde Pública não está a efectuar

¹⁰ Institute for Public Health of Canton of Sarajevo, 03.rj Za Zastitu I unapredenje Zivotne okoline, Dr. M. Pintola br.1, Ilidzá, 71000

medição de radiações, embora julque saber que alguém da Federação Croato-Muçulmana o está a fazer. Não nos soube dizer quem.

Três dias antes desta entrevista, a 15/01/2001, o Dr. Kulenovic dera uma conferência de imprensa acerca da ocorrência de carcinomas na população da região de Sarajevo tendo-se apoiado nas estatísticas disponíveis, que prontamente nos facultou. De acordo com estas estatísticas, que cobrem os anos 1996 a 2000, terá havido um ligeiro aumento de casos (todos os tipos de cancro) em 1996-1997, mas daí para cá as ocorrências terão diminuído e estabilizado. O Dr. Kulenovic considera que o aumento observado em 1996-1997 está bem documentado. Recordou-nos que 1996 foi o início do período de paz e de um certo retorno das instituições a um funcionamento normal. Lembrou também que, devido à guerra, não há registos dos anos imediatamente anteriores devidamente organizados, e o aparente acréscimo de casos registados após o fim da guerra pode ser devido ao regresso da população às consultas dos hospitais. Assim, o “pico” de 1996-97 poderá ser devido a diagnósticos tardios e casos não declarados nos anos precedentes. Para os últimos 5 anos, os dados referentes ao Cantão de Sarajevo (40.000 pessoas) não mostram um aumento de ocorrências de doenças malignas. Ainda segundo os números apresentados pelo Dr. Kulenovic’, a taxa de mortalidade devida a cancro nestes últimos cinco anos (sobretudo devidas a carcinomas do tubo digestivo, pulmão, seio e sistema linfático) é comparável, isto é, está dentro do intervalo, das taxas de ocorrência de carcinomas na Suécia, Itália, Rússia, Alemanha e Canadá. Não considera, pois, que exista um aumento significativo de carcinomas, desde 1996 até ao presente.

O Dr. Kulenovic’ relatou-nos ainda que na mesma Conferência que dera a 15/01/2001, foi mencionado o caso, várias vezes referido pela imprensa, da morte de 300 Sérvios que teriam habitado Hadzici. Originalmente terão habitado perto da fábrica militar bombardeada pela NATO com munições de Urânio, e posteriormente terão migrado para o Norte do País. O seu falecimento foi atribuído pela imprensa sérvia às radiações do Urânio.

A Dra. Habiba Salihovic, colega do Dr. Kulenovic', respondeu na citada conferência de imprensa, que embora não pondo em dúvida que possam ter ocorrido 300 óbitos, no Hospital de Kasindol, onde supostamente terão estado internados e falecido, não há nenhum laboratório capaz de efectuar as análises patológicas necessárias à confirmação da causa da morte por leucemia ou por outro tipo de cancro. A terem falecido, as causas poderão ter sido outras e a afirmação de que se trata de 300 casos de carcinoma carece de fundamentação, afirmou.

A 18 de Janeiro de 2001 visitámos o Hospital de Oncologia, Centro de Radioterapia de Sarajevo, onde fomos recebidos pelo Dr. Beslija, radioterapeuta formado no estrangeiro¹¹. O Dr. Beslija relatou-nos que o Hospital de Oncologia foi criado há 20 anos e que dispõe de um corpo médico e de oncologistas com excelente formação obtida em vários centros internacionais, nos EUA, Alemanha e Itália. O Hospital de Oncologia trata sobretudo a população do Cantão de Sarajevo, mas pessoal de outros cantões têm vindo também a este Hospital. Explicou-nos que naquele Hospital não tratam cancros líquidos (leucemias) mas apenas tumores.

Referindo-se, pois, apenas a tumores malignos, o Dr. Beslija reconheceu que hoje o diagnóstico destes tumores no Hospital é melhor que há 10 anos atrás, o que pode levar à impressão de que houve um aumento de casos, quando na realidade o que há é um diagnóstico mais eficaz. Mesmo assim, comparando os números do Cantão de Sarajevo com os da Eslovénia – parte da ex-Jugoslávia que não sofreu a guerra – concluiu que as estatísticas de tumores malignos do Cantão são mais baixas do que as da Eslovénia.

Confrontado com a pergunta do que é para o Hospital de Sarajevo o “Síndrome dos Balcãs”, o Dr. Beslija respondeu claramente que não existe um “Síndrome dos Balcãs” e que, para os médicos do Hospital de Oncologia, o termo não faz sentido.

Perguntámos ao Dr. Beslija o que sabia acerca do caso de uma elevada taxa de leucemia que teria sido observada em Bihac, no leste da BiH,

¹¹ Institute of Oncology, Clinical Center University Sarajevo, Bolnicka 25, 71000 Sarajevo.

e do caso dos 300 sérvios de Hadzici que teriam falecido, vítima de carcinomas, em Banja Luca ou no Hospital de Kasindol. O Dr. Beslija disse-nos que ouvira falar nesses assuntos, mas considerou que se trata apenas de rumores sem fundamento. De qualquer forma, afirmou, não são casos de que o Hospital de Oncologia tenha registo ou tido intervenção.

Das informações obtidas nas entrevistas efectuadas na Bósnia, concluímos que um estudo epidemiológico junto da população civil será forçosamente de alcance limitado, e de rigor impossível de controlar, dadas as lacunas nos registos de óbitos, inconsistências de diagnóstico da causa de morte e deslocação em massa de grandes grupos da população ocorridos em consequência da guerra.

Tendo em conta estas limitações, que obrigam a ser prudente nas conclusões, a observação efectuada nos principais centros hospitalares da região de Sarajevo, e as conclusões dos principais especialistas médicos da Bósnia-Herzegovina, apontam, ainda assim, para a não existência de um incremento de leucemias e de cancro de todos os tipos na população civil do País.

10 FIGURAS

FIGURAS



1. Missão Científica no Kosovo.



2. Equipamento portátil utilizado pela missão científica



3. Recolha de amostras de solo (Kosovo).



4. Monitorização de radioactividade com detector alfa (Kosovo).



5. Monitorização do sítio de aquartelamento sérvio, destruído por bombardeamento. Djakovica (Kosovo).



6. Monitorização da antiga estação de camionagem de Prlina, sítio bombardeado (Kosovo).

Figura 1. – Missão Científica Portuguesa nos Balcãs. Aspectos do trabalho no terreno (fotos 1 a 6).



7. Monitorização nas minas de Volujac (Kosovo).



8. Amostragem de aerossóis (Kosovo).



9. Fragmentos de munições de Urânio empobrecido (BiH).



10. Fragmento de projectil de Urânio empobrecido.



11. Monitorização de posições bombardeadas nas colinas em redor de Sarajevo (BiH)



12. Minas anti-carro e munições provenientes de paíóis bombardeados (BiH).

Figura 2. – Missão Científica Portuguesa nos Balcãs. Aspectos do trabalho no terreno (fotos 7 a 12).



13. Buracos de impacto de munições de 30 mm. Lago Radonic (Kosovo).



14. Recolha de fragmentos de munições de Urânio. Lago Radonic (Kosovo).



15. Monitorização de militares após regresso da patrulha. Klina (Kosovo).



16. Monitorização de militares e viaturas em Doboj (BiH).



17. Monitorização de blindados destruídos. Prlina (Kosovo).



18. Monitorização de blindados destruídos. Prlina (Kosovo).

Figura 3. – Missão Científica Portuguesa nos Balcãs. Aspectos do trabalho no terreno (fotos 13 a 18).



Figura 4 – Kosovo. Localização das estações de colheita.

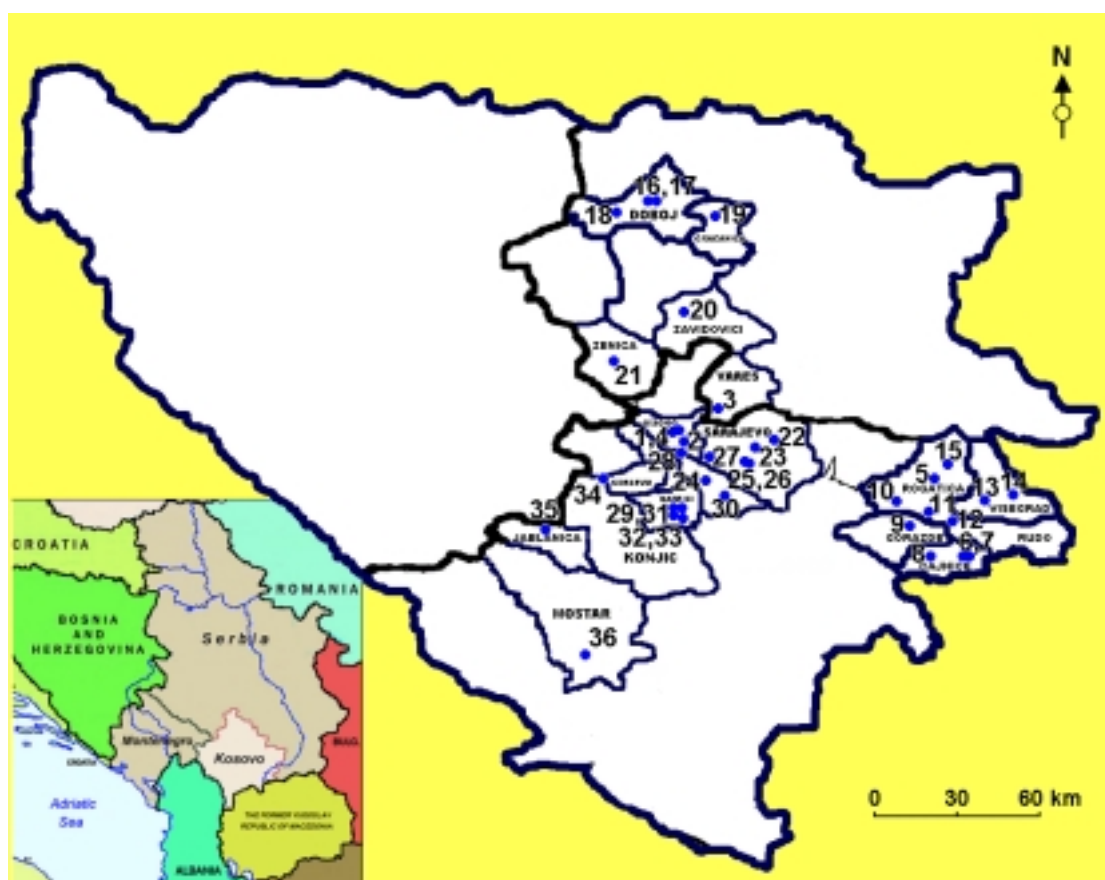
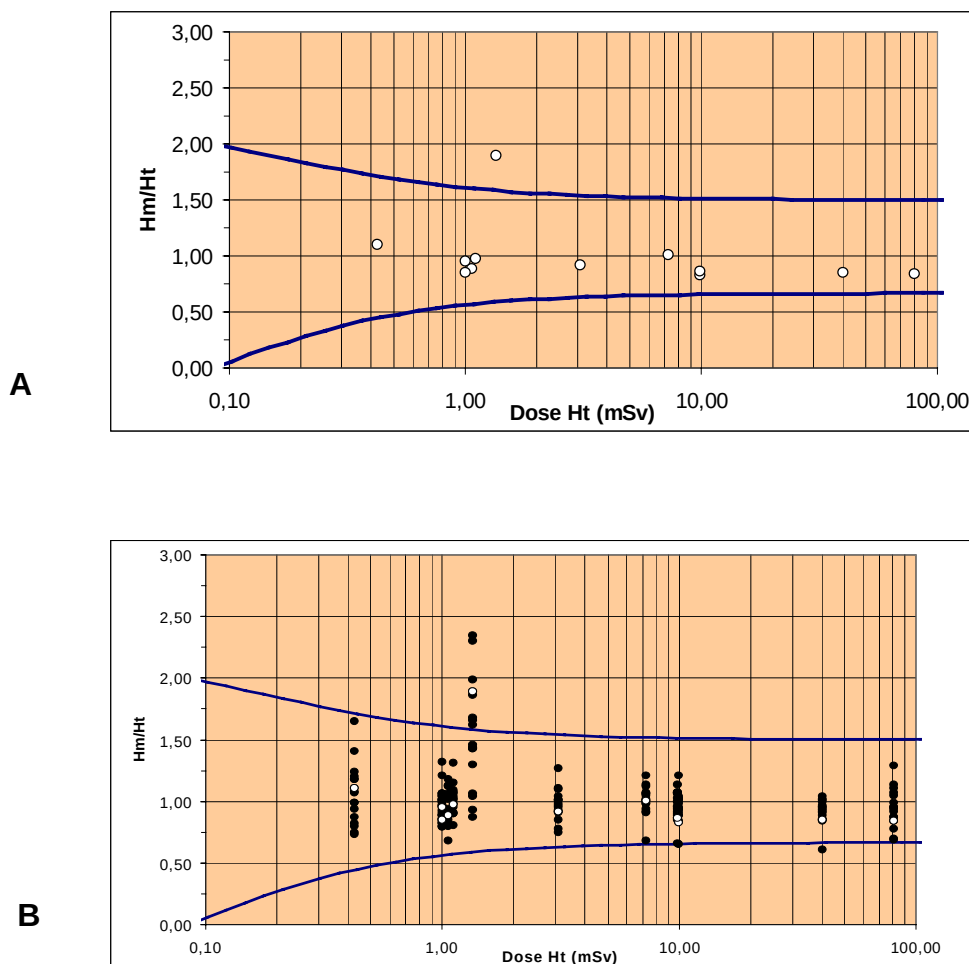


Figura 5. – Bósnia-Herzegovina. Localização das estações de colheita.



Figuras 6 – Resultados obtidos pelo DPRSN na Intercomparação de dosímetros individuais de radiação externa usados nos países da União Europeia e Suíça (Bordy *et al.*, 2000), organizada pela EURADOS – *European Radiation Dosimetry Group*, durante 1998-99. Os pontos representam os resultados e as linhas a preto as incertezas máxima e mínima admissíveis. As irradiações foram realizadas com fótons de várias energias, cobrindo uma vasta gama de doses de radiação (de 0,40 até 80 mSv) e foram realizadas no *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* (Alemanha), no *Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf* (Áustria) e no *National Radiological Protection Board* (Reino Unido).

A – Resultados obtidos pelo DPRSN na Intercomparação de dosímetros individuais de radiação externa usados nos países da União Europeia e Suíça.

B – Resultados de todos os participantes na Intercomparação: ○ - resultados do DPRSN, ● - resultados dos outros participantes.

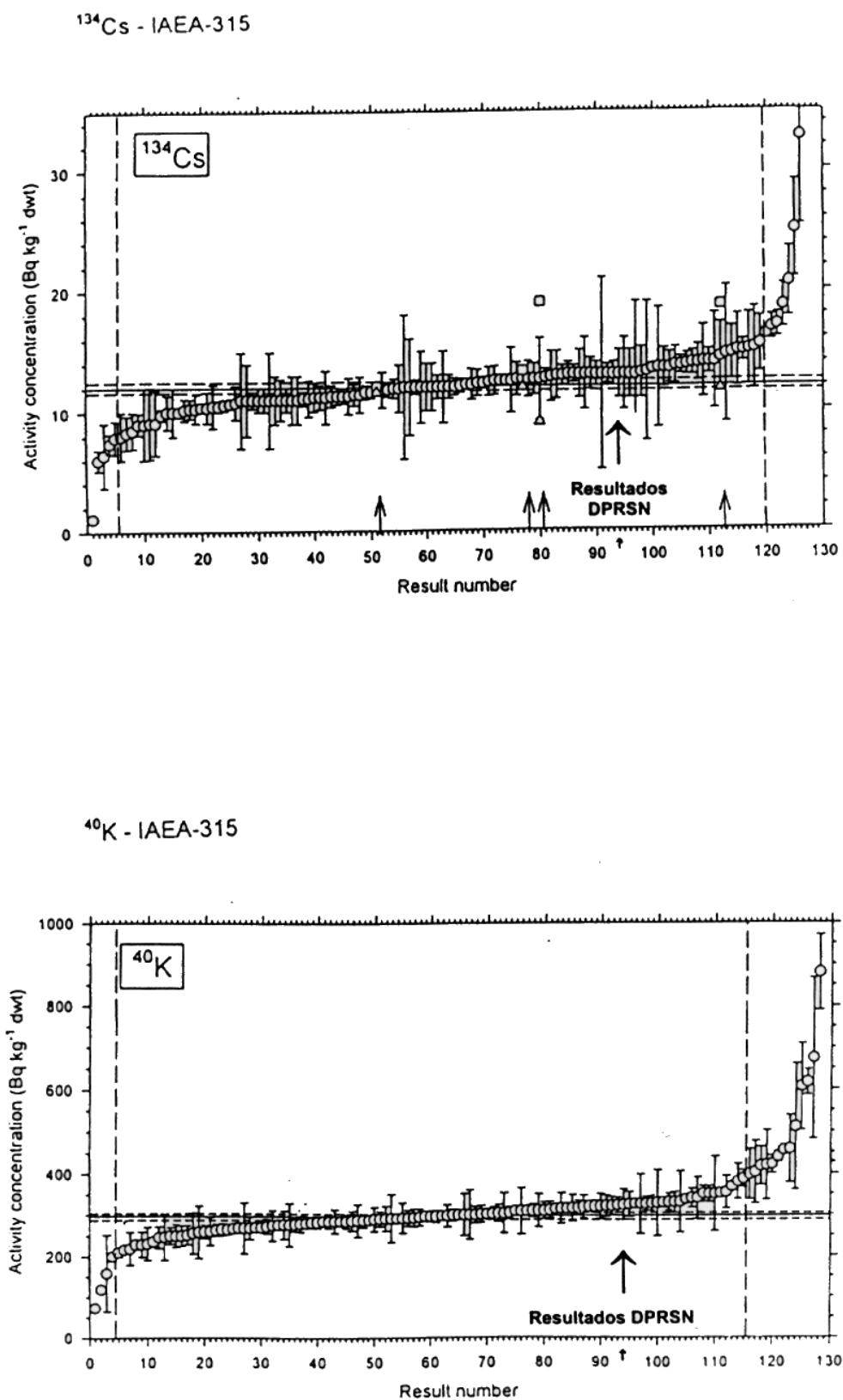


Figura 7 - Resultados de um exercício de comparação interlaboratorial organizado pela Agência Internacional de Energia Atômica. Determinação de Césio-134 e Potássio-40 por espectrometria gama numa amostra de solo, IAEA-315 (Ballestra *et al.*, 1997).

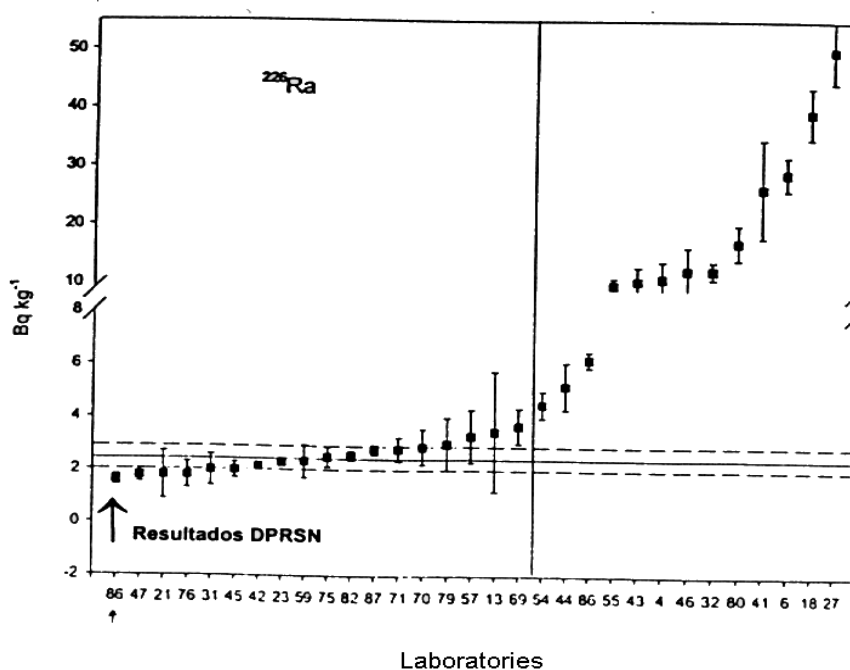
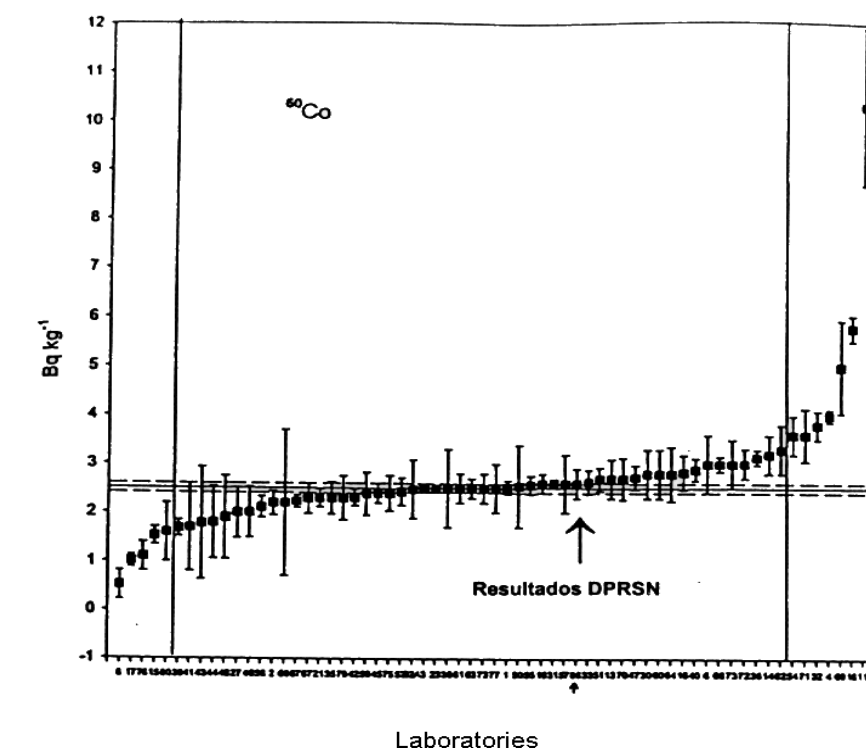


Figura 8 – Resultados de um exercício de comparação interlaboratorial organizado pela Agência Internacional de Energia Atômica. Determinação de Cobalto-60 e Rádio-226 por espectrometria gama numa amostra de sedimento marinho, IAEA-384 (Povinec and Pham, 2000).

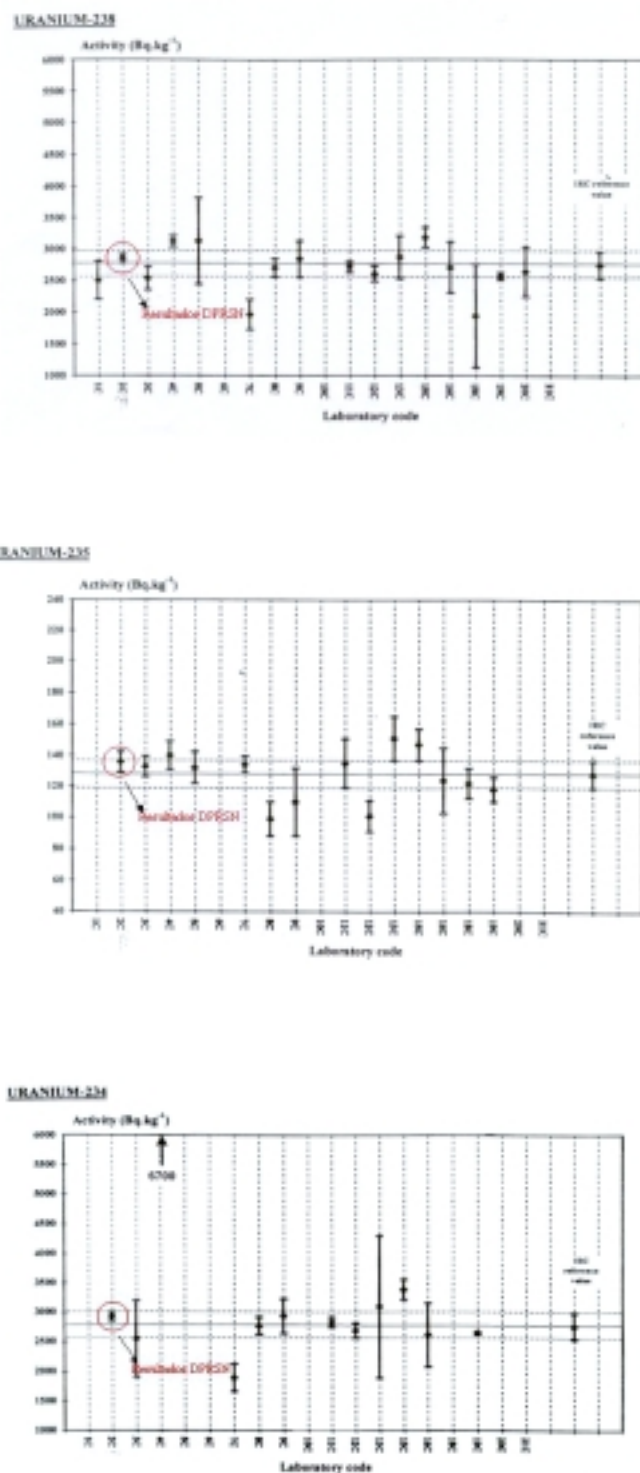


Figura 9 - Resultados de um exercício de comparação interlaboratorial proposto pela Organização Mundial de Saúde. Determinação dos isótopos do Urânio numa amostra de sedimento lacustre, SR 300 (WHO, 1999).

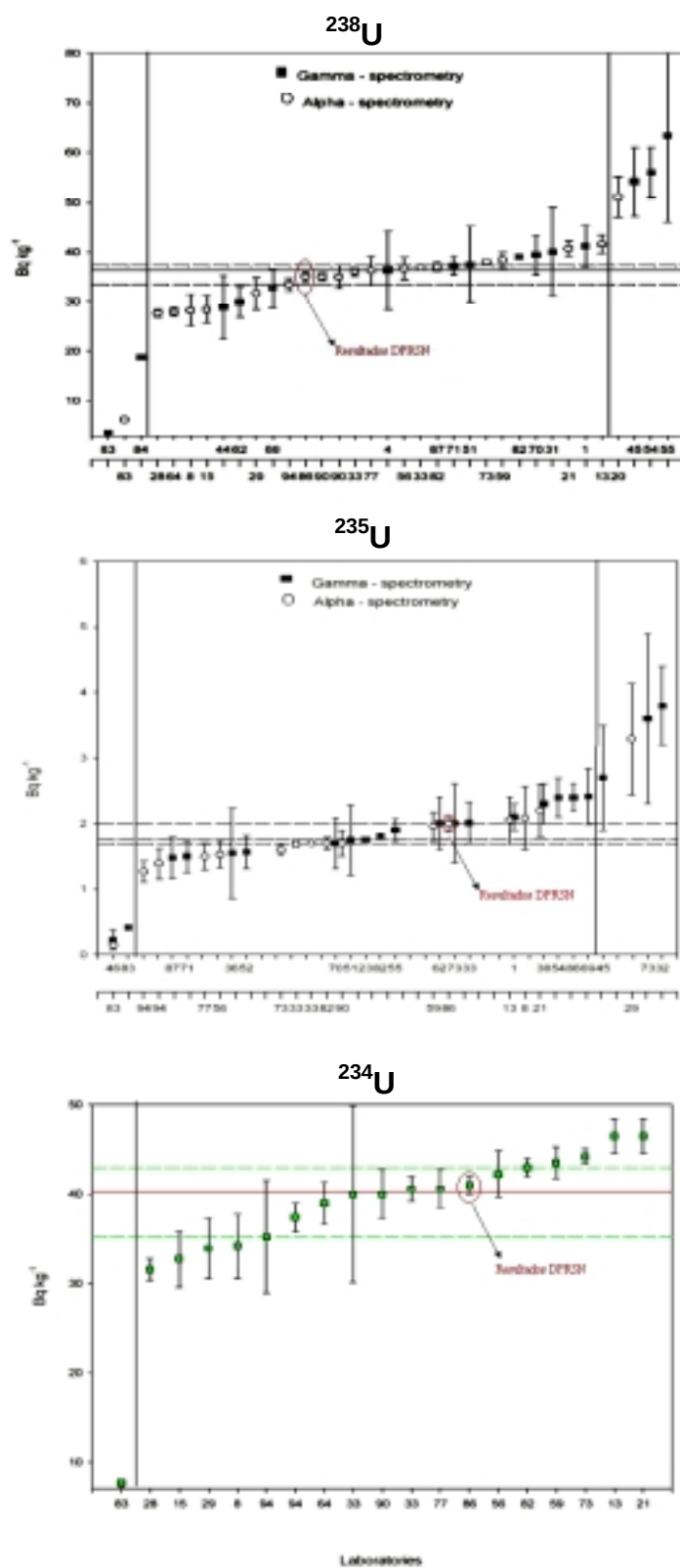


Figura 10 - Resultados de um exercício de comparação interlaboratorial organizado pela Agência Internacional de Energia Atômica. Determinação dos isótopos de Urânio na amostra IAEA-384, sedimento marinho (Povinec and Pham, 2000).

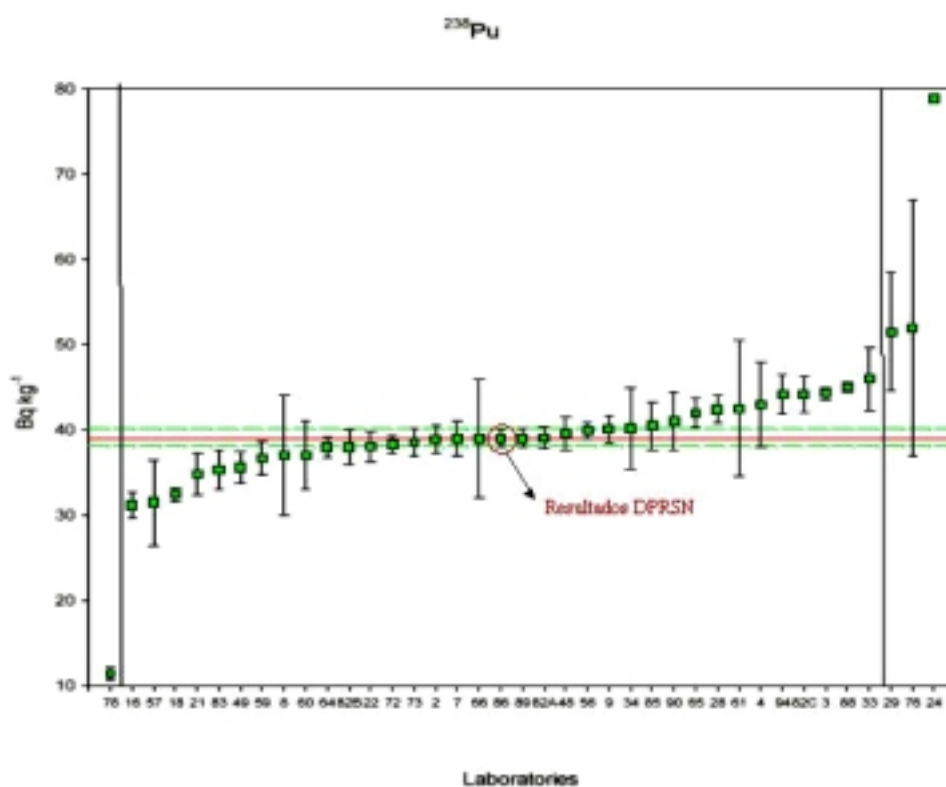


Figura 11 – Resultados de um exercício de comparação interlaboratorial organizado pela Agência Internacional de Energia Atômica. Determinação do Plutônio-238 na amostra IAEA-384, sedimento marinho (Povinec and Pham, 2000).

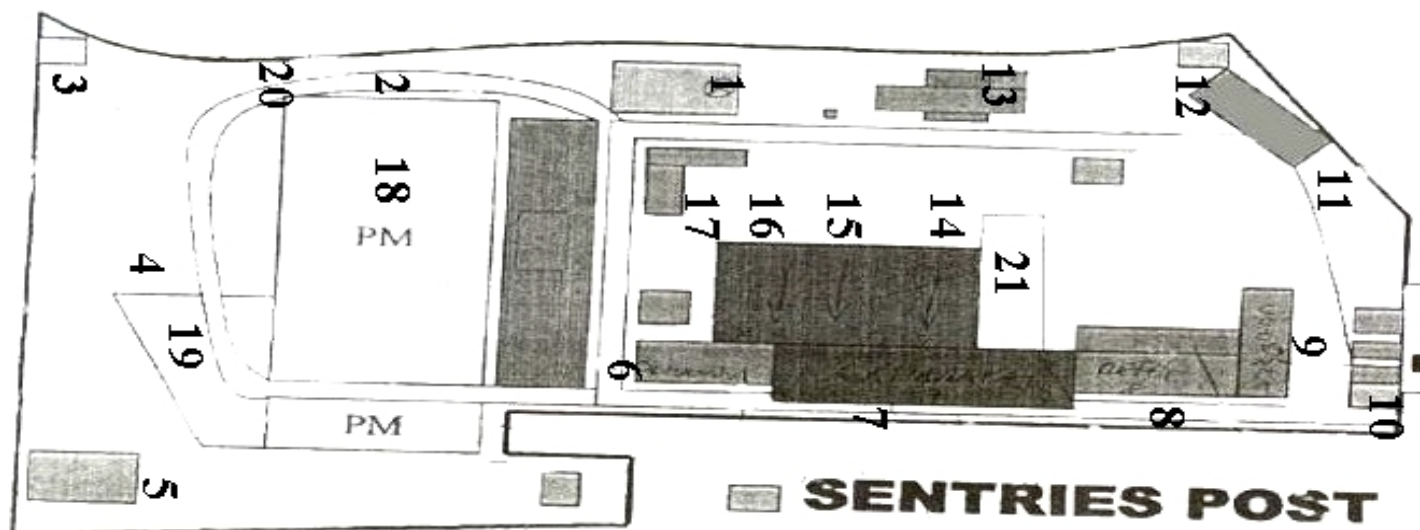


Figura 12 – Planta do Aquartelamento D. Afonso Henriques em Klina, Kosovo. Os números indicam os pontos onde foram efectuadas medições de radioactividade.

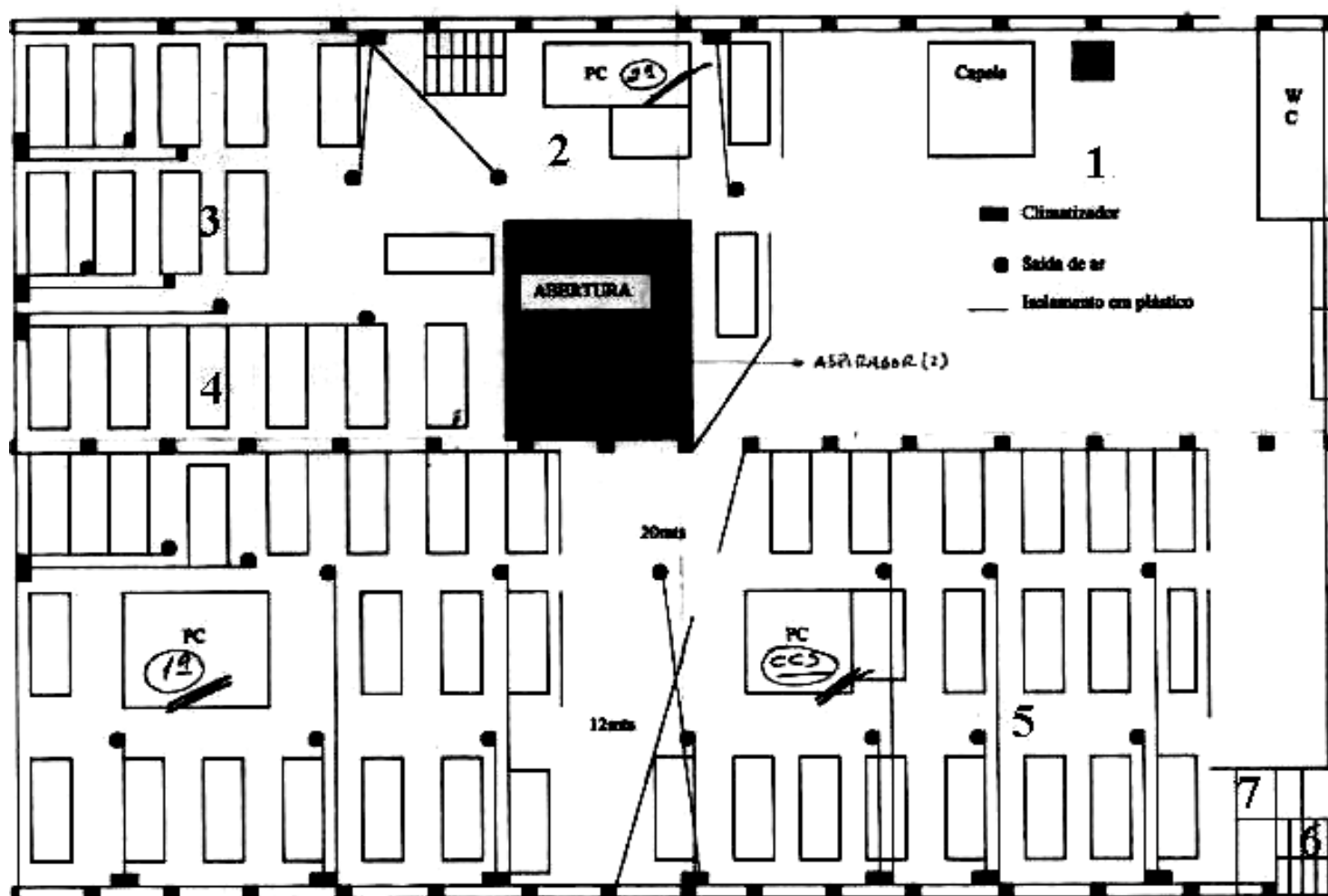


Figura 13 – Planta do Edifício Principal do Campo Militar de Visoko, Bósnia Herzegovina – piso superior (alojamentos). Os números indicam os pontos onde foram efectuadas medidas de radioactividade.

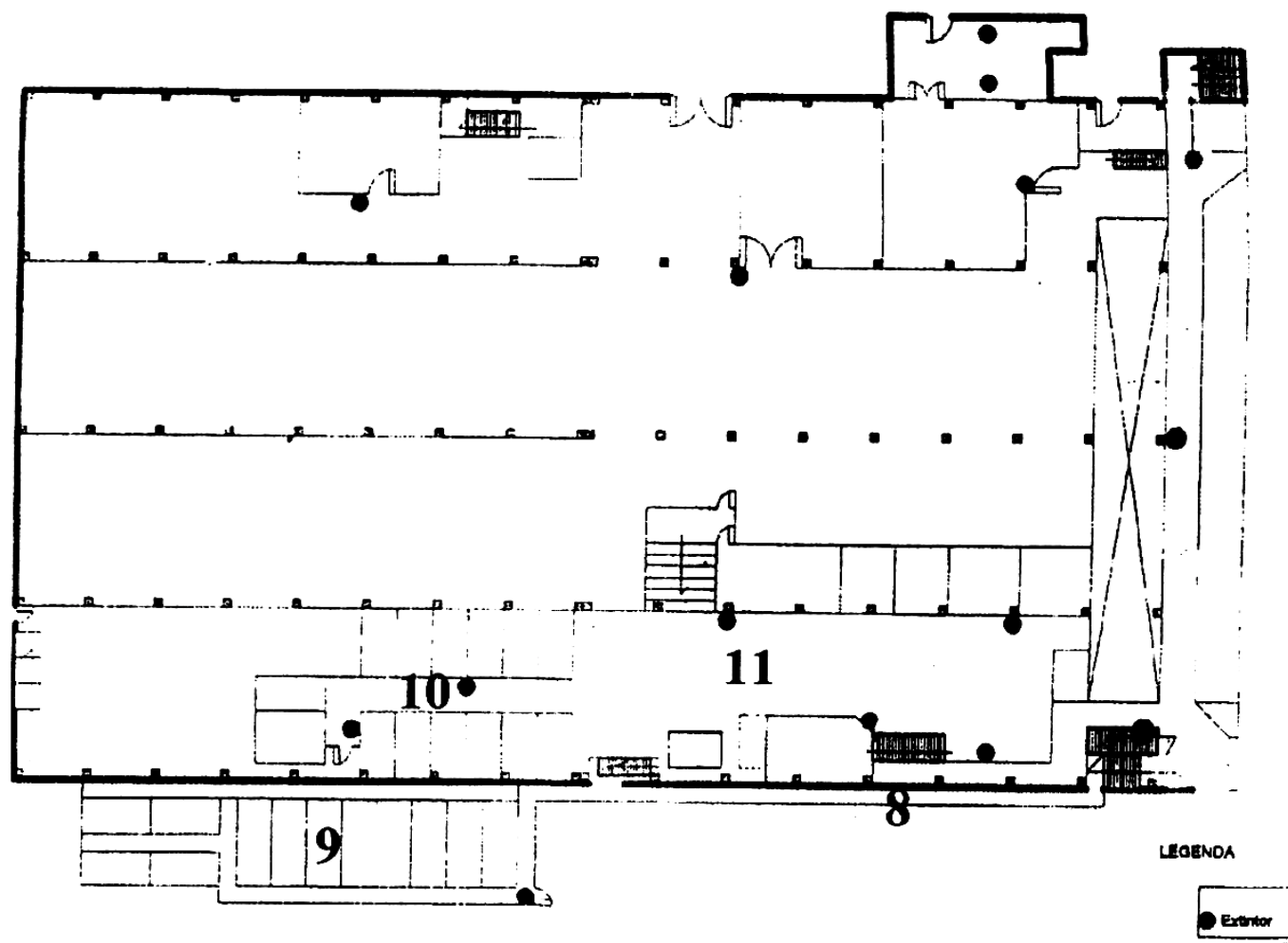


Figura 14 – Planta do Edifício Principal do Campo Militar de Visoko, Bósnia Herzegovina – piso superior. Os números indicam os pontos onde foram efectuadas medidas de radioactividade.

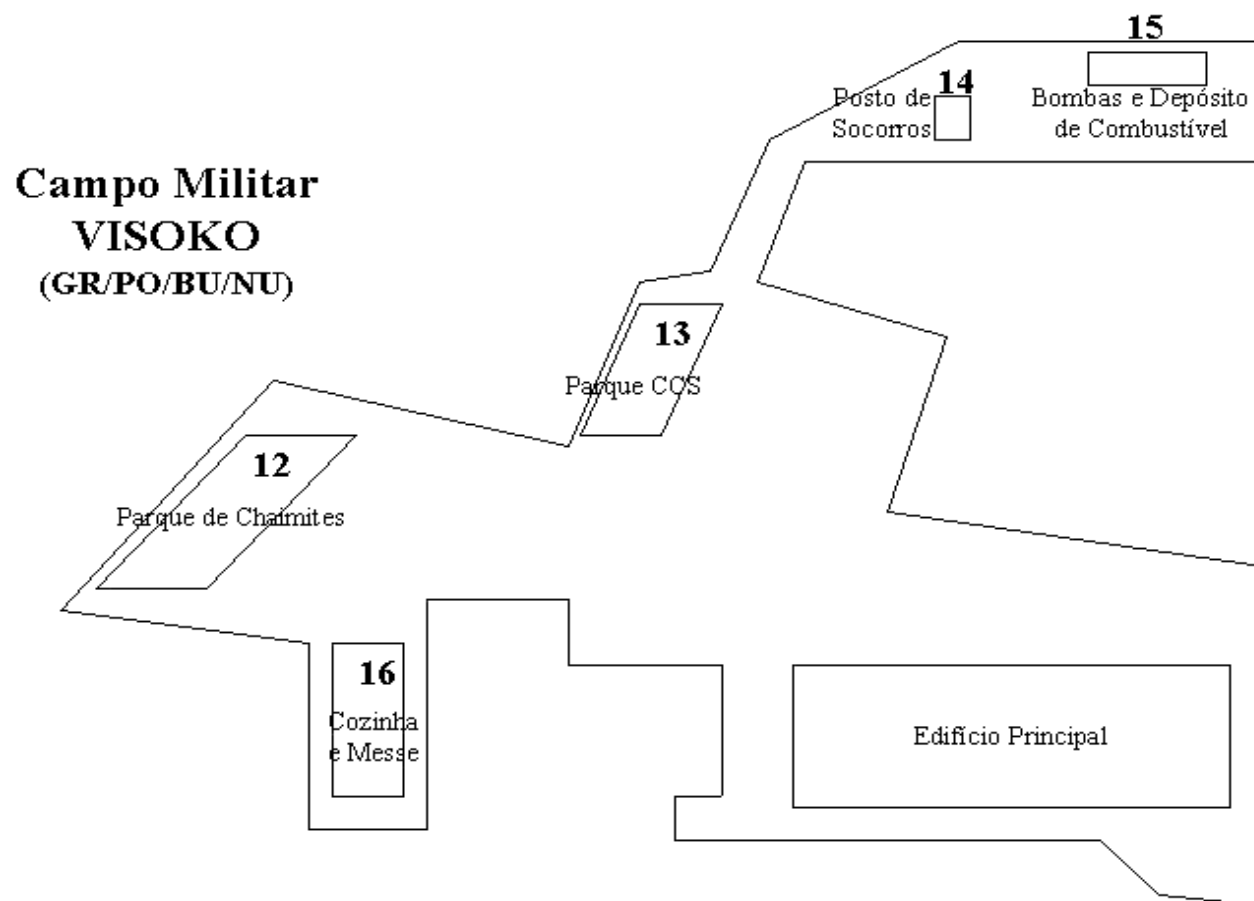


Figura 15 – Planta do Campo Militar de Visoko, Bósnia Herzegovina. Os números indicam os pontos onde foram efectuadas medidas de radioactividade.

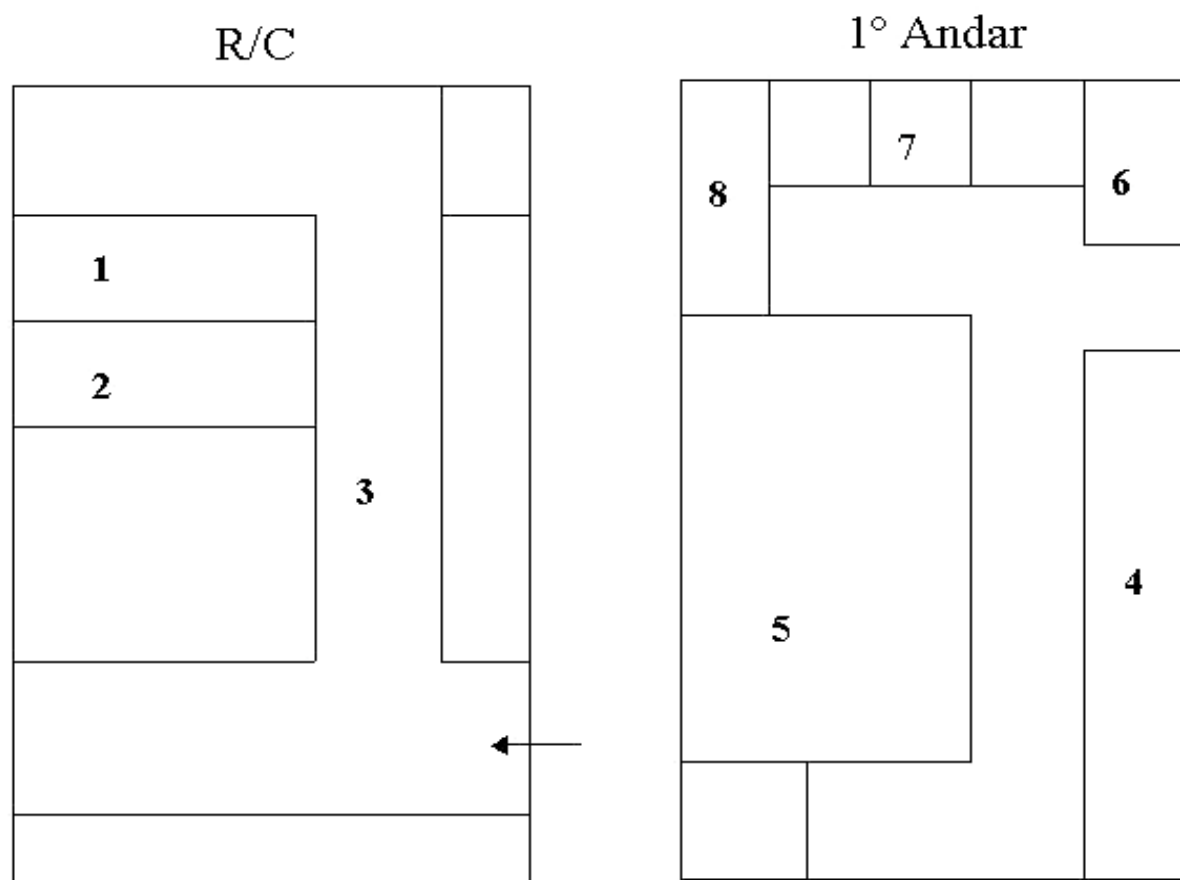


Figura 16 - Planta do antigo aquartelamento português em Vitkovice, Bósnia Herzegovina. Os números indicam os pontos onde foram efectuadas medidas de radioactividade.

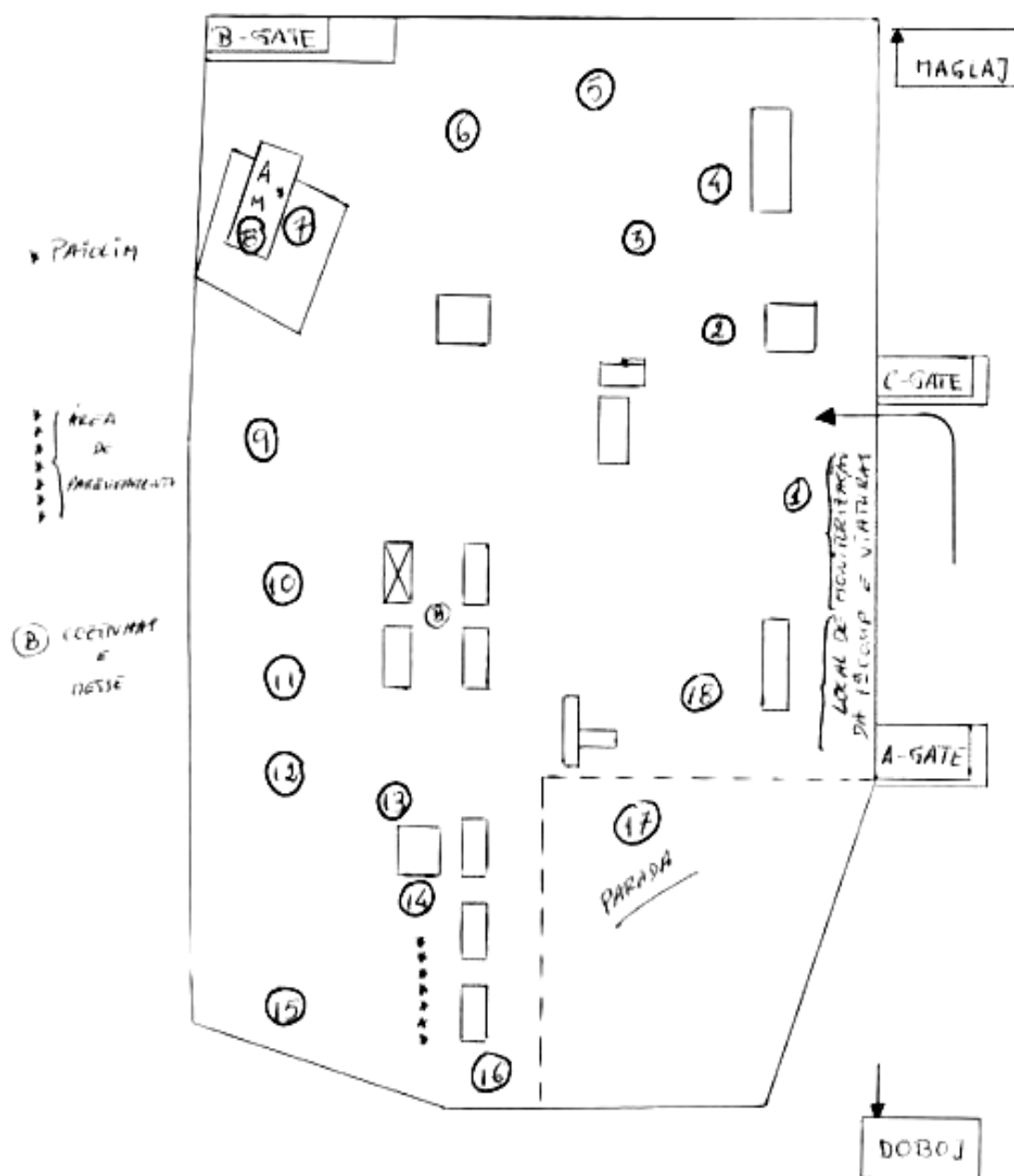


Figura 17 – Planta do Camp Dannevirke em Doboj, Bósnia Herzegovina. Os números indicam os pontos onde foram efectuadas medições de radioactividade.

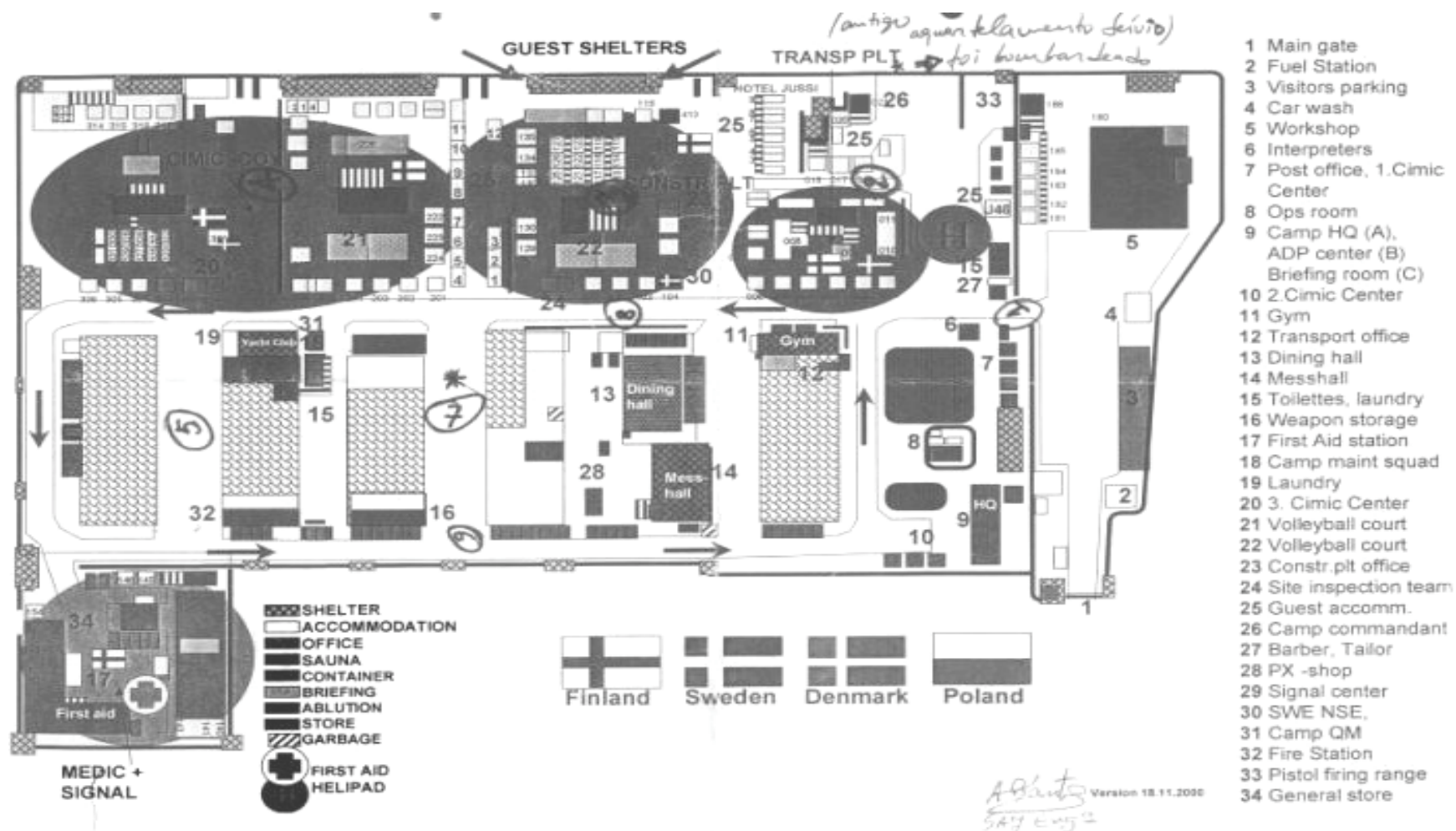


Figura 18 – Planta do Campo Jussi em Doboj, Bósnia Herzegovina. Os números indicam os pontos onde foram efectuadas medições de radioactividade.

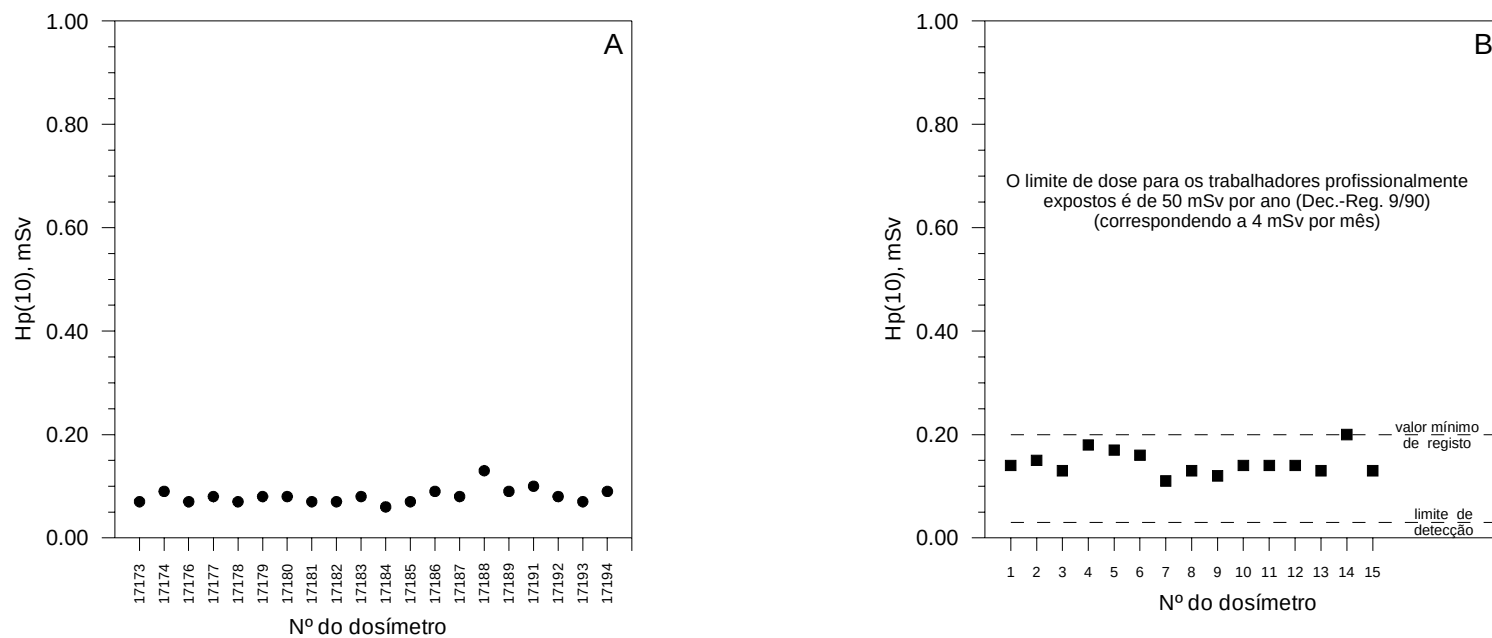


Figura 20 – Dose de radiação externa medida com dosímetros TLD.

A: Usados em Lisboa por militares do COFT e EMGFA-Caq, no mês de Fevereiro;

B: DPRSN, controlo mensal dos trabalhadores profissionalmente expostos, Dez-2000.

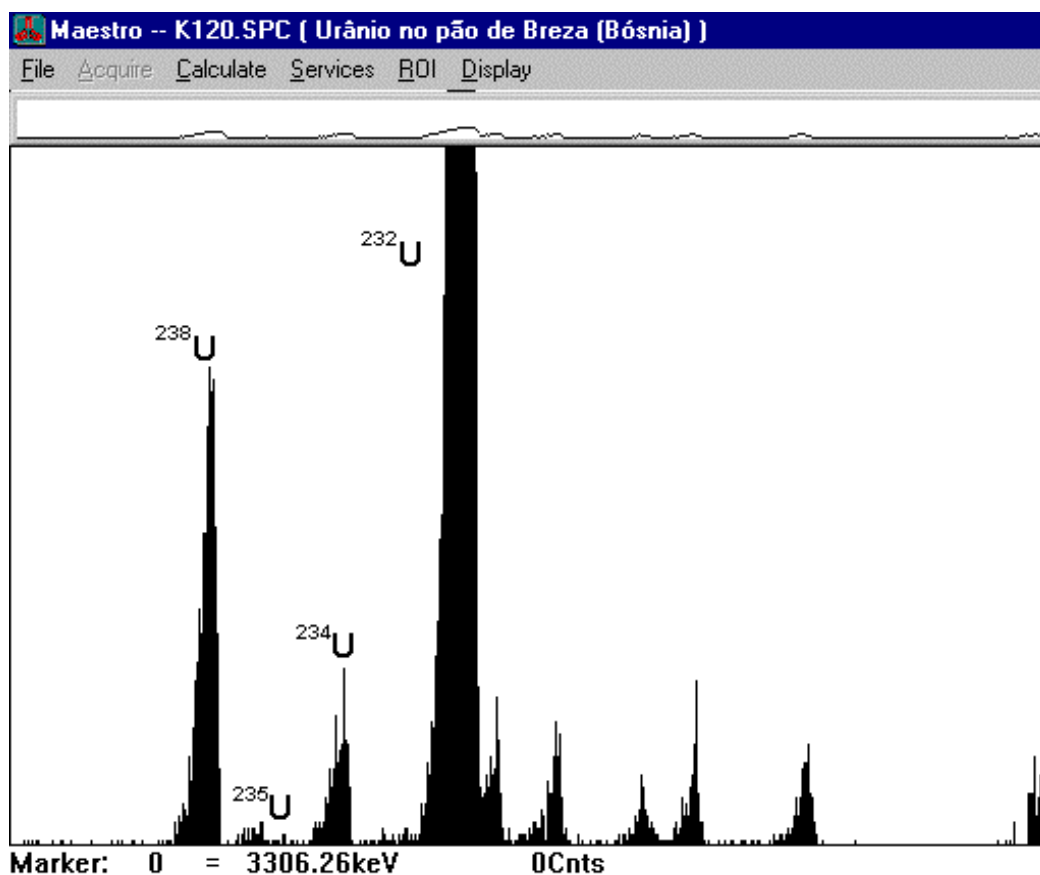
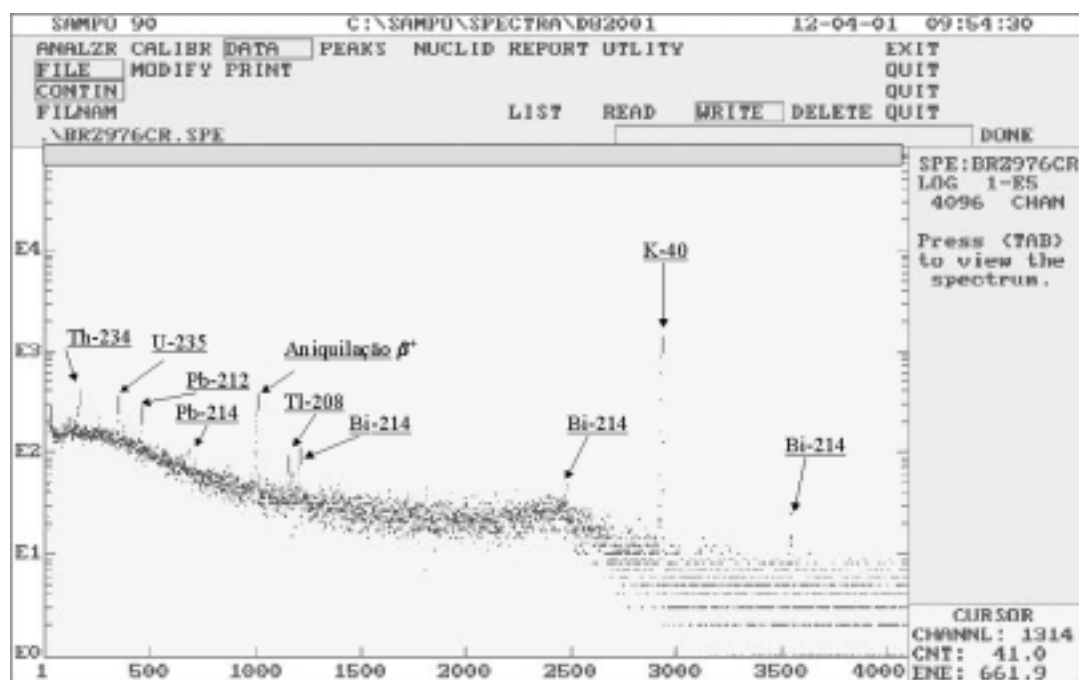


Figura 21 – Análise de alimentos.

- A. Espectro gama da análise de uma amostra de carne da cidade de Breza.
- B. Espectro alfa da análise de Urânio numa amostra de pão da cidade de Breza

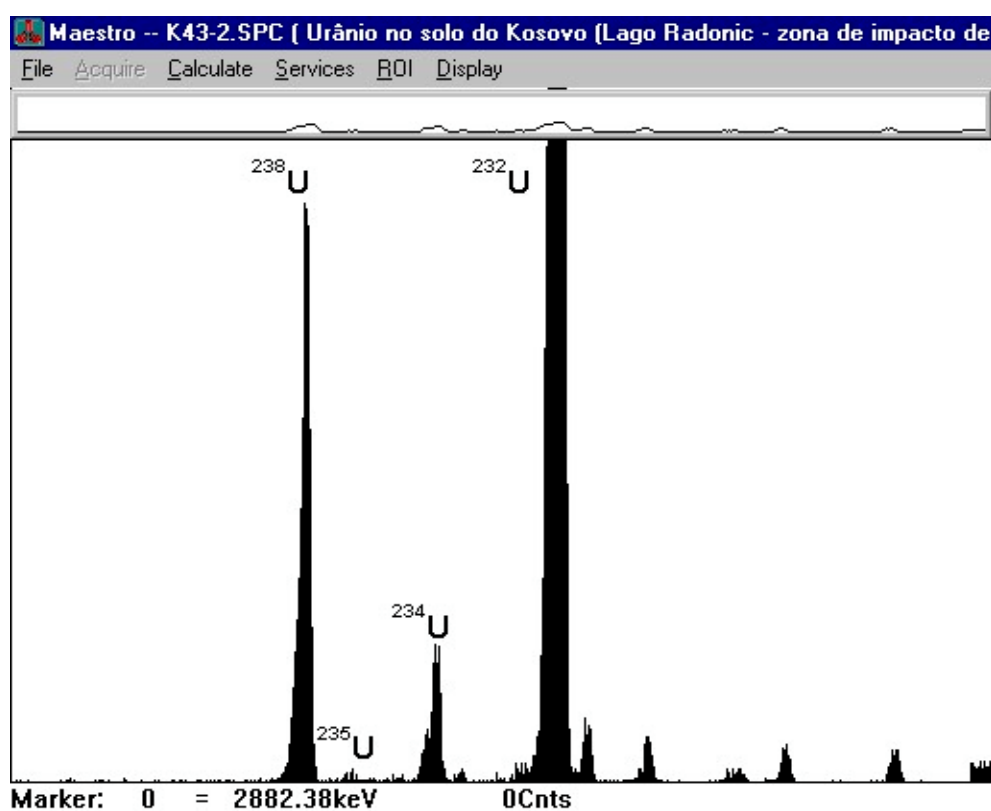
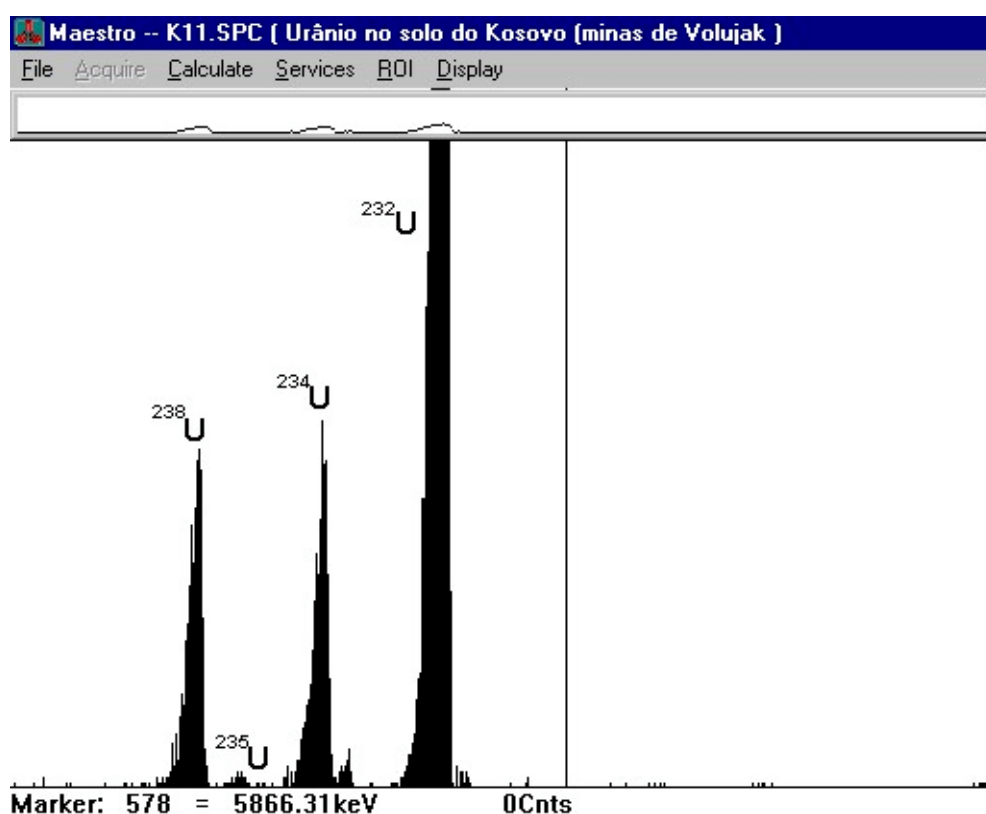


Figura 22 – Análise de Urânio em solos do Kosovo por espectrometria alfa.

- A. Solo da região das minas de Volujak, estação nº 15.
- B. Solo do buraco de uma munição de Urânio, junto à Barragem do Lago Radonic, estação nº 43.

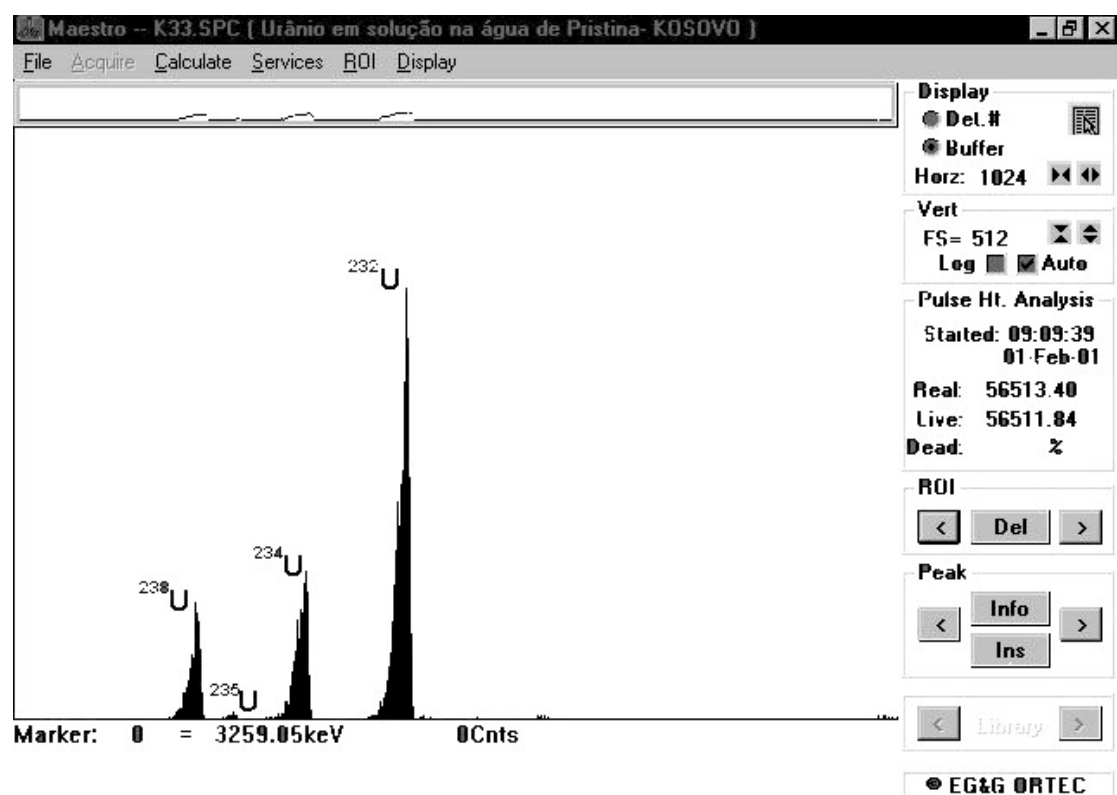
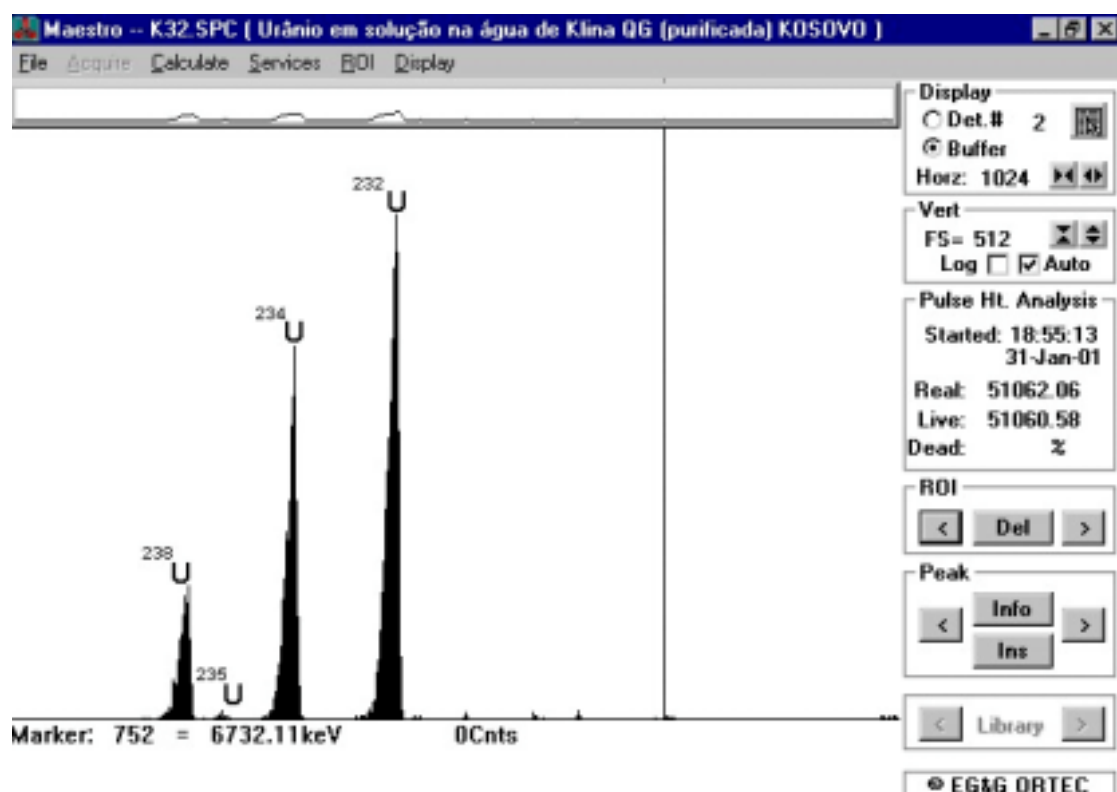


Figura 23 – Espectrogramas de duas amostras de água do aquartelamento de Klina (em cima) e da rede pública de Pristina (em baixo). O Urânio-232 é adicionado à amostra para servir de traçador isotópico. Os únicos isótopos detectáveis nas amostras são os de ^{238}U , ^{235}U e ^{234}U .

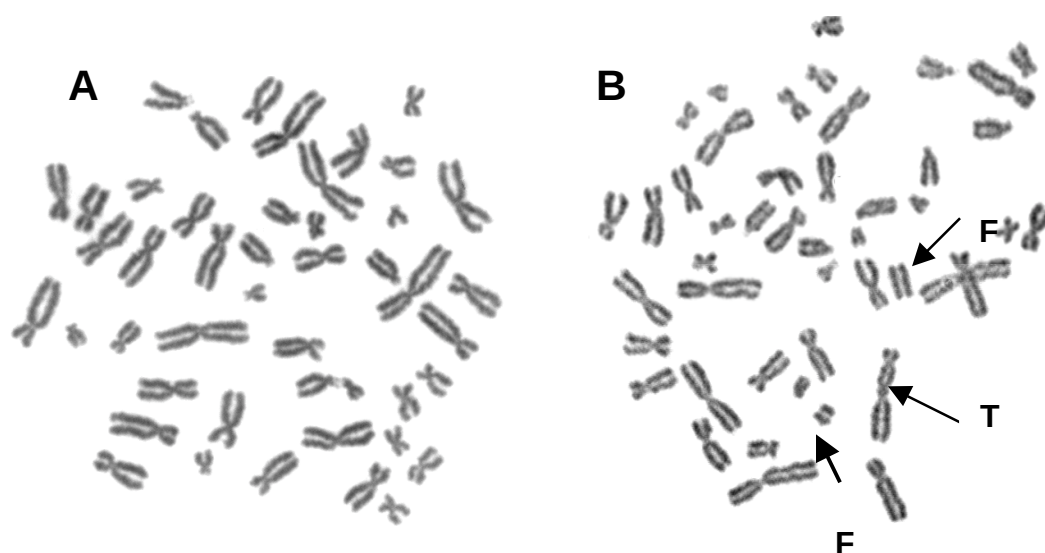


Figura 24 – Pesquisa de lesões cromossômicas induzidas pelas radiações.

A – Conjunto de cromossomas de uma célula em metafase. Os cromossomas desta célula apresentam-se inteiros e sem quebras cromossômicas. Trata-se do aspecto morfológico de uma célula normal.

B – Conjunto de cromossomas de uma célula danificada, mostrando quebras e recombinações cromossômicas. Observam-se dois fragmentos (F) e um tricêntrico (T).

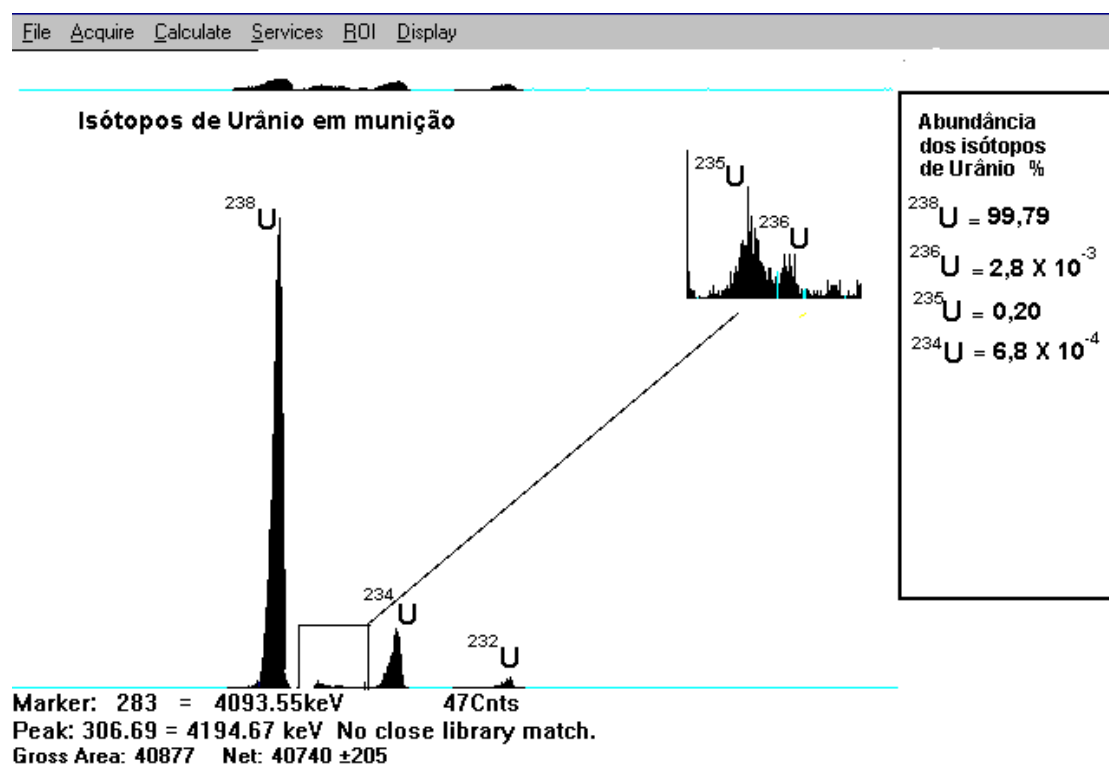


Figura 25 – Análise de Urânio de um projectil de Urânio empobrecido. Espectrograma alfa e quadro com abundância dos isótopos de Urânio detectados.

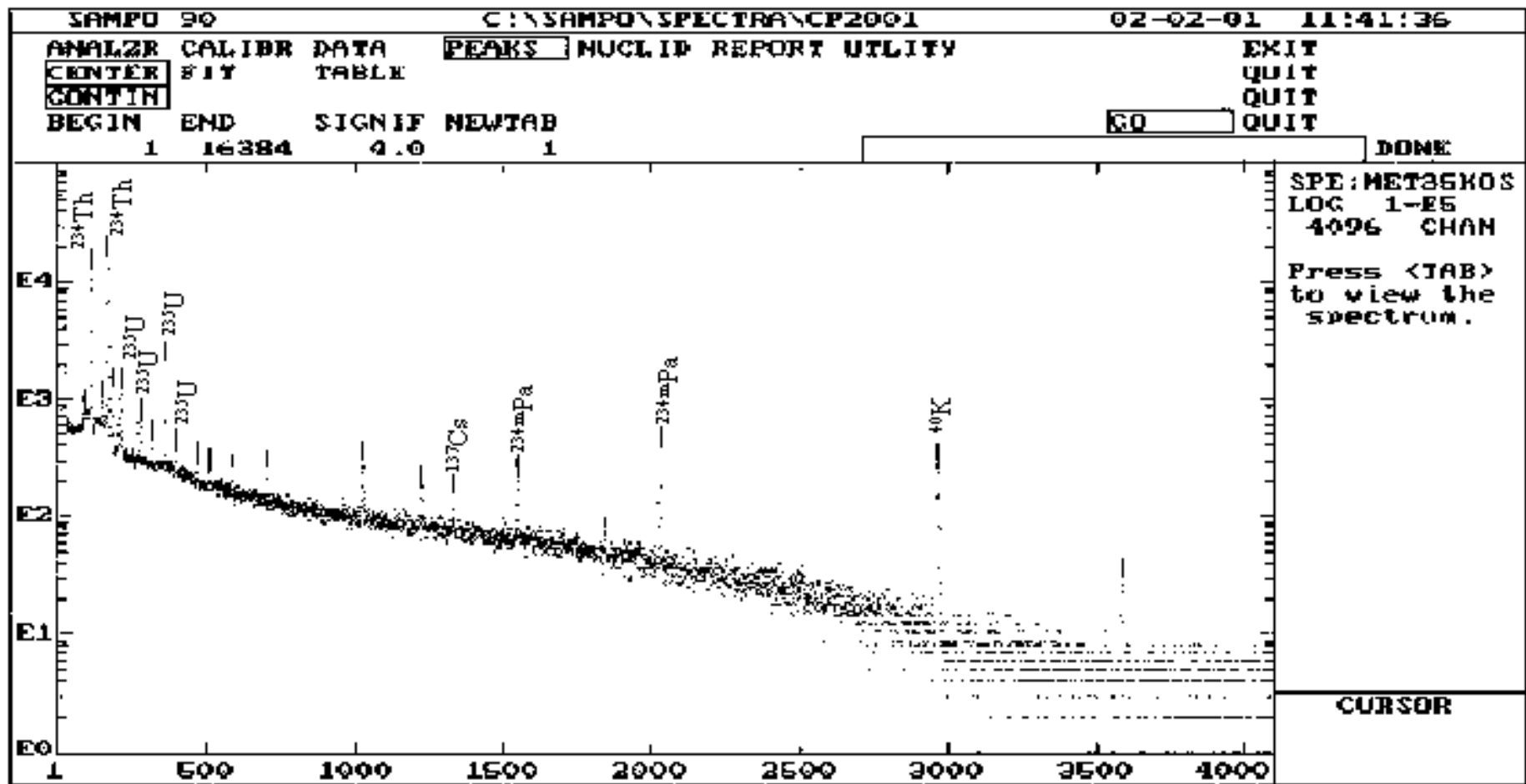


Figura 26 – Análise por espectrometria gama de detritos recolhidos no interior de um buraco de bala.

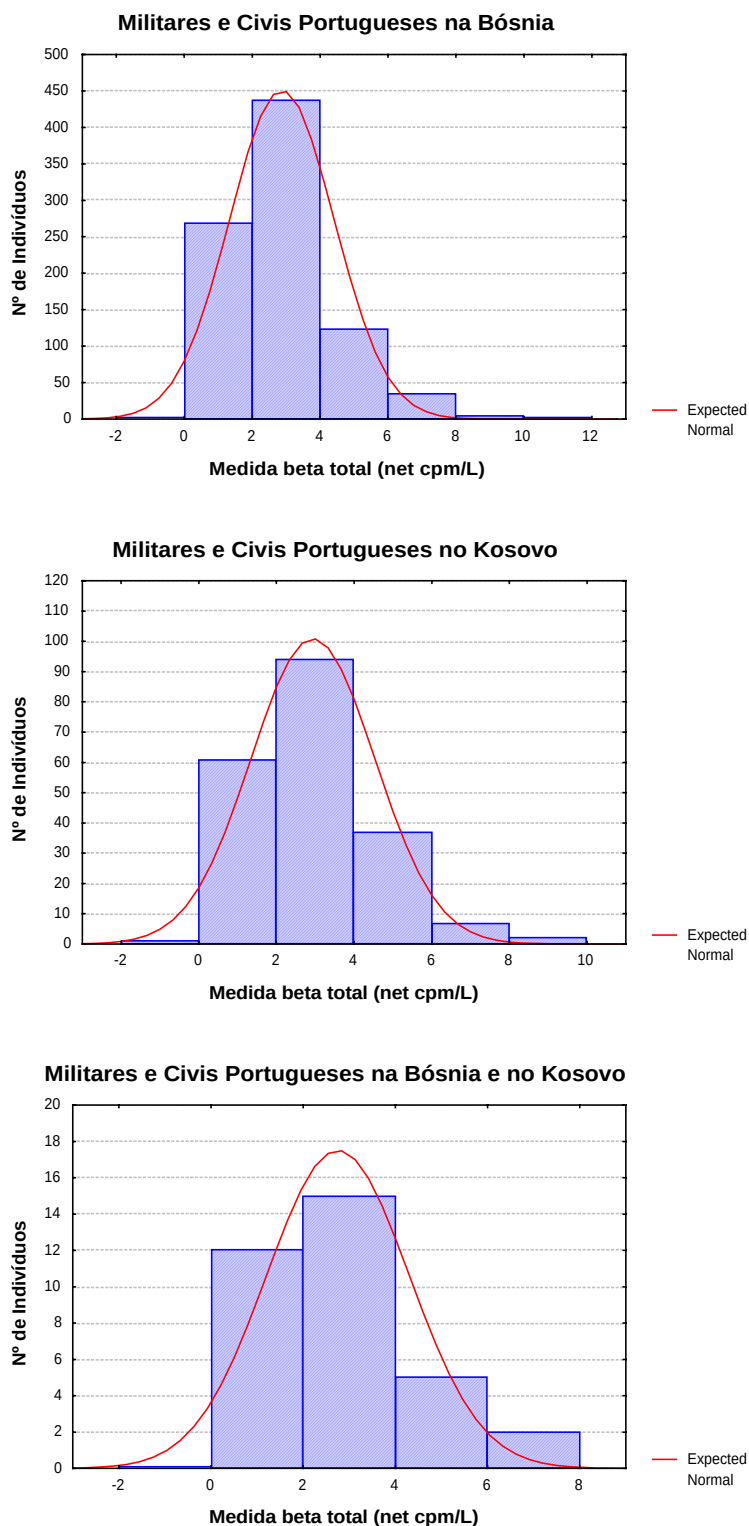


Figura 27 - Histograma das actividades de Urânio, na urina de 24 horas, em contagens líquidas por minuto por litro (net cpm L^{-1}), em militares e civis portugueses que prestaram serviço nos Balcãs. O gráfico inferior corresponde a militares e civis que cumpriram missões na Bósnia e no Kosovo, não tendo sido incluídos nos gráficos para o grupo que esteve na Bósnia e para o grupo que esteve no Kosovo.

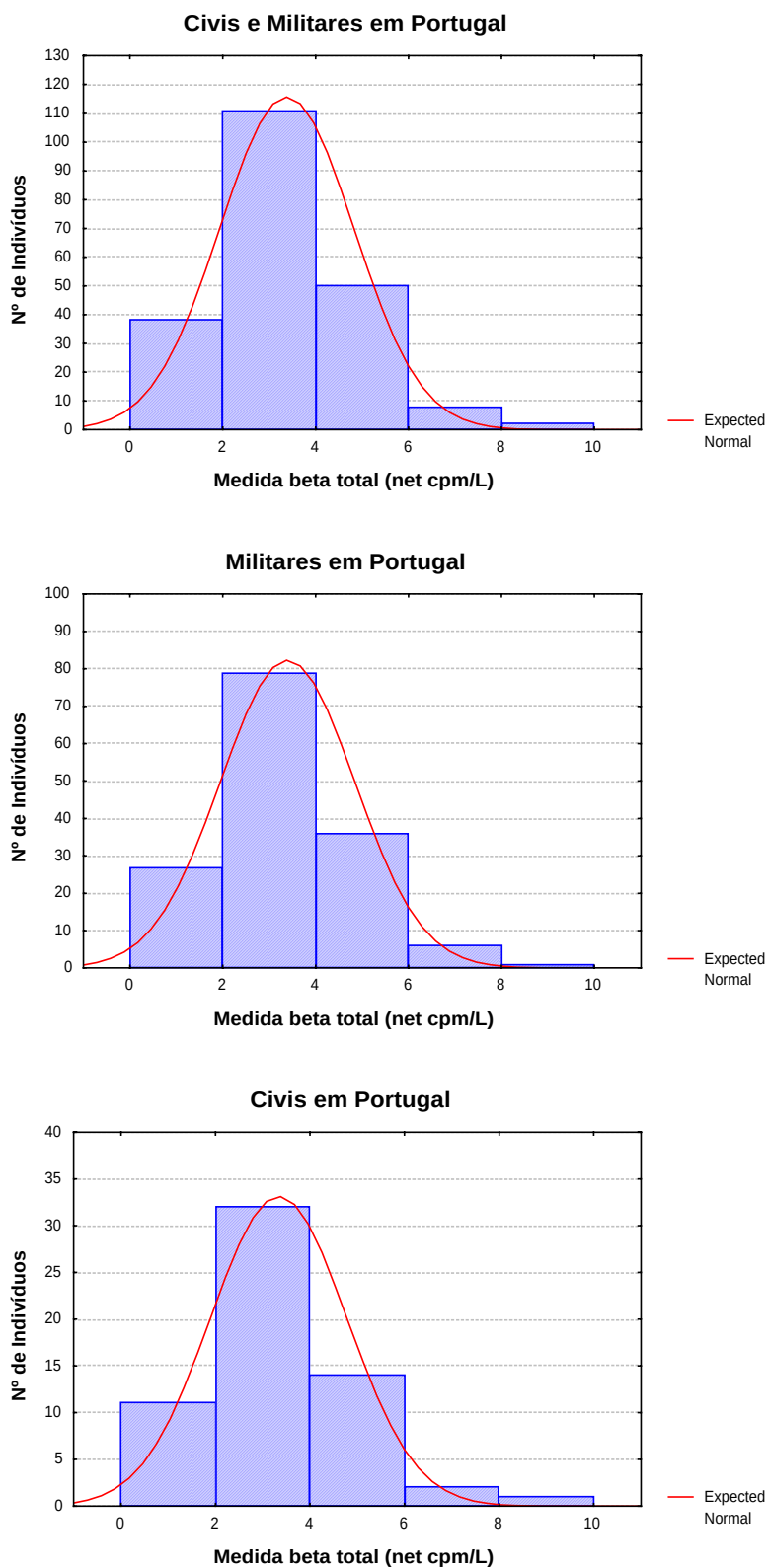


Figura 28 – Histograma das actividades de Urânio, na urina de 24 horas, em contagens líquidas por minuto por litro (net cpm L⁻¹) em militares e civis portugueses que nunca estiveram nos Balcãs (grupo de referência). No gráfico superior os resultados para civis e militares estão agrupados.

11 TABELAS

TABELAS

Tabela 1. Lista de Estações de Amostragem no Kosovo.

Estação Nº	Localidade ou sítio (data)	Coordenadas Lat (N) Long (E)	Altitude (m)	Trabalho efectuado/ amostras
1	Cidade de KLINIA Aquartelamento D. Afonso Henriques (5 a 6-1-2001)	42° 37.605' 20° 35.241'		Aerossol Medidas Água de banhos (ver mapa da monitoração do aquartelamento)
2	Cidade de PEC QG da Brigada Multinacional (PEC 1) (6-1-2001)	42° 39.568' 20° 17.378'	543	Medidas
	PEC-ponte sobre o rio (PEC 2)	42° 39.568' 20° 17.619'	541	Medidas
	PEC-largo do Mosteiro (PEC 3)	42° 39.593' 20° 17.657'	483	Medidas
	PEC-rua do mercado (PEC 4)	42° 39.659' 20° 17.569'	520	Medidas
	PEC-jardim frente ao Hotel Astoria (PEC 5)	42° 39.567' 20° 17.377'	545	Medidas
	PEC-estrada para Banja (PEC 6)			Medidas
	PEC-terreno agrícola na beira da estrada (PEC 7)	42° 41.046' 20° 19.366'	506	Solo, Medidas
	PEC-terrenos do quartel bombardeado, perto da estrada, saída sul (PEC 8)	42° 38.955' 20° 17.534'	518	Solo, Medidas
3	Cidade de BANJA (Banja 1) Terreno Baldio (6-1-2001)	42° 43.318' 20° 23.307'		Solo, Medidas
	Cidade de BANJA (Banja 2) Interior do aquartelamento onde se encontra o G.O.E. (Grupo de Operações Espe- ciais)			Medidas
4	DECANI (6-1-2001)	42° 31.363' 20° 18.196'	591	Solo, Medidas

Tabela 1 – Continuação.

Estação Nº	Localidade ou sítio (data)	Coordenadas Lat (N) Long (E)	Altitude (m)	Trabalho efectuado/ amostras
5	SKIVJAN (6-1-2001)	42° 25.486' 20° 23.436'		Solo, Medidas
6	DJAKOVICA (Djak 1) Aquartelamento bombar- deado.	42° 22.304' 20° 25.376'		Solo, Medidas
7	DJAKOVICA (Djak 2) Campo, junto à conduta de água; sítio bombardeado.	42° 23.608' 20° 26.750'	397	Solo, Medidas
8	BERKOVO (# 1) Solo agrícola lavrado	42° 41.004' 20° 30.972'	409	Solo, Medidas
9	Mosteiro de BUDISAVCI (# 2)	42° 39.877' 20° 29.339'	436	Solo, Aerossol Medidas
10	KRUSEVO (# 3) Aeródromo no planalto agrícola, bombardeado	42° 38.173' 20° 29.985'	488	Solo, Medidas
11	JAGODA (# 4) Aldeia e campos agrícolas	42° 38.411' 20° 31.906'	413	Solo/corte em camadas, Medidas
12	Rio BELI DRIM (# 5) perto do Novo Slozainovo	42° 36.550' 20° 33.994'	394	Solo, Água do Rio, Medidas
13	Início do "By-pass" para zona de Prlina (# 6)	42° 36.463' 20° 34.581'	380	Solo, Medidas
14	Ponto "Golfo 01" (# 7) Cruzamento de estradas onde militares portugueses mantiveram "check point" durante ano 2000 (7-1-01)	42° 35.463' 20° 35.049'	399	Medidas
15	Minas de Volujak (# 8) Instalações bombardeadas	42° 33.537' 20° 36.139'		Solos, Medidas
16	Minas de Volujak Cimo da colina, posições militares bombardeadas	42° 33.447' 20° 36.069'	629	Medidas
17	Cidade de DUS (# 9) Cimo da colina, posições militares sérvias, bombardea- das. Solo granítico. (7-01-2001)	42° 31.992' 20° 35.302'	585	Solos, Medidas

Tabela 1 – Continuação.

Estação Nº	Localidade ou sítio (data)	Coordenadas Lat (N) Long (E)	Altitude (m)	Trabalho efectuado/ amostras
18	Campo bombardeado, perto da aldeia de Volujak (# 10)	42° 32.350' 20° 35.399'	561	Solos, Medidas
19	Aldeia de SVRHE (# 11) Largo da aldeia; alvos militares situados a 100-200 m na encosta de colinas, bombardeados	42° 32.971' 20° 36.942'	564	Solos, Medidas
20	RIDEVO (# 12) Campo agrícola, junto a povoação (7-1-01)	42° 35.230' 20° 41.623'	616	Solos, Medidas
21	STARICA (# 13) local de "Check point" a 1km de Duceviç, campo agrícola (7-1-01)	42° 37.410' 20° 40.442'	476	Solos, Medidas
22	JOSANICA 2 (# 14) Local do antigo "Check point" Lordelo	42° 39.100' 20° 37.940'	492	Solos, Medidas
23	BICA (# 15) Aldeia Sérvia destruída e abandonada.	42° 40.732' 20° 36.011'	516	Solos, Medidas
24	Planalto agrícola e, cultivado, a caminho de Renovac (#16) (7-1-01)	42° 40.528' 20° 34.467'	529	Solos, Medidas
25	RENOVAC (# 17) Ribeira Renovica.	42° 40.030' 20° 33.034'	422	Solos, Medidas
26	ZLOCUKANE (# 18)	42° 39.608' 20° 32.521'	411	Solos, Medidas
27	KLINA (# 19) Entrada Norte da cidade (Ciganska Mah)	42° 37.816' 20° 34.156'	412	Solos, Medidas
28	KLINA (# 20) Estrada de acesso ao aqueduto português.	42° 37.435' 20° 35.070'		Solos, Medidas
29	PRLINA (# 21) Local da camionagem; tanques bombardeados (8-1-01)	42° 36.548' 20° 34.568'	400	Solos, Medidas
30	KIJEVO (# 22) Ponte destruída, próximo do "check point" russo	42° 33.844' 20° 46.308'	668	Solos, Medidas

Tabela 1 – Continuação.

Estação Nº	Localidade ou sítio (data)	Coordenadas Lat (N) Long (E)	Altitude (m)	Trabalho efectuado/ amostras
31	NEGROVCE (DURDIKA) (# 23) Próximo da antiga carreira de tiro Sérvia.	42° 35.958' 20° 57.825'	661	Solos, Medidas
32	PRISTINA (# 24) Entrada da cidade pelo sul. Perto de depósitos de combustível bombardeados.	42° 39.400' 21° 08.672'	622	Solos, Medidas
33	PRISTINA (# 25) QG da KFOR, junto às insta- lações dos militares portu- gueses e heliporto (8-1-01).	42° 39.861' 21° 08.722'	657	Solos, Aerossóis Medidas
34	PRISTINA (# 26) Cidade, junto ao comando da Polícia de Segurança Pública Civil Sérvia, bombardeado.	42° 39.752' 21° 09.484'	615	Medidas
35	PRISTINA (# 27) Edifício dos antigos Correios e Telecomunicações, bombardeado.	42° 39.900' 21° 09.776'	618	Medidas
36	VUSTRIN (# 28) (8-1-01)	42° 48.874' 20° 59.012'	549	Solos, Medidas
37	FÁBRICAS TRERÇA (# 29) Complexo industrial situado a Sul de Mitrovica. Produziram baterias para automóveis, metalurgia, compostos quími- cos vários. Não foi bombar- deado.	42° 52.636' 20° 52.776'	521	Medidas
38	MITROVICA (# 30) Centro da Cidade	42° 53.242' 20° 52.052'	523	Medidas
39	MITROVICA (# 31) Saída da cidade para Oeste. Prados e casario disperso. (8-1-01)	42° 51.533' 20° 50.352'	596	Solos, Medidas
40	RUDNICK (# 32) Colinas	42° 47.503 20° 42.040'	735	Solos, Medidas
41	DURAKOVAC (# 33)	42° 43.621' 20° 28.889'	457	Solos, Medidas
42	Lago RADONIC (# 34) Margem do lago artificial (9-1-01)	42° 28.736' 20° 26.157'	467	Solos, Água Medidas

Tabela 1 – Conclusão.

Estação Nº	Localidade ou sítio (data)	Coordenadas Lat (N) Long (E)	Altitude (m)	Trabalho efectuado/ amostras
43	Lago RADONIC (# 35) Estrada e instalações da barragem do lago artificial Local bombardeado com munições de urânio.	42° 28.272' 20° 25.892'	497	Solos, Pedacos de Metal (Munição?) Medidas
44	PRIZREN (# 36) Ponte sobre o rio, perto da cidade.	42° 21.194' 20° 32.509'	387	Solos, Medidas
45	KRAJK (# 37) Rio Beli Drim	42° 16.797' 20° 39.878'	331	Solos, Água do Rio Medidas
46	ZUR (# 38) Colinas sobre a aldeia de Zur. Antiga posição militar Sérvia, bombardeada. Zona minada.	42° 10.401' 20° 36.400'	543	Solos, Medidas
47	PRIZREN (# 39) Centro da cidade			Água de consumo Medidas
48	SUVA REKA (# 40)	42° 20.902' 20° 49.075'	432	Solo, Medidas
49	BELIN (# 41)	42° 27.478' 20° 58.716'	643	Solo, Medidas
50	LIPJAN (# 42)	42° 32.367' 21° 07.243'	562	Solo, Medidas

Tabela 2. Lista dos Locais de Amostragem da Bósnia-Herzegovina.

Estação Nº	Localidade ou sítio (data)	Coordenadas Lat (N) Long (E)	Altitude (m)	Trabalho efectuado/ amostras
1	VISOKO Aquartelamento do batalhão português (2º BIMEC) (11-01-01)	43º 59.997' 18º 09.659'	443	2 x Aerossóis, Solo, Medidas, Água da rede (ver plano detalhado)
2	Captação de água de BUCI Abastecimento de Visoko e do batalhão português	43º 57.921' 18º 11.045'	443	Solo, Água, Medidas
3	BREZA Esquadra da IPTF	44º 00.286' 18º 15.431'	491	Solo, Medidas
4 a	VISOKO-entrada da cidade. A cerca de 2 km do aquar- telamento do batalhão português	43º 59.472' 18º 10.941'	441	Medidas
b	Visoko – centro. Junto ao Hospital e Ginásio	43º 59.643' 18º 10.522'	440	Medidas
c	Visoko – campo de futebol. Actualmente usado como heliporto	44º 00.390' 18º 09.563'	427	Solo, Medidas
5	ROGATICA QG do batalhão português até Março de 2000 (12-01-01)	43º 47.988' 19º 00.146'	543	Solo, Medidas, Aerossóis
6	VITKOVICI Fábrica de adubos azotados. Terrenos frente ao antigo aquartelamento da unidade militar portuguesa, usado de 1996 a 2000.	43º 37.605' 18º 57.839'	536	Solo, Medidas
7	VITKOVICI Aquartelamento da unidade militar portuguesa.	43º 37.633' 18º 57.862'	376	Solo, Medidas (ver plano detalhado)
8	Ponte de MILJENO Perto de Cajnice, bombardeada	43º 35.600' 19º 01.969'	613	Solos, Medidas
9	GORADZE Largo do centro da cidade.	43º 40.140' 18º 58.477'	361	Solo, Água da rede.

Tabela 2 – continuação.

Estação Nº	Localidade ou sítio (data)	Coordenadas Lat (N) Long (E)	Altitude (m)	Trabalho efectuado/ amostras
	Local frequentado pelas patrulhas de militares portugueses estacionados em Vitkovici.			
10	JABUKA Antenas de transmissões. Antiga posição destruída com míssil Tomahawk. Secção militar portuguesa, dependente de quartel em Vitkovici, controlou o local e esteve aí aquartelada, de 1996 a 2000	43° 43.058' 18° 59.710'	1221	Solo, Medidas
11	PRACA Uma das primeira posições ocupadas por militares portugueses em 1996.	43° 46.152' 18° 45.023'	713	Solo, Medidas
12	USTIPRACA Local do Batalhão	43° 41.469' 19° 05.285'	401	Solos, Medidas
13	Ponte para MEDADA "check point" assegurado por militares portugueses. Zona minada.	43° 43.933' 19° 10.877'	378	Medidas
14 a	VISEGRAD Perto da ponte sobre rio. Margem Norte do rio Drina.	43° 47.405' 19° 17.806'	338	Solo, Medidas Águas da rede Alimentos
b	VISEGRAD Margem sul do rio Drina.	43° 47.368' 19° 17.501'	315	Medidas
15	ZHARID Aquartelamento de unidade, perto de Rogatica, conhecido por SOTRIM.	43° 47.529' 18° 59.888'	711	Solos, Medidas (ver planta detalhada)
16	DOBOJ Camp Dannevirque	44° 40.952' 18° 04.343'	170	Medidas, Solos (ver planta detalhada)
17	DOBOJ Camp Jussi	44° 43.031' 18° 05.043'	167	Solo, Medidas (ver planta detalhada)
18	DOBOJ Antenas de transmissões.	44° 45.536' 18° 07.503'	572	Solo, Medidas

Tabela 2 – continuação.

Estação Nº	Localidade ou sítio (data)	Coordenadas Lat (N) Long (E)	Altitude (m)	Trabalho efectuado/ amostras
19	GRACANICA	44º 41.609' 18º 18.708'	207	Solo, Água da Rede Medidas
20	ZAVIDOVICI	44º 30.579' 18º 04.899'	201	Solo
21	ZENICA Frente à maior siderurgia da Europa	44º 14.215' 17º 53.912'	338	Solos, Medidas
22	ZETRA (Zehra Muidoviç) Antiga posição portuguesa, nas colinas sobre o estádio de Serajevo.	43º 52.645' 18º 24.443'	335	Solos, Medidas
23	TITO BARRACKS QG da Brigada italiana. Esteve aqui estacionada uma unidade portuguesa.	43º 51.536' 18º 23.660'	335	Solos, Medidas
24	ILIDZÁ Nascente do rio Bosna.	43º 49.079' 18º 16.132'	526	Solo, Medidas
25	Estrada para PALE. Cimo das colinas do lado sul de Sarajevo. Antigas posições da artilharia sérvia, bombardeadas. Zona minada.	43º 50.599' 18º 24.950'	814	Solo, Medidas
26	Estrada para PALE. Cimo das colinas do lado sul de Sarajevo. Antigas posições da artilharia sérvia. Zona minada.	43º 50.508' 18º 25.895'	939	Solo, Medidas
27	BUTMIR QG da SFOR (16-01-01)	43º 48.847' 18º 20.620'	529	Aerossóis, Solo Medidas
28	RAJLOVAC Camp One Carreau Hospital Militar da SFOR (17-01-01)	43º 52.096' 18º 18.525'	500	Medidas
29	HADZICI Fábrica de capacetes e coletes à prova-de-bala, sérvia. Hoje controlada pela Federação Croata-Muçulmana. (Caixote com munições de Urânio, recolhidas em 1996)	43º 49.379' 18º 11.611'	576	Medidas, Solos

Tabela 2 – Conclusão.

Estação Nº	Localidade ou sítio (data)	Coordenadas Lat (N) Long (E)	Altitude (m)	Trabalho efectuado/ amostras
30	HRASNICA Fábrica “FAMOS” de metalo- mecânica e química. Bom- bardeada. Existem 50-60 Ton. de cianeto em armazém pre- cário.	43° 47.583’ 18° 19.753’	537	Solo, Medidas
31	HADZICI Aquartelamento da Federa- ção Croata Muçulmana. Zona dos edifícios	43° 48.703’ 18° 12.428’	589	Solo, Aerossóis Medidas
32	HADZICI Aquartelamento da Federa- ção Croata-Muçulmana. Zona dos paióis bombardea- dos – bosque. Zona minada.	43° 48.059’ 18° 13.160’	725	Solos, Medidas
33	HADZICI Aquartelamento da Federa- ção Croata Muçulmana Zona de paióis bombardea- dos-bosque. Zona minada.	43° 48.231’ 18° 13.231’	691	Solo, Medidas
34	BRADINA Saída no sentido de Mostar Terreno junto à estrada.	43° 44.114’ 18° 00.688’	690	Solo, Medidas
35	OSTROZAC Saída no sentido de Mostar. Parque de viaturas junto à estrada.	43° 40.362’ 17° 46.347’	326	Solo, Medidas
36	MOSTAR – Q.G. da Brigada Multinacional Sudeste. Entrada do aquartelamento.	43° 17.363’ 17° 50.127’	70	Solo, Medidas

Tabela 3 – Resultados obtidos pelo DPRSN em exercícios de intercalibração. Análises por espectrometria alfa.

	Valor de Referência (Bq kg⁻¹) Média e Intervalo de 95%	Resultado do DPRSN
OMS Amostra nº 65 SR 300 (sedimento lacustre)		
ANO: 1999		
²³⁸ U	2750 ± 210	2844 ± 66
²³⁵ U	127,8 ± 8,8	135,8 ± 6,5
²³⁴ U	2765 ± 220	2928 ± 68
Amostra IAEA 384 (sedimento marinho)		
ANO: 2000		
²³⁸ U	36,4 (33,4 – 37,3)	35 ± 1
²³⁵ U	1,76 (1,69 – 2,00)	2,0 ± 0,1
²³⁴ U	40,3 (35,2 – 43,0)	41,0 ± 1,0
²³⁸ Pu	39,0 (38,1 – 40,1)	39,0 ± 1,0

Tabela 4 – Resultados da monitorização externa realizada no Kosovo corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento.

Estação Nº	Localidade ou sítio	Débito de Dose de Radiação Externa Emissores γ $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Contaminação de Superfície		
			Emissores α , β e γ c/s (b)	Emissores α c/s (c)	Emissores α c/s (d)
1	Aquartelamento	0,06	4		
2	Pec 1	0,06	2	0,2	
2	Pec 2	0,08	2	0,2	
2	Pec 3	0,06	2	0,2	
2	Pec 4	0,04	2	0,2	
2	Pec 6	0,08	2	43 (?)	
2	Pec 7	0,16	2	0,4	
2	Pec 8	0,10	2	0,2	
3	Banja 1	0,16	2	0,2	
3	Banja 2	0,22	2	0,4	
4	Decani	0,16	2	0,2	
5	Skivjan	0,18	2	0,2	
6	Djakovica	0,18	11	0,4	
7	Djakovica	0,10	2	0,2	
8	Berkovo	0,22	2		0,2
9	Mosteiro Budisavci	0,12	3		0,2
10	Krusevo	0,10	2		0,2
11	Jagoda	0,10	4		0,2
12	Rio Beli Drim	0,12	2		0,2
13	“By-Pass”	0,08	4		0,2
14	“Golfo 01”	0,10	2		0,2
15	Minas de Volujak	0,16	5		0,3
16	Minas de Volujak	0,18	2		0,2
17	DUZ	0,46	2		0,2

Tabela 4 – Continuação.

Estação Nº	Localidade ou sítio	Débito de Dose de Radiação Externa		Contaminação de Superfície	
		Emissores γ $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Emissores α , β e γ c/s (b)	Emissores α c/s (c)	Emissores α c/s (d)
18	Volujak	0,40	2		0,2
19	Svrhe	0,80	2		0,2
20	Ridevo	1,18	5		0,2
21	Starika	1,04	4		0,2
22	Josanica	0,84	3		0,2
23	Bica	0,72	2		0,2
24	Planalto Agrícola	0,52	4		0,2
25	Renovac	0,54	3		0,2
26	Zlocukane	0,38	2		0,2
27	Klina	0,50	2		0,2
28	Klina	0,32	2		0,2
29	Prlina	0,18	2		0,2
30	Kijevo	0,08	2		0,4
31	Negrovce	0,10	2		0,2
32	Pristina	0,18	2		0,2
33	Pristina	0,16	2		0,2
34	Pristina	0,28	2		0,2
35	Pristina	0,26	2		0,2
36	Vustrin	0,30	2		0,2
37	Fábricas Trerça	0,12	2		0,2
38	Mitrovica	0,16	2		0,2
39	Mitrovica	0,22	2		0,2
40	Rudnick	0,26	2		0,2
41	Durakovac	0,42	2		0,2
42	Lago Radonic	0,26	2		0,2

Tabela 4 – Conclusão.

Estação Nº	Localidade ou sítio	Débito de Dose de Radiação Externa		Contaminação de Superfície	
		Emissores γ $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Emissores α , β e γ c/s (b)	Emissores α c/s (c)	Emissores α c/s (d)
43	Lago Radonic	0,14	2		0,2
44	Prizren	0,94	2		0,2
45	Krajk	0,34	2		0,2
46	Zur	0,26	5		0,2
48	Suva Reka	0,22	2		0,2
49	Belin	0,20	2		0,2
50	Lipjan	0,18	2		0,2

Câmara de Ionização Victoreen 450P nº 1210

Monitor de Contaminação DS 501 nº 84 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 3 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SAP 400 nº178 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SA70-2 nº194 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

c/s é abreviatura para contagens por segundo

Tabela 5 – Resultados da monitorização externa realizada no aquartelamento D. Afonso Henriques em Klina, Kosovo corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento. Ver figura 9 para a localização dos pontos de medida.

Ponto Nº	Local	Débito de Dose de Radiação Externa Emissores $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Contaminação de Superfície	
			Emissores α , β e γ contagens/segundo (b)	Emissores α , β e γ contagens/segundo (c)
1	Campo Futebol	0,04	2	3
2	Paiol	0,06	2	2
3	Poço	0,06	2	4
4	Lavagem Viaturas	0,06	2	2
5	Ginásio	0,06	3	4
6	Comando	0,06	2	2
7	Camaratas	0,06	2	2
8	Refeitório	0,06	3	3
9	Cozinha	0,06	2	2
10	Entrada	0,06	2	2
11	Loja PX	0,06	2	2
12	Bar	0,06	2	2
13	Engenharia	0,06	2	2
14	Rua	0,06	2	2
15	Rua	0,06	2	2
16	Rua	0,06	2	2
17	Base da Equipa	0,04	2	2
18	Parque Viaturas	0,06	2	3
19	Oficinas	0,06	2	2
20	Combustíveis	0,06	5	5
21	WC Central	0,06	2	2

Câmara de Ionização Victoreen 450P nº 1210

Monitor de Contaminação DS 501 nº 84 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 3 c/s)

Monitor de Contaminação DS 501 nº 112 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 3 c/s)

Tabela 6 – Resultados da monitorização individual de militares e civis realizada no Kosovo corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento.

Identificação Nº	Contaminação Individual	
	Emissores β e γ contagens/segundo (a)	Emissores α contagens/segundo (b)
78	2	0,2
278	2	0,2
161	2	0,2
9	2	0,2
256	2	0,2
45	2	0,2
238	2	0,2
189	2	0,2
122	2	0,2
179	2	0,2
160	2	0,2
166	2	0,2
159	2	0,2
162	2	0,2
146	2	0,2
121	2	0,2
261	2	0,2
264	2	0,2
266	2	0,2
263	2	0,2
269	2	0,2
270	2	0,2
265	2	0,2
123	2	0,2
67	2	0,2

Tabela 6 – Conclusão.

Identificação Nº	Contaminação Individual	
	Emissores β e γ contagens/segundo (a)	Emissores α contagens/segundo (b)
Civil de Volujak	2	0,2
Civil de Klina	1	0,2
226	1	0,2
283	1	0,2
281	1	0,2
231	1	0,2
247	1	0,2
233	1	0,2
245	1	0,2
235	1	0,2
236	1	0,2
234	1	0,2
279	1	0,2
386	1	0,2
285	1	0,2
287	1	0,2
284	1	0,2
216	1	0,2

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SBG n.º 1442 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 2 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 801 + SA70-2 n.º 194 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

Tabela 7 – Resultados da monitorização externa realizada na Bósnia-Herzegovina corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento.

Estação Nº	Localidade ou Sítio	Débito de Dose de Radiação Externa			Contaminação de Superfície	
		Emissores $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Emissores α , β e γ contagens/segundo (b)	Emissores contagens/segundo (c)		
1	Aquartelamento	0,30	3	0,2		
2	Buci	0,08	3	0,2		
3	Breza	0,10	2	0,2		
4a	Visoko	0,24	5	0,2		
4b	Visoko	0,24	3	0,2		
4c	Visoko	0,12	3	0,2		
5	Rogatica	0,18	3	0,2		
6	Vitkovici	0,24	2	0,2		
7	Vitkovici	0,38	1,5	0,2		
8	Miljeno	0,10	2	0,2		
9	Goradze	0,10	2	0,2		
10	Jabuka	0,14	2	0,2		
11	Praca	0,06	3	0,2		
12	Ustipraca	0,06	2	0,2		
13	Mededa	0,12	2	0,2		
14a	Visegrad	0,04	2	0,2		
14b	Visegrad	0,08	2	0,2		
15	Zharid	0,12	2	0,2		
16	Doboj	0,08	1,5	0,2		
17	Doboj	0,08	1,5	0,2		
18	Doboj	0,06	1,5	0,2		
19	Gracanica	0,06	1,5	0,2		
20	Zavidovici	0,08	1	0,2		
21	Zenica	0,06	1	0,2		

Tabela 7 – Conclusão.

Estação Nº	Localidade ou Sítio	Débito de Dose de Radiação Externa	Contaminação de Superfície	
		Emissores $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Emissores α , β e γ contagens/segundo (b)	Emissores contagens/segundo (c)
22	Zetra	0,10	1	0,2
23	Tito Barracks	0,18	2	0,2
24	Ilidzá	0,10	1	0,2
25	Estrada Pale,	0,06	1	0,2
26	Estrada Pale,	0,04	1	0,2
27	Butmir	0,10	1	0,2
28	Rajlovac	0,10	1	0,2
29	Hadzici	0,30	1	0,2
30	Hrasnica	0,08	1	0,2
31	Hadzici	0,10	1	0,2
32	Hadzici	0,22	1	0,2
33	Hadzici	0,10	1	0,2
34	Bradina	0,06	1	0,2
35	Ostrozac	0,06	1	0,2
36	Mostar	0,10	1	0,2

Câmara de Ionização Victoreen 450P nº 1210

Monitor de Contaminação DS 501 nº 84 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 3 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SA70-2 nº194 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

Tabela 8 – Resultados da monitorização externa realizada no Campo Militar de Visoko, Bósnia-Herzegovina corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento. Ver figura 10-12 para a localização dos pontos de medida.

Ponto Nº	Local	Débito de Dose de Radiação Externa Emissores γ $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Contaminação de Superfície		
			Emissores α , β e γ c/s (b)	Emissores α , β e γ c/s (c)	Emissores α c/s (d)
1	Átrio do Piso Superior	0,10	2	2	
2	Comando 2ª Cª	0,12	1,5	1,5	
3	Dormitório 2ª Cª	0,06	2	2	
4	Tenda 2ª Cª	0,08	2	2	
5	Cª Comando e Serviços	0,12	2	2	
6	Escada de Serviço	0,12	2	2	
7	Patamar Escada Serviço	0,12	2	2	
8	Corredor dos WC	0,08	2	2	
9	WC	0,08	2	2	0,2
10	Estado Maior – dormitório	0,10	2	2	0,2
11	Estado Maior – área de trabalho	0,10	2	2	0,2
12	Parque de Chaimites	0,30	3		0,2
13	Parque CCS	0,26	2		0,2
14	Posto de Socorros	0,26	2		0,2
15	Combustível	0,24	2		0,2
16	Messe e Cozinha	0,26	2		0,2

Câmara de Ionização Victoreen 450P nº 1210

Monitor de Contaminação DS 501 nº 84 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 3 c/s)

Monitor de Contaminação DS 501 nº 112 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 3 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SA70-2 nº194 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

c/s é abreviatura para contagens por segundo.

Tabela 9 – Resultados da monitorização externa realizada no antigo aquartelamento português em Vitkovici, Bósnia-Herzegovina corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento. Ver a figura 13 para a localização dos pontos de medida.

Ponto Nº	Local	Débito de Dose de Radiação Externa Emissores $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Contaminação de Superfície	
			Emissores α , β e γ contagens/segundo (b)	Emissores contagens/segundo (c)
1	Barbearia	0,10	1,5	0,2
2	Armazém	0,10	1,5	0,2
3	Corredor	0,38	1,5	0,2
4	Dormitórios	0,10	1,5	0,2
5	Dormitórios	0,10	1,5	0,2
6	Operações	0,24	1,5	0,2
7	Comando	0,12	1,5	0,2
8	Bar	0,16	1,5	0,2

Câmara de Ionização Victoreen 450P nº 1210

Monitor de Contaminação DS 501 nº 84 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 3 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SA70-2 nº194 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

Tabela 10 – Resultados da monitorização externa realizada no Camp Dannevirke em Doboj, Bósnia-Herzegovina, corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento. Ver a figura 14 para a localização dos pontos de medida.

Ponto Nº	Local	Débito de Dose de Radiação Externa Emissores $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Contaminação de Superfície	
			Emissores α , β e γ contagens/segundo (b)	Emissores contagens/segundo (c)
1	Entrada	0,08	1	0,2
2		0,02	1	0,2
3		0,06	1	0,2
4		0,08	1	0,2
5		0,06	1,5	0,2
6		0,04	1	0,2
7		0,02	1	0,2
8	Paio lim	0,06	1	0,2
9		0,06	1	0,2
10		0,06	1	0,2
11		0,06	1	0,2
12		0,08	1	0,2
13		0,06	1	0,2
14	Parqueamento	0,04	1	0,2
15		0,04	1,5	0,2
16		0,04	1,5	0,2
17	Parada	0,04	1	0,2
18		0,04	1	0,2
B	Cozinhas e Messe	0,08	1	0,2

Câmara de Ionização Victoreen 450P nº 1210

Monitor de Contaminação DS 501 nº 84 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 3 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SA70-2 nº194 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

Tabela 11 – Resultados da monitorização externa realizada no Camp Jussi em Doboj, Bósnia-Herzegovina, corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento. Ver a figura 15 para a localização dos pontos de medida.

Ponto Nº	Local	Débito de Dose de Radiação Externa Emissores $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Contaminação de Superfície	
			Emissores α , β e γ contagens/segundo (b)	Emissores contagens/segundo (c)
1		0,04	1	0,2
2		0,08	1,5	0,2
3	Engenharia	0,06	1	0,2
4	Cimic Center	0,04	1	0,2
5		0,06	1	0,2
6		0,04	1	0,2
7	Local Bombardeado	0,08	1,5	0,2
8		0,06	1	0,2

Câmara de Ionização Victoreen 450P nº 1210

Monitor de Contaminação DS 501 nº 84 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 2 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SA70-2 nº194 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

Tabela 12 – Resultados da monitorização externa de contaminação realizada à 1.^a CAT à saída do Camp Dannevirke, em Doboj, Bósnia-Herzegovina, no fim da sua missão de 10 dias, corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento.

	Contaminação Individual e de Viaturas	
	Emissores β e γ contagens/segundo (a)	Emissores α contagens/segundo (b)
81 Militares	< 2	0,2
16 Viaturas Tácticas	< 2	0,2

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SBG n.º 1442 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 2 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 801 + SA70-2 n.º 194 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

Tabela 13 – Resultados da monitorização a viaturas no regresso a Visoko de uma missão de 10 dias em Zenica, Bósnia-Herzegovina, corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento.

	Contaminação de Viaturas	
	Emissores β e γ contagens/segundo (a)	Emissores α contagens/segundo (b)
10 Chaimites	< 2	0,2
9 Jipes	< 2	0,2
2 Iveco	< 2	0,2

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SBG n.º 1442 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 2 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 801 + SA70-2 n.º 194 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

Tabela 14 – Resultados da monitorização externa realizada em alguns locais na área de Lisboa corrigidos de acordo com a eficiência do equipamento.

Localidade e Sítio	Débito de Dose de Radiação Externa Emissores $\mu\text{Sv/h}$ (a)	Contaminação de Superfície	
		Emissores α , β e γ contagens/segundo (b)	Emissores contagens/segundo (c)
Vila Franca de Xira Estátua do Campino	0,04	3	0,2
Alverca Frente às Finanças	0,04	3	0,2
ITN Jardim do DPRSN	0,06	2	0,2
Sacavém Jardim	0,02	3	0,2
Lisboa – Parque das Nações, Passeio Neptuno	0,04	2	0,2
Lisboa Aeroporto	0,04	3	0,2

Câmara de Ionização Victoreen 450P nº 1210

Monitor de Contaminação DS 501 nº 84 (valor do fundo radioactivo natural entre 1 e 3 c/s)

Monitor de Contaminação MIP 10 nº 7286 + SA70-2 nº194 (valor do fundo radioactivo natural 0,2 c/s)

Tabela 15 - Radioactividade em produtos alimentares provenientes do Kosovo determinada por espectrometria gama ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$, peso fresco).

Estação de Amostragem	Produtos Alimentares	^{235}U	^{234}Th	^{234}Pa	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K
KLINA	Pão	$\leq 0,5$	$\leq 5,6$	≤ 52	$\leq 0,8$	≤ 11	n.d.	33 ± 3
PRISTINA	Maçãs	$\leq 0,3$	$\leq 2,9$	≤ 23	$\leq 0,3$	$\leq 6,0$	n.d.	37 ± 2
	Couve Lombarda	$\leq 0,3$	$\leq 3,8$	≤ 32	$\leq 0,4$	n.d.	n.d.	99 ± 9
	Cebolas	$\leq 0,3$	$\leq 6,1$	≤ 31	$\leq 0,4$	n.d.	n.d.	179 ± 14
	Queijo Fresco	$\leq 0,2$	$\leq 1,9$	≤ 19	$\leq 0,3$	$\leq 3,6$	n.d.	30 ± 2
	Batatas	$\leq 0,2$	$\leq 2,5$	24 ± 5	$0,34 \pm 0,04$	$\leq 7,1$	n.d.	176 ± 4
	Carne	$\leq 0,3$	$\leq 4,0$	37 ± 8	$\leq 0,4$	$\leq 7,8$	n.d.	103 ± 4
	Pão	$\leq 0,3$	$4,2 \pm 0,9$	40 ± 9	$\leq 0,5$	≤ 10	n.d.	27 ± 2
BUDISAVIC	Mel	$\leq 0,3$	$\leq 3,7$	≤ 23	$\leq 0,3$	n.d.	$0,3 \pm 0,1$	22 ± 3
	Queijo Fresco	$\leq 1,4$	19 ± 6	n.d.	$\leq 2,4$	≤ 42	n.d.	40 ± 8
PEC	Maçãs	$\leq 0,2$	$\leq 3,3$	≤ 22	$\leq 0,3$	n.d.	n.d.	38 ± 4
	Couve Lombarda	$\leq 0,2$	$4,6 \pm 0,8$	≤ 16	$\leq 0,2$	$\leq 6,7$	n.d.	45 ± 2
	Batatas	$\leq 0,3$	$\leq 3,9$	≤ 27	$\leq 0,4$	n.d.	n.d.	136 ± 11
	Carne	$\leq 0,2$	$\leq 3,2$	≤ 23	$\leq 0,3$	n.d.	n.d.	108 ± 9
	Pão	$\leq 0,5$	$\leq 5,3$	42 ± 13	$5,2 \pm 1,0$	≤ 11	n.d.	38 ± 2
	Queijo fresco	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	41 ± 4
MITROVICA	Maçãs	$\leq 0,1$	$6,1 \pm 0,7$	$\leq 1,3$	$\leq 0,2$	$\leq 6,7$	n.d.	33 ± 1
	Cebolas	$\leq 0,3$	$4,1 \pm 1,1$	≤ 23	$\leq 0,3$	$\leq 6,5$	n.d.	85 ± 3
	Batatas	$\leq 0,1$	$\leq 2,0$	≤ 23	$\leq 0,2$	$\leq 6,1$	n.d.	156 ± 3
	Couve Lombarda	$\leq 0,2$	$\leq 2,5$	≤ 21	$\leq 0,2$	$\leq 4,7$	$\leq 0,1$	65 ± 2
	Carne	$\leq 0,1$	$3,3 \pm 0,7$	n.d.	$\leq 0,2$	n.d.	$0,07 \pm 0,02$	113 ± 3

n.d. (não detectado)

Tabela 16 - Radioactividade em produtos alimentares provenientes da Bósnia, determinada por espectrometria gama ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$, peso fresco).

Estação de Amostragem	Produtos Alimentares	^{235}U	^{234}Th	^{234}Pa	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K
VISOKO	Maçãs	$\leq 0,1$	$\leq 2,0$	≤ 13	$\leq 0,2$	$\leq 5,5$	n.d.	30 ± 1
	Maçãs	$\leq 0,2$	$\leq 2,3$	≤ 18	$\leq 0,3$	$\leq 4,5$	$\leq 0,1$	36 ± 2
	Couve Lombarda	$\leq 0,1$	$\leq 1,7$	$2,0 \pm 0,5$	$\leq 0,2$	$\leq 4,8$	$\leq 0,1$	54 ± 2
	Pimentos	n.d.	n.d.	≤ 32	n.d.	n.d.	n.d.	85 ± 7
	Espinafres	$\leq 0,2$	$4,1 \pm 0,8$	≤ 31	$\leq 0,4$	$\leq 8,5$	$\leq 0,2$	107 ± 3
	Alface	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	$0,27 \pm 0,16$	100 ± 9
	Batatas	$\leq 0,2$	$\leq 2,4$	≤ 26	$0,40 \pm 0,06$	$\leq 4,7$	$0,20 \pm 0,06$	137 ± 4
	Batatas	$\leq 0,2$	$\leq 3,0$	≤ 25	$\leq 0,3$	n.d.	n.d.	132 ± 4
	Cebolas	$\leq 0,2$	$\leq 0,7$	n.d.	$\leq 3,7$	$\leq 5,2$	n.d.	59 ± 2
	Cenouras	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	97 ± 8
	Pão carcaça	$\leq 0,6$	≤ 7	≤ 54	$\leq 0,9$	≤ 14	$\leq 0,4$	36 ± 4
	Pão	$\leq 0,4$	≤ 5	≤ 40	$\leq 0,5$	n.d.	n.d.	41 ± 3
	Carne	$\leq 1,3$	≤ 14	n.d.	$\leq 2,1$	≤ 30	$\leq 1,1$	89 ± 21
	Queijo	$\leq 0,3$	$\leq 3,5$	≤ 24	$\leq 0,4$	$\leq 8,7$	$\leq 0,2$	54 ± 5

n.d. (não detectado)

Tabela 16 – Continuação.

Estação de Amostragem	Produtos Alimentares	²³⁵ U	²³⁴ Th	²³⁴ Pa	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
BREZA	Couve Lombarda	≤ 0,1	≤ 2,0	≤ 21	≤ 2,5	≤ 2,4	≤ 0,1	57 ± 2
	Alface	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	94 ± 22
	Maçãs	≤ 0,2	≤ 2,5	≤ 24	≤ 0,3	≤ 4,7	n.d.	28 ± 2
	Batatas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	≤ 0,3	185 ± 15
	Carne	≤ 0,1	≤ 1,9	≤ 19	≤ 0,2	≤ 4,9	≤ 0,1	101 ± 2
	Pão	≤ 0,1	≤ 1,6	≤ 15	≤ 0,2	n.d.	n.d.	20 ± 1
VISEGRAD	Cebolas	≤ 0,2	≤ 2,4	≤ 22	≤ 0,3	≤ 4,7	≤ 0,1	56 ± 2
	Couve Lombarda	≤ 0,1	≤ 1,8	21 ± 6	≤ 0,2	≤ 4,8	≤ 0,1	70 ± 2
	Maçãs	≤ 0,2	≤ 2,4	≤ 21	≤ 0,3	≤ 4,8	≤ 0,1	33 ± 2
	Batatas	≤ 0,2	≤ 3,2	≤ 24	≤ 0,3	n.d.	n.d.	153 ± 12
	Carne (Fígado)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	≤ 0,2	107 ± 9
	Carne de porco	≤ 0,2	≤ 6,7	≤ 23	≤ 0,4	≤ 8,2	2,0 ± 0,2	130 ± 11
	Queijo	≤ 0,1	≤ 2,1	≤ 19	≤ 0,2	≤ 5,4	n.d.	≤ 2,6
	Pão	≤ 0,4	≤ 4,4	n.d.	≤ 0,6	≤ 8,3	n.d.	43 ± 3

n.d. (não detectado)

Tabela 16 – Conclusão.

Estação de Amostragem	Produtos Alimentares	^{235}U	^{234}Th	^{234}Pa	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K
GRACANICA	Maçãs	$\leq 0,1$	$2,2 \pm 0,4$	19 ± 5	$\leq 0,2$	$\leq 4,9$	$\leq 0,1$	34 ± 1
	Couve Lombarda	$1,3 \pm 0,6$	$\leq 2,9$	n.d.	$\leq 0,4$	$\leq 5,7$	n.d.	134 ± 4
	Couve flor	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	109 ± 10
	Batatas	$\leq 0,2$	$\leq 2,4$	≤ 21	$\leq 0,3$	$\leq 4,7$	n.d.	114 ± 4
	Brócolos	$\leq 2,0$	≤ 21	n.d.	$\leq 3,1$	n.d.	$\leq 1,5$	142 ± 20
	Alface	$\leq 2,5$	≤ 23	n.d.	$\leq 3,3$	≤ 60	$\leq 1,6$	107 ± 16
	Carne	$\leq 1,9$	≤ 18	n.d.	$\leq 2,7$	≤ 44	$\leq 1,5$	101 ± 15
	Carne	$\leq 1,1$	≤ 22	n.d.	$\leq 2,3$	≤ 31	$\leq 1,1$	138 ± 25
	Pão	$\leq 0,4$	$\leq 5,1$	≤ 33	$\leq 0,5$	≤ 13	$\leq 0,2$	43 ± 5
MOSTAR	Maçãs	$\leq 0,2$	$\leq 1,9$	≤ 16	$\leq 0,2$	$\leq 5,2$	$0,2 \pm 0,04$	24 ± 1
	Couve Lombarda	$\leq 0,3$	$\leq 3,4$	≤ 30	$\leq 0,4$	$\leq 9,5$	$\leq 0,2$	124 ± 3
	Alface	$\leq 0,4$	$\leq 5,2$	≤ 57	$\leq 0,8$	≤ 15	n.d.	92 ± 4
	Cebolas	$\leq 0,2$	$\leq 2,5$	≤ 19	$\leq 0,3$	n.d.	n.d.	65 ± 2
	Batatas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	65 ± 2
	Carne	$\leq 0,3$	$\leq 3,2$	≤ 24	$\leq 0,4$	$\leq 6,2$	$\leq 0,2$	180 ± 15
	Carne (Rim)	$\leq 0,3$	≤ 10	≤ 30	$\leq 0,5$	≤ 11	$0,5 \pm 0,15$	≤ 151
	Queijo	$\leq 0,2$	$\leq 2,4$	≤ 16	$\leq 0,2$	$\leq 7,4$	$\leq 0,1$	25 ± 1
	Pão	$\leq 0,2$	$\leq 3,6$	n.d.	$\leq 0,5$	n.d.	n.d.	38 ± 2

n.d. (não detectado)

Tabela 17 - Radioactividade em produtos da dieta alimentar portuguesa, determinada por espectrometria gama ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$, peso fresco).

Estação de Amostragem	Produtos Alimentares	^{235}U	^{234}Th	^{234}Pa	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K
BEIRA INTERIOR	Couve portuguesa	$\leq 0,4$	$\leq 5,3$	≤ 41	$\leq 0,6$	≤ 15	$\leq 0,3$	116 ± 11
	Carne de porco	$\leq 0,2$	$\leq 2,2$	≤ 18	$\leq 0,2$	$\leq 6,3$	$0,16 \pm 0,03$	68 ± 2
ALENTEJO	Laranjas	$\leq 0,1$	$\leq 2,1$	≤ 17	$\leq 0,2$	$\leq 5,3$	$\leq 0,1$	55 ± 2
ALGARVE	Couve portuguesa	$\leq 0,2$	$\leq 3,2$	≤ 28	$\leq 0,4$	$\leq 8,3$	$\leq 0,2$	35 ± 2
LISBOA (Supermercado)	Frango	$\leq 0,1$	$\leq 1,8$	≤ 15	$\leq 0,2$	$\leq 4,8$	$\leq 0,1$	74 ± 2
	Carne de vaca	$\leq 0,3$	$\leq 7,4$	≤ 36	$\leq 0,3$	$\leq 9,1$	$\leq 0,2$	129 ± 11
	Carne de porco	$\leq 0,9$	$\leq 6,9$	≤ 29	$\leq 0,4$	≤ 10	$\leq 0,1$	127 ± 10
	Maçãs	$\leq 0,2$	$\leq 2,5$	n.d.	$\leq 0,4$	$\leq 4,8$	n.d.	38 ± 2
	Pêras	$\leq 0,3$	$\leq 3,7$	≤ 27	$\leq 0,4$	$\leq 9,6$	$\leq 0,2$	57 ± 6
	Pão	$\leq 0,5$	$\leq 6,2$	≤ 51	$\leq 1,0$	≤ 12	$\leq 0,4$	46 ± 4
	Cenouras	$\leq 0,2$	$\leq 6,5$	≤ 26	$\leq 0,4$	$\leq 9,0$	$\leq 0,2$	122 ± 10
	Cebolas	$\leq 0,1$	$\leq 1,8$	≤ 17	$\leq 0,3$	n.d.	n.d.	37 ± 1
	Batatas	$\leq 0,2$	n.d.	n.d.	$\leq 0,3$	n.d.	n.d.	112 ± 4
	Alface	$\leq 0,2$	$\leq 3,1$	n.d.	$\leq 0,3$	$\leq 7,9$	n.d.	114 ± 3
	Couve portuguesa	$\leq 0,1$	$\leq 2,2$	n.d.	$\leq 0,2$	n.d.	$0,14 \pm 0,03$	58 ± 2
	Ovos	$\leq 0,2$	$\leq 2,7$	≤ 19	$0,3 \pm 0,07$	n.d.	n.d.	30 ± 2

n.d. (não detectado)

Tabela 18 – Análises de Urânio, efectuadas por espectrometria alfa, em alimentos provenientes do Kosovo. Resultados expressos em peso fresco.

Designação	^{238}U $\text{mBq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	^{235}U $\text{mBq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	^{234}U $\text{mBq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{mBq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\mu\text{g kg}^{-1} \pm 1\sigma$
Queijo (Pristina)	$5,1 \pm 0,6$	$1,0 \pm 0,2$	$7,4 \pm 0,7$	$13,5 \pm 1,5$	$0,42 \pm 0,05$
Carne (Pec)	$6,5 \pm 0,7$	$0,4 \pm 0,2$	$8,8 \pm 0,8$	$15,7 \pm 1,7$	$0,53 \pm 0,06$
Pão (Q. Klina)	$7,9 \pm 1,1$	$1,1 \pm 0,4$	$11,0 \pm 1,3$	$20,0 \pm 2,8$	$0,65 \pm 0,09$
Cebolas (Pristina)	$2,4 \pm 0,4$	$0,1 \pm 0,1$	$3,1 \pm 0,5$	$5,6 \pm 1,0$	$0,19 \pm 0,03$
Maças (Mitrovica)	$31,8 \pm 1,8$	$0,9 \pm 0,3$	$38,2 \pm 2,1$	$70,9 \pm 4,2$	$2,6 \pm 0,2$
Batatas (Pec)	$7,8 \pm 0,8$	$0,8 \pm 0,2$	$8,8 \pm 0,8$	$17,4 \pm 1,8$	$0,64 \pm 0,06$
Couve (Mitrovica)	$1,4 \pm 0,3$	$0,1 \pm 0,0$	$1,4 \pm 0,3$	$2,9 \pm 0,6$	$0,11 \pm 0,02$
Pão (Pec)	$7,5 \pm 0,8$	$0,1 \pm 0,0$	$9,4 \pm 0,9$	$17,0 \pm 1,7$	$0,60 \pm 0,06$
Carne (Mitrovica)	$2,2 \pm 0,4$	$0,1 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,4$	$4,5 \pm 0,9$	$0,18 \pm 0,04$

Tabela 19 – Análises de Urânio, efectuadas por espectrometria alfa, em alimentos provenientes da Bósnia-Herzegovina. Resultados expressos em peso fresco.

Designação	^{238}U $\text{mBq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	^{235}U $\text{mBq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	^{234}U $\text{mBq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{mBq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\mu\text{g kg}^{-1} \pm 1\sigma$
Carne (Gracanica)	$1,9 \pm 0,4$	$0,3 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,4$	$3,8 \pm 0,9$	$0,16 \pm 0,04$
Pão (Mostar)	$21,4 \pm 1,9$	$0,4 \pm 0,3$	$11,9 \pm 1,4$	$33,7 \pm 2,6$	$1,3 \pm 0,1^*$
Pão (Breza)	$58,0 \pm 2,8$	$1,6 \pm 0,3$	$14,1 \pm 1,1$	$73,7 \pm 4,2$	$4,7 \pm 0,3^*$
Pão (Visegrad)	$24,3 \pm 1,8$	$1,2 \pm 0,4$	$12,9 \pm 1,3$	$38,4 \pm 2,6$	$1,5 \pm 0,1$
Fígado (Visegrad)	$3,7 \pm 0,6$	$0,4 \pm 0,1$	$3,1 \pm 0,6$	$7,2 \pm 1,3$	$0,30 \pm 0,05$
Carne (Visoko)	$3,5 \pm 0,4$	$0,1 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,4$	$5,7 \pm 0,9$	$0,28 \pm 0,04$
Batatas (Visoko)	$3,4 \pm 0,5$	$0,6 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,5$	$8,2 \pm 1,2$	$0,28 \pm 0,04$
Couve (Mostar)	$7,3 \pm 0,9$	$0,1 \pm 0,1$	$10,0 \pm 1,0$	$17,4 \pm 2,0$	$0,59 \pm 0,07$
Cebolas (Mostar)	$4,0 \pm 0,4$	$0,4 \pm 0,1$	$3,9 \pm 0,3$	$8,3 \pm 0,8$	$0,33 \pm 0,03$
Maças (Breza)	$2,8 \pm 0,2$	$0,3 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,2$	$5,8 \pm 0,5$	$0,23 \pm 0,02$

*possível presença de Urânio empobrecido.

Tabela 20 - Radioactividade em solos provenientes do Kosovo, determinada por espectrometria gama ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$, peso seco).

Estação de Amostragem	Ponto de Amostragem	^{235}U	^{234}Th	^{234}Pa	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K
2 (PEC)	PEC 7	$5,7 \pm 0,6$	≤ 20	n.d.	29 ± 1	n.d.	94 ± 3	496 ± 18
	PEC 8	$6,6 \pm 0,8$	66 ± 8	n.d.	24 ± 1	≤ 73	113 ± 6	494 ± 46
3 (BANJA)		$8,4 \pm 0,9$	≤ 25	n.d.	47 ± 2	n.d.	36 ± 3	342 ± 32
4 (DECANI)		$4,4 \pm 1,5$	≤ 44	n.d.	21 ± 3	≤ 53	92 ± 9	454 ± 53
5 (SKIVJAN)		n.d.	n.d.	n.d.	19 ± 3	n.d.	23 ± 3	424 ± 51
6 (DJAKOVICA)	Parada do Quartel	64 ± 2	2119 ± 67	7204 ± 213	$8,4 \pm 1,1$	n.d.	75 ± 3	218 ± 24
6 (DJAKOVICA)		$2,8 \pm 1,2$	≤ 44	n.d.	19 ± 3	≤ 58	60 ± 6	444 ± 51
7 (DJAKOVICA)		n.d.	n.d.	n.d.	≤ 11	n.d.	15 ± 4	542 ± 104
8 (BERKOVO)		≤ 2	≤ 39	n.d.	16 ± 2	≤ 47	43 ± 5	447 ± 51
9 (BUDISAVCI)		$6,4 \pm 0,7$	21 ± 2	n.d.	26 ± 1	214 ± 20	115 ± 6	472 ± 41
10 (KRUSEVO)		$3,9 \pm 0,6$	53 ± 5	n.d.	18 ± 1	≤ 61	38 ± 1	809 ± 25
11 (JAGODA)	Toupeiras	$\leq 1,6$	70 ± 3	205 ± 52	17 ± 1	≤ 48	105 ± 3	430 ± 16
	0-5 cm	n.d.	54 ± 5	n.d.	21 ± 3	83 ± 23	32 ± 2	610 ± 60
	5-10 cm	$\leq 5,8$	50 ± 10	n.d.	17 ± 2	≤ 48	126 ± 5	487 ± 65
	10-15 cm	$5,4 \pm 1,6$	39 ± 5	n.d.	22 ± 2	≤ 82	69 ± 3	350 ± 55
		$\leq 3,9$	43 ± 7	n.d.	25 ± 3	n.d.	28 ± 2	551 ± 56
12 (Rio BELI DRIM)		$\leq 2,3$	33 ± 5	n.d.	26 ± 1	n.d.	93 ± 2	250 ± 25
13		$3,1 \pm 0,5$	35 ± 4	n.d.	22 ± 1	≤ 28	21 ± 1	455 ± 18
15 (Minas Volujak)		$7,6 \pm 0,5$	85 ± 5	175 ± 32	49 ± 1	≤ 43	$1,6 \pm 0,3$	443 ± 13
17 (DUZ)		$3,5 \pm 1,1$	≤ 32	n.d.	12 ± 2	≤ 41	145 ± 13	200 ± 29
18 (VOLUJAK)		$\leq 1,4$	≤ 35	n.d.	$\leq 3,0$	≤ 50	$6,3 \pm 1,0$	55 ± 19
19 (SVRHE)		$2,8 \pm 0,5$	≤ 14	n.d.	18 ± 1	≤ 36	29 ± 1	250 ± 12
21 (STARICA)		$\leq 3,8$	≤ 55	n.d.	14 ± 1	≤ 27	$9,1 \pm 1,2$	546 ± 47
22 (JOSANIKA)		$\leq 2,6$	58 ± 7	n.d.	$5,1 \pm 0,8$	≤ 56	34 ± 2	248 ± 27
23 (BICA)		$\leq 3,8$	≤ 46	n.d.	12 ± 1	n.d.	38 ± 2	364 ± 28
24 (RENOVAC)		$5,0 \pm 1,4$	≤ 40	n.d.	24 ± 2	≤ 63	$8,5 \pm 1,2$	370 ± 39
25 (RENOVAC)		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	27 ± 4	571 ± 112

n.d. (não detectado)

Tabela 20 – Conclusão.

Estação de Amostragem	Ponto de Amostragem	^{235}U	^{234}Th	^{234}Pa	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K
27 (KLINA)		$\leq 4,6$	49 ± 8	n.d.	$7,8 \pm 2,0$	n.d.	25 ± 2	450 ± 51
28 (KLINA)		$\leq 1,0$	≤ 11	n.d.	$8,4 \pm 0,5$	≤ 19	61 ± 2	186 ± 9
29 (PRLINA)		$4,7 \pm 0,7$	50 ± 6	n.d.	27 ± 1	≤ 51	21 ± 1	558 ± 48
30 (KIJEVO)		$\leq 1,8$	n.d.	n.d.	21 ± 2	≤ 62	105 ± 10	588 ± 51
31 (NEGROVCE)		$3,5 \pm 0,9$	94 ± 9	n.d.	39 ± 1	≤ 59	35 ± 2	432 ± 38
32 (PRISTINA)		$3,1 \pm 0,4$	35 ± 4	n.d.	$\leq 2,2$	≤ 39	83 ± 2	418 ± 15
33 (PRISTINA)		$\leq 3,6$	≤ 39	n.d.	18 ± 2	≤ 67	27 ± 2	413 ± 37
36 (VUSTRIN)		$\leq 3,0$	153 ± 12	432 ± 85	47 ± 2	≤ 72	56 ± 3	599 ± 53
39 (MITROVICA)		n.d.	n.d.	n.d.	17 ± 5	n.d.	50 ± 5	661 ± 111
40 (RUDNICK)		$3,9 \pm 1,1$	≤ 35	n.d.	56 ± 2	≤ 61	68 ± 3	383 ± 30
41 (DURAKOVAC)		$\leq 4,3$	≤ 56	n.d.	21 ± 3	≤ 47	47 ± 5	341 ± 42
42 (Lago RADONIC)		$4,2 \pm 1,4$	≤ 36	n.d.	26 ± 3	≤ 37	$8,1 \pm 1,6$	178 ± 28
43 (Lago RADONIC)	Zona de impacto da bala	$\leq 7,2$	n.d.	n.d.	≤ 14	n.d.	27 ± 5	≤ 171
	Buraco da Bala	81 ± 7	4441 ± 398	8493 ± 820	12 ± 2	≤ 56	$8,4 \pm 1,5$	124 ± 21
	Pedaços de Metal	$\leq 2,1$	≤ 19	n.d.	11 ± 1	≤ 31	n.d.	≤ 48
	Solo	$6,0 \pm 1,0$	≤ 32	n.d.	16 ± 1	n.d.	246 ± 13	268 ± 29
	Solo Acesso Barragem	$\leq 12,1$	230 ± 36	n.d.	≤ 24	260 ± 67	43 ± 4	≤ 266
44 (PRIZREN)		$4,3 \pm 1,2$	59 ± 11	n.d.	39 ± 2	≤ 68	60 ± 2	419 ± 30
45 (KRAJK)		$\leq 1,8$	≤ 42	n.d.	16 ± 2	≤ 22	$6,5 \pm 1,6$	413 ± 46
46 (ZUR)		$7,3 \pm 1,0$	45 ± 9	n.d.	40 ± 1	n.d.	106 ± 6	470 ± 43
48 (SUVAREKA)		$5,1 \pm 0,8$	≤ 28	n.d.	30 ± 1	≤ 60	17 ± 1	565 ± 50
49 (BELIN)		$3,7 \pm 0,6$	42 ± 4	n.d.	23 ± 1	≤ 34	56 ± 2	415 ± 22
50 (LIPJAN)		$\leq 2,5$	≤ 43	n.d.	20 ± 1	n.d.	17 ± 1	502 ± 31

n.d. (não detectado)

Tabela 21 - Radioactividade em solos provenientes da Bósnia, determinada por espectrometria gama($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$, peso seco).

Estação de Amostragem	^{235}U	^{234}Th	^{234}Pa	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K
2 (BUCI)	$6,2 \pm 0,6$	47 ± 5	n.d.	40 ± 4	n.d.	138 ± 4	730 ± 22
3 (BREZA)	$\leq 2,7$	≤ 26	n.d.	25 ± 1	≤ 66	166 ± 9	434 ± 40
4c (VISOKO(Helip.))	n.d.	n.d.	n.d.	24 ± 3	n.d.	62 ± 6	762 ± 86
5 (ROGATICA)	$\leq 4,3$	≤ 45	n.d.	11 ± 2	≤ 38	32 ± 4	326 ± 40
6 (VITKOVICI)	11 ± 1	40 ± 11	n.d.	69 ± 2	n.d.	92 ± 5	427 ± 41
7 (VITKOVICI)	$\leq 6,5$	n.d.	n.d.	33 ± 3	≤ 83	27 ± 3	887 ± 77
8 (MILJENO)	$\leq 4,0$	≤ 83	n.d.	33 ± 4	≤ 89	49 ± 5	874 ± 93
9 (GORADZE)	$5,8 \pm 0,8$	36 ± 6	n.d.	39 ± 2	≤ 57	$3,1 \pm 0,6$	608 ± 52
10 (JABUKA)	$6,1 \pm 0,6$	60 ± 4	n.d.	27 ± 1	≤ 51	17 ± 1	494 ± 18
11 (PRACA)	$6,5 \pm 0,9$	50 ± 7	n.d.	34 ± 1	≤ 67	62 ± 3	748 ± 64
12 (USTRIPRACA)	$6,8 \pm 0,9$	≤ 29	n.d.	30 ± 2	n.d.	$9,8 \pm 1,0$	687 ± 59
14 a (VISEGRAD)	$\leq 4,2$	46 ± 11	n.d.	10 ± 1	≤ 75	46 ± 2	619 ± 57
15 (ZHARID)	$\leq 5,5$	n.d.	n.d.	$\leq 8,0$	n.d.	39 ± 2	557 ± 53
16 (DOBOJ)	$4,9 \pm 0,9$	32 ± 5	n.d.	23 ± 1	≤ 54	43 ± 3	250 ± 26
17 (DOBOJ)	$4,1 \pm 1,0$	68 ± 9	n.d.	24 ± 1	n.d.	117 ± 6	384 ± 37
18 (DOBOJ)	$6,8 \pm 1,3$	≤ 51	n.d.	$\leq 6,7$	n.d.	$\leq 3,6$	740 ± 41

n.d. (não detectado)

Tabela 21 – Conclusão.

Estação de Amostragem	²³⁵ U	²³⁴ Th	²³⁴ Pa	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
19 (GRACANICA)	≤ 5,6	≤ 51	n.d.	19 ± 3	≤ 47	93 ± 9	394 ± 49
20 (ZAVIDOVICI)	≤ 4,2	37 ± 4	n.d.	18 ± 2	≤ 72	24 ± 2	511 ± 58
21 (ZENICA)	3,6 ± 1,7	≤ 45	n.d.	24 ± 3	≤ 35	57 ± 6	386 ± 50
22 (ZETRA)	7,4 ± 0,9	36 ± 8	447 ± 79	≤ 4,6	n.d.	40 ± 2	633 ± 56
23 (TITO BARRACKS)	n.d.	n.d.	n.d.	30 ± 4	n.d.	105 ± 10	637 ± 69
24 (ILIDZÁ)	5,1 ± 0,5	55 ± 5	215 ± 52	30 ± 1	n.d.	20 ± 1	598 ± 19
25 (Estrada para PALE)	≤ 2,5	≤ 47	n.d.	22 ± 3	≤ 43	39 ± 4	513 ± 57
26 (Estrada para PALE)	≤ 5,3	≤ 43	n.d.	36 ± 4	≤ 49	72 ± 7	591 ± 64
27 (BUTMIR)	≤ 2,9	≤ 31	n.d.	33 ± 1	n.d.	68 ± 4	664 ± 58
29 (HADZICI)	n.d.	n.d.	n.d.	34 ± 4	n.d.	232 ± 21	987 ± 102
30 (HRASNICA)	2,4 ± 0,5	62 ± 6	n.d.	39 ± 2	n.d.	53 ± 2	614 ± 23
31 (HADZICI)	≤ 3,3	≤ 31	n.d.	17 ± 2	≤ 35	103 ± 10	234 ± 34
32 (HADZICI)	22 ± 2	221 ± 15	n.d.	22 ± 1	≤ 62	30 ± 2	333 ± 30
33 (HADZICI)	5,6 ± 1,2	43 ± 4	n.d.	24 ± 2	≤ 64	130 ± 4,4	258 ± 48
34 (BRADINA)	6,1 ± 1,1	39 ± 11	n.d.	18 ± 1	n.d.	119 ± 6	141 ± 22
35 (OSTROZAC)	≤ 8,3	≤ 56	n.d.	41 ± 4	n.d.	33 ± 4	729 ± 77
36 (MOSTAR)	≤ 2,9	≤ 92	n.d.	42 ± 4	≤ 98.	161 ± 12	468 ± 46

n.d. (não detectado)

Tabela 22 - Radioactividade em solos provenientes de algumas regiões de Portugal Continental e dos Açores, determinada por espectrometria gama ($\text{Bq kg}^{-1} \pm 2\sigma$, peso seco).

Estação de Amostragem	Amostragem		^{235}U	^{234}Th	^{234}Pa	^{226}Ra	^{210}Pb	^{137}Cs	^{40}K
	Ano	Ponto							
SACAVÉM	2001		$\leq 2,8$	≤ 47	n.d.	36 ± 4	≤ 27	$\leq 1,7$	686 ± 72
SESIMBRA	2001		$\leq 1,7$	≤ 49	n.d.	13 ± 2	≤ 36	$7,9 \pm 1,8$	780 ± 78
LOULÉ	2001		$\leq 3,3$	≤ 47	n.d.	14 ± 2	≤ 44	$\leq 2,6$	433 ± 51
NELAS	2001		$5,8 \pm 2,5$	60 ± 12	n.d.	107 ± 2	n.d.	47 ± 2	1479 ± 34
TORRES VEDRAS	2001		$\leq 1,2$	47 ± 3	n.d.	$24 \pm 0,9$	≤ 26	$1,3 \pm 0,3$	700 ± 22
AÇORES	2000	23B	11 ± 1	96 ± 8	n.d.	45 ± 1	≤ 35	$2,1 \pm 0,4$	1451 ± 39
	2000	24B	$8,9 \pm 0,9$	113 ± 7	n.d.	42 ± 1	55 ± 13	31 ± 1	1396 ± 41
	2000	27B	$7,5 \pm 1,9$	152 ± 9	n.d.	$5,3 \pm 0,1$	≤ 68	15 ± 1	1205 ± 30
	2000	29B	10 ± 1	90 ± 5	n.d.	43 ± 1	≤ 33	15 ± 1	872 ± 28
	2000	32B	$4,5 \pm 0,6$	95 ± 7	n.d.	19 ± 1	59 ± 14	29 ± 1	646 ± 26
	2000	39C	$7,6 \pm 0,7$	99 ± 8	n.d.	29 ± 1	≤ 61	$2,9 \pm 0,5$	46 ± 10

n.d. (não detectado)

Tabela 23 – Plutônio e Urânio em amostras de solos do Kosovo (fracção granulométrica < 250 µm; resultados expressos em peso seco).

Local da Colheita	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu mBq kg ⁻¹ ± 1σ	²³⁸ U Bq kg ⁻¹ ± 1σ	²³⁵ U Bq kg ⁻¹ ± 1σ	²³⁴ U Bq kg ⁻¹ ± 1σ	U total Bq kg ⁻¹ ± 1σ	U total mg kg ⁻¹ ± 1σ	Razão ²³⁵ U/ ²³⁸ U
Est.6	-	4667 ± 214	72 ± 9	595 ± 32	5334 ± 255	376 ± 18	0,015 ± 0,002
Est.9	-	26 ± 1	0,8 ± 0,2	26 ± 1	53 ± 3	2,1 ± 0,1	0,032 ± 0,008
Est.10	-	20 ± 1	1,1 ± 0,2	17 ± 1	38 ± 2	1,6 ± 0,1	0,058 ± 0,009
Est.12	-	9 ± 1	0,5 ± 0,1	10 ± 1	19 ± 1	0,70 ± 0,05	0,054 ± 0,016
Est.13	-	26 ± 2	1,2 ± 0,3	26 ± 2	53 ± 3	2,1 ± 0,1	0,048 ± 0,011
Est.15	-	71 ± 4	2,3 ± 0,5	71 ± 4	144 ± 8	5,7 ± 0,3	0,032 ± 0,007
Est.17	-	14 ± 1	0,8 ± 0,2	15 ± 1	30 ± 2	1,13 ± 0,08	0,057 ± 0,015
Est.18	-	8 ± 1	0,8 ± 0,1	7 ± 1	16 ± 1	0,63 ± 0,05	0,108 ± 0,040
Est.19	-	18 ± 1	0,7 ± 0,2	18 ± 1	37 ± 2	1,46 ± 0,09	0,039 ± 0,012
Est.20	-	27 ± 2	1,0 ± 0,3	21 ± 2	49 ± 4	2,2 ± 0,2	0,037 ± 0,012
Est.21	-	22 ± 1	1,3 ± 0,3	21 ± 1	44 ± 2	1,8 ± 0,1	0,060 ± 0,014
Est.22	-	11 ± 1	1,1 ± 0,2	10 ± 1	22 ± 2	0,90 ± 0,09	0,104 ± 0,023
Est.23	-	15 ± 1	0,6 ± 0,2	12 ± 1	28 ± 2	1,21 ± 0,09	0,044 ± 0,015
Est.24	-	23 ± 2	1,4 ± 0,4	18 ± 1	42 ± 3	1,9 ± 0,2	0,063 ± 0,019
Est.28	<55	14 ± 1	0,9 ± 0,2	14 ± 1	29 ± 2	1,18 ± 0,07	0,062 ± 0,012
Est.29	-	34 ± 2	1,9 ± 0,4	28 ± 2	64 ± 4	2,7 ± 0,2	0,056 ± 0,011
Est.33	99 ± 44	23 ± 1	1,3 ± 0,2	20 ± 1	44 ± 2	1,84 ± 0,08	0,060 ± 0,011
Est.42	-	19 ± 1	0,9 ± 0,1	19 ± 1	39 ± 2	1,55 ± 0,07	0,048 ± 0,007
Est.43	86 ± 21	87 ± 4	2,1 ± 0,3	20 ± 1	109 ± 5	7,0 ± 0,3	0,014 ± 0,009
Est.46	-	38 ± 2	1,2 ± 0,3	37 ± 2	76 ± 4	3,1 ± 0,2	0,032 ± 0,007

Tabela 24 – Plutônio e Urânio em amostras de solos da Bósnia-Herzegovina (fracção granulométrica < 250 µm; resultados expressos em peso seco).

Local da Colheita	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu mBq kg ⁻¹ ± 1σ	²³⁸ U Bq kg ⁻¹ ± 1σ	²³⁵ U Bq kg ⁻¹ ± 1σ	²³⁴ U Bq kg ⁻¹ ± 1σ	U total Bq kg ⁻¹ ± 1σ	U total mg kg ⁻¹ ± 1σ	Razão ²³⁵ U/ ²³⁸ U
Est.2	-	25 ± 1	0,9 ± 0,2	26 ± 1	52 ± 2	2,0 ± 0,1	0,036 ± 0,007
Est.4	112 ± 33	25 ± 2	1,5 ± 0,3	24 ± 1	51 ± 3	2,0 ± 0,1	0,060 ± 0,011
Est.5	-	13 ± 1	0,6 ± 0,2	11 ± 1	25 ± 2	1,02 ± 0,07	0,048 ± 0,016
Est.6	55 ± 32	56 ± 3	3,5 ± 0,4	56 ± 3	116 ± 6	4,5 ± 0,2	0,063 ± 0,009
Est.9	547 ± 55	34 ± 2	1,5 ± 0,2	34 ± 2	70 ± 3	2,8 ± 0,1	0,044 ± 0,006
Est.11	387 ± 62	30 ± 2	1,3 ± 0,2	29 ± 2	60 ± 3	2,4 ± 0,1	0,044 ± 0,007
Est.12	-	36 ± 2	1,5 ± 0,3	32 ± 2	70 ± 4	2,9 ± 0,2	0,042 ± 0,008
Est.21	-	37 ± 2	1,4 ± 0,2	32 ± 2	70 ± 4	3,0 ± 0,1	0,039 ± 0,007
Est.22	-	32 ± 2	1,6 ± 0,2	33 ± 2	67 ± 3	2,6 ± 0,1	0,051 ± 0,008
Est.25	-	25 ± 2	1,4 ± 0,3	26 ± 2	52 ± 4	2,0 ± 0,2	0,056 ± 0,014
Est.29	-	43 ± 2	1,4 ± 0,3	39 ± 2	83 ± 4	3,4 ± 0,2	0,032 ± 0,006
Est.30	-	30 ± 2	2,0 ± 0,3	33 ± 2	65 ± 3	2,5 ± 0,1	0,066 ± 0,010
Est.34	-	21 ± 1	0,8 ± 0,2	23 ± 1	45 ± 2	1,7 ± 0,1	0,039 ± 0,011
Est.36	-	29 ± 2	2,1 ± 0,4	27 ± 2	58 ± 4	2,4 ± 0,2	0,073 ± 0,014

Tabela 25 – Urânio nas amostras de água do Kosovo.

Local da Colheita	^{238}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	^{235}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	^{234}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\mu\text{g L}^{-1} \pm 1\sigma$	Razão $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$
Pec (PSP) rede	$2,4 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,0$	$3,6 \pm 0,2$	$6,2 \pm 0,3$	$0,20 \pm 0,01$	$0,074 \pm 0,016$
Mitrovica	$3,1 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,0$	$4,6 \pm 0,2$	$7,9 \pm 0,4$	$0,25 \pm 0,01$	$0,071 \pm 0,015$
Klina (QG)	$7,4 \pm 0,3$	$0,4 \pm 0,1$	$19,6 \pm 0,8$	$27,4 \pm 1,2$	$0,60 \pm 0,03$	$0,050 \pm 0,007$
Pristina (Rede)	$9,4 \pm 0,4$	$0,4 \pm 0,1$	$14,1 \pm 0,6$	$23,9 \pm 1,1$	$0,76 \pm 0,04$	$0,046 \pm 0,008$
Rio Beli Drim (ponte)	$4,6 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,0$	$9,9 \pm 0,4$	$14,7 \pm 0,6$	$0,37 \pm 0,002$	$0,049 \pm 0,006$
Rio Beli Drim (Slozainovo)	$7,8 \pm 0,4$	$0,4 \pm 0,1$	$10,6 \pm 0,4$	$18,8 \pm 0,9$	$0,63 \pm 0,03$	$0,053 \pm 0,007$
Lago Radonic	$8,7 \pm 0,4$	$0,4 \pm 0,1$	$10,6 \pm 0,5$	$19,7 \pm 1,0$	$0,70 \pm 0,04$	$0,050 \pm 0,008$
Prizen	$2,5 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,0$	$4,4 \pm 0,2$	$7,0 \pm 0,4$	$0,20 \pm 0,01$	$0,062 \pm 0,013$
Djakovica	$8,7 \pm 0,4$	$0,4 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,4$	$19,1 \pm 0,9$	$0,70 \pm 0,03$	$0,043 \pm 0,007$
MÉDIA N = 9	6,1	0,3	9,7	16,1	0,49	
Desvio Padrão	2,9	0,1	5,1	7,6	0,23	
Min - Max	2,4 – 9,4	0,1 – 0,4	3,6 – 19,6	6,2 – 27,4	0,20 – 0,76	

Tabela 26 – Urânio nas amostras de água da Bósnia-Herzegovina.

Local da Colheita	^{238}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	^{235}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	^{234}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\mu\text{g L}^{-1} \pm 1\sigma$	Razão $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$
Visoko (QG da polícia)	$5,6 \pm 0,3$	$0,3 \pm 0,0$	$7,4 \pm 0,3$	$13,3 \pm 0,6$	$0,45 \pm 0,02$	$0,054 \pm 0,008$
Mostar (rede)	$4,3 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,0$	$6,6 \pm 0,3$	$11,1 \pm 0,5$	$0,35 \pm 0,02$	$0,058 \pm 0,008$
Gracanica (rede)	$14,8 \pm 0,6$	$0,8 \pm 0,1$	$14,5 \pm 0,6$	$30,1 \pm 1,3$	$1,20 \pm 0,05$	$0,053 \pm 0,005$
Visegrad (rede)	$4,9 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,0$	$6,0 \pm 0,3$	$11,1 \pm 0,5$	$0,40 \pm 0,02$	$0,049 \pm 0,009$
Breza (rede)	$3,1 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,0$	$6,5 \pm 0,3$	$9,8 \pm 0,5$	$0,25 \pm 0,01$	$0,066 \pm 0,12$
Serajevo (rede)	$3,5 \pm 0,3$	$0,1 \pm 0,0$	$5,1 \pm 0,3$	$8,7 \pm 0,4$	$0,28 \pm 0,02$	$0,042 \pm 0,011$
Goradze (rede)	$1,9 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,0$	$2,7 \pm 0,1$	$4,7 \pm 0,2$	$0,15 \pm 0,01$	$0,055 \pm 0,008$
Rio Bosna (nascente)	$0,79 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,00$	$1,7 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,1$	$0,064 \pm 0,004$	$0,006 \pm 0,01$
Média n = 8	4,9	0,2	6,3	11,4	0,4	
Desvio Padrão	4,3	0,2	3,8	8,3	0,3	
MIN - MAX	0,79 – 14,8	0,05 – 0,8	1,72 – 14,5	2,6 – 30,1	0,064 – 1,2	

Tabela 27 – Urânio em amostras de água de Portugal.

Local da Colheita	^{238}U mBq L ⁻¹ ± 1σ	^{235}U mBq L ⁻¹ ± 1σ	^{234}U mBq L ⁻¹ ± 1σ	U total mBq L ⁻¹ ± 1σ	U total μg L ⁻¹ ± 1σ	Razão $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$
Água consumo Lisboa	7,3 ± 0,4	0,5 ± 0,1	8,2 ± 0,4	16,0 ± 0,9	0,59 ± 0,03	0,070 ± 0,010
Água de nascente Pedrogão G.	1,1 ± 0,1	0,1 ± 0,0	2,7 ± 0,1	3,9 ± 0,2	0,090 ± 0,004	0,092 ± 0,13
Água de consumo Pedrogão G.	2,0 ± 0,1	0,1 ± 0,0	2,3 ± 0,1	4,4 ± 0,2	0,162 ± 0,008	0,065 ± 0,008
Água de consumo Vila de Rei	0,9 ± 0,1	0,05 ± 0,00	2,3 ± 0,1	3,2 ± 0,2	0,072 ± 0,003	0,060 ± 0,010
Água rio Tejo B. Fratel	31,5 ± 1,5	1,3 ± 0,1	33,5 ± 1,6	66,5 ± 3,2	2,55 ± 0,22	0,041 ± 0,05
Água rio Tejo Chamusca	15,9 ± 0,7	1,2 ± 0,1	16,7 ± 0,7	33,8 ± 1,5	1,29 ± 0,06	0,075 ± 0,007
Água rio Tejo Valada	6,1 ± 0,3	0,3 ± 0,1	8,9 ± 0,5	15,3 ± 0,8	0,49 ± 0,03	0,056 ± 0,009
Água rio Zêzere, C. Bode	0,31 ± 0,02	0,02 ± 0,00	0,31 ± 0,02	0,62 ± 0,04	0,025 ± 0,001	0,072 ± 0,018
Média n = 8	8,1	0,41	9,4	18,0	0,66	
Desvio Padrão	10,8	0,5	11,1	22,4	0,87	
Min - Max	0,31 – 31,5	0,02 – 1,3	0,31 – 33,5	0,62 – 66,5	0,025 – 2,55	

Tabela 28 – Análise por espectrometria gama dos filtros com amostras de aerossóis.

PTS = partículas totais em suspensão.

Estação de amostragem		PTS ($\mu\text{g m}^{-3}$)	^7Be (mBq m^{-3}) (mBq mg^{-1})	^{210}Pb (mBq m^{-3}) (mBq mg^{-1})	^{137}Cs (mBq m^{-3}) (mBq mg^{-1})
Kosovo	1 (Klina)	92	$5,7 \pm 0,3$ 62 ± 4	$1,8 \pm 0,3$ 19 ± 4	$\leq 0,04$ $\leq 0,42$
	9 (Budisavci)	45	$6,7 \pm 0,4$ 151 ± 8	$2,0 \pm 0,4$ 44 ± 8	n.d. n.d.
	33 (Pristina)	52	$5,9 \pm 0,3$ 113 ± 6	$1,0 \pm 0,2$ 18 ± 4	n.d. n.d.
Bósnia	1 (Visoko - exterior)	93	$8,7 \pm 0,5$ 94 ± 5	$1,5 \pm 0,4$ 16 ± 4	n.d. n.d.
	5 (Rogatica)	58	$5,0 \pm 0,3$ 86 ± 5	$0,8 \pm 0,2$ 14 ± 4	$0,04 \pm 0,01$ $0,68 \pm 0,19$
	1 (Visoko - interior)	121	$5,4 \pm 0,3$ 44 ± 2	$0,8 \pm 0,2$ $6,8 \pm 1,3$	$0,03 \pm 0,01$ $0,27 \pm 0,07$
	Emb. Portuguesa (Sarajevo)	43	$3,7 \pm 0,3$ 84 ± 6	$\leq 0,5$ ≤ 12	$\leq 0,03$ $\leq 0,64$
	27 (Sarajevo)	86	$4,0 \pm 0,3$ 47 ± 3	$0,9 \pm 0,2$ 11 ± 2	n.d. n.d.
	31 (Hadzici)	34	$5,9 \pm 0,3$ 172 ± 9	$1,0 \pm 0,2$ 28 ± 5	n.d. n.d.

Limites de detecção:

 ^{241}Am - $0,08 \text{ mBq m}^{-3}$ / $0,6 \text{ mBq mg}^{-1}$ ^{235}U - $0,05 \text{ mBq m}^{-3}$ / $0,4 \text{ mBq mg}^{-1}$

Tabela 29 – Análise de Urânio por espectrometria alfa nas amostras de aerossóis. Resultados expressos em actividade por unidade de volume ($\mu\text{Bq m}^{-3}$) e em actividade por unidade de peso de partículas em suspensão (Bq kg^{-1}).

Kosovo

concentração em actividade

Designação	^{238}U $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	^{235}U $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	^{234}U $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	U total $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	U total $\text{ng m}^{-3} \pm 1\sigma$
KLINA (QG)	$2,2 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,0$	$2,2 \pm 0,1$	$4,6 \pm 0,2$	$0,182 \pm 0,009$
Mosteiro de Budisavci	$7,2 \pm 0,4$	$2,1 \pm 0,3$	$10,5 \pm 0,6$	$19,8 \pm 1,0$	$0,782 \pm 0,038$
Pristina (QG KFOR)	$3,0 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,0$	$2,8 \pm 0,2$	$6,0 \pm 0,3$	$0,237 \pm 0,013$

concentração em massa

Designação	^{238}U $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	^{235}U $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	^{234}U $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{mg kg}^{-1} \pm 1\sigma$
KLINA (QG)	24 ± 2	$1,8 \pm 0,3$	24 ± 2	50 ± 3	$2,0 \pm 0,1$
Mosteiro de Budisavci	159 ± 10	52 ± 6	232 ± 13	443 ± 29	$13,4 \pm 0,9$
Pristina (QG KFOR)	58 ± 4	$4,3 \pm 0,9$	53 ± 4	115 ± 6	$4,7 \pm 0,4$

Bósnia

concentração em actividade

Designação	^{238}U $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	^{235}U $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	^{234}U $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	U total $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	U total $\text{ng m}^{-3} \pm 1\sigma$
ROGATICA (PC ITALIANO)	$0,78 \pm 0,07$	$0,07 \pm 0,00$	$0,89 \pm 0,07$	$1,74 \pm 0,12$	$0,068 \pm 0,005$
Visoko (QG)	$2,3 \pm 0,2$	$0,4 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,2$	$5,5 \pm 0,4$	$0,217 \pm 0,014$
Serajevo (Embaixada Port.)	$6,3 \pm 0,4$	$0,3 \pm 0,1$	$6,8 \pm 0,4$	$13,4 \pm 0,6$	$0,525 \pm 0,026$

concentração em massa

Designação	^{238}U $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	^{235}U $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	^{234}U $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{mg kg}^{-1} \pm 1\sigma$
ROGATICA (PC ITALIANO)	13 ± 1	$1,2 \pm 0,3$	15 ± 1	30 ± 2	$1,06 \pm 0,08$
Visoko (QG)	19 ± 2	$3,3 \pm 0,7$	23 ± 2	45 ± 3	$1,6 \pm 0,2$
Serajevo (Embaixada Port.)	144 ± 8	6 ± 1	156 ± 9	306 ± 18	$11,6 \pm 0,7$

Tabela 30 – Análises de Urânio por espectrometria alfa em amostras de aerossóis. Ver legenda da Tabela 29.

Portugal – Sacavém

concentração em actividade

Designação d/m/ano	^{238}U $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	^{235}U $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	^{234}U $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	U total $\mu\text{Bq m}^{-3} \pm 1\sigma$	U total $\text{ng m}^{-3} \pm 1\sigma$
8 – 9/3/01	$6,9 \pm 0,5$	$0,4 \pm 0,1$	$6,9 \pm 0,5$	$14,2 \pm 1,1$	$0,56 \pm 0,04$
9 – 10/3/01	$6,2 \pm 0,4$	$0,3 \pm 0,1$	$6,2 \pm 0,4$	$12,7 \pm 0,9$	$0,50 \pm 0,04$
10 – 11/3/01	$5,2 \pm 0,4$	$0,3 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,4$	$11,0 \pm 0,9$	$0,42 \pm 0,03$

concentração em massa

Designação d/m/ano	^{238}U $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	^{235}U $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	^{234}U $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{Bq kg}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{mg kg}^{-1} \pm 1\sigma$
8 – 9/3/01	92 ± 6	6 ± 2	92 ± 6	190 ± 14	$7,5 \pm 0,5$
9 – 10/3/01	159 ± 11	7 ± 2	159 ± 11	325 ± 24	$12,9 \pm 0,9$
10 – 11/3/01	74 ± 6	4 ± 1	78 ± 6	156 ± 13	$6,0 \pm 0,5$

Tabela 31 – Análise de Urânio por espectrometria alfa em amostras de urina de militares em missão no Kosovo e elementos da população local. Amostras recolhidas pela Missão Científica em Janeiro 2001.

Designação	^{238}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	^{235}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	^{234}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{ng L}^{-1} \pm 1\sigma$
# 1 _b	$0,8 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,0$	$1,4 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,4$	80 ± 10
# 2 _b	$< 0,4$	$< 0,1$	$< 0,4$	$< 0,9$	< 33
# 3 _a	$0,7 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,1$	$0,7 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,5$	59 ± 22
# 4 _a	$1,4 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,0$	$0,3 \pm 0,0$	$1,7 \pm 0,2$	117 ± 18
# 5 _a	$5,1 \pm 0,4$	$0,1 \pm 0,0$	$1,7 \pm 0,2$	$6,9 \pm 0,6$	$411 \pm 36^*$
# 6 _a	$0,8 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,0$	$0,2 \pm 0,0$	$1,1 \pm 0,2$	66 ± 18
# 7 _a	$< 0,4$	$< 0,1$	$< 0,4$	$< 0,9$	< 33
# 8 _a	$< 0,4$	$< 0,1$	$< 0,4$	$< 0,9$	< 33
# 9 _a	$0,7 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,0$	$0,9 \pm 0,0$	$1,6 \pm 0,4$	56 ± 14
# 10 _a	$0,7 \pm 0,1$	$0,0 \pm 0,0$	$0,2 \pm 0,0$	$0,9 \pm 0,0$	56 ± 12
# 13 _a	$0,4 \pm 0,1$	$0,0 \pm 0,0$	$0,2 \pm 0,0$	$0,6 \pm 0,0$	32 ± 11
# 14 _a	$2,8 \pm 0,6$	$0,7 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,4$	$5,1 \pm 1,4$	234 ± 64
# 30 _b	$< 0,4$	$< 0,1$	$< 0,4$	$< 0,9$	< 33
# 40 _b	$0,2 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,2$	$0,9 \pm 0,2$	36 ± 9
# 42 _b	$< 0,4$	$< 0,1$	$< 0,4$	$< 0,9$	< 33
Média n = 8	1,4	0,1	0,8	2,3	115
Desvio Padrão	1,5	0,2	0,6	2,1	120
Min - Max	0,2 – 5,1	0,0 – 0,7	0,2 – 1,7	0,6 – 6,9	32 - 411

a – Elementos da população do Kosovo, ao serviço do Aquartelamento português.

b – Militares Portugueses em missão no Kosovo.

*possível presença de urânio empobrecido

Tabela 32 – Análises de Urânio por espectrometria alfa em amostras de urina de militares em missão na Bósnia-Herzegovina. Amostras recolhidas pela Missão Científica em Janeiro 2001.

Designação	²³⁸ U mBq L ⁻¹ ± 1σ	²³⁵ U mBq L ⁻¹ ± 1σ	²³⁴ U mBq L ⁻¹ ± 1σ	U total mBq L ⁻¹ ± 1σ	U total ng L ⁻¹ ± 1σ
# 9	< 0,4	< 0,1	< 0,4	< 0,9	<33
#12	< 0,4	< 0,1	< 0,4	< 0,9	<33
# 13	0,2 ± 0,1	0,03 ± 0,00	0,4 ± 0,1	0,6 ± 0,2	14 ± 6
# 16	0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,7 ± 0,3	33 ± 14
#19	0,3 ± 0,1	0,02 ± 0,00	0,5 ± 0,1	0,8 ± 0,2	24 ± 2
# 20	0,4 ± 0,1	0,01 ± 0,00	0,4 ± 0,1	0,8 ± 0,2	32 ± 8
# 22	8,4 ± 0,8	0,5 ± 0,2	8,4 ± 0,8	17,3 ± 1,8	682 ± 48*
# 24	0,9 ± 0,2	0,15 ± 0,10	0,9 ± 0,3	2,0 ± 0,6	75 ± 21
#29	< 0,4	< 0,1	< 0,4	< 0,9	<33
# 32	0,2 ± 0,1	0,04 ± 0,00	0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,2	17 ± 8
# 33	< 0,4	< 0,1	< 0,4	< 0,9	<33
# 37	0,7 ± 0,2	0,1 ± 0,0	1,0 ± 0,2	1,8 ± 0,4	58 ± 13
Media n = 8	0,4	0,06	0,5	1,0	36
Desvio Padrão	0,3	0,05	0,3	0,6	22
Min – Max	0,2 – 8,4	0,01 – 0,5	0,2 – 8,4	0,4 – 17,3	14 - 682

* não foi considerado na média.

Tabela 33 – Análises de Urânio, por espectrometria alfa, em civis portugueses que se deslocaram em missão aos Balcãs. Amostras recolhidas em Janeiro 2001.

Designação	²³⁸ U mBq L ⁻¹ ± 1σ	²³⁵ U mBq L ⁻¹ ± 1σ	²³⁴ U mBq L ⁻¹ ± 1σ	U total mBq L ⁻¹ ± 1σ	U total ng L ⁻¹ ± 1σ
A	1,4 ± 0,2	0,07 ± 0,00	2,0 ± 0,3	3,4 ± 0,5	110 ± 16
B	0,25 ± 0,09	0,04 ± 0,00	0,43 ± 0,10	0,73 ± 0,29	21 ± 8
C	2,5 ± 0,6	0,2 ± 0,2	3,4 ± 0,7	6,2 ± 1,5	204 ± 50
D	0,08 ± 0,04	0,05 ± 0,00	0,17 ± 0,10	0,30 ± 0,16	7 ± 3
E	< 0,4	< 0,1	< 0,4	< 0,9	< 33
F	0,16 ± 0,11	0,16 ± 0,16	0,21 ± 0,11	0,52 ± 0,38	15 ± 6
G	2,1 ± 0,5	0,1 ± 0,1	2,3 ± 0,6	4,5 ± 0,2	170 ± 45
H	0,21 ± 0,11	0,03 ± 0,00	0,16 ± 0,11	0,40 ± 0,22	17 ± 9
I	< 0,4	< 0,1	< 0,4	< 0,9	< 33
Média n = 7	1,0	0,09	1,2	2,3	78
Desvio Padrão	1,0	0,06	1,3	2,4	83
Min - Max	0,08 – 2,5	0,03 – 0,2	0,16 – 3,4	0,30 – 6,2	7 - 204

Tabela 34 – Análises de Urânio em amostras de urina de 24 horas, de militares que prestaram serviço nos Balcãs. Indivíduos seleccionados pelos Hospitais Militares.

Indivíduos	^{238}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	^{235}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	^{234}U $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{mBq L}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{ng L}^{-1} \pm 1\sigma$
1	$4,3 \pm 0,3$	$0,1 \pm 0,1$	$4,5 \pm 0,3$	$8,9 \pm 0,6$	347 ± 23
2	-	-	-	-	-
3	$0,5 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,0$	$0,3 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,2$	34 ± 7
4	$1,7 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,0$	$3,6 \pm 0,3$	$5,3 \pm 0,5$	140 ± 13
5	$1,0 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,4$	82 ± 14
6	-	-	-	-	-
7	$1,5 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,0$	$0,9 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,4$	122 ± 19
8	$3,3 \pm 0,7$	$0,1 \pm 0,0$	$2,4 \pm 0,6$	$5,8 \pm 1,3$	267 ± 60
9	$2,1 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,0$	$1,4 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,3$	169 ± 19
10	$2,6 \pm 0,7$	$0,7 \pm 0,4$	$5,8 \pm 1,0$	$9,1 \pm 2,1$	222 ± 50
11	$0,4 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,0$	$0,9 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,3$	35 ± 7
12	$0,6 \pm 0,1$	$0,0 \pm 0,0$	$0,6 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,2$	47 ± 10
13	$3,8 \pm 0,6$	$0,7 \pm 0,3$	$1,7 \pm 0,4$	$6,2 \pm 1,3$	314 ± 66
14	$1,6 \pm 0,3$	$0,4 \pm 0,2$	$1,3 \pm 0,3$	$3,3 \pm 0,6$	134 ± 32
15	$0,08 \pm 0,04$	$0,07 \pm 0,07$	$0,20 \pm 0,09$	$0,35 \pm 0,16$	7 ± 4
16*	$1,2 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,0$	$1,9 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,3$	99 ± 12
17*	$< 0,4$	$< 0,1$	$< 0,4$	$< 0,9$	< 33
Média n = 14	1,8	0,2	1,9	3,9	144
Desvio Padrão	1,3	0,2	1,6	2,8	108
Min - Max	0,08 – 4,3	0,0 – 0,7	0,2 – 4,5	0,35 – 9,1	7 - 347

* Indivíduos que não prestaram comissão de serviço no estrangeiro

Tabela 35 – Análises de Urânio em amostras de urina de civis que não se deslocaram aos Balcãs (elementos de comparação). Amostras recolhidas em Janeiro 2001.

Designação	²³⁸ U mBq L ⁻¹ ± 1σ	²³⁵ U mBq L ⁻¹ ± 1σ	²³⁴ U mBq L ⁻¹ ± 1σ	U total mBq L ⁻¹ ± 1σ	U total ng L ⁻¹ ± 1σ
A	1,9 ± 0,2	0,07 ± 0,00	2,1 ± 0,2	4,07 ± 0,40	154 ± 15
B	0,43 ± 0,13	0,00 ± 0,00	0,45 ± 0,12	0,88 ± 0,20	34 ± 9
C	0,77 ± 0,2	0,23 ± 0,01	1,04 ± 0,18	2,04 ± 0,36	65 ± 11
D	1,6 ± 0,2	0,06 ± 0,00	0,2 ± 0,1	1,86 ± 0,30	126 ± 24
Média n = 4	1,2	0,12	0,95	2,2	95
Desvio Padrão	0,7	0,09	0,84	1,3	55
Min - Max	0,43 – 1,9	0,00 – 0,23	0,2 – 2,1	0,88 – 4,07	34 - 154

Tabela 36 - Resultado das análises citogenéticas em linfócitos. Indivíduos seleccionados pelos Hospitais Militares.

Indivíduos	Idade	Sexo	Estadia nos Balcãs (dias)	Nº células Observadas	Aberrações cromossómicas Dicêntricos	Frag+minutos#
1	23	M	30	500	0	1
2	31	M	180	500	2 ^a	1
3	40	M	180	500	0	8
4	21	M	180	500	0	2
5	32	M	180	500	0	6
6	27	M	180	500	0	13
7	28	M	6	500	0	3
8	24	M	180	500	0	4
9	37	M	60	500	2	8
10	40	M	365	500	0	1
11	23	M	180	500	0	4
12	40	M	1550	500	0	5
13	27	F	180	500	0	1
14	33	M	365	500	0	1
15	30	M	180	401	1	2
16*	22	M	0	500	0	6
17*	22	M	0	500	0	3

- Quebras cromossómicas. Fragmentos e minutos.

^a - Observado um tricêntrico (equivalente a dois dicêntricos).

*- Controlo. Indivíduos que não prestaram comissão de serviço no estrangeiro.

Tabela 37 - Principais parâmetros da análise estatística dos grupos de indivíduos analisados para Urânio na urina.

Indivíduos Analisados	Nº de Indivíduos	Média net cpm L ⁻¹ (a)	Intervalo de Confiança ± 95%	Mediana net cpm L ⁻¹ (a)	Mínimo net cpm L ⁻¹ (a)	Máximo net cpm L ⁻¹ (a)
Militares e Cíveis Portugueses na Bósnia	871	2,87 ± 0,05	2,97 2,77	2,70	-0,10	10,5
Militares e Cíveis Portugueses no Kosovo	202	2,94 ± 0,11	3,16 2,72	2,74	-0,30	8,46
Militares e Cíveis Portugueses na Bósnia e no Kosovo (b)	34	2,75 ± 0,27	3,29 2,21	2,35	0,30	6,59
Militares e Cíveis em Portugal (agrupados)	209	3,38 ± 0,10	3,57 3,18	3,20	1,00	8,24
Cíveis em Portugal	60	3,34 ± 0,19	3,71 2,96	3,20	1,00	8,24
Militares em Portugal	149	3,49 ± 0,12	3,63 3,16	3,20	1,07	8,02

(a) net cpm L⁻¹ = contagens líquidas por minuto por litro.

(b) Indivíduos que estiveram em missão na Bósnia e no Kosovo; não foram incluídos nos grupos anteriores.

Tabela 38 – Radioactividade em tecidos humanos medida por espectrometria gama (concentrações em peso fresco).

Identificação	Designação	^{235}U Bq kg ⁻¹ ±2σ	^{234}Th Bq kg ⁻¹ ±2σ	^{234}Pa Bq kg ⁻¹ ±2σ	^{226}Ra Bq kg ⁻¹ ±2σ	^{210}Pb Bq kg ⁻¹ ±2σ	^{137}Cs Bq kg ⁻¹ ±2σ	^{40}K Bq kg ⁻¹ ±2σ
Elemento que esteve nos Balcãs	Cérebro	<2,0	<25,0	n.d.	<3,2	<399,8	<1,3	449,0 ± 20,1
	Fígado	<2,5	<33,3	n.d.	<4,5	<136,3	<2,0	<47,8
	Rim	<3,0	<39,5	n.d.	<4,9	<157,5	<2,2	<53,7
Testemunho 1	Cérebro	<14,6	<148,7	n.d.	<25,4	<249,2	<12,5	<396,2
	Fígado	<21,7	<149,3	n.d.	<37,3	<373,7	<15,7	<716,2
	Rim	<30,3	<242,8	n.d.	51,0 ± 9,5	<418,5	<20,2	<681,0
Testemunho 2	Cérebro	<13,9	<147,7	n.d.	56,6 ± 6,6	<252,8	<13,5	<406,0
	Fígado	<13,5	<168,6	n.d.	32,1 ± 6,0	<419,9	<11,3	<339,4
	Rim	<23,8	<302,2	n.d.	<26,6	<1001,0	<17,6	616,8 ± 358,0

n.d. = não detectado

Tabela 39 – Concentrações do Urânio, determinado por espectrometria alfa, em amostras de tecidos humanos (concentrações em peso fresco).

Designação	^{238}U $\mu\text{Bq g}^{-1} \pm 1\sigma$	^{235}U $\mu\text{Bq g}^{-1} \pm 1\sigma$	^{234}U $\mu\text{Bq g}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\mu\text{Bq g}^{-1} \pm 1\sigma$	U total $\text{ng g}^{-1} \pm 1\sigma$
Elemento que esteve nos Balcãs					
rim	$5,6 \pm 0,8$	$0,23 \pm 0,08$	$11,5 \pm 1,2$	$17,3 \pm 2,1$	$0,45 \pm 0,05$
fígado	$11,8 \pm 1,3$	$0,42 \pm 0,15$	$13,8 \pm 1,5$	$26,0 \pm 3,0$	$0,95 \pm 0,11$
coração	$4,5 \pm 1,0$	$0,67 \pm 0,34$	$8,2 \pm 1,3$	$13,4 \pm 2,6$	$0,37 \pm 0,07$
baço	$6,7 \pm 1,2$	$0,0 \pm 0,0$	$9,0 \pm 1,3$	$15,7 \pm 2,5$	$0,54 \pm 0,08$
músculo	$42,0 \pm 8,8$	$0,0 \pm 0,0$	$68,9 \pm 10,9$	$110,9 \pm 19,7$	$3,4 \pm 0,6$
cérebro	$34,9 \pm 3,0$	$0,46 \pm 0,17$	$33,5 \pm 3,0$	$68,9 \pm 6,2$	$2,8 \pm 0,2$
Testemunho 1					
rim	$5,7 \pm 0,9$	$0,43 \pm 0,43$	$6,4 \pm 1,0$	$12,5 \pm 2,3$	$0,46 \pm 0,09$
fígado	$15,8 \pm 1,4$	$0,33 \pm 0,33$	$16,8 \pm 1,5$	$32,9 \pm 3,2$	$1,3 \pm 0,1$
coração	$8,8 \pm 0,9$	$2,6 \pm 0,6$	$7,9 \pm 1,0$	$19,3 \pm 2,5$	$0,74 \pm 0,09$
baço	$9,2 \pm 0,9$	$2,4 \pm 0,6$	$11,1 \pm 1,1$	$22,7 \pm 2,6$	$0,77 \pm 0,09$
músculo	$9,0 \pm 3,8$	$4,5 \pm 3,0$	$14,2 \pm 3,8$	$27,7 \pm 10,6$	$0,78 \pm 0,30$
cérebro	$7,8 \pm 1,0$	$0,13 \pm 0,13$	$9,4 \pm 1,2$	$17,3 \pm 2,2$	$0,63 \pm 0,08$
Testemunho 2					
rim	$38,5 \pm 2,6$	$1,3 \pm 0,6$	$46,6 \pm 3,0$	$86,4 \pm 6,2$	$3,1 \pm 0,2$
fígado	$10,0 \pm 1,7$	$0,48 \pm 0,48$	$15,1 \pm 2,0$	$25,6 \pm 4,2$	$0,8 \pm 0,1$
coração	$25,1 \pm 2,5$	$0,96 \pm 0,72$	$23,6 \pm 2,5$	$49,7 \pm 5,7$	$2,0 \pm 0,2$
baço	$7,4 \pm 1,2$	$0,38 \pm 0,38$	$8,9 \pm 1,3$	$16,7 \pm 2,9$	$0,6 \pm 0,1$
músculo	$35,2 \pm 2,6$	$2,7 \pm 0,8$	$39,1 \pm 2,8$	$77,0 \pm 6,2$	$2,9 \pm 0,2$
cérebro	$86,7 \pm 6,0$	$5,3 \pm 1,8$	$90,2 \pm 6,0$	$182,2 \pm 13,8$	$7,0 \pm 0,5$