

# Rejeitos radioativos de baixo e médio nível: levantamento da variação de volume armazenado e disposto

## Low and intermediate level radioactive waste: variation of stored and disposed volume

### RESUMO

A utilização da energia nuclear é um tema complexo, sendo amplamente discutido em todo o mundo sem que haja um consenso sobre o tema. Os opositores do setor enfatizam a necessidade de se investir em fontes alternativas de energia e criticam a energia nuclear, entre outras questões, devido aos problemas referentes ao armazenamento dos rejeitos radioativos. Todavia, a inserção da opção nuclear na matriz mundial de energia cresceu nas últimas décadas e hoje corresponde a cerca de 15% de toda a eletricidade gerada no mundo. Neste trabalho, efetuou-se um levantamento da variação do volume dos rejeitos radioativos de baixo e médio nível existentes em vários países. Foram estudados os rejeitos armazenados em depósitos intermediários e também os que foram para disposição final. Verificou-se que o volume de rejeitos gerados e sua taxa de crescimento é limitada quando comparada, por exemplo, aos resíduos urbanos gerados em grandes metrópoles.

**PALAVRAS-CHAVE:** rejeitos radioativos, energia nuclear, instalações nucleares.

### ABSTRACT

*The use of nuclear energy is a complex issue being widely debated around the world, without any consensus on the matter. The opponents of the sector emphasize the need to invest in alternative energy sources and criticize, among other issues, problems concerning the storage of radioactive waste. However, the inclusion of the nuclear option in the global energy matrix has risen significantly in recent decades, and today this area represents about 15% of all electricity generated in the world. In this work an evaluation of changes in the volume of radioactive waste in various countries around the world was performed. The volume of waste disposed, as well as the intermediately stored, was evaluated. It was verified that the volume of waste generated and its growth rate is limited when compared, for example to the urban waste generated in big cities.*

**KEYWORDS:** radioactive waste, nuclear energy, nuclear facilities.

**Vinícius V. M. Ferreira**

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil  
vwmf@cdtn.br

**Bruna L. Aleixo**

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil  
bla@cdtn.br,

**Bárbara M. A. Ulhoa**

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil  
barbaradjuto@hotmail.com

**Valeria Cuccia**

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil  
vc@cdtn.br

## INTRODUÇÃO

A busca da melhor opção para a geração de energia elétrica sem que ocorram danos ambientais significativos é um processo dinâmico e que envolve muitas questões. No entanto, as respostas obtidas não podem ser consideradas como uma regra geral. As características econômicas e particulares de cada país são os fatores-chave para as suas escolhas energéticas. Em alguns casos, a saúde humana, a qualidade ambiental e outros vários outros aspectos associados a esta pergunta não são considerados como deveriam no processo decisório (GARRET, 1995).

Muitos exemplos mostram que os impactos ambientais nem sempre foram avaliados no processo de tomada de decisão. Em alguns casos, os estudos mostraram que, mesmo cientes dos danos à saúde humana associados à construção de usinas hidrelétricas, algumas autoridades decidiram não considerá-las devido aos custos adicionais que as medidas de mitigação criariam. Como exemplo, no Senegal, os estudos de impactos associados à saúde necessários para

resultado dessa omissão, a população local enfrentou surtos de várias doenças, como a esquistossomose, malária e febre do Vale Rift (FERREIRA, 2004).

As plantas termelétricas também geram sérios danos ao meio ambiente. Em um passado recente, na parte sul da Polônia, a velocidade máxima em estradas de ferro era de 40 km/h, devido à corrosão dos trilhos, causada pela chuva ácida. A grande quantidade de óxidos de enxofre gerados no país devido ao uso de carvão em centrais térmicas foi considerada a principal causa do problema. No Canadá, a chuva ácida é vista pela população como o pior problema ambiental do país e até mesmo as paredes do parlamento nacional, feitas de pedra calcária, estão se degradando devido a esta questão. Além disso, a “mapletree”, um símbolo nacional representado na bandeira do país e matéria-prima de doces e xaropes canadenses, também está ameaçada por este problema (FERREIRA et al., 2009).

Na realidade, não é uma tarefa fácil encontrar a solução adequada para a equação energia x meio ambiente. A opção nuclear é amplamente debatida e os recentes

## DADOS DO SETOR ENERGÉTICO NUCLEAR

Na Figura 1, são mostrados os principais produtores de energia elétrica a partir da fonte nuclear (IEA, 2010) e na Tabela 1 é apresentado um cenário atualizado dos reatores nucleares de potência ao redor do mundo (CUCCIA et al., 2011).

No Brasil, a usina nuclear de Angra 3 está em construção e o Governo Federal pretende construir quatro outras centrais até 2030 (cabe ressaltar que após os eventos em Fukushima, o Governo Federal declarou que esta previsão será revista no devido tempo).

Segundo a IAEA - Agência Internacional de Energia Atômica, as plantas de energia nuclear geram quase 14% da eletricidade produzida no mundo. Em 1973, o setor nuclear era responsável por apenas 0,9% da oferta total de energia primária no mundo. Em 2008, esse valor estava perto de 6% (IAEA, 2010). Este fato traz como consequência a existência de um grande número de instalações necessárias ao processo de gerência de rejeitos radioativos, conforme apresentado na Tabela 2 (CUCCIA et al., 2011), pois as usinas

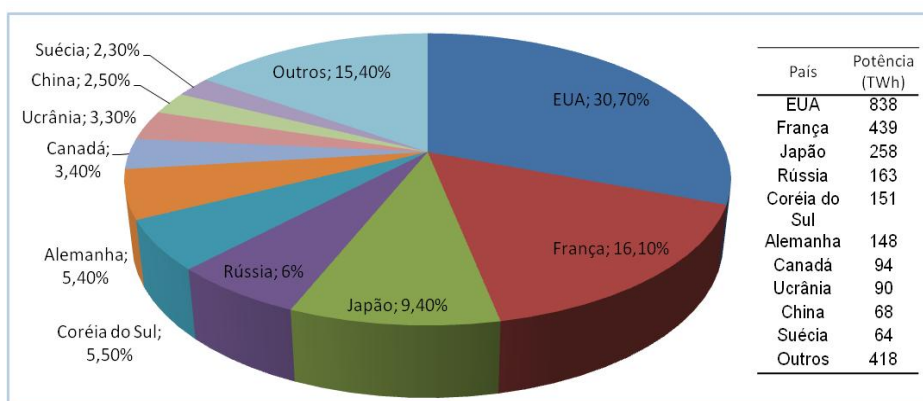


Figura 1 - Principais produtores de energia elétrica de fonte nuclear (Adaptado de IEA, 2010).

a construção das barragens de Dama e Manantali não foram realizados devido aos custos adicionais envolvidos. Como

eventos no Japão trouxeram novamente esta questão ao centro de inúmeras discussões em todo o mundo.

nucleares geram rejeitos radioativos, assim como as aplicações nucleares em hidrologia,

Tabela 1 – Panorama das usinas nucleares no mundo (Adaptado de CUCCIA et al., 2011).

País	Planejada/ Proposta	Em construção	Em operação	Desativada
África do Sul	6	-	2	-
Alemanha	-	-	17	19
Argentina	3	1	2	-
Armênia	1	-	1	1
Bélgica	-	-	7	1
Brasil	4	1	2	-
Bulgária	2	-	2	4
Canadá	6	2	18	7
Cazaquistão	4	-	-	1
Chile	4	-	-	-
China	160	-	27	13
Coréia do Sul	6	5	21	-
Egito	2	-	-	-
Emirados Árabes	14	-	-	-
Eslováquia	1	2	4	3
Eslovênia	1	-	1	-
Espanha	-	-	8	2
EUA	32	1	104	29
Finlândia	1	-	4	-
França	2	1	58	11
Holanda	1	-	1	2
Hungria	2	-	4	-
Índia	58	5	20	-
Indonésia	6	-	-	-
Irã	3	1	-	-
Itália	-	-	10	4
Japão	15	2	57	6
Lituânia	-	-	1	2
México	2	-	2	-
Paquistão	4	-	3	-
Polônia	6	-	-	-
Reino Unido	13	-	19	26
República Tcheca	3	-	6	-
Romênia	3	-	2	-
Rússia	44	10	32	5
Suécia	-	-	10	3
Suíça	3	-	5	-
Tailândia	5	-	-	-
Turquia	8	-	-	-
Ucrânia	22	-	15	4
Vietnã	14	-	-	-

saúde, engenharia, agricultura e medicina, entre outras.

Vale mencionar que o conceito de rejeito radioativo se aplica a qualquer material resultante da atividade humana que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção

especificados em normas e para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista (IAEA, 2003).

Em relação às instalações para gerência de rejeitos, armazenamento significa conter os rejeitos de maneira segura, com intenção de removê-los. O

repositório é um local para disposição final dos rejeitos de forma segura. Esta deposição definitiva dos rejeitos implica que não há intenção de removê-los futuramente (FERREIRA et al., 2011).

Tabela 2 – Instalações para gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio nível  
(Adaptado de CUCCIA et al., 2011).

País	Instalação de processamento	Deposição intermediária	Repositório em operação	Repositório Proposto
Áustria	6	2		
Bielo Rússia	1	3	20	
Bélgica	10	13	1	
Bulgária		9	4	
República Tcheca	11	10	4	
Estônia	1	1	1	
Finlândia	54	10	4	
França	6	8	3	
Alemanha		18	3	
Hungria	4	2	3	
Itália	2	16		
Lituânia	3	4		
Holanda	3	1		
Romênia	2	3	1	
Eslováquia	6	5	1	
Eslovênia	1	3	1	
Espanha	13	15	2	
Suécia	19	3	7	
Suíça	10	8	5	
Ucrânia	6	20	27	
Reino Unido	51	49	2	
Madagascar		7		
China		33	2	4
Índia			7	
Indonésia	2	2	1	
Irã	1	2	1	
Japão	13	38	4	
Kuwait		3		
Malásia	1	2	1	
Paquistão		3		
Coréia do Sul	7	9	1	
Singapura		2	1	
Tailândia	1	3		1
Austrália	6	15	2	
Argentina	6	11	3	
Brasil	5	5	2	
Canadá	4	22		1
Chile	1	3		
Cuba	1	1	1	
México	2	6	2	
Peru	2	1	1	
EUA	21	24	34	

Obs.: Países com apenas uma instalação: Irlanda, Equador, Uruguai, Colômbia, Tunísia, Armênia, África do Sul, Gana, Nigéria, Moldávia, Dinamarca, Portuga, Grécia, Ilhas Maurício, Vietnã, Letônia.

Com duas instalações: Croácia, Noruega, Egito, Marrocos, Bangladesh, Síria, Taiwan, Turquia e Filipinas.

Tabela 3 - Instalações de disposição final analisadas (Adaptado de IAEA, 2011).

<b>País</b>	<b>Nome da instalação (conforme citado no relatório da AIEA)</b>
Argentina	Ezeiza Waste Management Area
Bulgária	Novi Han
Finlândia	Loviisa NPP and Olkiluoto NPP
Noruega	Combined disposal and storage facility for LILW
Romênia	National Institute for Development & Research for Physics and Nuclear Engineering
Suécia	OKG NPP, Forsmark NPP, Ringhals NPP, Repository for Radioactive Operational Waste and Studsvik Research Center
Ucrânia	Dnipropetrovsk SISE (State Interregion Special Enterprise), Kharkov SISE, Kiev SISE, Odessa SIS, State Special Enterprise "Komplex"
EUA	Hanford Site, Idaho National Laboratory, Los Alamos National Laboratory, Nevada Test, Oak Ridge Reservation, including Oak Ridge National Laboratory and East Tennessee Technology Park, Savannah River Site
Eslováquia	Near Surface Disposal Facility
República Checa	URAO Richard, URAO Dukovany, URAO Bratrstvi
Espanha	El Cabril

## RADIOATIVOS

Para se avaliar a quantidade de rejeitos de baixo e médio de atividade que está disposta nos repositórios, foram analisados os relatórios anuais da IAEA, considerando sempre que possível um intervalo da ordem de 5 anos.

Em alguns casos, não foi possível efetuar a avaliação devido à ausência de dados. Como exemplo, o Japão, em seu último relatório disponível, não especifica os repositórios de forma individual, mas informa o volume total existente em todas as instalações. No entanto, relatórios anteriores foram preparados utilizando outra metodologia, discriminando o volume de rejeitos por instalações. Uma vez que não é possível verificar se as mesmas instalações foram consideradas em todos os relatórios, os dados deste país não foram avaliados. Da mesma forma, o relatório da França, país onde cerca de 80% da energia gerada é de fonte nuclear, apresenta os dados sob o nome de "Todas as instalações francesas", não sendo possível analisar quais são as instalações

consideradas quando o volume total de rejeitos é fornecido, o que também impossibilita a análise para este país.

A Tabela 3 mostra quais as instalações para o armazenamento de rejeitos foram analisadas e a Tabela 4 apresenta os dados associados ao volume de rejeitos radioativos existentes nos depósitos avaliados neste estudo (IAEA, 2011). Ressalta-se que a Tabela 4 não apresenta os dados da Croácia, do Kuwait e do Irã, pois se verificou que não houve variação do volume de rejeitos armazenados no intervalo 2003/2008.

Observa-se que a quantidade de rejeitos armazenada diminuiu na Noruega e na Suécia. Esta situação não seria esperada, considerando que os rejeitos, uma vez em disposição final, estão tratados e acondicionados e não são mais removíveis do local. É possível que estas discrepâncias estejam relacionadas a diferentes interpretações na maneira de reportar os dados à AIEA. Como os relatórios da AIEA não descrevem maiores detalhes, esses casos merecem uma investigação mais

aprofundada, o que foge ao escopo deste trabalho.

## DEPOSIÇÃO INTERMEDIÁRIA DE REJEITOS RADIOATIVOS

Da mesma forma também foi avaliado o volume de rejeitos radioativos armazenados, aguardando pela disposição final, o que significa que estes podem ser transportados e alocados em outros sítios.

Assim como para a disposição final, para deposição intermediária também não foi possível verificar qual a variação de volume ocorrida em alguns casos. Tomando como exemplo a Argentina, os dados associados ao volume de rejeitos radioativos armazenados nas usinas nucleares de Embalse e Atucha I não foram avaliados, visto que estes estão disponíveis para o ano de 2008, mas não para períodos anteriores. No entanto, para a instalação de gerenciamento de rejeitos radioativos existente em Ezeiza, o inventário de volume está disponível para um intervalo de cinco anos.

Tabela 4 – Volume de rejeitos de baixo e médio nível de atividade em disposição final.

País	Volume de armazenamento definitivo (metros cúbicos)		Variação do Volume (%)
	2003	2008	
Argentina	2.885	2.924	1
República Checa	5.098	6.917	26
Finlândia	2.384	6.516	173
Noruega	434	341	-21
Romênia	1.330	1.867	40
Suécia	49.400	47.567	-4
Ucrânia	569.334	623.160	9
EUA	6.807.726	7.655.190	12
Bulgária	245	245	0
Espanha	51.170	55.988	9
Eslováquia	1.786	5.558	211
Total	7.491.793	8.406.275	11

Desta forma, neste caso, foi possível se fazer a avaliação proposta.

A Tabela 5 apresenta alguns dos dados avaliados (IAEA, 2011). Cabe ressaltar que rejeitos de alto nível não são considerados nesta avaliação, e sim apenas aqueles de baixo e médio nível de atividade.

A Tabela 6 mostra alguns dados associados à quantidade de rejeitos radioativos que se encontram armazenados nos locais listados na Tabela 5. Assim como na Tabela 4, os volumes dos rejeitos foram obtidos nos últimos relatórios disponíveis publicados pela IAEA (IAEA, 2011).

#### ACEITAÇÃO PÚBLICA DO TEMA

A aceitação pública talvez seja o maior desafio associado ao setor nuclear. As Figuras 2 e 3

mostram algumas pesquisas de opinião realizadas recentemente sobre este tema, antes e após os eventos em Fukushima, Japão. Na Figura 2, é mostrada a percepção do tema no Brasil e na Figura 3, a opinião da população de vários países (ULHOA et al., 2011).

#### DISCUSSÃO

Embora a geração de rejeitos radioativos seja vista por parte da opinião pública como uma desvantagem da produção de energia nuclear, o volume gerado é muito menor do que aquele proveniente de diversas outras atividades. Como exemplo, alguns estudos mostram que o Brasil produz cerca de 240 mil toneladas de resíduos domésticos todos os dias. Nos EUA, esse número está

perto de 607 mil toneladas diárias, na Alemanha 85 mil e na Suécia, 10.400 toneladas. Uma cidade como São Paulo gasta, em geral, 500 mil dólares por dia para resolver questões relacionadas com os resíduos urbanos gerados.

Na China, os problemas relacionados com a quantidade de resíduos domésticos não são diferentes. Atualmente, o acúmulo de resíduos sólidos no país atingiu 7 milhões de toneladas, o que traz grandes dificuldades para a sua deposição. Segundo informações da imprensa e da Comissão do Governo Municipal de Pequim, a produção diária de resíduos na capital alcançou a marca de 18.400 toneladas, aumentando a uma taxa de 8% ao ano. No entanto, a cidade tem capacidade de lidar com apenas 10.400 toneladas diárias e, nesse ritmo, os 13 aterros sanitários em

Tabela 5 - Instalações analisadas – deposição intermediária (Adaptado de IAEA, 2011).

<b>País</b>	<b>Instalações</b>
Argentina	Ezeiza Waste management area
Bélgica	Belgoprocess, sites 1 and 2 and Umicore N.V.
Brasil	Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto
Bulgária	Novi Han Repository
Canadá	All facilities in the country
Chile	Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre
Croácia	Institute Rudjer Boskovic
República Checa	Nuclear Research Institute Rez and URAO Richard
Estônia	The Former Soviet Navy Nuclear Training Centre
Finlândia	Loviisa NPP, Olkiluoto NPP, Storage for Stated Owned Waste and VTT FIR
Indonésia	Radioactive Waste Management Development Center, BATAN
Irã	Anarak Storage Building
Kuwait	Kuwait Cancer Control Centre, Faculties of Science and Medicine –
Malásia	Malaysian Nuclear Agency – Radioactive Waste Management Centre
Noruega	Combined disposal and storage facility for LILW, Institute for Energy Technology Waste treatment plant Storage facilities
Filipinas	Radiation Protection Services
Romênia	National Institute for Development & Research for Physics and Nuclear Engineering, Authonomus Company for Nuclear Activities, Nuclear Research Institute Pitesti and National Company NUCLEARELECTRICA, CNE –PROD
Eslováquia	NPP Jaslovske Bohunice and NPP Mochovce
Eslovênia	Central Storage Facility for Radioactive Waste in Brinje (CISF) and Krsko NPP
Espanha	Vandellos I NPP under decommissioning and El Cabril
Suécia	Interim Storage Facility for Spent Nuclear Fuel, Studsvik Research Center and OKG NPP
Tailândia	All facilities in the country
Ucrânia	Chernobyl NPP, Khmel'nitsky NPP, Riven NPP, South Ukraine NPP, Zaporizhzhya NPP, Dnipropetrovsk SISE (State Interregion Special Enterprise), Kharkov SISE, Kiev SISE, Odessa SISE, State Special Enterprise "Komplex"
EUA	Grouping of multiple licenses, Waste Control Specialists, Hanford Site, Idaho National Laboratory, Los Alamos National Laboratory, Lawrence Livermore National Laboratory, Nevada Test, Oak Ridge Reservation, including Oak Ridge National Laboratory and East Tennessee Technology Park, All other US Department of Energy sites with radioactive processing facilities and/or ongoing remedial action, Paducah Gaseous Diffusion Plant, Portsmouth Gaseous Diffusion Plant, Savannah River Site, West Valley Demonstration Project, formerly West Valley Nuclear Services

Observação: NPP = Nuclear Power Plant (Usina Nuclear)

Tabela 6 – Volume de rejeitos radioativos de baixo e médio nível em depósitos intermediários

País	Volume de Armazenamento Temporário (metros cúbicos) e anos		Variação de Volume (%)
	2003	2008	
Argentina	241	544	125
Bélgica	66.595	65.157	-2
Brasil	2.041	2.280	11
Bulgária	362	635	75
Canadá	1.562.000	2.294.650	47
Chile	14	20	37
República Checa	677	604	-11
Estônia	751	850	13
Finlândia	1.503	2.849	89
Indonésia	45	273	504
Malásia	370	193	-48
Noruega	102	365	258
Filipinas	17.3	79	357
Romênia	396	428	8
Eslováquia	40.770	15.240	-63
Eslovênia	2.278	3.409	49
Espanha	6.221	7.684	23
Suécia	3.192	3.547	11
Tailândia	102	107	5
Ucrânia	1.332.568	1.993.153	49
EUA	541.217	496.317	-8
Total	3.520.713	4.888.407	28



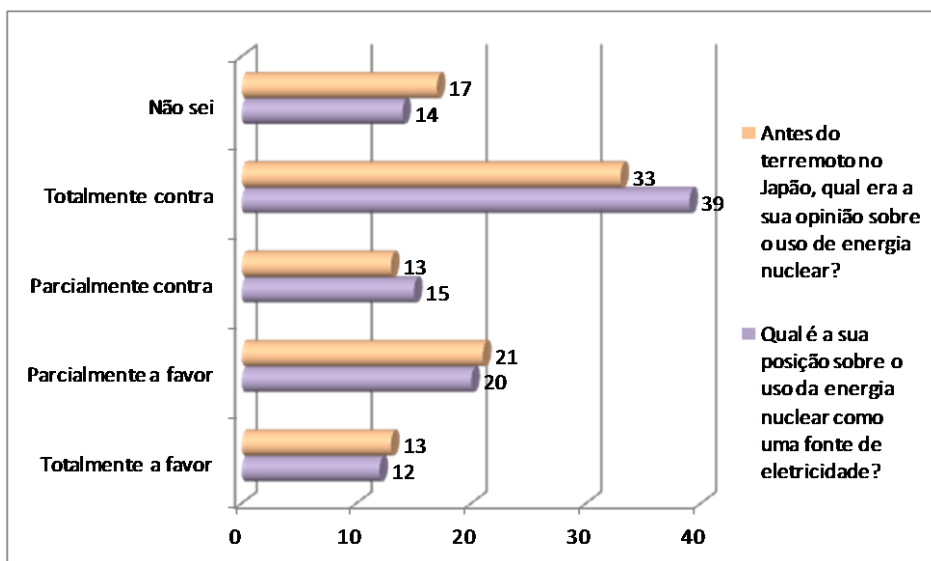


Figura 2 - Enquete feita no Brasil sobre a energia nuclear. (Adaptado de ULHOA et al., 2011).

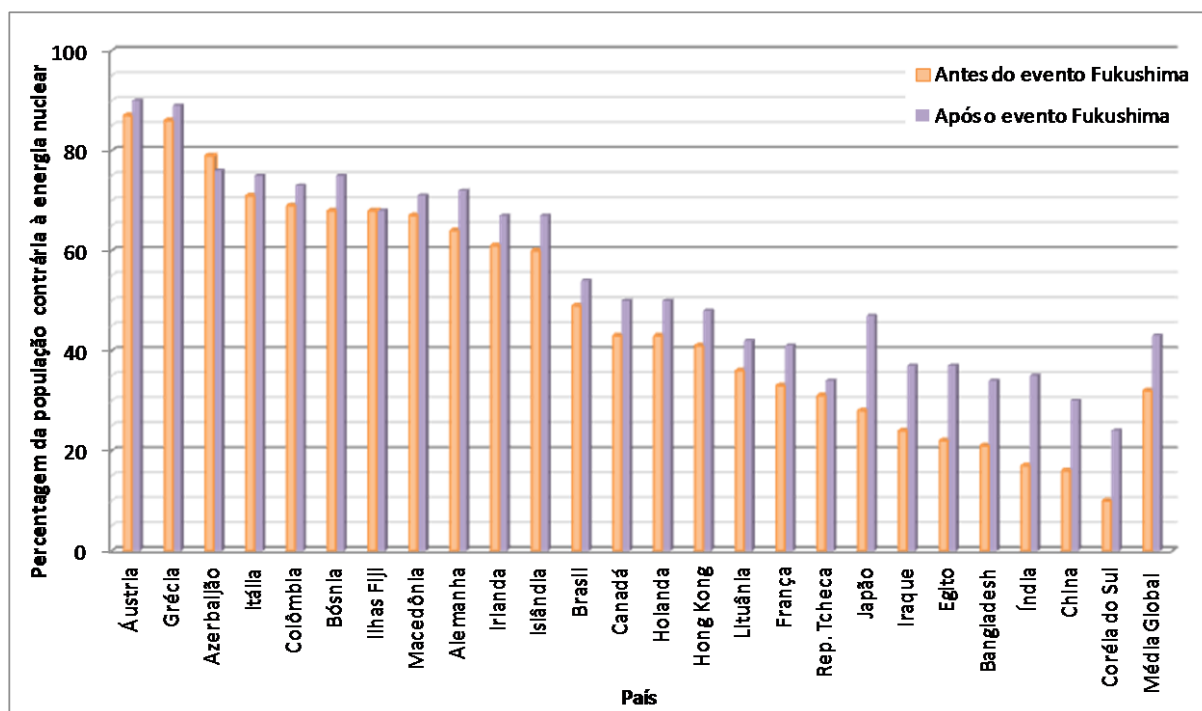


Figura 3 – Resultados de enquete realizada em vários países sobre a energia nuclear. (Adaptado de ULHOA et al., 2011).

com um relatório de pesquisa de 2008, apenas a menor parte dos resíduos domésticos da China tem sido tratada de forma adequada, enquanto que os 70% restantes

ainda precisa ser processado (ULHOA et al., 2011).

Estima-se que a quantidade total de resíduos domésticos gerados na África do Sul seja da ordem de 15 milhões de toneladas

ao ano. Nos EUA, cada pessoa no estado do Texas gera cerca de 1 tonelada de resíduos domésticos ao ano. Segundo o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a produção de resíduos sólidos no

Brasil passou de 125.000 toneladas ao dia em 2000 para 260.000 em 2008 (IBGE, 2011).

## CONCLUSÕES

Discussões relacionadas aos benefícios e malefícios das usinas nucleares são infundáveis, sendo que as questões associadas à gerência dos rejeitos radioativos são consideradas por grande parte da sociedade como o aspecto mais sensível dentro deste tema. É válido observar que, embora os rejeitos radioativos sejam inegavelmente um resíduo perigoso, a quantidade gerada é muito menor do que, por exemplo, os resíduos domésticos, dos quais são geradas milhares de toneladas diariamente.

Os dados apresentados neste estudo mostram que:

- a quantidade de rejeitos radioativos armazenados de forma não definitiva nas instalações analisadas diminuiu nos EUA, República Checa, Eslováquia, Malásia e Bélgica. Os relatórios da IAEA não fornecem indicações sobre o motivo pelo qual este fato está acontecendo. Uma possibilidade a ser estudada é se os resíduos estão sendo deslocados para locais permanentes;
- por outro lado, o volume de rejeitos dispostos neste mesmo cenário (não definitivo) cresceu sobremaneira na Finlândia, Canadá, Eslovênia, Ucrânia e Espanha;
- no caso dos rejeitos alocados em repositórios, houve diminuição de volume na Noruega e Suécia, situação que pode estar relacionada a diferentes interpretações para reportar dados à IAEA;
- inversamente, os países em que houve aumento significativo dos rejeitos armazenados em repositórios foram República Checa, Eslováquia, Finlândia e Romênia;
- em alguns casos, os valores percentuais apresentados nas tabelas são significativos, todavia os valores absolutos envolvidos no aumento dos volumes são

pequenos, como por exemplo, no caso da Indonésia e Filipinas.

A aceitação pública do setor nuclear continua sendo um desafio para os profissionais da área e, entre todas as questões, a gestão de resíduos radioativos é sempre motivo de grande preocupação da população. É de suma importância que não sejam poupados esforços e investimentos para que os desafios de comunicação pública e responsabilidade social na área nuclear sejam enfrentados, com transparência e responsabilidade.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG e ao CNPq pelas bolsas de IC das alunas Bárbara Ulhoa e Bruna Aleixo.

## REFERÊNCIAS

CUCCIA, V., UEMURA, G., FERREIRA, V.V.M., MALTA, R.S.V. & TELLO, C.C.O. *An Updated Overview of Low and Intermediate Level Waste Disposal Facilities around the World*. Trabalho apresentado ao INAC - International Atlantic Nuclear Conference, Belo Horizonte, 2011.

FERREIRA, V.V.M. *Avaliação de Externalidades do Setor Hidrelétrico no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: UFMG, 2004. Tese (Doutorado)- Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG, Belo Horizonte, 2004.

FERREIRA, V.V.M., ARONNE, I.D.; SANTOS, R.A.M. *Environmental Impacts Evaluation Associated to Renewable Sources of Energy*. Trabalho apresentado ao INAC - International Atlantic Nuclear Conference, Rio de Janeiro, 2009.

FERREIRA, V.V.M., ALVES, J.V.; SOARES, W.A. Estudos Hidrogeológicos Associados à Deposição de Rejeitos Radioativos

de Baixo e Médio Nível de Atividade. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. São Paulo, Volume 19, 18-29, março de 2011.

GARRETT, L. *A próxima peste: novas doenças num mundo em desequilíbrio*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1995.

IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Radioactive Waste Management Glossary: 2003 Edition*. Viena, 2003. Disponível em: <[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1155\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1155_web.pdf)>. Acesso em: 11 mai. 2011.

IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Reference data series No. 1 - *Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2050*. Disponível em <[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/IAEA-RDS-1-30\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/IAEA-RDS-1-30_web.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2011.

IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Country Annual Reports. Disponível em <<http://newmdb.iaea.org/reports.aspx>>. Acesso em: jun. 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 20 ago. 2011.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Key World Energy Statistics 2010*. Paris, 2010. Disponível em: <[http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/key\\_stats\\_2010.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/key_stats_2010.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2011.

ULHOA, B.M.A., ALEIXO, B.L., MOURÃO, R.P. & FERREIRA, V.V.M. *Radioactive Waste Disposal and Public Acceptance Aspects*. Trabalho apresentado ao INAC - International Atlantic Nuclear Conference, Belo Horizonte, 2011.

Recebido em: dez/2011  
Aprovado em: jun/2012