

REJEITOS RADIOATIVOS GERADOS NA USINA DE ANGRA 1 E NA PRODUÇÃO DE RADIOISÓTOPOS PARA FINALIDADES MÉDICO-INDUSTRIAIS

Nelson Leon Meldonian* e Luís Antonio Terribile de Mattos*

Grupo de Energia e Ambiente
*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Travessa R, 400 - Cidade Universitária - CEP 05508-900
Caixa Postal 11049 - CEP 05499-970
São Paulo, Brasil
Fax: (011) 816-9432
Tel.: (011) 816-9397
e-mail : meldonia@net.ipen.br

RESUMO

A opinião de críticos, baseada em falsas premissas, freqüentemente contribui para que parcela da população brasileira coloque em dúvida a validade das aplicações da energia nuclear, sob a alegação de que implicações sociais, as desabonam. Neste contexto, cria-se muita celeuma no que tange aos rejeitos radioativos provenientes dos mais diversos processos da indústria nuclear, como se todos fossem idênticos quanto às suas características (volume, atividade).

Em face da generalizada desinformação sobre este assunto, este trabalho tem por objetivo, apresentar as características e a atual destinação dos rejeitos radioativos provenientes da geração nucleoeétrica e daqueles resultantes da produção de radioisótopos no país.

Embora se possa afirmar de antemão que tais características sejam discrepantes, destaca-se também de forma comparativa, o alcance dos benefícios obtidos com as duas aplicações nucleares.

I. INTRODUÇÃO

Não raras vezes tem-se a oportunidade de ler ou ouvir comentários que desabonam as aplicações médicas e industriais da energia nuclear, pelo fato de as relacionarem aos acidentes de Chernobyl e de Goiânia, bem como aos problemas operacionais ocorridos com Angra 1. Assim depara-se com livros escolares (cujos autores podem ser considerados formadores de opinião), em que a energia nuclear é rotulada como sendo nefasta, não apresentando qualquer forma de benefício. De acordo com os autores, a utilização de materiais radioativos e o "lixo atômico" são questões problemáticas. Se não bastasse isto, a CNEN, no que diz respeito às atividades de radioproteção, é taxada literalmente de omissa. [1]

O produto de uma usina nucleoeétrica é a eletricidade, cujos benefícios são óbvios e não precisam ser explicados. No que diz respeito às áreas médicas e industriais, tem-se os radiofármacos e os radioisótopos, de grande valia, e sobre os quais faz-se comentários abaixo.

Neste trabalho são apresentados dados sobre o volume e a atividade do rejeito radioativo, bem como a

eletricidade gerada pela usina Angra 1. Numa segunda etapa fornecem-se os dados sobre os rejeitos radioativos resultantes da produção de radiofármacos. Estas informações nos permitem ver que não somente os produtos são diferentes, mas também o volume e a atividade dos rejeitos radioativos gerados. Com eles pode-se também concluir que as aplicações nucleares não voltadas para a geração de eletricidade, oferecem bons dividendos e produzem rejeitos radioativos com características distintas.

II. USINA NUCLEOELETRICA ANGRA 1

A geração nuclear no Brasil está baseada na usina de Angra 1, unidade do tipo água leve pressurizada (PWR), de 657 MW e que utiliza como combustível o urânio enriquecido a 3%. O início da operação comercial para a produção de eletricidade se deu em 1984. A eletricidade gerada desde então é apresentada na Tabela 1 abaixo.

TABELA 1. Geração de Eletricidade (GWh)

ANO	ENERGIA
1984	1.643
1985	3.381
1986	144
1987	974
1988	608
1989	1.830
1990	2.237
1991	1.442
1992	1.759
1993	442
1994	55
1995	2.519
1996	2.289
Total	19.323

Fonte : Eletrobrás [2]

Como pode-se observar na tabela acima, a quantidade de eletricidade gerada pela usina de Angra 1, foi pequena, principalmente em 1994. Não considerando os anos em que a usina apresentou problemas técnicos, sabe-se que a baixa geração se deve a questões de planejamento da operação do sistema elétrico brasileiro, que é de responsabilidade da Eletrobrás. Neste sentido a usina de Angra 1 tem como função complementar a geração de eletricidade, no sistema integrado.

Para se ter idéia de como é baixo o aproveitamento de Angra 1, basta ver, por exemplo, o quanto foi gerado em 1995 (2.519 GWh ou 2.519.000.000 kWh). Como o consumo final de eletricidade no Brasil, em 1995, foi de 1339 kWh/hab., deduzimos que esta usina gerou eletricidade para 1.881.255 habitantes. Se a usina trabalhasse a plena potência e elevado fator de capacidade (mais tempo na rede), teria gerado muito mais energia e conseqüentemente atenderia o dobro de habitantes.

Ao gerar 19,323 TWh de eletricidade, a usina produziu até o final de 1996, 1,090 m³ de rejeitos radioativos de baixa e média atividades, com uma atividade total de 3.712 Ci, e pesando 3.254 toneladas.

Os dados acima não incluem o combustível irradiado, que se não for reprocessado, pode ser denominado de rejeito radioativo de alta atividade. Com a inclusão do mesmo, o volume, a atividade bem como os radionuclídeos contidos, seriam bem diferentes.

O inventário de embalagens que contém os rejeitos radioativos gerados pela usina de 1982 a 1996 está descrito na Tabela 2.

Nesta tabela nota-se que as resinas são as responsáveis por boa parte da atividade total (92 %) dos rejeitos, embora esteja acondicionada em 8 % (390) dos tambores armazenados no sítio de Angra (4.770)

Os rejeitos radioativos produzidos na usina são de uma certa forma "homogêneos", isto é poucos radionuclídeos, sem a participação de alfa emissores (descartado o combustível irradiado) e apresentam atividade mais baixa que as grandes fontes armazenadas no IPEN e no CDTN. Esta constatação não minimiza muito os cuidados que devem ser tomados com os mesmos, tampouco reduz o volume que é gerado anualmente e não pode ser confundido com os rejeitos gerados na preparação dos radiofármacos e radioisótopos, no IPEN.

TABELA 2. Inventário dos Rejeitos gerados pela Usina Angra 1

	Número de embalagens	Volume m ³	atividade (Ci)
Filtros (2081)	211	43,89	141
Conc. Evaporador (2081)	2175	452,40	49
Não Compressível (12981)	82	102,34	64,9
Não Compressível (2081)	489	97,55	31,2
Resinas (2081)	390	81,12	3400
Compressível após segregação (2081)	1505	313,04	25,9
Inativos (2081)	169	35,15	-

Fonte: Relatório da SLC/CNEN-RJ, 1996

As embalagens de rejeitos acima citadas estão provisoriamente armazenadas em galpões ao lado da usina, até que seja definido e colocado em operação o Repositório, para a disposição das mesmas. Embora diversos estudos tenham sido realizados pela CNEN, para a definição do local, não se teve ainda um desfecho em outras instâncias, talvez por questões que vão além das técnicas pertinentes.

III. OS RADIOISÓTOPOS E RADIOFÁRMACOS

Quando os meios de comunicação veiculam informações sobre reatores nucleares, a população leiga imediatamente associa o fato à geração de eletricidade, em função da usina Angra 1. Poucos tem conhecimento da existência de reatores nucleares voltados para pesquisas científicas; produção de radioisótopos e materiais radioativos, de grande utilidade nas áreas médicas e industriais. De acordo com a ABEN, em 1994, existiam 400 destes reatores em todo o mundo, sendo quatro deles no Brasil (apenas o IEA-R1 para a produção de radioisótopos destinados à comercialização). [3]

Da mesma forma que se desconhece o uso não voltado à geração de eletricidade de um reator nuclear, pouco ou quase nada se sabe sobre os produtos e suas aplicações na medicina, agricultura, indústria e meio ambiente. Como exemplo disto pode-se citar as escolas, que adotam o livro acima referenciado, confundindo milhares de alunos por todo o país.

O fato do Brasil possuir apenas um reator destinado à produção de radioisótopos, não significa dizer que o número de instalações radiativas seja baixo. O IPEN produz 21 produtos radioativos (uso médico) e prepara fontes radiativas (uso industrial) que são distribuídos para centenas de locais em todo o país. Há de se considerar também que algumas empresas promovem a importação direta de grandes fontes de radiação de uso industrial.

A Coordenação de Instalações Radiativas da CNEN-RJ, responsável pela avaliação de segurança radiológica das instalações médicas, industriais e de ensino e pesquisa que operam fontes de radiação, possui 2.284 instalações registradas (dezembro de 1996), no país. Esta Coordenação já tem disponível um completo banco de dados a este respeito.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas a distribuição geográfica e áreas de atuação destas instalações.

TABELA 3 . Distribuição Geográfica de Instalações Radiativas

Região	1995	1996
Norte	35	39
Nordeste	234	264
Sudeste	1.485	1.575
Sul	270	302
Centro Oeste	91	104
Brasil	2.115	2.284

Fonte: Relatório Anual (96) da SLC/CNEN-RJ

TABELA 4 . Entidades registradas por área de atuação

Área	Ativos	Não Ativos	Total (96)
Medicina	696	297	993
Indústria	620	119	739
Pesquisa	374	92	466
Distribuição	51	10	61
Serviços	18	7	25
Total	1759	525	2.284

Fonte: Relatório Anual (96) da SLC/CNEN-RJ

Apesar do número elevado de entidades registradas nas áreas médicas e industriais, deve-se salientar que somente uma parcela menor das mesmas

lida com fontes e materiais radioativos de atividade mais elevada.

Na área médica, os radiofármacos são usados para diagnósticos e tem baixa atividade (m ou μ Ci), enquanto que na radioterapia, a atividade é bem mais elevada. Há 120 empresas que operam 133 equipamentos de cobaltoterapia, com atividade total de cerca de 665.925 Ci. [4]

Da mesma forma, na indústria, boa parte das empresas lidam com fontes de baixa atividade, mas há outras que se valem de fontes com atividades elevadas. Neste caso podemos citar a EMBRARAD, a JOHNSON e a IBRAS-CBO que possuem irradiadores de grande porte no Estado de São Paulo, que operam com atividade total de 2,3 MCi. Com atividade bem inferior, mas ainda assim expressiva, estão as fontes utilizadas pelas empresas que fazem radiografia industrial. As 129 instalações de radiografia industrial, registradas pela CNEN-RJ, operam 234 fontes de radiação, com atividade total de 12.783 Ci. [4]

Em função das aplicações nas áreas listadas na Tabela 4, há a produção de rejeitos radioativos. Esta geração se dá em diversas etapas como a produção, fracionamento, purificação de materiais, assim como preparação e recebimento de fontes.

A origem dos rejeitos radioativos sólidos tratados no IPEN, é diversa (áreas do próprio instituto; IEN/RJ; Unicamp; Lab. Fleury; São Carlos / papéis de Goiânia ; etc.). Os radionuclídeos contidos também são muitos: I131; Cr51; Unat.; Thnat.; Co60; Sr90; Cs134; Ra226; Fe55; Cs137; Am241; C14; Ir192; Sb124; Tl204; P32; Zn65; Ra228; Mo99; H3; CE252; Kr85; Am241-BE; U238; Th228; Th232; etc.). A atividade da mesma forma varia de μ a kCi, neste último caso, em função das fontes que na realidade não são tratadas.

Na Tabela 5 são apresentados o volume e a atividade dos rejeitos radioativos armazenados nos institutos da CNEN e em Abadia de Goiás, no final de 1996.

TABELA 5 . Rejeitos Radioativos Armazenados

	Atividade (Ci)	Volume (m ³)
IRD	0,17	n.d.
IEN	90,15	7
CDTN	2.927,57	30
IPEN	7.130,25	473
ABADIA de GOIÁS	1.340	3.500

Fonte: CNEN-RJ

O rejeito de Abadia de Goiás é devido ao acidente radiológico de setembro de 1987, quando houve a violação de uma fonte de cézio-137, na cidade de Goiânia. O volume elevado é função da necessidade de descontaminação de pessoas e locais, além da

solidificação dos rejeitos líquidos gerados nestas atividades.

Quanto ao CDTN, a atividade (2.927,57 Ci) elevada é decorrente do recebimento de algumas fontes de radiação fora de uso, que foram enviadas para aquele local, no período em que o IPEN não estava recebendo este tipo de rejeito de outros pontos. Foi aventada a possibilidade do IPEN vir a recebê-las num futuro próximo.

O IRD e o IEN/RJ não estão armazenando rejeitos, com atividade elevada, comparativamente ao IPEN e o CDTN.

No que diz respeito ao IPEN, somente uma pequena parte da atividade total é referente aos rejeitos radioativos tratados e imobilizados. Rejeitos estes provenientes da produção de radioisótopos primários e radiofármacos, bem como das áreas de pesquisa do instituto. A parte mais representativa da atividade total é devida ao armazenamento de grandes fontes, não tratadas.

A Tabela 6 abaixo nos apresenta o inventário de rejeitos radioativos tratados e imobilizados em tambores de 208 l, desde 1983 a 1996, no IPEN.

TABELA 6. Rejeitos Radioativos Tratados e Imobilizados

Ano	Tambores	Atividade (Ci)	Atividade (mCi)
1983	57	6442	3050,7
1984	61	7.687	2.845,2
1985	39	5.026	2.794,6
1986	40	4.873	3.969,1
1987	50	5.664	3.909,9
1988	194	26.704	2.382,9
1989	77	9.322	581,68
1990	107	13.278	506,64
1991	60	7.428	149,83
1992	48	5.354	366,58
1993	64	7.565	400,88
1994	24	2.406	138,11
1995	62	7.790	414,20
1996	36	6.195	42,72
Total	919	115.734	21.553

Fonte: IPEN

Além destes tambores citados na tabela acima, o IPEN armazena; 16 embalagens com fontes (máximo de 5 Ci/embalagem); 18 embalagens com rádio imobilizado (máximo de 500 mCi/embalagem); 33 embalagens contendo Torta Silicosa imobilizada ; 9 embalagens com Cinzas Radioativas imobilizadas; 50 caixas contendo fardos de papel contaminados no acidente de Goiânia; e recipientes contendo fontes com elevada atividade. Estas

fontes são as responsáveis por boa parte da atividade (7.130,25 Ci) do material armazenado no instituto.

IV. CONCLUSÕES

Pelas informações apresentadas ao longo deste trabalho pode-se notar que os rejeitos radioativos gerados nas diversas aplicações nucleares, são diferentes quanto ao volume, atividade e tipo.

Em 1995 a usina de Angra 1 produziu 190 tambores (208 l) e 4 recipientes (1298 l) de rejeitos radioativos. Em contrapartida gerou 2,519 TWh de eletricidade, o suficiente para atender 1.881.255 habitantes do país, se considerado o consumo per capita.

Já o IPEN armazenou, em 1996, 36 tambores (208 l) de rejeitos radioativos tratados e imobilizados, com atividade total de 0,042 Ci. Os radiofármacos produzidos neste ano atenderam cerca de 1.000.000 de pacientes. [5]

Visualizar os beneficiados com a geração de eletricidade, é uma tarefa fácil, enquanto que quantificar os beneficiados nas aplicações médicas e industriais, ao contrário, é quase que impossível. Se de uma certa maneira sabemos quantos pacientes se submeteram à radiação, no tratamento de doenças, e quantos se valeram de diagnósticos que utilizam radiofármacos; não temos como quantificar com precisão, os beneficiados com a esterilização de produtos; radiografias industriais, etc.. De qualquer maneira este número deve ser tão ou mais representativo que aquele derivado da geração de eletricidade.

A atividade dos rejeitos gerados no IPEN é muito menor do que a dos rejeitos de Angra, para o atendimento de um número expressivo de pacientes.

Deve ser salientado que não estão sendo considerados os elementos irradiados, no caso de Angra; e tampouco as grandes fontes de radiação, no caso do IPEN.

O denominador comum, para todas as aplicações nucleares, é que os rejeitos radioativos gerados não tem um local definitivo para a sua disposição, devendo permanecer armazenados nas instituições da CNEN e no sítio de Angra, até que se ache uma solução para este antigo problema.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho pode ser realizado devido a inestimável colaboração das pesquisadoras Elizabeth May Pontedeiro, (CNEN/RJ) e Laura Sakiko Endo (IPEN/SP).

BIBLIOGRAFIA

[1] Pereira, D. A. P.; Santos, D.; Carvalho, B.C.; Geografia - Ciência do Espaço, Atual Editora; 2ª edição revisada e atualizada.

[2] BRASIL; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Balanco Energético Nacional, Brasília, 1996.

[3] ABEN; **Nuclear não é só energia elétrica**; Brasil Nuclear; ano 1; nº 2; junho/julho 94.

[4] CNEN; **Relatório anual (96) da Superintendência de Licenciamento e Controle - SLC/DRS**; Rio de Janeiro, 1996.

[5] IPEN/CNEN-SP; **Relatório de Avaliação Final - 1996**, São Paulo, 1996

ABSTRACT

Based on false premises, critics point of view have frequently lead part of brazilian public opinion to impeach the validity of nuclear energy applications. The critics allege that social implications discredit those applications. In this context, treated as if not known theirs diverse characteristics, great noise has been created about radioactive wastes related to diverse nuclear industry processes.

Due to the great misunderstanding on the subject, this paper presents the characteristics and destinations of radioactive wastes related to nucleoelectric generation and to radioisotopes production in Brazil.

Even so someone could point out that those characteristics are diverse, we discuss in a comparative way the benefits of those two kinds of nuclear applications.