

Gestão de Resíduos Sólidos 2

Leonardo Tullio
(Organizador)



Leonardo Tullio
(Organizador)

Gestão de Resíduos Sólidos

2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão de resíduos sólidos 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Gestão de Resíduos Sólidos; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-188-6

DOI 10.22533/at.ed.886191403

1. Lixo – Eliminação – Aspectos econômicos. 2. Pesquisa científica – Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.).
3. Sustentabilidade. I. Tullio, Leonardo. II. Série.

CDD 363.728

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Neste Volume II, são apresentados 18 artigos que analisaram o potencial de uso de diversos materiais em vários setores, propondo destino correto a esses resíduos.

A construção civil apresenta-se como elevado potencial na incorporação desses resíduos industriais, que podem ser utilizados como matéria-prima alternativa, uma vez que disponíveis em grandes quantidades e sem destinação pela indústria que o produz, sua utilização pode levar a vantagens econômicas, técnicas e ecológicas, ademais solução de muitos problemas da indústria.

Também se observa o potencial de utilização de resíduos da atividade agrícola no meio urbano, sendo assim o aproveitamento, além de minimizar os problemas ambientais, é visto como atividade complementar, que pode contribuir para a diversificação dos produtos e para a diminuição do custo final de produtos.

Todavia, a correta destinação de um resíduo deve ser estudada e tratada com cautela, pois o "desleixo" causa impactos ambientais incalculáveis na sociedade.

Bons estudos.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SUSTENTABILIDADE: USO DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
<i>Cristine Machado Schwanke</i> <i>Juliana Young</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914031	
CAPÍTULO 2	13
UTILIZAÇÃO DE CARVÃO DE CAROÇOS DE BUTIÁ (<i>BUTIA CAPITATA</i>) COMO MEIO DEPURIFICAÇÃO ALTERNATIVA DE ÁGUAS PARA CONSUMO HUMANO	
<i>Beatriz Stoll Moraes</i> <i>Ferdinando Bisogno de Castro</i> <i>Maick Bravo da Silva</i> <i>Paulo Roberto Diniz da Silva</i> <i>Daniela Lilge Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914032	
CAPÍTULO 3	25
USO DE RESÍDUOS DE CELULOSE NA MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	
<i>Genyr Kappler</i> <i>Carlos Alberto Mendes Moraes</i> <i>Regina Célia Espinosa Modolo</i> <i>Juliana Damasio Waschevicz</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914033	
CAPÍTULO 4	34
REJEITOS RADIOATIVOS DO MAIOR ACIDENTE RADIOLÓGICO DO BRASIL	
<i>Lení Maria de Souza</i> <i>Francisco Itami Campos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914034	
CAPÍTULO 5	46
PRODUÇÃO DE CARBOXIMETILCELULASE E AVICELASE PELO BACILLUS SP SMIA-2 EM MEIO CONTENDO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR	
<i>Andréia Boechat Delatorre</i> <i>Silvania Alves Ladeira</i> <i>Marcela Vicente Vieira Andrade Gonçalves</i> <i>Cristiane de Jesus Aguiar</i> <i>Thiago Freitas de Almeida</i> <i>Meire Leles Leal Martins</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914035	
CAPÍTULO 6	55
O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO MERCADO DE EQUIPAMENTOS GAMER	
<i>Felipe Elsemann Barreto</i> <i>Ana Júlia Senna Sarmiento Barata</i> <i>Ricardo Ribeiro Alves</i> <i>Djulia Regina Ziemann</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914036	

CAPÍTULO 7 68

ESTUDO PARA INSTALAÇÃO DE CENTROS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO RIO DE JANEIRO EM SEROPÉDICA

Hélio Fernandes Machado Júnior

Rui de Góes Casqueira

Fabíola Oliveira da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.8861914037

CAPÍTULO 8 78

ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DA SERICINA EMPÓ RESULTANTE DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS DESIDRATADA EM “SPRAY DRYER”

Ana Paula Sone

Camilo Freddy Mendoza Morejon

Marcelino Luiz Gimenes

DOI 10.22533/at.ed.8861914038

CAPÍTULO 9 92

ESTUDO DA CONFORMIDADE DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE CHAMOTE E CASCA DE ARROZ

Ivando Stein

Maurício Livinali

Éder Claro Pedrozo

Lucas Fernando Krug

DOI 10.22533/at.ed.8861914039

CAPÍTULO 10 103

ESTUDO COMPARATIVO DO LIXIVIADO GERADO POR RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICO E ELETROELETRÔNICO EM SIMULAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

Beatriz Rodrigues de Barcelos

Caio Soares Camargos

Gabriel Alves Teixeira

Lorena Silva Pereira

Ygor dos Santos Carneiro

DOI 10.22533/at.ed.88619140310

CAPÍTULO 11 116

DESMONTAGEM E CARACTERIZAÇÃO DE LÂMPADAS LED PARA RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS

Emanuele Caroline Araujo dos Santos

Alini Luísa Diehl Camacho

Leonardo Daniel Rauber

Carlos Alberto Mendes Moraes

DOI 10.22533/at.ed.88619140311

CAPÍTULO 12 126

CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE PETROLINA/PE

David José Oliveira da Silva

Iago Santos Calábria

Walter de Moraes Calábria Junior

DOI 10.22533/at.ed.88619140312

CAPÍTULO 13 136

AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE RESÍDUOS GERADOS PELA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE COMO MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A INDÚSTRIA CIMENTEIRA

Joana Gomes Meller
Letícia Torres Maia
Oscar Rubem Klegues Montedo
Dachamir Hotza
Hiany Mehl Zanlorenzi
Silvana Meister Sommer

DOI 10.22533/at.ed.88619140313

CAPÍTULO 14 147

ANÁLISE DOS PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DO PARANÁ

Daniel Poletto Tesser
Luciana Janoni Botelho de Freitas do Nascimento
Antônio Carlos de Francisco
Cassiano Moro Piekarski

DOI 10.22533/at.ed.88619140314

CAPÍTULO 15 160

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DO AQUECIMENTO DE ÁGUA ATRAVÉS DE UM AQUECEDOR SOLAR FEITO COM MATERIAL RECICLÁVEL

Maiara Stein Wünsche
Nadine Rech Medeiros Serafim
Rafaela Picolotto

DOI 10.22533/at.ed.88619140315

CAPÍTULO 16 170

ANÁLISE DA MISTURA DO AGREGADO RECICLADO DE RCD ASSOCIADO AO SOLO LATERÍTICO PARA UTILIZAÇÃO NA CAMADA DE BASE DE PAVIMENTOS

Natássia da Silva Sales
Caio César Luz Araújo

DOI 10.22533/at.ed.88619140316

CAPÍTULO 17 182

ANÁLISE DA ECOEFICIÊNCIA DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM USINA SUCROALCOOLEIRA NO PIAUI

Lilian de Castro Moraes Pinto
Maria do Socorro Lira Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.88619140317

CAPÍTULO 18 191

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NACIONAL E INTERNACIONAL SOBRE TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO

Manoela Paiva de Amorim Santos
Rafael de Freitas Taves
Alexandre Lioi Nascentes
Armando Borges de Castilhos Junior

DOI 10.22533/at.ed.88619140318

SOBRE O ORGANIZADOR..... 203

REJEITOS RADIOATIVOS DO MAIOR ACIDENTE RADIOLÓGICO DO BRASIL

Lení Maria de Souza

UniEvangélica – PPSTMA – Anápolis - GO
lenimsouza1@gmail.com

Francisco Itami Campos

UniEvangélica – PPSTMA – Anápolis - GO
itamicampos@gmail.com

RESUMO: Esta pesquisa visa conhecer a história do acidente radiológico ocorrido no ano 1987 no setor central da cidade de Goiânia, capital do estado de Goiás/ Brasil. Tornou-se conhecido como “Césio 137” e foi considerado o maior acidente radiológico envolvendo fonte radioativa em hospitais do mundo. A ignorância dos protagonistas, a negligência dos proprietários da clínica, inclusive, excluídos da relação jurídica processual conforme íntegra da sentença que condenou parcialmente o CNEN pela ineficiência de seus agentes em fiscalizar e monitorar. Objetiva a análise das medidas tomadas pelas autoridades logo após o acidente e a longo prazo, para segregação, armazenamento e construção do depósito definitivo. Analisar a logística do lixo produzido durante o procedimento de descontaminação das áreas afetadas, para onde deveriam ser transferidos os rejeitos radioativos e suas implicações. Os dados analisados permitem concluir que as barreiras de engenharia adotadas para a construção do repositório do

lixo radioativo, nestes 30 anos de segregação, são eficazes e eficientes para manter a segurança do homem e do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Césio 137, Rejeitos radioativos, Resíduos perigosos.

ABSTRACT: This research aims to know the history of the radiological accident occurred in 1987 in the central sector of the city of Goiânia, capital of the state of Goiás / Brazil. It became known as “Cesium 137” and was considered the largest radiological accident involving radioactive source in hospitals of the world. The ignorance of the protagonists, the negligence of the owners of the clinic, even, excluded from the process relationship as integral of the sentence that partially condemned the CNEN for the inefficiency of its agents to supervise and monitor. It aims to analyze the measures taken by the authorities immediately after the accident and in the long term, for segregation, storage and construction of the final deposit. To analyze the logistics of the garbage produced during the decontamination procedure of the affected areas, to where the radioactive waste should be transferred and its implications. The data analyzed allow us to conclude that the engineering barriers adopted for the construction of the radioactive waste repository, in these 30 years of segregation, are effective and efficient in maintaining the safety of man

and the environment.

KEYWORDS: Cesium 137, Radioactive waste, Dengerous waste.

“Eu me apaixonei pelo ‘brilho da morte’”.

Devair Alves

1 | INTRODUÇÃO

Precipuaente esta pesquisa visa avaliar a história do acidente radiológico ocorrido no ano 1987 no setor central da cidade de Goiânia, capital do estado de Goiás/ Brasil. Referido acidente, amplamente divulgado pela mídia, tornou-se conhecido mundialmente como “Césio 137” e foi considerado o maior acidente radiológico envolvendo fonte radioativa em hospitais do mundo, em tempos de paz.

Analisar a logística de todo o lixo produzido durante o procedimento de descontaminação das áreas afetadas, para onde deveriam ser transferidos os rejeitos radioativos e suas implicações.

O acidente com Cs-137 causou muita dor, tristeza, medo, discriminação das vítimas e cidadãos goianos, pelo simples fato residir em Goiânia. Houve várias restrições aos produtos goianos tanto no mercado nacional como internacional, fato que gerou prejuízos à economia goiana.

Foram meses de angústia, desinformação, insegurança e comoção pelas vítimas que se encantaram com o “brilho azul” (R. Césio 25 anos) que acreditavam ter encontrado algo sobrenatural, fantástico, todavia, esse brilho às levaram a morte, deficiências físicas, rejeições e preconceito. Assunto largamente tratado pelos jornais e revistas, da época.

2 | OBJETIVO

Este trabalho visa análise dos procedimentos adotados após o acidente, relativamente aos rejeitos contaminados logo após a violação da capsula de Césio 137, inclusive, questões políticas, ambientais e legislação pertinente, sem deixar de olhar para as vítimas dessa tragédia.

Contribuir para o aprofundamento teórico do caso em tela, principalmente neste ano, que se completa 30 (trinta) anos do referido sinistro.

Visa divulgar para prevenir a ocorrência de outros acidentes desta natureza.

3 | METODOLOGIA

Apesquisa foi desenvolvida apoiada em matérias produzidas pela imprensa, jornais da época, sites governamentais, sites de Associações de vítimas e documentação arquivada na biblioteca da CNEM em Abadia de Goiás, sentença e acórdão proferidos na ação civil pública, dissertações de mestrado e teses de doutorado, óbvio que não esgotadas todas as publicações. Bem como visita ao repositório para conhecer e averiguar a rotina de monitoramento do depósito.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

HISTÓRIA

No dia 13 de setembro de 1987, dois catadores de material reciclável, por desinformação e total desconhecimento das consequências do ato, retiram de uma clínica médica abandonada e em ruínas, nominada Instituto Goiano de Radiologia – IGR, situada entre as Avenidas Tocantins e Paranaíba, no Centro de Goiânia-GO, um aparelho de radiologia, que era utilizado para tratamento do câncer e pesava aproximadamente 200 quilos. A unidade fora negligentemente esquecida dentre os escombros do que seria o Instituto de Radiologia “a cápsula não foi objeto de nenhum ato de fiscalização da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)” durante três anos de abandono, ou seja, de 1985 a 1987. (VIEIRA, 2013)

Referidos trabalhadores estavam interessados apenas no dinheiro que poderiam obter com a venda das peças. Vendida para um ferro velho. Encantados pelo “brilho azul” produzido pelo pó de césio levaram-no para suas casas e distribuíram entre amigos. Leide das Neves, acidentalmente, ingeriu pequenos fragmentos, sendo esta a primeira vítima fatal, uma menina de seis anos de idade, sobrinha de um dos donos do ferro velho. A imagem da menina tornou-se símbolo da luta dos contaminados e irradiados por reconhecimento de seus direitos e tratamentos adequados. Dezesesseis dias depois a peça que continha o material radioativo foi transportada em um ônibus coletivo até a sede da vigilância sanitária, deixando para trás uma trilha de contaminação. (CHAVES, 1998) A partir da constatação de que o brilho azul se tratava de Césio 137 (cloreto de Césio) começou a operação de limpeza e descontaminação das áreas e pessoas afetadas.

“Parecia uma operação de guerra. Os caixões revestidos de chumbo pesavam cerca de 700 quilos cada um e foi preciso um guindaste para levá-los à sepultura. Houve manifestação de centenas de moradores vizinhos ao Cemitério Parque na tentativa de impedir o enterro das vítimas, um dos momentos de grande comoção da história do povo goiano”. Entrevista concedida por Antônio Faleiros. (R. Césio 137, 25 anos)

Como bem observou (SILVA, 2007) os aniversários de desastres normalmente, em

sua maioria, seguem os moldes dos demais aniversários, portanto, não seria diferente com o maior acidente radiológico do mundo, próximo a completar três décadas em setembro, o assunto volta a ser manchete nos jornais e as vítimas outrora esquecidas passam a ser notícia novamente. As associações das vítimas civis e militar lançaram o Fórum permanente sobre o acidente com Césio 137, trinta anos depois, no auditório da Assembleia Legislativa de Goiás. Na oportunidade o especialista em questões nucleares, Sérgio Dialetachi afirmou que “as vítimas não são pobres coitados. São vítimas da omissão do Estado brasileiro”. Disponível em www.opopular.com.br

II ADMINISTRAÇÃO DOS REJEITOS RADIOATIVOS

Acidente envolvendo apenas 19.26 gramas de Césio 137 (cloreto de Césio) produziram rejeitos na proporção de seis mil toneladas, acondicionadas em: 1.347 caixas metálicas; 4.223 tambores comuns de 200 litros; 10 contêineres marítimos e 8 recipientes de concreto.

Fonte: “um cilindro metálico 3,6cm de diâmetro e 3,0cm de altura, em seu interior havia pó de cloreto de césio empastilhado, juntamente com um aglutinante e a atividade da fonte era altíssima (cerca de 1375 curies). Calcula-se que a fonte violada liberou uma massa de 90g, sendo 20g de cloreto 137 Cs.” (PERUZZO, 2012, p. 263)

Para se entender melhor o Curie é uma unidade de radioatividade (desintegração por segundos). Posteriormente substituída por Bequerel (Bq). A Atividade de 1g de Césio 137 é de cerca de 87 Ci.

Após a descontaminação dos pontos onde se espalhou o cloreto de Césio, necessário seria a remoção dos rejeitos para local distante das áreas habitadas, inclusive, longe de mananciais de águas e trânsito de pessoas. Desta forma, estando apenas a 25 quilômetros de Goiânia foi escolhido o povoado de Abadia de Goiás para depósito provisório. Travaram-se lutas políticas entre o governo do estado e governo federal, nenhum município queria receber os rejeitos.

Por razão da logística, o local não poderia ser muito longe da capital, tendo em vista que não poderia haver riscos durante o transporte dos rejeitos. Mesmo sobre protestos dos moradores locais, Abadia de Goiás foi designada como local provisório para o depósito dos rejeitos.

O Brasil é signatário da Convenção de Basiléia sobre o controle de Movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seus depósitos, ratificada através do Decreto 875/1993 e do Decreto nº 4.581/2003 que promulga emendas à Convenção. A Convenção de Basiléia gerou um sistema de controle sobre o transporte de resíduos perigosos, que importa dizer, que tais resíduos devem ser gerenciados o mais próximo possível do lugar sua geração. (NONNA, 2011)

Declaração do Rio de Janeiro em junho de 1992 reafirma a convenção de Estocolmo de junho de 1972, com objetivo de estabelecer alianças mundiais a fim de proteger a integridade dos sistemas ambientais.

“Os objetos pessoais, as ruínas das casas, relíquias de família, animais domésticos, tudo o que constituía o patrimônio dessas pessoas foi transformado em lixo radioativo e enterrado em um depósito de rejeitos radioativos” (VIEIRA, 2013). A CNEN Considera-se rejeito radioativo “todo e qualquer material resultante de atividades humanas, que contenha radionuclídeos em quantidades superiores aos limites estabelecidos pela CNEN, cuja reutilização é imprópria ou não prevista”. (CNEN, 2001). Tudo que esteve em contato com o pó de Césio se tornou rejeitos, com diferentes níveis de radiação, foram acondicionados em embalagens especiais, seguindo procedimentos técnicos a fim de viabilizar uma blindagem para garantir a estabilidade e durabilidade dos rejeitos embalados.

A tabela 1.1 Apresenta rejeitos radioativos divididos em três classes básicas

GRUPO	TIPO DE MATERIAL RECOLHIDO	% EM VOLUME TOTAL
1	Solo removido, entulho, pequenas peças metálicas.	85%
2	Papel, plásticos e tecidos em geral (roupas, etc.)	11%
3	Orgânicos: carcaça de animais, frutos e madeira.	4%

Tabela 1.1 rejeitos radioativos divididos em três classes básicas.

Fonte: relatório – 11-784- E7jpe-001, p. 3

Em princípio, o confinamento do material radioativo é a única forma de impedir os efeitos prejudiciais sobre a saúde humana e ao meio ambiente. (EIA/RIMA, 1994, p. 41). Os rejeitos gerados foram classificados em baixo e médio nível de radiação, essa divisão se fez necessária e imprescindível para determinar o tempo de decaimento da atividade radioativa com o passar do tempo. Foram armazenados no Depósito Provisório e divididos em cinco grupos.

Tabela 1.2 Apresenta o tempo de decaimento da atividade radioativa.

GRUPO	TEMPO DE DECAIMENTO NECESSÁRIO	QUANTIDADE DE CAIXAS METÁLICAS
1	0 anos	404
2	>0 anos <=90 anos	356
3	>90 anos <=150 anos	287
4	>150 anos <=300	275
5	>300 anos	25
TOTAL		1347

Tabela 1.2 Tempo de decaimento da atividade radioativa dos rejeitos de Goiânia.

Fonte: EIA/RIMA – EMOP - CNEN

O Presidente da República na época José Sarney enviou ao Congresso Nacional um projeto de lei no qual regulava que o lixo deve ser responsabilidade de quem o produzisse. “*O acidente com o Césio 137 foi nefasto para os goianos e na época o mundo se mostrou despreparado para lidar com o problema*”. Desabafo do então

governador Henrique Santillo. (R. Césio 137, 25 anos).

A CNEN, responsável pela fiscalização e monitoramento do depósito provisório, sempre alegava que estava tudo sob controle e dentro da normalidade no depósito provisório em Abadia de Goiás. Porém, foram efetuadas várias denúncias de vazamentos. Em 1991 foi realizado pela CNEM um novo empacotamento do lixo radioativo ainda no depósito provisório tendo em vista as denúncias de irregularidades. (BARBOSA, 2009).

Os relatórios técnicos de análise e controle produzidos pela CNEN demonstram que não houve nenhum tipo de vazamento. Os tambores de duzentos litros que apresentavam corrosão porque estavam expostos foram sistematicamente colocados em caixas metálicas. (EIA/RIMA emissão final em 18.03.94)

Circunstância corroborada pelo depoimento dos servidores que exercem a fiscalização do local, como observou Sr. Marcos Antônio Pereira da Silva, Assistente de ciência e tecnologia, funcionário da CNEM, informando que ao contrário do que fora publicado pela imprensa, não existe registrado nenhum vazamento ou qualquer tipo incidente no depósito provisório, respaldado pelo Relatório de avaliação de segurança do Repositório de Goiânia. Parecer técnico COREJ N° 01/96.

III ESCOLHA DO LOCAL DEFINITIVO PARA DEPOSITAR OS REJEITOS

Para designar a melhor localização para o depósito definitivo, o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, documento proveniente de um amplo Estudo de Impacto Ambiental – EIA realizado pela empresa de obras públicas de Goiás – EMOP, tornou-se peça chave para garantir a eleição da área próxima ao local onde situava o depósito provisório. Assim foi construído o repositório, cuja publicidade se deu através de audiência pública. Disponível para consulta na CNEN.

O local escolhido foi a área de um terreno de 300 metros por 300 metros, situado a 400 metros de onde fora o depósito provisório. Não suscetível a terremotos, bastante improvável, projetado para suportar terremotos em uma magnitude sete na escala Richter, inclusive, igualmente projetado para suportar o impacto da queda de uma aeronave de grande porte que em nada prejudicaria sua estrutura.

O trabalho para preparação do depósito definitivo foi longo, trabalhoso, porém, satisfatório. Necessário o nivelamento do terreno e fundação, remoção de terras impróprias, impermeabilização superficial do solo com asfalto, a fim de possibilitar a colocação das plataformas de concreto, numa espessura de cinquenta centímetros. Concretadas as plataformas procedeu-se a impermeabilização, com adesivo de base acrílica e cimento cristalizante, de maneira a se promover o fechamento das fissuras e porosidades normais do concreto, a fim de bloquear à penetração de líquidos superficiais. Construída na parte baixa do terreno uma barragem para evitar inundação das plataformas em caso de chuvas contínuas. (EIA/RIMA, 1994, p. 51)

Repositório basicamente é formado por “uma grande estrutura de concreto,

semelhante a uma caixa”, funcionando como uma barreira blindada. Uma vez preenchido e fechado, o bloco de concreto foi recoberto por várias camadas sucessivas de concreto, com a finalidade de formar uma capa e evitar a penetração de água. A última camada é formada de solo vegetal, recoberto de gramínea. (EIA/RIMA,1994) O repositório assim como o contêiner de grande porte tem a aparência de dois grandes morros. (Imagem 1)

Somente nove anos depois do acidente foi inaugurado o depósito definitivo, localizado no Parque Estadual de Abadia de Goiás, Parque Telma Ortegal.

Os rejeitos do acidente com Césio 137 foram dispostos em 08 embalagens de concreto. Os restos da fonte de CS-137 devem permanecer isolados por no mínimo 300 anos. CNEN é órgão responsável pelo monitoramento, fiscalização e conservação do depósito.



Imagem 1 - Apresenta a fotografia do repositório do Césio 137 em Abadia de Goiás. Parque Telma Ortegal. Abadia de Goiânia - Arquivo pessoal dos autores
Fonte: Fotografia tirada em 19/04/2017 – visão da torre de vigilância - CNEN.

IV DISPOSIÇÃO FINAL DOS REJEITOS

As 19,26 gramas de cloreto de césio que se encontravam na cápsula da unidade de teleterapia, violada, geraram seis mil toneladas de rejeitos radioativos de nível baixo e médio.

Os tambores de 200 litros, acondicionados provisoriamente foram classificados por grupo conforme tabela acima.

Grupo 1 que não oferecem riscos à vida humana e ao meio ambiente foram acondicionados em um Contêiner de Grande Porte (CGP) totalizando 40% dos rejeitos radioativos, construído com as mesmas normas de segurança do repositório.

Grupos 2 e 3 foram reencapsulados em embalagens cilíndricas de concreto.

Grupos 4 e 5 foram reencapsulados em embalagens cilíndricas metálicas.

Os restos da fonte de Césio-137, recuperados, já embalados em concreto, foram reencapsulados em uma embalagem metálica especial e envolvidos por uma argamassa de cimento e um material isolante, chamado bentonita.

A caixas metálicas foram preenchidas com argamassa de cimento e bentonita. Todas as caixas foram pesadas. A fim de evitar danos as estruturas de concreto

Durante o procedimento de descontaminação das áreas afetadas foram gerados rejeitos líquidos, a exemplo da água do banho das pessoas envolvidas nos trabalhos, das vítimas, e descontaminação de objetos. Foi necessário retirar todo conteúdo de uma fossa sanitária, uma vez que uma pequena parte do cloreto de césio fora descartado no vaso sanitário. Para evitar evaporação dos líquidos os recipientes antes de entrarem na área de descontaminação recebiam uma camada de cimento seco, depositada no fundo dos mesmos, com a finalidade de solidificar qualquer eventual líquido livre. (Inventário dos rejeitos estocados em Goiânia - CNEN).

TABELA 1.3 Apresenta o tipo e quantidade de embalagens utilizadas para o reencapsulamento.

TIPO DE EMBALAGEM	QUANTIDADE	GRUPO
Caixa metálica	963	2 e 5
Embalagem cilíndrica de concreto com tambores metálicos	90	2 e 3
Embalagem cilíndrica metálica com tambores metálicos	16	4 e 5
VBA'S *	8	4 e 5
Embalagem metálica com os restos da fonte de Cs-137	1	5

TABELA 1.3 Tipo e quantidade de embalagens utilizadas para o reencapsulamento.

*Blindagem de concreto descartável. (Verlorenbetonabschirmung). Alves, 1988. CPI

Fonte: relatório – 11-784- Ejpe 001. p. 39

V MONITORAMENTO E CONSERVAÇÃO DO REPOSITÓRIO

A partir de setembro de 2000 as análises radiométricas das amostradas ambientais coletadas são realizadas pelo Laboratório de Radioecologia do CRCN-CO e a análise de dosímetros termoluminescentes a cargo da Supervisão de Meio Ambiente e Técnicas Nucleares do CDTN sendo coletadas para análise Água de Superfície, solo e vegetação.

Na realidade todos os componentes ambientais podem ser afetados por contaminação ou exposição à radiação ionizante: solo, água, ar, fauna, flora e particularmente o homem. Os fatores básicos para proteção contra as radiações externa são: tempo de exposição, distância da fonte geradora e blindagem.

No caso dos rejeitos do Cs-137 a blindagem tornou-se fundamental, pois funciona no sentido de “atenuar a intensidade do feixe de radiação, minimizando seus efeitos.

Arvorando-se na única maneira de se evitar possíveis efeitos da emissão de partículas sobre a biosfera. Uma vez que não se pode destruir a radiação. (EIA/RIMA, 1994, p. 111)

Por trezentos anos o repositório do Césio-137 será inviolável e a CNEN cuida diariamente para que permaneça intocável. Além do laboratório para análise das amostras coletadas, foi montada uma estrutura física para abrigar os servidores, onde conta com uma biblioteca com vasto material para pesquisa, com auditório para promoção de palestras. A CNEM diariamente realiza palestras para alunos de todos os níveis escolares, inclusive, para cursos superiores da área de química interessados em conhecer a estrutura da CNEN e os perigos da radiação. A CENEN recebe aproximadamente dez mil alunos por ano.

VI NOVOS REJEITOS RADIOATIVOS

O repositório em Abadia de Goiás foi construído para segregar exclusivamente o lixo radioativo do acidente com o Césio 137, neste caso não existe outro repositório preparado para receber novos materiais radioativos na unidade mencionada, todavia, toda máquina descartada assim que comunicada a CNEN, os técnicos comparecer ao local recolhem o aparelho que é enviado para uma unidade da CDTN em Belo Horizonte, para as providências que se fizerem necessárias.

Os antigos para-raios possuem uma “janela de irídio” fixada na ponta dos mesmos, razão pela qual devem ser encaminhados a referida unidade, onde serão recebidos, embalados e encaminhados igualmente para Belo Horizonte.

VII RESPONSABILIDADE DA CNEN

Mais de doze anos depois foi proferida sentença nos autos da ação civil pública admitindo que o “acidente radiológico foi causado pela violação da bomba de Césio 137, anteriormente abandonada na antiga sede do Instituto Goiano de Radioterapia – IGR”. Reconhecendo a responsabilidade civil por danos ambientais decorrentes de condutas omissivas, O Juiz Federal proferiu sentença em desfavor da CNEN considerando a excepcionalidade do caso e aplicou a teoria da responsabilidade objetiva, por se “tratar de acidente com material sujeito ao monopólio que lhe foi delegado”. Íntegra da sentença disponível em www.jf.jus.com.br.

Segundo relatório da Comissão de meio Ambiente e desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados (2006, p, 135) de 1987 até 2004 aconteceram dezesseis acidentes nucleares no Brasil, sendo o mais grave o causado pelo Césio 137. O único a ser levado a apreciação do Superior Tribunal de Justiça.

VIII LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

DECRETO Nº 40.110, de 10 de outubro de 1956: cria a comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências.

Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962: dispõe sobre a política nacional de energia.

Lei nº 5740/71, criou a estatal Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear (CBTN) responsável por desenvolver negociações nacionais e internacionais referentes aos ciclos de combustível nuclear.

Lei 6.189/74, por meio do artigo 18, determinou que CBTN fosse denominada Empresas nucleares brasileiras S.A.

Lei nº 6.229, de 17 de julho de 1975, Ministério da Saúde desenvolverá programas objetivando vigilância sanitária. Artigo 22, XXVI, da Constituição Federal de 1988 “Compete privativamente à União legislar sobre atividades nucleares de qualquer natureza.

Decreto-Lei nº 2.464/88 alterou a denominação de Empresas Nucleares Brasileiras S.A para Indústrias Nucleares do Brasil S.A. INB e determinou a transferência da totalidade das ações de propriedade da União representativas do capital da INB para a Césio.

Lei 10.308/2001. Dispõe sobre a seleção de locais, a construção, o licenciamento, a operação, a fiscalização, os custos, a indenização, a responsabilidade civil e as garantias referentes aos depósitos de rejeitos radioativos.

Lei 12.789/95 criou o parque estadual de Abadia de Goiás – ficando desde já sujeito ao regime especial previsto na Lei de Política Florestal de nº 12.596, de 14 de março de 1995 e Resolução CEMAM nº 01/94.

5 | CONCLUSÃO

Dentre tantos acontecimentos, equívocos, negligência, abandono, despreparo das autoridades de vigilância sanitária, o fator principal para ocorrência do acidente com Césio 137 fora a carência de informação e conhecimento dos trabalhadores, que sobreviviam de recolher material reciclável. Foram eles as primeiras vítimas. Aqueles que tudo perderam e que tudo experimentaram. São os menos culpados nessa relação de poder, caracterizada pela negligência dos órgãos que deveriam fiscalizar e monitorar, todavia, não o fizeram, bem como pelos proprietários da máquina de radiologia, que não poderiam abandoná-la nas ruínas do que fora um dia o Instituto de Radiologia, inclusive, tinham a obrigação de comunicar a CNEN sobre o desinteresse pelo respectivo aparelho, conforme a legislação vigente, mas não o fizeram.

Estes fatores somados a omissão do órgão regulador e sensor de atividades que se utilizam de energia atômica ocasionaram a tragédia conhecida como acidente com

Césio 137 em Goiânia que jamais será esquecido e fará parte da história de luta do povo goiano.

Alguns acreditam que o acidente serviu para criar uma regulamentação mais severa, contribuiu para estudos dirigidos e pesquisas a fim de evitar que outras situações semelhantes possam acontecer, inclusive, criaram regras para o órgão sensor e seus agentes que deverão ser cumpridas e comprovadas por estatísticas. Vale, inclusive, como experiência para evitar outros acidentes com resíduos perigosos. Porém, o preço pago foi muito alto, vidas foram ceifadas. Evidentemente poderia ser evitado. Contudo, em nada adianta fazer conjecturas, importa que a lição foi aprendida. É fundamental divulgar para que nunca mais se repita.

Os dados analisados permitem concluir que as barreiras de engenharia adotadas para a construção do repositório do lixo radioativo, em Abadia de Goiás, nestes 30 anos de segregação, são eficazes e eficientes para manter a segurança do homem e do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AIEA. **Convención sobre la pronta Notificación de Accidente Nucleraes**. Viena. 1986. AIEA (International Atomic Energy Agency). Disponível no site: www.iaea.org/publications/ último acesso em 30/03/2017.

ALVES, Rex Nazaré. CPI – Césio 137 Goiânia. **Relatório do Acidente Radiológico em Goiânia**. Apresentado a Comissão Parlamentar de Inquérito do Senado Federal, em 10 de março de 1988. Disponível em www.senado.gov.br página acessada em 09/04/17.

BARBOSA, Tania Mara Alves. **A resposta a acidentes tecnológicos: o caso do acidente radioativo de Goiânia**. Coimbra. 2009. Dissertação de mestrado em Sociologia. Coimbra. 2009. Disponível [www](http://www.estudogeral.sib.uc.pt). Último acesso em 03/04/2017.

BERNARDES, Juliano Taveira – Justiça Federal - Seção Judiciária do Estado de Goiás. 8ª Vara – Processo nº 95.8505-4. Ação Civil Pública: Autor Ministério Público Federal. Réus União Federal, CNEN e outros. Jurisprudência. **Sentença na ação civil pública no caso de acidente radioativo com césio 137 em Goiânia**. www.jf.jus.com.br último acesso em 31/03/2017.

BRASIL, Goiânia, (Brazil), 8-11. Dec. 1993. **Anais do 2º. Simpósio Internacional sobre o acidente radioativo com césio-137**. Goiânia: Fundação Leide das Neves Ferreira, 1993, p. 23. Disponível em CNEN/CIN. www.cnen.gov.br Último acesso em 31/03/2017.

CHAVES, Elza Guedes. **Atos e Omissões: acidente com o Césio-137 em Goiânia**. Campinas. 1998. Tese de (Doutorado em Ciências Sociais) Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas. Disponível em PDF. www.bibliotecadigital.unicamp.br Página acessada em 09/04/2017.

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear (2001), **Rejeitos Radioativos**. Disponível no site: www.cnen.gov.br último acesso em 29/03/2017.

_____. **EIA/RIMA**. EMOP. Empresa Estadual de Obras Públicas. Depósito Definitivo dos Rejeitos Radioativos Oriundos do Acidente Radiológico com 137 Cs ocorrido em Goiânia – GO. XII volumes. Disponível na CNEN em Abadia de Goiás.

HELOU Suzana; NETO, Sebastião Benício da Costa. (Org). **Césio -137 Consequências Psicossociais do acidente de Goiânia**. 2ª Ed. UFG digital. Disponível em www.cegraf.ufg.br . Página visitada em 23/04/2017.

NONNA, Silvia. **Ambientes y residuos peligrosos**. 1ª ed. Buenos Aires: Estúdio, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, Eurípedes Monteiro. **O grande medo de 1987; uma releitura do acidente com o Césio -137 em Goiânia**. Brasília, 2106. Tese Doutorado em História. Instituto de Ciências Humanas da Universidade de Brasília. Disponível em DPF. www.repositorio.unb.br página acessada em 04/04/2017.

PERUZZO, Jucimar. **Fronteiras da Física**. 1ª Edição. 2012. P. 263. Ebook. Disponível em <http://books.google.com.br>. Página acessada em 20/04/2017.

REVISTA CÉSIO 25 ANOS. **Uma História pra lembrar e prevenir**. Ano 2012. Governo de Goiás. Secretaria de Estado da Saúde de Goiás. Disponível em www.sgc.goias.gov.br. Último acesso 05/04/2017.

SLC – COREJ. Parecer Técnico COREJ nº 01/96. Avaliação do relatório de Análise de Segurança do Repositório de Goiânia. Disponível na CNEN em Abadia de Goiás.

SILVA, Telma Camargo. **As Celebrações, A memória traumática e os rituais de aniversário**. Disponível em DPF. https://portais.ufg.br/joomla_proec/revista_ufg/.../dossieCelebracoes.pdf. Página acessada em 09/04/2017.

VIEIRA, Suzane de Alencar. **Césio- 137, um drama recontado**. Artigo disponível www.scielo.br página acessada em 05/04/2017.

VIEIRA, Suzane de Alencar. **Césio -137 o Drama Azul irradiação em narrativas**. Fapesp. 2014.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leonardo Tullio - Doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR (2019-2023), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (2014-2016), Especialista MBA em Agronegócios – CESCAGE (2010). Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009). Atualmente é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-188-6

