



CURSO DE DIREITO DAS FACULDADES INTEGRADAS ASMEC – OURO FINO

**POLÍTICAS PÚBLICAS E CAPACITAÇÃO EM SEGURANÇA RADIOLÓGICA:
APRENDIZAGENS COM O ACIDENTE DE GOIÂNIA - GO E IMPLICAÇÕES PARA
O SETOR DE COLETA E RECICLAGEM NO BRASIL**

OURO FINO – MG
2023



VÂNIA FLORENCIO GALVÃO

**POLÍTICAS PÚBLICAS E CAPACITAÇÃO EM SEGURANÇA RADIOLÓGICA:
APRENDIZAGENS COM O ACIDENTE DE GOIÂNIA - GO E IMPLICAÇÕES PARA
O SETOR DE COLETA E RECICLAGEM NO BRASIL**

Artigo científico apresentado ao Núcleo de Prática Jurídica, do Curso de Bacharelado em Direito das Faculdades Integradas ASMEC, de Ouro Fino, Minas Gerais, como requisito parcial para colação de grau.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Costa Ribeiro

Galvão, Vânia Florêncio.

Políticas públicas e capacitação em segurança radiológica: aprendizagens com o acidente de Goiânia - GO e implicações para o setor de coleta e reciclagem no Brasil/

Vânia Florêncio Galvão

Orientação de Marcelo Costa Ribeiro - Ouro Fino 2023

29f.

Inclui bibliografias: p. 25

Artigo Científico (Faculdades Integradas Asme - Unisepe)

Faculdades Integradas Asme - Unisepe

1.Meio ambiente. 2. Segurança radiológica. 3. Direito à saúde. 4. Reciclagem de materiais. 5. Legislação. I Galvão, Vânia Florêncio.II Ribeiro, Marcelo Costa.

CDD 340.07

FACULDADES INTEGRADAS ASMEC – OURO FINO

CURSO DE DIREITO

aluna

VÂNIA FLORÊNCIO GALVÃO

orientador

PROF. DR. MARCELO COSTA RIBEIRO

**POLÍTICAS PÚBLICAS E CAPACITAÇÃO EM SEGURANÇA RADIOLÓGICA:
APRENDIZAGENS COM O ACIDENTE DE GOIÂNIA - GO E IMPLICAÇÕES
PARA O SETOR DE COLETA E RECICLAGEM NO BRASIL**

Artigo apresentado ao Curso de Direito das Faculdades Integradas ASMEC – Ouro Fino,
como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Direito.

Prof. Dr. Marcelo Costa Ribeiro

Orientador

Prof.^a Ms. Thiago Antonio Batista

Avaliador 1

Prof. Ms. Silvana Prado de Souza

Avaliador 2

Ouro Fino

(MG),

de

de

*Dedico este trabalho aos meus filhos Ágabo e Maurício,
que foram sempre compreensivos nos momentos de
ausência, também dedico ao meu esposo Venilson, que
contribuiu com a realização desse sonho.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar que sempre ao meu lado dando forças para vencer e sempre me conduziu no bom caminho.

Aos meus pais, Marcia R. M. Florêncio e Francisco Florêncio, que sempre incentivaram nos estudos desde a pré-escola até a universidade.

Ao meu esposo Venilson e aos meus filhos Ágabo e Maurício, pelos incentivos que sempre tiveram por mim.

Aos meus irmãos, Marcelo e Luciana, que sempre me motivaram a lutar pelos meus objetivos.

A minha querida tia Maria de Fatima que sempre me apoiou nos meus estudos desde quando era criança.

Ao meu prezado orientador Prof. Dr. Marcelo Costa Ribeiro, pela dedicação, compreensão e amizade.

Obrigado a todos!

*Eu sou a luz do mundo; quem me segue não andará
em trevas, mas terá a luz da vida.*

Versículo: João.8:12

SUMÁRIO

Introdução.....	11
1 Justificativa.....	12
2 Problemática.....	13
3 Objetivos.....	14
4 Hipóteses.....	14
5 Percorso metodológico.....	15
6 Marco teórico.....	16
6.1 Da questão constitucional.....	17
6.2 O exemplo de <i>Fukushima</i>	18
6.3 O exemplo de <i>Chernobyl</i>	18
6.4 O acidente radiológico de Goiânia.....	19
6.5 Da responsabilidade civil.....	20
6.6 Dos princípios de proteção ambiental e reparação integral de danos.....	21
6.7 Das políticas públicas e na regulação da segurança radiológica no Brasil.....	21
6.8 Da exploração do tema em termos sociais.....	22
6.8.1 O papel da educação e da formação em segurança radiológica.....	23
6.8.2 O papel das comunidades locais na prevenção e resposta a acidentes radiológicos.....	23
6.8.3 O acesso à justiça para as vítimas de acidentes radiológicos.....	24
7 Conclusão.....	25
Referências.....	25

**POLÍTICAS PÚBLICAS E CAPACITAÇÃO EM SEGURANÇA RADIOLÓGICA:
APRENDIZAGENS COM O ACIDENTE DE GOIÂNIA - GO E IMPLICAÇÕES PARA O
SETOR DE COLETA E RECICLAGEM NO BRASIL**

***PUBLIC POLICIES AND TRAINING IN RADIOLOGICAL SAFETY:
LEARNINGS FROM THE GOIÂNIA - GO ACCIDENT AND IMPLICATIONS
FOR THE COLLECTION AND RECYCLING SECTOR IN BRAZIL***

Aluna: Vânia Florêncio Galvão¹

Orientador: Prof. Marcelo Costa Ribeiro²

RESUMO

Este estudo abordou as Políticas Públicas e Capacitação em Segurança Radiológica no Brasil, focando no setor de coleta e reciclagem e utilizando o acidente de Goiânia - GO como estudo de caso. Investigou-se as estratégias e diretrizes existentes, evidenciando falhas e propondo melhorias. Utilizando uma abordagem qualitativa, procedeu-se uma análise documental e bibliográfica das práticas de segurança radiológica no Brasil. O estudo foi aplicado, gerando conhecimentos práticos e oferecendo soluções para problemas de segurança radiológica e gestão de resíduos radioativos. O principal objetivo foi investigar as políticas e estratégias de capacitação em segurança radiológica, enquanto os objetivos específicos incluíram análise do acidente de Goiânia - GO e avaliação de suas implicações para a coleta e reciclagem de resíduos. Os resultados proporcionaram valiosos *insights* para melhorar o sistema de segurança radiológica do Brasil, com o intuito de prevenir acidentes futuros e proteger os cidadãos e o meio ambiente da radiação.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança Radiológica. Políticas Públicas. Capacitação. Acidente de Goiânia - GO. Coleta e Reciclagem.

¹ Aluna do 10º período do Curso de Direito das Faculdades Integradas Asmec de Ouro Fino - MG

² Doutor em Ciências Jurídicas pela Pontifícia Universidade Católica de Buenos Aires – Argentina. Mestre em Educação pela Universidade do Vale do Sapucaí – UNIVÁS.

ABSTRACT

This study addressed Public Policies and Radiological Safety Training in Brazil, focusing on the collection and recycling sector, and using the Goiânia - GO accident as a case study. It investigated existing strategies and guidelines, highlighting failures and proposing improvements. Using a qualitative approach, a documentary and bibliographic analysis of radiological safety practices in Brazil was carried out. The study was applied, generating practical knowledge, and offering solutions to radiological safety problems and radioactive waste management. The main objective was to investigate the policies and strategies for radiological safety training, while the specific objectives included an analysis of the Goiânia - GO accident and an assessment of its implications for waste collection and recycling. The results provided valuable *insights* to improve Brazil's radiological safety system, aiming to prevent future accidents and protect citizens and the environment from radiation.

KEYWORDS: Radiological Safety. Public Policies. Training. Goiânia - GO Accident. Collection and Recycling.

Submissão em: 03 jun. 2023

Aprovação em: 06 jun. 2023

GALVÃO, Vânia Florêncio; RIBEIRO, Marcelo Costa (Orient.). *Políticas públicas e capacitação em segurança radiológica: aprendizagens com o acidente de Goiânia - GO e implicações para o setor de coleta e reciclagem no Brasil*. Artigo de Conclusão de Curso. Ouro Fino, Minas Gerais: Faculdades Integradas ASMEC, 2023.

INTRODUÇÃO

Este trabalho de pesquisa abordou um tema de relevância multidimensional que ressoou nas esferas social, acadêmica e jurídica - "Políticas Públicas e Capacitação em Segurança Radiológica: Aprendizagens com o Acidente de Goiânia - GO e Implicações para o Setor de Coleta e Reciclagem no Brasil".

Impulsionado pela necessidade de políticas públicas efetivas e estratégias de capacitação robustas em segurança radiológica, este estudo examinou e propôs melhorias nas diretrizes existentes. O acidente de Goiânia - GO ocorrido em 1987 serviu como um caso de estudo, ilustrando as consequências catastróficas de uma gestão inadequada dos materiais radioativos e destacando a importância da formação em segurança radiológica. Além disso, considerando o contexto brasileiro, o estudo abordou a questão crucial das implicações dessas políticas para o setor de coleta e reciclagem.

Adotando uma abordagem qualitativa, a pesquisa conduziu uma análise documental e bibliográfica, buscando entender a complexidade das políticas públicas e as práticas de segurança radiológica no Brasil. A pesquisa foi aplicada, buscando gerar conhecimentos práticos e oferecer soluções para questões concretas relativas à segurança radiológica e à gestão de resíduos radioativos.

Os objetivos deste estudo se dividiram em geral e específicos. O objetivo geral foi investigar as políticas públicas existentes e as estratégias de capacitação em segurança radiológica no Brasil, enquanto os objetivos específicos incluíram a análise da resposta ao acidente de Goiânia - GO e a avaliação de suas implicações para a coleta e reciclagem de resíduos.

O referencial teórico da pesquisa se baseou em literatura acadêmica relevante, legislação e diretrizes regulatórias sobre segurança radiológica e gestão de resíduos, bem como estudos de caso de incidentes radiológicos, particularmente o acidente de Goiânia - GO. Autores influentes na área de segurança radiológica, direito ambiental e gestão de resíduos, bem como documentos oficiais e estudos de organizações nacionais e internacionais, foram usados para dar profundidade e validade à pesquisa.

Este trabalho, portanto, se esforçou para gerar *insights* valiosos e propor melhorias significativas para o sistema de segurança radiológica do Brasil, com o objetivo de prevenir acidentes futuros e proteger os cidadãos e o meio ambiente dos perigos da radiação.

1 JUSTIFICATIVA

Este projeto propõe um olhar meticuloso e necessário sobre as políticas públicas e a capacitação em segurança radiológica, utilizando como estudo de caso o acidente de Goiânia - GO. Seu objetivo é avaliar as lições aprendidas e apontar recomendações para aprimoramento do setor de coleta e reciclagem no Brasil. A relevância deste estudo é tríplice, abrangendo aspectos sociais, acadêmicos e jurídicos.

Socialmente, o projeto tem a capacidade de promover maior conscientização e entendimento acerca dos riscos associados à manipulação inadequada de materiais radioativos. Ao direcionar sua análise para o setor de coleta e reciclagem, um dos mais vulneráveis à exposição radiológica, ele aborda uma questão premente que precisa ser mais bem gerenciada. É importante lembrar que a exposição à radiação pode ter consequências prejudiciais à saúde dos trabalhadores e das comunidades vizinhas, incluindo risco de morte, o que torna este projeto de pesquisa vital para a proteção da sociedade.

Academicamente, este projeto contribui para o avanço do conhecimento em várias disciplinas, incluindo direito, política, saúde pública e ciência ambiental. Ele abre novos caminhos para a pesquisa ao explorar a relação entre políticas públicas, segurança radiológica e práticas de reciclagem, um tópico pouco estudado, mas altamente relevante. Ao fazer isso, pode não apenas inspirar outros pesquisadores a seguirem este caminho, mas também fornecer um corpo sólido de evidências que poderá informar futuros cursos de ação.

Juridicamente, o projeto tem o potencial de iluminar deficiências no quadro legal existente e sugerir reformas que possam tornar a lei mais eficaz na proteção dos trabalhadores e do público contra os riscos da radiação. Ao analisar o acidente de Goiânia - GO, ele destaca a necessidade de leis mais rigorosas e efetivas para o manuseio e disposição de materiais radioativos, bem como a necessidade de mais recursos para a capacitação e fiscalização.

Em suma, este projeto é de suma importância para o Brasil, pois procura aprender com os erros do passado para evitar futuros acidentes radiológicos. Suas implicações sociais, acadêmicas e jurídicas não só justificam sua realização, mas também tornam urgente sua execução.

2 PROBLEMÁTICA

A inquietação central que motiva a construção desta pesquisa é a fragilidade nas políticas públicas e a falta de capacitação adequada em segurança radiológica no setor de coleta e reciclagem no Brasil. Este setor, em particular, tem mostrado uma exposição preocupante a materiais radioativos, levando a incidentes graves como o acidente de Goiânia - GO.

A falta de conscientização e treinamento adequado, combinada com um marco regulatório insuficiente ou ineficaz, deixa os trabalhadores do setor, bem como as comunidades adjacentes, vulneráveis a uma variedade de riscos associados à radiação. Esta situação é exacerbada pelo fato de que os materiais radioativos, uma vez liberados no ambiente, podem persistir por um longo período, aumentando a probabilidade de exposição.

Portanto, a inquietação que motiva esta pesquisa é a necessidade urgente de revisar e fortalecer as políticas públicas, aprimorar a capacitação em segurança radiológica, e avaliar o quadro jurídico em torno do manuseio de materiais radioativos no setor de coleta e reciclagem. O objetivo final é mitigar o risco de exposição à radiação, proteger a saúde e a segurança dos trabalhadores e do público em geral, e evitar desastres radiológicos no futuro.

Portanto, a inquietação levantada a ser articulada é a seguinte questão problema:

“Como as políticas públicas e a capacitação em segurança radiológica no Brasil podem ser melhoradas, considerando as lições aprendidas com o acidente de Goiânia - GO, para garantir um manejo seguro de materiais radioativos no setor de coleta e reciclagem, minimizando riscos para os trabalhadores e o público em geral?”

3 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa foi investigar como aprimorar as políticas públicas e a capacitação em segurança radiológica no setor de coleta e reciclagem no Brasil, com base nas lições aprendidas com o acidente de Goiânia-GO.

Para isso, os objetivos específicos foram desenvolvidos e envolveram uma série de etapas inter-relacionadas. Inicialmente, analisou-se a natureza e as consequências do acidente radiológico de Goiânia-GO, destacando as falhas nas políticas públicas e nas práticas de segurança que contribuíram para o incidente. Em seguida, o atual quadro regulatório e de políticas públicas no Brasil relativo à segurança radiológica no setor de coleta e reciclagem foi revisto, identificando lacunas e áreas de melhoria.

Posteriormente, avaliou-se a qualidade e a eficácia dos programas de capacitação em segurança radiológica para os trabalhadores do setor de coleta e reciclagem, propondo estratégias para seu aprimoramento. Com base nas descobertas do estudo, foram desenvolvidas recomendações para o aperfeiçoamento das políticas públicas, práticas de segurança e capacitação em segurança radiológica.

Este trabalho também propôs mudanças legais e regulamentares que poderiam fortalecer a proteção dos trabalhadores e do público em geral contra a exposição à radiação. Por fim, buscou-se fomentar discussões públicas e acadêmicas sobre a segurança radiológica no setor de coleta e reciclagem no Brasil, aumentando a conscientização e a compreensão dos riscos associados e das medidas necessárias para mitigá-los.

4 HIPÓTESES

A pesquisa pode partir das seguintes hipóteses:

1. Hipótese Principal: A insuficiência das políticas públicas atuais e a inadequada capacitação em segurança radiológica dos trabalhadores do setor de coleta e reciclagem no Brasil aumentam a susceptibilidade do país a incidentes radiológicos semelhantes ao acidente de Goiânia - GO.

2. Hipótese Secundária 1: O atual quadro jurídico relativo à segurança radiológica no Brasil é insuficiente para efetivamente prevenir incidentes radiológicos no setor de coleta e reciclagem.

3. Hipótese Secundária 2: A adoção de um programa de capacitação mais eficaz em segurança radiológica para os trabalhadores do setor de coleta e reciclagem pode reduzir significativamente os riscos de exposição à radiação e conseqüentemente minimizar a ocorrência de acidentes similares ao de Goiânia - GO.

A confirmação ou refutação destas hipóteses dependerá dos resultados obtidos na revisão das políticas públicas atuais, na avaliação dos programas de capacitação existentes e na análise detalhada do acidente de Goiânia - GO.

5 PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa seguirá uma abordagem qualitativa, com base na análise documental e bibliográfica. A abordagem qualitativa foi escolhida devido à sua eficácia em explorar e entender fenômenos sociais complexos, como a gestão de segurança radiológica no setor de coleta e reciclagem no Brasil. Para tanto, o percurso dar-se-á observando a natureza, os objetivos e os procedimentos da pesquisa (CRESWELL, 2010).

A pesquisa é de natureza aplicada, pois se propõe a gerar conhecimentos práticos e soluções para problemas específicos. Neste caso, o problema em questão é a insuficiência das políticas públicas e a inadequada capacitação em segurança radiológica no setor de coleta e reciclagem no Brasil.

A pesquisa é descritiva e explicativa, na medida em que se propõe a descrever a natureza e a extensão dos riscos radiológicos no setor de coleta e reciclagem no Brasil, e explicar as razões subjacentes à ineficácia das políticas públicas e do sistema jurídico brasileiro na proteção desses trabalhadores e do público em geral.

Será empregado o método dedutivo, utilizando-se da pesquisa bibliográfico-documental para se atingir o objetivo pretendido.

1. Pesquisa Bibliográfica: Uma pesquisa bibliográfica abrangente será realizada para examinar as publicações acadêmicas existentes sobre o tema, incluindo trabalhos nas áreas de direito, saúde pública, ciência ambiental e política. Isso ajudará a criar uma base teórica para a pesquisa e a entender as várias dimensões da segurança radiológica.

2. Pesquisa Documental: O estudo incluirá a análise de documentos legais, incluindo a Constituição Brasileira, outras legislações relevantes, regulamentos e políticas públicas, bem como relatórios de incidentes radiológicos como o acidente de

Goiânia - GO. Isso ajudará a identificar as lacunas e falhas na legislação e nas políticas públicas que possam contribuir para a inadequada gestão da segurança radiológica.

Os dados coletados através desses métodos serão analisados qualitativamente, buscando identificar temas e padrões que possam fornecer *insights* sobre a ineficácia das políticas públicas e da capacitação em segurança radiológica. Com base nessa análise, a pesquisa buscará propor soluções para melhorar a gestão da segurança radiológica no setor de coleta e reciclagem no Brasil.

6 MARCO TEÓRICO

A segurança radiológica tem se tornado uma questão de crescente preocupação global, especialmente após incidentes notáveis como o desastre de *Chernobyl* e o acidente de Goiânia - GO. No Brasil, o acidente de Goiânia - GO (1987) destacou a vulnerabilidade do país a incidentes radiológicos, especificamente no setor de coleta e reciclagem (SILVA, 1996). Segundo Silva (1996), o incidente revelou lacunas significativas tanto nas políticas públicas quanto na educação e treinamento em segurança radiológica.

A gestão segura de materiais radioativos é crucial para prevenir desastres radiológicos e proteger a saúde pública (*World Health Organization* [WHO], 2016). A OMS (2016) enfatiza a necessidade de políticas robustas e uma força de trabalho adequadamente treinada para gerenciar riscos radiológicos. No entanto, no contexto brasileiro, como apontado por Fernandes (2012), as iniciativas de capacitação em segurança radiológica têm sido insuficientes, particularmente no setor de coleta e reciclagem.

A necessidade de um quadro jurídico mais forte também é destacada por diversos autores (FERREIRA, 2014; OLIVEIRA, 2018). Ferreira (2014) argumenta que as regulamentações existentes não fornecem proteção adequada aos trabalhadores do setor de coleta e reciclagem, enquanto Oliveira (2018) observa que a aplicação efetiva dessas leis é muitas vezes prejudicada por falhas sistêmicas.

Portanto, este estudo propõe explorar essas questões críticas relacionadas à segurança radiológica no setor de coleta e reciclagem no Brasil, com o objetivo de aprimorar as políticas públicas e a capacitação nesse setor.

6.1 Da questão constitucional

A Constituição Federal do Brasil de 1988 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, cabendo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988, art. 225). Embora a Constituição não mencione explicitamente a segurança radiológica, o princípio de um ambiente saudável implica a necessidade de políticas eficazes de gestão de materiais radioativos para proteger a saúde humana e ambiental (FIGUEIREDO, 2010).

Conforme observado por José Afonso da Silva (2010), um proeminente jurista brasileiro, a interpretação do direito a um meio ambiente equilibrado deve incluir a proteção contra riscos radioativos. Além disso, a Constituição também prevê que a atividade econômica não deve causar danos ao meio ambiente (BRASIL, 1988, art. 170, VI). Como apontado por Leite e Ayala (2012), isso coloca um ônus regulatório sobre atividades industriais que possam representar riscos radiológicos, como a coleta e reciclagem.

No campo da jurisprudência, o Superior Tribunal de Justiça (STJ) do Brasil tem reafirmado a necessidade de um controle rigoroso sobre atividades potencialmente prejudiciais ao meio ambiente. No caso REsp 1.071.741/MG (2008), por exemplo, o tribunal destacou que o direito ao meio ambiente equilibrado é um direito fundamental que deve ser protegido, mesmo quando isso envolve limitar certas atividades econômicas.

Assim, apesar da falta de referência explícita à segurança radiológica, a Constituição brasileira de 1988 e a jurisprudência relacionada estabelecem uma base sólida para a promoção de políticas públicas e práticas de gestão eficazes na área.

O Supremo Tribunal Federal do Brasil não proferiu nenhuma decisão diretamente relacionada à segurança radiológica no setor de coleta e reciclagem. No entanto, tem estabelecido uma vasta jurisprudência em relação a questões ambientais mais amplas, destacando a importância da proteção do meio ambiente e a responsabilidade das indústrias em aderir a práticas seguras e sustentáveis.

Os casos decididos pelo Supremo Tribunal Federal tendem a reforçar os princípios constitucionais de proteção ao meio ambiente. Por exemplo, na decisão do caso ADI 3540/DF (2005), o Supremo Tribunal Federal destacou que o direito a um ambiente ecologicamente equilibrado é um direito fundamental.

6.2 O exemplo de *Fukushima*

O Japão é um país que trouxe considerações mundiais significativas sobre a segurança radiológica, principalmente por causa do desastre nuclear de *Fukushima*, ocorrido em 2011. O desastre ressaltou a importância de uma gestão eficaz de materiais radioativos e a necessidade de políticas e regulamentos robustos sobre segurança nuclear e radiológica.

O “Relatório da Comissão de Investigação do Acidente Nuclear de *Fukushima*” (*FUKUSHIMA NUCLEAR ACCIDENT INDEPENDENT INVESTIGATION COMMISSION*, 2012) é um documento fundamental que descreve em detalhes as falhas sistêmicas e a falta de preparação que contribuíram para o desastre. A comissão observou que o acidente poderia ter sido evitado se medidas adequadas de segurança radiológica tivessem sido implementadas.

O especialista em segurança nuclear, Richard Tanter (2012), argumenta que o desastre de *Fukushima* revela a necessidade de uma abordagem mais abrangente e rigorosa à segurança radiológica. Segundo ele, as práticas de gestão e políticas devem ir além do cumprimento mínimo dos regulamentos para incluir uma cultura robusta de segurança que enfatize a prevenção e a preparação para incidentes radiológicos.

A acadêmica japonesa, Kyoko Sato (2018), destaca que o desastre de *Fukushima* levou a uma revisão significativa das políticas nucleares e regulamentos de segurança radiológica no Japão e teve repercussões globais, levando muitos países a reconsiderar suas próprias políticas de segurança nuclear.

Assim, o Japão e o desastre de *Fukushima* representam um estudo de caso valioso para entender a importância e as implicações da segurança radiológica, particularmente em relação à coleta e reciclagem de materiais radioativos.

6.3 O exemplo de *Chernobyl*

O desastre nuclear de *Chernobyl*, que ocorreu na Ucrânia em 1986, é outro incidente importante que ressaltou a necessidade de segurança radiológica robusta. O desastre foi o resultado de uma série de erros humanos e falhas no design do reator, levando a uma liberação massiva de materiais radioativos que teve efeitos devastadores na saúde humana e no meio ambiente.

O relatório “*Chernobyl’s Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts*” (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2005) fornece uma análise abrangente do desastre e suas consequências. Ele destaca a necessidade de práticas rigorosas de gestão de materiais radioativos e a importância de políticas públicas eficazes para prevenir tais incidentes.

Segundo Alexey V. Yablokov *et al.* (2009), o desastre de *Chernobyl* ressaltou a necessidade de uma regulação mais rigorosa do setor nuclear e da segurança radiológica. Eles argumentam que a gestão de materiais radioativos deve levar em consideração não apenas a segurança do local de armazenamento, mas também os possíveis efeitos de uma falha no sistema de gestão.

Por outro lado, Marples (2011), um especialista em história do Leste Europeu, enfatiza a necessidade de uma preparação adequada para emergências radiológicas, incluindo a capacidade de lidar com a coleta e reciclagem de materiais radioativos após um incidente.

Desta forma, o desastre de *Chernobyl*, semelhante ao de *Fukushima*, sublinha a importância de uma abordagem abrangente à segurança radiológica que envolve não apenas a prevenção de incidentes, mas também a preparação e resposta adequadas quando ocorrem.

6.4 O acidente radiológico de Goiânia

O acidente radiológico de Goiânia - GO, ocorrido em 1987 no Brasil, é outro evento significativo que chama a atenção para a importância da segurança radiológica e das políticas públicas. O acidente aconteceu quando uma cápsula contendo césio-137, uma substância radioativa, foi encontrada em um local de sucata e desmontada. Isso levou à contaminação radiológica de muitas pessoas e do meio ambiente circundante.

No relatório “*The Radiological Accident in Goiânia - GO*” (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1988), é enfatizado que o acidente poderia ter sido evitado com melhores práticas de gerenciamento de materiais radioativos e conscientização sobre segurança radiológica.

Nogueira (1991) argumenta que o acidente de Goiânia - GO ressaltou a necessidade de melhores práticas de gerenciamento de resíduos e regulamentações mais rigorosas para a reciclagem de materiais que possam conter substâncias radioativas.

De acordo com Mendonça (1990), o acidente demonstrou que a falta de conhecimento e conscientização sobre a segurança radiológica entre a população e entre os trabalhadores da indústria de reciclagem pode ter consequências desastrosas. Ele sugere que a educação e a formação em segurança radiológica são componentes essenciais de qualquer estratégia de prevenção de acidentes.

Portanto, o acidente de Goiânia - GO fornece uma lição importante sobre a importância de políticas públicas eficazes, gestão de materiais radioativos e educação em segurança radiológica, especialmente no contexto do setor de coleta e reciclagem.

6.5 Da responsabilidade civil

No Brasil, o tema da responsabilidade civil no contexto de acidentes nucleares e radiológicos é regulamentado principalmente pela Lei nº 6.453, de 17 de outubro de 1977. Esta lei estabelece que a responsabilidade civil por danos nucleares é objetiva e integral, o que significa que a responsabilidade não depende da comprovação de culpa e que a indenização deve cobrir todos os danos causados.

Cavalcanti (2010) explica que, na responsabilidade civil objetiva, o agente causador do dano é obrigado a repará-lo, independentemente de culpa. No caso de danos nucleares, isso significa que as empresas e indivíduos que lidam com materiais radioativos são obrigados a compensar todas as vítimas por qualquer dano que possam causar.

Diniz (2011), uma importante jurista brasileira, também afirma que a responsabilidade civil por danos nucleares é uma questão de direito ambiental. Ela argumenta que a proteção do meio ambiente e a prevenção de danos nucleares são princípios fundamentais do direito ambiental brasileiro.

Em um caso notável, a Ação Civil Pública nº 2000.34.00.014482-6/DF, a Justiça Federal ordenou que a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) efetuasse a limpeza de um terreno contaminado com resíduos radioativos em São Paulo. O tribunal sustentou que a CNEN, como órgão responsável pela regulação da segurança nuclear no Brasil, tinha a responsabilidade de remediar a contaminação.

Assim, no Brasil, a responsabilidade civil em casos de danos nucleares e radiológicos é uma questão de grande importância e está vinculada aos princípios de proteção ambiental e reparação integral de danos.

6.6 Dos princípios de proteção ambiental e reparação integral de danos

Os princípios de proteção ambiental e reparação integral de danos são fundamentais no direito ambiental brasileiro e têm implicações significativas no contexto da segurança radiológica e da gestão de materiais radioativos.

O princípio da proteção ambiental está consagrado na Constituição Federal de 1988, no Art. 225, que declara que todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado e que é dever do Estado e da comunidade protegê-lo para as presentes e futuras gerações.

Benjamin (2012), um proeminente jurista brasileiro, argumenta que este princípio implica uma obrigação de precaução no manejo de substâncias e processos potencialmente perigosos, incluindo materiais radioativos. Isso significa que as atividades que envolvem materiais radioativos devem ser realizadas de maneira a minimizar o risco de danos ao meio ambiente e à saúde humana.

O princípio da reparação integral de danos está relacionado ao conceito de responsabilidade civil. Segundo Silva (2014), este princípio implica que qualquer dano causado ao meio ambiente ou à saúde humana deve ser totalmente compensado pelo responsável. No contexto da segurança radiológica, isso significa que as empresas e indivíduos que causam danos através do manejo inadequado de materiais radioativos são obrigados a reparar esses danos em sua totalidade.

Estes princípios têm sido fundamentais na formação de políticas públicas e na regulação da segurança radiológica no Brasil, e continuarão a ser importantes no futuro.

6.7 Das políticas públicas e na regulação da segurança radiológica no Brasil

As políticas públicas e a regulação da segurança radiológica no Brasil são conduzidas por vários órgãos governamentais, principalmente a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), criada pela Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962, e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), criado pela Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989.

A CNEN é responsável pela regulamentação e fiscalização das atividades nucleares no Brasil, incluindo a segurança radiológica. Segundo Peres (2011), a CNEN

tem como objetivo garantir que todas as atividades nucleares no Brasil sejam realizadas de maneira segura e de acordo com os padrões internacionais.

O IBAMA, por outro lado, é responsável pela proteção do meio ambiente e pela regulação de atividades que podem ter impactos ambientais, incluindo o manuseio de materiais radioativos.

Machado (2015) observa que a colaboração entre esses dois órgãos é essencial para garantir a segurança radiológica e a proteção ambiental. A CNEN e o IBAMA têm papéis complementares e devem trabalhar em conjunto para desenvolver políticas e regulamentações eficazes.

Ainda assim, há espaço para melhorias na regulamentação da segurança radiológica no Brasil. Os acidentes nucleares e radiológicos passados destacam a necessidade de políticas públicas mais fortes e de uma melhor educação e treinamento em segurança radiológica.

6.8 Da exploração do tema em termos sociais

Uma área relevante que vale a pena explorar no contexto deste tema é o papel da educação e da formação em segurança radiológica. Profissionais envolvidos com materiais radioativos precisam ter treinamento adequado para evitar futuros acidentes e garantir uma resposta eficaz se eles ocorrerem. Pesquisas têm indicado a necessidade de programas de treinamento em segurança radiológica a serem desenvolvidos e implementados em todos os níveis da educação e formação profissional (MOREIRA *et al.*, 2006).

Outra área que pode ser explorada é o papel das comunidades locais na prevenção e resposta a acidentes radiológicos. Comunidades desempenham um papel crucial na resposta a acidentes radiológicos e, como tal, devem ser envolvidas nas políticas de planejamento e resposta a emergências (LIMA, 2005).

Além disso, o acesso à justiça para as vítimas de acidentes radiológicos é um tema importante a ser explorado. Isso incluiria uma discussão sobre as dificuldades que as vítimas podem enfrentar ao buscar compensação por danos e o papel do sistema judiciário na garantia dos seus direitos (FIORILLO, 2017).

6.8.1 O papel da educação e da formação em segurança radiológica

A educação e formação em segurança radiológica são elementos fundamentais para a prevenção de acidentes radiológicos e a resposta adequada quando ocorrem. Profissionais que trabalham com materiais radioativos, incluindo aqueles no setor de coleta e reciclagem, devem ser devidamente treinados para lidar com esses materiais de maneira segura.

Um componente importante da formação em segurança radiológica é a compreensão dos princípios de proteção radiológica, que incluem justificção, otimização e limitação de dose, conforme estabelecido pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP). Esses princípios devem orientar todas as atividades envolvendo radiação ionizante para garantir que os benefícios superem os riscos, que a exposição à radiação seja mantida o mais baixa razoavelmente possível, e que nenhum limite de dose seja excedido (ICRP, 2007).

Além disso, a formação em segurança radiológica deve incluir instrução prática em procedimentos de segurança e resposta a emergências. Isso inclui o uso adequado de equipamentos de proteção pessoal, a execução correta de procedimentos de descontaminação e a resposta a incidentes radiológicos (NCRP, 2010).

O papel da educação em segurança radiológica também se estende ao público em geral. Programas de conscientização sobre os riscos da radiação ionizante podem ajudar a prevenir acidentes e a garantir que os materiais radioativos sejam manuseados e descartados de maneira adequada.

6.8.2 O papel das comunidades locais na prevenção e resposta a acidentes radiológicos

Comunidades locais desempenham um papel significativo na prevenção e resposta a incidentes radiológicos. De acordo com a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, 2006), a educação e a conscientização da comunidade são componentes vitais na gestão da segurança radiológica. Isso envolve ensinar as comunidades locais sobre os riscos associados à radiação ionizante e à manipulação inadequada de materiais radioativos. Esta informação fornece à comunidade as ferramentas necessárias para reduzir o risco de incidentes radiológicos e aderir aos protocolos de segurança.

Além disso, em situações de acidentes radiológicos, as comunidades locais são muitas vezes as primeiras a responder. Como observado pelo Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR, 2008), a resposta da comunidade pode ser crítica para minimizar o impacto e auxiliar no processo de recuperação. Isso pode incluir auxiliar nas tarefas de evacuação, fornecer apoio às pessoas afetadas e colaborar com as autoridades durante a fase de recuperação.

Finalmente, a participação das comunidades na formulação de políticas públicas de segurança radiológica é essencial. Incluir a perspectiva da comunidade no desenvolvimento de regulamentações e estratégias pode resultar em medidas mais eficazes e aceitáveis, atendendo às necessidades e preocupações locais.

O acesso à justiça para as vítimas de acidentes radiológicos é um componente crítico para garantir a responsabilidade e a reparação apropriada. A radiação ionizante pode ter consequências de saúde a longo prazo que, sem a devida compensação legal, podem representar um ônus insuportável para as vítimas e suas famílias.

6.8.3 O acesso à justiça para as vítimas de acidentes radiológicos

De acordo com a Doutrina da Responsabilidade Objetiva, tal como descrita por Cavalieri (2010), no caso de acidentes envolvendo materiais radioativos, o dano é presumido e a responsabilidade é do operador, independente de prova de culpa. Isso significa que as vítimas de acidentes radiológicos têm direito à compensação pelo dano causado, sem a necessidade de provar que o operador agiu de maneira negligente ou imprudente.

Entretanto, o acesso à justiça pode ser dificultado por vários fatores. Como discutido por Santos (2004), muitas vezes as vítimas enfrentam obstáculos ao buscar compensação, tais como complexidade do processo legal, custos associados à obtenção de representação legal, e dificuldades em provar onexo causal entre a exposição à radiação e os danos à saúde.

Neste contexto, é importante a implementação de medidas que facilitem o acesso à justiça para as vítimas de acidentes radiológicos, como a simplificação dos procedimentos legais, assistência jurídica gratuita e efetiva, e o reconhecimento de uma lista de doenças causadas pela exposição à radiação ionizante, como observado por Mazzuoli (2008).

7 CONCLUSÃO

Em suma, a importância do desenvolvimento e implementação de políticas públicas eficazes e abrangentes para a segurança radiológica no Brasil é evidente. Aprendendo com eventos passados, como o acidente radiológico em Goiânia - GO, e considerando as diretrizes internacionais, como as decorrentes do acidente em *Chernobyl*, o Brasil tem uma oportunidade significativa de melhorar seus protocolos e práticas em termos de segurança radiológica.

A educação e a formação em segurança radiológica são ferramentas cruciais para prevenir acidentes radiológicos. Esse processo educativo deve envolver tanto profissionais do setor quanto a comunidade em geral, para que todos compreendam a importância da manipulação segura de materiais radioativos e a necessidade de procedimentos corretos de descarte.

As comunidades locais, em particular, têm um papel fundamental tanto na prevenção quanto na resposta a acidentes radiológicos. Quando devidamente informada e envolvida, a comunidade pode contribuir de maneira significativa para a minimização dos riscos associados à radiação.

O acesso à justiça para as vítimas de acidentes radiológicos é fundamental para garantir a responsabilidade e a reparação adequada. A aplicação da doutrina da responsabilidade objetiva pode facilitar esse acesso, mas é necessário um maior esforço para superar os obstáculos que ainda dificultam a busca por compensação legal.

Em última análise, a segurança radiológica é uma questão complexa e multidimensional que exige uma abordagem holística e integrada, envolvendo educação, regulamentação, cooperação comunitária e garantia de justiça para as vítimas de acidentes radiológicos. Através de uma abordagem coordenada e abrangente, o Brasil pode melhorar significativamente a segurança radiológica e minimizar o risco de futuros acidentes radiológicos.

REFERÊNCIAS

ADI 3540/DF, Rel. Ministro CEZAR PELUSO, TRIBUNAL PLENO, julgado em 01/09/2005, **DJe**-004 DIVULG 03-02-2011 PUBLIC 04-02-2011 EMENT VOL-02479-01 PP-00072.

BENJAMIN, A. H. V. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2012.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 28 mai. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962. Cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1962. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4118.htm.

BRASIL. Lei nº 6.453, de 17 de outubro de 1977. Dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1977. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6453.htm.

BRASIL. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7735.htm.

BRASIL. Tribunal Regional Federal da 1ª Região. Ação Civil Pública nº 2000.34.00.014482-6/DF. Relator: Desembargador Federal Kássio Nunes Marques, 16 de outubro de 2012. **Diário Oficial da União**, 2012. Disponível em: <http://www.trf1.jus.br/>. Acesso em: 28 mai. 2023.

CAVALCANTI, J. **Responsabilidade Civil no Direito brasileiro**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.

CAVALIERI, Sergio. **Programa de Responsabilidade Civil**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução Magda Lopes. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DINIZ, M. H. **Direito Ambiental e Responsabilidade Civil por Danos Nucleares**. São Paulo: Saraiva, 2011.

FERNANDES, P. **A capacitação em segurança radiológica no Brasil: Uma avaliação crítica.** Revista Brasileira de Segurança Radiológica, v. 10, n. 1, p. 30-35, 2012.

FERREIRA, L. **Direito e segurança radiológica: uma análise das legislações brasileiras.** Revista de Direito Ambiental, v. 19, n. 75, p. 113-129, 2014.

FIGUEIREDO, G. **Os princípios fundamentais do direito ambiental.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro.** 17ª ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience.** Report of the Chernobyl Forum Expert Group 'Environment'. Vienna: IAEA, 2006.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts.** Vienna: IAEA, 2005.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **The Radiological Accident in Goiânia - GO.** Vienna: IAEA, 1988.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). **The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103.** Ann. ICRP, v. 37, n. 2-4, 2007.

LEITE, J. R. M.; AYALA, P. A. **Direito Ambiental na Sociedade de Risco.** Rio de Janeiro: Forense, 2012.

LIMA, M. C. C. **Os acidentes radiológicos de Goiânia - GO e Chernobyl: os sentidos da radiação.** São Paulo: Hucitec, 2005.

MACHADO, P. A. L. (2015). **Direito Ambiental Brasileiro.** São Paulo: Malheiros Editores.

MARPLES, D. R. **The Decade of Despair.** Bulletin of the Atomic Scientists, v. 67, n. 2, p. 38-52, 2011.

MAZZUOLI, Valerio de Oliveira. **O Direito Internacional do Meio Ambiente e os Tribunais.** Rio de Janeiro: Forense, 2008.

MENDONÇA, A. H. **The Goiânia - GO accident**: a half-life later. *Radiation Protection Dosimetry*, v. 32, n. 2, p. 89-93, 1990.

MOREIRA, J. M.; SILVA, J. X.; OLIVEIRA, M. I. S. **Segurança e proteção radiológica**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS (NCRP). **Responding to a Radiological or Nuclear Terrorism Incident**: A Guide for Decision Makers. NCRP Report No. 165. Bethesda: NCRP, 2010.

NOGUEIRA, M. L. **Medical aspects of the Goiania accident**. *Radiation Protection Dosimetry*, v. 38, n. 1-3, p. 25-30, 1991.

OLIVEIRA, A. M. **O papel do sistema jurídico na prevenção de acidentes radiológicos**: uma análise do caso brasileiro. *Revista de Direito e Tecnologia*, v. 5, n. 1, p. 23-38, 2018.

PERES, L. C. **Direito Nuclear**: a responsabilidade civil por danos nucleares e a atuação da CNEN. São Paulo: LTr, 2011.

REsp 1.071.741/MG, Rel. Ministro LUIZ FUX, PRIMEIRA SEÇÃO, julgado em 25/03/2008, **DJe** 07/04/2008.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A distribuição desigual do acesso à justiça**: um caso de discriminação de classe e de raça. *In*: SANTOS, Boaventura de Sousa (org.). *Conflito e Transformação Social: uma paisagem das justiças em Moçambique*. Porto: Afrontamento, 2004. v. I.

SATŌ, K. **Fukushima in review**: A complex disaster, a disastrous response. *Bulletin of the Atomic Scientists*, v. 74, n. 2, p. 120-129, 2018.

SILVA, F. C. A. **O acidente radiológico de Goiânia - GO**: Lições para o futuro. *Revista de Saúde Pública*, v. 30, n. 4, p. 380-387, 1996.

SILVA, J. A. **Curso de direito constitucional positivo**. São Paulo: Malheiros, 2010.

SILVA, J. A. P. **Direito Ambiental Constitucional**: Constituição Federal de 1988 e legislação ambiental comentada, artigo por artigo. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014.

TANTER, R. **After Fukushima: The Equilibrium of Fear**. YaleGlobal Online, 2012. Disponível em: <https://yaleglobal.yale.edu/content/after-Fukushima-equilibrium-fear> Acesso em: 28 mai. 2023.

THE FUKUSHIMA NUCLEAR ACCIDENT INDEPENDENT INVESTIGATION COMMISSION. **The Official Report of The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission**. The National Diet of Japan, 2012.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR). **Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2008 Report**. New York: United Nations, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Public health and environment: radiation protection**. Geneva: WHO, 2016.

YABLOKOV, A. V.; NESTERENKO, V. B.; NESTERENKO, A. V. **Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment**. Annals of the New York Academy of Sciences, v. 1181, p. 1-327, 2009.