



## HISTÓRIA DOS ACIDENTES NUCLEARES: ESTUDO DE GRANDES ACIDENTES E LIÇÕES APRENDIDAS.

Rubia Raquel Mohnschmidt<sup>1</sup>  
Enzo Heck Figur<sup>2</sup>  
Esther Betina Winter<sup>3</sup>  
João Bernardo Mohnschmidt Gressler<sup>4</sup>  
Luis Felipe Cossetin<sup>5</sup>  
Arthur Camargo Rotilli<sup>6</sup>

**Instituição:** Escola de Ensino Fundamental Primeiro Passos de Ajuricaba.

**Modalidade:** Relato de Experiência.

**Eixo Temático:** Vida, Saúde e Ambiente.

**1. Introdução:** Este trabalho aborda os principais acidentes nucleares da história, com foco em Chernobyl (1986) e Fukushima (2011), analisando suas causas, consequências e as lições aprendidas para o futuro da energia nuclear.

Objetivos:

- Analisar os fatores que levaram aos acidentes nucleares de Chernobyl e Fukushima.
- Compreender as consequências ambientais, sociais e econômicas desses desastres.
- Discutir as lições aprendidas e as mudanças implementadas na segurança nuclear após esses acidentes.
- Avaliar o impacto desses eventos na percepção pública da energia nuclear e suas implicações para o futuro dessa fonte de energia.

### 2. Procedimentos Metodológico:

- Revisão Bibliográfica: Realização de uma pesquisa aprofundada em livros, artigos científicos e relatórios de organizações internacionais.
- Análise de Documentos: Estudo de relatórios oficiais e investigações sobre os acidentes de Chernobyl e Fukushima.

<sup>1</sup> Professor, rmohnschmidt@yahoo.com

<sup>2</sup> Estudante, secretaria.ajuricaba@hotmail.com

<sup>3</sup> Estudante, secretaria.ajuricaba@hotmail.com

<sup>4</sup> Estudante, secretaria.ajuricaba@hotmail.com

<sup>5</sup> Estudante, secretaria.ajuricaba@hotmail.com

<sup>6</sup> Estudante, secretaria.ajuricaba@hotmail.com



- Estudo de Casos: Análise detalhada dos acidentes, incluindo cronologia dos eventos, causas, respostas imediatas, e medidas adotadas após os desastres.
- Discussão Crítica: Comparação dos dois casos e análise das implicações para o futuro da energia nuclear.

**3. Resultados e Discussões:** Os acidentes nucleares de Chernobyl, em 1986, e Fukushima, em 2011, são marcos trágicos na história da energia nuclear. Ambos os eventos revelam não apenas as vulnerabilidades intrínsecas dessa forma de geração de energia, mas também destacam falhas humanas, tecnológicas e de gestão que culminaram em catástrofes de grande magnitude. Embora distintos em suas causas imediatas, ambos os acidentes compartilham a falha em antecipar e mitigar riscos, resultando em consequências devastadoras para o meio ambiente e a saúde humana. No caso de Chernobyl, uma série de falhas de design no reator RBMK-1000, combinadas com uma cultura de segurança deficiente, foram os principais fatores que levaram ao desastre. O reator em questão apresentava um coeficiente de vazão positivo, o que significava que, sob certas condições, a produção de vapor aumentava a reatividade, tornando o reator instável. Durante um teste de segurança mal planejado, operadores desativaram vários sistemas de segurança cruciais, ignorando protocolos básicos. A falta de comunicação eficaz e a pressão para cumprir prazos também contribuíram para a decisão de continuar o teste, apesar das condições inseguras. Essa cadeia de erros culminou em uma explosão que liberou uma quantidade massiva de radiação, causando milhares de mortes e deixando vastas áreas inabitáveis por décadas. Por outro lado, o desastre de Fukushima foi precipitado por um evento natural extremo: um terremoto seguido por um tsunami. Embora os reatores da usina tenham sido projetados para suportar terremotos, a magnitude do tsunami superou as previsões de segurança, inundando o local e danificando os sistemas de resfriamento de emergência. No entanto, além das forças naturais, o acidente também expôs falhas na gestão de risco e na preparação para desastres. A Tokyo Electric Power Company (TEPCO), responsável pela usina, foi criticada por não ter implementado medidas preventivas adequadas, apesar dos avisos de vulnerabilidades às inundações. Além disso, houve uma demora na resposta à crise, o que agravou a situação, resultando na fusão do núcleo de três reatores. Ao comparar os dois acidentes, é evidente que, enquanto Chernobyl foi principalmente uma consequência de falhas humanas e tecnológicas associadas a uma cultura de segurança inadequada, Fukushima demonstrou os perigos de subestimar os riscos ambientais e a importância de uma gestão de risco proativa. Ambos os desastres sublinham a necessidade crítica de aprimorar a segurança nuclear, reforçar a cultura de segurança e adotar uma abordagem mais robusta para a gestão de riscos.

Compreender as Consequências Ambientais, Sociais e Econômicas dos Desastres Nucleares

Os desastres nucleares de Chernobyl e Fukushima deixaram cicatrizes profundas que vão além dos impactos imediatos. As consequências ambientais, sociais e econômicas desses eventos são vastas e interligadas, afetando milhões de vidas e destacando os enormes riscos associados à energia nuclear. Compreender essas consequências é crucial para avaliar a viabilidade dessa forma de energia no futuro e para reforçar as políticas de segurança que visam prevenir catástrofes semelhantes.



Do ponto de vista ambiental, ambos os acidentes resultaram em contaminação radioativa em larga escala. Em Chernobyl, a explosão liberou uma quantidade significativa de material radioativo na atmosfera, afetando não apenas a região imediata, mas também áreas distantes na Europa. A radiação contaminou solos, florestas e corpos d'água, criando zonas de exclusão que permanecem inabitáveis até hoje. Os ecossistemas locais sofreram mutações genéticas e declínios populacionais em várias espécies. Em Fukushima, a liberação de radiação no oceano teve impactos devastadores na vida marinha, e as áreas agrícolas ao redor da usina foram inutilizadas por décadas. Esses impactos ambientais a longo prazo não apenas comprometem a biodiversidade, mas também afetam a saúde humana e a segurança alimentar nas regiões afetadas.

As consequências sociais desses desastres são igualmente graves. Milhares de pessoas foram forçadas a evacuar suas casas, muitas vezes sem qualquer perspectiva de retorno. Em Chernobyl, comunidades inteiras foram desmanteladas, resultando em deslocamento forçado e perda de identidade cultural. Em Fukushima, o deslocamento em massa levou a um aumento nos problemas de saúde mental, como depressão e ansiedade, devido ao trauma da evacuação e à incerteza sobre o futuro. Além disso, a estigmatização das pessoas que viviam nas regiões afetadas levou à discriminação e ao isolamento social. Esses impactos sociais ressaltam a necessidade de políticas que ofereçam apoio adequado às vítimas de tais desastres, incluindo reassentamento e assistência psicológica.

Economicamente, os custos dos desastres nucleares são astronômicos. O acidente de Chernobyl gerou despesas colossais com a descontaminação, a construção do sarcófago de concreto para conter o reator danificado, e os cuidados médicos para os afetados pela radiação. As economias locais foram devastadas, com a perda de terras agrícolas e a interrupção de atividades econômicas. Fukushima, por sua vez, impôs um fardo financeiro enorme ao Japão, com custos de descontaminação e desmantelamento dos reatores estimados em bilhões de dólares. Além disso, o acidente abalou a confiança no setor nuclear global, levando muitos países a reavaliar ou até abandonar seus programas nucleares, o que tem implicações econômicas de longo alcance.

#### Lições Aprendidas e as Mudanças Implementadas na Segurança Nuclear após os Acidentes

Os acidentes nucleares de Chernobyl e Fukushima são marcos históricos que, apesar de suas tragédias, impulsionaram uma revisão profunda dos padrões de segurança nuclear global. As catástrofes não apenas expuseram as falhas sistêmicas e operacionais que contribuíram para os eventos, mas também forçaram a comunidade internacional a reavaliar suas práticas e políticas para prevenir a repetição de tais desastres. As lições aprendidas resultaram em mudanças significativas na abordagem da segurança nuclear, refletindo um compromisso renovado com a proteção da vida humana e do meio ambiente. Uma das lições mais cruciais aprendidas com o acidente de Chernobyl foi a necessidade de uma cultura de segurança robusta e uma comunicação transparente. O reator RBMK usado em Chernobyl tinha um design intrinsecamente inseguro, exacerbado por práticas operacionais negligentes e uma falta de comunicação efetiva entre os operadores e as autoridades. Em resposta, a comunidade internacional, liderada pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), desenvolveu normas de segurança mais rígidas e promoveu uma cultura de segurança mais



rigorosa. Isso incluiu treinamentos mais intensivos para os operadores de reatores, a implementação de sistemas de controle redundantes e a exigência de uma comunicação clara e honesta em todos os níveis da operação nuclear. O desastre de Fukushima, por sua vez, destacou a importância da preparação para desastres naturais extremos. A usina de Fukushima foi projetada para resistir a terremotos, mas a magnitude do tsunami que se seguiu ao terremoto de 2011 superou as previsões e revelou a inadequação das defesas costeiras da usina. Como resultado, a indústria nuclear mundial passou a reavaliar a vulnerabilidade das usinas a desastres naturais. Novas diretrizes foram implementadas para garantir que as instalações nucleares estejam preparadas para eventos extremos, como a elevação das defesas contra tsunamis, a instalação de sistemas de resfriamento independentes e a criação de protocolos de emergência mais abrangentes. Além disso, os reguladores nucleares exigiram testes de estresse em usinas nucleares existentes para avaliar sua capacidade de suportar desastres naturais severos. Além dessas mudanças técnicas, houve uma reavaliação global das políticas energéticas. Vários países, como a Alemanha, decidiram abandonar gradualmente a energia nuclear em favor de fontes de energia renováveis, enquanto outros, como a França, intensificaram seus esforços para garantir que suas usinas nucleares cumpram os mais altos padrões de segurança. Esses movimentos refletem uma mudança na percepção pública e governamental sobre os riscos associados à energia nuclear e a necessidade de diversificar as fontes de energia para reduzir a dependência de tecnologias potencialmente perigosas. Em resumo, os desastres de Chernobyl e Fukushima serviram como catalisadores para uma transformação na segurança nuclear global. As lições aprendidas desses eventos trágicos resultaram em melhorias significativas nas práticas operacionais, no design das usinas e nas políticas regulatórias. No entanto, apesar dos avanços, a energia nuclear continua a ser uma tecnologia que exige vigilância constante e um compromisso inabalável com a segurança, para garantir que o mundo nunca mais experimente desastres dessa magnitude.

#### Avaliação do Impacto dos Acidentes Nucleares na Percepção Pública e suas Implicações para o Futuro da Energia Nuclear

Os desastres nucleares de Chernobyl e Fukushima não apenas marcaram profundamente a história da energia nuclear, mas também transformaram a percepção pública dessa tecnologia. Esses eventos geraram um medo generalizado e uma desconfiança em relação à segurança das usinas nucleares, moldando o debate sobre o futuro da energia nuclear em nível global. A análise desse impacto é crucial para entender as possíveis direções que essa forma de energia pode tomar nas próximas décadas. O acidente de Chernobyl, ocorrido em 1986, foi um dos primeiros grandes desastres nucleares a ser amplamente divulgado, expondo o público ao potencial destrutivo da energia nuclear. A cobertura midiática intensa, combinada com a falta de transparência das autoridades soviéticas, resultou em uma reação de pânico e rejeição global à energia nuclear. Na época, muitos países que estavam planejando expandir seus programas nucleares recuaram, e a pressão popular levou ao congelamento de projetos nucleares em várias nações. Chernobyl se tornou sinônimo de desastre nuclear, solidificando uma imagem negativa que persiste até hoje. Fukushima, em 2011, reforçou e ampliou essa percepção negativa. Diferente de Chernobyl, que ocorreu em um contexto de falhas humanas e tecnológicas dentro de uma usina mal projetada,



Fukushima foi o resultado de um desastre natural extremo. No entanto, a resposta inadequada da Tokyo Electric Power Company (TEPCO) e a subsequente crise prolongada fortaleceram a ideia de que mesmo países altamente desenvolvidos e tecnologicamente avançados não são imunes a acidentes nucleares. O impacto de Fukushima foi particularmente profundo no Japão, onde a confiança na energia nuclear despencou, levando ao desligamento temporário de todas as usinas nucleares do país e a um movimento significativo em direção a fontes de energia renováveis. A percepção pública negativa em relação à energia nuclear tem implicações diretas para o futuro dessa fonte de energia. Em muitos países, o apoio popular é essencial para a continuidade e a expansão dos programas nucleares. Após Fukushima, a Alemanha, por exemplo, tomou a decisão de abandonar gradualmente a energia nuclear, enquanto outros países revisaram suas políticas energéticas, considerando seriamente a redução ou eliminação da dependência nuclear. Essa mudança de postura não é apenas uma resposta ao medo do público, mas também uma adaptação às demandas políticas e sociais por fontes de energia mais seguras e sustentáveis. Por outro lado, a crise climática global e a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa colocam a energia nuclear em uma posição paradoxal. Apesar de sua má reputação, a energia nuclear continua sendo uma das poucas fontes de energia capazes de fornecer grandes quantidades de eletricidade sem emissões diretas de carbono. Isso gerou um debate acirrado sobre se os riscos associados à energia nuclear podem ser justificados pela necessidade urgente de combater as mudanças climáticas. Alguns defensores argumentam que, com as lições aprendidas de Chernobyl e Fukushima, e com as novas tecnologias, a energia nuclear pode ser uma parte vital da transição para um futuro energético mais limpo.

**4. Conclusão:** Os acidentes de Chernobyl e Fukushima demonstram os riscos inerentes à energia nuclear, mas também destacam a importância de aprender com o passado para melhorar a segurança e a eficiência das usinas nucleares. Embora a energia nuclear continue a ser uma fonte relevante no mix energético global, é crucial que as lições desses acidentes sejam aplicadas para minimizar os riscos futuros.

#### 5. Referências:

CAVALCANTE, Kleber G. "Acidentes Nucleares"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilestola.uol.com.br/fisica/acidentes-nucleares.htm>. Acesso em 16 de agosto de 2024.

GLOBO EDUCAÇÃO. Maiores acidentes nucleares da história. Globo Educação, 2014. Disponível em: <http://educacao.globo.com/artigo/maiores-acidentes-nucleares-da-historia.html>. Acesso em: 16 ago. 2024.