

EFEITOS AMBIENTAIS RESULTANTES DO USO DAS TECNOLOGIAS NUCLEARES

Autor: Fidel Luís Felismina Miguel

E-mail: engfideltec@outlook.com

RESUMO Data de recepção: 24/04/2020 Data de aceitação: 26/06/2020

O uso das tecnologias nucleares no que se refere ao desenvolvimento sustentável e o meio ambiente, com objectivo de conhecer as consequências resultantes do vazamento ou exposição de radiações oriundas da sua utilização tem causado vários benefícios e desastres nucleares ambientais ocorridos ao longo do tempo, evidenciando as consequências da sua poluição no meio ambiente e à saúde humana. Nesta pesquisa, de carácter descritivo e exploratório, apresenta-se a relação existente entre o desenvolvimento sustentável, a sua importância, tecnologia nuclear e o seu monitoramento, que ajudam na tomada de decisões adequadas para a sua utilização e que auxiliam nas precauções a ter diante dela, os seus benefícios, os impactos ambientais e sociais gerados pela implantação dessa tecnologia, que vai determinar como gerir o problema, de forma a nos prevenirmos dos seus efeitos nocivos.

Palavras-chaves: Tecnologia Nuclear, Poluição, Benefícios, Desastres Nucleares Ambientais

ENVIRONMENTAL EFFECTS RESULTING FROM THE USE OF NUCLEAR TECHNOLOGIES

ABSTRACT

The use of nuclear technologies with reference to sustainable development and the environment, with the objective of knowing the consequences resulting from the leakage or exposure of radiation arising from its use has caused several benefits and environmental nuclear disasters that have occurred over time, showing the consequences of pollution in the environment and human health. This descriptive and exploratory research presents the relationship between sustainable development, its importance, nuclear technologies and its monitoring that help in making appropriate decisions for its use, which assists in the precautions to be taken before it, its benefits, impacts social environmental impacts generated by the implantation of this technology that will determine how to manage the problem, in order to prevent its harmful effects.

Keywords: Nuclear Technology, Nuclear Pollution, Benefits, Environmental Nuclear Disasters

Introdução

A radioatividade foi uma das maiores descobertas da humanidade. Atualmente, é tida como tecnologia nuclear, a sua utilização é vasta, com aplicação em várias áreas; uma das primeiras aplicações foi na medicina, seguida da agricultura, indústria e geração de energia eléctrica, contribuindo de modo significativo para os conhecimentos desenvolvidos no século XX. A energia do seu núcleo também possibilitou uma utilidade negativa, ou seja, direcionada para fins bélicos, trazendo várias consequências no meio ambiente, sobretudo à saúde dos seres vivos.

A preservação do meio ambiente, gerando a necessidade de fontes energéticas livres das emissões de gases do efeito estufa, tem renovado o interesse na utilização da energia nuclear na geração de electricidade. Naturalmente, a energia nuclear não é a única solução para a redução desses níveis, mas é muito provável que num futuro próximo venha a desempenhar um papel cada vez mais importante nessa mistura energética global.

Desenvolvimento

Desenvolvimento Sustentável

A comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável, criada pelas Nações Unidas para discutir e propor meios para harmonizar questões relacionadas com meio ambiente e desenvolvimento sustentável, estabeleceu dois objectivos: o desenvolvimento económico e a conservação ambiental. Esta comissão estabeleceu o seguinte conceito: o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração actual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.

O desenvolvimento sustentável sugere, de facto, qualidade em vez de quantidade, com a redução do uso de matérias-primas e produtos e o aumento da reutilização e da reciclagem.

O surgimento da ideia de desenvolvimento sustentável teve repercussões importantes em todos os meios, graças aos esforços da Comissão das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em razão da necessidade de renovação de concepções e estratégias, buscando-se o desenvolvimento das nações pobres e reorientando-se o processo de industrialização dos países mais avançados. Para isso, são priorizadas acções em prol de uma sociedade mais justa,

igualitária e consciente, de modo a trazer benefícios para todos. Ao mesmo tempo, deve-se reconhecer que os recursos naturais são finitos.

Tecnologia nuclear e as suas utilidades

A tecnologia nuclear é uma tecnologia que envolve reacções nucleares dos núcleos atómicos. Ela e a sua possível utilização, possui elevados riscos, mas em contrapartida também possuí benefícios para a sociedade; tem vantagens e desvantagens na sua utilização, o que tem gerado variadas discussões a níveis internos e externos dos países.

Actualmente tecnologia nuclear, é tida como radioactividade que é um fenómeno natural ou artificial pelo qual algumas substâncias ou elementos químicos chamados radioactivos são capazes de emitir radiações, as quais têm propriedades de impressionar placas fotográficas, ionizar gases, produzir fluorescência e atravessar corpos pela luz. A radioatividade emitida por uma fonte natural ocorre quando há a desintegração de um elemento (Okuno & Yoshimura, 2010).

Importância

A tecnologia nuclear tem como uma das principais finalidades gerar energia eléctrica. Assim, ela é muito importante porque possui as suas vantagens, e a principal é a não utilização de combustíveis fósseis. Ela passou, gradativamente, a ser defendida por ecologistas por não gerarem gases de efeito estufa. Estes ecologistas defendem uma mudança radical em direção à energia nuclear, como forma de combater o aquecimento global, argumentando que particularmente as áreas contaminadas por acidentes nucleares, como a região de Chernobyl, se tornam em parques ecológicos perfeitos com natureza plena e selvagem. Os países que desenvolveram o conhecimento científico e tecnológico da energia nuclear avançaram em todos os demais sectores. Apesar do mundo conhecer apenas a parte destrutiva da tecnologia nuclear, por meio da explosão da bomba atómica na segunda Guerra Mundial em Hiroshima e Nagasaki, ela tem trazido benefícios enormes para a humanidade com contribuições na área da indústria, agricultura, meio ambiente e principalmente na saúde.

As aplicações industriais da tecnologia nuclear, tornam-na muito importante no sector industrial, em particular, é usada no desenvolvimento e na melhoria dos processos de medição, automação e controlo de qualidade. Ela é usada como um pré-requisito para a completa automatização das

linhas de produção de alta velocidade, e aplicou processo de pesquisa, mistura, manutenção e desgaste e corrosão ao estudo de máquinas e instalações. Também é utilizada no fabrico de materiais plásticos e a esterilização de produtos de utilização única. A aplicação de isótopos para fins agrícolas tem levado ao aumento da produção agrícola nos países menos desenvolvidos.

Radiação e os seus tipos

Radiação é definida como energia que se propaga pelo espaço de um ponto para outro (Okuno, 2018). A contaminação externa ocorre a partir da exposição a uma fonte de radiação que está no ambiente que pode ser: radiação ionizante ou radiação não ionizante.

Radiação não ionizante é aquela que não possui energia suficiente para arrancar eletrões de um átomo. Já as radiações ionizantes são aquelas que possuem energia suficiente para arrancar eletrões de um átomo. Dentre elas podemos destacar: radiação cósmica, radiação ultravioleta (UV), raios X, radiação Gama (γ), Radiação Alfa (α), Radiação Beta (β , Radiação de neutrões (n)).

As fontes produtoras de radiações ionizantes, fontes artificiais e naturais. As fontes artificiais são os tubos de raios-X, aceleradores de partículas e reatores nucleares. Já nas fontes naturais destacam-se a radiação cósmica e os radionuclídeos (Okuno, 2018).

Poluição das tecnologias nucleares

A tecnologia nuclear, para além dos seus benefícios, também é perigosa, já causou acidentes graves como o de Three Mile Island (Estados Unidos de América) e Chernobil (Ucrânia), com milhares de mortes e enfermidades decorrentes desses acidentes, além da perda de grandes áreas.

A utilização desse tipo de tecnologia continua a apresentar graves riscos para toda a humanidade.

No nosso Planeta, há uma pequena quantidade de radioactividade imitada por elementos químicos como urânio, rádio entre outros que espontaneamente liberam radiações de seu núcleo, como partículas alfa, beta, gama e outros.

Quando a radiação interage com a matéria ocorre transferência de energia, o que pode provocar ionização e excitação de átomos e moléculas associadas, ocasionando alterações que podem ser temporárias ou permanentes nestas células levando consequentemente aos efeitos biológicos (Veludo, 2011).

Com o final da Segunda Guerra Mundial, teve inicio a era nuclear, surgindo então a forma de poluição criada pelo homem a denominada poluição radioactiva.

As primeiras fontes de poluição foram as explosões nucleares, que têm lançado substâncias radioactivas no meio ambiente, acarretando sérias consequências para os seres vivos como infelizmente atentam alguns sobreviventes de Hiroshima e Nagasaki, as duas cidades de Japão sobre as quais foram lançadas bombas atómicas pelos Estados Unidos de América, onde mais de 100 mil pessoas morreram nos ataques de 6 a 9 de Agosto de 1945 e outros milhares morreriam nos anos seguintes sofrendo de complicações causadas pela radiação.

Os reactores nucleares e instalações complementares, geram grandes quantidades de lixo nuclear que precisam ficar sob vigilância por milhares de anos. Não se conhecem técnicas seguras de armazenamento do lixo nuclear gerado.

A radioactividade causa efeitos de longa duração no meio ambiente, além de problemas de saúde para os seres humanos. Para que se tenha uma ideia de quanto tempo pode durar a poluição, a cidade Ucraniana de Chernobyl é, até hoje, uma cidade fantasma, mesmo tendo passado mais de 25 anos desde o acidente nuclear que, em 1986, provocou a morte directa, este processo de contaminação do meio ambiente acontece em cadeia. A partir do momento em que o solo é contaminado, toda a vegetação que nele crescer também será contaminada. Os animais que se alimentarem desta vegetação também sofrerão as consequências da radioactividade, muitas vezes desenvolvendo doenças e anomalias diversas. Trata-se, portanto, de uma forma de contaminação perversa e invisível. O solo não fica infértil, mas tudo o que nasce dele carrega consigo a radioactividade. Se levarmos em conta que a contaminação pode durar décadas, é fácil imaginar o nível de impacto ambiental e as consequências para a vida nas regiões afectadas.

Um dos grandes problemas da contaminação nuclear, é de que os níveis de radioactividade podem permanecer altos por décadas. Este processo pelo qual um isótopo radioactivo instável, perde energia espontaneamente e se transforma em átomo mais estável, não radioactivo, chama-se decaimento radioactivo. Esse processo pode levar dias, como é o caso do iodo radioactivo, ou décadas, no caso do césio radioactivo. “Apesar de ser eliminado em até 30 dias pelo corpo humano, o césio pode durar 60 anos no ambiente, até desaparecer completamente”.

A exposição a qualquer tipo de radiação ionizante (partículas alfa e beta, raios X e raios gama) de forma não controlada pode causar sérios danos e até mesmo ser letal. Um material radioactivo, no

meio ambiente liberta substâncias no ar e no solo que são capazes de contaminar plantas, Os animais e as pessoas à volta correm riscos de saúde associados à exposição prolongada a um baixo nível, como cancro e DNA e aqueles de alto nível que causam queimaduras e náuseas.

Os dois elementos mais perigosos são o iodo radioativo e o césio, subprodutos da fissão nuclear do urânio. Uma bomba atómica é uma arma explosiva cuja energia deriva de uma reação nuclear e tem um poder destrutivo imenso, capaz de destruir uma vasta região. Bombas atómicas só foram usadas duas vezes em guerra, pelos Estados Unidos contra o Japão nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, durante a Segunda Guerra Mundial, no entanto, elas já foram usadas centenas de vezes em testes nucleares por vários países.

A fábrica nuclear de Three Mile Island, na Pensilvânia, corre o risco de derretimento, o mais grave tipo de acidente nuclear. A ameaça provém de uma bolha de vapor existente dentro do reator, que pode aumentar de tamanho à medida que as pressões internas forem relaxadas, deixando o núcleo sem a água vital para o seu arrefecimento. Nuvens de partículas radioativas já escaparam do reator para a atmosfera, mas os técnicos em radioatividade afirmam que o risco de contaminação ainda é pequeno.

Em 13 de setembro de 1987, uma cápsula de césio-137, abandonada há 2 anos nos escombros do antigo Instituto Goiano de Radiologia (IGR) – desativado depois de sofrer uma ação de despejo – foi removida por dois sucateiros, violada e vendida como ferro-velho. Entre a retirada da cápsula da clínica em ruínas e a descoberta do facto pelas autoridades, dezenas de moradores de Goiânia conviveram com um material radioativo cuja perigosidade era desconhecida. Atraídos pela intensa luminescência azul do sal do césio-137, adultos e crianças manipularam-no e distribuíram-no entre parentes e amigos. Os primeiros sintomas da contaminação (náuseas, vômitos, tonturas e diarreia) apareceram algumas horas após o contacto com o material. O saldo dessa experiência foi a morte de 4 pessoas, a amputação do braço de outra e a contaminação, em maior ou menor grau, de mais de 200 pessoas. Um complexo encadeamento de factos resultou na contaminação de três depósitos de ferro-velho, e diversas residências e locais públicos.

No solo contaminado pela radiação, tudo o que crescer nesse solo estará contaminado; na água a radiação pode depositar césio nos lençóis freáticos e contaminar quem entrar em contacto com essa água, no ar grande parte dos elementos radioactivos não fica suspenso no ar, mas alguns

elementos como o iodo radioactivo continuam na atmosfera por um tempo e pode ser inspirado por animais e seres humanos, e dependendo do nível de radiação, o contacto pode causar queimaduras na pele.

O vazamento de grande quantidade de material radioativo tem graves efeitos na saúde pública e impactos no meio ambiente, alertam os radiobiólogos. Assim, importa afirmar que a radiação ionizante provoca ionização nos átomos, que são os componentes de moléculas e as moléculas que constituem as células afetando assim todo o corpo que é formado por várias células.

Quando a exposição for pequena, o organismo pode recuperar sem que a pessoa perceba, um corpo ou objecto quando irradiado (exposto à radiação por uma fonte radiada, não fica radioativo, daí importa diferenciar irradiação e contaminação, sendo que a irradiação implica exposição á radiação e contaminação se caracteriza pela presença do material num determinado local. Assim, os efeitos da radiação podem ser observados a curto prazo ou agudos (náuseas, vômitos, perda de apetite, perda de peso, febre hemorragias, queda de cabelo, forte diarreia e morte) e a longo prazo ou tardios (mutações nas células, reprodutivas, aumento e incidência do cancro) que são classificados quando aos seus danos em: efeitos determinísticos, efeitos estocásticos, efeitos somáticos e efeitos genéticos e hereditários. As principais doenças geradas pela radiação são: deformidades crónicas, problemas respiratórios e de circulação, envenenamento, diversos tipos de cancro, perturbações mentais, infecções, hemorragias, leucemia, anemia, catarata, dentre outros. Além de atingir os seres humanos, a poluição radioativa contamina a fauna e flora do planeta, os quais resultam no desequilíbrio do ambiente terrestre. Vale a pena lembrar que, diferente dos outros tipos de poluição, a poluição radioativa é mais impactante uma vez que não existem técnicas de limpeza, é considerada o pior tipo de poluição, por ser a mais perigosa para o planeta.

Convenções Mundiais sobre Prevenção, Controlo e Segurança das Tecnologias Nucleares

Desde a sua criação, em 29 de julho de 1957, como organização internacional autónoma e vinculada ao sistema das Nações Unidas, a Agência Internacional de Energia Atómica (AIEA) tem estabelecido normas, adaptadas pelos sistemas jurídicos nacionais, para a protecção e segurança da saúde e para a redução do perigo da energia nuclear na vida humana e no meio ambiente. Ela tem alertado sobre as consequências da radioactividade os terroristas que têm comprado resíduos radioactivos, por exemplo de países como a Rússia ou de países com ditaduras que usam tecnologias nucleares, tais como Irão ou Coreia do Norte, e construir uma

chamada "bomba suja". O quanto fácil é desviar materiais altamente radioativos é demonstrado pelo exemplo do acidente radiológico de Goiânia, no Brasil em 1987, onde uma cápsula contendo Césio-137 foi encontrada por moradores no lixo, contida dentro de uma máquina hospitalar num hospital abandonado.

Os estados participantes na Convenção estão obrigados a adoptar, no âmbito das suas legislações nacionais, as medidas administrativas, legislativas, regulamentares, entre outros que sejam necessárias. Dentre as medidas necessárias previstas pela Convenção, está o estabelecimento de um sistema de avisos e providências em caso de emergências nucleares.

Uma fábrica nuclear, justamente por lidar com algo potencialmente perigoso e que já resultou em acidentes no passado, tem normas de segurança tanto nacionais quanto internacionais que garantem que cada procedimento seja feito de acordo com todos os padrões de segurança. A Agência Internacional de Energia Atómica é um órgão internacional regulador que salvaguarda a construção e uso da energia nuclear no mundo. Os requisitos para a obtenção de salvaguarda são severos e reconhecidos pela exigência em relação à segurança e operação de fábrica nucleares; sem elas, um país é proibido de realizar a construção de instalações nucleares. Um dos requisitos para a obtenção da mesma é que a instalação em questão deve ser supervisionada durante toda a sua existência por um grupo internacional de supervisores especializados em segurança radiológica e nuclear.

Assim sendo, a Protecção Radiológica é o conjunto de medidas que visam proteger o homem, os seus descendentes e o seu meio ambiente, contra possíveis efeitos indevidos causados por radiação ionizante proveniente de fontes produzidas pelo homem e de fontes naturais modificadas tecnologicamente; para isso ela analisa os diversos tipos de fontes de radiação, as diferentes radiações e modos de interação com a matéria viva ou inerte, as possíveis consequências e sequelas à saúde e riscos associados.

Diversas medidas de segurança e prevenção são adoptadas a fim de diminuir os efeitos negativos da radiação e prevenir acidentes como o de Chernobyl. Existem diversas normas internacionais e órgãos reguladores com a responsabilidade de garantir a segurança na operação de reatores nucleares para geração de energia. O treino correto dos profissionais que atuam na fábrica, a

segurança do local, a contenção do material radioactivo e procedimentos de emergência são fundamentais em cada instalação.

A agência Internacional de Energia Atómica (IAEA) promove o uso pacífico da energia nuclear e desencoraja o seu uso militar, atuando juntamente com a Organizações das Nações Unidas (ONU). O destino do lixo atómico é outra questão fundamental para a utilização dessa fonte de energia. A sua disposição final deve dar-se em instalações para armazenamento de longo prazo ou definitivo, devido ao muito tempo necessário para que o material radioactivo se torne inofensivo. Esta Agência tem a sua sede em Viena, (Áustria), e tem 137 estados-membro, cujos representantes se encontram anualmente para uma Conferência Geral onde elegem 35 membros para o Conselho de Governadores. Este Conselho reúne-se cinco vezes por ano e prepara as decisões que serão ratificadas pela Conferência Geral.

Com o incremento da proliferação nuclear na década de 1990, as tarefas da AIEA passaram a incluir as inspecções e investigações de suspeitas violações do Tratado de Não-Proliferação Nuclear, sob mandato das Nações Unidas; contudo, caso encontre indícios de uso militar em programas que inspeciona, apenas poderá reportá-los ao Conselho de Segurança das Nações Unidas, que detém o exclusivo de medidas coercivas. A AIEA mantém, como um dos seus instrumentos, o International Nuclear Information System (INIS), uma base de dados sobre a utilização pacífica da energia nuclear.

No âmbito da segurança e da utilização da energia nuclear, foram elaboradas as Normas de Segurança Nuclear (NUSS), Nuclear Safety Standards pela AIEA e por especialistas de estados-membro para a utilização em centrais nucleares.

As NUSS englobam cinco áreas:

- Organização de governos para a regulamentação de actividades de centrais nucleares;
- Segurança na exploração energética por centrais nucleares;
- Segurança na estruturação de centrais nucleares;
- Segurança da selecção do local geográfico de centrais nucleares;
- Garantia da qualidade para a segurança de centrais nucleares.

Levou-se em consideração a implementação de critérios de segurança que envolvesse tais temas, na forma de códigos de práticas e guias, contribuindo, para os requisitos básicos que servem de base para a segurança das centrais nucleares. A preocupação essencial está na segurança e no desenvolvimentismo, vale dizer, o fornecimento de pessoal com qualificação adequada; a capacidade para realizar uma avaliação específica de projectos de segurança em centrais nucleares; e capacidade para implementar um projecto adequado para garantia da qualidade que inclua controlo e inspecção. Os Códigos de Prática relacionados com os temas acima relacionados, foram publicados em 1978, sendo revisados periodicamente.

Embora ainda existam discussões sobre os Códigos de Conduta da AIEA ainda serem recomendações para os Estados, a aplicação das normas é obrigatória em caso de assistência técnica fornecida pela AIEA. A actuação da AIEA na segurança da utilização da energia nuclear dá-se por meio da Convenção Internacional sobre a Segurança Nuclear de 1994, dos avisos e providências em casos de emergências nucleares, e na salvaguarda da vida humana em caso de acidentes (Rodríguez-Rivera, 2008).

Conclusões

O treino correcto dos profissionais que actuam numa base radioactiva, a segurança do local, a contenção do material radioativo e os procedimentos de emergência são fundamentais em cada instalação, para evitar riscos no meio ambiente.

Os reactores nucleares e instalações complementares geram grandes quantidades de lixo nuclear que precisam de ficar sob vigilância por milhares de anos. Não se conhecem técnicas seguras de armazenamento do lixo nuclear gerado.

As convenções internacionais para a proteção física da vida humana, a notificação em caso de acidentes nucleares e a assistência em caso de emergência são exemplos concretos da preocupação da política normativa internacional voltada para o desenvolvimento socioeconómico sustentável, voltado para a humanização.

A tecnologia nuclear como uma ferramenta energética é extremamente útil, por outro lado, o mau uso dessa ferramenta na construção de bombas atómicas, que ameaçam a população mundial até hoje, é um exemplo da falta de maturidade e respeito pelo ser humano e pelo meio-ambiente.

Para que se evitem mais impactos das tecnologias nucleares no ecossistema terrestre, algumas soluções podem resultar do correto e consciente manuseio, diminuição dos testes nucleares, monitoramento e descarte dos resíduos nucleares, limitação do uso de raios X.

Ainda por último instancia conclui-se que é dever do Estado estabelecer normas e procedimentos para o uso das radiações ionizantes estabelecendo meios menos graves para a inviolabilidade da personalidade.

Referências Bibliográficas

- Okuno, E. (2018). Radiação: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo, Oficina de textos.
- Okuno, E., & Yoshimura, E. (2010). Física das radiações. São Paulo, Oficina de Textos.
- Rodríguez-Rivera, L. (2008). Os direitos humanos ao meio ambiente e o uso pacífico da energia nuclear. Jounal of Law and Policy internacional. Denver, Vol.35n.1, p13-12.
- Veludo, P. (2011). Efeitos da radiação X e níveis de exposição em exames imagiológicos: inquéritos a clínicos gerais. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Universidade de Coimbra, Coimbra.

Síntese Curricular do Autor

Eng.^o Fidel Luís Felismina Miguel. Engenheiro Civil e Mestrando em Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental pela Escola Superior Politécnica da Lunda-Sul, Universidade Lueji A'nkonde