

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
TECNÓLOGO EM RADIOLOGIA

DANIEL BARBOSA DA SILVA
FELIPE DIEGO FÉLIX DE LIMA
ICARO GUILHERME RAMOS DE ASSIS
LETHICIA GABRIELLA LIRA BARROS
YAGO BRENO DA SILVA BORBA FREIRE

**UTILIZAÇÃO DO URÂNIO PARA PRODUÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

RECIFE/2021

DANIEL BARBOSA DA SILVA
FELIPE DIEGO FÉLIX DE LIMA
ICARO GUILHERME RAMOS DE ASSIS
LETHICIA GABRIELLA LIRA BARROS
YAGO BRENO DA SILVA BORBA FREIRE

UTILIZAÇÃO DO URÂNIO PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Artigo apresentado ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Professor Orientador: Esp. Hugo Christian de Oliveira Felix

RECIFE/2021

U89

Utilização do urânio para produção de energia elétrica /
Daniel Barbosa da Silva; Felipe Diego Félix de Lima; Icaro
Guilherme Ramos de Assis; Lethicia Gabriella Lira Ramos; Yago
Breno da Silva Borba Freire. - Recife: O Autor, 2021
20 p.

Orientador: Esp. Hugo Christian de Oliveira Felix

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
Universitário Brasileiro – UNIBRA. Graduação Tecnológica em
Radiologia 2021

1. Combustível. 2. Efeito Estufa. 3. Carvão.
4. Enriquecimento. I. Centro Universitário Brasileiro -
UNIBRA. II. Título.

CDU: 616-073

DANIEL BARBOSA DA SILVA
FELIPE DIEGO FÉLIX DE LIMA
ICARO GUILHERME RAMOS DE ASSIS
LETHICIA GABRIELLA LIRA BARROS
YAGO BRENO DA SILVA BORBA FREIRE

UTILIZAÇÃO DO URÂNIO PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Artigo aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia, pelo Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, por uma comissão examinadora formada pelos seguintes professores:

Esp. Hugo Christian de Oliveira Felix
Professor Orientador

Professor(a) Examinador(a)

Professor(a) Examinador(a)

Recife, _____ de _____ de 2021.

NOTA: _____

*Dedicamos esse trabalho a todos que apoiaram nossa caminhada ao longo do curso
e na vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por permitir que chegássemos até aqui onde estamos. Segundamente aos professores que transmitiram conhecimento o suficiente para que nos tornássemos profissionais qualificados e com total capacidade de ingressar no mercado de trabalho. Em terceiro nossos familiares e amigos que sempre estiveram ao nosso lado, apoiando, incentivando nossa jornada na vida acadêmica. Ao nosso orientador, gostaríamos de agradecer a disponibilidade e o suporte que nos foi dado durante o período da produção do trabalho.

*“A vida me ensinou a nunca desistir
Nem ganhar, nem perder, mas procurar
evoluir.*

*Podem me tirar tudo que tenho, só não
podem me tirar as coisas boas que eu já fiz
pra quem eu amo.”*

(Charlie Brown Jr.)

SUMÁRIO

1- Introdução.....	09
2- Delineamento metodológico.....	11
3- Referencial teórico.....	11
3.1 Fissão nuclear.....	12
3.2 Mineração e extração.....	12
3.3 Conversão.....	13
3.4 Enriquecimento do urânio.....	13
3.5 Elemento combustível e sua fabricação.....	14
3.6 Produção de energia.....	15
3.6.1 Funcionamento.....	15
3.7 Reprocessamento do combustível.....	15
3.8 Rejeitos radioativos.....	16
3.9 Armazenamento.....	16
4- Resultado e discussão.....	17
5- Considerações finais.....	18
6- Referências.....	19

UTILIZAÇÃO DO URÂNIO PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Daniel Barbosa Da Silva

Felipe Diego Félix De Lima

Icaro Guilherme Ramos De Assis

Lethicia Gabriella Lira Barros

Yago Breno Da Silva Borba Freire

Hugo Felix¹

Resumo: Sabendo que o mundo passa por um momento crítico em relação ao efeito estufa, este trabalho visa demonstrar como a utilização do urânio para produzir eletricidade pode ser um meio de energia sustentável visando à diminuição das emissões de carbono no planeta. O artigo foi desenvolvido a partir de uma revisão de artigos publicados por especialistas nas áreas abrangentes ao tema, com critério de artigos mais recentes e com mais conteúdo objetivo relacionado às dificuldades de encontrar fontes de energia limpa. Sabe-se que a energia nuclear pode fornecer energia limpa e forte o suficiente para não dependermos mais de combustíveis fósseis ou de usinas a base de queima de carvão, um dos principais fatores agravantes do efeito estufa. No ponto de vista energético, o urânio é 80 mil vezes mais energético que o carvão, e economicamente, apesar das oscilações do urânio no mercado, ainda continua mais rentável manter uma usina termonuclear comparada a uma usina térmica convencional. Uma das soluções viáveis com base em estudos é o investimento em centrais nucleares pelo mundo, e também, investimentos em relação ao descarte do lixo radioativo gerado no ciclo do combustível nuclear. Administrada corretamente, a energia nuclear é uma das soluções mais viáveis para o planeta e para futuras demandas de energia solicitadas pela humanidade.

Palavras-chave: Combustível, Efeito Estufa, Carvão, Enriquecimento.

¹ Docente da UNIBRA. Esp. em Gestão Educacional. E-mail: prof.hugo@outlook.com

1 INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais a energia é algo totalmente essencial para a humanidade. Qualquer tipo de energia, seja ela solar, considerada uma energia primária, ou a energia dos ventos, que nos tempos antigos era utilizada para movimentar moinhos, através da conversão da energia eólica em energia mecânica, sendo usada para moer grãos e bombear água (SANTOS, 2008).

Existem algumas formas para se obter energia, sendo elas vindas do petróleo, fissão nuclear, usinas termoelétricas, hidroelétricas, e outros métodos. Porém existe um grande problema com a liberação de grandes quantidades de CO₂, esse gás é responsável pelo maior problema do século XXI, o efeito estufa, que vem crescendo desproporcionalmente e acarretando vários problemas a humanidade (OLIVEIRA, 2016).

Tendo em vista que o efeito estufa vem crescendo aceleradamente, juntamente com os prejuízos ao meio ambiente, é necessário optar pela procura de outros tipos de fontes energéticas que produzem menos poluentes, uma dessas formas é a energia nuclear, com maior ênfase neste trabalho. Nos anos de 1984, a energia nuclear era a segunda maior fonte de energia ou de geração de eletricidade, ficando atrás apenas para o carvão. Naquele momento, 14% da energia produzida nos Estados Unidos eram produzidas por reatores nucleares (CARDOSO, 2011).

Por ser mais energética que as outras fontes de energia, a energia nuclear com apenas uma pastilha de urânio, é capaz de produzir a mesma energia que 810 kg de carvão mineral, entretanto o maior problema da energia nuclear está relacionado ao armazenamento do resíduo nuclear, devido à radiação emitida desse resíduo nuclear, o mesmo não pode entrar em contato com meio ambiente e a população. Por isso se faz necessário encontrar um lugar seguro para armazenar esse resíduo. Segundo a IEA (Agência Internacional De Energia) em 2002 a produção de energia global era dividida em: 34,9% petróleo, 23,5% carvão mineral, 21,2% gás natural, 10,9% energias renováveis, 6,8% energia nuclear, 2,2% energia hidráulica e 0,5% outros métodos de produção (geotérmica, solar, térmica, etc...) (TEXEIRA, 2007).

Em relação ao efeito estufa, onde o principal agente causador é o CO₂, que é facilmente produzido por centrais de produção de energia a base de queima de combustíveis, por exemplo, a termoelétrica, onde o principal objetivo é a queima de combustíveis e gases, além de cascas de vegetais e plantas. Já nas usinas

nucleares, a liberação de CO₂ é quase nula (0,4%), já que o vapor gerado nas torres é puramente água em estado gasoso. Água essa que não tem nenhum tipo de contaminação radioativa, justamente pelo fato de haver a separação da água em vários setores na usina, sendo chamados de circuitos. Sabe-se que o urânio contém potencial energético maior que o carvão, em relação à proporção, o urânio é 80 mil vezes mais energético que o carvão. Esse potencial pode ser amplamente explorado para produção de energia limpa. Alguns países optam pelo urânio como fonte de energia de seus reatores, já que é um minério encontrado facilmente e de bastante abundância, e, além disso, têm valor comercial considerado baixo em relação aos demais elementos radioativos que podem ser utilizados como combustíveis nucleares (TEXEIRA, 2007).

A Austrália, Canadá, Nigéria, Estados Unidos e a África do Sul são detentores da grande parte explorável economicamente do urânio. Apesar de apenas um quarto do seu território ter sido evidenciado, o Brasil é dono da 6ª reserva mundial. A quantidade de urânio nas minas mais abundantes varia entre 0,1% a quase 1%. Diversas minas de urânio envolve o urânio associado a outros minérios de grande importância. No Brasil, o minério associado ao urânio é o fosfato (TAUHATA et al, 2013).

Tendo em vista que a alguns métodos de geração de energia emitem uma quantidade de poluentes efetivamente grandes, e sabendo que, as atuais condições globais em relação ao efeito estufa são alarmantes, diante disso a alternativa adequada seria a implantação de mais centrais de energia nuclear no mundo, diminuindo a dependência hídrica para produção de energia elétrica, além disso, diminuindo os níveis de queima de combustíveis nas usinas termoelétricas e a produção de CO₂, fator que eleva o agravamento do efeito estufa (SAPUNARU, et al 2014).

Após todos os processos necessários para que o urânio torna-se útil para realizar a fissão nuclear, o urânio é então armazenado na parte interna do reator nuclear, em forma de pastilhas, que são montadas em conjuntos formando assim o elemento combustível. O reator fica responsável por realizar e controlar o processo da fissão, produzindo energia elétrica que é enviada para a população através das redes de distribuição. Futuramente serão necessários maiores investimentos para a energia nuclear no Brasil, garantindo assim uma quantidade maior de produção,

além de diminuir a dependência de outros métodos de geração de energia que aumentam os níveis de CO₂ (HENRIQUE, 2011).

Tendo em vista a atual crise hídrica do Brasil, onde planos de bandeiras mais caras foram criados devido à escassez de água nos reservatórios brasileiros, uma das soluções mais favoráveis é a construção de mais centrais nucleares no Brasil, aumentando e favorecendo uma produção de energia com meios mais limpos e econômicos tanto para o governo, como para a população, que vem sofrendo com as altas tarifas na conta de luz (GALVÃO, 2015).

2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

O presente trabalho foi elaborado a partir de uma revisão de literatura, onde os artigos científicos utilizados foram encontrados em plataformas acadêmicas Scielo e Google acadêmico. Além de material documental presente em agências e instituições federais brasileiras e estrangeiras. Os critérios de exclusão de artigos tiveram como a avaliação de artigos mais recentes, devido à escassez de artigos nas bases de dados relacionadas ao tema do trabalho. O total de 16 artigos foram encontrados, entretanto, apenas onze foram utilizados, destes, apenas três artigos eram da língua inglesa. Além da utilização de apostilas encontradas no site da CNEN e na IAEA. Alguns destes artigos foram selecionados a partir de critérios de informação e data, já que os artigos não são recentes, optamos pelos mais recentes, maior quantidade de conteúdo e maior relevância no contexto de energia limpa e produção de energia elétrica. A pesquisa foi elaborada no período de Agosto de 2021 à Novembro de 2021.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Com ênfase na proteção do meio ambiente fica evidente a necessidade de utilizar fontes energéticas que não emitem gases contribuintes ao efeito estufa. Uma das alternativas é a energia nuclear para gerar eletricidade. Acredita-se que cerca de 16% das emissões de CO₂ são relacionadas à produção de eletricidade, os valores podem aumentar em países desenvolvidos e mais industrializados (TEXEIRA, 2007).

A necessidade de se produzir eletricidade está relacionada à dependência de combustíveis fósseis, o carvão 39%, o gás 17% e o óleo 8%. Usinas hidroelétricas e nucleares correspondem a 17% e 16% gerados no processo. Falando sobre fontes renováveis a utilização desses meios é mínima. É evidente que a demanda de

combustíveis fósseis só irá aumentar com o passar do tempo, de certa forma, isso acarretará prejuízos à humanidade e ao planeta terra. Sabendo que, o carvão tem a capacidade de liberar duas vezes mais CO₂ que o óleo e o gás. Entretanto as usinas hidroelétricas, nucleares e fontes renováveis produzem bem menos CO₂ que o carvão. Comparada ao carvão, a energia nuclear produz 0,4% do total gerado pelo carvão (TEXEIRA, 2007).

3.1 FISSÃO NUCLEAR

A fissão nuclear é a divisão de um átomo, esse átomo é bombardeado por nêutrons, após o bombardeamento do núcleo, o átomo se divide, gerando mais dois núcleos e mais três nêutrons. O resultado da fissão nuclear é uma grande liberação de calor, que é aproveitada dentro do reator para ferver a água. Podemos dividir a fissão nuclear em dois tipos de reações em cadeia: Controlada e não controlada. No caso dos reatores nucleares, a reação em cadeia é controlada através das hastes de controle e dos moderadores. As barras de controle têm a função de regular a potência gerada no reator, regulando a absorção de nêutrons. De maneira geral, é um elemento essencial para a segurança do reator, sem a presença das barras de controle, o reator teria uma potência incontrolável. E as reações não controladas, têm como objetivo alcançar o máximo do poder da fissão, liberando uma grande quantidade de calor, por exemplo, em bombas nucleares (CARDOSO, 2011).

3.2 MINERAÇÃO E EXTRAÇÃO

O urânio é um mineral de variada abundância no planeta. Tem uma vasta aplicabilidade sendo alguns exemplos a blindagem, produção de projéteis e a produção de energia elétrica, através da fissão nuclear. Para produzir energia é necessário elevar as concentrações de urânio 235 presentes no urânio 238. Aumentando a concentração de 0,7% para 3 à 5%. Esse aumento eleva a capacidade do urânio realizar a fissão (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2002).

Com intuito de avaliar os diversos fatores que influenciam a extração e mineração do urânio, é necessário preparar uma série de estudos relacionados principalmente à proteção do meio ambiente e da população. Os fatores podem variar também com o tipo de tecnologia utilizada para a extração, o tipo de minério no qual o urânio encontra-se associado e o local de extração (HENRIQUE, 2011).

Existem dois tipos de mineração para o urânio, em minas subterrâneas e a céu aberto. Aqui no Brasil a primeira jazida produtiva, que se localiza em Poço de Caldas, começou com a mineração subterrânea e passou a ser a céu aberto. A extração do urânio, em relação a valores, varia de acordo com o tipo de minério a qual o encontra associado. No Brasil o minério associado ao urânio é o fosfato (TAUHATA et al, 2013).

Para facilitar a ação de produtos químicos, o urânio deve ser moído. Esse processo é chamado de lixiviação, que consiste na utilização de ácidos para, enfim, extrair a parte aproveitável do urânio. Uma solução é obtida desse processo, denominada de licor, em seguida, é necessário passar por uma etapa de purificação química. O resultado final desta purificação é uma concentração de urânio, sólido, com uma tonalidade amarelada que é chamada de “Yellow-Cake”. Esse concentrado tem cerca de 70% do urânio presente no minério (HENRIQUE, 2011).

Entretanto, a mineração do urânio pode oferecer alguns riscos à saúde e ao meio ambiente. Um exemplo bem comum é a intoxicação de lençóis freáticos e intoxicação aos habitantes de cidades próximas as minas e aos mineradores em casos de minas subterrâneas devido à alta taxa de radônio, um gás altamente tóxico e radioativo produto do decaimento de radioisótopos encontrados na mina (DE PAULA, 2020).

3.3 CONVERSÃO

Após o “Yellow-Cake” passar por todas as etapas necessárias, esse material deve ser enviado para uma planta de conversão, nessa fase, o óxido de urânio é convertido para hexafluoreto de urânio (UF_6). Essa substância obtida é sólida em temperatura ambiente, entretanto, se aquecida a uma temperatura de $64^\circ C$, passa para o estado gasoso facilmente. No final da etapa da conversão, o material começa a ser preparado para dar início ao enriquecimento. (SANTOS. 2008).

3.4 ENRIQUECIMENTO DO URÂNIO

O enriquecimento do urânio é um dos processos principais do ciclo do combustível nuclear. Enriquecer o urânio significa aumentar as concentrações isotópicas de urânio existentes na natureza, sendo assim, elevando a porcentagem

de urânio ^{235}U a um nível que fique ideal para realizar as reações em cadeia. Em relação a números, é necessário elevar cerca de 3,5% a 5,0% as concentrações para uso em reatores nucleares, 20% para submarinos e acima de 90% para uso armamentista (MAKHIJANI, 2004).

No Brasil o método utilizado para enriquecer o urânio é a ultracentrifugação gasosa, sendo o Brasil um dos oito países que dominam esta técnica de enriquecimento. Essa tecnologia consiste em manter o hexafluoreto de urânio em estado gasoso, utilizando meios de pressão e temperatura, para que seja centrifugado em velocidades altíssimas. A parte mais densa do gás, sendo também a parte mais pobre com relação a quantidade de isótopos de ^{235}U , é encontrada nas regiões inferiores das centrífugas, portanto a fração mais rica desse gás é encontrada nas regiões superiores, concretizando assim o objetivo de elevar as concentrações do ^{235}U . É necessário que essa tecnologia envolva uma série de centrífugas, pois somente uma não seria suficiente para elevar as concentrações. Um conjunto de centrífugas é chamado de cascatas, que trabalham em conjunto para enriquecer o urânio. No processo de enriquecimento, não só o urânio enriquecido, mas também é gerado o urânio empobrecido. Por ter uma alta densidade, pode ser usado como blindagem para a radiação gama e nas indústrias militares, para produção de projéteis e blindagem de tanques (HENRIQUE, 2011).

3.5 ELEMENTO COMBUSTÍVEL E SUA FABRICAÇÃO

Após completar a etapa do enriquecimento, o urânio ainda precisa passar por mais um processo antes de ser enviado para dar início a montagem do elemento combustível. Este processo é chamado de reconversão, que transforma o hexafluoreto de urânio em dióxido de urânio em forma de pó, com coloração cinza metálica (CARDOSO, 2011).

Este pó necessita ser comprimido em pastilhas de formato cilíndrico, que logo em seguida, serão cozidas em um forno especial que obtém temperaturas de 1700 °C. Posteriormente, as pastilhas são organizadas e passam por um controle de qualidade, por exemplo medições a laser, que detectam se as pastilhas estão com as medidas compatíveis e com densidade ideal para se submeter às condições de trabalho do reator (HENRIQUE, 2011).

Com todos os testes realizados e aprovados, as pastilhas são montadas em conjuntos dentro de um tubo de liga metálica feito de um material denominado de zircaloy. Esses tubos também podem ser chamados de varetas, eles são montados

em conjuntos e são sustentados pelos “assemblers” ou grades de sustentação, que formam cada conjunto do elemento combustível. Em Angra 1 o reator possui 121 elementos combustíveis e em Angra 2, 193 elementos combustíveis (TAUHATA et al, 2013).

3.6 PRODUÇÃO DE ENERGIA

Para uma melhor compreensão, é necessário diferenciar uma usina nuclear de uma usina térmica convencional. Enquanto a principal diferença entre ambas, a principal é a fonte de calor. As usinas térmicas convencionais queimam óleo, carvão ou gás em suas caldeiras, em contramão as usinas nucleares utilizam o poder energético da fissão dos átomos de urânio, que aquece a água da região interna do reator (CARDOSO, 2011).

3.6.1 FUNCIONAMENTO

O funcionamento de usinas nucleares tem como objetivo resfriar o núcleo do reator por via de circuitos fechados que carregam água dentro de si, água altamente pressurizada. A água que fica dentro do reator é chamada de circuito primário. A água do circuito primário é aquecida através do calor emitido da fissão nuclear, em seguida, passa por um trocador de calor (gerador de vapor) que tem a função de aquecer e evaporar a água do circuito secundário. O valor obtido aciona as turbinas que irão se movimentar, ativando o gerador elétrico. Para que a água do circuito secundário seja reaproveitada (já que não possui nenhum tipo de contaminação) ela ainda em estado de vapor, passa por um condensador, que tem como objetivo trazer a água para o estado líquido novamente. O condensador é resfriado pela torre de resfriamento, que também vai conduzir a água de volta para o circuito secundário. E por fim, a energia que foi produzida durante esse processo é enviada para a população através das redes de distribuição (CARDOSO, 2011).

3.7 REPROCESSAMENTO DO COMBUSTÍVEL

Ao chegar próximo do término do tempo útil do combustível do reator, é realizada uma vistoria para saber o estado em que se encontra o combustível que foi utilizado no reator. Mesmo contendo material físsil, esse combustível pode ser reaproveitado para gerar novos combustíveis. O reprocessamento do combustível constitui-se em dissolver o material, separando a parte útil da parte que deve ser descartada, chamada de rejeito. Esse material é enviado para as fábricas de

reprocessamento e posteriormente, passam por todas as etapas até que sejam viáveis para reutilização (TAUHATA et al, 2013).

3.8 REJEITOS RADIOATIVOS

Os materiais que foram produzidos ou utilizados em todas as fases do ciclo do combustível nuclear são chamados de rejeitos. Em quase todas as fases existe a produção de material contaminado, por exemplo, roupas, luvas, equipamentos ETC... Esses materiais são classificados como rejeitos de baixa ou média atividade. Existem também os rejeitos da mineração do urânio, e a liberação de radônio na atmosfera. A maior preocupação com o rejeito produzido na mineração é a contaminação do meio ambiente. Os rejeitos de media/alta atividade são encontrados no reprocessamento do combustível que foi queimado dentro do reator (HENRIQUE, 2011).

3.9 Armazenamento

Existem dois tipos de estocagem dos rejeitos: Provisória e permanente. A estocagem provisória consiste em armazenar na própria instalação nuclear, os rejeitos produzidos pela usina. Além de haver uma verificação do armazenamento, da refrigeração e a inspeção dos materiais radioativos que foram liberados dos elementos combustíveis que apresentaram problemas. Os rejeitos podem ser armazenados em piscinas ou em tanques especiais. Sobre a estocagem permanente, ainda é um método que vem sendo estudado, pois precisa ser analisada uma série de fatores relacionados ao meio ambiente. Por exemplo, um lugar ideal para a estocagem definitiva de rejeitos, que fique livre de acesso humano, além de não haver passagem de lençóis freáticos. Os Estados Unidos planejam utilizar o Repositório Geológico de Yucca Mountain, que é um complexo de montanhas, localizados em terras do governo dos Estados Unidos. No período da guerra fria, eram realizados testes de armamento nuclear no subterrâneo e na superfície. Por ser um local de região montanhosa, livre de acesso de pessoas e com pouca existência de água, seria o lugar ideal para armazenar o lixo radioativo produzido pelos Estados Unidos, entretanto, são realizados testes para realmente comprovar a eficácia do local. Outros países tendem a optar por armazenamento em fossas oceânicas, armazenando os rejeitos em contêineres e os enviando a grandes profundidades. Existem pesquisas que desejam enviar os rejeitos ao espaço através de foguetes carregados (HENRIQUE, 2011.)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que na maioria dos artigos revisados, os autores deixam evidente que o uso do urânio juntamente com a energia nuclear deve ser amplamente utilizada e aprimorada no mundo. Por ser uma fonte de energia livre de gases que induzem o efeito estufa e por sua rentabilidade. Acredita-se que futuramente a energia nuclear será de grande importância para o cenário energético mundial, e vários países têm aumentado suas plantas nucleares para diminuir cada vez mais os gastos com métodos de energias não econômicas. Especialistas acreditam que até 2030, no Brasil, serão construídas novas centrais nucleares, com uma média de oito usinas. E graças à quantidade abundante de urânio existente na terra, os Estados Unidos, Rússia e Brasil são um dos principais países a se desenvolverem cada vez mais no ramo energético nuclear. Principalmente o Brasil, que até os dias atuais, teve apenas 25% de seu território prospectado (TEXEIRA, 2007).

E em relação à produção do lixo ou rejeito nuclear, necessita de propostas e opções para que esse problema seja minimizado. Temos exemplos notórios da má administração dos rejeitos, um exemplo infeliz, é a tragédia do Césio-137, ocorrido em Goiânia, juntamente com o maior acidente nuclear em usinas, Chernobyl. Soluções ideais para o resíduo gerado no ciclo do combustível nuclear é o armazenamento na própria instalação, para que possa ser supervisionado, até que seja possível ser descartado de maneira segura. Uma das opções é o descarte em contêineres, blindado. Que devem ser armazenados em locais distante da população, sem presença de água ou qualquer outro meio de contaminação possível. O armazenamento pode variar entre 50 à 300 anos, com intuito de reduzir ao Máximo a atividade dos resíduos (BASSOS. et al, 2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido às condições na qual o planeta se encontra questões climáticas, efeito estufa, temperatura da terra aumentando, alguns países se prontificaram em realizar uma conferência (COP-26) para traçar soluções que consigam retardar esses efeitos ao planeta terra. A Agência Internacional De Energia Atômica (IAEA) levou a energia atômica como um ponto forte e aliado para reduzir os índices de emissões de carbono na atmosfera, sabendo que 16% das emissões estão relacionadas a produção de energia, a energia nuclear é um ponto forte a ser investido para que futuramente possa progredir de maneira que ajude o planeta a sair dessa zona de criticalidade na qual se encontra.

Considerando que a energia nuclear será bastante requisitada com o passar dos anos, devido à demanda populacional requererem mais eletricidade, é uma ótima alternativa visando diminuir a utilização de fontes energéticas poluentes, acarretando a diminuição do efeito estufa, correlacionando também aos níveis de CO₂. A utilização de meios de captação e produção de energia, por exemplo, solar e eólico, não tem garantia suficiente de atender a demanda requisitada pela população, mesmo sendo métodos totalmente viáveis em relação ao meio ambiente, existe a problemática de que o sol não brilha o tempo todo, e o evento pode não ser constante. Segundo alguns autores, se substituirmos uma usina de carvão por uma nuclear, evitaria a queima de 2,5 milhões de toneladas de carvão. E de contrapartida produzindo a mesma quantidade de eletricidade.

Todo o processo que envolve o urânio e a produção de eletricidade é complexo e demanda tecnologia e pessoal preparado para trabalhar com total capacidade e qualidade possível.

Sabendo que são necessárias ações em conjuntos com o governo, tomando iniciativas de investir em criações de mais centrais nucleares, desenvolvimento de pesquisas em prol dos rejeitos radioativos e seu armazenamento, além de promover a conscientização de que a energia nuclear é um método seguro, eficaz e economicamente falando, de alta rentabilidade e atrelado ao fator de que o Brasil é detentor da 6^o maior reserva mundial de urânio e ainda pode ser amplamente explorado para o benefício energético do país e do mundo.

REFERÊNCIAS

BASSOS, et al. **O risco do descarte inadequado de material radioativo no meio ambiente: a tragédia do césio 137.** 2018. Disponível em <http://conpedi.danilolr.info/publicacoes/34q12098/35408138/Hn39NFux178pq99h.pdf>

Acessado em Outubro de 2021.

CARDOSO, Eliezer de Moura. **Apostila educativa aplicações da energia nuclear,** CNEN. 2011. Disponível em <http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf>

Acessado em Agosto de 2021.

ELETROBRAS. **Energia Nuclear no Brasil.** Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/Saibamais/Perguntasfrequentes/EnergiaNuclearnoBrasil.asp> Acessado em Setembro de 2021.

GALVÃO, J. BERMANN, C. **Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas.** 2015. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ea/a/vkWLM6pfvzMGj8NxysXHbZm/?lang=pt> Acessado em Outubro de 2021

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA. **Analysis of Uranium Supply to 2050.** 2001. Disponível em

https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1104_scr.pdf

Acessado em Outubro de 2021.

MAKHIJAN, A. **URANIUM ENRICHMENT Just Plain Facts to Fuel an Informed Debate on Nuclear Proliferation and Nuclear Power.** 2004. Disponível em <https://ieer.org/wp/wp-content/uploads/2004/10/enrichment.pdf> Acessado em Setembro de 2021.

OLIVEIRA, et al. **Artigo Energia nuclear: vantagens e desvantagens.** 2016. Disponível em <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/7666/2/EnergiaNuclear.pdf> Acessado em Agosto de 2021.

SANTOS. **Descomissionamento de uma usina de produção de hexafluoreto de urânio.** 2008. Disponível em http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Ivan%20Santos_D.pdf Acessado em Outubro de 2021.

SILVA, P.H.P. **Processo de beneficiamento do urânio visando a produção de energia elétrica** 2011. Disponível em

<https://www.coursehero.com/file/93995740/paulo-henrique-pereira-silvapdf/>

Acessado em Agosto de 2021.

SAPUNARU, et al. **Por que Devemos Investir em Energia Nuclear ?** 2014. Disponível em <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/download/18491/pdf>

Acessado em Outubro de 2021.

TAUHATA, et al. **Apostila radioproteção e dosimetria: fundamento.** CNEN. 2013. Disponível em https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/073/45073465.pdf Acessado em Agosto de 2021.

TABAK, John. **Nuclear energy. Energy and the environment.** 2009. Disponível em <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dR6kVq146wgC&oi=fnd&pg=PT5&dq=TABAK,+John.+Nuclear+energy.Energy+and+the+environment.&ots=VBslccuMv&sig=dpHYsHUqoL3mBfbhhKWmqbo2tzk#v=onepage&q=TABAK%20John.%20Nuclear%20energy.%20Energy%20and%20the%20environment.&f=false> Acessado em Outubro de 2021.

TEXEIRA, A. **O futuro da energia nuclear.** 2007. Disponível em REVISTA USP, São Paulo, n.76, p. 34-43, dezembro/fevereiro 2007-2008.