

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA
RÚBIA CRISTINA PONTES DA SILVA

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA ENERGIA NUCLEAR COMPARADA
A ENERGIA HIDRÁULICA**

FORMIGA – MG
2018

RÚBIA CRISTINA PONTES DA SILVA

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA ENERGIA NUCLEAR COMPARADA A
ENERGIA HIDRÁULICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Química do UNIFOR-MG, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Química.
Orientador: Emerson Paulino dos Reis.

FORMIGA – MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UNIFOR-MG

S586 Silva, Rúbia Cristina Pontes da.
Impactos ambientais causados pela energia nuclear comparada a energia
hidráulica / Rúbia Cristina Pontes da Silva. – 2018.
27 f.

Orientador: Emerson Paulino dos Reis.
Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Centro
Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2018.

1. Impactos ambientais. 2. Energia hidráulica. 3. Energia nuclear.
I. Título.

CDD 621.48

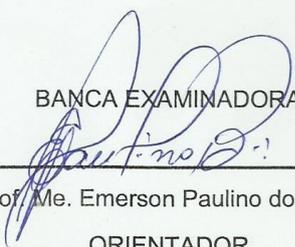
Catalogação elaborada na fonte pela bibliotecária
Regina Célia Reis Ribeiro – CRB 6-1362

RÚBIA CRISTINA PONTES DA SILVA

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA ENERGIA NUCLEAR
COMPARADA A ENERGIA HIDRÁULICA

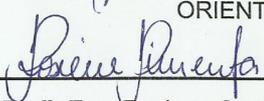
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Química do UNIFOR-MG, como
requisito parcial para obtenção do título
de bacharel em Engenharia Química.

BANCA EXAMINADORA



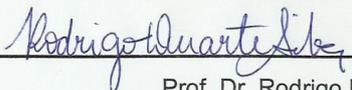
Prof. Me. Emerson Paulino dos Reis

ORIENTADOR



Profª. Esp. Rosiene Gonzaga de Jesus Pimenta

UNIFOR - MG



Prof. Dr. Rodrigo Duarte Silva

UNIFOR - MG

Formiga, 9 de novembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

Ao meu orientador Professor Me. Emerson Paulino dos Reis pela orientação acadêmica.

Aos meus pais Roberto e Alila, por dedicarem parte de suas vidas à minha formação profissional.

Ao meu namorado pela paciência e incentivo.

As minhas irmãs Roberta e Lilian, pelo companheirismo e apoio.

As minhas colegas de sala, pelas alegrias e tristezas compartilhadas.

A todos aqueles que diretamente ou indiretamente colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A energia, com suas variadas formas, é indispensável para a sobrevivência do ser humano. E por mais que o homem precise da energia elétrica, ele precisa encontrar formas para que a geração de energia não degrade tanto ao meio ambiente. O presente trabalho visa comparar os impactos ambientais da energia nuclear com relação à energia hidráulica bem como suas vantagens e desvantagens com a finalidade de compreender qual a melhor alternativa a ser aplicada atualmente. A energia hidráulica é uma das maiores fontes renováveis de energia, correspondendo à boa parte da produção de energia entre todas as fontes renováveis de energia no mundo. Diante do aumento pela busca mundial de energia, a energia nuclear é cada vez mais vista como a forma de gerar energia contendo a emissão de gases do efeito estufa. Atualmente ambas se tornam relevantes na produção de energia elétrica e seu estudo se torna pertinente ao tratar dos impactos ambientais causados pelas mesmas. Ao comparar a relação entre a energia hidráulica e a energia nuclear na questão ambiental é possível perceber que a energia nuclear degrada em menor quantidade os recursos naturais do que a usina hidrelétrica.

Palavras-chaves: Impacto ambientais. Energia hidráulica. Energia nuclear.

ABSTRACT

Energy, in its multiple forms, is indispensable for the survival of the human being. And as much as man needs the electrical energy, he needs to find ways so that the generation of energy does not degrade so much to the environment. This paper aims to compare the environmental impacts of nuclear energy with respect to hydropower as well as its advantages and disadvantages in order to understand the best alternative to be applied nowadays. Hydropower is one of the largest renewable energy sources, accounting for much of the energy production of all renewable energy sources around the world. With the massive search for energy, nuclear energy is increasingly seen as the way to generate energy preventing the emission of greenhouse gases. Currently both become relevant in the production of electric energy and their study becomes relevant when dealing with the environmental impacts caused by them. By comparing the relations between hydropower and nuclear energy in the environmental issue, it is possible to notice that nuclear energy degrades the natural resources in less quantity than the hydroelectric plant.

Key words: Environmental impacts, nuclear energy, hydraulic energy

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática de uma usina hidrelétrica	15
Figura 2 - Representação esquemática de uma usina nuclear.....	19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação da usina hidrelétrica com relação à usina nuclear..... 25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Energia hidrelétrica	13
2.1.1	Matriz energética	13
2.1.2	Estrutura de uma usina hidrelétrica.....	14
2.1.3	Cenário hidrelétrico do Brasil.....	15
2.1.4	Impactos ambientais na usina hidrelétrica.....	16
2.1.5	Vantagens e desvantagens nas usinas hidrelétricas	17
2.2	Energia nuclear	17
2.2.1	Estrutura de uma usina nuclear	18
2.2.2	Impactos ambientais na usina nuclear	19
2.2.3	Energia nuclear no Brasil.....	20
2.2.4	Matriz energética	20
3	METODOLOGIA.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4.1	A usina hidrelétrica.....	22
4.2	A usina nuclear	23
4.3	Análise comparativa da geração de energia por ambas as fontes	24
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A energia, com suas variadas formas, é indispensável para a sobrevivência do ser humano, e mais do que sobreviver o homem procurou sempre descobrir novas fontes e formas alternativas de adaptação ao meio ambiente em que se vive. Em termos de suprimento energético, a eletricidade se tornou-se umas das formas mais convenientes de energia, tornando-se um recurso indispensável para o desenvolvimento socioeconômico de muitos países (ANEEL,2002).

A participação das usinas hidráulicas na matriz elétrica brasileira torna o sistema elétrico brasileiro singular no que refere-se aos aspectos de impactos ambientais e emissões de gases de efeito estufa. Contudo, a hidroeletricidade, está sujeita à interferência de fatores climáticos de forma que a energia armazenada em períodos de seca pode atingir valores críticos sob o ponto de vista de segurança energética (ANEEL, 2005).

Diante do aumento da demanda mundial por energia e do preço do petróleo, a energia nuclear é vista como a resposta para conter a emissão de gases do efeito estufa e diminuir nossa dependência de combustíveis fósseis. Infelizmente as usinas nucleares estão longe de ser tão corretas quanto parecem (SOVACOOOL, 2012).

A preocupação com os impactos ambientais vem da conscientização de que a vida na terra necessita dos recursos naturais para se manter em equilíbrio. Por mais que o homem precise da energia elétrica, ele precisa encontrar formas para que a geração de energia não degrade tanto ao meio ambiente (INATOMI; UDAETA, 2018).

As usinas hidráulicas interferem muito ao meio ambiente devido a construção de represas, que pode causar impactos ambientais na hidrologia, clima, erosão e assoreamento, sismologia, flora, fauna e alteração da paisagem(INATOMI; UDAETA, 2018).

Das formas utilizadas para produção de energia, a usina nuclear é uma das menos agressivas ao meio ambiente. Mesmo assim, a possibilidade da unidade provocar impacto socioambiental é um dos aspectos mais controversos de sua construção e operação. Porém ainda não conseguiu encontrar uma solução para os dejetos radioativos que são os elementos mais perigosos no processo de produção da energia nuclear (ANEEL,2008).

Assim, o presente trabalho se justifica, tanto pelo aspecto social quanto pelo aspecto ambiental, pelo fato de que a partir do momento que se procura preservar os recursos advindos da natureza são encontradas diversas vantagens e se proporciona uma melhor maneira de relacionar o ser humano com o ambiente em que vive.

Ao considerar que a energia nuclear é uma alternativa viável na produção de energia elétrica de maneira sustentável, o que se torna relevante na conservação e preservação do meio ambiente, é pertinente fazer a compreensão da mesma com relação à produção de energia por meio dos recursos hídricos, bem como analisar os benefícios e malefícios trazidos por essas fontes.

Ou seja, estudar a comparação entre a energia hidráulica e a energia nuclear é relevante em termos acadêmicos na medida em que visa ampliar as argumentações sobre o assunto, levando as questões levantadas a constituir lacunas para futuras pesquisas acadêmicas e tendo em vista que não há abordagem da questão utilizando o ponto de vista das vantagens e desvantagens encontradas tanto na energia hidráulica quanto na energia nuclear para analisar qual a melhor maneira de produzir energia elétrica comprometendo o mínimo do meio ambiente.

Dentro desse contexto, e partindo-se do pressuposto que a energia nuclear pode se tornar uma alternativa viável no processo de geração de energia elétrica, o presente trabalho tem como objetivo comparar os impactos ambientais da energia nuclear com relação à energia hidráulica bem como suas vantagens e desvantagens com a finalidade de compreender qual a melhor alternativa a ser aplicada atualmente.

2 REFERENCIAL TÉORICO

O presente trabalho abordará os conceitos envolventes à geração de energia elétrica tanto pela usina hidrelétrica, quanto pela usina nuclear. Também serão expressos os aspectos relacionados à matriz energética e a estrutura necessária para a operação de cada uma. E, para alcançar o objetivo do trabalho, serão apresentadas as vantagens e as desvantagens relacionadas aos impactos ambientais causados por ambas.

2.1 Energia hidrelétrica

A energia hidrelétrica é uma das maiores fontes renováveis de energia, correspondendo à boa parte da produção de energia entre todas as fontes renováveis de energia no mundo, além de ser explorada em diversos países, principalmente os que possuem a água como recurso abundante, como é o caso do Brasil (VICHI; MANSOR, 2009).

As usinas hidráulicas foram difundidas no Brasil como a melhor e a forma mais viável de se produzir energia elétrica. Porém como a instalação de usinas hidrelétricas é uma obra de grande amplitude, pode gerar impactos ambientais a região onde essas usina são instaladas (BORTOLETO,2001).

Além de que, essa energia é executada pela exploração do fluxo das águas em uma usina na qual as obras civis são tão ou mais importantes que os equipamentos instalados. Essas obras envolvem tanto quanto a construção da usina quanto o desvio do rio e a formação do reservatório (ANEEL, 2008).

2.1.1 Matriz energética

Tanto as matrizes energéticas do Brasil quanto a de outros blocos do mundo passaram a apresentar alterações significativas na estrutura. No Brasil houve a percepção de um forte aumento na participação da energia hidráulica, da bioenergia líquida e do gás natural. Já no bloco da organização para a cooperação e desenvolvimento econômico (OCDE), houve forte incremento da energia nuclear, e

do gás natural. Em termos de presença de fontes renováveis na matriz de energia, é notável a vantagem do Brasil, registrando 39,4% de participação em 2014, contra 9,8% da OCDE e 16,2% dos outros países. O mundo fica com um indicador médio de 13,8% (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

Em 2014 a OIE (Oferta Interna de Energia) atingiu o valor de 305,6 milhões de tep, ou Mtep (toneladas equivalentes de petróleo) alcançando assim, um índice superior ao encontrado em 2013. Esse expressivo aumento da oferta interna de energia (OIE), teve como principais indutores a expansão de 19% nas perdas térmicas devidas à geração termelétrica pública e de autoprodutores, também o aumento de 6,2% no consumo do transporte de veículos leves e de 9,8% na produção de celulose, além de expansão de 6,0% no consumo residencial e comercial de eletricidade e de 5% no consumo de energia do setor energético. Dessa forma, as fontes renováveis passaram a apresentar uma participação de 39,4% na demanda total de energia de 2014, contra os 40,4% verificados em 2013 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

A energia hidráulica, diferente das demais fontes renováveis, representa uma significativa parcela da matriz energética. Desde o início do primeiro milênio, a água já era usada como recurso energético. O Brasil possui uma grande fartura de recurso hídrico, e passou a aproveitar esse recurso em grande escala. Porém a matriz energética não se pode desconsiderar o impacto ambiental que esse tipo de energia provoca, principalmente no Brasil (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

O país possui diversas usinas com reservatórios, da qual suas construções e operações têm provocado impactos tanto sociais quanto ambientais ao país. Em 2016, a capacidade instalada (CI) de geração elétrica encontrada no Brasil atingiu o valor de 150,4 GW (80,6% de renováveis), com 9,5 GW de expansão com relação ao ano anterior. Já a potência obtida foi de 96,9 GW de hidráulica (64,5% do total), seguida de 14 GW de biomassa (9,3%). Ao considerar a importação, no montante de 5,9 GW, a oferta total de potência atingiu o valor de 156,3 GW (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017).

2.1.2 Estrutura de uma usina hidrelétrica

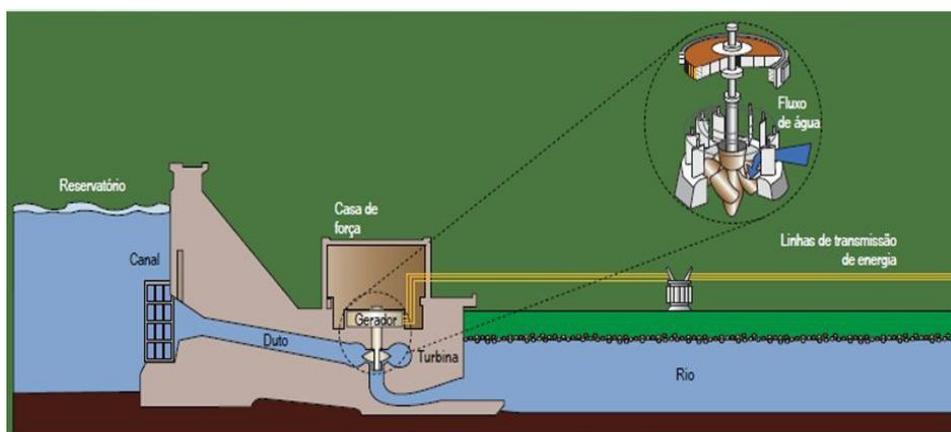
Para a produção da energia hidráulica, a usina é formada pelo sistema de captação e adução de água, pela casa de força e vertedouro e pela barragem, que

operam em conjunto. A barragem tem como função, interromper o curso normal da água, formando um reservatório onde a água será armazenada(ANEEL, 2008).

Os sistemas de captação e adução de água, são constituídos por tuneis, canais ou condutos metálicos que levam a água até a casa de força. Nesta casa de força ficam as turbinas, constituídas por uma série de pás ligadas a um eixo, que está conectado a um gerador. Durante o movimento giratório, as turbinas transformam a energia cinética, originada do movimento das águas em energia elétrica, por meio dos geradores. Depois desse processo a água é devolvida ao leito natural do rio (ANEEL, 2008).

Já o vertedouro tem a finalidade de permitir a saída da água quando os reservatórios estiverem com os níveis acima do desejado. Uma das razões para a sua abertura é o excesso de chuva ou de vazão. Em épocas de chuvas a abertura do vertedouro é realizada para evitar enchentes nas proximidades da usina.Vê-se por meio da FIG.1, uma representação esquemática de uma usina hidrelétrica.

Figura 1 - Representação esquemática de uma usina hidrelétrica



Fonte:ANEEL, 2008, p. 50.

2.1.3 Cenário hidrelétrico do Brasil

A água é responsável pela vida no planeta, sendo essencial para o ser humano e para a sobrevivência das espécies animais e vegetais na terra. No setor energético a água é utilizada na geração de energia elétrica. Nas usinas hidrelétricas a água é utilizada para movimentar as turbinas hidráulicas. O Brasil dispõe de um grande potencial hídrico, por isso a sua maior parte de energia elétrica gerada, é a partir desse tipo de aproveitamento(REIS; FADIGAS; CARVALHO,2012).

E, por apresentar esse grande potencial, o Brasil pode ser considerado um país favorecido por recursos naturais que se transformam em fontes de produção de energia entre outros fatores, porque reduz a necessidade do abastecimento externo e aumenta a segurança ao fornecimento de um serviço vital ao desenvolvimento social e econômico(ANEEL, 2008).

No caso dos potenciais hídricos, esses argumentos bons somam-se ao baixo custo do abastecimento na comparação com outras fontes e o fato das usinas hidrelétricas não emitirem a emissão de gases causadores do efeito estufa (ANEEL, 2008).

2.1.4 Impactos ambientais na usina hidrelétrica

As obras para a construção de usinas hidrelétricas geram alguns impactos sobre o meio ambiente, que são verificados ao longo do tempo. Os impactos mais relevantes ocorrem na fase da construção e operação da usina (SOUSA,2000).

Os impactos físicos mais comuns são a diminuição da correnteza do rio, e consequente alteração da atividade do ambiente aquático. A temperatura do rio também é afetada, onde no fundo do lago a temperatura é mais baixa, já na superfície a temperatura fica mais alta (SOUSA,2000).

Os impactos biológicos, estão relacionados a barreira física representada pela barragem para as espécies aquáticas. A barragem impede ou pode até dificultar a piracema das espécies de peixes. Esses impactos afetam a biodiversidade do rio (SOUSA, 2000).

Outro impacto que a energia de origem hidráulica pode causar é a alteração do ecossistema aquático por causa da criação de reservatórios. Estes alteram o fluxo natural das águas, sua turbulência, turbidez, velocidade. Além disso pode aumentar a presença de gás metano por causa da decomposição da madeira que fica submersa, provocando um excesso de nutrientes, seja pela decomposição da matéria orgânica, pela erosão do solo ou irrigação. Esse excesso de nutrientes aumenta o efeito da eutrofização, provocando o aparecimento de algas e outros vegetais aquáticos(REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

2.1.5 Vantagens e desvantagens nas usinas hidrelétricas

As usinas hidrelétricas possuem algumas vantagens e desvantagens. A maior vantagem dessas usinas é a utilização de um recurso energético natural, que é a água de um rio, e por esse motivo a geração da energia é de baixo custo, considerando que ela é uma fonte natural renovável. Outra vantagem é que não há emissão de composto químico durante o procedimento de geração de energia. A barragem de água também pode ser utilizada para a irrigação, navegação e controle de cheias do rio (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

Como desvantagens, existe o alto custo de construção de uma hidrelétrica, o custo ambiental da formação e a manutenção da represa. Devido ao represamento para a formação do lago, grandes áreas são inundadas e toda a vegetação fica submersa e muitos animais morrem afogados. Em áreas habitadas pessoas são obrigadas a deixar suas casas, e mesmo sendo compensadas dos seus bens materiais, histórias de vidas são perdidas para sempre (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

As represas alteram a atividade das águas, transformando rios de corredeiras em águas calmas. Os peixes que são adaptados aos rios com corredeiras são extintos. Com isso o processo de geração de energia a partir das hidrelétricas pode trazer problemas quanto à preservação de espécies aquáticas, e mudanças de animais para outros habitats diferentes (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

2.2 Energia nuclear

A energia nuclear possui mais de meio século de experiência operacional, nos últimos 20 anos, foram ingressadas melhorias importantes na confiabilidade das usinas nucleares, como por exemplo, no aumento da segurança e uma redução nos seus custos operacionais (SILVA, 2008).

A energia nuclear é a energia armazenada no núcleo dos átomos, onde mantem os prótons e nêutrons juntos. É uma energia fóssil no sentido de que seus elementos foram encontrados há maios ou menos 8 bilhões de anos. A energia nuclear é produzida a partir do átomo de uranio, que é um metal um pouco menos

duro que o aço e é encontrado em estado natural nas rochas da crosta terrestre(REIS; FADIGAS; CARVALHO,2012).

O átomo de urânio é o primeiro elemento químico da natureza na qual descobriu a capacidade de radiação ou emissão e propagação da energia de um ponto a outro. Os acidentes nucleares podem acontecer se essa radiação se descontrolar, porém se bem utilizada é aplicada em atividades importantes e até mesmo vitais, como a medicina(ANEEL, 2008).

Diante do aumento pela busca mundial de energia, a energia nuclear é cada vez mais vista como a forma de gerar energia contendo a emissão de gases do efeito estufa. Até mesmo alguns ecologistas estão começando a aceitar a energia nuclear, mas infelizmente as usinas nucleares estão longe de ser ecologicamente corretas quanto parece (SOVACOOOL, 2012).

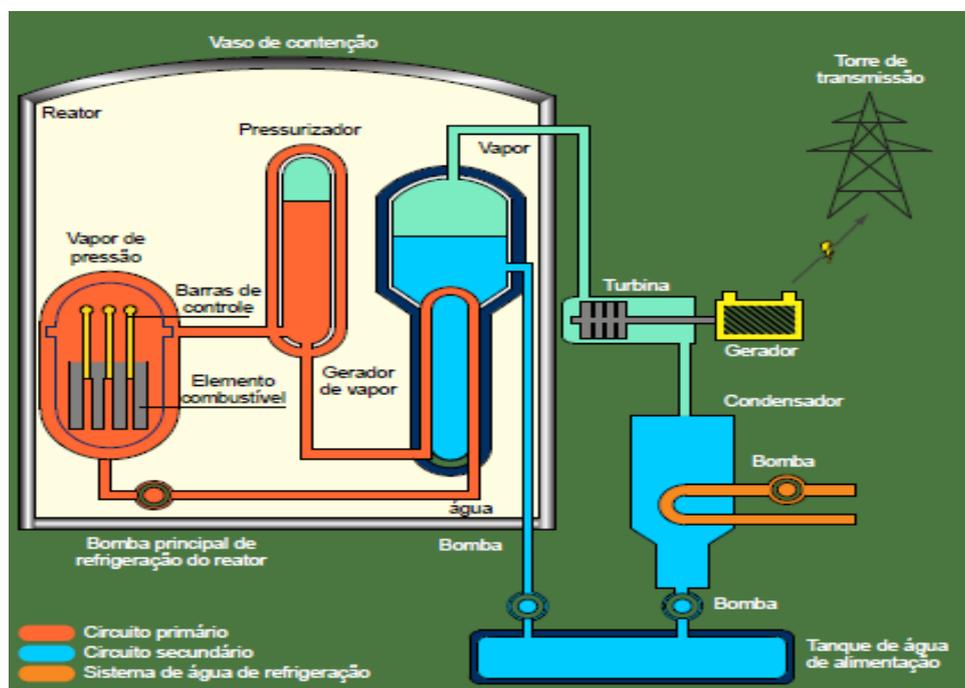
2.2.1 Estrutura de uma usina nuclear

As usinas termonucleares são compostas de uma estrutura chamada de vaso de pressão, no lugar em que fica a água de refrigeração do núcleo do reator. Essa água contém um alto índice de radioatividade, a qual circula quente por um gerador de vapor, chamado de circuito primário. Esse circuito aquece uma outra corrente de água onde passa pelo gerador que é o circuito secundário e se transforma em vapor, acionando a turbina para a geração da energia elétrica(ANEEL, 2008).

Quando o urânio extraído chega à usina, ele passa por um processo bem complexo que é dividido em três etapas. A primeira etapa é a mineração e beneficiamento, no qual o minério é extraído da natureza e conduzido para a unidade de beneficiamento para ser purificado e concentrado, gerando uma espécie de sal de cor amarela, conhecida como yellowcake(ANEEL, 2008).

A segunda etapa é a conversão, onde o yellowcake é purificado e convertido para o estado gasoso. A terceira fase de enriquecimento se dá pelo aumento da concentração de átomos do urânio. O processo completo de utilização do urânio abrange a destinação do material utilizado. Existe dois ciclos um aberto onde envolve a deposição final do combustível utilizado e o ciclo fechado no qual o urânio residual e plutônio produzidos voltam a ser utilizados na geração de energia como oxido misto. Vê-se através da FIG.2, uma representação esquemática de uma usina nuclear(ANEEL, 2008)

Figura 2 - Representação esquemática de uma usina nuclear



Fonte: ANEEL,2008, p. 118.

2.2.2 Impactos ambientais na usina nuclear

Das formas de produção de energia, a usina nuclear está entre uma das menos agressivas ao meio ambiente. Mesmo assim ainda a possibilidade da usina provocar impactos socioambientais, pois toda a cadeia produtiva do urânio é permeada pela radioatividade(ANEEL, 2008).

Durante a fase de extração e processamento do minério e da operação da usina os níveis de radioatividade são controlados, porém ainda não conseguiu encontrar uma solução definitiva para os dejetos radioativos, que são os elementos mais perigosos no processo de produção da energia nuclear (ANEEL, 2008).

Existem questões preocupantes relativas ao uso da energia nuclear, pois os resíduos são perigosos. Após passados 40 anos, a radioatividade dos resíduos cai a um milésimo do valor que tinha quando foi removido do reator (VICHI; MANSOR, 2009).

A segurança da usina contra vazamentos radioativos é um fator muito importante, pois vazamentos radioativos contaminam o meio ambiente, causa

doenças graves e mortes imediatas. A contaminação radioativa é proveniente do beneficiamento de urânio utilizado para geração de energia. Esse resíduo liberado, se não for bem acondicionado pode causar um grande impacto ambiental (REIS, FADIGAS, CARVALHO,2012).

2.2.3 Energia nuclear no Brasil

O Brasil conta atualmente com duas usinas em operação, Angra 1, que possui capacidade de 640 MW e Angra 2 com capacidade de 1350 MW, e ainda uma usina em construção, a Angra 3, com uma capacidade de 1405 MW com conclusão prevista para o ano de 2021. O Brasil ainda possui em Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro quatro reatores de pesquisa, sendo que o maior é responsável pela produção de radioisótopos, que são utilizados tanto na indústria quanto na medicina (BONES; SCHIMER; CEOLIN, 2017).

2.2.4 Matriz energética

O uso da energia nuclear foi sempre muito discutida no Brasil. A primeira usina no Brasil a entrar em operação foi Angra 1, com uma potência de 657MW e fator de disponibilidade de 80%. (BRONZATTI; IAROZINSKINETO, 2008)

3 METODOLOGIA

A metodologia é definida como uma explicação minuciosa, exata e detalhada de toda ação a ser desenvolvida no trabalho de pesquisa. Ou seja, é a explicação de tudo aquilo que se utilizou no trabalho de pesquisa, como por exemplo, o tempo previsto, o tratamento dos dados, a divisão do trabalho, dentre outros (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

O presente trabalho inicialmente abordou a metodologia através de pesquisa bibliográfica e levantamento de literatura a fim de levantar discussões acerca do tema e expor as ideias relacionadas ao mesmo além de embasar teoricamente as possíveis questões que podem surgir com relação ao mesmo

A pesquisa bibliográfica constitui o estudo de materiais já publicados, como por exemplo, livros, artigos de periódicos, material disponível na internet, dentre outros. Já o levantamento de literatura é a obtenção de documentos para avaliar a disponibilidade de material que fará subsídio para o estudo do tema do trabalho, geralmente realizado em conjunto com acervos bibliográficos (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

A pesquisa bibliográfica tem como finalidade, o alcance do objetivo geral da pesquisa, sendo seu principal foco comparar os impactos ambientais tanto da energia hidráulica quanto da energia nuclear, assim como seus pontos positivos e negativos com o propósito de compreender qual a melhor alternativa a ser aplicada atualmente.

Para elaborar tal análise, foi realizada uma coleta dos dados por meio de arquivos relacionados ao tema com o propósito de compará-los e estudar qual fonte energética provoca menores impactos ambientais. Assim, tais dados foram estratificados para o atendimento do objetivo geral da presente pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para obter os resultados do presente trabalho, foram analisadas duas importantes fontes de geração de energia, a hidráulica e a nuclear. Atualmente ambas se tornam relevantes na produção de energia elétrica e seu estudo se torna pertinente ao tratar dos impactos ambientais causados pelas mesmas.

Essa análise teve como finalidade expor as vantagens e as desvantagens que essas fontes de energia possuem, bem como comparar qual a melhor opção a ser utilizada ao considerar o impacto ao meio ambiente que cada uma pode causar atualmente.

4.1 A usina hidrelétrica

Foi realizado, por meio dos dados obtidos, um estudo acerca das vantagens e das desvantagens que possui a geração de energia elétrica por meio dos recursos hídricos com a finalidade de verificar sua utilização como fonte de energia elétrica já que a maior parte da energia elétrica gerada no Brasil advém das usinas hidrelétricas.

No Brasil, a água é um recurso viável e abundante para ser utilizado e representa uma fonte de energia limpa e renovável, o que faz da geração de energia elétrica utilizada por meio dele menos oneroso ao comparar com outras fontes. Além de que, a energia hidrelétrica possui grande participação na matriz energética, provocando favorecimento ao país na questão da utilização dos recursos naturais como fontes de energia(VICHI; MANSOR, 2009).

Porém, ao gerar energia por meio da água, muitas interferências ambientais podem ser encontradas, principalmente com relação à composição geológica do lugar em que a usina é construída e operada.

Comumente é possível perceber alteração na correnteza e na temperatura do rio, além de erosões do solo e o aumento da presença de gás metano, provocando excesso de material orgânico e consequente desequilíbrio ambiental da área(SOUSA, 2000).

Outro impacto relevante ao se tratar das alterações ambientais causadas pela construção e operação das usinas hidrelétricas está relacionado às barragens que,

impedem ou dificultam a procriação dos peixes da região (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

Por fim, apesar de deter de uma fonte de energia abundante e renovável, a usina hidrelétrica ainda precisa de melhorias ao analisar sua relação com o equilíbrio ambiental, principalmente na construção e operação da mesma.

4.2 A usina nuclear

A energia nuclear é vista como uma alternativa viável na geração de energia elétrica e, com relação aos dados obtidos por meio da presente pesquisa é possível demonstrar suas vantagens e as suas desvantagens com o propósito de analisar tanto seus impactos ambientais quanto a sua confiabilidade.

Por fazer a contenção dos gases do efeito estufa na geração de energia elétrica, a energia nuclear é cada vez mais vista como uma maneira mais ecológica de se produzir energia. Sua operação gera menos impactos ambientais e a sua demanda por recursos naturais é reduzida(ANEEL, 2008).

Porém, sua construção e operação são altamente onerosase ainda existem controvérsias ao levar em consideração a utilização de elementos radioativos, principalmente o urânio, na produção de energia elétrica(ANEEL, 2008).

Ainda não existem soluções, por exemplo, para o destino correto dos resíduos gerados na geração de energia por meio de fonte radioativa o que preocupa os estudiosos da área devido ao risco causado pelos mesmos (VICHI; MANSOR, 2009).

Além de que, para produzir energia com eficiência, é necessária a utilização de diversas ferramentas relacionadas à segurança em todo o procedimento, pois, na ocorrência de vazamentos radioativos, o impacto ambiental é significativo e pode causar sérias doenças, além de mortes(ANEEL, 2008).

Portanto, ao considerar a energia nuclear como alternativa na produção de energia elétrica é importante analisar todos esses fatores e verificar se sua utilização é realmente vantajosa, pois apesar de provocar menores impactos ambientais, ainda existem muitas questões a serem elucidadas.

4.3 Análise comparativa da geração de energia por ambas as fontes

Na energia hidrelétrica, apesar de utilizar de fonte renovável de recursos para a produção de energia elétrica e apresentar custos mais viáveis de operação, gera diversos impactos e provoca certo desequilíbrio ao meio ambiente.

Para o Brasil, ser favorecido por recursos naturais que são fontes de produção de energia é, de certa forma, uma situação estratégica. Pois reduz a dependência do suprimento externo e aumenta a segurança quanto ao abastecimento energia e ao se tratar dos potenciais hídricos e somados ao baixo custo do suprimento quando comparado com outras fontes e a sua operação não provocar a emissão de gases causadores do efeito estufa, a energia hidrelétrica é classificada como limpa no mercado internacional (ANEEL, 2008).

Porém, o impacto causado sobre a população, a fauna e a flora locais e as alterações no curso do rio fundamentam os argumentos contrários à construção das hidrelétricas. Outros fatores que podem ser considerados levam em consideração a necessidade de diversificar a matriz energética, a dificuldade em ofertar novos empreendimentos hidráulicos e as dificuldades encontradas na geração de energia elétrica em períodos de seca, quando os níveis fluviais são mais baixos, além do aumento dos entraves jurídicos que protelam o licenciamento ambiental, levando a fazerem uso de outras fontes de energia (ANEEL, 2008).

Já na energia nuclear, se podem encontrar menores riscos ambientais, além de menor demanda por recursos naturais como fonte de energia apesar de oferecer maiores riscos ao trabalhar com material radioativo como fonte de energia.

Alguns pontos positivos foram estudados na geração de energia por meio de elementos radioativos. Entre eles, a disponibilidade de urânio e baixa emissão de dióxido de carbono (CO₂). Além disso, existem investimentos em desenvolvimento na tecnologia que buscam aumentar a segurança das unidades. A necessidade de diversificação da matriz energética também é um fator analisado para utilizar a energia nuclear como forma de atender ao consumo energético. Assim, das formas de produção de eletricidade, a usina nuclear é uma das menos agressivas ao meio ambiente (ANEEL, 2008).

Porém a chance de ocorrência de acidentes nucleares ainda é grande e aumenta as incertezas com relação ao uso de elementos radioativos como fonte de geração de energia elétrica para abastecer as cidades.

Também os rejeitos radioativos, antes de serem liberados para o meio ambiente, necessitam de tratamento, pois a contaminação por essas substâncias podem causar sérios danos ao ser humano e às espécies de fauna e de flora.

Por meio do QUADRO 1 é possível identificar quais as vantagens e as desvantagens de ambas as fontes de energia para comparar qual a melhor alternativa ao relacionar com os impactos ambientais causados em sua construção e operação.

Quadro 1 - Comparação da usina hidrelétrica com relação à usina nuclear

	Vantagens	Desvantagens
Usina hidrelétrica	Utilização da água como recurso energético natural; baixo custo de abastecimento; outras utilizações para a barragem; não emite gases poluentes; sem influência de aumento de preço.	Alteração na fauna e na flora da região onde a usina é operada; possível desequilíbrio ambiental; interferência no modo de vida da população; diminuição de geração de energia elétrica em época de seca.
Usina nuclear	Utilização de menores recursos naturais; diversificação da matriz energética; baixo desequilíbrio ambiental; independe de fatores climáticos; não libera gases estufa; exige pequena área para construção; grande disponibilidade do combustível.	Maiores custos de construção e operação; riscos de acidentes; geração e descarte dos dejetos gerados; aquecimento de ecossistemas aquáticos no resfriamento dos reatores.

Fonte: ANEEL,2008

Ao comparar a relação entre a energia hidráulica e a energia nuclear na questão ambiental é possível perceber que a energia nuclear degrada em menor quantidade os recursos naturais do que a usina hidrelétrica, ou seja, ela se torna

uma opção viável na geração de energia como forma de minimizar o desequilíbrio ambiental.

Porém vale ressaltar que a mesma se torna mais onerosa, ou seja, depende de mais recursos financeiros para sua operação, além de ainda não ser totalmente confiável ao analisar o percentual de radioatividade emitido pela mesma.

Dessa forma, ao analisar a energia nuclear como alternativa viável na produção de energia elétrica como forma de redução de impactos ambientais, diversos fatores devem ser levados em consideração e maiores estudos devem ser realizados, para minimizar possíveis danos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo comparar as vantagens e as desvantagens tanto da energia hidrelétrica quanto da energia nuclear com a finalidade de analisar qual a melhor opção a ser utilizada para reduzir os riscos ambientais. Para chegar a esse objetivo, foi realizada a conceituação tanto da energia hidrelétrica quanto da energia nuclear, bem como suas vantagens e desvantagens.

Para chegar a esse objetivo, foi realizada a conceituação de energia hidrelétrica, bem como a utilização da água como recurso na geração de energia elétrica no Brasil. Também foram expressas, por meio da presente pesquisa, suas vantagens, principalmente ao utilizar uma fonte de recursos considerada como renovável, e suas desvantagens ao expor os impactos ambientais causados pela mesma.

Também foi conceituada a geração de energia elétrica, por meio da usina nuclear e a utilização de elementos radioativos como fontes de energia. Foram expostas as suas vantagens, como por exemplo, menores impactos ambientais causados pela sua operação além de menor demanda por recursos naturais e as suas desvantagens ao analisar os riscos à exposição de elementos radioativos e maior recurso financeiro utilizado em sua construção e operação.

Assim, ao analisar os pontos positivos e negativos de ambas as fontes de energia, é possível perceber que, na questão ambiental, a energia nuclear se torna mais benéfica na geração de energia elétrica, por demandar de menos recursos naturais e provocar menor desequilíbrio ambiental, principalmente na área de instalação. Porém deve ater-se ao fato de que a mesma depende de maiores recursos financeiros além de que, ao trabalhar com elementos radioativos, principalmente o urânio, diversos fatores deverão ser analisados, como, por exemplo, descarte correto dos dejetos gerados e possível emissão de substâncias radioativas.

É necessário ater-se para o fato de que o presente trabalho trouxe a realidade apresentada somente com relação a duas fontes de energia, nuclear e hidráulica e que a energia nuclear ainda possui alguns fatores a serem analisados. Outro ponto a ser observado é que atualmente, existem diversas outras fontes capazes de gerar energia elétrica que podem ser utilizadas. É importante, portanto, fazer uma análise

mais detalhada de tais fontes para obter um resultado mais abrangente relacionado ao tema.

É importante também abordar outros aspectos e variáveis relacionados ao problema proposto com a finalidade de ampliar os resultados obtidos sendo que as questões levantadas podem gerar lacunas para a realização de novas pesquisas. Por fim, o presente trabalho se torna relevante ao abrir novos leques relacionados à redução dos impactos ambientais gerados na produção de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2002, v. 1. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf> . Acesso em 15 mar. 2018.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2005, v.2. Disponível em:<[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2008, v. 3. Disponível em: <www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf> Acesso em: 21 mar. 2018.

BONES, U. A.; SCHIRMER, P.; CEOLIN, C. **O papel da energia nuclear na matriz energética brasileira**: aspectos socioeconômicos e ambientais.In: 2017 International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2017, 2017. Belo Horizonte. Disponível em: <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/49/020/49020751.pdf>. Acesso em: 29 set. 2018

BORTOLETO, E. M. **A Implantação de Grandes Hidrelétricas**: Desenvolvimento, discurso e impactos.Vitoria, 2001. Disponível em: < www.publicacoes.ufes.br > Acesso em: 23 maio. 2018.

BRASIL. Ministério de minas e energia. **Capacidade instalada de geração elétrica: Brasil e mundo (2016)**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/09+-+Capacidade+Instalada+de+Gera%C3%A7%C3%A3o+El%C3%A9trica+-+ano+ref.+2016+%28PDF%29/ef977c63-24e2-459f-9e5b-dd2c67358633;jsessionid=E771C31AC8C293339D02919A5D95A2C6.srv155>>. Acesso em: 04 out. 2018.

BRASIL. Ministério de minas e energia. **Resenha energética brasileira**: exercício de 2014. Brasília: Núcleos de estudos estratégicos de energia, 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha+Energ%C3%A9tica+-+Brasil+2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>>. Acesso em: 04 out. 2018.

BRONZATTI, F. L.; IAROZINSKI NETO, A.**Matrizes energéticas no Brasil**: cenário 2010-2030. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28. Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_077_541_11890.pdf>. Acesso em: 27 set. 2018.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos**. 6 ed. Formiga: Biblioteca Ângela Leão, 2017.

INATOMI, T.A.H.; UDAETA, M.E.M. **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.espacosustentavel.com/assets/pdf/INATOMI_TAHI_IMPACTOS_AMBIENTAIS.pdf> Acesso em: 28 abr. 2018.

KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia de pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

REIS, L. B. dos.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2012.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SILVA, A. T. **O futuro da energia nuclear**. Revista, USP – São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/viewFile/13636/15454>> Acesso em: 24 mar. 2018.

SOUSA, W.L. **Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/wlemgruber.pdf>> Acesso em: 01 abr. 2018.

SOVACCOOL, B. K. **Repensando a energia nuclear**. Scielo, São Paulo, 2012. Disponível em : <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100020> Acesso em : 29 mar. 2018 .

VICHI, F.M.; Mansor, M.T.C. **Energia, meio ambiente e economia: O Brasil no contexto mundial**. São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/244751194_Energia_meio_ambiente_e_economia_o_Brasil_no_contexto_mundial> Acesso em: 10 maio 2018.