



UFU - Universidade Federal de Uberlândia
Física Licenciatura - INFIS

PEDRO MOREIRA CARDOSO

**Fontes energéticas do Brasil e conceitos de física correlacionados na
literatura didática do Ensino Fundamental e Médio**

UBERLÂNDIA-MG
2017

PEDRO MOREIRA CARDOSO

Fontes energéticas do Brasil e conceitos de física correlacionados na literatura didática do Ensino Fundamental e Médio

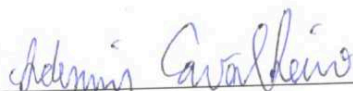
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para conclusão do curso.

Orientador(a): Prof. Dr. Ademir Cavalheiro

**UBERLÂNDIA-MG
2017**

PEDRO MOREIRA CARDOSO

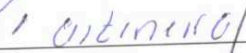
**Fontes energéticas do Brasil e conceitos de física correlacionados na
literatura didática do Ensino Fundamental e Médio**



Prof. Dr. Ademir Cavalheiro (orientador)



Profa. Dra. Alessandra Riposati Arantes



Prof. Dr. José Luís Petricelli Castineira

21 de julho de 2017

Tudo o que é realmente grande e inspirador é criado pelo indivíduo que pode trabalhar em liberdade.

Albert Einstein

RESUMO

A energia elétrica é um fator indispensável ao crescimento econômico de um país e frente a esta situação coloca-se o desafio de suprir as necessidades energéticas inerentes ao processo de crescimento econômico com a maximização da utilização de fontes tradicionais, bem como da utilização de novas fontes renováveis, com baixo impacto ambiental e com custo de produção aceitável. A pesquisa e o incremento das fontes renováveis tem sido aprimoradas constantemente para solucionar o problema da falta de energia. O presente estudo trata de uma pesquisa qualitativa que selecionou material científico e didático disponível para uma análise dos estudos já produzidos na área da produção de energia e do material acessível à jovens do ensino médio. Foi feito um breve apanhado sobre a matriz energética brasileira e mostrou que as três fontes renováveis estudadas – nuclear, eólica e hidrelétrica – apresentam pontos positivos e negativos que devem ser levados em consideração para implantação. Chegamos à conclusão de que a produção brasileira é bastante diversificada e com o avanço dos estudos pode se tornar uma das mais sustentáveis do mundo. Além disso, o ensino da matriz energética e das formas sustentáveis para alunos do ensino fundamental e médio é de grande relevância para formar cidadãos conscientes e capazes de colaborar para a sustentabilidade.

Palavras-chave: sustentabilidade, energia elétrica, hidrelétrica, eólica, nuclear.

ABSTRACT

Electricity is an indispensable factor for the economic growth of a country and faced with this situation, the challenge is to provision the energy needs inherent to the process of economic growth with the maximization of the use of traditional sources, as well as the use of new renewable sources, with low environmental impact and with acceptable production costs. Renewable energy research and growth has been steadily improved to address the power outage problem. The present study deals with a qualitative research that selected scientific and didactic material available for an analysis of the studies already produced about energy production and of the material accessible to young people of gymnasium and high school. A brief survey was made on the Brazilian energy matrix and showed that the three renewable sources studied - nuclear, wind and hydroelectric - present positive and negative points that should be taken into consideration for implementation. We came to the conclusion that Brazilian production is very diversified and with the advancement of studies can become one of the most sustainable in the world. In addition, the teaching of the energy matrix and sustainable forms for high school students is of great relevance to form citizens who are aware and capable of collaborating for sustainability.

Key-words: sustainability, electric energy, hydroelectric, wind, nuclear.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEEÓLICA – Agência Brasileira de Energia Eólica

ABRAPCH – Associação Brasileira de Fomento às Pequenas Centrais hidrelétricas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BEN – Balanço Energético Nacional

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CNEN – Comissão Nacional da Energia Nuclear

CO₂ – Dióxido de Carbono

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

NUCLEN – Nuclebrás Engenharia

ONS – Operador Nacional do Sistema

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PIEE – Programa de Investimento em Energia Elétrica

PNB – Programa Nuclear Brasileiro

PROEÓLICA – Programa Emergencial de Energia Eólica

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

SIN – Sistema Interligado Brasileiro

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Integração eletroenergética do Sistema Elétrico Brasileiro – 2015.....	13
Figura 2: Reatores em operação no mundo em 2015.....	18
Figura 3: Reatores em construção no mundo em 2015.....	19
Figura 4: Esquema de funcionamento de uma usina nuclear.....	22
Figura 5: Funcionamento da usina Hidrelétrica.....	25
Figura 6: Componentes básicos dos aerogeradores de eixo horizontal.....	31
Figura 7: Componentes da célula fotovoltaica	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Complementaridade entre a geração hidrelétrica e eólica.....	29
---	----

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	06
LISTA DE FIGURAS/TABELAS/QUADROS	07
LISTA DE GRÁFICOS	08
1 INTRODUÇÃO	10
2 FONTES ALTERNATIVAS	16
2.1 NUCLEAR	16
2.1.1 Como funciona a Usina Nuclear	21
2.2 HIDRELÉTRICA	22
2.2.1 Como Funciona a Usina Hidrelétrica	24
2.3 EÓLICA	26
2.3.1 Como Funciona a Usina Eólica	30
2.4 SOLAR	31
2.4.1 Como Funciona a Usina Solar	32
3 UMA BREVE ANÁLISE DAS DIRETRIZES CURRICULARES E COMO O TEMA SE ASSOCIA A ELAS	35
4 METODOLOGIA	37
5 DISCUSSÃO	38
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
7 REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A utilização de energia elétrica é indispensável ao crescimento econômico de um país. Nos últimos anos, nos deparamos com uma situação nova em que os recursos tradicionais para geração de energia elétrica ou se tornaram escassos ou a sua utilização passou a ser questionada pelo efeito negativo que causam na natureza. Frente a esta situação coloca-se o desafio de suprir as necessidades energéticas inerentes ao processo de crescimento econômico com a maximização da utilização de fontes tradicionais, limitadas à sua disponibilidade e de seu impacto ambiental, bem como da utilização de novas fontes renováveis, com baixo impacto ambiental e com custo de produção aceitável.

Neste contexto a utilização de fontes alternativas para a geração de energia elétrica foi colocada como opção para a composição da matriz energética do país. Este trabalho procura explorar como estas fontes de energia vêm sendo utilizadas no Brasil e quais as perspectivas de incremento do uso destas fontes como compositoras da matriz energética do país na perspectiva de suprir as necessidades do aumento da demanda estimada para os próximos anos.

Além disso, busca entender como o ensino sobre as formas de produção de energia estão inseridos nos conteúdos ofertados para os alunos do ensino fundamental e médio pesquisando nas Diretrizes curriculares os conteúdos em que podem se encaixar e fazer parte dos estudos de crianças e adolescentes.

Como objetivo geral, este trabalho pretende analisar as diversas fontes energéticas renováveis e sustentáveis existentes, com ênfase nas que mais se aproximam da realidade e possibilidade de implantação no Brasil; analisando seus impactos na matriz energética brasileira e os impactos ambientais, inserindo conceitos físicos atuantes nos processos de produção e distribuição de energia elétrica.

Como objetivos específicos, irá pesquisar e analisar o atual quadro de utilização da energia eólica, hidrelétrica e nuclear como fontes geradoras de energia elétrica no Brasil; avaliar os impactos ambientais relativos à utilização destas fontes geradoras de energia elétrica; avaliar as políticas públicas relacionadas à utilização das diversas fontes de energia elétrica no Brasil; comparar e expor a melhor opção de geração de energia elétrica diante de aspectos específicos modelados de acordo com a análise individual de cada fonte geradora dentre as que foram escolhidas para uma análise mais aprofundada; e analisar os conteúdos relacionados à produção energética ofertados ao ensino médio e fundamental.

A utilização de energia elétrica é indispensável para nossos meios de produção e para a vida moderna. A utilização da energia cresce a cada ano e a oferta deve acompanhar. No cenário atual, a preocupação com a poluição e com o meio ambiente são essenciais para se estabelecer fontes de energia a serem utilizadas. Cada vez mais tem se buscado fontes de produção que sejam renováveis e que agridam menos o ambiente.

Tomalsquim (2012) aponta que um dos alicerces da sustentabilidade econômica de um país é o seu potencial para fornecer logística e energia para o prosseguimento e aumento da produção com segurança e em condições sustentáveis. Ele cita ainda que o Brasil é referência internacional pelo seu sistema de transmissão de energia, a sua produção energética e pela renovabilidade da matriz.

Os combustíveis fósseis, em especial o petróleo, são ainda as fontes mais usadas para produção de energia e manutenção do sistema de transportes. Porém, ter essa riqueza (como o pré-sal no Brasil) não garante que a população possa usufruir de todo dos benefícios que são gerados por meio dela. No Brasil, uma adequada exploração destes recursos pode elevar o desenvolvimento socioeconômico de todo o país e criar uma estrutura produtiva que possa sobreviver ao esgotamento destas fontes. (TOMALSQUIM, 2012)

Khoury et al., (2016) aponta que pesquisadores e organizações internacionais têm buscado investigar e aplicar fontes de energia que sejam menos poluentes e baseadas em materiais que sejam inesgotáveis. Ainda de acordo com eles, tem se estudado formas de substituição de energias térmicas devido à poluição mundial e ao esgotamento de combustíveis fósseis, além do aumento do consumo desta fonte no mundo todo. Por conta disso, as energias renováveis como solar, fotovoltaica, eólica, biomassa e hidrelétrica tem ganhado popularidade a cada dia, porém, essas formas alternativas são caras e, investir nelas, requer recursos naturais disponíveis e capacidade financeira. Os países mais desenvolvidos estão rapidamente incluindo esses sistemas nos seus planos de produção de energia para os próximos anos, ao contrário dos países em desenvolvimento que ficam para trás nesse assunto. (KHOURY ET AL., 2016)

O consumo de energia per capita no mundo todo mostra que um valor significativo de energia é consumido todos os dias em todos os setores. Ainda de acordo com Ahmer et al. (2016) o consumo per capita é proporcional ao crescimento de um país, países como China, França e Estados Unidos têm o maior consumo de energia por pessoa e, em contrapartida, uma grande taxa de crescimento. O sistema moderno de energia elétrica é uma

rede interconectada que abarca geração, transmissão, distribuição e utilização de energia, que é imprescindível para a sociedade moderna.

De acordo com o Relatório Revolução Energética elaborado pelo Greenpeace em 2016, se o Brasil trabalhar para reestruturar e fazer uma revolução na forma de gerar e consumir energia, pode chegar em 2050 com uma matriz energética 100% renovável. Para isso, o relatório aponta formas de utilização dos recursos e avalia cada uma das formas de produção de energia que são usadas atualmente.

A política de produção de energia no Brasil tem como objetivo garantir o acesso de toda a população a serviços básicos pelo preço justo, mantendo o compromisso com o meio ambiente. Essa forma de trabalhar contribui para o progresso econômico da população e para a construção de uma das matrizes energéticas mais limpas de mundo. A preocupação em não depender dos combustíveis fósseis também leva a maior diversificação da matriz prezando, principalmente, pelas fontes renováveis que causem menores impactos ambientais. (TOMALSQUIM, 2012)

No Brasil, desde a privatização do setor elétrico (década de 90) a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) exige das empresas um programa de Planejamento e Desenvolvimento tecnológicos (BRITTES ET AL; 2014). Com essa lei, as empresas são obrigadas a trabalhar e desenvolver novas formas de geração, transmissão e distribuição de energia.

De acordo com Ahmer et al. (2016) a fonte de energia mais consumida no mundo é o combustível fóssil, como carvão, gás natural e petróleo. Sua utilização é incrementada pelas fontes de energia sustentáveis tais como solar, nuclear, eólica, térmica e hidrelétrica. A energia solar é a fonte mais limpa e segura de produção de energia. Por isso, sua implementação está sendo trabalhada e aplicada no mundo todo. Para implantá-la é necessário estudar a área onde será implantada e as condições regionais de clima e temperatura. Os satélites podem ajudar a estimar todos esses aspectos.

A biomassa também se constitui como importante forma de obtenção de energia. Diferentes tipos de agriculturas têm sido pesquisados para o desenvolvimento de biocombustíveis de acordo com as condições climáticas e de solo da região. Ela é mais barata que o carvão, o petróleo e outros recursos, produz menos CO_2 , porém, mais metano, o que agride mais o ambiente. (AHMER ET AL., 2016)

A rede de distribuição de energia elétrica brasileiro é constituída por dois sistemas, um menor e mais isolado que não se interliga e ocorre na região Norte, e outro

sistema de grande interligação que é chamado de Sistema Interligado Nacional (SIN). Atualmente, o SIN é composto por quatro subsistemas chamados de Sul, Sudeste/Centro-oeste, Nordeste e Norte. (TOMALSQUIM, 2016)

A Figura 1 mostra a interligação dos sistemas em 2015 e como se planeja que o sistema opere no futuro (linhas pontilhadas) em que todas as regiões estarão interligadas formando um sistema único de distribuição de energia elétrica.

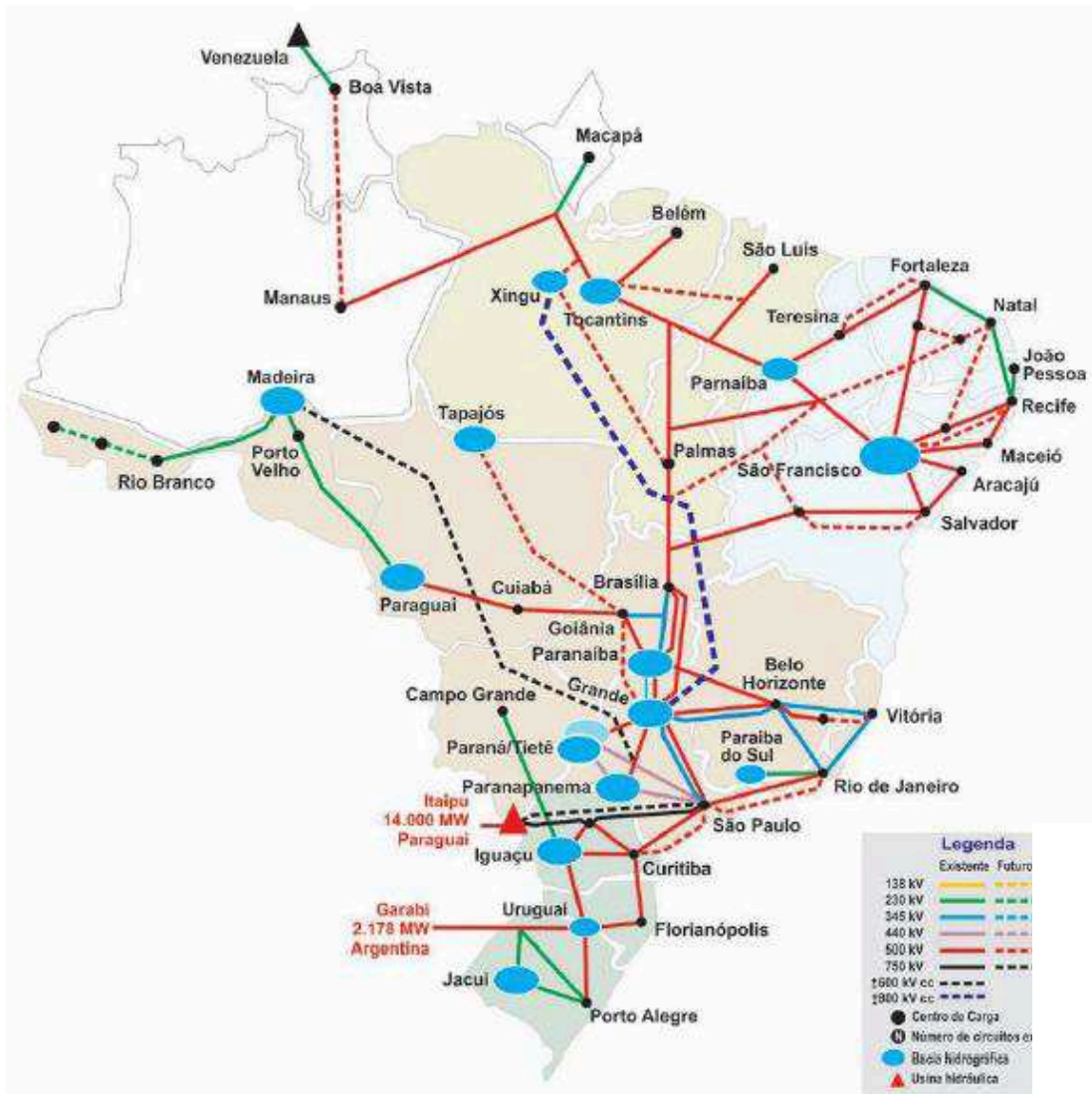


Figura 1: Integração eletroenergética do Sistema Elétrico Brasileiro – 2015

Fonte: ONS (2015)

No final de 2014, a geração do SIN contava com um sistema gerador com capacidade instalada de 133GW. Boa parte dessa produção vem de fontes renováveis, e a participação das hidrelétricas é bem significativa, mesmo com apenas 60% do potencial instalado a sua participação na produção de energia é de cerca de mais de 80% dependendo da

época do ano. A rede de transmissão do SIN é bem extensa, em 2014 tinha mais de 116.000 km de extensão e tensão acima de 230 kV. (TOMALSQUIM, 2016)

No referente à emissão de gases poluentes pela matriz energética brasileira, o total foi de 462,3 milhões de toneladas de dióxido de carbono em 2015. Para produzir 1 MWh, foram emitidos em média 139,6 kg de CO_2 , índice considerado baixo comparado a outros países como EUA, China e países da União Europeia. (BEN, 2016)

No ano de 2015 a matriz energética brasileira contou com um aumento das fontes renováveis de energia de 39,4% para 41,2%. Este índice está entre um dos mais elevados do mundo, em 2013 a média mundial de produção renovável era de apenas 13,5%. Em 2015 houve também queda no consumo final de energia (1,8%) e queda da oferta interna (2,1%). A primeira queda tem como motivo o recuo do PIB em 3,8% e a segunda queda é devido à diminuição da utilização de fontes derivadas de combustíveis fósseis.

No que refere à energia elétrica, o aumento das fontes renováveis de produção passou de 74,6% em 2014 para 75,5% em 2015. Sendo a produção hidráulica a maior participante desta produção com cerca de 64% dos 615,9 TWh produzidos em 2015. O aumento da produção de energia renovável se deu pela diminuição da geração térmica de derivados do petróleo e pelo aumento do uso da biomassa e eólico compensando a queda na produção hidráulica. (BEN, 2016)

O PíEE – Programa de Investimento em Energia Elétrica divulgado pelo governo em 2015 prevê o investimento de 116 bilhões de reais para aumentar entre 25 mil e 31,5 mil megawatts de potência no sistema nacional. Cerca de 10 a 14 mil serão provenientes das novas energias renováveis que são a solar, eólica e a biomassa. Até 2018 serão investidos 39 bilhões na transmissão e 42 bilhões na geração, depois de 2018 serão 31 bilhões em transmissão e 74 bilhões em geração de energia. (EPE, 2015)

A produção energética brasileira se divide atualmente da seguinte forma:

- Renováveis - 41,9%: Biomassa da cana (16,9%), hidráulica (11,3%), lenha e carvão vegetal (8,2%) e outras renováveis (4,7%).

- Não renováveis – 58,1%: Petróleo e derivados (37,3%), gás natural (13,7%), carvão mineral (5,9%), urânio (1,3%) e outras não renováveis (0,6%). (BEN, 2016)

Para lidar com a organização e coordenação dos sistemas de geração e transmissão da energia elétrica no Brasil, foi criado em 1998 a ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) sob a fiscalização da ANEEL que é uma pessoa jurídica de direito privado

sem fins lucrativos. A ONS busca otimização energética e segurança elétrica por meio de estudos e pesquisas. (TOMALSQUIM, 2016)

A Constituição Federal Brasileira estabelece as formas de distribuição e organização de responsabilidades entre os poderes, incluindo a construção e fiscalização da geração de energia, licenciamentos ambientais, atividades nucleares e monitoramento da saúde e segurança. (BRASIL, 1988)

A relação entre a produção de energia e o meio ambiente é complexa e está em constante mudança. Algumas das mudanças causam mais preocupação que outras como a mudança no solo pela exploração de combustíveis e construção de usinas; a geração de ruídos; o risco de acidentes e todos os riscos à saúde humana e ao meio ambiente. (DINCER, 1998 citado por MIRANDA, 2012)

Cada tipo de fonte para produção de energia irá gerar consequências para o meio ambiente de formas diferentes. Cada uma trará um impacto, umas mais, outras menos. O que cabe nesta situação é escolher a que seja mais eficiente, sendo sustentável e gerando o menor impacto possível para o meio ambiente.

Das fontes existentes e possíveis de serem implantadas, foram escolhidas para o presente trabalho, as quatro mais presentes no Brasil para serem estudadas e para análise de qual é mais vantajosa para a matriz energética brasileira, são elas: nuclear, eólica, hidrelétrica e solar.

O trabalho foi dividido em 6 capítulos incluindo este introdutório, que é composto pela motivação, objetivo e o cenário atual da produção energética no Brasil e no mundo. O segundo capítulo, denominado Fontes Alternativas, compreende as três principais fontes de produção de energia no Brasil: Nuclear, Hidrelétrica, Eólica e Solar.

O terceiro consiste em uma análise das Diretrizes Curriculares Nacionais e em que parte do conteúdo o ensino de energia pode ser inserido. O quarto discrimina a metodologia utilizada. O quinto capítulo aborda as principais características destas quatro formas de produção de energia e discute a melhor opção para o sistema energético brasileiro. O sexto capítulo aborda as conclusões do trabalho.

2 FONTES ALTERNATIVAS

2.1 NUCLEAR

Os artigos 21 e 22 da Constituição Federal apontam o governo como único responsável pelas atividades nucleares no país relacionadas à geração de energia elétrica, tendo o direito de “explorar serviços e instalações nucleares de qualquer natureza e exercer monopólio estatal sobre a pesquisa, lavra, o enriquecimento e reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios nucleares e seus derivados”. Ela prevê também que toda atividade nuclear em território nacional está permitida somente para fins pacíficos. (BRASIL, 1988)

A participação da energia nuclear na América Latina é pequena correspondendo por volta de menos de 1 % da geração nuclear no mundo. Ela se restringe a países como Brasil, Argentina e México. (ROSA, 2007)

A energia nuclear aparece no Brasil em meados da década de 30 com os radionucleídeos, mas foi em 1971 que se decidiu implantar a primeira central nuclear em Angra dos Reis. O uso de técnicas nucleares no Brasil começa na década de 50 com o uso biomédico de radioisótopos, e, em 1959 o Instituto de Energia Atômica produzia radiofármacos. (CARVALHO, 2012)

A empresa responsável pela geração, operação e comercialização da energia produzida é a Eletrobrás Termonuclear que é subsidiária da Eletrobrás e surgiu da fusão da área nuclear de FURNAS (responsável por Angra I e Angra II) e NUCLEN (responsável pela tecnologia de Angra II e Angra III) (TOMALSQUIM, 2016). Foi criada em 1962 a CNEN (Comissão Nacional da Energia Nuclear) que é federal e visa “garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear, desenvolver e disponibilizar tecnologias nucleares e correlatas, visando o bem estar da produção”. (CNEN, 2007, por TOMALSQUIM, 2016)

Alguns apontamentos aparecem quanto à instalação de usinas nucleares no Brasil, como o fato delas não terem o suprimento ilimitado de energia. Carvalho (2012) aponta que “as reservas de minérios nucleares são finitas e sua exploração depende de combustíveis derivados do petróleo, para acionar os equipamentos de extração e transporte do minério de urânio”. O autor aponta ainda que as reservas existentes podem suprir a demanda de energia até que outras fontes de energia sustentável sejam desenvolvidas. (CARVALHO, 2012)

Outro apontamento frequente na instalação da usina nuclear é sobre a emissão de CO_2 , Carvalho (2012) afirma que uma usina nuclear não emite CO_2 , mas, que ele é emitido em todas as etapas de produção do combustível nuclear e de forma alarmante durante a construção da central.

No que tange ao risco de acidentes, Carvalho (2012) afirma que “a probabilidade de acidente grave no circuito primário com fuga de radionucléidos para meio ambiente em usinas nucleares como as de Angra é da ordem de milionésimos”. Aponta ainda que, mesmo possuindo dois envoltórios (um de aço vanádio e outro de concreto armado) e uma camada de ar entre os dois com pressão abaixo da atmosférica o que ameniza os impactos em caso de vazamento, ainda existem riscos de acidentes. Quando ocorrem, as consequências são mais graves e em maior dimensão do que em outras fontes de produção de energia (CARVALHO, 2012). O lixo nuclear também aparece como apontamento de uma questão a ser analisada, pois não existe uma solução final para os rejeitos que, mesmo que emitam pequenas doses de radiação, exercem efeito cumulativo no organismo gerando aberrações cromossômicas e lesões cancerígenas. (CARVALHO 2012)

De acordo com Tomalsquim (2016) o volume de rejeitos a serem descartados é relativamente pequeno, sendo a maior preocupação a gestão segura desses materiais. Em 2009 foi criada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia uma política de gerenciamento de rejeitos radioativos (MCT, 2009) que estipula a construção de um depósito para rejeitos de baixa e média atividade e deverá armazenar os resíduos produzidos pelas Angra I, II e III por até 60 anos. Já para os materiais de alta atividade será construído outro depósito de longa duração. (TOMALSQUIM, 2016).

As usinas de Angra I e Angra II possuem depósito para rejeitos de baixa e média atividade. Em 2010 a capacidade de armazenamento de rejeitos era de 9929 volumes (8285 em Angra I e 1644 em Angra II) e já contavam com 7013 volumes armazenados (6902 em Angra I e 111 em Angra II). (PNB, 2010)

O abastecimento das usinas nucleares não é feito somente pela extração de urânio, existem fontes secundárias utilizadas pelos países que não dispõem de reserva. Eles utilizam materiais obtidos com a desativação de artefatos militares, reprocessamento do urânio para fins civis e sobra de material usado no enriquecimento de urânio. Essa forma secundária abastece cerca de 22% do mercado consumidor. (TOMALSQUIM, 2016)

De acordo com Nguyen (2007, por SIMAS E PACCA, 2013) uma das vantagens de implantação de usinas nucleares é que ela pode impulsionar áreas rurais que

necessitam de desenvolvimento econômico. As usinas nucleares são geralmente menores e mais dispersas que as usinas tradicionais e demanda grande quantidade de mão de obra.

Lester (2016) acredita que o aumento da demanda de energia no mundo e a exigência de formas de energias sustentáveis e limpas se torna impossível sem o uso da energia nuclear. A fonte nuclear precisa de muito subsídio financeiro, mas produz muita energia a partir de poucos recursos, isso possibilita que haja poucas variações no preço. (TOMALSQUIM, 2016)

No presente momento existem 438 reatores nucleares funcionando, distribuídos em 30 países, gerando um total de 381 GW de potência. Outros 64 estão em construção no mundo elevando a produção de energia em 63 GW, estando a maior parte na Europa. (IAEA, 2016 citado por TOMALSQUIM, 2016)

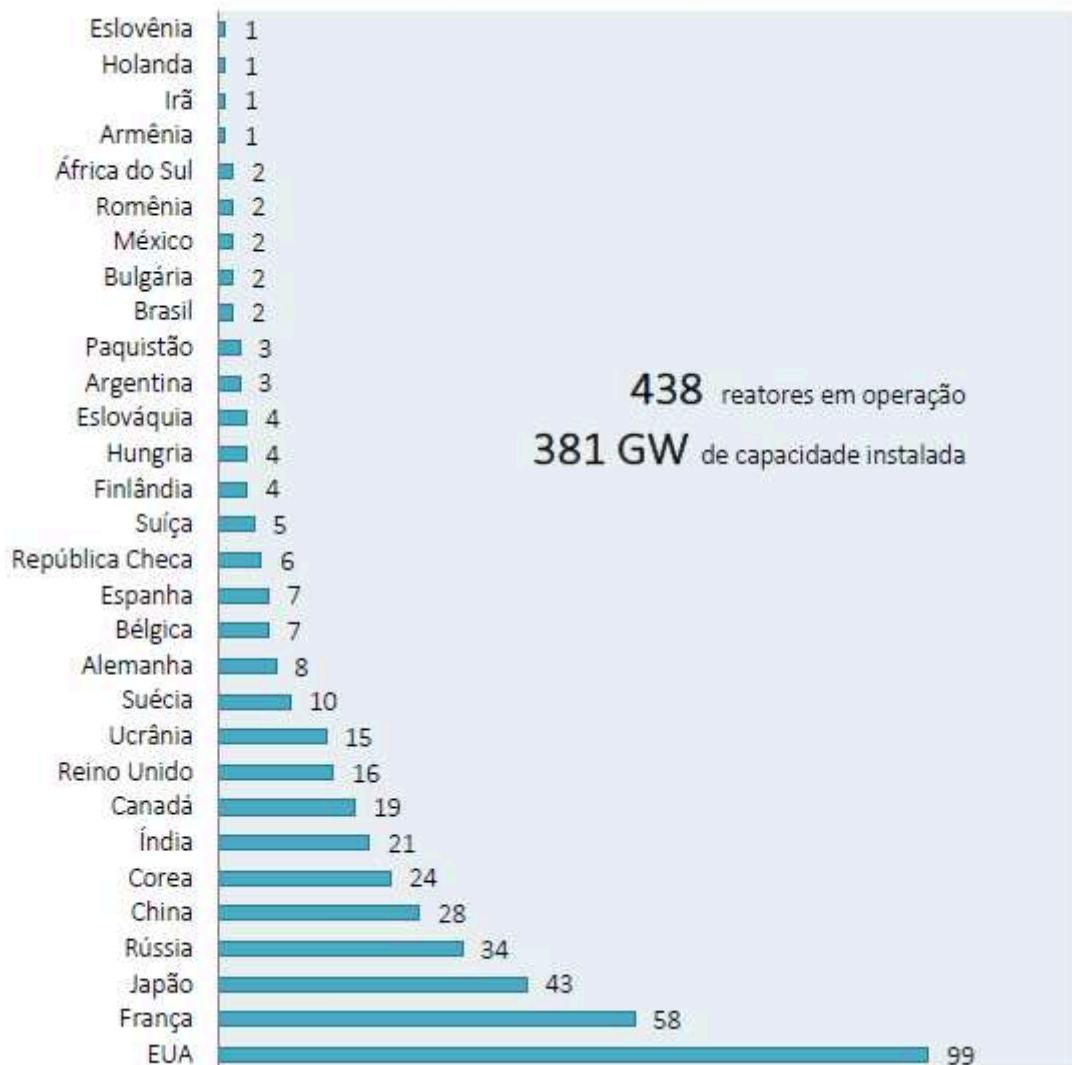


Figura 2: Reatores em operação no mundo em 2015

Fonte: Adaptado do IAEA – International Atomic Energy Agency – PRIS (2016)

A Figura 2 mostra os reatores nucleares em funcionamento no mundo e a sua distribuição pelos países. Nele é possível ver que alguns países possuem soberania na produção de energia por esta fonte

Desses 30 países, a França é o mais dependente desta forma de produção, sendo a energia nuclear responsável por 77% do total, seguido por Hungria (53,6%), República Tcheca (35,8%), Finlândia (34,6%) e Coreia (30,4%) entre outros. (TOMALSQUIM, 2016)

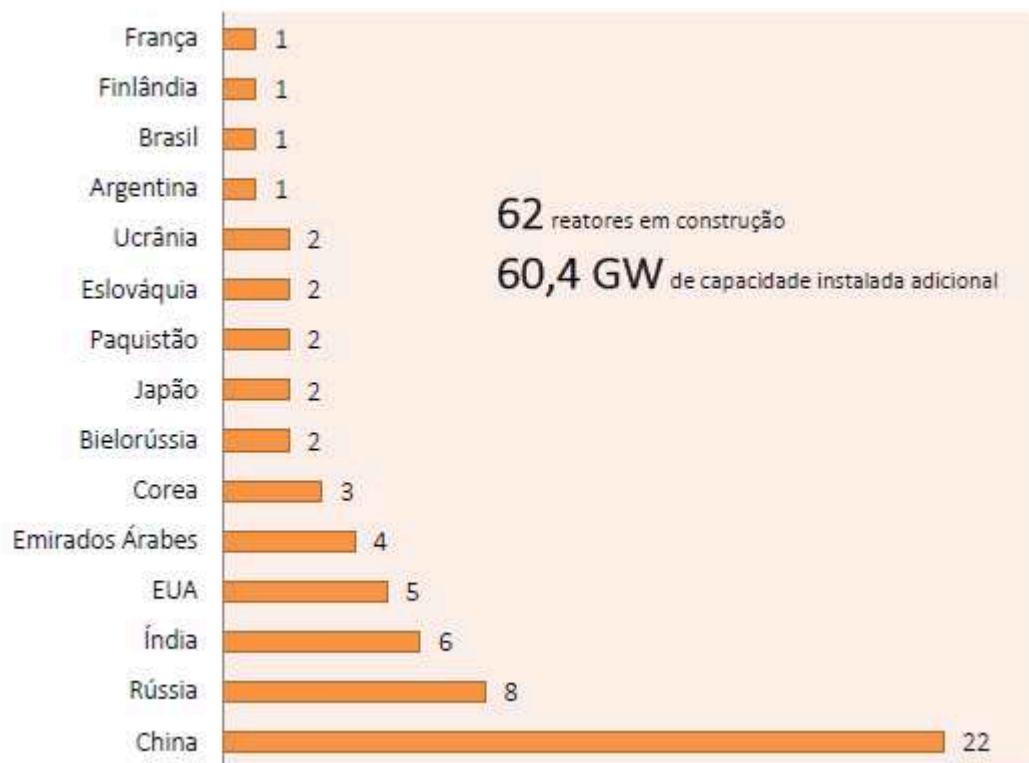


Figura 3: Reatores em construção no mundo em 2015

Fonte: Adaptado de IAEA – International Atomic Energy Agency – PRIS (2016)

A Figura 3 mostra os reatores que estavam em construção no ano de 2015, sendo a maior parte deles na China. O investimento nesta fonte de produção caiu após os acidentes de Chernobyl em 1986 e Fukushima 2011, devido aos grandes impactos causados pela radiação.

No Brasil, a geração nuclear é composta por duas usinas do tipo PWR que estão situadas na cidade de Angra dos Reis no Rio de Janeiro. E uma terceira usina está em construção na mesma região. A usina Angra I começou a ser construída em 1971 e começou a operar em 1985, Angra II começou a ser construída em 1976 e começou a operar em 2011,

Angra III começou a ser construída em 1984 e as obras foram paralisadas em 1986, de acordo com a Eletrobrás ela deve entrar em operação em 2019. (TOMALSQUIM, 2016)

A classificação dos reatores nucleares varia de acordo com o moderador que é usado no resfriamento, com os níveis de energia de nêutrons, e com o moderador de nêutrons utilizado. Como moderadores de resfriamento podem ser utilizados água, gás ou metal líquido, e para moderador de nêutrons pode ser utilizado água, água pesada ou grafite. A maioria das usinas utiliza a água tanto para resfriamento como para moderador e são chamadas de Pressurized Light-Water-Moderated and Colled Reactor (PWR), ou água fervente e são chamados de Boiling Light-Water-Cooled and Moderated Reactor (BWR). (TOMALSQUIM, 2016)

Os reatores que utilizam água pesada são denominados Pressurized Heavy-Water-Moderated and Cooled Reactor (PHWR). Existem diversos tipos de reatores e cada um recebe o nome de acordo com a tecnologia que usa e são classificados em gerações de acordo com a época em que foram produzidos. Por exemplo, os primeiros geradores pertencem à Geração I e os mais atuais à Geração III.

Todos os geradores térmicos (gás, carvão ou nuclear) tem um tempo de operação pré-estabelecido a partir de quando não é mais viável operá-los. O descomissionamento organiza e descreve todas as ações que devem ser tomadas para finalizar as operações de uma instalação nuclear e sua desativação para facilitar o desligamento do governo. (Eletronuclear, 2015 citado por TOMALSQUIM, 2016)

Inicialmente a vida útil das usinas nucleares foi estipulada para cerca de 30 anos, mas algumas se mostram capazes de ir além disso. As plantas mais recentes planejam usinas que funcionem de 40 a 60 anos (WNA, 2016 citado por TOMALSQUIM, 2016). O desafio para aumentar este prazo é avaliar a integridade estrutural dos sistemas e o tempo de vida restante dos componentes críticos. (IAEA, 2015 citado por TOMALSQUIM, 2016)

A produção de energia nuclear oferece benefícios econômicos e sociais com a geração de empregos diretos e indiretos principalmente se priorizar a mão-de-obra local ou regional, o aumento da demanda de bens e serviços e o aumento da arrecadação tributária que contribui para a região. (TOMALSQUIM, 2016)

A produção nuclear teve uma queda de 4,2% entre 2014 e 2015 sendo ultrapassada pela produção de energia eólica. Porém cresceu entre os anos de 2007 (cerca de 12.000 GWh) e 2015 (14.734 GWh) (BEN, 2016). É importante ressaltar que a demanda por uma maior produção de energia é crescente, e cada vez mais será necessário aumentá-la. E

pensando no controle ambiental, as formas de produção que devem ser priorizadas devem estar relacionadas à sustentabilidade e com pouca ou nenhuma produção de gases prejudiciais causando pouco impacto na natureza. Assim sendo, a energia nuclear é uma ótima forma de produção de energia, haja visto que não emite diretamente gases do efeito estufa, possui uma longa vida útil e pouca variação no preço.

2.1.1 Como funciona a Usina Nuclear

De acordo com o IAEA (2015 citado por TOMALSQUIM, 2016)

"Conceitualmente as plantas nucleares em operação são similares às usinas térmicas convencionais em ciclo simples. O processo envolve o aquecimento de vapor a alta pressão que, ao expandir-se, aciona uma turbina térmica, movimentando um gerador elétrico acoplado a seu eixo. O vapor saído da turbina, em baixa pressão, é resfriado, condensado e novamente aquecido, reiniciando o ciclo térmico de Rankine." (p.361)

Como combustíveis nucleares podem ser usados diversos elementos, porém, no Brasil usa-se Urânio enriquecido. O país domina todo o ciclo do combustível, inclusive do enriquecimento que é a fase mais importante, pois é a parte que mais exige investimentos.

O enriquecimento de urânio consiste na separação dos isótopos. Na natureza existem dois isótopos de urânio: U-235 e U-238, que são quimicamente idênticos mas diferentes fisicamente, pois o U-238, que é mais abundante, possui três nêutrons a mais e não contribui diretamente para o processo de fissão. Essa diferença permite que os isótopos sejam separados e a proporção de U-235 seja aumentada melhorando o aproveitamento de urânio.

O processo de produção do combustível nuclear passa por várias etapas que são: extração do minério; beneficiamento para separar de outros minérios; conversão em gás do produto do beneficiamento; enriquecimento do gás; reconversão do gás para o estado de pó; compactação do pó para formação de pastilhas e montagem do combustível colocando um conjunto de pastilhas em cilindros. (GONÇALVES E ALMEIDA, 2005)

A geração da energia se dá pela fissão (separação do núcleo do átomo) dos átomos de urânio dentro dos cilindros de combustível; isso aquece a água que passa pelo reator a 320 graus, mas ela não entra em ebulição, pois é mantida a uma pressão 157 vezes maior que a atmosférica. O gerador de vapor troca calor entre a água aquecida e a água de um circuito secundário independente e, essa troca transforma a água secundária em vapor rodando as turbinas a cerca de 1.800 rpm, que acionam o gerador elétrico. Depois de mover a turbina, o vapor passa por um condensador para ser refrigerado pela água do mar por um terceiro circuito. A água que passa direto no reator não entra em contato com as outras para não contaminá-las. (ELETRONUCLEAR)

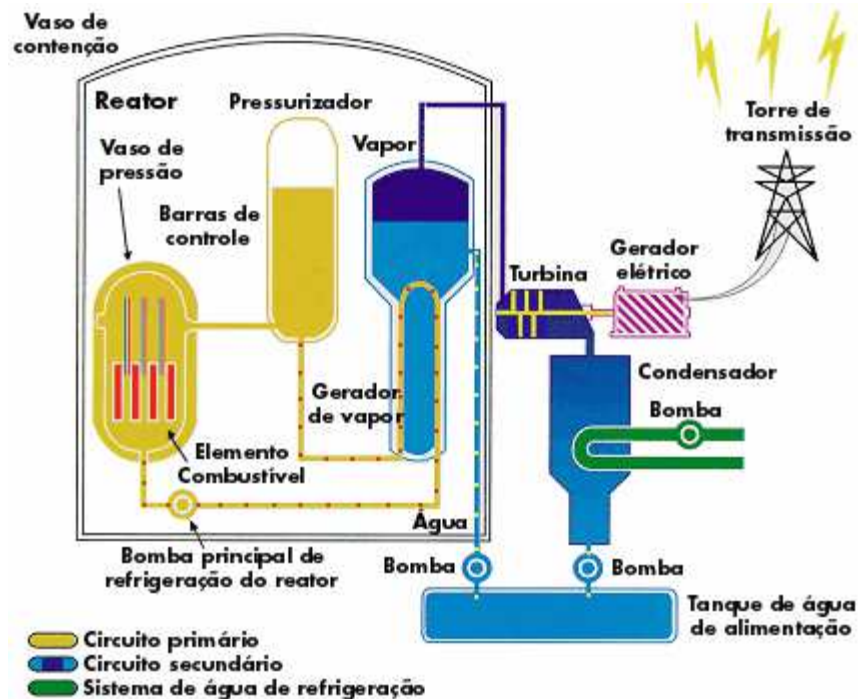


Figura 4 – Esquema de funcionamento de uma usina nuclear

Fonte: ELETRONUCLEAR - 2016

A figura 4 ilustra como a usina nuclear funciona e todos os seus componentes. Apesar de ser uma fonte ainda pouco expressiva na matriz mundial, ela tem grandes chances de crescer e de contribuir para o atendimento da demanda.

2.2 HIDRELÉTRICA

A fonte hidrelétrica por décadas tem sido a principal fonte de geração no setor elétrico brasileiro, tanto pela sua competitividade econômica quanto pela abundância do recurso hídrico no Brasil, além de ser uma fonte renovável de geração de energia. A hidrelétrica é a melhor fonte e a mais barata de ser implantada disponível. Sua construção é um grande projeto e aspectos como quantidade de chuva, a estabilidade do terreno para alteração e curso do rio devem ser levadas em consideração na construção do projeto. (AHMER ET AL., 2016)

TOLMASQUIM (2012) descreve a fonte hidráulica, dentre as formas de geração de energia elétrica, como sendo a única que apresenta quatro características relevantes: ser renovável, quase não emitir gases do efeito estufa, ser bastante competitiva e sua construção pode ser praticamente com 100% de fornecimento de serviços nacionais.

Alguns dos problemas que podem aparecer na implementação das usinas hidrelétricas são os problemas ambientais decorrentes do alagamento e os movimentos contra

a construção das grandes represas. Esses fatores podem levar ao abandono do uso da hidroeletricidade. Uma forma de lidar com isso é a redução das áreas inundadas para barragem e uma negociação democrática do governo com os ambientalistas. Apesar de acontecerem perdas de potência, os impactos serão minimizados (ROSA, 2007). Carvalho e Sauer (2013) afirmam que o Brasil tem potencial para suprir de forma sustentável toda a energia que consome hoje e que consumirá a partir de 2050, quando a população se estabilizará.

De acordo com TOMALSQUIM (2016):

“Os reservatórios das usinas hidrelétricas, por sua vez, podem prover uma série de serviços não energéticos, como controles de cheias, irrigação, processamento industrial, suprimento de água para consumo humano, recreação e serviços de navegação. Vale ressaltar, no entanto, que os múltiplos usos da água podem, por vezes, gerar conflitos e eventualmente impor restrições à operação hidrelétrica.”

A usina de Três Marias é um exemplo dessa utilização para outras formas, que foi originalmente projetada para ser um reservatório para irrigar 100 mil hectares do Projeto Jaíba e contribuiu para o desenvolvimento de uma região que era muito pobre. (CARVALHO E SAUER, 2013)

Olhando apenas pelo lado da operação elétrica, as usinas podem fornecer uma série de serviços auxiliares tais como controle de tensão e de frequência, que contribuem para o atendimento da demanda com o padrão desejado. (TOMALSQUIM, 2016)

Outra vantagem das usinas hidrelétricas é a capacidade de armazenamento de energia, o que propicia o maior desenvolvimento de fontes intermitentes com a segurança de que não haverá falta. As fontes intermitentes aparecem como único recurso para países que já esgotaram seu potencial hidrelétrico e que pretendem sair da dependência das fontes não renováveis. E para sua instalação mais segura, as hidrelétricas já instaladas aparecem como importante recurso para armazenamento e substituição em momentos de crise. (TOMALSQUIM, 2016)

O PíEE – Projeto de Investimento em Energia Elétrica, lançado em 2015, prevê um aumento da produção de energia hidrelétrica no Brasil de cerca de 11.000 MW. Sendo 87 MW em Ercilândia no Rio Piquiri, 93 MW em Foz Piquiri também no Rio Piquiri, 67 MW em Paranhos no Rio Chopim, 139 MW em Apertados no Rio Piquiri, 118 MW em Telêmaco no Rio Tibagi, 2.338 MW em Jatobá no Rio Tapajós e, 8.040 MW em S. Luiz Tapajós também no Rio Tapajós (PIEE, 2015). Em pequenas centrais hidrelétricas (PCH) pretende-se aumentar a produção entre cerca de 1.000 MW a 1.500 MW. (PIEE, 2015)

Uma alternativa para a questão do prejuízo ambiental causado pelas hidrelétricas é a implantação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) que reduzem os impactos da construção de grandes hidrelétricas, e possibilitam o atendimento de pequenos centros urbanos que ainda possuem pouco acesso à energia elétrica, reduzindo também a dependência das grandes usinas. (PERIUS E CARREGARO, 2012)

A ANEEL define PCH como sendo toda usina hidrelétrica de pequeno porte com capacidade entre 3 MW e 30 MW e com área de reservatório menor que 3 Km^2 . Seus reservatórios não permitem regularização do fluxo de água podendo ocasionar ociosidade nos momentos de estiagem, em que a vazão é menor que a capacidade das turbinas. (<http://www.portalpch.com.br/saiba-mais/o-que-e-uma-pch.html>)

O Presidente da Associação Brasileira de Fomento às Pequenas Centrais hidrelétricas (ABRAPCH) Sivieri Arbex aponta que existem atualmente 17 PCHs outorgadas e outras 159 aptas a serem outorgadas esperando licença ambiental. Uma das dificuldades da implantação dessas usinas é o fator ambiental, onde para a construção de tais represas é necessário uma empresa especializada no processo, e as que possuem possibilidade de realização destes processos estão sendo investigadas na operação “Lava-jato”. (BLOG DO VICENTE, 2016 citado por ABEEÓLICA, 2016)

A matriz energética brasileira depende muito das formas renováveis de produção de energia, principalmente as hidrelétricas. Boa parte da crescente demanda de energia que surgiu no país foi suprida com a implementação de usinas hidrelétricas. Apesar de este fato possibilitar uma produção de energia relativamente barata, a pouca diversificação das matrizes energéticas deixam o preço vulnerável às mudanças climáticas, aumentando durante os períodos de seca por exemplo. (GUERRA ET AL., 2015)

Carvalho (2012) afirma que, na expansão do sistema elétrico brasileiro, a energia hidrelétrica deve ser priorizada em detrimento da energia nuclear, pois ainda tem uma grande fatia do potencial hidrelétrico a ser aproveitado e é um dos maiores potenciais do mundo. A energia eólica também é priorizada pelas condições favoráveis de produção que o Brasil apresenta.

2.2.1 Como funciona a usina hidrelétrica

De acordo com Tomalsquim (2016) o relevo da Terra e as quedas de água que elas promovem criam um potencial que pode ser aproveitado pelas hidrelétricas. Uma usina

hidrelétrica é composta basicamente por barragem, sistemas de captação de água, casa de forças e vertedouros.

A barragem é um lago artificial chamado de reservatório que altera o curso normal do rio e proporciona quedas de água possibilitando o potencial energético. Além disso, pode regular a vazão de água pelo armazenamento. A elaboração e construção do circuito hidráulico requer um estudo da área e adaptação de recursos. (TOMALSQUIM, 2016)

A água captada no reservatório é conduzida às turbinas que ficam na casa de força. Na casa de força estão também os geradores e todo o sistema que envolve a geração da energia elétrica. Quando a vazão dos rios está alta, utilizam-se os vertedouros para eliminar a água que excede os limites de segurança. (TOMALSQUIM, 2016)

A Figura 5 mostra o funcionamento da usina hidrelétrica: dentro da casa de forças a turbina converte a energia potencial hidráulica em potência mecânica do eixo que o gerador converte em energia elétrica. Na turbina, a água passa pelos canais hidráulicos girando as pás do rotor produzindo torque. (TOMALSQUIM, 2016)

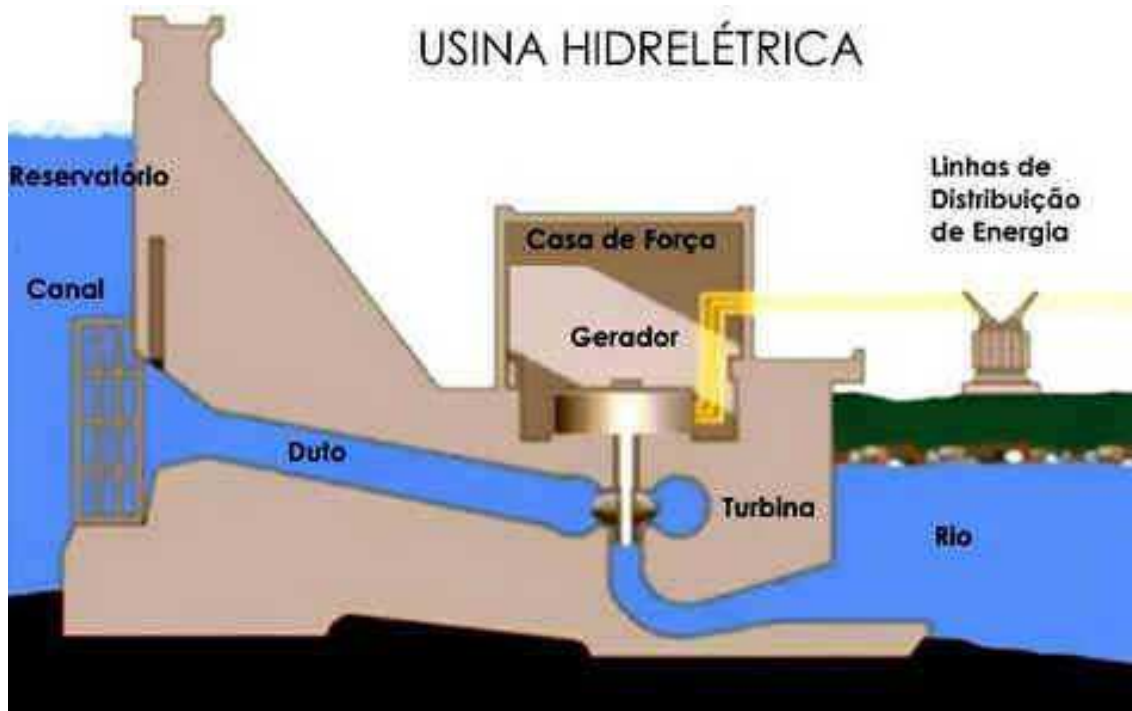


Figura 5: Funcionamento da usina Hidrelétrica

Fonte: Portal São Francisco – Energia Hidrelétrica

As turbinas que serão usadas em cada usina devem ser escolhidas de acordo com desempenho, flexibilidade, custos, etc. Sendo o tipo adequado definido pela queda, vazão, relevo e tecnologia disponíveis. O Brasil é referência no que se trata de tecnologia e

estudos sobre o funcionamento das hidrelétricas, podendo aproveitar consideravelmente o potencial de cada usina. (TOMALSQUIM, 2016)

2.3 EÓLICA

A superfície da Terra é aquecida de forma desigual pelo sol e é isso que forma os ventos. Considerando isso, a energia eólica é um tipo de energia solar, uma vez que depende do Sol para poder funcionar. O aquecimento diferenciado da atmosfera gera gradientes de pressão que movimentam as massas de ar. Além da diferença de pressão, outros fatores como a rotação, os efeitos das montanhas, obstáculos e o relevo também influenciam a direção e a força dos ventos. (TOMALSQUIM, 2016)

A energia eólica é produzida pela força dos ventos, transformando energia cinética em energia elétrica. Apesar de recente no cenário brasileiro, contribui bastante para o desenvolvimento do país, abastecendo cerca de 12 milhões de pessoas. (MELO, ABEEOLICA, 2014). A energia já instalada corresponde a mais ou menos 3,5% do total produzido pelo sistema e deve crescer ainda, sendo o potencial já instalado de 7.633 MW (0,1%) em 2015. (BEN, 2016)

A energia eólica pode ser uma das melhores fontes de energia. Porém, a instalação da usina eólica é um processo lento e caro. Algumas tecnologias como a utilização de satélites para verificação de terreno, obstáculos e direção do vento podem deixar o processo mais rápido e menos caro. (AHMER ET AL., 2016)

Com a redução dos potenciais hidrelétricos, existiu uma forte necessidade de diversificação da matriz elétrica para aumentar a oferta e atender a demanda. É neste cenário que aparece a indústria eólica brasileira, que começou a ganhar força em 2009 e vem ganhando cada vez mais espaço no país se tornando a segunda fonte mais competitiva e também a mais contratada. (MELO, ABEEOLICA, 2014)

No Brasil, os ventos permitem uma vantagem competitiva única que possibilita uma ampla implantação e utilização desse recurso. O potencial brasileiro é estimado em 300 GW além de contribuir para o aspecto socioeconômico com empregos diretos e indiretos. Os empregos decorrentes dessa forma de geração de energia apresentam uma das vantagens de sua utilização. O arrendamento de áreas para instalação é feito diretamente com o proprietário e melhora a renda de famílias muito pobres. (MELO, 2013)

O potencial brasileiro para produção eólica é considerado quase infinito, podendo ser instalados de Norte a Sul do país. Com esse potencial e com o investimento nesta

matriz de produção, em pouco tempo o Brasil deve estar entre os líderes da produção e do investimento em energia eólica mundial (MELO, ABEEOLICA, 2014). Com a melhor produtividade reconhecida no aproveitamento dos ventos, em 2015, o Brasil teve o mais elevado crescimento em geração eólica. (BLOG DO VICENTE, 2016, citado por ABEEÓLICA, 2016)

No relatório da EPE 2016 (ano referência de 2015) a produção de energia eólica cresceu 77,1% ultrapassando a geração nuclear no mesmo ano. A expansão foi de 56,2% atingindo cerca de 7.633 MW. (BEN, 2016)

Associada à energia hidrelétrica, a energia eólica pode gerar maior confiabilidade energética, uma vez que a energia gerada por esta fonte poderá ser estocada nos reservatórios hidrelétricos aumentando sua capacidade e dispensando uso de outras fontes alternativas de geração. (SIMAS E PACCA, 2013)

Deve ser levado em conta que um país com dimensões territoriais tão variadas e bacias eólicas com ventos predominantes distintos como o Brasil requer projetos diferentes para cada região, com um equipamento específico devendo ser levados em conta na instalação, pois, apesar de mudanças de projetos e equipamentos serem possíveis, eles se tornam difíceis de acordo com o comprometimento do projeto de geração de energia. (MELO, 2013)

A produção de energia por esta fonte não possui muitas desvantagens, mas uma delas é a sazonalidade dos ventos, devido ao fato de depender da densidade e velocidade ideal dos ventos, a produção pode variar de acordo com a época do ano sendo um pouco instável. (ECYCLE)

Outra desvantagem tem a ver com a questão ambiental, a concentração de aerogeradores em um mesmo lugar impacta o ecossistema e a população que vive perto, pois as turbinas emitem ruídos muito altos ao operarem. Para fugir do barulho, populações de animais podem se afastar da região alterando o ecossistema, além de causar estresse, agressividade e outros problemas à saúde. (ECYCLE)

A população de aves também é particularmente afetada, uma vez que ao voarem muito perto das turbinas podem ser atingidas pelas pás se ferindo gravemente ou até morrendo. Pode haver mudanças no fluxo migratório destas aves como forma de evitar passar pela região. A poluição visual também é importante, pois o parque eólico altera consideravelmente a paisagem. (ECYCLE)

O primeiro gerador eólico foi instalado no Brasil em 1992 na Ilha de Fernando de Noronha e resultou de uma parceria de uma Universidade Pernambucana e um Instituto Dinamarquês. Já o primeiro incentivo à produção eólica apareceu durante a crise energética de 2001, quando se incentivou a contratação da energia eólica pelo Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA).

Em 2002 o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica) entrou em vigor para diversificar a matriz energética, e estabeleceu tarifas de transmissão e venda específicas que privilegiaram a geração eólica. Apenas a partir deste programa que a produção de energia eólica aumentou e cresceu também o número de parques eólicos.

Silvia Gannoum, presidente da Abeeólica, afirmou que, desde quando a energia eólica foi incluída nos leilões de energia (2009), ficou em segundo lugar como a mais competitiva, perdendo apenas para a hidrelétrica. Afirma ainda que isso se deve ao progresso tecnológico e às condições climáticas que possuímos. (BLOG DO VICENTE, 2016 citado por ABEEÓLICA, 2016)

Os fabricantes da indústria eólica têm buscado utilizar componentes nacionais para que seus clientes possam utilizar o financiamento do BNDES, mas como o mercado ainda é novo, os fornecedores de componentes e subcomponentes ainda são muito poucos. O BNDES criou então um programa progressivo de nacionalização e industrialização. Isso é um processo lento que demanda qualificação e importação de tecnologia da parte dos produtores. (MELO, 2013)

Observando o panorama mundial de produção eólica, percebe-se que a maior parte dos geradores estão implantados em terra, que é o modelo *onshore*, porém, cada vez mais parques têm sido posicionados no mar, que são os *offshores*, devido à diminuição de lugares apropriados em terra e pelo bom aproveitamento do vento, mesmo sendo mais caras de serem instaladas.

De acordo com o GWEC, 2015 a energia eólica corresponde somente a cerca de 3% da produção total no mundo. E os maiores produtores desta modalidade são a China (31%), Estados Unidos (18%) e Alemanha (10%). O Brasil está em décimo lugar com uma produção de cerca de 1,6% deste total. (TOMALSQUIM, 2016)

Com uma posição geográfica privilegiada, o Brasil tem grande potencial para implantação de energia solar e eólica, porém, o investimento nestas matrizes continua baixo. O Brasil cresceu economicamente, e as diferenças sociais se acentuaram como acontece no

norte e nordeste que são as regiões mais afetadas pela deficiência na produção de energia. (GUERRA ET AL, 2015)

O maior potencial brasileiro se encontra no Nordeste, que possui uma boa recepção de ventos, principalmente na região litoral e montanhosa. Fora do Nordeste, o Sul se apresenta com forte potencial de instalação e produção de energia eólica. O Norte não tem um bom potencial, uma vez que os ventos têm pouca velocidade, exceto nas regiões litorâneas. No restante do país existem pontos isolados para aproveitamento da energia eólica. (TELLES, 2015)

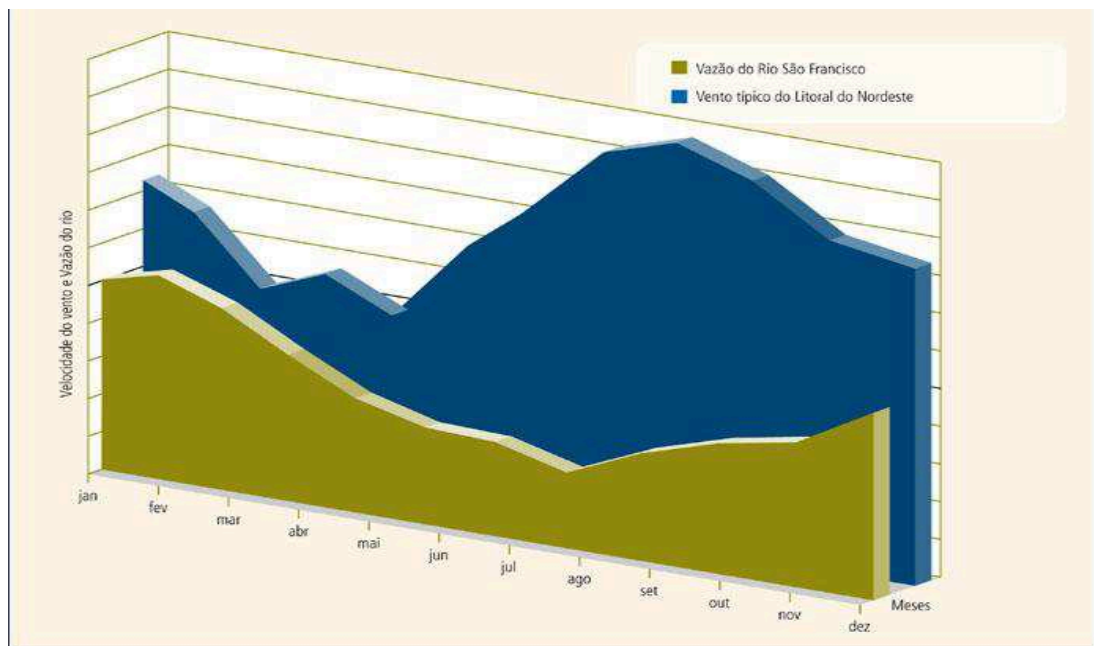


Gráfico 1: Complementaridade entre a geração hidrelétrica e eólica

Fonte: Centro Brasileiro de Energia Eólica – CBEE/UFPE (2000)

A importância das usinas eólicas também se dá pela complementação que faz das usinas hidrelétricas, uma vez que, como mostrado no gráfico 1, no Nordeste, a maior vazão de água se dá em momentos em que a velocidade dos ventos é mais baixa; e a seca acontece nos períodos de maior intensidade de ventos, o que complementa as duas fontes de geração possibilitando disponibilidade energética o ano todo. (TELLES, 2015)

Além disso, a energia eólica pode ser armazenada nas usinas hidrelétricas para os períodos de estiagem na produção, gerando menor dependência de fontes intermitentes para atender a demanda interna de energia.

A produção de energia eólica começou com a crise do petróleo em 2008 como uma alternativa para as fontes não renováveis, de forma a evitar a falta e o racionamento da energia. Ela ainda está em desenvolvimento no Brasil, mas com os investimentos certos e com as tecnologias adequadas, ela pode se tornar muito forte e competitiva.

2.3.1 Como funciona a usina eólica

Por se movimentar, o ar possui energia que pode ser aproveitada. No gerador eólico, o aproveitamento deste fluido é obtido quando o vento move as pás de um moinho que capturam a energia cinética. O aerogerador é a parte da usina eólica que realizam esse processo. É composto de três partes principais: rotor, eixo e gerador. Além de elementos secundários.

O rotor é responsável por capturar a energia do vento, sendo composto por pás e pelo cubo do aerogerador. É o componente mais crítico, pois faz a captura da energia e o controle da turbina. As pás interagem com o vento para gerar torque no eixo. O rotor com três pás é mais utilizado, uma vez que permite limitar vibrações, barulho, estabilidade e desgaste de motor. O cubo acomoda as pás e seus sistemas que conferem flexibilidade na operação alterando a direção das pás para limitar a potência ou manter constante a velocidade da turbina. O eixo transfere a energia captada pelo rotor para o gerador. E o gerador converte energia mecânica em energia elétrica. Existem dois tipos de eixos, o vertical e o horizontal, sendo o mais utilizado o eixo horizontal com três pás. (TOMALSQUIM, 2016)

A figura 6 ilustra os componentes de um aerogerador. Nela é possível ver também os componentes secundários do aerogerador como a Nacelle - que é a carcaça que abriga o multiplicador (multiplica a baixa rotação do rotor a fim de alcançar a velocidade de trabalho do gerador), o eixo e o gerador – e a torre que sustenta todos os componentes a uma altura adequada para uma boa captação dos ventos para produção energética. (TOMALSQUIM, 2016)

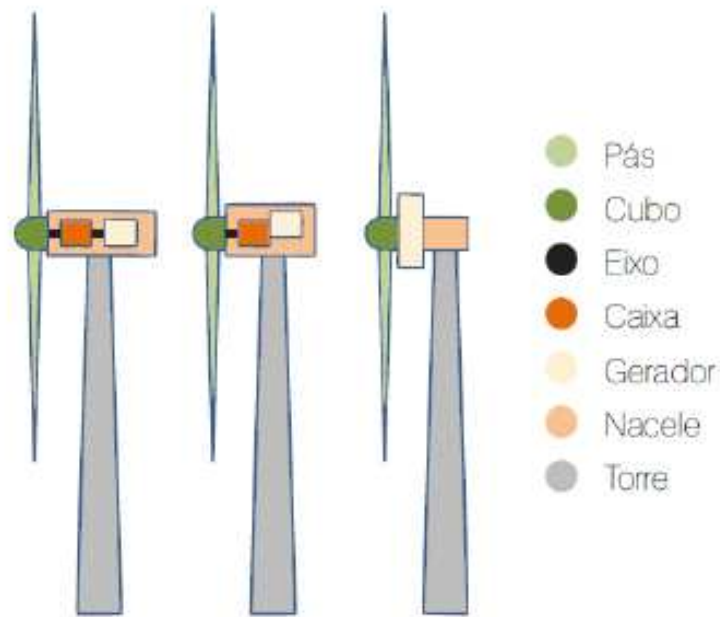


Figura 6: Componentes básicos dos aerogeradores de eixo horizontal

Fonte: (ABDI, 2014 – TOMALSQUIM, 2016)

Os aerogeradores são construídos em tamanhos e configurações variadas e podem utilizar vários tipos de materiais, sendo os principais o aço, a fibra de vidro e de carbono, a resina, o cobre e o alumínio. (TOMALSQUIM, 2016)

O parque eólico é o conjunto de aerogeradores em uma mesma região. Para se construir um parque é necessário definir o local em que cada aerogerador será instalado, levantar as bases ou fundações em concreto para sustentar as torres. Deve-se ligar os aerogeradores por cabos de média tensão e de comunicação, devem também ser ligadas à subestação que possui centros de transformação, e sistemas de proteção que fazem contato com o ponto de injeção definido. O parque possui ainda um edifício de comando que controla toda a operação. (TOMALSQUIM, 2016)

2.4 SOLAR

A luz solar vem sendo usada pelo homem ao longo do tempo como forma de atender suas necessidades de aquecimento, iluminação a até alimentação através da cadeia alimentar (fotossíntese). Mas foi a partir do século passado que passou a utilizar a luz solar para produção de energia elétrica. Existem duas formas de produção utilizando a energia solar, a fotovoltaica que converte diretamente a luz solar em energia, e a heliotérmica em que um fluido é aquecido para produzir vapor. (TOMALSQUIM, 2016)

A parcela de produção solar ainda é muito pequena sendo a fotovoltaica mais expressiva representando cerca de 98% da capacidade instalada de energia solar (REN21

citado por TOMALSQUIM, 2016). Ela não emite poluentes durante sua operação e isso é muito importante no atual cenário além, de ser uma fonte completamente renovável e abundante.

Sua implantação passou por quatro fases, primeiro a utilização de células fotovoltaicas em aplicações espaciais, a segunda ocorreu na crise do petróleo nos anos 70 e foi utilizada em áreas terrestres isoladas. A terceira, surgiu com o estímulo de da conexão da geração fotovoltaica à rede gerando o pagamento de tarifas prêmio e a paridade tarifária na geração distribuída, este estágio deve alcançar o mundo até 2020. A última fase é a que a energia fotovoltaica se torna competitiva com outras fontes mais tradicionais, o que deve ocorrer nas próximas décadas. (TOMALSQUIM, 2016)

O fato de o Brasil estar em uma região com grande incidência de raios solares verticais, favorece para que haja levados índices de irradiação em quase todo território, além do que, a proximidade com a linha do equador faz com que essa condição seja constante quase o ano todo. O investimento na fonte fotovoltaica deve levar em consideração o aspecto intermitente desta fonte. Já o sistema heliotérmico por ser uma fonte termelétrica, está menos susceptível às variações de irradiação e pode continuar operando mesmo depois que o sol se põe.

A princípio, a fonte fotovoltaica foi utilizada em aplicações espaciais, como satélites, depois, passou a ser alternativa para locais isolados, mas foi no século XXI que teve seu maior crescimento sendo utilizada conectada à rede de forma distribuída (casas) e de forma centralizada (plantas geradoras). Já a heliotérmica desde o começo começou em grandes proporções, o que dificultou sua disseminação. (TOMALSQUIM, 2016)

A utilização de energia solar ainda representa uma porcentagem muito pequena na produção elétrica mundial, mas os investimentos em tecnologias para aproveitamento desta fonte tem crescido nos últimos anos. Países europeus e asiáticos lideram o número de instalações e as pesquisas no aprimoramento dos componentes para melhor aproveitamento da luz solar.

2.4.1 Como Funciona a Usina Solar

A radiação solar que atinge a superfície pode ser decomposta em planos, a componente mais importante para a geração de energia é a horizontal direta normal que atinge o solo diretamente, sem reflexões. O movimento de rotação e translação da Terra muda as estações ao longo do ano e a incidência dos raios solares em cada região. Assim, as regiões

próximas à linha do Equador (como o Brasil) possuem menor variação na irradiação ao longo do ano, enquanto que as regiões mais distantes possuem grandes variações na incidência.

A energia fotovoltaica surge do aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de um semicondutor, devido à absorção da luz. O semicondutor mais utilizado é o silício. Com a diferença de potencial, a utilização de íons faz com que haja movimentação nos elétrons de um parte a outra e uma conexão por um condutor das duas partes do semicondutor permite a circulação dos elétrons e possibilita o funcionamento das células fotovoltaicas.

Já na heliotérmica, a energia solar é primeiro convertida em energia térmica e depois vira eletricidade. Espelhos concentram a irradiação solar em um ponto que possui um receptor com um fluido absorvedor de calor. O fluido aquecido é expandido diretamente na turbina ou aquece outro fluido que será expandido. A partir deste ponto funciona como um sistema termelétrico normal com um conjunto de turbina e gerador. (TOMALSQUIM, 2016)

O principal componente para geração fotovoltaica é a célula, que é composta por uma moldura geralmente de alumínio que serve para fixar o módulo, o selante que une as camadas internas do modulo com a moldura, uma camada de vidro que protege as células mas permite a entrada de luz para geração de energia, é um vidro especial que evita a reflexão da luz; um encapsulante que envolve as células e as protege contra umidade além de melhorar a condução; as células fotovoltaicas que fazem a conversão direta de energia eletromagnética em elétrica e; o *backsheet* que é a parte inferior e protege contra elementos externos e isolamento elétrico adicional.

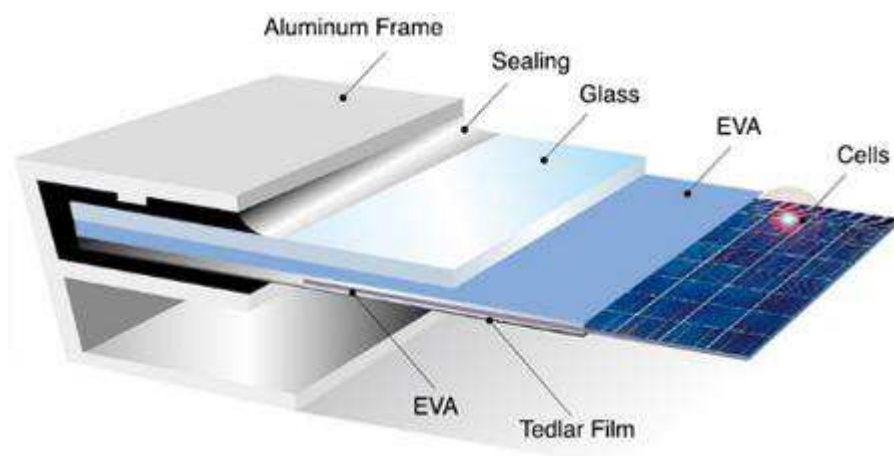


Figura 7 : Componentes da célula fotovoltaica

Fonte: http://www.riteksolar.com/eng/p2-solar_modules.asp

Na figura X é possível ver todos os componentes e como eles ficam ordenados. Os módulos são organizados em paralelo e em série para conseguir a tensão desejada. Mesmo com todos os equipamentos já disponíveis, as pesquisas atualmente tem buscado desenvolver células mais eficientes, baratas de produzir e que sejam compatíveis com diversas aplicações. (TOMALSQUIM, 2016)

3 UMA BREVE ANÁLISE DAS DIRETRIZES CURRICULARES E COMO O TEMA SE ASSOCIA A ELAS

Após a apresentação da pesquisa acerca do tema referente à produção de energia elétrica, e as opções que compõem a matriz energética do Brasil, resta analisar como tal assunto é apresentado e discutido aos estudantes na Educação Básica no Brasil.

A aprendizagem se vincula à história da humanidade em sua construção, evolução e à sua capacidade de adaptação às novas situações. Até onde já se foi possível remeter ao passado mais distante, é possível perceber que sempre se ensinou e se aprendeu de uma forma mais ou menos organizada, e geralmente partindo de uma abordagem mais geral, porém com conceitos iniciais mais simples, aumentando-se o grau de complexidade gradativamente até se atingir um conhecimento mais aprofundado de um determinado tema.

O ensino fundamental foi por muito tempo o principal e, para muitos, o único grau de ensino a que se teve acesso. Hoje ele está muito mais acessível e representa boa parte dos alunos que estão estudando. Os grupos que lutaram pela melhora nas condições educacionais, conseguiram avanços na qualidade da educação por meio de reformas pedagógicas, democratização e superação das injustiças. (BRASIL, 2013)

As desigualdades se encontram entre ricos e pobres, negros, brancos e outros grupos mestiços mas, principalmente das pessoas da periferia e que não tiveram a oportunidade de estudar quando crianças. O entendimento dessas diferenças pela escola é essencial, saber sobre a realidade dos seus alunos e compreender seu universo cultural permite criar uma atividade pedagógica pertinente, articulada com a realidade, como atuar sobre ela para mudá-la e conhecer outras culturas.

Cabe à comunidade escolar integrar o conhecimento e a cultura, de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais uma das maneiras de trabalhar o currículo escolar é por meio das experiências escolares que se interligam com as relações sociais, ativando os saberes culturais dos alunos com as vivências que a escola pode proporcionar. É importante ressaltar que o trabalho da escola está intimamente ligado ao exercício da cidadania pois, além da didatização, traz um sentido moral e político subliminar. (BRASIL, 2013)

A base nacional para o ensino tem origem em disciplinas científicas que incorporam diversos saberes da experiência docente, discente e da cidadania. Na Base Nacional Comum do ensino fundamental, não está especificado o estudo das formas de

produção de energia mas, abrange educação ambiental, educação para o consumo, e ciência e tecnologia, que são partes em que se pode inserir este conteúdo.

No que tange às Diretrizes Curriculares do ensino médio, elas tiveram que ser revistas devido as novas exigências educacionais causadas pelos novos meios de comunicação, alteração no mundo de trabalho, mudança dos interesses dos jovens e a aceleração da produção do conhecimento. A escola precisa ser repensada para atender aos jovens que buscam as escolas por diferentes motivos variando de acordo com o ambiente em que estão inseridos. (BRASIL, 2013)

Nos últimos anos, houve aumento da procura dos jovens pelo ensino médio, o que aumentou nas escolas o contingente de filhos das classes trabalhadoras diversificando o público e estimulando a produção de novos procedimentos de forma a manter os mesmos na escola diminuindo a taxa de reprovação. Portanto a elaboração das novas diretrizes curriculares para o ensino médio requer pensar sobre importantes assuntos como o financiamento, a formação dos professores para essa período, e as formas de atender aos muitos anseios da juventude.

A base comum par o ensino médio, promove como sendo essencial a sustentabilidade socioambiental como meta continuada e permanente resultando da compreensão necessária sobre o equilíbrio e respeito nas relações humanas com meio ambiente. È neste ponto que entra o ensino sobre as questões de produção de energia e meios sustentáveis de produzir. (BRASIL, 2013)

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi uma revisão bibliográfica da literatura que buscou estudar e compreender as fontes renováveis e limpas de produção de energia e escolher entre as quatro principais (eólica, hidrelétrica, solar e nuclear) a fonte mais adequada e melhor de ser implantada no Brasil para melhorar o sistema energético brasileiro e suprir a crescente demanda por energia. Ressalta assim, a importância do estudo das fontes de produção e a melhor forma de utilizar os recursos disponíveis, sem contudo, esquecer-se do fator ambiental implícito nessa escolha.

As publicações em português e em inglês foram buscadas nas bases eletrônicas de dados Web of Science, Google Acadêmico e Scielo. Alguns critérios de inclusão foram adotados na aplicação de filtros de pesquisa nas bases de dados, ou, quando este recurso não existia na base de dados, foram realizadas leitura dos títulos e resumos para adoção dos critérios de inclusão/exclusão.

Após emprego dos critérios de inclusão e exclusão, os estudos selecionados foram analisados, de modo independente. Os mais relevantes para o presente estudo foram selecionados e utilizados de forma sistemática para composição do referencial. Foram utilizados também sites oficiais públicos para informações e publicações de boletins atuais.

Houve também uma análise sistemática do das Diretrizes Curriculares Nacionais para compreender em que ponto os conceitos de energia vistos nos presente trabalho poderiam ser encaixados no ensino fundamental e médio promovendo maior consciência dos conceitos de produção sustentável e da utilização dos recursos disponíveis para produção sem prejudicar o meio ambiente.

5 DISCUSSÃO

Diante deste cenário, podemos observar que a matriz energética brasileira é muito variada, e que é possível a instalação de diversas formas de produção de energia renovável e limpa. Do potencial que o Brasil possui para produção de energia, ainda há muito que ser aproveitado aumentando a oferta de energia de forma sustentável e renovável, substituindo os combustíveis fósseis e as fontes que geram mais poluentes.

De acordo com Guerra et al., (2015), o Brasil possui a possibilidade de implantação de todos os tipos possíveis de energia, e está em equivalência com outros países na baixa emissão de CO_2 . O país tem promovido ações para amenizar a ineficiência energética e melhorar sua produção para prover o desenvolvimento do país. Em muitos estados, a agricultura, a pecuária e a indústria têm se mostrado grandes consumidoras de energia, o que influencia bastante no consumo nacional. Isso indica uma necessidade urgente de alteração para utilização de energia renovável, o que já começa a ser acelerado com o desenvolvimento e incentivo do uso do biodiesel.

Ainda de acordo com Guerra et al. (2015) a estratégia do governo para aumentar a produção de energia é investir em hidrelétricas de grande e pequeno portes. Já existem no Brasil, esforços para desenvolver fontes alternativas de energia, nos Centros de pesquisa, nas universidades e em empresas que abrangem a biomassa, a energia solar, o uso de resíduos urbanos e agrícolas, a energia das ondas e o uso do hidrogênio. (ROSA, 2007)

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) desenvolveu um estudo que indica um aumento na participação das fontes de energia renováveis na matriz energética que vai passar de 44,8% (em 2010) para 46,3% (em 2020). Isso fará com que o Brasil, que já é referência como potência energética e ambiental, continue a ser um exemplo para o mundo. Ele se tornará o país de matriz mais limpa do mundo. (TOLMASQUIM, 2012)

Considerando todo este cenário, pensamos sobre diversas formas que podem ser utilizadas na produção de energia e no quanto o Brasil está investindo em fontes renováveis e sustentáveis que geram menos impactos ambientais. O estímulo à estas fontes traz muitos benefícios ao país que terá fontes mais seguras de produção e que não dependam de recursos que podem se tornar escassos e cada vez mais caros.

Em acordo com o referencial teórico, podemos inferir que as quatro formas de energia analisadas são boas e viáveis de serem implantadas no Brasil. Cada uma apresenta a sua individualidade e aspectos que estão a seu favor ou em contraposição à sua implantação.

A energia nuclear é uma boa opção para um país que produz e enriquece Urânio. O abastecimento de usinas nucleares se torna fácil nesse caso. Como produtor de Urânio enriquecido, o Brasil possui a vantagem de economia na importação deste produto que é o combustível para a produção nuclear. Entretanto, a construção de uma usina nuclear requer um investimento muito alto e muita mão-de-obra. É preciso estudar minuciosamente o local a ser implantado para que haja recursos suficientes para construção e manutenção das usinas, como água, por exemplo, para construção de usinas PWR que utilizam água para resfriar os reatores.

A usina nuclear depende de muitos recursos monetários, porém produz muita energia a partir de poucos recursos sem grandes alterações de preços. Além de produzirem menos gases do efeito estufa como nas fontes fósseis. (TOLMALSQUIM, 2016)

É uma construção que demanda tempo e muitos recursos, e durante este período a emissão de gases do efeito estufa é elevada principalmente devido ao transporte de materiais para a obra. Porém, depois de pronta, a emissão de CO_2 é muito baixa, principalmente se comparada a outras fontes de produção.

O lixo nuclear resultante da produção de energia pode ser um problema por causa da radiação que emite e pelas consequências que pode causar. Porém, com uma boa estrutura de armazenamento é possível ter segurança e controle do material até que se torne inofensivo. O Brasil possui duas boas instalações de armazenamento destes resíduos e tem como planejamento construir outras ainda melhores para resíduos mais fortes.

Com o clima e a posição geográfica que o nosso país se encontra, as chances de acidentes são muito reduzidas, uma vez que não temos grandes riscos de terremotos, tornados, ciclones e outros fenômenos que poderiam danificar a construção causando consequências trágicas.

Por todos estes fatores, a usina nuclear se mostra como forte candidata a ser uma das fontes mais promissoras para o Brasil. Temos o enriquecimento de Urânio, temos condições de armazenar e cuidar dos resíduos das usinas, temos a vantagem de não sofrermos com grandes problemas climáticos e temos a condição de estabelecer uma indústria nacional de fornecimento e subsídios para essa fonte.

Do outro lado, a geração hidráulica também é uma importante fonte de produção de energia. O Brasil é um país beneficiado pela quantidade de bacias hidrográficas e pela distribuição de água que temos no país. O relevo brasileiro permite que as usinas sejam muito potentes garantindo uma boa produção e aproveitamento da vazão.

Os impactos que esta fonte causa é uma questão importante e relevante quando se considera sua instalação. O alagamento de grandes áreas, e a consequente decomposição dos materiais orgânicos lá presentes emite uma grande quantidade de gás metano. O próprio alagamento de grandes extensões de terras é um problema uma vez que altera a fauna e a flora do local. No atual cenário de discussão sobre o efeito estufa e sobre a preservação ambiental, este é um ponto muito delicado.

A alternativa para a questão ambiental é a construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) que têm menor capacidade de produção, porém causam menores impactos ambientais. As PCHs alagam menores espaços territoriais e causam menos prejuízos ambientais. Podem gerar energia principalmente para centros urbanos menores e além disso, elas não causam muito impacto na vazão normal dos rios, que é outro apontamento dos ambientalistas, pois não têm reservatórios deixando o rio fluir livremente. A riqueza hídrica do país permite a instalação de muitas PCHs em vários pontos do mesmo rio sem que haja nenhum prejuízo para o meio ambiente.

O investimento em usinas hidrelétricas é muito alto a princípio pelos custos que a instalação e preparação da área requerem. Porém, depois de prontas os custos diminuem compensando sua utilização. Já possuímos uma boa quantidade de usinas instaladas e uma boa produção de energia por esta fonte.

Em concordância com a referência bibliográfica, outra vantagem a ser considerada das usinas hidrelétricas, é a possibilidade de armazenar energia para os tempos de menos produção. Isso permite que não falte energia e a oferta seja sempre constante favorecendo para que outras fontes que não são renováveis sejam ativadas para suprir a necessidade de produção nos períodos de seca.

De acordo com estudos, as hidrelétricas podem garantir que o padrão de qualidade desejado seja alcançado e mantido. É chamada de fonte *back up*, pois assume oscilações negativas e positivas da geração eólica, por exemplo, sendo uma solução muito eficiente para amenizar estas oscilações. (TOMALSQUIM, 2016)

As hidrelétricas são muito importantes na matriz brasileira e a fonte mais eficiente que temos implantada. A grande quantidade de estudos que foram realizados e a tecnologia que já foi produzida para esse mercado favorecem a sua implantação. O relevo acidentado e vazão dos rios no relevo brasileiro permite que a produção seja muito elevada e maximizada.

Tomalsquim (2016) aponta que a produção por hidrelétricas no Brasil é uma tecnologia madura e que, possuímos o conhecimento ao longo de toda cadeia, inclusive da otimização, podendo até mesmo exportar esta tecnologia para outros países. Em um país com tanta capacidade e com aspectos geográficos a favor, além das possibilidades de uso para armazenamento e segurança do fornecimento de energia elétrica para todo o território, as hidrelétricas se tornam uma fonte de grande relevância e competitividade, sendo fortes concorrentes à melhor fonte de produção.

Temos ainda, a produção de energia eólica, uma fonte que vem crescendo muito no país. A produção eólica é uma fonte que produz energia utilizando o vento como recurso para geração. O investimento e o aumento do uso desta fonte de produção é relativamente recente no Brasil.

Por isso, a quantidade de parques eólicos é ainda muito pequena e a tecnologia brasileira para sua instalação ainda é prematura, mas já caminha a pequenos passos. A produção por este meio é muito eficiente e pode ser instalado tanto em território quanto no mar, produzindo ainda mais, possibilitando um bom uso dos ventos.

Esta fonte se mostra como alternativa para os lugares no Brasil onde não é possível instalar geradores hidráulicos, como o Nordeste, por exemplo, permitindo que a oferta seja grande e que não falte energia nessas regiões. Bem como complementando as produções em regiões em que a seca é muito severa e a produção pela fonte hidráulica se torna menor.

A produção eólica complementa a produção hidráulica, pois pode-se armazenar a sua energia excedente nas usinas hidrelétricas. Estudos mostram que, em áreas como o Nordeste, as usinas eólicas podem impedir a falta de energia, pois, em época de seca existe mais vento ativando mais os geradores eólicos e, em épocas de chuva os ventos diminuem, porém as usinas hidrelétricas conseguem produzir mais.

A construção desses parques exige um grande investimento, pois a maior parte dos componentes ainda é importado. Mas empresas brasileiras já estão investindo na produção das peças, o que irá tornar uma fonte completamente brasileira. Este investimento também irá possibilitar que as pás que compõem os geradores sejam criadas e adaptadas de forma a aproveitar melhor os ventos em cada território.

De acordo com Tomalsquim (2016) apenas uma fração do vento está em uma altura suficientemente próxima da Terra (200m) para ser aproveitada de forma prática, e somente algumas regiões possuem ventos adequados para este tipo de exploração. Neste

sentido, o Brasil é privilegiado, pois tem muitas regiões em que pode instalar as usinas e muitas boas áreas de aproveitamento dos ventos.

Cada região possui uma especificidade de ventos que circulam, por isso, a adaptação e estudo de cada um destes ventos permitirá produzir geradores com alturas e componentes específicos que aproveitem ao máximo estes ventos e possam tornar os geradores muito eficientes.

A produção eólica está crescendo cada vez mais no Brasil, e os índices apontam que tende a crescer ainda mais, pois é uma fonte que pode ser instalada em várias regiões, pode ser implantada no mar, apesar de ser mais cara, e que não gera lixo ou impactos ambientais severos que atuem veemente em seu desfavor.

Por isto, a produção eólica pode ser também uma fonte muito relevante a ser instalada para geração de energia e que pode ajudar a suprir a demanda crescente por energia, evitando a falta de oferta, produzindo uma forma limpa e completamente sustentável.

Existe ainda outra fonte muito relevante e que está crescendo na matriz energética, que é a solar. Esta fonte ainda é recente no cenário brasileiro, mas tem ganhado cada vez mais espaço nos lares por ser uma fonte possível de implantar individualmente e reduzir a conta de energia. Por ainda ter poucos estudos na área, a instalação é muito cara e pouco acessível sendo necessário um grande investimento inicial.

Apesar dos custos de instalação, é uma fonte que requer poucos investimentos posteriores permitindo uma geração com baixo custo e estabilidade no preço. Também não produz gases do efeito estufa, e não gera resíduos poluentes sendo uma das matrizes mais limpas possível, além de ser completamente renovável.

Por tudo isso, a energia solar é uma forte concorrente a melhor fonte por ser muito sustentável, muito limpa e permitir a instalação isolada. O que a desabona é o alto custo dos equipamentos para captação da energia porém, com os muitos estudos na área, este problema será resolvido e serão criadas células baratas, eficientes e adaptáveis a cada território.

Tomalsquim (2016) complementa seus estudos afirmando que o Sistema Elétrico Brasileiro necessita investimentos constantes devido à sua complexidade. E que a ONS enfrenta desafios associados ao uso da água e também à confiabilidade do sistema frente à baixa geração, recorrendo a fontes que utilizam combustíveis fósseis ou termelétricas que, são caras, mas se mostram como a única opção.

Por outro lado, quando todo este conteúdo é levado para sala de aula, é tratado de forma breve e pouco profunda com os alunos do ensino médio. O tempo e o material disponível para lecionar o conteúdo de geração de energia são reduzidos, e devido à grande carga de conteúdo a ser ministrado, não recebe o devido investimento teórico por parte dos professores. Por ser apresentado apenas no último ano e no final do ano, acaba recebendo pouca atenção, pois concorre com os outros eventos que ocorrem na mesma época, como vestibulares e provas de recuperação.

É preciso formar jovens pensadores conscientes dos problemas energéticos e das formas de produção de energia, pois são estes jovens que terão a responsabilidade por desenvolver e buscar novas fontes de produção mais limpas e mais sustentáveis. As escolas devem trabalhar de forma interdisciplinar com outros conteúdos para que os alunos tenham uma visão completa de todo processo e se interessem e consigam compreender melhor a matriz brasileira para saberem como se colocar no mercado.

A análise feita nos recursos didáticos que são utilizados no ensino médio mostrou deficiência em ligar conteúdos similares em matérias diferentes, mostrando um ensino fragmentado dos diversos pontos ensinados. O tempo disponível para a quantidade de conteúdo a ser ministrado, especialmente no conteúdo de física, é pouco. Os professores acabam tendo que passar superficialmente pelos conteúdos para que consigam apresentar o que é proposto pelo PCN.

Uma forma de solucionar este problema é levar estes alunos a questionarem o que está sendo ensinado e mostrar de forma mais prática como estes conteúdos se relacionam com o que vivem cotidianamente, como cada matéria está presente no seu contexto fora do ambiente escolar. As aulas devem ser bem aproveitadas para melhor utilização do pouco tempo que é disponibilizado para cada conteúdo.

Esta análise dos livros mostrou que ainda tem muito que melhorar na educação brasileira, mas que é possível fazer os jovens pensarem a respeito do que vivem e formar cidadãos pensantes e conscientes dos problemas ambientais e estruturais que existem, fazendo-os pensar em como podem contribuir para mudar o que não vai muito bem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando todo este cenário e tudo o que envolve a geração de energia sustentável, percebemos que é um mercado que ainda tem muito a crescer e desenvolver. O Brasil é um país muito rico em recursos e possibilidades de implantação de formas sustentáveis e pouco poluentes de produção. Não só dos que priorizamos no presente trabalho como também outras fontes como a termelétrica, a biomassa...

As quatro fontes que usamos como base para este estudo são fontes que já estão instaladas no nosso território e que, pelos investimentos e tecnologias que vêm sendo desenvolvidas, devem crescer ainda mais nos próximos anos. São fontes de produção muito importantes para o abastecimento nacional.

Não é possível escolher somente uma como sendo a melhor e a mais viável para ser implantada no Brasil, pois um país tão grande exige variação na forma de produção para que não falte energia e para que cada região tenha suas necessidades atendidas. Em cada parte do país será mais viável uma das formas de produção.

Elas se complementam e formam juntas uma matriz eficiente e que atende de forma sustentável a demanda por energia. Em áreas com grandes recursos hídricos, se torna muito viável a implantação de hidrelétricas, em áreas com pouca água e grande circulação de ventos a energia eólica pode ser priorizada, em regiões com recursos e investimentos na segurança da matriz é viável a produção nuclear e em regiões com boa irradiação é propício a solar.

Todas as formas de produção apresentam vantagens em serem implantadas e os benefícios que podem oferecer são inquestionáveis. Os riscos existem em todas elas e podem ser amenizados com estudos e estruturas seguras que possam evitar incidentes.

As fontes sustentáveis e limpas devem ser priorizadas em um mundo onde a poluição possui dados alarmantes e as consequências das nossas ações tomam proporções gigantescas. O investimento em fontes limpas e sustentáveis é a tendência do momento e o Brasil sai na frente com a grande possibilidade de recursos naturais que possui e a grande quantidade de estudos para desenvolvimento.

O investimento deve ser em todas as fontes de produção que são sustentáveis e pouco poluentes, visando atender as particularidades de cada região para formar um sistema de geração e distribuição de energia eficiente e forte o suficiente para evitar corte e

racionamento. E também na educação dos jovens que vêm por aí, que serão responsáveis pelas mudanças futuras e pelo desenvolvimento da matriz que já temos implantada.

São os jovens em formação que poderão se interessar em mudar e desenvolver as formas mais sustentáveis e mais limpas de produção. E isso começa em sala de aula, quando descobrem o que existe a sua volta e como podem contribuir para melhorar o mundo. Por isso, deve-se investir nestes jovens e fazer com que sua formação seja a mais completa e interdisciplinar possível.

REFERÊNCIAS

- AHMER, Saeed et al. **A comparative review of China, India and Pakistan renewable energy sectors and sharing opportunities.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, Pakistan, v. 57, p. 216-225, 2016
- BRASIL. Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica). **Emprego movido a vento e sol.** Fonte: Blog do Vicente, 2016. Disponível em: <http://www.abeeolica.org.br/noticias/emprego-movido-a-vento-e-sol/>. Acesso em: 08 nov. 2016
- BRASIL. **Constituição (1988).** Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica/ Ministério da Educação.** Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. – Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.
- BRASIL. Empresa de Pesquisa energética (EPE). **Governo divulga PíEE, programa de expansão de energia que prevê investimento de R\$ 186 bi até 2018.** 2015. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/Programa%20de%20Investimento%20em%20%20EnEne%20EI%20C3%A9trica%20%20PIEE/GovernodivulgaProgramadeInvestimentodeR\\$16bbiemEnergiaE%20C3%A9trica.asas?CategoriaID=390](http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/Programa%20de%20Investimento%20em%20%20EnEne%20EI%20C3%A9trica%20%20PIEE/GovernodivulgaProgramadeInvestimentodeR$16bbiemEnergiaE%20C3%A9trica.asas?CategoriaID=390)>. Acesso em: 13/10/2016
- BRASIL. Programa de Investimento em Energia Elétrica (PIEE). **Programa de Investimento em Energia Elétrica: 2015 – 2018.** 2015. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/Apresenta%20C3%A7%20C3%A3o%20PIEE%20pdf>. Acesso em: 12 jan. 2017
- BRASIL. Programa Nuclear Brasileiro (PNB). **Programa Nuclear Brasileiro: Informações Gerais.** 2010. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/acnen/pnb/Palestra1-Programa-Nuclear-Brasileiro.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2016
- BRITTES, José Luiz Pereira; SALLES-FILHO, Sergio L. M.; PFITZNER, Mariana Savedra. **Avaliação do risco regulatório em pesquisa & desenvolvimento no setor elétrico brasileiro.** Rev. adm. contemp., Curitiba, v. 19, n. 2, p. 193-211, abr. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552015000200193&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 08 jun.2016.
- CARVALHO, Joaquim Francisco de. **O espaço da energia nuclear no Brasil.** Estud. av., São Paulo, v. 26, n. 74, p. 293-308, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142012000100021&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 10 jun. 2016
- CARVALHO, Joaquim F. de; SAUER, Ildo L.. **Um sistema interligado hidroelétrico para o Brasil.** Estud. av., São Paulo, v. 27, n. 77, p. 117-124, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142013000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20 jan. 2017

GONÇALVES, Odair Dias, ALMEIDA, Ivan Pedro S. de. **A energia nuclear**. Rev. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v.37, n.220, p 36-44, 2005.

GREENPEACE. **[R]evolução energética**. Cenário Brasileiro, 2016. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/image/2015/Dezembro/2016/Revolu%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica%202016.%20Greenpeace%20Brasil.pdf>. Acesso em: 20/04/2017.

GUERRA, Jose Baltazar S. O. de A. et al. **Future scenarios and trends in energy generation in brazil: supply and demand and mitigation forecasts**. Journal of Cleaner Production, Santa Catarina, v.103, p197-210, 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261401021X>. Acesso em: 10/05/2016.

MELO, Elbia. **Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade**. Estud. av., São Paulo , v. 27, n. 77, p. 125-142, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142013000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 08/05/2016

_____. **Brasil um potencial gigante de produção de energia eólica**. Portal ABEEólica, 2016. Disponível em: <http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/artigos/2478-brasil-um-potencial-gigante-de-produ%C3%A7%C3%A3o-de-energia-e%C3%B3lica.html>. Acesso em 23 nov. 2016

MIRANDA, Mariana Maia de. **Fator de emissão de gases de efeito estufa de geração de energia elétrica no Brasil: implicações da aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida**. /Mariana Maia de Miranda; orientador Sergio Almeida Pacca. São Carlos, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-22012013-112737/en.php>. Acesso em 08 mai. 2017

O que é energia eólica? Entenda como turbinas geram energia elétrica a partir dos ventos. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/2899-o-que-e-energia-eolica-entenda-como-funciona-turbinas-geram-eletricidade-ventos-vantagens-desvantagens-usina-parque-renovavel-limpa.html>. Acesso em: 15/04/2017.

O que é uma PCH?. Disponível em: <http://www.portalpch.com.br/saiba-mais/o-que-e-uma-pch.html>. Acesso em: 17 jan. 2017

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável**. Estud. av., São Paulo , v. 27, n. 77, p. 99-116, 2013 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142013000100008&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em: 05/05/2016

TELLES, Christiano Ventura Venâncio. **Análise do aproveitamento da energia eólica no Brasil**. Tese de mestrado. 2015. UFPB. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ufpb.br:8080/handle/tede/8123>. Acesso em: 06 dez. 2016.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil**. Estud. av., São Paulo, v. 26, n. 74, p. 247-260, 2012. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142012000100017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 12 nov. 2016

_____. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica** / Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.). – EPE: Rio de Janeiro, 2016

_____. **Energia Termelétrica: Gás Natural, Biomassa, Carvão, Nuclear** / Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.). – EPE: Rio de Janeiro, 2016