



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA**

FABIANA DE SOUSA FIGUEIREDO

**GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UM
OLHAR PELA SUSTENTABILIDADE**

CAMPINA GRANDE – PB
2014

FABIANA DE SOUSA FIGUEIREDO

**GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UM
OLHAR PELA SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador (a): Morgana Lígia de Farias Freire

CAMPINA GRANDE – PB
2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

F475g Figueiredo, Fabiana de Sousa.
Geração e transmissão de energia elétrica [manuscrito] : um
olhar pela sustentabilidade / Fabiana de Sousa Figueiredo. - 2014.
22 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) -
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e
Tecnologia, 2014.
"Orientação: Profa. Dra. Morgana Ligia de Farias Freire,
Departamento de Física".

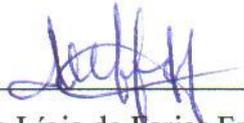
1. Energia elétrica. 2. Sustentabilidade. 3. Meio ambiente. I.
Título.

21. ed. CDD 333.793

FABIANA DE SOUSA FIGUEIREDO

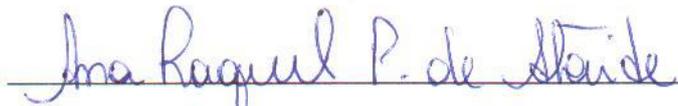
**GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UM OLHAR
PELA SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Licenciatura em
Física da Universidade Estadual da Paraíba,
em cumprimento à exigência para obtenção
do grau de Licenciado em Física.



Profª Morgana Lígia de Farias Freire / UEPB

Orientadora



Profª. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde / UEPB

Examinadora



Prof. Dr. Francisco de Assis de Brito / UFCG

Examinador

GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UM OLHAR PELA SUSTENTABILIDADE

FIGUEIREDO, Fabiana de Sousa ¹

RESUMO

Sustentabilidade é resultado da responsabilidade social, das melhores práticas de implantação de Por isso, o interesse deste trabalho de conclusão de curso foi de investigar o porquê da preocupação com a energia elétrica e com a questão da sustentabilidade. Preocupação que vem ganhando importância nas discussões sobre o meio ambiente em vários países e em muitas entidades, a ponto de veículos midiáticos e redes sociais sobre a necessidade de conscientização e corroborando com o alerta da ciência, pelos resultados observados em estudos dessa natureza. Neste sentido apresentamos este estudo introdutório, uma vez que delimitamos singelamente o objeto de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia, Energia elétrica, Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A eletricidade está em tudo de que nos cerca. Com o passar dos tempos os cientistas e engenheiros encontraram meios cada vez melhores modos de aproveitar a eletricidade. De um pente friccionado aos dínamos de uma gigantesca usina geradora de eletricidade; da primeira linha telegráfica ao rádio, por exemplo, podemos encontrar os grandes aspectos históricos da eletricidade, assim como da energia elétrica.

No entanto, o mundo está enfrentando ameaças relacionadas com a energia. Primeiro por não ter fornecimentos adequados e seguros de energia a preços acessíveis e segundo pelos danos ambientais causados. Por isso, uma das bases da política internacional, que temos a chance de assistirmos nas mídias de massa, trata-se da proteção das fontes de energia.

Mas, por que relatar sobre a sustentabilidade? Devido ao fato de que o fornecimento de energia carrega consigo ameaças, como danos irreversíveis ao meio ambiente. Esses danos incluem as mudanças no clima global. Por isso, vem o termo sustentabilidade nos dias de hoje - conciliar as metas de segurança energética e de proteção do ambiente. Embora para isso exija uma ação governamental forte e coordenada além do apoio público (World Energy Outlook, 2006).

¹ Graduanda em Licenciatura em Física. Universidade Estadual da Paraíba. Breve biografia do autor. E-mail fafa.uepb@hotmail.com.

As apreensões com as condições ambientais abrangem segmentos da esfera social, política e econômica, no momento em que os problemas ambientais exigem reflexões sobre a utilização dos recursos da natureza em todos os países, tanto os industrializados quanto em desenvolvimento.

Todos sabem hoje, pois não é mais nenhum mistério que os recursos energéticos do nosso planeta estão se esgotando pouco a pouco, por isso é preciso que o consumo deva ser sustentável no desenvolvimento econômico, sendo um fator relevante para reduzir tais apreensões.

Nunca se relatou tanto nas diversas mídias sobre gestão ambiental e preservação da natureza. Nunca se buscou tanto conscientizar a humanidade sobre a questão da educação ambiental. A questão da energia trata-se de uma questão de importância ímpar, desde o consumo de energia até o abastecimento de água potável para as regiões mais carentes do mundo.

A energia na sociedade atual é essencial para o seu desenvolvimento. Com o crescente consumo de energia e previsão de esgotamento de uma das fontes de combustíveis mais utilizadas, como o petróleo, por exemplo, se faz necessário encontrarmos meios de garantir um atendimento à demanda energética mundial, de forma que possamos evitar grandes prejuízos para o meio ambiente. A sustentabilidade está focada na necessidade de cuidarmos da nossa fonte de recursos: a natureza. No entanto temos que analisar uma solução para o grande desafio que será desenvolvimento e sustentabilidade.

Por isso, o presente estudo orientou-se com a investigação junto a publicações sobre a energia elétrica, sobre o desenvolvimento sustentável, leis e acordos sobre o uso da energia e alguns dados sobre sua disponibilidade e consumo. Sabemos que se trata de uma questão bastante ampla, mas iremos nos deter a alguns recortes que possam chamar a atenção para a problemática da energia elétrica e a sustentabilidade. Por isso, nosso trabalho tem como tipo de pesquisa bibliográfica de caráter exploratório.

Neste contexto nosso trabalho se caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, uma vez que apresentamos contribuições e interpretações de diversos autores acerca do tema.

Segundo Fonseca (2002) a pesquisa bibliográfica é feita a partir de levantamentos de referenciais teóricos, deduzidos e publicados por meio de escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de websites. Esse tipo de pesquisa permite o pesquisador conhecer

o que já se estudou e se publicou sobre o assunto, possibilitando a esse construir argumentos e tecer considerações acerca do tema.

O interesse deste trabalho de conclusão de curso foi de investigar o porquê da preocupação com a energia elétrica e com a questão da sustentabilidade. Preocupação que vem ganhando importância nas discussões sobre o meio ambiente em vários países e em muitas entidades, a ponto de veículos midiáticos e redes sociais sobre a necessidade de conscientização e corroborando com o alerta da ciência, pelos resultados observados em estudos dessa natureza. Por isso, este estudo é introdutório, pois delimitamos singelamente o objeto de estudo.

2 ENERGIA

Hoje em dia vivemos em uma sociedade moderna totalmente diferente, por exemplo, da sociedade de cem anos atrás. Podemos afirmar que é quase impossível para alguém hoje passar um único dia sem utilizar alguma forma de energia principalmente a energia elétrica.

Para Aristóteles, energia ou em grego “*energeia*”, que significa ato (força algo que atua, que transforma e que movimenta). Para a melhor compreensão de seu sentido se costuma usar uma palavra oposta, “*dinamis*”, que significa potência. Nestes dois termos reside a base do problema mais importante da física aristotélica. A potência (“*dinamis*”) significa possibilidade, potencialidade, capacidade de ser ou não ser, ou capacidade de transformação, de mudança, de variação, enquanto o ato (“*energeia*”) significa a realidade, a perfeição, a efetivação do ser, um estado estacionário, um aprimoramento do ser, um lugar natural a todo ser. A potência e o ato são termos correlatos desenvolvidos para serem usados de forma associada. Aplicando estes dois termos na questão do relacionamento entre matéria e forma, segundo Aristóteles, a matéria é a potencialidade pura, “*dinamis*”, que vem realizada de virtudes da “*energeia*”, quando passa ao ato da forma (ORNELLAS, 2006).

Foram muitos os pensadores e filósofos que começaram a desenvolver o conceito de energia, recebendo vários nomes, como *vivas*, calórico, entre outros, mas todos nos levam a entender que energia é uma grandeza física que cujo conceito é a capacidade de corpos e sistemas realizar trabalho. São muitas as formas de energia entre elas (ORNELLAS, 2006):

- Energia mecânica: Quando uma força é aplicada sobre um corpo, fazendo com que ele se desloque no espaço, dizemos que essa força realizou um trabalho mecânico.

- Energia térmica: A queima ou combustão de um recurso natural – como a lenha ou o carvão – gera calor, que é também outra forma comum de manifestação da energia.
- Energia geotérmica: A energia que flui do interior da Terra na forma de calor é a energia geotérmica. Ela se concentra nas rochas quentes e secas que se encontram em profundidades que variam de três a cinco quilômetros.
- Energia radiante: Denominamos de energia radiante a energia emitida por radiações eletromagnéticas, como a luz e o calor do sol, as ondas de rádio e televisão, os raios X e as micro-ondas.
- Energia nuclear: Quando o núcleo de um átomo pesado, como o de urânio, é dividido, parte da energia que ligava seus elementos é liberada em forma de calor.
- Energia elétrica é a melhor forma energética que pode ser transmitida de um lugar a outro e ainda ser transformada em outra forma de energia disponível na atualidade.

O crescimento da população mundial e da economia nos países em desenvolvimento implica, necessariamente, no aumento do consumo de energia, porém a produção de energia deve seguir os conceitos de desenvolvimento sustentável e de responsabilidade ambiental. O gráfico da Figura 1 apresenta o crescimento da geração mundial de eletricidade por combustível, sendo estimado para os próximos 15 anos um crescimento superior a 50% na produção mundial de eletricidade. A eletricidade é a forma de energia de uso final que mais cresce no período analisado, ou seja, 2006 a 2030 (LEÃO, 2009).

A energia elétrica se tornou uma das principais e mais fundamentais necessidades para as sociedades modernas. Esse tipo de energia é utilizada para muitas das diversas situações do nosso dia a dia, como exemplos para gerar iluminação, movimentar máquinas e equipamentos, controlar a temperatura produzindo calor ou frio, agilizar as comunicações, entre outros. Enfim, podemos dizer que boa parte de vários outros fatores associados ao desenvolvimento da sociedade e à qualidade de vida, a energia elétrica tem “grande responsabilidade”. Com isso aumenta o consumo da eletricidade e devido a isso há necessidade de uma maior geração de energia elétrica. Para atender a esta demanda, os governos precisam investir cada vez mais na construção de usinas de geração, linhas de transmissão e distribuição, e juntamente a toda essa geração atribui-se vários e sérios prejuízos ambientais.

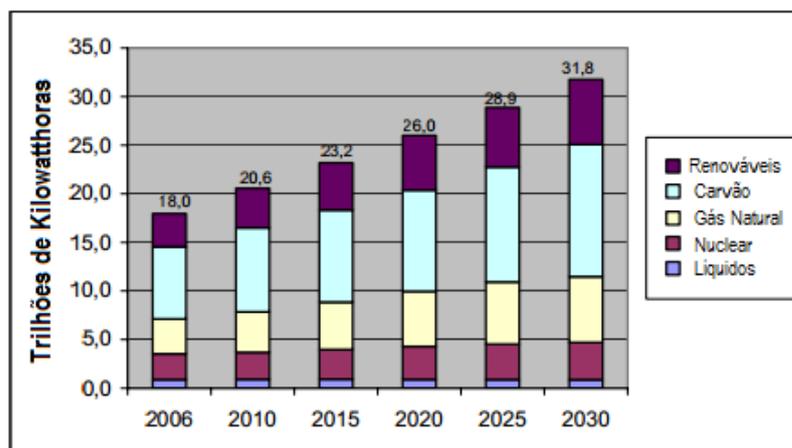


Figura 1: Crescimento da geração mundial de eletricidade por combustível, sendo estimado para os próximos 20 anos, tomando como base o ano de 2006.

Fonte: International energy outlook (2006)

Desde a descoberta da eletricidade, ela sempre ocupou um lugar de destaque, pois é ela quem alimenta as indústrias, comércio e nossos lares, é gerada de diversas formas e principalmente em usinas hidrelétricas. A energia elétrica proporciona a sociedade trabalho, produtividade e desenvolvimento, e aos cidadãos conforto, comodidade, bem estar e praticidade, o que torna a sociedade moderna cada vez mais dependente de seu fornecimento e suscetível á falhas do sistema elétrico².

A gravidade dos impactos ambientais depende em grande parte da fonte de energia usada na geração da eletricidade. Sabemos que hoje o Brasil é o maior produtor de energia do mundo através de recursos hídricos, mas eis o grande empasse, será o uso de usinas hidrelétricas para geração de energia elétrica realmente uma forma limpa? Será que a forma que utilizamos a eletricidade e a quantidade que usamos é realmente necessária?

Vamos entender um pouco sobre energia limpa, renovável e não-renovável e energia alternativa. Por energia limpa se entende uma forma de energia que, para sua produção, não leve a emissão de gases ou outros resíduos nocivos, ou que contribuam para o chamado efeito estufa.

Por energia renovável se entendem as formas de energia que ocorrem na natureza e que são produzidas continuamente em decorrência da energia absorvida do sol, a qual, para efeitos da humanidade, é suposta de duração infinita. Enquadram-se a definição as energias vindas diretamente do sol (a fotovoltaica), do vento, da biomassa, do movimento das águas em geral (marés, ondas, desníveis etc.).

²Disponível em: <http://motoreseltricos3m4bio.blogspot.com.br/>

Em contraposição, as energias não renováveis, são aquelas disponíveis na natureza, cuja formação se deu em longos intervalos de tempo (eras geológicas), de modo que os materiais a que estão associadas não podem ser repostos com a velocidade exigida pelo consumo. Nesse caso se tem o petróleo, gás natural, carvão mineral, urânio etc.

Por energia alternativa entende-se uma forma de energia que pode vir a substituir outra. Em geral, é associada a fontes para as quais não se tem garantia de produção permanente (como a eólica), mas que, no entanto, podem (e devem) ser usadas quando disponível, evitando o consumo de energia proveniente de fontes não renováveis, ou mesmo de renováveis (como a hidrelétrica). O uso destas fontes alternativas não prescinde de que exista uma fonte perene disponível para ser utilizada quando necessário, garantindo o fornecimento desejado (POMILIO, 2013).

A atual disposição global está focada em sustentabilidade e formas limpas de geração de energia. Começa com que possamos acreditar no crescimento da geração de energia de fontes renováveis, uma combinação de preços de energia em alta, redução de custos de implantação de novos projetos de fontes renováveis e crescentes custos, além das dificuldades ambientais para a implantação de grandes hidrelétricas e empreendimentos de geração de fontes não renováveis, ajudam neste cenário de expansão que vem ocorrendo de forma gradual de modo a reduzir a participação das fontes não renováveis na matriz energética brasileira.

Em meio a essa evolução é imprescindível a busca da qualidade de vida sem o comprometimento da integridade do planeta, ou seja, são necessárias atitudes sustentáveis. Por meio do desenvolvimento sustentável, é possível manter o conforto adquirido e diminuir os danos aos recursos naturais, utilizando-se de ações de eficiência energética e aumentando potencialmente o processo (Figura 2).



Figura 2: A importância da eletricidade.

3. GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Na geração de energia elétrica uma tensão alternada é produzida, a qual é expressa por uma onda senoidal, com frequência fixa e amplitude que varia conforme a modalidade do atendimento em baixa, média ou alta tensão. Essa onda senoidal propaga-se pelo sistema elétrico mantendo a frequência constante e modificando a amplitude à medida que trafega por transformadores (Figura 3). Os consumidores conectam-se ao sistema elétrico e recebem o produto e o serviço de energia elétrica (LEÃO, 2009).

Existem vários meios de produzir energia elétrica, cada qual com suas vantagens e desvantagens econômicas e ambientais. Pode-se produzir eletricidade a partir de fontes renováveis ou não renováveis. As fontes renováveis são aquelas que não se esgotam. Algumas delas são fontes permanentes e contínuas – como o vento, a água e o calor da terra – outras podem se renovar – como a biomassa.

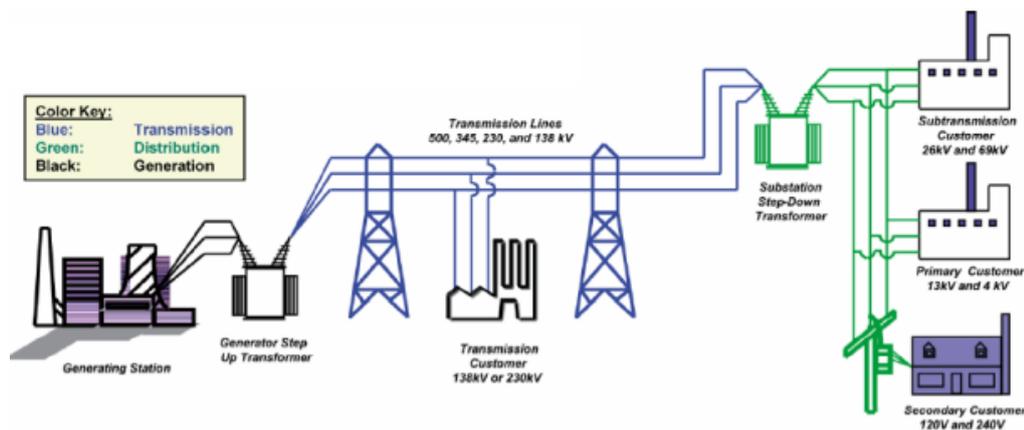


Figura 3: Estrutura básica de um sistema elétrico

Fonte: GTD – Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica (2009)

3.1 GERAÇÃO HIDRELÉTRICA

A primeira hidrelétrica do mundo foi construída no final do século XIX, junto às quedas d'água das Cataratas do Niágara, na América do Norte. No mesmo período, o Brasil construiu sua primeira hidrelétrica, no município de Diamantina (MG), utilizando as águas do Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha. Essa hidrelétrica possuía 0,5 megawatts (MW) de potência e linha de transmissão de dois quilômetros de extensão (CCEE, 2007).

São muitas as formas de geração de energia elétrica, porém devido a grande dimensão e potencial hídrico do Brasil, a forma de geração de energia predominante é a geração por

hidrelétrica (Figura 4). No final da década de 1990, a energia hidrelétrica representava 90% da potência instalado do país. (CCEE, 2007)



Figura 4: Foto da usina hidrelétrica de Jaguará, localizada na divisa dos estados de Minas Gerais e São Paulo.

Fonte: <http://noticias.orm.com.br/noticia.asp>

O andamento das águas é o combustível da geração de eletricidade a partir da fonte hidráulica. Para prevalecer-se da queda d'água de um rio, analisa-se o melhor lugar para a construção de uma usina, considerando-se o projeto de engenharia, os impactos ambientais, sociais e econômicos na região, além da viabilidade econômica do empreendimento (CCEE, 2007).

A energia elétrica no país tem sido feita pela geração de grandes usinas, o que proporcionou um grande esforço na capitalização, resultando em pequenos custos de energia, porém em meados da década de 1990, 15% da dívida externa do país era referente á essas obras (CEMIG, 2012).

Apesar dos custos elevados, a inclusão da transmissão e a priorização inadequada para reavaliação dos impactos ambientais e sociais no setor elétrico, trazem não só uma atenuação nos esforços para implantação de usinas de menor porte como de PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas, até 30 MW). Daí a necessidade de se pensar em outras formas de geração em que o grau de impacto ambiental fosse reduzido e os custos também. Com isso o país implantou o PROINFA (Programa de Incentivo as Fontes Alternativas) que visa uma maior facilidade para as PCH's, assim como para a energia eólica e as termelétricas a biomassa (WWF, 2012).

Apesar do custo elevado as grandes usinas ainda devem ocupar um grande e importante espaço na geração de energia elétrica no Brasil, por um período significativo, mas

proporcionarão um espaço significativo para as usinas termelétricas, além de um espaço menor para a geração eólica (WWF, 2012).

3.2 GERAÇÃO TERMELÉTRICA

Essa forma de geração é composta por centrais nucleares, à gás e a vapor (Figura 5). Passa a ter um espaço importante no país no final da primeira década do século XXI. O governo brasileiro decidiu ingressar na geração termonuclear, visando conhecer melhor a tecnologia e adquirir experiências para o futuro. Na época, cogitava-se a necessidade de complementação térmica para o suprimento de eletricidade no Rio de Janeiro. Decidiu-se, então, que essa complementação ocorresse por meio da construção de uma usina nuclear (Angra – 657 MW) em Angra dos Reis (RJ) e alguns anos após a construção de Angra II (1350 MW). São muitas as preocupações com essa forma de geração, pois além de elevados gastos, há uma preocupação especial com a grande geração de lixo atômico (ANEEL, 2000).

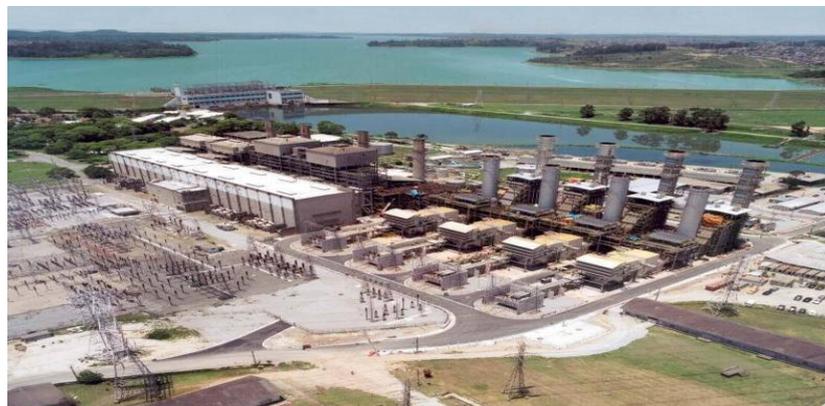


Figura 5: Foto da usina termelétrica de Piratininga, São Paulo (SP).

Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/483540>

Para a energia termelétrica no Brasil tem sido usado gás natural, óleo combustível e carvão mineral. A energia termelétrica por biomassa é através de todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. No Brasil, a imensidão das regiões tropicais e chuvosas privilegia excelentes condições para a produção e o uso energético da biomassa em larga escala, com grande potencial no setor de geração de energia elétrica. Nas demais regiões, a produção de madeira,

em forma de lenha, carvão vegetal ou toras, também aumenta grande quantidade de resíduos que podem ser aproveitados na geração de energia elétrica.

3.3 ENERGIA EÓLICA

Energia eólica (Figura 6) trata-se da energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas – também denominadas aerogeradores – para a geração de eletricidade, ou de cata-ventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água (ANEEL, 2005).



Figura 6: Foto do Parque eólico em Osorio, RS

Fonte: http://www.internationalrivers.org/files/attachedfiles/o_setor_eletrico_brasileiro_e_a_sustentabilidade_no_sec_21-oportunidades_e_desafios_pdf_leve.pdf

Há milhares de anos a energia eólica é aproveitada para o bombeamento d'água, moagem de grãos e entre outras aplicações que envolvem energia mecânica. A geração eólica ocorre através do contato que o vento exerce entre as pás do cata-vento. Ao girar, essas pás dão origem à energia mecânica que aciona o rotor do aerogerador, que produz a eletricidade.

O Brasil é beneficiado em termos de ventos, que se caracterizam por uma presença duas vezes superior à média mundial e por uma volatilidade de apenas 5%, o que dá maior previsibilidade ao volume a ser produzido (CCEE, 2007). Além disso, como a velocidade costuma ser maior em períodos de estiagem, é possível atuar usinas eólicas em sistema complementar com usinas hidrelétricas, de forma a preservar a água dos reservatórios em períodos de poucas chuvas.

As estimativas constantes do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro de 2010, elaborado pela Eletrobrás, apontam para um potencial de geração de energia eólica de 143,5 mil MW no Brasil, volume superior à potência instalada total no país nesse mesmo ano. As regiões com maior potencial medido são Nordeste, Sudeste e Sul (CCEE, 2007).

A Figura 7 apresenta a composição da Matriz Elétrica brasileira, em 2010 e 2011. Mais de três quartos da eletricidade são de fonte hidráulica. O total de fontes renováveis se aproxima de 90%, sendo a matriz brasileira a mais “limpa” e sustentável do mundo. O percentual de energia eólica é muito pequeno (0,5%), mas já aparece na matriz. Os estudos oficiais sobre a evolução dessa matriz até 2030 indicam uma redução relativa da fonte hidráulica (embora com aumento no valor absoluto) e um crescimento de outras fontes renováveis, principalmente a biomassa e a eólica, resultando em um aumento no total de fontes renováveis. Em termos absolutos, há a previsão de um aumento de todas as fontes, incluindo a nuclear, gás natural e carvão. Um conceito importante na concepção do sistema em geral é o de garantia física, que é a energia que uma fonte geradora pode assegurar (antigamente denominada “energia assegurada”) a um risco de 5%. Essa garantia é calculada por modelos de simulação da operação em base mensal sobre séries sintéticas de vazões (no caso das hidrelétricas), ou de comportamento do vento (no caso eólico) utilizando uma determinada política de despacho das usinas (POMILIO, 2013).

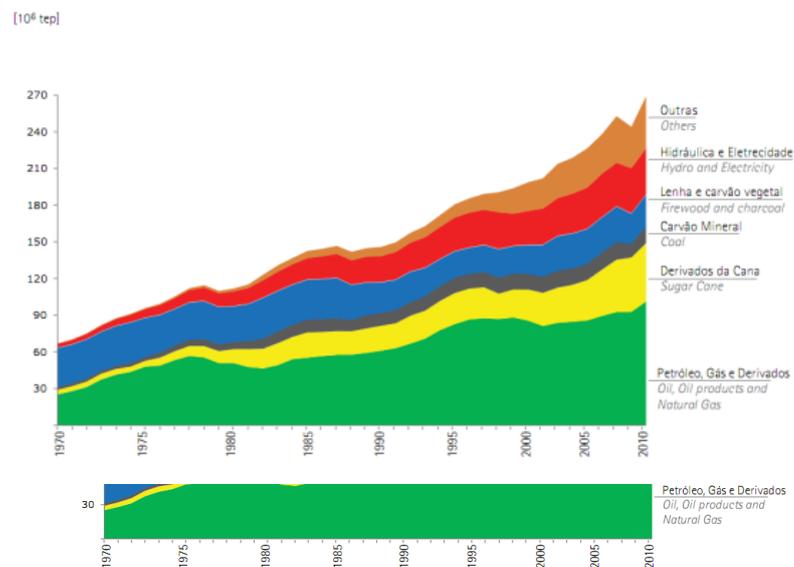


Figura 7: Gráfico que representa a oferta interna de energia dependendo do tipo de geração.

Fonte: *Eletrônica de Potência para Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica* J. A. Pomilio.

<http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor 1-2>

4. A TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

As usinas de energia elétrica são, geralmente, construídas longe dos centros

consumidores (cidades e indústrias) e é por isso que a eletricidade produzida pelos geradores tem de viajar por longas distâncias, em um complexo sistema de transmissão. Ao sair dos geradores, a eletricidade começa a ser transportada através de cabos aéreos, revestidos por camadas isolantes e fixados em grandes torres de metal. Chamamos esse conjunto de cabos e torres de rede de transmissão. Outros elementos importantes das redes de transmissão são os isolantes de vidro ou porcelana, que sustentam os cabos e impedem descargas elétricas durante o trajeto³.

A Eletrobrás possui mais da metade das linhas de transmissão do Brasil e tem participado ativamente da expansão do Sistema Interligado Nacional (SIN). O SIN, considerado o maior do mundo, é controlado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que conta com a participação de empresas de todo o país, trabalhando de forma interligada. É formado basicamente por empresas de geração, transmissão e distribuição do país, permite o intercâmbio de energia elétrica entre as diversas regiões brasileiras. Isso significa que a eletricidade que chega até a nossas casas pode ter viajado centenas ou milhares de quilômetros em linhas de transmissão. Além disso, pode ter sido gerada por diferentes usinas ao longo do ano. Apesar de o SIN abastecer a maior parte do país, alguns sistemas menores e isolados também são utilizados, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Os sistemas isolados geram a energia que vai ser consumida apenas em uma determinada localidade ou até mesmo por uma só indústria.⁴

O transporte de energia elétrica é realizado por linhas de transmissão de alta potência (Figura 8), geralmente usando corrente alternada, que de uma forma mais simples conecta uma usina ao consumidor.⁵



Figura 8: Redes de transmissão de energia elétrica.

Fonte: disponível em <http://senge-go.org.br/governo-quer-pente-fino-na-transmissao-de-energia>

³ Disponível em : <http://www.eletrobras.com/elb/natrilhadaenergia/energia-eletrica>

⁴ Disponível em: <http://www.eletrobras.com/elb/natrilhadaenergia/energia-eletrica/>

⁵ Disponível em: http://www.dme-pc.com.br/bv_transmissaoenergia.php

Um das grandes preocupações na transmissão elétrica são as manutenções, que devem ser constantes e de muita qualidade para evitar problemas com perdas de energia elétrica. O descaso com a manutenção, e a ausência de investimentos no sistema de transmissão de energia elétrica brasileiro provocam vulnerabilidades que têm prejudicado seriamente toda a sociedade brasileira. O tema das linhas de transmissão pode não despertar um interesse direto na sociedade brasileira, mas as consequências da transmissão de longa distância, que ainda carecem de manutenção, são claramente perceptíveis pela população, afinal, as falhas nas linhas de transmissão, muitas vezes, acarretam nos denominados “apagões” que se tornaram recorrentes na realidade da população brasileira nos últimos anos. (MOREIRA, 2012)

É importante saber que a energia elétrica utilizada em nossas casas, nas indústrias etc chega até nós por meio de uma corrente alternada. Qualquer que seja o tipo de usina escolhido para a produção de energia elétrica, em qualquer lugar do mundo, ela sempre irá gerar corrente alternada. (x)

E porque não se usa a corrente contínua para distribuir a energia elétrica produzida nas grandes usinas de qualquer país? O motivo preponderante desta escolha está relacionado com as perdas de energia, por efeito Joule, que ocorrem nos fios usados para transportar a corrente elétrica a longas distâncias. As altas voltagens necessárias para a transmissão da energia elétrica não podem ser fornecidas diretamente por um gerador, seja ele de corrente alternada, seja de corrente contínua. De fato os maiores geradores existentes nas grandes usinas fornecem voltagens situadas apenas em torno de 10.000 V. Então se torna necessário, para a transmissão, elevar consideravelmente os valores das voltagens fornecidas pelos geradores⁶.

Apesar destas vantagens, a corrente contínua apresenta alguns inconvenientes, pois sua voltagem não pode ser transformada facilmente, assim, para transmissão em corrente contínua, os geradores devem ainda ser de voltagem alternada, e só depois que esta voltagem é aumentada por meio dos transformadores é que ela é retificada para ser transmitida. Ao chegar ao local de consumo, a corrente contínua deve ser transformada novamente em corrente alternada para que sua voltagem possa ser reduzida antes de ser distribuída. É claro que todas estas transmissões a longas distâncias, as economias feitas com os cabos poderão compensar estes custos. Se o gerador fosse de corrente contínua, não seria possível, pois um elevador de voltagem, isto é, um transformador, não funciona com corrente contínua.

⁶ Disponível em <http://educar.sc.usp.br/2001/energia/transmissaoedistribuicaoodeenergiaelettrica.htm>

Por outro lado, se o gerador for de corrente alternada, será relativamente fácil elevar a voltagem produzida usando-se aquele aparelho. Além disso, devemos nos lembrar de que, ao chegar aos centros de consumo, a alta voltagem deverá ser reduzida antes de ser distribuída. Evidentemente, seria fora de propósito um consumidor receber em sua casa voltagens de valores tão elevados como aqueles usados na transmissão. Como o uso de corrente alternada, este problema também é facilmente resolvido usando-se novamente um transformador, agora para reduzir os valores da alta voltagem. Esta facilidade que é encontrada para elevar ou reduzir uma voltagem alternada é o fator preponderante que levou os engenheiros a darem preferência aos sistemas de produção, transmissão e distribuição de energia elétrica por meio de corrente alternada⁷.

5. ENERGIA ELÉTRICA E A SUSTENTABILIDADE

O termo desenvolvimento sustentável surgiu pela primeira vez em 1987, com o relatório Brundtland, “Nosso Futuro Comum”, e foi amplamente adotado no contexto da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento a Rio 92. Segundo a Comissão Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas, o desenvolvimento sustentável visa suprir as necessidades da população mundial atual sem comprometer as necessidades das gerações futuras. A sustentabilidade supõe a habilidade para perdurar no tempo, evitando o colapso das civilizações, sociedades, economias e organizações, tornando-as capazes de sustentar-se. O processo de mudança do antigo paradigma para o novo – o da sustentabilidade – está em andamento e envolve todas as áreas do pensamento e da ação humana (ALMEIDA, 2002).

Para que a avaliação dos impactos de qualquer empreendimento sobre um ambiente faz-se necessário conhecer suficientemente tanto a ação impactante como o meio que a receberá. Isso implica em obter dados, elaborá-los, proceder às análises e saber interpretar os resultados (CAMARGO et al., 2014).

Como já citado no presente trabalho a sustentabilidade, está focada na necessidade de cuidarmos da nossa fonte de recursos: a natureza. No entanto temos que analisar uma solução para o grande desafio que será desenvolvimento e sustentabilidade. Para isso precisamos entender o que quer dizer desenvolvimento. Para muitos pesquisadores desenvolvimento está

⁷ Disponível em <http://educar.sc.usp.br/2001/energia/transmissaoedistribuicaoedeenergiaeletrica.htm>

diretamente ligado à quantidade de energia consumida. Os países desenvolvidos possuem um elevado consumo de energia (GOLDEMBERG e MOREIRA, 2005).

Ao vincular o crescimento econômico com o consumo energético, é fácil perceber que os países mais desenvolvidos possuem um consumo maior de energia. Isto pode ser justificado, devido a diversos fatores: padrão de vida, grande produção industrial, entre outros. A questão é que o sistema vigente (o capitalismo) valoriza o lucro a qualquer preço, a competição, o egoísmo e os privilégios de poucos em detrimento da maioria da população (PELICONI e PHIPPI JR., 2005)

O consumo exagerado e a exploração exagerada dos recursos naturais devido ao crescimento econômico tornam-se incapazes de acompanhar o crescimento da população. Pensando dessa forma, “a geração, a distribuição e a utilização da energia, devem ser repensadas e um novo planejamento energético necessita ser criado para incorporar as novas práticas de gerenciamento e novos hábitos de uso racional de energia elétrica” (SCORSATTO, 2010, p.19). Dada a grande variedade de fontes de energia primárias e tecnologias de conversão, ao compararem-se as vantagens ambientais relativas a cada uma delas algumas questões difíceis de responder são também levantadas. Conservação de energia e programas de eficiência energética é indubitavelmente a melhor solução para reduzir impactos, porém tais programas, especialmente em países em desenvolvimento, não podem ser totalmente aplicados devido à crescente demanda de eletricidade.

Todo uso de fontes de energia modifica o meio ambiente e traz consequências indesejáveis. A queima de combustíveis fósseis, como carvão, óleo e gás trazem diferentes extensões e impactos adversos para a saúde ambiental e humana. Grandes empreendimentos hidrelétricos também têm gerado opiniões controversas, principalmente por causa das populações que devem ser retiradas da área a ser inundada, assuntos ecológicos e gerenciamento ineficiente da vazão nos rios. A utilização de biomassa em larga escala traz consigo o impacto das monoculturas e perda de biodiversidade, competição por uso de terra agrícola e recursos de água, e impactos negativos da colheita e queima. Energia eólica e solar são criticadas como incertas e impossíveis de prever. Na energia eólica em particular, destacam-se a alteração visual da paisagem pelas torres e turbinas, além do ruído e mortalidade de pássaros em algumas localidades. Quanto à energia solar, temos que a fabricação de células solares fotovoltaicas produz resíduos perigosos e ainda são bastante caras (CAMARGO et al., 2004).

Toda escolha de uma opção de fonte de geração de eletricidade exige uma avaliação apropriada, que envolverá um estudo e negociação de “custo x benefícios”, além de uma compreensão correta dos impactos e adoção de medidas compensatórias adequadas, com o objetivo de fornecer serviços de suprimento de energia sustentáveis (CAMARGO et al., 2004).

É pensando nisso, que se deve propor a melhor e mais eficaz forma de geração de energia, cada uma de acordo com a localidade, dimensão, atendendo a demanda populacional, mas visando o menor malefício ao meio ambiente. A energia renovável aparece como uma boa opção, por ser uma forma de energia com a capacidade de renovação em um curto tempo. Ela também contribui com a redução da poluição, por constituir-se em um modo de substituir algumas energias poluentes por outras menos danosas (PELICONI e PHIPPI JR., 2005).

O Brasil tem um grande destaque na utilização de energia renovável, sendo um dos maiores produtores do etanol, e com aproximadamente 75 % da sua produção de eletricidade por meio de hidrelétricas (PELICONI e PHIPPI JR., 2005).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pergunta que realmente se deve procurar responder é desenvolvimento para quem e para quê? A sustentabilidade por sua vez é um fator decisivo para a sobrevivência de muitas espécies no planeta, principalmente para o ser humano, pois se não houver conservação da natureza, de forma que ela possa continuar a prover, aos seres vivos, os elementos para atendimento de suas necessidades básicas (como ar respirável e alimentos saudáveis), em breve a vida na Terra estará bem modificada. É preciso observar a sustentabilidade com a visão de um todo, não enfocando apenas o meio ambiente, mas também a pobreza, habitação, a saúde, a segurança alimentar, a democracia, os direitos humanos e a paz.

É importante sabermos que devemos estar bem atentos ao avanço tecnológico e o aumento da população mundial, pois uma exasperação na degradação da natureza tem sido bem relevante. São muitos os contribuintes para a poluição, como o vazamento de óleo de navios petrolíferos e desmatamentos. Há também uma intensificação do efeito estufa, causado por alguns gases, como o CO₂, o que aumenta a temperatura terrestre.

Ao unirmos desenvolvimento com sustentabilidade no termo bastante usado atualmente “desenvolvimento sustentável” não se deve reduzir o seu entendimento a “um crescimento econômico com recursos naturais para mantê-lo”, pois este é um tema repleto de variáveis e

com ampla discussão acadêmica. Portanto, ao vincular energia ao desenvolvimento sustentável é necessário investigar uma série de fatores, como educação, população, natalidade, entre outros, e evitar o reducionismo que pode conduzir ao erro.

É possível manter o ritmo de consumo energético atual e ter um desenvolvimento sustentável? O fato é que o mundo está num patamar que dificulta a volta para um sistema menos dependente de aparatos tecnológicos prejudiciais ao meio ambiente, sendo necessário desenvolver mecanismos que possibilitem a sustentabilidade do sistema - desenvolvimento sustentável é desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras”.

A partir do que foi discutido, devemos compreender que há diversas formas de gerarmos energia elétrica e que pensar em sustentabilidade é de suma importância, pois desenvolvimento e sustentabilidade podem andar junto. Muitos de nossos costumes diários ajudam também em preservação da natureza, o simples fato de um uso racional de energia, através das mudanças comportamentais diárias ocasionaria uma redução no desperdício energético e uma preservação ambiental racional.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Fernando. O Bom Negócio da Sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira S.A, 2002.
- FIGUEIREDO, N.M.A. Método e metodologia na pesquisa científica. 2ª ed. São Caetano do Sul, São Paulo, Yendis Editora, 2007.
- GOLDEMBERG, J.; MOREIRA, J. R. Política energética no Brasil. Estudos Avançados, v. 19, n. 55, 2005.
- LEÃO, Ruth P. S. GTD – Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica, 2009.
- MOREIRA, P. F. O Setor Elétrico Brasileiro e a Sustentabilidade no Século 21: Oportunidades e Desafios, Ed. - Brasília: Rios Internacionais - Brasil, 2012.
- ORNELLAS, A.. A Energia dos Tempos Antigos aos dias Atuais, Universidade Federal de Alagoas, UFAL, 2006.
- PELICIONI, M. C. F.; PHILLIP JR., Arlindo (editores). Educação ambiental e sustentabilidade. Barueri, SP: Manole, 2005.
- J. A. POMILIO Eletrônica de Potência para Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica, 2013. Disponível em <http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor> 1-2.
- SCORSATTO, M. C. Uma abordagem alternativa para o ensino de física: consume racional de energia. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2010.
- FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC. 2002.Spartida

WORLD ENERGY OUTLOOK. International Energy Agency (IEA), Head of Publications Service, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France, 2006.