

Principais diferenças entre Usinas Termelétricas: Convencionais, Nucleares e Termosolares

Anariele Maria Minosso (UFSM) anarieleminosso@hotmail.com
Cristiano Ziegler (UFSM) cristiano.ziegler@bol.com.br
Juliane de Freitas Battisti (UFSM) julianedefreitasbattisti@gmail.com
Maria Luiza Piaia (UTFPR) malu_piaia@hotmail.com
Andreas Dittmar Weise (UFSM) mail@adweise.de

Resumo:

A preocupação em gerar energia elétrica está aumentando com o passar dos anos, com base nisso, o artigo busca contribuir cientificamente no aspecto de apresentar informações acerca das usinas termelétricas convencionais, nucleares e termosolares, enfatizando suas principais diferenças, com a apresentação do modo de funcionamento das mesmas, suas vantagens e desvantagens, e também através de um comparativo dos custos (US\$/ MegaWatt) envolvidos em cada uma para geração da energia elétrica. O artigo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, em que os dados obtidos foram provenientes de artigos científicos, livros e sites referentes ao assunto. Para a implantação destas usinas é necessário uma análise de diversos fatores que englobam a geografia do local e o potencial econômico da região na qual se pretende que seja instalada, assim como as consequências que podem trazer à população e ao município, estado ou país em questão. Para a escolha de qual termelétrica instalar, é importante avaliar os objetivos que se quer alcançar, por exemplo: se objetivo for melhor investimento, a melhor alternativa é termoelétrica convencional, pois o investimento inicial é baixo, apresenta o menor custo de geração de energia (US\$/MWh) e pode ser construída em uma pequena área; porém, se o foco é menor poluição e utilização de fontes renováveis de energia, a que atende este requisito é a usina termosolar, no entanto vale ressaltar que seu custo ainda é alto; já em uma situação intermediária de custo e poluição dentre estas três, poderia-se optar pela usina nuclear.

Palavras chave: Usinas Termelétricas, Usinas Nucleares, Usinas Termosolares, Fontes de Energia, Geração de Energia Elétrica.

Main differences between Thermal Power Plants: Conventional, Nuclear and solar thermal

Abstract

The concern in generating electricity is increasing over the years, based on this, the article seeks to contribute scientifically in appearance to present information about the conventional thermal power plants, nuclear and solar thermal, emphasizing their main differences with the presentation of the operating mode of them, their advantages and disadvantages, and also through a comparison of the costs (US \$ / megawatt) involved in each generation of electricity. The article is characterized as a literature search, in which the data were derived from scientific articles, books and websites on the topic. For the implementation of these plants is necessary an analysis of several factors that include the local geography and the economic potential of the region in which is intended to be installed, as well as the consequences that can bring the people and the city, state or country in question . For the choice of which fuel install, it is important to evaluate the objectives you want to achieve, for example, if the goal is best investment, the best alternative is conventional thermoelectric because the initial

investment is low, has the lowest cost of power generation (US \$ / MWh) and can be built in a small area; however, the focus is less pollution and use of renewable sources of energy, which meets this requirement is the thermosolar plant, however it is noteworthy that its cost is still high; already in an intermediate situation of cost and pollution from these three, one could opt for the nuclear power plant.

Key-words: Thermal Power Plants, Nuclear Plants, Power Plants Solar Term, Energy sources, Electric Power Generation.

1. Introdução

Com uma população mundial em constante crescimento, é cada vez maior a demanda por energia, principalmente a elétrica, o que acarreta um aumento na preocupação em buscar fontes diversas para geração desta energia (RIPPEL; RIPPEL; LIMA, 2006). Existem vários meios de gerar energia elétrica, e os que serão abordados neste artigo se referem às usinas termelétricas convencionais, nucleares e termosolares.

Usinas termelétricas geram energia mecânica, através do acionamento das pás das turbinas em função do vapor gerado pela queima de um combustível, o que diferencia entre o tipo de usina é o que é utilizado para gerar esse vapor. A energia mecânica por sua vez move o gerador dando origem a energia elétrica (KONDO, 2007).

Segundo Carvalho (2012) as usinas termelétricas convencionais utilizam combustíveis fosseis ou não, podendo ser gás natural, bagaço de cana, carvão, entre outros. O autor ainda expõe que o bagaço de cana normalmente é utilizado para alimentar termelétricas de pequeno porte, devido a este ser um combustível excedente da produção de etanol.

As termelétricas nucleares utilizam como princípio de funcionamento o uso de materiais radioativos, que através da fissão nuclear produzem calor. Para produzir o calor nas usinas nucleares é necessário o reator nuclear, esse é o equipamento onde se processa a reação de fissão nuclear em cadeia (LIRA, 2015).

Por sua vez, as termelétricas termosolares ou heliotérmicas são um tipo de usina que utiliza o sol como fonte de energia. A radiação solar é convertida em energia térmica por meio dos concentradores solares e convertida em energia elétrica pelos sistemas térmicos com turbinas e geradores (MARANHÃO, 2014).

Sabe-se que o mesmo método de funcionamento entre essas usinas é o mesmo, o que as diferencia é o combustível. Devido a isso é importante o desenvolvimento desse trabalho, a mudança de combustível no método de funcionamento pode implicar em um maior custo de funcionamento, além de poder interferir em mais poluição no meio ambiente. Ter o conhecimento disso ajuda a escolher qual o método que melhor se encaixa na elaboração de possíveis projetos.

O objetivo desse artigo é apresentar as diferenças de três tipos de usinas termelétricas, as convencionais, nucleares e termosolares, através da apresentação do funcionamento de cada tipo de usina, suas vantagens, desvantagens, e os custos em US\$/ MegaWatt hora. Para Correia *et. al.* (2006), existe uma grande importância em produzir energia a um baixo custo, pois os custos da geração são repassados aos consumidores, tanto indústrias quanto residências.

2. Usinas Termelétricas

2.1 Usina Termelétrica Convencional

De acordo com Kondo (2007), as usinas termelétricas são instalações que produzem energia

térmica a partir da queima de combustível, que é convertida em energia mecânica e, por sua vez, através de geradores a transforma em energia elétrica.

Financeiramente, torna-se um investimento alto devido aos combustíveis utilizados, como gasolina, petróleo, gás natural e carvão. No Brasil a primeira usina termelétrica para geração de energia elétrica foi instalada em 1883, na cidade de Campos (RJ) e, tratava-se de uma usina termoelétrica convencional (MONTALVÃO; FARIA; ABBUD, 2012).

De acordo com Izidoro e Fungaro (2007), as usinas termoelétricas a carvão geram grandes quantidades de resíduos (cinzas), e o tratamento inadequado destes pode causar grandes prejuízos ambientais. Além disso, os autores relatam que a produção de carvão pode alterar a vegetação e a geomorfologia das atividades de mineração, formação de águas ácidas em seu manuseio e a emissão de gases poluentes na sua queima.

2.1.1 Funcionamento

O funcionamento das centrais termelétricas independe do combustível utilizado, é semelhante em todos os casos. O combustível é armazenado depósitos, de onde será enviado para a usina para posterior ser queimado na caldeira. Esta gera vapor a partir da água que circula por uma extensa rede de tubos que revestem suas paredes. O vapor movimenta as pás da turbina, ao qual gira juntamente com o eixo de um gerador, que produz a energia elétrica. O vapor é resfriado em um condensador e inicia um novo ciclo. A energia gerada é transportada por linhas de alta tensão aos centros de consumo (PINTO, 2008).

Segundo Lima e Souza (2014), a partir de uma fonte de calor, normalmente combustível fóssil, a água é aquecida dentro de caldeiras, se transformando em vapor sob alta pressão e temperatura. Esse vapor movimenta as pás da turbina que está conectada a um gerador produzindo a energia elétrica no final do ciclo. Após o vapor girar a turbina, ele é resfriado pelo condensador, tornando-se novamente água líquida e, assim pode ser utilizado em um novo ciclo, conforme a Figura 1.

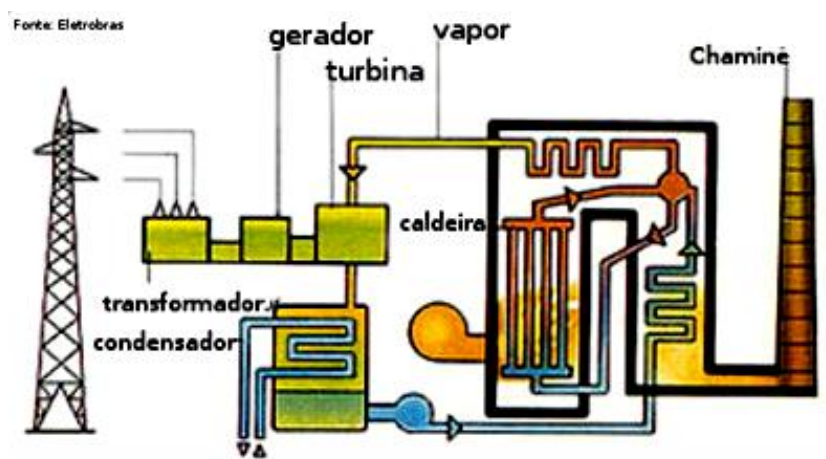


Figura 1. Usina Termoelétrica. Fonte: Eletrobrás (2012).

2.1.2 Vantagens

De acordo com Kondo (2007), as usinas termoelétricas têm uma grande eficiência, utilizando o sistema maximização e recuperação de calor, como o aquecimento regenerativo e o reaquecimento. Podem ser construídas perto dos grandes centros consumidores, economizando assim o custo das linhas de transmissão. Além de permitir uma rápida construção. O mesmo autor ainda saliente que as termelétricas movidas a gás possuem alta eficiência termodinâmica.

De acordo com Carvalho (2012), podem ser utilizados combustíveis de resíduos como o bagaço da cana, transformando a geração de energia elétrica a um baixo custo de operação, porém apenas para usinas de pequeno porte.

Para o Brasil as usinas termoeletricas podem auxiliar na geração de novos empregos e contribuir para uma diversificação da matriz energética nacional (PREILIPPER *et. al.*, 2016).

2.1.3 Desvantagens

As principais de vantagem da utilização de termoeletricas é a poluição atmosférica, principalmente com carvão e gás, além que os materiais para a construção da usina são na maior parte importada, podendo levar a um alto custo (KONDO, 2007).

Para Rosa (2007), utilizando carvão, petróleo e gás natural as termoeletricas emitem muito dióxido de carbono. Além de possuir um alto custo de manutenção e baixo custo de vida. O autor ainda explica que o custo do combustível também é um fator que afeta no funcionamento da termoeletrica, principalmente o gás natural e o carvão.

De acordo com Preilipper *et. al.* (2016), o alto custo com o transporte de combustível utilizado para a queima em termoeletricas é uma das desvantagem apresentado por esse sistema. O autor ainda salienta que no caso da utilização de biomassa, essa apresenta uma baixa eficiência de conversão em eletricidade.

2.2 Usina Termoeletrica Nuclear

Segundo Goldemberg (2011), a maioria das usinas nucleares foram construídas entre 1965 e 1990, numa media de trinta reatores por ano. Sua expansão foi abalada em 1986 com o desastre de Chernobyl (URSS, hoje Ucrânia) gerando grandes preocupações da população em relação a segurança desse tipo de energia. Hoje cerca de apenas três usinas entram em funcionamento por ano em todo o mundo.

O Brasil possui as usinas de Angra I e Angra II. Em 2000 entrou em operação o reator da usina de Angra II com 1350 MW, esta é um acordo do Brasil com a Alemanha. Atualmente, a energia nuclear corresponde a 3.3% do consumo do país. De 1985, quando entrou em operação comercial a usina de Angra I, até 2005 a produção acumulada de energia elétrica das usinas nucleares Angra I e Angra II somam 100 milhões de Megawatts.hora (MWh) (ELETROBRÁS TERMONUCLEAR, 2016).

2.2.1 Funcionamento

Para Gonçalves e Almeida (2005), as usinas nucleares funcionam a partir de um calor produzido por fissão nuclear dentro de um reator contendo urânio enriquecido cerca de 3,5%. Esse calor aquece a água até o ponto de vaporização, o vapor de água movimenta as turbinas, que está acoplada ao gerador que transforma a energia mecânica em energia elétrica.

De acordo com Lira (2015), as usinas nucleares provocam o aquecimento da água até ela se transformar em vapor a alta pressão, utilizando um reator nuclear. O reator é o equipamento onde ocorre a fissão nuclear, normalmente com um átomo de urânio. O vapor aciona uma turbina que possui um gerador elétrico acoplado ao seu eixo, então o vapor que sai da turbina, em baixa pressão, é resfriado, condensado e novamente aquecido, para reiniciar o ciclo térmico, conforme a Figura 2.

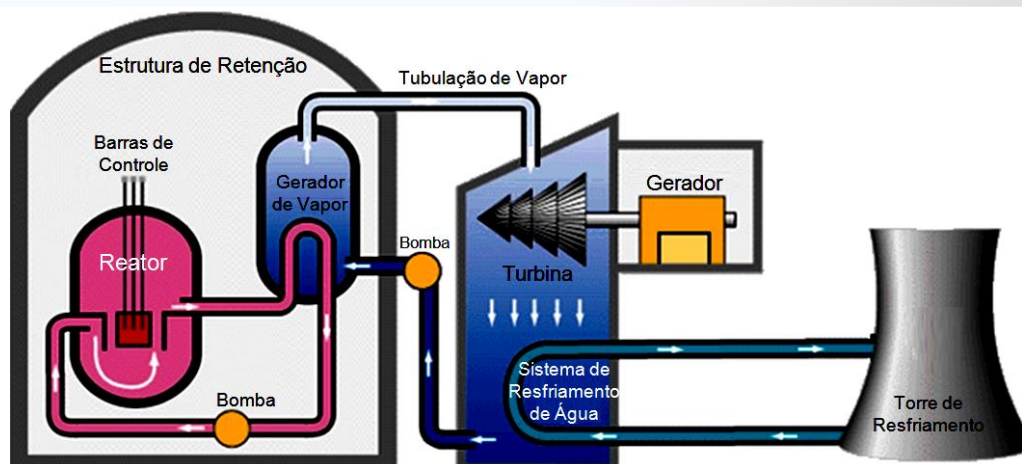


Figura 2. Usina Termoeletrônica Nuclear. Fonte: Gomes (2009).

2.2.2 Vantagens

As usinas nucleares apresentam vantagem ambiental na geração elétrica através da não utilização de combustíveis fósseis, evitando assim o lançamento na atmosfera dos gases tóxicos. Além disso, essas usinas ocupam áreas relativamente pequenas, e podem ser instaladas próximas aos centros consumidores e não dependem de fatores climáticos para um bom funcionamento (LIRA, 2015).

Para Rosa (2007), a energia nuclear apresenta um menor custo do combustível, em virtude de que é necessário uma pequena quantidade de urânio para produzir grandes proporções de energia. O autor ainda destaca que esse tipo de usina necessita de poucas linhas de transmissão para chegar até o cliente.

De acordo com Carvalho (2012), as reservas conhecidas de urânio poderão durar muitos anos produzindo energia elétrica, tempo suficiente para que se desenvolvam tecnologias menos nocivas.

2.2.3 Desvantagens

Sua principal desvantagem é o risco de acidente, mesmo que pequeno, podendo causar grandes prejuízos ao meio ambiente. Outra desvantagem que o autor apresenta é em relação à armazenagem dos resíduos, lixo radioativo, não existem soluções eficientes para tratamento desse lixo, até hoje não existe um reservatório adequado para armazenar o lixo nuclear, além disso, normalmente os resíduos são despejados em depósitos provisórios no próprio local onde estão as usinas (GOLDEMBERG, 2008).

De acordo com Rosa (2007), as usinas nucleares necessitam de um grande investimento por kW (kiloWatt) para a sua construção, além de poder demorar vários anos para a usina entrar em funcionamento.

Na palavra de Carvalho (2012), no momento em que é transformado em energia elétrica a usina nuclear não provoca emissões de CO₂, porém esse poluente é muito emitido em sua mineração como óxido de urânio e na sua fabricação como elemento combustível.

2.3 Usina Termosolar

A usina termosolar, também conhecida como Usina Heliotérmica (HLT), é uma usina que transforma a radiação proveniente do Sol em energia elétrica, através da concentração dos raios do sol (CASTRO; LEGY, 2015).

Na compreensão de Oliveira Filho (2014) existe quatro tipos de sistemas termosolares, seu

nome é de acordo com a geometria dos coletores: cilindro parabólico, torre solar (ou receptor central), linear Fresnel e prato parabólico. Todos esses tipos envolvem a conversão da radiação solar em energia térmica e posterior elétrica. O autor ainda destaca que atualmente a capacidade total de plantas termosolares no mundo é de 10.503,3 MW, ao qual estão em operação 4.056,3 MW.

2.3.1 Funcionamento

O processo começa com coletores concentradores que focam a luz solar a um mesmo ponto em uma torre, aquecendo assim o fluido nas canalizações. Em alta temperatura, por meio de um trocador de calor, o fluido se transforma em vapor que aciona uma turbina fazendo girar um gerador de energia elétrica (KRYBUS; PASCALICCHIO, 2011).

De acordo com Maranhão (2014), a radiação é concentrada na torre central aquecendo um fluido até sua evaporação. Esse vapor gira uma turbina acoplado a um gerador, o gerador por fim transforma a energia mecânica em elétrica. O condensador de vapor transforma o vapor novamente em um fluido líquido, conforme ilustra a Figura 3.

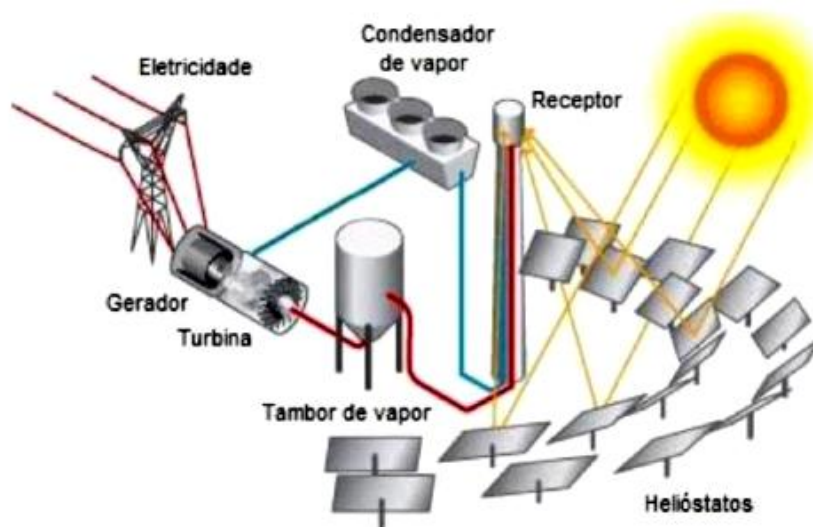


Figura 3. Usina Termosolar. Fonte: ANEEL (2015).

2.3.2 Vantagens

Oliveira Filho (2014) explica que as usinas termosolares permitem o armazenamento de energia na forma de calor, operam com sistema de backup e reduzem a emissão de GEE (gases do efeito estufa).

Castro e Legey (2015) salientam que as usinas termosolares possuem a vantagem de serem parcialmente despacháveis, podendo controlar sua produção para priorizar os momentos em que o sistema elétrico mais necessita.

A energia decorrente de usinas termosolares apresentam fonte de energia renovável e gratuita, materiais comuns, segurança energética e redução da emissão de dióxido de carbono (WENDEL, 2010).

2.3.3 Desvantagens

Sua principal desvantagem é o funcionamento apenas quando tem raios de sol (OLIVEIRA FILHO, 2014).

Para Wendel (2010), as usinas termosolar apresentam como principais desvantagens o alto investimento inicial, muita operação e manutenção dos coletores e necessita de grandes áreas de captação.

As usinas termossolares necessitam de grandes espaços para funcionamento e ter acesso a grandes volumes de água para o correto funcionamento, tornando difícil o uso em regiões desérticas (KRYBUS; PASCALICCHIO, 2011).

3. Custo para Geração de Energia Elétrica através de Usinas Termelétricas

Neste tópico será apresentado um comparativo entre os custos da energia gerada das três usinas estudadas no presente trabalho.

De acordo com Carvalho (2012), o custo com a eletricidade produzida na Termelétrica Convencional varia de acordo com o que é utilizado para aquecer a caldeira:

- Bagaço de Cana: US\$ 74,00/MWh (MegaWatt/hora);
- Gás Natural: US\$ 79,00/MWh;
- Carvão: US\$ 134,00/MWh.

Carvalho (2012) apresenta que o custo para produzir energia elétrica utilizando a Energia Nuclear é de US\$ 113,00/MWh.

Os custos para produzir energia elétrica utilizando uma Usina Termosolar variam de US\$ 90 e US\$ 280/MWh (ANEEL, 2016). Para fins gráficos é apresentado um valor médio para o custo da energia elétrica na Usina Termosolar: $(90 + 280)/2 = 185$, ou seja, US\$ 185/MWh.

Os dados acima apresentados podem ser melhor compreendidos através do gráfico ilustrado na Figura 4.

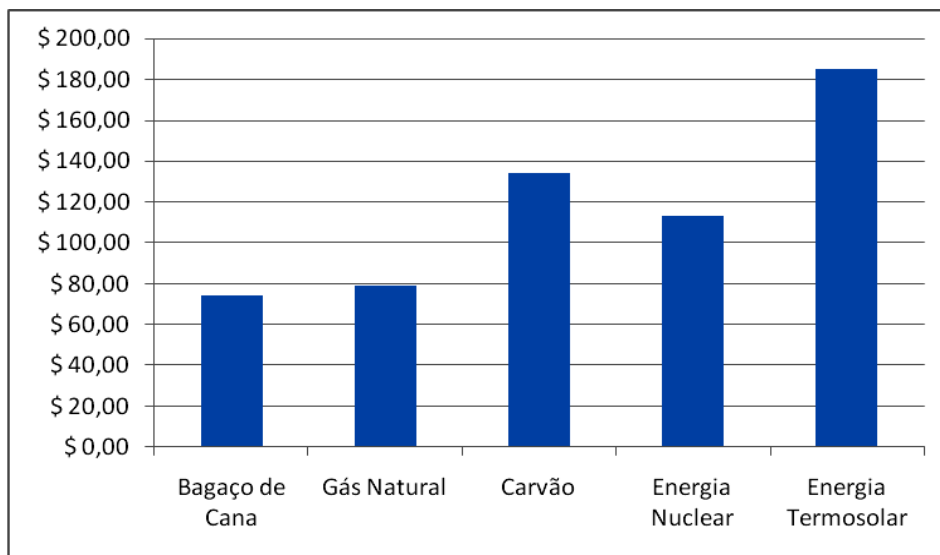


Figura 4. Gráfico de Custos das Usinas Térmicas. Fonte: Adaptado de Carvalho (2012) e ANEEL (2016).

Na Figura 4 fica evidente que, dependendo do combustível utilizado para aquecer a caldeira na Termelétrica Convencional, o custo para geração da energia pode mudar. Observa-se que, aquela abastecida com bagaço de cana é a que apresenta o menor custo de US\$ /MWh (MegaWatt/hora), e entre as três opções abordadas, a Termosolar é a que apresenta maior custo de produção de energia elétrica.

4. Metodologia

O artigo é composto por uma pesquisa bibliográfica, a qual, de acordo com Fonseca (2002), é desenvolvida através de referências teóricas, ou seja, publicações já existentes, por meio de livros, artigos científicos ou páginas de *web sites*. A pesquisa bibliográfica tem o objetivo de permitir que o pesquisador possa conhecer o que já foi publicado sobre o assunto.

A revisão da bibliografia neste trabalho proporcionará o embasamento teórico necessário sobre os assuntos: funcionamento; vantagens; desvantagens; e custo de geração de energia elétrica (US\$ /MWh) através de usinas termelétricas convencionais, nuclear e usina termosolar.

Na parte dos resultados foram utilizados os dados pesquisados na revisão de bibliografia para apontar os principais aspectos de cada usina, permitindo elaborar um quadro que facilite a visualização desses aspectos.

5. Resultados e Discussões

As usinas estudadas neste trabalho apresentam um modelo de funcionamento semelhante, todas elas utilizam de alguma fonte de calor para transformar um fluido em vapor, que moverá uma turbina acoplada a um gerador, convertendo a energia mecânica em elétrica. A particularidade entre elas está especialmente no fornecimento de calor, isso que influenciará nos diferentes custos, rendimentos e poluição.

Existe uma preocupação grande da população com a geração de energia, principalmente com os dados estudados neste artigo custo e poluição, além de segurança, como o caso da usina nuclear. Foi exposto que o risco de acidente com usinas nucleares é pequeno, mas os acidentes ocorridos na história demonstram que as marcas das tragédias, como o de Chernobyl (Ucrânia) em 1986 e Fukushima (Japão) em 2011, permanecem por muitos anos, a ponto de diminuir o ritmo de implantações de usinas nucleares pelo mundo ao longo dos anos.

Um dado importante de ser comentado é em relação ao custo de gerar energia com bagaço de cana. Como apresentado no item de vantagens das usinas termelétricas convencionais, obtém-se um baixo custo de operação utilizando resíduos de outros processos, neste caso bagaço de cana proveniente de usinas produtoras de etanol. Existem outros resíduos que podem ser aproveitados para gerar calor a um custo baixo, como restos de madeira, casca de arroz, entre outros.

Com o conteúdo elaborado neste artigo foi possível elaborar um comparativo entre os tipos de usinas, o qual pode ser visualizado no Quadro 1:

Aspecto	Tipo de Usina		
	Termoelétricas Convencionais	Termoelétrica Nuclear	Termosolar
Investimento Inicial	Baixo	Alto	Alto
Custo US\$/MWh	Baixo	Médio	Alto
Área de Instalação	Pequena	Pequena	Grande
Eficiência	Alta	Alta	Baixa
Poluição	Alta	Média	Baixa
Fonte renovável	Não	Não	Sim

Próximo a Consumidores	Sim	Sim	Não
Existe no Brasil	Sim	Sim	Não

Quadro 01- Comparativo entre os tipos de usina

No Quadro 1 é possível observar as principais diferenças entre as usinas apresentadas neste trabalho. Se objetivo for melhor investimento, a que apresenta a melhor alternativa é a usina termoeletrica convencional, pois o investimento inicial é baixo, apresenta o menor custo US\$/MWh e pode ser construída em uma pequena área, além de ter uma alta eficiência.

Quando o objetivo é a menor poluição e fonte renováveis de energia, a que se encaixa nesse perfil é a usina termosolar, é a única entre as estudadas que apresenta baixa poluição e fonte renovável de energia. Porém seu custo ainda é alto.

A usina termoeletrica nuclear com os resultados apresentados vem a ser uma alternativa entre meio a usina termoeletrica e a usina termosolar. Esta não apresenta o menor custo, mas ainda está bem abaixo do custo da usina termoeletrica, podendo ser utilizada como uma alternativa a menos poluição, visto que sua poluição é menor que a usina termoeletrica convencional.

6. Conclusões

As termelétricas convencionais são geradoras de energia elétrica que necessitam de combustíveis renováveis ou não para seu funcionamento. Além disto, polui a atmosfera durante a queima destes combustíveis com a liberação do vapor na atmosfera contendo gases portadores de elementos tóxicos.

As usinas nucleares produzem energia de forma mais limpa que muitos outros tipos de usina por não lançarem gases estufas, mas ainda gera resíduos para a produção do combustível. Porém existe o medo de um acidente nuclear, mesmo que isso tem possibilidades pequenas, o que diminuiu a criação de novas usinas. O custo desse tipo de energia ainda apresenta um valor médio.

A energia termosolar ainda é melhor alternativa apresentada neste trabalho em relação à poluição, porém ainda apresenta alguns empecilhos como: o custo de instalação, grande área para ser instalada e grandes distâncias dos consumidores. Esses fatos a tornam a energia neste trabalho com maior custo, podendo custar US\$ 280/MWh.

Referências

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. *Energia Solar*. 2016. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)> Acesso em: 04 ago 2016.

_____. *Projeto Estratégico: Desenvolvimento de Tecnologia Nacional de Geração Heliotérmica de Energia Elétrica*. Brasília, 2015. Acesso em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PD%20Estrategico%20019-2015.pdf>> Acesso em: 04 ago 2016.

CARVALHO, J. F. *O espaço da energia nuclear no Brasil*. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 26, n. 74, p.292-308, 2012.

CASTRO, G. M.; LEGEY, L. F. L. *Custos Evitados de Usinas Heliotérmicas: Avaliação do valor da energia heliotérmica no sistema interligado nacional*. In: XVI Congresso Brasileiro De Energia. Rio de Janeiro, 2015.

CORREIA, T. B.; MELO, E.; COSTA, A. M.; SILVA A. J. *Trajetória das Reformas Institucionais da Indústria Elétrica Brasileira e Novas Perspectivas de Mercado*. Revista de Economia, Brasília (DF), v.7, n.3, p.607-627, set/dez 2006.

ELETOBRÁS TERMONUCLEAR. *Angra I e Angra II*. 2016. Disponível em: <www.eletronuclear.gov.br> Acesso em: 05 ago 2016.

ELETROBRÁS. *Como a energia elétrica é gerada no Brasil.* 2012. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/natrilhadaenergia/main.asp?View=%7B61D475A6-BBFC-41CE-98E3-2BA4FD90DB2F%7D>> Acesso em: 05 ago 2016.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica.* Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GOLDEMBERG, J. *O Futuro da Energia Nuclear.* Revista USP, São Paulo, n.91, p. 6-15, setembro/novembro 2011.

_____. *Os riscos da energia nuclear.* Revista ComCiência. no.104. Campinas, 2008.

GOMES, J. M. *Primeira Lei da Termodinâmica.* Portal do Professor, 2009. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?pagina=espaco%2Fvisualizar_aula&aula=14397&secao=espaco&request_locale=es> Acesso em: 05 ago 2016.

GONÇALVES, O. D.; ALMEIDA, I. P. S. de. *A energia nuclear.* Revista Ciência Hoje, v. 37, n. 220, p.36-44, out. 2005.

IZIDORO, J. C.; FUNGARO, D. A. *Utilização de Resíduos de Usinas Termelétricas a Carvão na Síntese de Zeólitas e sua Aplicação na Remoção de Zn^{2+} e Cd^{2+} em Água.* Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento. v. 9, n. 3, 2007, p. 101-106.

KONDO, N. N. *Determinação de Índices de Desempenho de Usinas Termelétricas.* 2007. 191 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

KRYBUS, M. I.; PASCALICCHIO, A. C. *Viabilidade Econômica de Implantação de Energia Solar em Pequenas Comunidades Isoladas.* Universidade Presbiteriana Mackenzie, VII Jornada de Iniciação Científica, 2011.

LIMA, M. T. S. L.; SOUZA, M. C. *Discorrendo Sobre o uso das Termelétricas no Brasil.* Ciência e Natura, Santa Maria, v. 37 Ed. Especial UFVJM, 2014, p. 17–23.

LIRA, E. V. *Os Benefícios do uso da Energia Nuclear.* 2015. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

MARANHÃO, I. M. *Estudo da Tecnologia Heliotérmica e sua Viabilidade no Brasil.* 2014. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Energia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

MONTALVÃO, E.; FARIA, I. D.; ABBUD, O. A. *Ambiente e Energia, Crença e Ciência no Licenciamento Ambiental, Parte IV: A Opção de Geração Hidroelétrica no Brasil.* Textos para Discussão107. Núcleo de Estudos e Pesquisas Do Senado. Brasília, 2012.

OLIVEIRA FILHO, C. M. *Metodologia para Estudo de Implantação de uma Usina Heliotérmica de Receptor Central no Brasil.* 2014. 100 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PINTO, C. C. L. P. *Usinas Termelétricas.* Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo, Vitória, 2008.

PREILIPPER, U. M.; DALFOVO, W. C. T.; ZAPPAROLI, I. D.; MAROUBO, L. A.; MAINARDES, E. L. *Aproveitamento do resíduo madeireiro na produção de energia termoelétrica no município de Marcelândia-MT.* Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba, v. 36, p.411-428, abr. 2016.

RIPPEL, R.; RIPPEL, V. C. L.; LIMA, J. F. *Percepções Genéricas sobre o Crescimento Populacional, a Demanda por Energia e os Padrões de Consumo dos Recursos Ambientais Atuais.* XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, Caxambu – MG – Brasil, 18 - 22 set. 2006.

ROSA, L. P. *Geração Hidrelétrica, Termelétrica e Nuclear.* Estudos Avançados 21 (59), 2007.

WENDEL, M. *Metodologia para Simulação Transiente de uma Pequena Central Heliotérmica.* 2010. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.