

# **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE EMPREENDIMENTOS SOLARES E TÉRMICOS.**

**Raimundo da Silva Nunes Neto** (UFPI) - raimundodsilva@outlook.com

**Fábio Mendes Lopes** (Instituição - a informar) - fabiobends@gmail.com

**Thayanne Laysse de Oliveira Carneiro** (UFPI) - thayannecarneiro@outlook.com

**Bartolomeu Ferreira Santos Junior** (UFPI) - bartolomeuf@ufpi.edu.br

## **Resumo:**

*A matriz energética atual é constituída principalmente por usinas termelétrica e hidrelétrica, elas são responsáveis pela emissão de milhares de toneladas de CO2 anualmente. Além disso, com o crescente aumento populacional, faz-se necessário a implementação de novas fontes de geração de energia. São comparados dados de custos de instalação iniciais, custos de operação e retorno de investimento de Usinas Solares e Térmicas. Com o uso de Usinas Solares, haveria uma redução significativa do uso de Usinas Termelétricas, principalmente nas épocas mais quentes do ano, onde as usinas termelétricas são mais usadas devido ao baixo nível dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas. O uso de Usinas Solares poderia ainda evitar a aplicação das bandeiras tarifárias vermelhas ou até mesmo as amarelas.*

**Palavras-chave:** *Energia Solar, Usina Termelétrica, Fontes Alternativas*

**Área temática:** *Mercado, economia, política e aspectos sociais*

**Subárea temática:** *Impactos sociais, econômicos e ambientais de energias renováveis*

# ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PROVENIENTE DE EMPREENDIMENTOS SOLARES E TÉRMICOS.

**Raimundo da Silva Nunes Neto** – raimundodsilva@outlook.com

**Fábio Mendes Lopes** – fabiobends@gmail.com

**Thayanne Laysse de Oliveira Carneiro** – thayannecarneiro@outlook.com

**Bartolomeu Ferreira dos Santos Júnior** – bartolomeuf@ufpi.edu.br

Universidade Federal do Piauí, Departamento de Engenharia Elétrica

**Resumo.** *A matriz energética atual é constituída principalmente por usinas termelétrica e hidrelétrica, elas são responsáveis pela emissão de milhares de toneladas de CO2 anualmente. Além disso, com o crescente aumento populacional, faz-se necessário a implementação de novas fontes de geração de energia. São comparados dados de custos de instalação iniciais, custos de operação e retorno de investimento de Usinas Solares e Térmicas. Com o uso de Usinas Solares, haveria uma redução significativa do uso de Usinas Termelétricas, principalmente nas épocas mais quentes do ano, onde as usinas termelétricas são mais usadas devido ao baixo nível dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas. O uso de Usinas Solares poderia ainda evitar a aplicação das bandeiras tarifárias vermelhas ou até mesmo as amarelas.*

**Palavras-chave:** *Energia Solar, Usina Termelétrica, Fontes Alternativas.*

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo (FONSECA, SERUDO e SANTOS, 2018), a matriz energética brasileira ainda é muito dependente da utilização de combustíveis fósseis, já que a sua principal fonte de energia advém das usinas hidrelétricas, todavia para algumas regiões as termelétricas se fazem muito presentes.

Apesar de ser uma usina renovável, a instalação de uma usina hidrelétrica tem se tornado cada vez mais inviável, pois a sua instalação acarreta problemas geológicos e hidrológicos, ocasionando mudanças na fauna e flora da região, uma vez que uma grande área precisa ser desmatada para que esse tipo de usina seja construída (GUERRA E CARVALHO, 1995).

As termelétricas são utilizadas principalmente em períodos onde as hidrelétricas tem sua capacidade atendimento limitada. Entretanto, a usina termelétrica é não renovável e, na maioria dos casos, é vetor de danos para o meio ambiente, além de apresentar um elevado custo de operação a depender do combustível utilizado. Por estes motivos, tem-se buscado meios de reduzir o seu uso.

Com o constante crescimento populacional, é necessário que haja um aumento de geração de energia, contudo as usinas já existentes se encontram em sua maioria em sobrecarga, fazendo com que seja necessário a inclusão de novas fontes de energia.

Os problemas advindos da instalação das usinas tradicionais indicam cada vez mais que há a necessidade de implementação de uma fonte alternativa para compor a matriz energética, visando a geração de energia com os menores impactos ambientais.

Sabendo que a região nordeste do país possui um posicionamento privilegiado (PEREIRA, *et al*, 2006), próxima à linha do Equador, a principal alternativa seria o uso de energia solar. Apesar de não ser constante, a energia solar pode ser utilizada durante o período em que houver radiação solar, produzindo assim sempre que existir a presença de luz, reduzindo assim o uso das usinas termelétricas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Como mostrado no estudo feito na revista “Ciência e Natura” (LIMA, M. T. S. L., *et al*, 2015), o desenvolvimento industrial do Brasil ocorrido nos meados do século XX, foi um divisor de águas para o desenvolvimento da matriz energética do país. Grande parte das indústrias então instaladas no Brasil tinham como base de força motriz o Vapor. Por volta de 1920, o então cenário da energia elétrica que ocupava apenas 5% da matriz energética que abastecia as indústrias, passou a ocupar mais de 47% da matriz.

Os investimentos no setor então começaram a se expandir. Aproveitando-se da grande diversidade e potencial hidrográfico do Brasil, grandes empreendimentos foram sendo criados como por exemplo, a usina de Ilha dos Pombos em Paraíba do Sul, que teve seu início de operação em 1924 e tinha 187 MW de potência instalada. Outro grande empreendimento da época foi a usina Henry Borden em Cubatão com quase 900MW de potência instalada que começou sua operação em 1926 (ANEEL).

Outro momento de forte crescimento industrial ocorreu por volta da década de 1980, em que a demanda de energia cresceu consideravelmente e juntamente com ela o crescimento da exploração e utilização de petróleo e seus derivados como é mostrado na Fig. 1. Foi nesse período que entrou em operação dois gigantescos empreendimentos em usinas hidrelétricas, Tucuruí e Itaipu, somando mais de 20.000 MW de potência instalada.

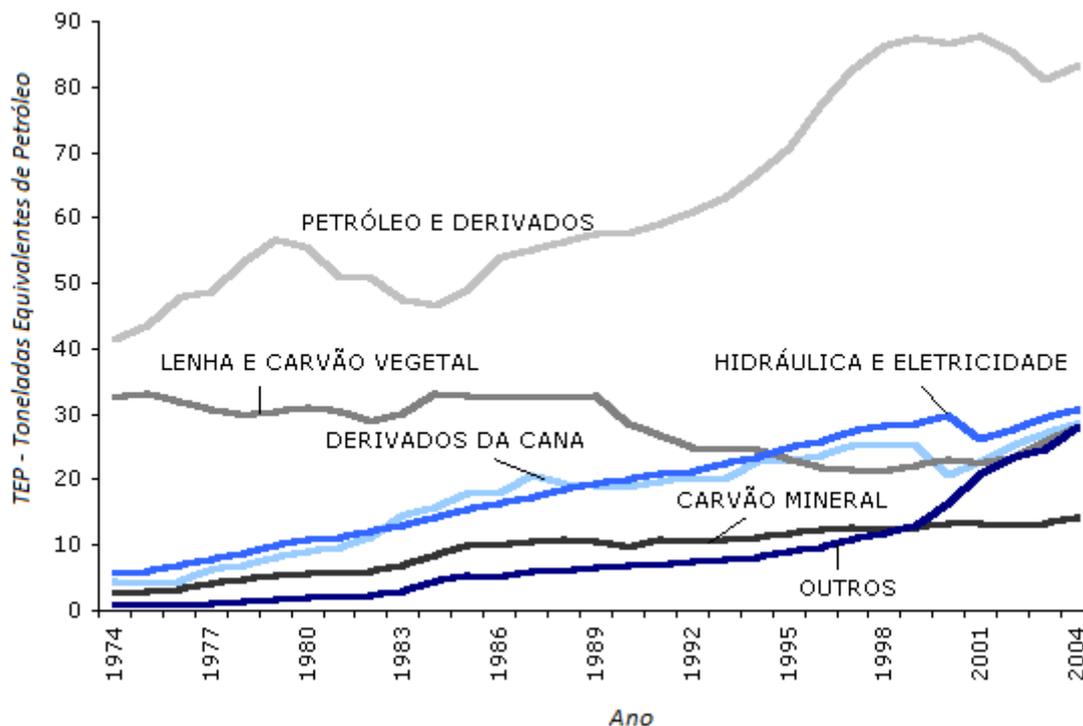


Figura 1 – Evolução das fontes primárias de oferta de energia no Brasil – 1974-2004

Fonte: Ministério de Minas e Energia (MME)

A partir dos anos 2000 a matriz energética estava passando por uma intensa mudança em sua estrutura de geração. Em 2005, o Ministério de Minas e Energia divulgou o Plano Nacional de Energia 2030, que formulava estratégias para o suprimento da demanda de energia até o ano de 2030. O quadro previsto para até o determinado ano era de que a matriz utilizaria 94% da capacidade hidrelétrica disponível no país, principalmente na bacia amazônica. As projeções levaram a um investimento de base em termelétricas, que a partir de agora passaram a ocupar boa parte da matriz energética (LIMA, *et al.*, 2015).

As hidrelétricas são consideradas fontes de energia renovável devido ao seu combustível ser limpo, não gerando gases como por exemplo na combustão de usinas térmicas, e sempre renovado, no caso, a água de rios. Mas esse conceito vem sendo questionado nos últimos anos. Para a utilização do potencial hídrico, em grandes áreas das bacias hidrográficas são construídas barragens, que inundam grandes áreas de floresta, causando desmatamento e a emissão de gases de efeito estufa (FELIPE, *et al.* 2015).

Os novos empreendimentos hidrelétricos dessa forma, passaram a atuar a fio d'água, sem a utilização de grandes reservatórios. Porém, a bacia amazônica passou por períodos de grandes secas a partir dos anos 2000, e sem grandes reservatórios, foram necessários investimentos em novas fontes de energia. Com a preocupação com a sustentabilidade e a questão ambiental, fontes como a eólica e solar passaram a ser visadas para a composição da matriz energética.

A primeira Usina Solar em escala comercial a ser construída no Brasil foi a usina de Tauá no estado do Ceará. Construída em 2011 e com potência instalada de 1MW, Tauá deu partida aos investimentos na área, que ainda eram pequenos devido ao avanço lento de tecnologia na área. Depois disso grandes Usinas foram instaladas no Brasil e atualmente é o país que possui a maior Usina Solar da América Latina, a Pirapora, em Minas Gerais com uma capacidade de geração de 321MW.

Conforme divulgado pela EPE (2014), o Ministério de Minas e Energia incluiu em 2013 a fonte solar nos leilões de energia A-3/2013 e A-5/2013, abrindo a possibilidade para que pudessem competir igualmente com outras fontes, na modalidade “por disponibilidade”.

O ano seguinte recebeu mais de quatrocentos projetos cadastrados, com uma potência de 10.790MW. Desses projetos, 31 foram contratados com capacidade de 889,66MW de potência e apresentou um custo de R\$215,12/MWh.

No ano de 2015 realizou-se um novo leilão específico para Energia Solar, nesse ocorreu a contratação de 231,5MW médios, vendidos a um preço de R\$301,79/MWh.

No ano de 2019 as usinas solares participaram do primeiro leilão A-6, onde indicou 825 projetos com uma potência de 29.780MW e registrou uma participação de quase 30% e valores de energia chegar em torno de 118,00 R\$/MWh.

Um fator a ser analisado para inserção da Energia Solar na matriz energética, seria o seu gasto com combustíveis, uma vez que o seu combustível é a luz do sol, assim não há um custo na produção de energia elétrica, concentrando o seu custo na instalação e em manutenção (limpeza). Além da economia com combustíveis, deve-se analisar que o uso de energia solar como matriz, acarreta uma redução de milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> despejadas na atmosfera.

Os principais produtores de gases de efeito estufa (GEE) são os combustíveis fósseis, combustível de termelétricas, já as usinas hidrelétricas também emitem uma grande quantidade de CO<sub>2</sub> devido ao desmatamento de grandes áreas para que possam ser construídas.

As Usinas Solares não geram a mesma quantidade de energia mensalmente, apresentando uma maior geração principalmente nas épocas mais quentes do ano, assim, o cálculo para sua instalação deve ser visto de forma anual e não individual.

As épocas de maiores temperaturas, são também as de maior radiação solar, concentradas principalmente entre os meses de agosto a dezembro na região do Nordeste. Nessa mesma época do ano, são acionadas as termelétricas, já que há uma redução na utilização de usinas hidrelétricas por conta do baixo nível dos reservatórios. As usinas solares seriam ideais para evitar o uso de termelétricas, uma vez que a sua produção sempre é maior para essa época do ano.

Grandes investimentos em Usinas Solares vêm sendo feitos no Brasil, principalmente na região nordeste, que possui um grande potencial de geração. A região Centro-Sul do estado do Piauí, segundo a Atlas Solarimétrico do Centro de Pesquisas de Eletricidade da Eletrobrás, possui uma insolação diária média que chega a 9 horas de pleno sol por dia, favorecendo a esse tipo de geração.

No ano de 2015, a empresa Enel Green Power ganhou o 7º Leilão de Energia Reserva, e veio a construir o que seria o maior empreendimento de usinas solares da América Latina. Situado em Ribeira do Piauí, o parque solar de Nova Olinda, possuía 292 MW de potência instalada e teve um investimento em torno de 1 bilhão de reais. Nesse leilão o valor da energia gerada ainda era bastante alto, ficando em torno de 300 R\$/MWh, ainda impedindo a competitividade do setor, necessitando então de mais investimento, a fim de diminuir os valores da energia vendida.

A Enel Green Power venceu outro leilão no ano de 2017, o leilão A-4 de empreendimentos novos, e então passou a construir o mais novo parque solar no estado do Piauí que desbancou a Usina de Nova Olinda, assumido então o papel de maior parque solar da América Latina, com capacidade instalada de 475 MW. Destes, 388 MW foram conquistados pelo grupo no leilão e os outros 87MW vão para o mercado livre. A empresa investiu cerca de 1.4 bilhão de reais e tem capacidade de geração de 1.200 GWh por ano, evitando mais de 600 mil toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

### 3. METODOLOGIA E RESULTADOS

A partir deste leilão podemos ver a evolução do cenário da energia solar. O investimento inicial nos parques solares ainda é bastante grande, porém, já mostrou uma diminuição considerável em relação a tecnologias aplicadas a parques anteriores. Os dados do leilão fornecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica foram utilizados para mostrar a viabilidade de empreendimentos de energia solar em detrimento a empreendimentos térmicos, para a composição da matriz energética.

Os empreendimentos considerados para a comparação foram a Usina São Gonçalo, já citada acima, e o empreendimento térmico Jalles Machado no estado de Goiás. Essa UTE, Usina Termelétrica, possui uma pequena potência instalada, de 25MW. Na Tab. 1 é elencado os dados de geração das ganhadoras do 25º leilão de energia nova, fornecidos pela ANEEL.

Tabela 1 – Dados de Geração das ganhadoras do 25º Leilão de Energia Nova.

Fonte: O Autor.

<b>Empreendimento</b>	<b>Potência Instalada</b>	<b>Energia Negociada</b>
UTE Jalles Machado	25 MW	1.507.752,000 MWh
UES São Gonçalo 1	30 MW	1.735.668,00 MWh
UES São Gonçalo 10	30 MW	1.735.668,00 MWh
UES São Gonçalo 2	30 MW	1.735.668,00 MWh
UES São Gonçalo 21	30 MW	1.735.668,00 MWh
UES São Gonçalo 22	30 MW	1.735.668,00 MWh
UES São Gonçalo 3	30 MW	1.735.668,00 MWh
UES São Gonçalo 4	30 MW	1.735.668,00 MWh
UES São Gonçalo 5	30 MW	1.735.668,00 MWh

A UTE Jalles Machado utiliza Biomassa como combustível, no caso o bagaço de cana. Apesar de ser um combustível renovável, a usina ainda contribui com a geração de gases poluentes, mesmo que em menor quantidade que as que utilizam combustíveis fósseis, e o maior empecilho para utilização de usinas termelétricas que é o custo de operação e manutenção que é muito elevado.

Para os leilões de energia, são utilizados índices que possibilitam a análise do cenário energético atual de forma a realizar os cálculos dos valores de venda dos MWh gerados pelas usinas. O ICB é o *Índice de Custo Benefício*, que é o valor que o MWh gerado mínimo para que o empreendimento consiga pagar todos os seus custos de implementação, operação e manutenção.

As usinas solares possuem vários pontos positivos, especialmente na localização em que está instalada a usina de São Gonçalo. O principal ponto positivo é o fato de ser uma fonte de energia renovável, não possuindo custos para sua produção. Não há a emissão de gases poluentes, contribuindo com a sustentabilidade e a questão ambiental na área de geração de energia elétrica. Outro ponto muito importante é o fato de que a usina solar possui custo de operação e manutenção irrisório em relação aos custos de outra forma de geração, principalmente as termelétricas.

Tabela 2 – Dados de Investimento e Índice de Custo Benefício do 25º Leilão de Energia Nova.

Fonte: O Autor.

<b>Empreendimento</b>	<b>Investimento (R\$)</b>	<b>Preço de Referência (R\$/MWh)</b>	<b>ICB (R\$/MWh)</b>	<b>Montante Negociado (R\$)</b>
UTE Jalles Machado	44.160.000,00	329,00	281,00	354.201.099,84
UES São Gonçalo 1	243.678.800,00	329,00	146,67	254.570.425,56
UES São Gonçalo 10	243.678.800,00	329,00	145,50	252.539.694,00
UES São Gonçalo 2	243.678.800,00	329,00	146,67	254.570.425,56
UES São Gonçalo 21	243.678.800,00	329,00	145,99	253.390.171,32
UES São Gonçalo 22	243.678.800,00	329,00	145,00	251.671.860,00
UES São Gonçalo 3	243.678.800,00	329,00	146,67	254.570.425,56
UES São Gonçalo 4	243.678.800,00	329,00	146,67	254.570.425,56
UES São Gonçalo 5	243.678.800,00	329,00	146,67	254.570.425,56

Como é possível verificar na Tab. 2, o investimento inicial da UTE Jalles Machado, é mais de 5 vezes menor que o investimento inicial de uma parte da UES São Gonçalo de potência instalada praticamente similar. Inicialmente isso pode ser considerado como um ponto crucial para a preferência por empreendimentos termelétricos, porém, o custo de manutenção e operação da UTE é muito maior em relação ao custo de operação das UES São Gonçalo, fazendo com

que, mesmo com o custo de instalação sendo muito elevado, o Índice de Custo Benefício das unidades solares seja quase a metade do mesmo índice da unidade térmica.

Esse fato nos remete a importantes pontos para a utilização de UES para a composição da Matriz Energética. Usinas solares são importantes para o cenário sustentável da geração de energia, como já foi muito debatido, diminuindo a emissão de gases poluentes e utilizando uma fonte renovável de energia. Elas também são importantes para o cenário econômico da geração, pois, usinas solares como pôde ser visto, possui um ICB bem reduzido em relação a usinas térmicas, barateando o custo do fornecimento de energia elétrica para as concessionárias, e desta forma, para o consumidor final.

As UTEs são bastante utilizadas para complementar o suprimento de energia elétrica devido a sazonalidade da geração hídrica. Em períodos de seca, que se estendem pelo segundo semestre do ano, as precipitações pluviométricas são reduzidas, principalmente na região nordeste.

As usinas Hidrelétricas quando construídas com reservatórios conseguem manter o suprimento nesse cenário, porém, como já foi discutido anteriormente, os grandes reservatórios causam muitos danos ambientais, então, grande parte das usinas são construídas a Fio D'água, não conseguindo manter um bom rendimento, pois dependem diretamente da vazão do rio.

Com o suprimento realizado por termelétricas, o valor pago pelo MWh de energia elétrica é bastante elevado, devido ao alto custo de operação das UTEs, gerando custos adicionais para os consumidores, mais conhecidos como “Bandeiras Tarifárias”, que são divididas entre, verde, que ocorre quando as condições de geração são propícias para o funcionamento das UHEs, gerando energia mais barata, amarela, quando é necessária uma complementação das UTEs, e vermelha, que ocorre quando as UTEs necessitam suprir um percentual significativo da demanda energética.

Todo esse cenário se mostra favorável para o estudo em questão. UES são complementares as usinas hidrelétricas, pois sua geração é favorecida em ambientes com baixo índice pluviométrico devido a menor quantidade de nuvens que podem gerar um sombreamento prejudicial, podendo substituir dessa forma as UTEs, gerando energia mais barata na mesma situação, sem comprometimento ambiental.

Outro ponto que pode ser considerado, são as formas de construção de usinas solares. Nas grandes hidrelétricas, seja a reservatório ou a fio d'água, no segundo caso pode haver reservatório, mas com dimensões mínimas, podem ser avaliadas as possibilidades de construção de parque solares em espelho d'água. Tal tecnologia tem vários pontos positivos, entres os principais, está a utilização de uma área grande, antes inutilizada pelo reservatório, que contribui também com a diminuição de perdas de água por evaporação.

Para que comparações pudessem ser realizada, fora utilizados dados fornecidos pela empresa Enel Green Power em seu Relatório de Administração Anual de 2018 da Central Geradora Termelétrica Fortaleza S.A. Tal empreendimento possui potência de 327 MW toda comercializada com a Companhia Energética do Ceará (“Enel Distribuição Ceará”).

No ano de 2018, o desempenho da unidade geradora passou por problemas devido ao fornecimento de gás, que teve uma baixa, dessa forma, a usina necessitou realizar a compra de cerca de 537 GWh, para conseguir atender ao contrato com a Enel Distribuição Ceará, aumentando consideravelmente seu custo operacional no corrente ano.

Na Tab. 3 podemos ver o custo operacional desta unidade em diferentes anos.

Tabela 3 – Receita Líquida e Custo Operacional da Enel Geração Fortaleza S.A. em Mil reais.

Fonte: O Autor.

DESCRIÇÃO	2011	2012	2017	2018
Receita Operacional Líquida	422.174	524.556	834.137	770.394
Custo do Serviço e Despesa Operacional	251.874	356.396	550.930	830.531

Como podemos verificar na Tab. 3, o custo operacional de uma termelétrica de potência inferior a potência da Usina São Gonçalo, que possui 475MW como já foi citado anteriormente, é bastante elevado. Levando em consideração os dados de 2017, já que, em 2018 a usina passou por uma dificuldade de fornecimento de gás, o custo anual chegou a mais de 550 milhões de reais.

Para usinas solares, o custo de operação chega a ser irrisório em relação ao custo de operações de termelétricas, então para efeito de comparação, podemos notar que em cerca 3 anos de funcionamento normal, sem avarias como a falta de fornecimento de combustível, a UTE fortaleza gastou o equivalente a implantação de um UES São Gonçalo de potência superior, que foi em torno de 1,4 Bilhão de reais, o que nos leva a favorecer a implantação de usinas solares, que possui custo mínimo de manutenção, e utiliza de combustível renovável.

Tabela 4– Comparativo de Custo de Operação e Implantação entre os geradores a carvão do Grupo Eneva e a UES São Gonçalo do Grupo Enel Green Power em milhões.

Fonte: O Autor

EMPREENDIMENTO	Custo de Implantação	Custo Operacional
UES São Gonçalo	1400	-
UTE Pecém II / Itaqui Geração	-	910,5

De acordo com a divulgação de resultados da Empresa Eneva, responsável pelas Usinas Termelétricas Pecém II e Itaqui Geração, que contabilizam 591 MW em CCEAR – Contrato de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado, o grupo de usinas a carvão tiveram um custo operacional total, durante o ano de 2018, em torno de 910,5 milhões de reais, como mostrado na Tab. 4.

#### 4. CONCLUSÃO

Diante das comparações apresentadas entre Custo Operacional, Custo de Implantação, Índice de Custo Benefício, Preço de Venda, Potência Instalada e juntamente com todas as características, como, sustentabilidade, baixo custo de manutenção, não liberação de gases poluentes, várias formas de construção, sazonalidade complementar e baixo custo de venda de energia, apontam como esperado, a utilização de Usinas de Energia Solar, mais atrativas em detrimento de Usinas Termelétricas, para a complementação da Matriz Hidroelétrica Brasileira.

Fazendo uma comparação de custo com a implantação da UES São Gonçalo, os custos operacionais das UTEs durante 2 anos seriam suficientes para a instalação da UES, mesmo levando em consideração o aumento de potência do parque solar para equiparar-se as UTEs.

Tendo em vista que o custo operacional de uma Usina Solar seria bem inferior ao de Usinas Termelétricas, podemos entender que a sua inserção na matriz elétrica pode ser uma das formas mais baratas e mais favoráveis a redução de CO<sup>2</sup>.

Apesar do custo de instalação de uma Usina Solar ser bastante elevado, o ganho financeiro em relação as demais usinas seriam compensadas durante o seu uso, na economia do custo de utilização, além disso evitaria que fossem acionadas as bandeiras tarifárias vermelhas, uma vez que as termelétricas não seriam tão utilizadas nas épocas de seca.

#### Agradecimentos

Agradecemos a todos os integrantes da turma de “Planejamento e Operação de Sistema de Energia Elétrica”, na qual foi realizado um grande compartilhamento de conhecimento sobre a área de Sistemas de Potência e Fontes Alternativas de Energia.

Agradecemos principalmente a nosso professor, Bartolomeu Ferreira, que foi responsável por difundir grande parte do conhecimento adquirido na área por todos os componentes desse trabalho, assim como, foi o principal incentivador do desenvolvimento dessa análise aqui realizada.

#### REFERÊNCIAS

- ANEEL. “avisos e comunicados de geração”. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-orientacoes-leiloes>; Acesso em: 04/11/2019;
- ATLAS Solarimétrico do Brasil. Recife : Editora Universitária da UFPE, 2000;
- BRONZATTI, Fabricio Luiz, and Alfredo Iarozinski Neto. "Matrizes energéticas no Brasil: cenário 2010 2030." *Encontro Nacional de Engenharia de Produção* 28 (2008): 13-16;
- DA SILVA LOPES LIMA, Maria Thereza, et al, “Sobre a Situação Energética Brasileira: De 1970 a 2030”. *Ciência e Natura*. 37(n. 2), 2015. 6-16[data de consulta: 13 de Novembro de 2019]. ISSN: 0100-8307. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4675/467547642003.pdf> ;
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. “energia e aquecimento global”. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/energia-e-aquecimento-global>; Acesso em: 02/11/2019;
- ENEL. “informações financeiras”. Disponível em: [https://www.enel.com.br/pt-ceara/investidores/archive/d2016 Informacoes\\_Financeiras.html](https://www.enel.com.br/pt-ceara/investidores/archive/d2016 Informacoes_Financeiras.html); Acesso em: 04/11/2019;
- ENEVA. “geração de energia”. Disponível em :<http://www.eneva.com.br/nossos-negocios/geracao-de-energia/>; Acesso em 05/11/2019;

- FELIPE, A. M. de Faria, et al. Estimating greenhouse gas emissions from future Amazonian hydroelectric reservoirs, *Environmental Research Letters*, 10 (2015) 124019.
- FONSECA, J. S. ; SERUDO, R. L. ; SANTOS, M. C. . Matriz energética brasileira: tecnologias complementares. *Scientia Amazonia* , v. 7, p. 74-88, 2018.
- GUERRA, S. M.; CARVALHO, A. V.. *Um paralelo entre os impactos das usinas hidrelétricas e termoelétricas. Rev. adm. empres.* [online]. 1995, vol.35, n.4, pp.83-90. ISSN 0034-7590.
- PEREIRA, E. B. et al. *Atlas Brasileiro de Energia Solar*. 1ª ed. São José dos Campos - SP: INPE, 2006;
- SCHRAMM, Juliana. "Estudo da dispersão de poluentes em uma usina termelétrica localizada em linhares utilizando o modelo calpuff." (2016).

#### **COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE IMPLANTATION, OPERATION AND COMMERCIALIZATION OF ELECTRICAL ENERGY FROM SOLAR AND THERMAL ENTERPRISE.**

**Abstract.** *The current Power Matrix is mainly constituted by thermoelectric and hydroelectric plants, those are responsible for emitting thousands of tons of CO<sub>2</sub> yearly. In addition, with the increasing population growth, it was necessary to add new resources of power generation. Data from initial installation and operation costs and ROI (return of investment) of thermic and solar plants are compared. Using Solar plants, there would be a significant reduction of thermoelectric plants usage, mainly in the hottest periods of the year, where those plants are demanded due to low level in hydroelectric plant reservoirs. Those plants would avoid the application of red tariff flags or even yellow ones.*

**Keywords:** *Solar Energy, Thermal Power Plant, Alternative Sources.*