

## Eficiência energética: Análise da viabilidade econômica na utilização de placas fotovoltaicas em empresa de Guarapuava- Paraná

Guilherme Castro Gonsalves, Marcelo Kurtz, Bruno Smolniakof de Oliveira, Fernando Volanin, Sandro Roberto Mazurechen

**Resumo:** A presente pesquisa tem como objetivo demonstrar a importância da utilização do Sistema Fotovoltaico com foco na viabilidade econômica gerada para uma organização, para diminuir os gastos mensais com energia elétrica. A pesquisa divide-se em algumas etapas, desde a conceituação da eficiência energética, diante de pesquisa bibliográfica, a coleta de dados com a realização de pesquisa quantitativa através do levantamento de documentos para identificar a quantia paga em energia e por fim análise dos dados obtidos. É visível o aspecto principal como resultado: a economia gerada pelo sistema solar fotovoltaico. A partir dessas economias, a empresa obtém uma queda em sua despesa mensal. Comprovou-se, então, que a utilização do sistema fotovoltaico gera economia para a empresa e promovem o aumento da lucratividade da empresa.

**Palavras chave:** Sistema Fotovoltaico, Viabilidade Econômica, Eficiência Energética, Economia, Lucratividade.

## Energy efficiency: economic feasibility analysis in the use of photovoltaics panels in a company in Guarapuava – Paraná

**Abstract:** This article aims to demonstrate how important it is to use the Photovoltaic solar energy system focused on the economic feasibility created for an organization in order to shrink the electric energy month expenses. This research has been made following some steps including the explanation of the energy efficiency which has been made through bibliographical research; also, in a quantitative research, some data has been gathered through a document survey in order to identify how much has been paid for energy; later, that data has been analyzed. It has been easily verified that the economy brought by the Photovoltaic solar system has been the main aspect as a result. The company has decreased its month expenditure due to the economy caused by that system. Therefore, that has been proved that the use of the Photovoltaic system has delivered certain economy to the company as well as fostered the increase of its profitability.

**Key-words:** Photovoltaic system; economic feasibility; energy efficiency; economy and profitability.

### 1. Introdução

Nas últimas décadas, o tema eficiência energética está em evidência na pauta da comunidade científica mundial por ser uma maneira de reduzir gases de efeito estufa, contribuindo assim para mitigar as mudanças climáticas no planeta (LAFONTAINE et al., 2010). São chamados de fatores de produção o conjunto de elementos considerados indispensáveis para a produção dos produtos e serviços.

É a partir da reunião de todos os fatores que se cria o que se conhece como cadeia produtiva, visto que sem eles é impossível se entregar qualquer bem. Para Tubino (1997), a função produção é o centro dos sistemas produtivos, responsável por gerar bens ou serviços comercializados pelas empresas, por meio de um ou mais processos de conversão.

Sob essa ótica, Slack et al. (2001) afirmam que, para que essa função seja eficaz, deve-se usar eficientemente seus recursos e produzir bens e serviços de maneira que satisfaça a seus consumidores. Além disso, ela deve ser criativa, inovadora e vigorosa para introduzir novas e melhoradas formas de produção, a fim de proporcionar à organização meios de sobrevivência em longo prazo, oferecendo-lhe vantagem competitiva sobre seus rivais.

Sabe-se que a matriz energética do país é, ainda, fortemente dependente da fonte hídrica para suprir a demanda de consumo. Porém, com as contínuas quedas dos volumes pluviais e o aumento dos tempos de seca, as usinas hidrelétricas vêm enfrentando problemas para gerar a quantidade de energia esperada e, com isso, a conta de luz dos brasileiros vai ficando cada vez mais cara.

Isso pode ser facilmente resolvido a partir do uso da energia solar, fonte abundante no país, que já está sendo realizada com projetos de usinas solares ganhando espaço em todo o território nacional. No entanto, outro dos benefícios da energia solar é que, com os consumidores gerando a sua própria energia por meio dos sistemas fotovoltaicos instalados em suas casas e empresas, as contas acabam sendo aliviadas. Com isso a oferta de energia no país torna-se favorecida.

Devido ao aumento da demanda de energia, as fontes alternativas se fazem presentes cada vez mais em nosso meio. Dessa forma, as energias renováveis em especial a solar é umas das alternativas energéticas mais promissoras entre todas, pois é uma fonte inesgotável, além de não ser poluente.

O objetivo deste artigo é apresentar a viabilidade econômica a partir das placas fotovoltaicas em uma empresa de Guarapuava- Paraná, sendo sua atividade principal a venda e manutenção de equipamentos industriais.

O presente estudo tem como pergunta norteadora: Com a utilização da placas fotovoltaicas é possível reduzir os gastos de energia em 50%?

## 2. Eficiência energética

A Eficiência Energética pode ser definida como um conjunto de atividades sistêmicas que têm como objetivo principal otimizar o uso de energia e de suas fontes, principalmente as fontes de energia não renováveis e disponíveis no meio ambiente. Ao mesmo tempo, atenta para a utilização econômica das energias renováveis como forma de reduzir o grande consumo dos combustíveis de fontes não renováveis. A Eficiência Energética e o uso de energias renováveis são considerados os pilares para a construção de uma política energética sustentável (PEREIRA, 2009).

A economia na conta de energia é um dos principais benefícios da energia solar fotovoltaica. De acordo com a EPE (2010), o termo eficiência energética é a relação entre a quantidade de energia final utilizada e de um bem produzido ou serviço realizado, em que a eficiência está associada à quantidade efetiva de energia utilizada e não à quantidade necessária para realizar um serviço.

Desde a década de 1970, a preocupação com o uso mais eficiente de energia ganhou maiores proporções quando ficou claro que as reservas fósseis não seriam baratas para sempre, nem o seu uso ocorreria sem prejuízos para o meio ambiente (Empresa Brasileira de Pesquisa Energética, 2007). Em tempos de crise energética e o aumentos nas tarifas da conta de luz, a utilização de energia solar em empresas tem sido cada vez mais buscada. Além do

impacto econômico, essas corporações buscam com a instalação de painéis fotovoltaicos, provocar melhorias sociais e ambientais no espaço de trabalho, que melhorem a imagem e o valor da empresa.

### 3. Energia renovável

A energia renovável nada mais é que aquela produzida a partir de recursos naturais reabastecidos pela natureza, como a água, que oferece a energia hidráulica, o calor da terra com sua energia geotérmica, a luz do sol que gera a energia solar, e o vento que favorece a energia eólica. Além de causarem impactos substancialmente menores, ainda evitam a emissão de toneladas de gás carbônico na atmosfera. Vale lembrar que o debate contínuo, sobre os impactos causados pela dependência de combustíveis fósseis, contribui decisivamente para o interesse mundial por soluções sustentáveis por meio de geração de energia oriunda de fontes limpas e renováveis, e ambientalmente corretas (BERMAN, 2008).

Nesse contexto de preocupações com a segurança energética e mudanças climáticas, a implantação de fontes renováveis é essencial. Pela menor concentração dos recursos naturais utilizados como fontes renováveis, elas são capazes de prover maior segurança energética aos países que as utilizam, e seu aproveitamento em maior escala é um dos principais instrumentos de combate às mudanças climáticas decorrentes da elevação dos gases de efeito estufa na atmosfera. Além de prover esses benefícios, as fontes de energia renováveis, se implantadas apropriadamente, podem também contribuir para o desenvolvimento social e econômico, para a universalização do acesso à energia e para a redução de efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde (IPCC, 2011).

#### 3.1 Energia solar

Segundo a ANEEL (2005), o aproveitamento da energia solar pode ser realizado diretamente para iluminação, aquecimento de fluidos e ambientes ou ainda para geração de potência mecânica ou elétrica, como fonte de energia térmica. A energia solar pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica por meio de efeitos sobre materiais, dentre os quais o termoelétrico e fotovoltaico.

A utilização da iluminação natural e do calor para aquecimento de ambientes decorre da penetração ou absorção da radiação solar nas edificações, reduzindo-se, com isso, as necessidades de iluminação e aquecimento. Dessa forma, um melhor aproveitamento da radiação solar pode ser feito com o auxílio de técnicas mais sofisticadas.

Utilizar da fonte solar para gerar energia elétrica proporciona diversos benefícios, citados por ABSOLAR (2016), tanto do ponto de vista elétrico como ambiental e socioeconômico. Do ponto de vista elétrico, contribui para diversificação da matriz, aumento da segurança no fornecimento, redução de perdas e alívio de transformadores e alimentadores. Sob o aspecto ambiental, há a redução da emissão de gases do efeito estufa, da emissão de materiais particulados e do uso de água para geração de energia elétrica. Com relação a benefícios socioeconômicos, a geração de energia solar fotovoltaica contribui com a geração de empregos locais, o aumento da arrecadação e o aumento de investimentos (ANEEL 2005).

#### 3.2 Energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada por meio da conversão direta da radiação solar em eletricidade. A vista disso por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico

(IMHOFF, 2007). O sistema fotovoltaico de energia é composto por um ou mais módulos fotovoltaicos e por um conjunto de equipamentos complementares, como baterias, controladores de carga, inversores e outros equipamentos de proteção. Esses componentes variam de acordo com a aplicação do sistema fotovoltaico.

Além disso, é visível a valorização do imóvel e a praticamente inexistente manutenção dos painéis solares compõem a série de vantagens e benefícios do uso da energia solar fotovoltaica. A figura 1 abaixo evidencia a quantidade de equipamentos que já estão instalados em estados brasileiros.

## NÚMERO DE EQUIPAMENTOS POR ESTADOS

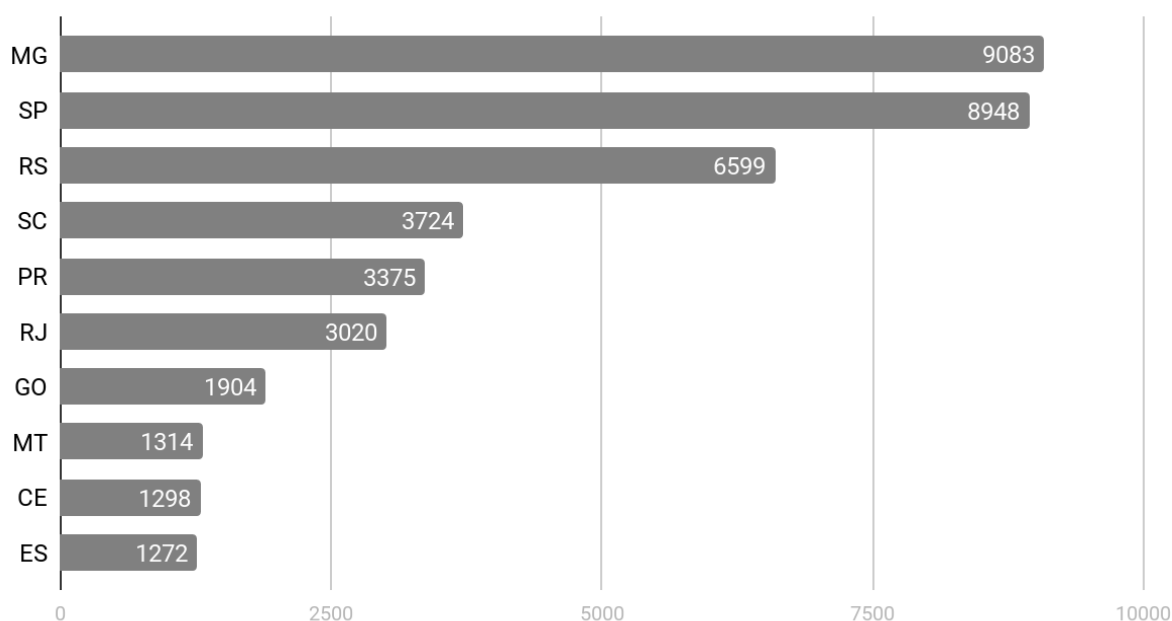


Figura 1: Ranking dos dez maiores número de vendas em estados brasileiros.

A figura representa a quantidade de equipamentos vendidos por estado segundo empresa responsável, então verifica-se que Minas Gerais se destaca pois o principal motivo dessa liderança é que possuiu legislação estadual de acordo com a Lei Ordinária Nº 20.849 com os melhores incentivos tributários para a geração distribuída do país (Governo do Estado de Minas Gerais, 2013). Assim, completando a análise, o estado do Paraná está posicionado na quinta posição entre os estados com mais sistemas ativos no Brasil.

### 4. Metodologia

A metodologia demonstra todos os procedimentos realizados no estudo ou pesquisa para chegar a um determinado resultado. Para Barros e Leheld (2000, p. 2) “é a aplicação do método, através de processos e técnicas, que garantem a legitimidade do saber obtido”. Ainda de acordo com Fachin (2006, p.29) “ todo trabalho científico deve ser baseado em procedimentos metodológicos, os quais conduzem a um modo pelo qual se realiza uma operação denominada conhecer, outra agir e outra fazer”.

Do ponto de vista da natureza a presente pesquisa se caracteriza como aplicada, pois, de acordo com Gil (2008, p.27), a pesquisa aplicada “tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e conseqüências práticas do conhecimento”.

Do ponto de vista da abordagem do problema, esta pesquisa define-se como quantitativa, segundo Knechtel (2014) é uma modalidade de pesquisa que atua sobre um problema humano ou social, é baseada no teste de uma teoria e composta por variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas de modo estatístico, com o objetivo de determinar se as generalizações previstas na teoria se sustentam ou não.

A pesquisa quantitativa está ligada diretamente à quantificação dos dados, na experimentação, na mensuração e no controle rigoroso dos fatos. Segundo Knechtel (2014), esse tipo de pesquisa foi a base do pensamento científico até a metade do século XX e é caracterizado pela passividade e neutralidade do pesquisador diante da investigação da realidade.

A base da informação na pesquisa quantitativa são os dados, que, nos métodos quantitativos, são classificados em (KNECHTEL, 2014, p. 93):

- dados primários: obtidos no campo da pesquisa, diretamente com as fontes originais de informação (sujeitos respondentes e/ou entrevistados);
- dados secundários: dados já processados, normalmente vindos de pesquisas oficiais e/ou outras fontes credenciadas.

Além disso, do ponto de vista de seus objetivos, este trabalho enquadra-se como exploratória. Gil (1999) considera que a pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Segundo o autor, esses tipos de pesquisas são os que apresentam menor rigidez no planejamento, pois são planejadas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

Por fim, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa enquadra-se como estudo de caso. Gil (1991, p.59) afirma que o estudo de caso é interessante porque apresenta vantagens em diversas situações, como: “o estímulo a novas descobertas” as quais mantêm o pesquisador dedicado à exploração de novidades: “ a ênfase na totalidade” (GIL, 1991, p. 60), concentrando a abrangência do problema como, um todo; “a simplicidade dos procedimentos” (GIL, 1991, p. 60), como a coleta e análise dos dados em comparação a outros tipos de projeto, até mesmo a linguagem usada torna-se mais acessível.

O tempo de coleta dos dados foi feito de janeiro até agosto no ano de 2018, quando não existia a utilização do sistema solar, em comparação com janeiro até agosto do ano de 2019, devido que o sistema solar fotovoltaico está ativo.

## 5. Apresentação e análise dos resultados

Depois de conhecer a eficiência dos sistemas solares fotovoltaicos, será apresentado dados que comprovam que existe uma viabilidade financeira significativa para a empresa, ou seja, trazendo economia em seus custos fixos. Para medir os resultados, foi utilizada a criação de gráficos para deixar evidente a economia alcançada com a utilização das placas solares.

A figura 2 apresenta os valores com o consumo de energia em 2018, sendo eles de janeiro a agosto.

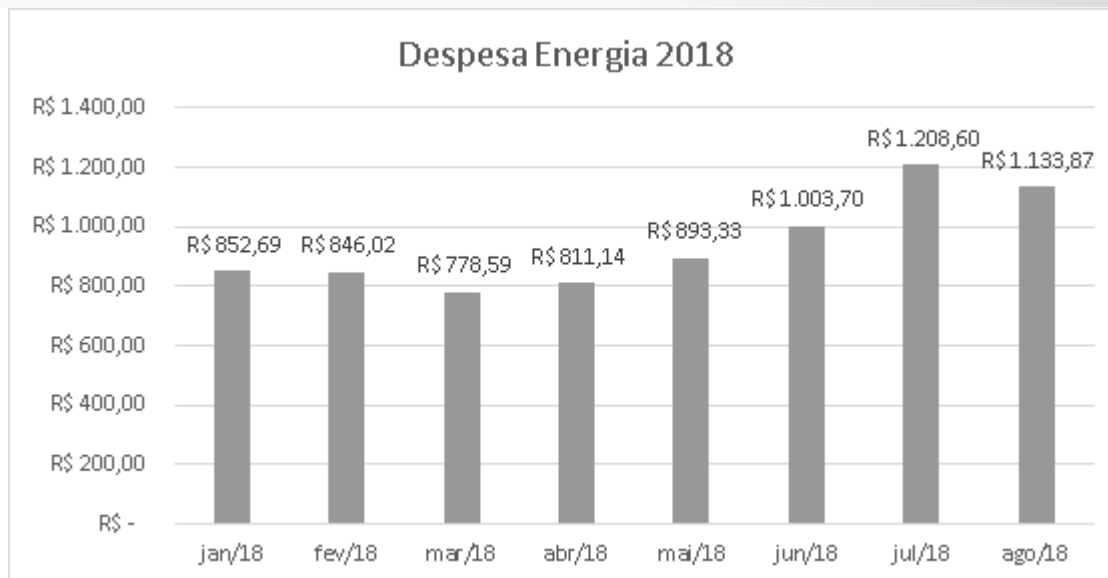


Figura 2: Despesas com energia elétrica em 2018.

A partir desta figura, é possível perceber que a empresa teve um gasto médio de energia nos oito primeiros meses de R\$ 940,99, totalizando R\$ 7.527,94.

Conforme a figura 3, indica os gastos com energia elétrica no ano de 2019, decorrendo dos mesmos meses que 2018.

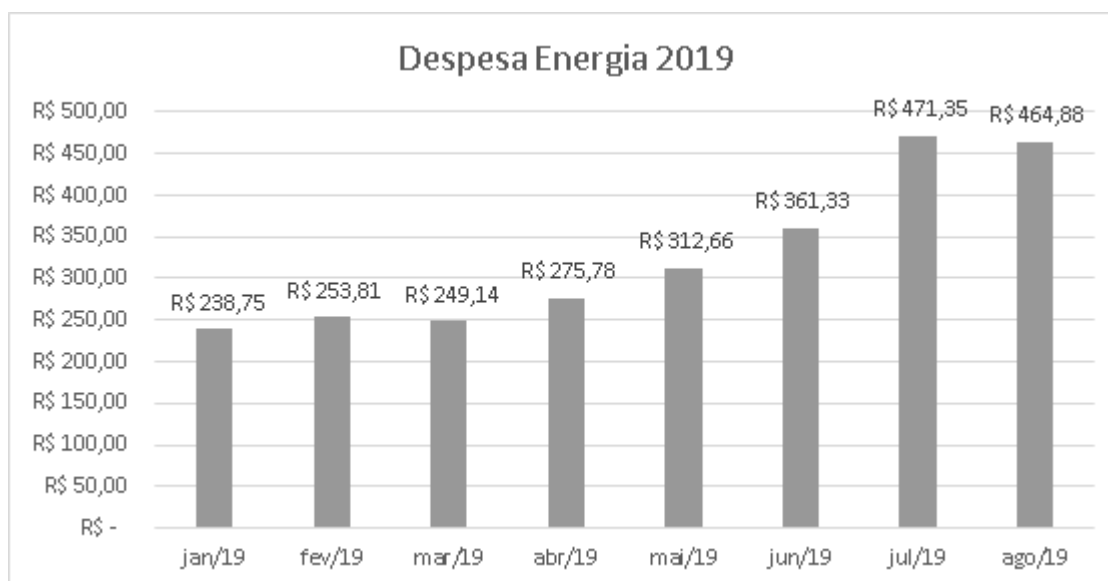


Figura 3: Despesas com energia elétrica no ano 2019.

De acordo com a figura 3, os mesmos meses de 2019 apresentaram um gasto médio com energia elétrica de R\$328,46, obtendo um total R\$ 2.627,70.

Segundo a figura 4, demonstra-se a comparação do ano de 2018 com 2019, evidenciando a diferença entre os mesmos.



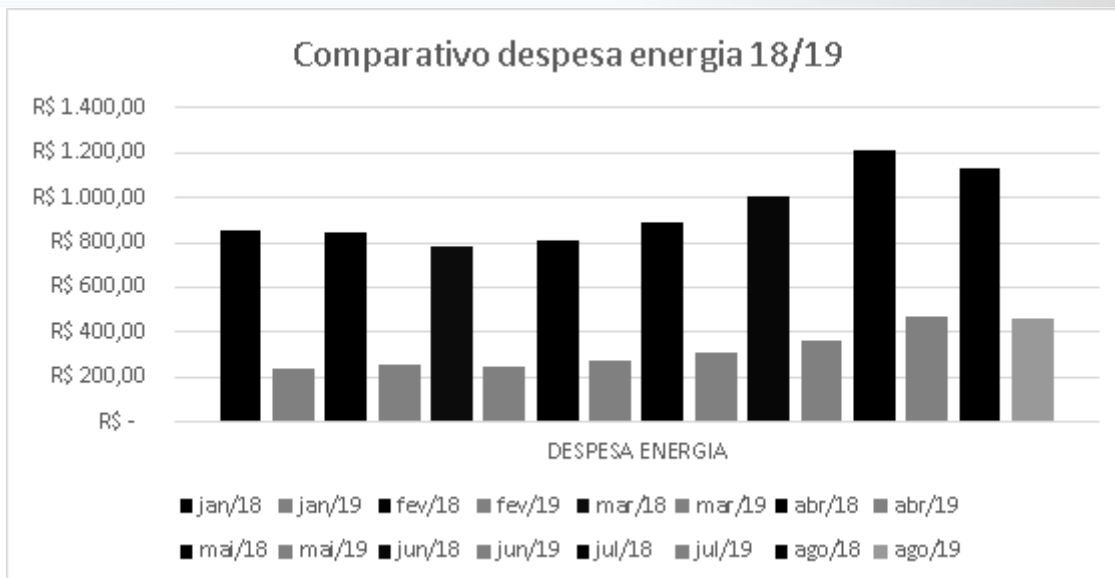


Figura 4: Comparação com os gastos em energia elétrica nos anos 18/19.

Com a análise do resultado apresentado na figura, nota-se a grande diferença existente de um período para outro. É claro a tamanha economia gerada para uma organização, após a utilização de um sistema solar fotovoltaico, inibindo a empresa de pagar aproximadamente R\$ 4.900,00 com energia elétrica em um espaço de tempo de 8 meses.

Na figura 5, fica evidente a economia gerada pelo sistema.

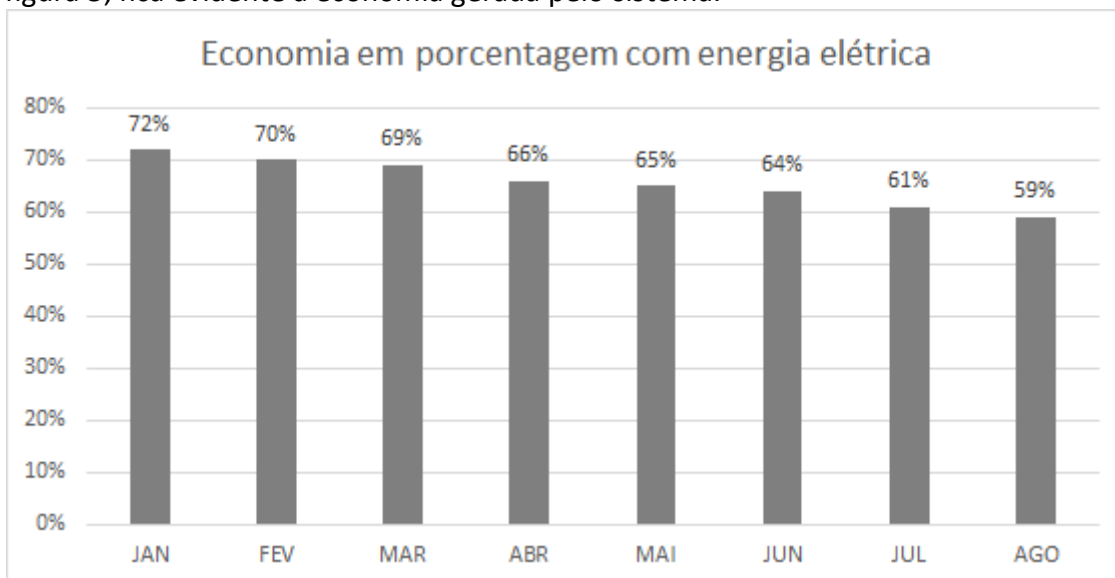


Figura 5: Economia obtida com a utilização do sistema solar fotovoltaico.

A partir desta figura, fica explícito que apesar de atingir os 50%, a geração de energia elétrica através das placas fotovoltaicas é capaz de chegar aproximadamente 65% de economia em épocas com o sol por maior frequência. A Figura 6 mostra que após o início do ano a economia cai devido às temperaturas no estado no Paraná baixarem em decorrência do inverno rigoroso, conforme evidenciado abaixo.

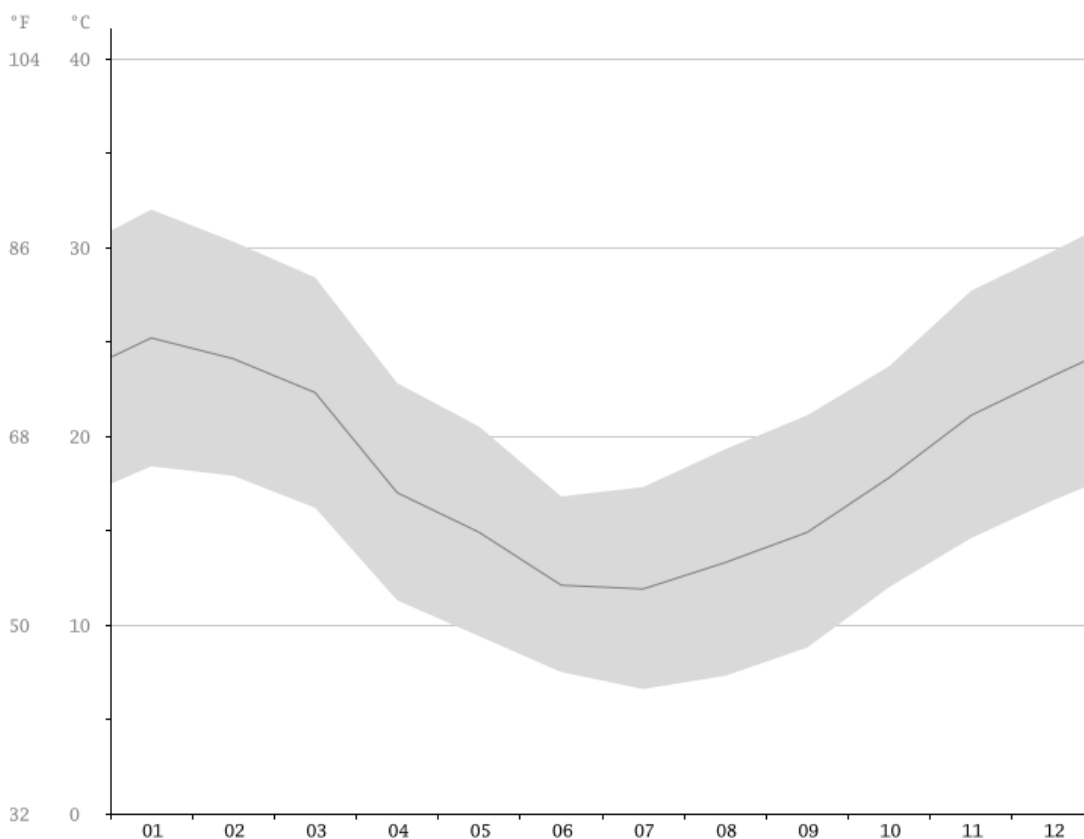


Figura 5: Economia obtida com a utilização do sistema solar fotovoltaico.

De acordo com a figura acima, o eixo X representa os meses e o eixo Y os graus °F e °C. Isso permite maior visualização de macro e micro, apresentado as diferenças climáticas com outras regiões.

## 6. Conclusões

O sol, como recurso energético possível de gerar energia elétrica, vem ganhando reconhecimento e representatividade na matriz energética brasileira. Uma das tecnologias que utilizam tal recurso conforme apresentado é a energia solar fotovoltaica. O objetivo de comprovar a economia com a utilização do sistema torna-se satisfatória após a demonstração dos resultados.

Apesar de ainda apresentar necessidade de incentivos econômicos para se tornar popular, o sistema fotovoltaico já é utilizado em grande escala, dada a flexibilidade e a praticidade de instalação de plantas solares fotovoltaicas autônomas, sugere-se o desenvolvimento de estudos sobre a viabilidade técnica e econômica. É possível verificar que existe uma economia significativa, chegando até 65%, excedendo ainda mais a porcentagem levantada na pergunta norteadora da pesquisa.

Como possíveis limitações ou dificuldades encontradas pela pesquisa, destaca-se o fato de não encontrar outras empresas com os dados verdadeiros para que fosse feita uma comparação entre as mesmas.

Já é de conhecimento que o planeta está consumindo cada vez mais energia, conforme mostra Worldometers em 23/09/2019 às 18h40min 305.325.576 (MWh), e será um grande



desafio suprir essa demanda, porém não impossível, portanto deve-se continuar buscando uma maneira para encontrar uma solução cada vez melhor para a solução energética do planeta. O presente estudo deixa possibilidades para que este assunto seja abordado em outras empresas de qualquer ramo de atividade e dê continuidade a este tema. De acordo com Abesco (2013), trata-se de um enorme mercado de amplas oportunidades onde há muito por fazer, seja com ações de comportamento ou de avanço tecnológico que possam ser aproveitadas.

O Brasil, por sua grande diversidade de recursos e por sua respeitável extensão territorial, apresenta diversas oportunidades na diversificação de sua matriz energética. A qual regulamenta a geração de energia através de placas solares fotovoltaicas (ANEEL, 2012). Dessa forma fica evidente que a utilização de meios solares fotovoltaicos trará economia para as organizações.

### Referências

ABESCO, Ascom (Org.). **Dia Mundial do Meio Ambiente: a importância da eficiência energética. 2013.** Elaborada por TNPetróleo. Disponível em: <<https://tnpetroleo.com.br/noticia/dia-mundial-do-meio-ambiente-a-importancia-da-eficiencia-energetica/>>.

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Atlas da Energia Elétrica do Brasil.** Brasília – DF, 2005. 2ª Edição.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa Nº 482. 2012.**

Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). **Geração Distribuída Solar Fotovoltaica.** Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico – ENASE. Rio de Janeiro, 2016.

BARROS, A. J.: LEHFELD, N.A.. **Fundamentos de metodologia científica:** um guia para a iniciação científica. São Paulo: Makron Books, 2000.

BERMANN, C. **Crise Ambiental e as Energias Renováveis.** São Paulo: 2008.

Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (2010), **Balanço energético nacional 2010** – ano base: 2011 Technical report, Rio de Janeiro: EPE.

EEPE. Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (2012), **Balanço energético nacional 2012** - ano base: 2011 Technical report, Empresa Brasileira de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro.

EEPE. Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (2011), **Plano decenal de expansão de energia 2020,** Technical report, Brasília: MME/EPE. URL: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>.

EEPE. Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (2007), **Plano nacional de energia 2030,** Technical report, Brasília: MME/EPE.

FACHIN, O.. **Fundamentos de metodologia.** 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013. **Lei Estadual Nº 20.849, de 8 de agosto de 2013, Belo Horizonte:** Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais.

IMHOFF, J. **Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos**. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007.

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação**: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes, 2014.

Lafontaine, A., Beucher, O., Costa, E., & Osmanagic, M. (2010). **Delivering on Energy: An overview of activities by UN-Energy and its members**. New York: United Nations.

PEREIRA, M. J. **“Energia: eficiência e alternativas”**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

SLACK, N. e tal. **Administração da Produção**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1999

**Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. 2011.**

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.