

Energia solar como ferramenta de educação financeira e sustentável

Dentre as energias renováveis, a energia fotovoltaica foi a que apresentou maior crescimento e que obteve maiores investimentos. O consumo consciente e responsável ajuda a proporcionar prazer no presente e a viabilizar a segurança financeira para o futuro. Portanto, este trabalho proporcionará a informação de como a energia solar pode ser uma ferramenta de educação financeira e sustentabilidade. Identificar como o investimento em energia solar pode trazer benefícios a curto e longo prazo para o investidor e o meio ambiente, reafirmando a importância em ser um consumidor sustentável a partir dos aspectos positivos e negativos na aplicação da energia solar, demonstrar a relação consumo e retorno financeiro e apresentar as novas mudanças ocorridas no Brasil que facilitaria o acesso à energia solar por parte da população. O trabalho subdivide-se em 3 partes sendo a primeira e terceira feito um estudo de caráter quali-quantitativo, descritivo e exploratório com finalidade básica pura e tempo transversal, aplicando um panorama da energia fotovoltaica, as vantagens e desafios e como o país está se posicionando nesta pauta mundial, além das mudanças legislativas e fiscais ocorridas. A segunda parte observa-se três exemplos de consumo de pequeno, médio e grande porte explanado com base na NBR 16690 por meio de tabelas e a partir disso será desenvolvido o cálculo de consumo e quantas placas solares serão necessárias para serem utilizadas. Estudo de atratividade do empreendimento como o valor a ser investido na elaboração do projeto, aplicação e o seu retorno para análise da viabilidade econômico-financeira a partir do cálculo segundo Macedo (2014) do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR) confirma que a energia fotovoltaica é um investimento com bom retorno financeiro aos contratantes. Adotar essa fonte de energia gera um potencial de produção e controle dos gastos, que pode atender toda a necessidade de energia do Brasil de forma a ser aproveitada com grande benefício à população.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica; Educação financeira; Sustentabilidade.

Solar energy as a tool for financial and sustainable education

Among the renewable energies, photovoltaic energy was the one that presented the biggest growth and the biggest investments. Conscious and responsible consumption helps to provide pleasure in the present and to make financial security for the future viable. Therefore, this work will provide information on how solar energy can be a financial education and sustainability tool. To identify how investment in solar energy can bring short and long-term benefits for the investor and the environment, reaffirm the importance of being a sustainable consumer from the positives and negatives in the application of solar energy, demonstrate the consumption and financial return and present how new changes occurred in Brazil that would facilitate access to solar energy by the population. The work is subdivided into 3 parts, the first and third being a qualitative-quantitative, descriptive and exploratory study with pure basic education and transversal time, applying an overview of photovoltaic energy, the advantages and challenges and how the country is doing, positioning on this world agenda, in addition to the legislative and fiscal changes that have taken place. The second part shows three examples of small, medium and large consumption explained on the basis of NBR 16690 through tables and from this the consumption calculation will be developed and how many solar panels will be required to be used. Study of the attractiveness of the enterprise as the amount to be invested in the design of the project, application and its return for economic-financial feasibility analysis based on the calculation according to Macedo (2014) of the Net Present Value (NPV) and the Internal Rate of Return (TIR) confirms that photovoltaic energy is an investment with good financial return for contractors. Adopting this energy source generates production potential and cost control, which can meet all of Brazil's energy needs in order to be used with great benefit to the population.

Keywords: Photovoltaic energy; Financial education; Sustainability.

Topic: **Engenharia Elétrica**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: **17/08/2021**

Approved: **23/11/2021**

Paulo Roberto Nunes Ferreira

Centro Universitário Católica do Tocantins, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8647399811714628>

paulo.nunes@catolica-to.edu.br

Bruno de Souza Barboza Cerqueira

Centro Universitário Católica do Tocantins, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2772767022598017>

eng.eletricabrunocerqueira@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2318-3055.2021.003.0009

Referencing this:

FERREIRA, P. R. N.; CERQUEIRA, B. S. B.. Energia solar como ferramenta de educação financeira e sustentável. **Engineering Sciences**, v.9, n.3, p.87-101, 2021. DOI:

<http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2021.003.0009>

INTRODUÇÃO

No século XIX surgiu a possibilidade do desenvolvimento de uma fonte elétrica renovável que possibilitaria uma nova era de racionalização de custos e a diminuição exponencial dos impactos prejudiciais ao meio ambiente. O físico francês, Alexandre Edmond Becquerel, observou que por meio de um sistema de eletrodos, a radiação solar em uma placa metálica de prata ou platina em um eletrólito, seria possível ter uma fonte de energia.

Entre todas as fontes renováveis de energia, a geração solar fotovoltaica (FV) é a que mais tem se destacado no contexto da Geração Distribuída (GD). Esta, tem por característica principal, produzir energia no local de consumo, bem como próximo dos centros de consumo. Com o aumento do interesse em sistemas de energia renováveis, esse tema tem sido incluído em programas de financiamento, sendo também implementadas políticas energéticas como forma de incentivo à população ao uso de fontes renováveis de energia, sendo também uma estratégia utilizada nos países desenvolvidos¹.

Dentre as energias renováveis, a energia fotovoltaica foi a que apresentou maior crescimento e que obteve maiores investimentos em todo o mundo nos últimos anos, com impressionantes USD 2 trilhões e quinhentos milhões, entre o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2016, com crescimento de 263 GW e alcançando mais de 300 GW instalados. Sendo capaz de atender mais de 2% da demanda global, gerando mais de 400 bilhões de kWh anualmente². O Brasil se destaca como uma possível potência investidora da energia solar principalmente por possuir altos níveis de insolação³.

Observa-se um crescimento constante no investimento por parte da população neste segmento em busca de uma reeducação financeira e consequente diminuição de gastos a longo prazo. Além disso, vem ocorrendo incentivos políticos públicos e privados de custos como o *Renewable Portfolio Standards* (RPS) que é um regulamento que exige o aumento da produção de energia a partir de fonte de energia renováveis, como energia eólica, solar, biomassa e geotérmica, além de obrigar as empresas de fornecimento de eletricidade a produzir uma fração específica de sua eletricidade a partir de fontes de energia renováveis, sendo assim, a implementação de RPS no mercado, resulta em concorrência, eficiência e inovação fornecendo energia renovável ao menor custo possível, permitindo que as 5 energias renováveis compitam com fontes de energia de combustíveis fósseis mais baratas, de acordo com AWEA⁴.

Tem-se observado que a sociedade vem, historicamente, acompanhado de um aumento em seu consumo de energia. Essa dependência tem se intensificado com o crescimento da população mundial, aliado à elevação nos padrões de qualidade de vida e, conseqüentemente, ao aumento da demanda por energia. Esse cenário é ainda mais evidente nos países em desenvolvimento, uma vez que a demanda por energia se coloca como pilar para o crescimento, seja pela via do desenvolvimento industrial, seja pelo incentivo ao consumo e pela distribuição de renda.

As diversas formas de transformação dos recursos naturais em energia para o desenvolvimento da

¹ http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REthinking_Energy_2017.pdf

² <https://iea-pvps.org/?id=3>

³ <https://www.portalsolar.com.br/mercado-de-energia-solar-no-brasil.html>

⁴ <https://www.awea.org/index.aspx>

sociedade trazem questões multidisciplinares que se mostram cada vez mais indispensáveis. Entre as principais preocupações na escolha das fontes de energia estão: os impactos ao meio ambiente, a preocupação com a possibilidade de esgotamento dos recursos naturais e os custos de exploração destes recursos. A composição do aproveitamento dos recursos energéticos não é somente um elemento estratégico para a economia de um país, mas também um elemento de bem-estar para a sociedade, hoje e do futuro.

A geração de energia elétrica e a utilização de sistemas fotovoltaicos no âmbito domiciliar tem estimulado o setor mercantil. Uma vez que vêm sendo inseridos tanto em áreas urbanas, como em localizações de acesso à energia ímproba. Observa-se que nas áreas de residências urbanas essa geração está sendo utilizada principalmente com a finalidade de reduzir os custos da conta de energia elétrica levando em consideração, que no Brasil, o montante de energia produzida pelas placas solares é capaz de compensar na própria fatura. Já em residências rurais isoladas, posicionadas em especial nas regiões norte do Brasil, as quais vivenciam cotidianamente com a ausência de luz já que a região é considerada não rentável economicamente, nesses lugares, portanto, são utilizados os sistemas autônomos (off grid), de pequeno porte, com o propósito de atender basicamente a demanda de iluminação (OLIVEIRA, 2016).

Dessa forma, a importância da educação financeira reside em sua capacidade de proporcionar, aos que dela se beneficiem, elementos teóricos essenciais para a tomada de decisão sobre aspectos práticos da vida cotidiana, como por exemplo o controle de gastos mensais e o não endividamento.

A crescente sofisticação dos produtos oferecidos aos consumidores de serviços financeiros aumenta o leque de opções à disposição do cidadão, ao mesmo tempo em que lhe atribui maior responsabilidade pelas escolhas realizadas. O consumo consciente e responsável ajuda a proporcionar prazer no presente e a viabilizar a segurança financeira para o futuro. Portanto, este trabalho proporcionará a informação de como a energia solar pode ser uma ferramenta de educação financeira e sustentabilidade.

O objetivo geral desta pesquisa é identificar como o investimento em energia solar pode trazer benefícios a curto e longo prazo para o investidor e o meio ambiente. Reafirmando a importância em ser um consumidor sustentável a partir dos aspectos positivos e negativos na aplicação da energia solar. Demonstrando a relação consumo e retorno financeiro a partir do investimento em energia solar de pequeno, médio e grande porte e apresentar as mudanças no Brasil que facilitaria o acesso à energia solar por parte da população.

O presente trabalho visa contribuir socialmente, demonstrando que a energia solar pode ser um investimento oriundo de uma boa educação financeira, e que de fato, é um assunto atual que vem tomando grandes proporções.

Para Monteiro (2012), a capacidade de saber resolver questões financeiras é tão fundamental para o nosso desenvolvimento educacional, intelectual e profissional quanto às demais disciplinas ministradas ao longo dos ensinamentos fundamental e médio. Entretanto, essa matéria não faz parte do currículo escolar. A ausência de ensinamentos básicos acerca de como tratar fontes de renda impede que as pessoas saibam lidar com as contas financeiras diárias. Ademais, isso fortalece os princípios da educação moderna que visam

à formação de alunos: pensantes, críticos, autônomos e capazes de realizar projetos de cunho individual e coletivo.

Dessa forma, a principal motivação para sustentar o presente projeto de pesquisa, reside na importância da educação financeira como forma de adquirir uma visão além da rentabilidade em termos aquisitivos financeiros pelo retorno no investimento em energia solar, como também uma visão sustentável do porquê de adquirir neste momento.

Hoje, ser sustentável tornou-se um exemplo de negócio. Sendo assim, o consumidor consciente se baseia nos valores morais e éticos com ímpeto de contribuir positivamente para o controle do ecossistema, influenciado por razões internas e externas ele toma sua decisão de compra, escolhendo, dessa forma, pela aplicação do consumo consciente. Também, deve-se lembrar quando associa esses princípios a ânsia de proteger o planeta, pergunta-se de onde vem esse desejo e como foi construído esses valores. É nesse momento que surge o conceito do marketing verde.

O marketing ambiental ou “marketing verde”, objetiva privilegiar as necessidades dos consumidores ecologicamente conscientes e auxiliar na fortificação de uma opinião sustentável. Soma-se a isso a busca em ser reconhecido por desenvolver e atribuir trabalhos acerca da conscientização da sociedade para com o meio ambiente, também como uma forma de atribuir mais responsabilidade ao consumidor (SANTOS et al., 2017).

Aquele atribuído com essas características, sabe que não significa deixar de usufruir um produto, contudo utilizar da melhor opção e de forma diferente, sem excessos. Significa ter a visão de que o ato de consumir uma mercadoria ou serviço está num contexto superior ao ciclo de produção, trazendo implicações positivas e negativas não apenas ao consumidor, mas também ao meio ambiente, à economia e à sociedade, que vão além dos impactos imediatos.

METODOLOGIA

A primeira parte terá como foco o detalhamento do panorama da energia fotovoltaica no Brasil, onde serão abordadas as vantagens, os desafios desta nova fonte de energia e como o país está se posicionando nesta pauta mundial de incentivar um “consumidor sustentável”.

A segunda parte terá três exemplos de consumo de pequeno, médio e grande porte, com base na utilização de eletrônicos e elétricos e o consumo em KWh, que será explanado com base na NBR 16690 por meio de tabelas/gráficos, e a partir disso foi desenvolvido um cálculo de consumo e quantas placas solares serão necessárias para serem utilizadas. Dessa forma, sendo apresentado um estudo de atratividade do empreendimento como o valor a ser investido na elaboração do projeto, aplicação e o seu retorno para análise da viabilidade econômico-financeira a partir do cálculo segundo Macedo (2014) do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR).

A terceira parte trará como tema o as mudanças legislativas e fiscais que servem como flexibilização do mercado de energia elétrica para alcançar maiores aliados financeiros, consumidores, para redução da conta de eletricidade, quanto para concessionárias de energia que adaptadas ao novo sistema, podendo

reduzir custos com instalação e manutenção de longos sistemas de transmissão.

Para realizar o objetivo específico nº 01 e nº 03 foi feito um estudo de caráter quali-quantitativo, descritivo e exploratório com finalidade básica pura e tempo transversal. Soma-se a isso uma busca bibliográfica em artigos e dissertações publicados no período de 2013-2021, coletados no banco de dados Google Acadêmico, sendo selecionados aqueles compatíveis com o tema proposto e respeitando critérios de como estudos epidemiológicos e orçamentários, revisão sistemática e de literatura, estudo em metanálise, literaturas em português e inglês.

RESULTADOS

Para avaliar a atratividade da energia fotovoltaica, é fundamental conhecer o custo dos equipamentos, de instalação e manutenção. Para isso, é necessário analisar previamente a carga desejada do sistema Fotovoltaico (FV), ou seja, quanta energia será produzida por ele e quanto deverá suprir. O intuito inicialmente foi dimensionar sistemas FVs para suprir totalmente e excessivamente a demanda de energia elétrica média residencial.

Sendo assim, o primeiro componente a ser discutido é o inversor de frequência, esse é um dos principais componentes de um sistema FV. Sua função é transformar a corrente contínua que é gerada pelas placas solares em corrente alternada, que pode ser usada pelos aparelhos elétricos convencionais. Existem modelos de inversores mais sofisticados, que contam com suporte à conexão para comunicação de dados sem fio, para administrar e acompanhar a geração do sistema. Com o aumento do número de placas no sistema, o preço do inversor é diluído no valor total. O custo unitário do sistema por unidade de potência, ou seja, por watt-pico (Wp), fica mais barato à medida que a capacidade de geração aumenta.

As placas solares foram escolhidas a partir de certos aspectos, levando em consideração alguns critérios como: preço, reputação da marca no mercado, eficiência e geração de energia. Para esse estudo de atratividade não foi utilizado stringbox, devido o módulo fotovoltaico ser ligado direto no microinversor. Mas quando utilizado, esse dispositivo serve como quadro de proteção de corrente contínua para esse tipo de sistema de eventuais distúrbios elétricos que podem afetar as placas e o inversor.

Além disso, faz-se necessário entender o modelo tarifário da energia elétrica convencional, pois o valor pago pela energia elétrica vai muito além do preço de aquisição da energia, paga-se também pela sua disponibilidade 24 horas por dia, sete dias por semana. Desse modo, a tarifa deve ser suficiente para arcar com os custos de operação e expansão de todo sistema de transmissão e distribuição, desde onde a energia é gerada até o consumidor final.

Também, existe a compensação pelas perdas e os tributos cobrados pelo governo. Resumidamente, a tarifa é composta por cinco partes: custos com a aquisição de energia elétrica; custos relativos ao uso do sistema de distribuição; custos relativos ao uso do sistema de transmissão; perdas técnicas e não técnicas; e encargos diversos e tributos.

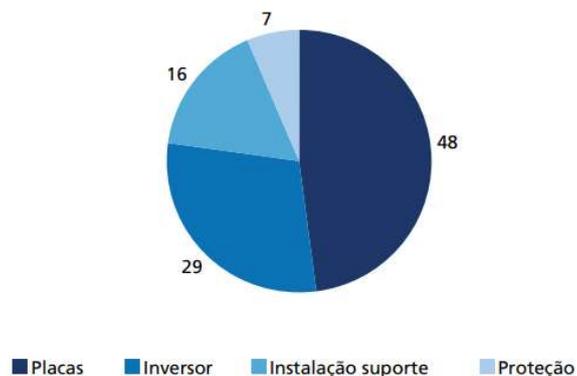


Figura 1: Estimativa da composição do custo total médio da instalação de um sistema FV

Os custos com a aquisição de energia são resultantes de processos de contratação de valores de energia por meio de leilões regulados, nos quais a empresa distribuidora compra a quantidade suficiente para atender os consumidores de sua área de concessão. Os custos dessa operação são repassados integralmente ao consumidor, sem margem de lucro para a distribuidora. Os custos relativos ao uso de sistema de distribuição e transmissão estão inseridos na tarifa para cobrir as despesas de capital e os custos de operação e manutenção tanto do sistema de distribuição quanto do de transmissão de energia.

As perdas elétricas são divididas em duas porções, técnicas e não técnicas. A energia dissipada pelos condutores quando há passagem de corrente é considerada uma perda técnica, inerente a qualquer circuito elétrico. Esse tipo de perda é ocasionado pelo próprio consumo dos usuários. Já as não técnicas são resultantes de furtos e problemas com os medidores.

A última parte da composição da tarifa é referente aos tributos e aos encargos setoriais. O objetivo destes é garantir o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos das distribuidoras, compensando alguns subsídios dados a grupos específicos de usuários. Os tributos incidentes na tarifa são o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), o Programa de Integração Social (PIS) e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins). A incidência de impostos e encargos pode representar mais de 40% do valor total da tarifa, dependendo do estado.

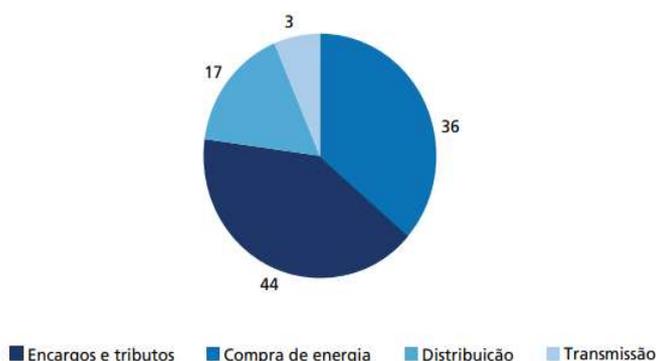


Figura 2: Composição média em porcentagem da conta de luz dos brasileiros **Fonte:** ANEEL

Outro fator que influencia o valor da tarifa é a bandeira tarifária, que representa o custo sazonal na geração de energia. Ou seja, a variação do custo para gerar energia com relação a aspectos que mudam de acordo com a época do ano, como volume de chuva, disponibilidade hídrica e outras variantes. Existem três bandeiras atualmente que são acionadas dependendo do custo variável de geração térmica: verde, amarela

e vermelha (patamar 1 e 2) que corresponde a um aumento percentual específico.

Conforme proposto foi elaborado um plano de atratividade regulamentado pela NBR 1660 para que o leitor entenda a subdivisão de itens, custos, instalação e tenha uma noção a partir de cada exemplo exposto. Consumo médio de pequeno porte: 481 kWh

Dimensionamento do Sistema

Após análise da engenharia recomenda-se o seguinte sistema fotovoltaico para Unidade de pequeno porte (Residência pequena). Produção média considerando condições ideais, ou seja, sem sombreamento e com orientação para o norte com inclinação de 10°.

| | | |
|-----------------|-------------------------|--------------------|
| 4,28 kWp | 21 m² | 551 kWh/mês |
| Potência | Área útil | Geração |

Equipamentos

Tabela 1: Classificação e relação dos principais equipamentos que serão utilizados nesta proposta de projeto de pequeno porte.

| EQUIPAMENTOS | | |
|-----------------------------|--|----------------|
| Item | Modelo | Quant. |
| Módulo | PS535M6H-24/TH 535W | 8 |
| Inversor | SUN2000G-US-220 | 2 |
| Material elétrico CA | Disjuntor, DPS, Quadro, cabos e demais itens/acessórios usados na montagem do sistema. | Incluso |
| Material elétrico CC | Stringbox, cabo solar, e demais itens/acessórios usados na montagem do sistema. | Incluso |
| Estrutura | kit de montagem para telhados inclinados paramontagem dos módulos em alumínio | Incluso |
| Projeto | Projeto e solicitação de acesso na Energisa | Incluso |
| Montagem | Montagem do sistema solar fotovoltaico | Incluso |
| Monitoramento | Sistema de Monitoramento Web | Incluso |

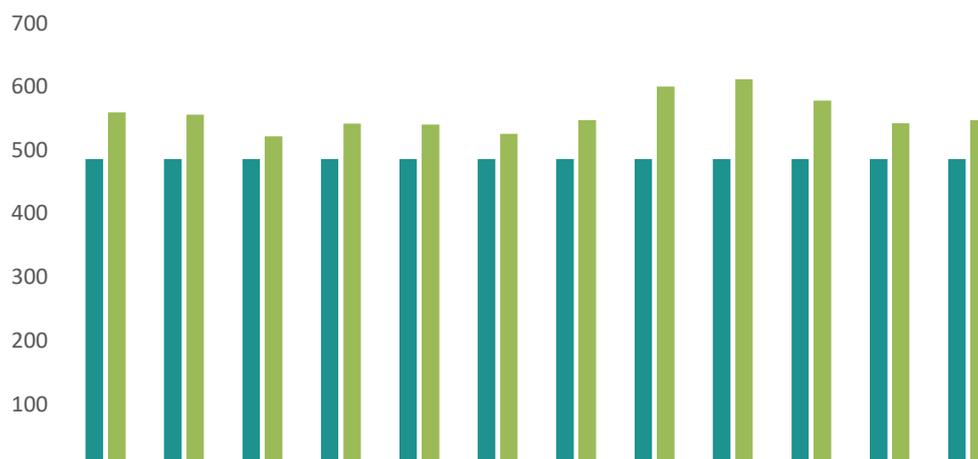


Figura 3: Consumo mensal (verde escuro) e geração do sistema fotovoltaico (verde claro)

Não está incluso nesse orçamento, troca da fiação entre o padrão de entrada e o quadro de distribuição (caso seja necessário realizar a troca), troca da caixa do medidor (se necessário), serviços de pedreiro ou carpintaria (se for necessário). Em projetos com microinversor, não é utilizado stringbox devido o módulo fotovoltaico ser ligado direto no microinversor.

Análise financeira do investimento: Economia Mensal (R\$ 415,06); Payback (4 anos e 4 meses); Valor

Presente Líquido (R\$ 61.216,12); Taxa Interna de Retorno (34,5%); Proposta (R\$ 25.500,00). Consumo médio de médio porte: 1.442 kWh

Dimensionamento do Sistema

Após análise da engenharia recomenda-se o seguinte sistema fotovoltaico para Unidade de médio porte (Residência média). Produção média considerando condições ideais, ou seja, sem sombreamento e com orientação para o norte com inclinação de 10°.

| | | |
|------------------|------------------|---------------------|
| 12,84 kWp | 62 m2 | 1653 kWh/mês |
| Potência | Área útil | Geração |

Equipamentos

Tabela 2: Classificação e relação dos principais equipamentos que serão utilizados nesta proposta de projeto de médio porte.

| EQUIPAMENTOS | | |
|----------------------|--|---------|
| Item | Modelo | Quant. |
| Módulo | PS535M6H-24/TH 535W | 24 |
| Inversor | SUN2000G-US-220 | 6 |
| Material elétrico CA | Disjuntor, DPS, Quadro, cabos e demais itens/acessórios usados na montagem do sistema. | incluso |
| Material elétrico CC | Stringbox, cabo solar, e demais itens/acessórios usados na montagem do sistema. | Incluso |
| Estrutura | kit de montagem para telhados inclinados paramontagem dos módulos em alumínio | incluso |
| Projeto | Projeto e solicitação de acesso na Energisa | incluso |
| Montagem | Montagem do sistema solar fotovoltaico | incluso |
| Monitoramento | Sistema de Monitoramento Web | incluso |

Não está incluso nesse orçamento, troca da fiação entre o padrão de entrada e o quadro de distribuição (caso seja necessário realizar a troca), troca da caixa do medidor (se necessário), serviços de pedreiro ou carpintaria (se for necessário). Em projetos com microinversor, não é utilizado stringbox devido o módulo fotovoltaico ser ligado direto no microinversor.

Análise financeira do investimento: Economia Mensal (R\$ 1.300,38); Paybackm (3 anos e 9 meses anos); Valor Presente Líquido (R\$ 205.515,07); Taxa Interna de Retorno (41,28 %); Proposta (R\$ 67.000,00). Consumo médio de grande porte: 5.291 kWh.

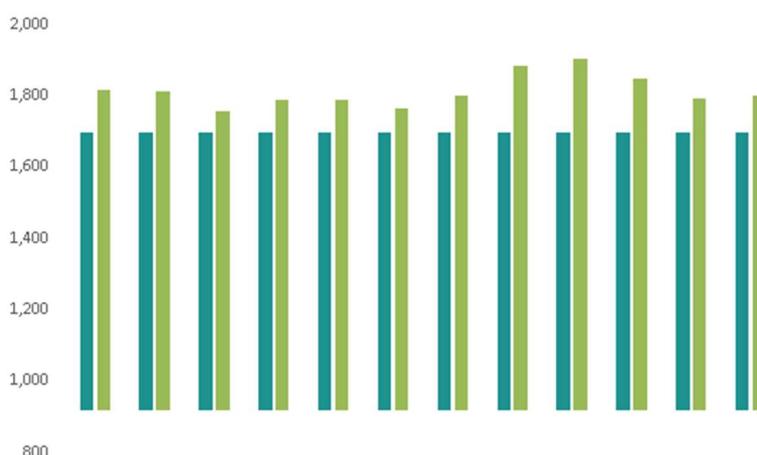


Figura 4: Consumo mensal (verde escuro) e geração do sistema fotovoltaico (verde claro)

Dimensionamento do Sistema

Após análise da engenharia recomenda-se o seguinte sistema fotovoltaico para Unidade de grande porte (Galpão). Produção média considerando condições ideais, ou seja, sem sombreamento e com orientação para o norte com inclinação de 10°.

| | | |
|-----------|--------------------|--------------|
| 44,16 kWp | 250 m ² | 5685 kWh/mês |
| Potência | Área útil | Geração |

Equipamentos

Tabela 3: Classificação e relação dos principais equipamentos que serão utilizados nesta proposta de projeto de grande porte

| EQUIPAMENTOS | | |
|----------------------|--|---------|
| Item | Modelo | Quant. |
| Módulo | JKM460M-60HL4-V 460W | 96 |
| Inversor | SYMO 20.0-3 M 380V | 2 |
| Material elétrico CA | Disjuntor, DPS, Quadro, cabos e demais itens/acessórios usados na montagem do sistema. | incluso |
| Material elétrico CC | Stringbox, cabo solar, e demais itens/acessórios usados na montagem do sistema. | incluso |
| Estrutura | kit de montagem para telhados inclinados para montagem dos módulos em alumínio | incluso |
| Projeto | Projeto e solicitação de acesso na Energisa | incluso |
| Montagem | Montagem do sistema solar fotovoltaico | incluso |
| Monitoramento | Sistema de Monitoramento Web | incluso |

Não está incluso nesse orçamento, troca da fiação entre o padrão de entrada e o quadro de distribuição (caso seja necessário realizar a troca), troca da caixa do medidor (se necessário), serviços de pedreiro ou carpintaria (se for necessário). Em projetos com microinversor, não é utilizado stringbox devido o módulo fotovoltaico ser ligado direto no microinversor.

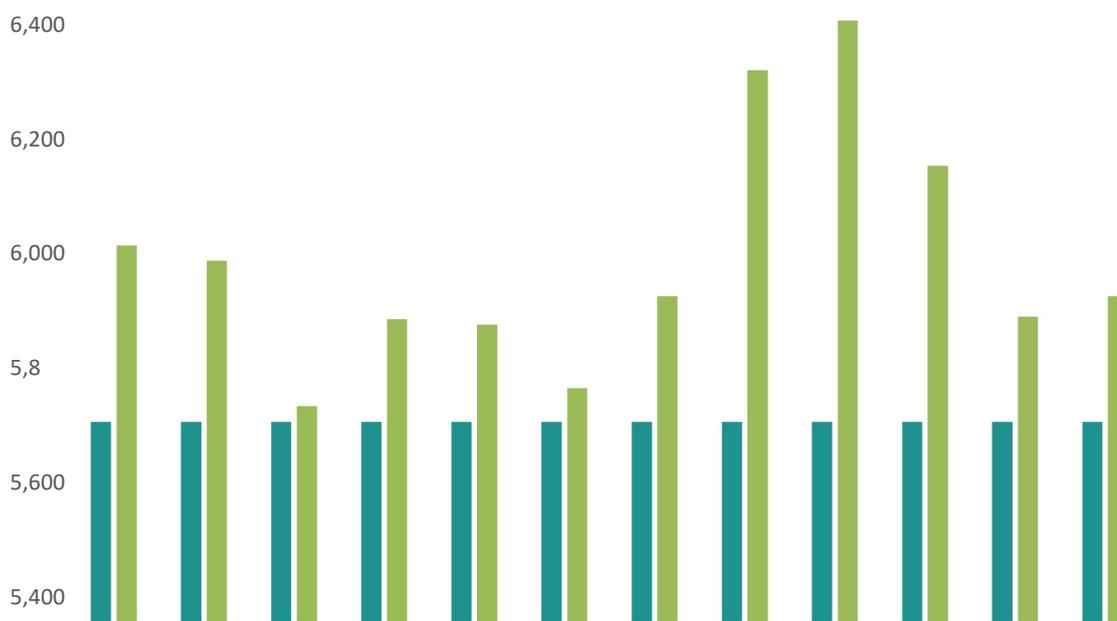


Figura 5: Consumo mensal (verde escuro) e geração do sistema fotovoltaico (verde claro).

Análise financeira do investimento: Economia Mensal (R\$ 4.777,28); Payback (3 anos e 3 meses anos); Valor Presente Líquido (R\$ 795.606,63); Taxa Interna de Retorno (49,73%); Proposta (R\$ 208.000,00).

Para avaliar a viabilidade da adoção do sistema FV por consumidores residenciais, devemos levar em consideração dois aspectos principais: o custo da energia produzida por esse sistema e o custo da energia

fornecida pela concessionária no local em questão. O cálculo do custo da energia fornecida pela concessionária foi feito tendo em vista o valor fornecido pela ANEEL para cada distribuidora, acrescido dos impostos incidentes na tarifa. O ICMS varia de estado para estado e de acordo com a faixa de consumo em kWh. Todos esses fatores foram considerados para uma melhor estimativa do valor da tarifa.

Apesar de os cálculos serem um tanto simplificados, considerando valores médios de tributos e tarifas das distribuidoras, eles indicam uma alta viabilidade dos sistemas FVs conectados à rede. Ressalta-se, também, que o custo da energia fotovoltaica foi calculado considerando preços de equipamentos divulgados por sites especializados, mas nenhuma negociação de valor foi realizada. É possível que preços ainda menores possam ser obtidos, o que aumentaria ainda mais a atratividade da energia fotovoltaica e sua viabilidade socio-econômica.

DISCUSSÃO

Cenário da energia fotovoltaica no Brasil

A produção de energia fotovoltaica acontece em uma única etapa, na conversão da luz em eletricidade. A explicação está na teoria quântica. A luz é feita por meio de pacotes, denominados de fótons, cuja energia depende apenas da frequência (ou cor) da luz. Os elétrons são excitados por meio da luz visível. Em um dispositivo fotovoltaico existe uma assimetria que empurra os elétrons excitados para fora do corpo antes que eles possam “relaxar” e retornar ao seu estado inicial, alimentando um circuito externo. Sendo assim, a energia extra dos elétrons excitados gera um diferencial de potenciação, ou seja, uma força eletromotriz. A eficiência deste dispositivo depende dos materiais que absorvem a luz e da maneira no qual estão conectados a um circuito externo (PINHO et al., 2014).

O Brasil possui um enorme potencial para geração de energia solar fotovoltaica, considerando-se os níveis de radiação solar do país. Em todos os estados brasileiros, a capacidade de geração de energia solar é superior ao consumo. Entretanto, a participação das diversas fontes para geração elétrica é considerada insignificante quando comparada a sua relevância com outros países (NASCIMENTO, 2017).

Além disso, por mais que o Brasil, possua fontes de matrizes majoritariamente limpas, o sistema elétrico nacional baseia-se primordialmente em usinas hidrelétricas, responsável por cerca de 65% da energia elétrica do país, dessa forma, para mitigar esse impasse dos recursos hídricos ficarem suscetíveis, surge a necessidade de ampliar a utilização da geração distribuída ou descentralizada (MERCEDES et al., 2015).

Como a energia solar pode ser uma forma de educação financeira

Para guiar a definição do presente estudo, teremos como base dois autores importantes no que diz respeito à sustentabilidade, guiado pelo pensamento de Duarte (2015) e a educação financeira descrita por Silva (2013).

Duarte, classifica em seu livro “Dicionário de Administração e Negócios” diversos tipos significados aplicados no âmbito da administração, entre um desses, ele apresenta a definição do consumidor consciente

que é aquele movido pela sua consciência na perspectiva ética e moralista de promover uma atitude dentre várias outras que poderiam ser feita por diversos setores e indivíduos, para o equilíbrio do ecossistema, influenciado por fatores pessoais e externos ele elege uma decisão de compra a partir da aplicação de um retorno sustentável e com menor prejuízo para a natureza (DUARTE, 2015).

Atualmente o sucesso de uma empresa não é mais medido pela sua capacidade produtiva, *market share*, qualidade, inovação ou preço, as questões ambientais e sociais exercem grande impacto na escolha do consumidor. Sob pressão as organizações adquiriram consciência sustentável, e iniciaram um processo de mudança de comportamento, dando início a melhores práticas, assim muitas já receberam prêmios, certificações e selos sustentáveis, ganhando maior credibilidade no mercado financeiro.

Conforme as pessoas aprendem a lidar melhor com o dinheiro, obtém-se a habilidade de filtrar gastos, enxergando e diferenciando o que é necessidade. Esta habilidade soma, não somente com nosso conhecimento financeiro, mas também em nosso conhecimento pessoal, nos permitindo levar este padrão de: primeiro analisar, depois decidir, deste modo sendo mais assertivo. A educação financeira pessoal é como algo benéfico para quem a aplica e submete-se a mudança para que a mesma seja bem-sucedida, pois o segredo está no equilíbrio, em direcionar os recursos para equilibrar as contas e gerar reservas (SILVA, 2013).

Sendo assim, para que haja maior compreensão e utilização da energia solar como fonte de energia, faz-se útil o investimento em uma das bases da sociedade que é a Educação, uma vez que o setor educacional é o responsável pelo engrandecimento intelectual, moral, ético, profissional e cognitivo dos indivíduos. É por meio dele que as pessoas formam um pilar de sobrevivência, de conhecimento e de experiência capaz de lhes trazer autonomia para as diversas circunstâncias do cotidiano.

Tem-se observado que o tema energia solar não está de fora da discussão na sociedade, pelo contrário, as questões energéticas e ambientais, nas quais a energia solar está inserida, fazem parte de assuntos cada vez mais abordados. Nesse sentido, o conteúdo de fontes de energia, no qual está introduzido o tema energia solar, vem tomando um maior espaço na área acadêmica de ensino. O assunto faz parte de várias disciplinas, como física, química, instalações elétricas etc. As novas diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, reafirmam e recomendam que esses conhecimentos devam ser adquiridos nas disciplinas competentes uma vez que a discussão de fontes de transformação e produção de energia pode ser a oportunidade para compreender como o domínio dessas modificações está correlacionado à trajetória humana e os problemas atuais da humanidade a esse respeito (BRASIL, 2021).

O tema fontes de energia faz parte desde o ensino fundamental até o médio. Atualmente o setor educacional está passando por uma fase de ajuste. Além disso, essa temática não se estabelece apenas ao ensino regular médio e fundamental, porém também faz parte como tópicos programáticos de disciplinas para cursos profissionalizantes, à exemplo de eletricista instalador, e técnicos como o de eletrotécnica. À vista disso, o que se observa é uma entrega maior de conhecimentos acerca das energias renováveis, mas uma falta de como aplicar a mesma em seu cotidiano por meio da educação financeira que ainda carece no ensino.

Por conseguinte, atentar-se a essa temática é dar a possibilidade para as novas gerações em

promover uma conscientização e reflexão a respeito do assunto, de tal forma que sejam discutidas soluções para reduzir impactos ambientais por meio da utilização de fontes renováveis, em particular, a energia solar. Mas não basta apenas promover uma consciência ambiental. Com a mudança da sociedade acontecendo cada vez mais rápido devido a novos conhecimentos e novas tecnologias, é importante que os alunos sejam preparados para entender o mundo em que vivem e se torne um indivíduo autônomo que faça diferença na sociedade que está inserido. A exemplo de como botar em prática assuntos de cunho social tão significativos.

Sendo assim, o estudo de caso publicado pela Universidade Federal de Santa Maria, fez aplicação de questionários estruturados aos estudantes, professores e diretor, demonstrando que para os entrevistados a disciplina de Educação Financeira está inserida de forma apenas transversal, ou seja, conhecimentos tangenciais e básicos sobre o assunto. Além disso, os entrevistados acreditam que o ambiente escolar é o mais adequado para englobar o assunto, e também apresentam consciência da importância da Educação Financeira, porém são poucos que o praticam. A maioria dos pais incentiva os filhos a poupar, e mesmo aqueles alunos que não praticam este hábito consideram o “cofrinho” uma forma de conquistar algo almejado no futuro, em acordo com Bronstup et al.⁵.

É nessa perspectiva que, hoje, não basta mesmo diante da tecnologia acessível a várias informações, se faz útil e preciso que o conhecimento sobre finanças seja ofertado como matéria escolar obrigatória e específica o mais prematuramente para formar cidadãos responsáveis com as questões sociais e ambientais.

Flexibilização nacional para incentivo a adoção da energia fotovoltaica

Hoje, não há dúvidas, que a questão ambiental é de extrema importância e que favorece a escolha pela energia solar, principalmente a fotovoltaica, como fonte geradora de energia elétrica. Um fator que influencia diretamente para adoção em larga escala desse sistema, é o custo. Para geração de energia elétrica utilizando a energia solar fotovoltaica, os custos dependem normalmente dos gastos de instalação, da quantidade de irradiação incidente no local, a eficiência do sistema, fator de disponibilidade (que representa a quantidade de horas no ano em que o sistema estará disponível), taxa de desconto, período de amortização e custo de operação e manutenção do sistema (NASCIMENTO, 2016).

O que se sabe, é que esses valores ainda se encontram elevados no mercado consumidor, dificultando a acessibilidade para diferentes tipos de consumidores, e conseqüentemente prejudicando a instalação desses sistemas. Por mais que hoje, tenha-se difundindo a perspectiva de um consumidor consciente e controlador de finanças a adesão ao uso de fontes renováveis a exemplo da solar ainda se tem demonstrado superior ao poder aquisitivo da maioria da população brasileira. Contudo, embora o custo ainda seja uma barreira, a legislação brasileira, por meio da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), tem incentivado a utilização da energia solar mudando aos poucos o cenário.

Dessa forma, foram lançadas diferentes resoluções com a possibilidade de ampliar o poder de compra, como a utilização de um espaço físico e até mesmo de irradiação solar para instalar o sistema

⁵ http://coral.ufsm.br/seminarioeconomia/images/anais_2016/EDUCAO-FINANCEIRA-NAS-ESCOLAS-ESTUDO-DE-CASO-DE-UMA-ESCOLA-PRIVADA-DE-ENSINO-FUNDAMENTAL-NO-MUNICPIO-DE-SANTA-MARIA-RS.pdf

fotovoltaico e interligá-lo à rede elétrica, essa instalação poderá gerar energia para compensar o consumo em outra residência, empresas ou escritórios escolhidos pelo proprietário. Outro benefício é a possibilidade de consórcios, pois vários consumidores interessados podem se reunir e instalar uma micro ou minigeração distribuída, utilizando a energia gerada para redução das faturas individuais ou até mesmo do próprio condomínio. Uma outra opção mais recentemente aprovada é o uso do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço - FGTS para a realizar a aquisição, ou ainda fazer um financiamento junto a um banco (BENEVENUTO, 2016).

Alguns estados adotaram o método de isenção da cobrança do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS e de Programa de Integração Social - PIS sobre a geração fotovoltaica que seja consumida da concessionária, porém compensada, com redução de 14% para 2% do imposto de importação incidente sobre bens de capital destinados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica (BENEVENUTO, 2016).

Como Mian et al. (2015) aborda em seu estudo, por mais que ainda existam empecilhos a serem desviados, as facilidades já obtiveram grande aumento, devendo-se levar em conta que a vida útil média de uma instalação gira em torno de 25 anos, podendo ser pago durante $\frac{1}{3}$ do seu período útil ainda se faz um negócio vantajoso (MIAN et al., 2015).

Um aspecto que a ser considerado ao se tratar de energia fotovoltaica é a possível regressividade na tarifa de energia. Decorrente do fato de os consumidores que podem instalar sistemas FVs serem, em grande parte, integrantes das classes sociais mais altas. Desse modo, a compensação realizada por meio do *net metering* iria diminuir a quantidade de impostos pagos por esse tipo de consumidor, e o reajuste da tarifa, então, iria incidir principalmente sobre a fração dos consumidores que não possui sistemas FVs. Outra questão pertinente é quanto à sazonalidade da produção da energia fotovoltaica.

De modo geral, a menor incidência solar ocorre durante os meses do inverno, e a maior, nos do verão. Nesse período, a energia fotovoltaica apresenta os custos unitários mais baixos, tornando o sistema possivelmente mais atrativo.

Portanto, com base nessas considerações, espera-se que os suporte aos novos consumidores aumente, e que nesse contexto a energia solar seja considerada uma ferramenta também de educação financeira para pequenos, médios e grandes empreendedores, o planeta exige racionalidade por parte da população. Todavia, para que isso de fato aconteça, além do aumento e expansão dos incentivos do Governo juntamente com a ANEEL, é necessário elevar também o investimento e incentivo aos empresários de forma a aumentar a oferta de produtos relacionados à energia solar fotovoltaica, além de preparar os profissionais já atuantes no mercado e outros que ainda virão, conscientizando-os da importância técnica e ambiental desse sistema.

CONCLUSÕES

A energia solar, dentre as fontes de energias renováveis, destaca-se por ser autônoma, permitindo que o cidadão produza a energia elétrica em sua própria casa além de ser uma fonte inesgotável, renovável,

oferecendo grande confiabilidade e sendo capaz de reduzir custos de consumo a longo prazo. Os painéis solares em telhados ou quintais permitem a produção local de energia ao captar a luz solar. Esse tipo de energia torna-se uma opção ainda mais valiosa para os brasileiros graças à nova regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que permite a troca da energia produzida pelos painéis por créditos em kWh na fatura de energia.

Com o aumento do custo na conta de energia elétrica devido a um custo maior na produção e também o aumento do valor de imposto pago, tornou-se conseqüentemente, uma possibilidade de investimento para a população não empreendedora, a fim de obter uma fonte de energia independente e gerar economia nas suas contas mensais.

Neste contexto, pensar em fontes de geração de energia elétrica tornou-se necessário, principalmente pelo fato de que o consumo tem uma demanda crescente ocasionado por empresas que buscam expansão, famílias que aumentam o número de integrantes no domicílio, melhoria na qualidade de vida (condicionadores de ar, eletroeletrônicos, entre outros), além da visão sustentável que vem se expandindo na sociedade.

Portanto, a partir da análise bibliográfica e o estudo de atratividade observa-se que a adoção dessa fonte de energia gera um potencial de produção e controle dos gastos, que pode atender toda a necessidade de energia do Brasil de forma a ser aproveitada com grande benefício à população. Sendo reafirmada como uma forma de educação financeira e um bom investimento aos contrantes.

REFERÊNCIAS

BENEVENUTO, R. S.. **Os Benefícios da Geração de Energia Elétrica através do Sistema Fotovoltaico no Estacionamento do Centro de Tecnologia da UFRJ**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2021.

DUARTE, G.. **Dicionário de Administração e Negócios**. Rio de Janeiro: KBR, 2015.

MACEDO, J. J.. **Análise de projeto e orçamento empresarial**. Curitiba: InterSaberes, 2014.

MERCEDES, S. S. P.; RICO, J. A. P.; POZZO, L. Y.. Uma revisão histórica do planejamento do setor elétrico brasileiro. **Revista USP**, n.104, p.13-36, 2015.

MIAN, H. M.. **Análise regulatória da participação da energia**

solar fotovoltaica e estudo do melhor mecanismo de suporte para inseri-la na matriz elétrica brasileira. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MONTEIRO, C.. A necessidade de um novo olhar para a educação brasileira. **Raízes e Rumos**, v.02, n.01, p.91-155, 2014.

NASCIMENTO, R. L.. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2017.

PINHO, J. T.; GALDINO M. A.. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPTEL, 2014

SANTOS, E. H.; SILVA, M.. Sustentabilidade empresarial: um novo modelo de negócio. **Revista Ciência Contemporânea**, v.2, n.1, p.75-94, 2017.

SILVA, M. B. L.. **Educação financeira para Pessoa Física: Planejamento e controle financeiro pessoal**. Salvador: SEBRAE, 2013.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.