



## **APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA: DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA PROJETO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO CONSIDERANDO A TARIFA CONVENCIONAL**

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3949

Laura Lisiane Callai dos Santos - [laura.callai.santos@gmail.com](mailto:laura.callai.santos@gmail.com)  
Universidade Federal de Santa Maria

Jovana dos Santos Argenta - [jovana.argenta@acad.ufsm.br](mailto:jovana.argenta@acad.ufsm.br)  
UFSM

Ana Alice Timm Goretti - [anagoretty\\_t@hotmail.com](mailto:anagoretty_t@hotmail.com)  
Universidade Federal de Santa Maria

Paulo César Vargas Luz - [paulo.c.luz@ufsm.br](mailto:paulo.c.luz@ufsm.br)  
Universidade Federal de Santa Maria

**Resumo:** *Os Engenheiros devem estar aptos a pesquisar, desenvolver, utilizar novas tecnologias, serem capazes de reconhecer as necessidades dos usuários e realizar a resolução de problemas. Nesse intuito, o artigo apresenta o desenvolvimento de um aplicativo para projeto de sistema fotovoltaico considerando a tarifa convencional através da Aprendizagem Baseada em Problema. Os alunos necessitaram aprender conceitos sobre tarifas de energia elétrica, sistemas fotovoltaicos e programação, contribuindo na formação dos mesmos. O aplicativo foi desenvolvido para fins de educação para alunos e consumidores, sendo acessível e intuitivo para qualquer usuário.*

**Palavras-chave:** *Aprendizagem Baseada em Problemas. Aplicativo. Sistemas Fotovoltaicos. Tarifa de energia elétrica.*



# APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA: DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA PROJETO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO CONSIDERANDO A TARIFA CONVENCIONAL

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, o egresso do curso de graduação em Engenharia deve estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora, ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formulando questões e resolvendo problemas, além de projetar e controlar soluções criativas de Engenharia, adotar perspectivas multidisciplinar e transdisciplinar em sua prática (BRASIL, 2019).

Aliado a isso, nos últimos anos a procura por sistemas fotovoltaicos conectados à rede vem crescendo exponencialmente e os consumidores se deparam com algumas dúvidas em relação ao projeto do sistema fotovoltaico, bem como a análise econômica da instalação do mesmo em sua unidade consumidora (UC).

Para a resolução desse problema, foi proposto aos alunos do Curso de Engenharia Elétrica do Campus da Universidade Federal de Santa Maria em Cachoeira do Sul (UFSM-CS) o desenvolvimento de um aplicativo para smartphone que realiza o projeto do sistema fotovoltaico considerando a tarifa convencional através da Aprendizagem Baseada em Problema (Problem-based learning – PBL).

Segundo Oliveira et. al. (2020) a PBL é apenas uma das abordagens propostas para promover resultados efetivos em sala de aula, melhorar as habilidades de resolução de problemas dos alunos.

Dessa forma, o escopo do trabalho é o desenvolvimento de um aplicativo para fins de educação sobre o projeto de sistemas fotovoltaicos considerando a tarifa convencional para alunos e consumidores, o mesmo foi desenvolvido para ser acessível e totalmente intuitivo para qualquer usuário.

Para o desenvolvimento do aplicativo, conceitos em relação a tarifa convencional, energia solar fotovoltaica, análise econômica e o MIT App Inventor foram buscados pelos acadêmicos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Tarifa convencional

Conforme a Resolução Normativa nº414 da ANEEL, uma modalidade tarifária se entende por um conjunto de tarifas que podem ser aplicadas aos componentes de consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa. Dentre as modalidades tarifárias disponíveis se encontra a modalidade convencional monômnia, também chamada de Tarifa Convencional.

A Tarifa Convencional é aplicada a UCs pertencentes ao Grupo B, UCs que são atendidas com tensão de fornecimento menor do que 2,3 kV. Esta tarifa tem como principal característica o mesmo valor de tarifa, independente do horário de uso, na Tarifa Convencional não é realizada a tarifação de demanda de potência ativa (ANEEL, 2010).

O cálculo da Tarifa Convencional é realizado de acordo com a Equação (1) (ANEEL, 2022).

$$TC = TE \cdot CTR \quad (1)$$

Em que:

TC: Valor da Tarifa com a aplicação da modalidade convencional monômnia [R\$]

TE: Tarifa cobrada pela distribuidora que atende a unidade consumidora na modalidade convencional [R\$/kWh]

CTR: Consumo total da unidade consumidora [kWh]

Nota-se de acordo com a Equação (1) que existe apenas um valor tarifário e que este é o mesmo empregado em todos os horários do dia. Este valor tarifário é determinado de acordo com a distribuidora de energia e pode variar desde R\$ 0,403, no caso da distribuidora Coopera, até R\$ 1,108, no caso da distribuidora Ceral Araruama (ANEEL, 2022). Logo, analisa-se que o consumidor fica a mercê das tarifas aplicadas pela distribuidora que atende sua UC, uma solução para esse tipo de problema é a geração da própria energia, o qual apresenta diversos benefícios, mas o principal deles é a redução da conta de energia elétrica. A possibilidade de geração da própria energia alavancou através da Geração Distribuída (GD).

## 2.2 Geração Distribuída

Conforme o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), a Geração Distribuída compreende menores geradoras, localizadas junto ou próximas às cargas, ou seja, ao consumidor final. A GD é realizada, normalmente, a partir de fontes renováveis (ANEEL, 2016, p. 7), dentre as opções provenientes de fontes renováveis destaca-se a Geração Solar Fotovoltaica.

## 2.3 Energia Solar Fotovoltaica

A geração de energia elétrica a partir da radiação solar está em expansão desde 2012, em especial, quando analisado pequenas unidades consumidoras, as quais se encontram conectadas à rede de distribuição (BARROS; SABÓIA, 2021, p.5). Os sistemas solares fotovoltaicos conectados à rede são chamados também de sistemas fotovoltaicos *on-grid*, sendo compostos pelos seguintes equipamentos: arranjo fotovoltaico, inversor CC/CA, quadro de proteção, medidores de energia e a própria rede elétrica (BENEDITO, 2009). Para poder implementar o sistema de geração fotovoltaica, se faz necessário um estudo aprofundado sobre dois equipamentos em especial, sendo eles o arranjo fotovoltaico e o inversor CC/CA.

O arranjo fotovoltaico é composto por células solares, estas são os elementos básicos para poder transformar a radiação eletromagnética em energia elétrica, estas células são fabricadas a partir do Silício (Si), sendo o segundo elemento mais presente no globo terrestre (PENNING; TIMM; FINKLER, 2019). As células quando analisadas de maneira separada possuem uma pequena capacidade de produção de energia, normalmente entre 1 e 2 W, devido a isso ocorre a necessidade de configurar estas células em forma de arranjo, a quantidade de células presentes em um módulo varia de acordo com a necessidade do usuário (SEGUEL, 2009).

O dimensionamento dos módulos fotovoltaicos é realizado de acordo com as Equações (2) e (3) (FERREIRA; ROSA, 2019), a Equação (2) determina a quantidade de energia que é produzida em um determinado módulo fotovoltaico.

$$E = \frac{P \cdot T \cdot (1 - Pe)}{1000} \cdot 30 \quad (2)$$

Em que:

E: Energia produzida por um módulo durante o mês [kWh/mês]

P: Potência do módulo utilizado [Watts]

T: Tempo de irradiação incidente sobre os módulos [horas]

Pe: Perdas do sistema [%]

Analisa-se que para o cálculo da Equação (2) é necessário inserir o tempo de irradiação incidente sobre os módulos, esse dado é um parâmetro importante para o desempenho do sistema (GASPARIN; KRENZINGER, 2017), visto que, quanto maior a irradiação incidente maior a corrente produzida pelos módulos (SEGUEL, 2009). Com a quantidade de energia que um determinado módulo pode gerar definido é necessário determinar quantos módulos fotovoltaicos são necessários para suprir a demanda de energia da unidade consumidora, esse cálculo é realizado de acordo com a Equação (3).

$$NM = \frac{D}{E} \quad (3)$$

Em que:

NM: Número de módulos necessários para suprir a demanda de energia

D: Demanda mensal de energia da unidade consumidora [kWh]

E: Energia produzida por um módulo durante o mês [kWh/mês]

Além do número de módulos, e potência destes, outro equipamento que deve ser definido é o conversor CC/CA, também chamado de inversor, ele realiza a conversão da corrente contínua (produzida pelos módulos fotovoltaicos) em corrente alternada. Os conversores apresentam importantes funcionalidades além da conversão CC/CA, como a regulação da tensão do sistema, garantem o fluxo regular de eletricidade, entre outros (BARROS; SABÓIA, 2021, p.8).

O dimensionamento do inversor é realizado de acordo com a Equação (4) (PEREIRA; GONÇALVES, 2008).

$$PI = P \cdot NM \quad (4)$$

Em que:

PI: Potência mínima necessária do inversor [Watts]

P: Potência do módulo utilizado [Watts]

Nota-se de acordo com esta seção que é preciso o investimento em diversos equipamentos para poder adquirir um sistema de geração fotovoltaica, devido a isso se faz necessária uma análise econômica para determinar se o investimento é viável.

## 2.4 Análise econômica

Para realizar uma análise econômica é necessário estabelecer critérios objetivos, possibilitando uma conclusão mais clara e objetiva. Devido a isso alguns critérios são recomendados para poder realizar esta análise, dentre eles se destaca o *payback* (SILVÉRIO, 2012).

Segundo Motta (2019) o *payback* consiste na "quantidade de períodos que se leva para recuperar uma aplicação, ou seja, o tempo que o investimento leva para zerar seu fluxo acumulado". Portanto, quanto menor o valor de *payback*, mais rápido o investidor vai recuperar o valor investido e começar a obter lucros.

Para o projeto ser viável o tempo total de recuperação do investimento deve ser menor do que o período de análise, no caso do aplicativo proposto o período de análise são 20 anos. O cálculo do *payback* segundo Oliveira (2010) é realizado de acordo com a Equação (5).

$$PB = \frac{I(0)}{RFCG} \quad (5)$$

Em que:

PB: Payback [anos]

I(0): Investimento inicial ou investimento no ano 0 [R\$]

RFCG: Resultado do fluxo de caixa contento os ganhos [R\$]

Como pode ser analisado até a presente seção, são necessários diversos cálculos tanto para o dimensionamento do sistema solar fotovoltaico, como para determinar o *payback*. Devido a isso para aprofundar o aprendizado do aluno quanto às técnicas de análise e desenvolvimento de softwares, juntamente com a criação de um meio acessível para os consumidores poderem realizar este estudo, se apresenta o Mit App Inventor, que através do qual é possível criar aplicativos Android usando o navegador da Web (SANTOS et. al., 2021).

## 2.5 MIT App Inventor

O MIT App Inventor foi criado em 2009 pela Google, sendo administrado pelo *MIT Center for Mobile Learning*. Ele consiste em um *software online*, no qual é possível criar aplicativos para *smartphones* que possuem sistema operacional Android, tendo como característica uma programação intuitiva (MEREDYK, 2019).

O método utilizado para a criação do aplicativo é visual, o qual consiste em juntar peças, trazendo a analogia a um quebra cabeças, a linguagem de programação utilizada é relativamente fácil, devido a isso, esse *software* é utilizado por alunos de diversos países para realizar a programação Android, tornando-se uma ferramenta popular (SANTOS et. al., 2021).

Devido a isso o App Inventor se insere no contexto da programação não como uma ferramenta profissional, mas sim, como uma ferramenta usada por pessoas com pouca experiência, para que elas possam ter contato com a ciência da programação (DUDA, 2020).

## 2.6 Utilização de aplicativos para fins de educação

Santos et. al. (2021) utiliza a aplicação da PBL para o desenvolvimento de um aplicativo que auxilia consumidores de baixa tensão na escolha da melhor tarifa, bem como informa aos consumidores a diferença financeira entre as tarifas convencional e tarifa branca. A ferramenta utilizada para a elaboração do aplicativo foi o *MIT App Inventor*.

Já Arndt *et. al.* (2021) utiliza o *MIT App Inventor* como ferramenta motivacional para alunos a partir do 9º ano terem contato com a linguagem de programação, mostrando que a área tecnológica é um mercado de trabalho viável. No caso de Barros *et. al.* (2021) é utilizado a ferramenta Kodular, através da qual foi desenvolvido um aplicativo para dispositivo móvel. A finalidade do aplicativo foi realizar a automatização do processo de determinação da resistência de tolerância para resistores de 4 e 5 anéis.

Quando analisado no sentido de compreensão de conteúdos vistos em sala de aula, o trabalho de Filho *et. al.* (2021) se destaca. Filho *et. al.* (2021) utiliza a plataforma *GeoGebra* para facilitar a compreensão dos conceitos de álgebra e trigonometria à análise de circuitos de corrente alternada.

Diante disso o presente trabalho tem como proposta o desenvolvimento de um aplicativo através do *software MIT App Inventor*, tendo como finalidade o estudo sobre dimensionamento de sistemas fotovoltaicos considerando uma unidade consumidora tarifada na modalidade convencional monômnia, bem como o ensino de programação para Android.

O desenvolvimento do aplicativo possui fins educativos tanto para os alunos, os quais devem estudar conceitos de energia solar fotovoltaica, programação para Android e análises econômicas, quanto para os consumidores, os quais possuem a possibilidade de obter os dados relativos ao dimensionamento e tempo de recuperação do investimento, analisando especificamente a sua unidade consumidora.

### 3 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

O desenvolvimento do aplicativo foi dividido em 3 etapas: inicialização, consumo de energia elétrica e sistema fotovoltaico.

#### 3.1 Etapa 1 – Inicialização

Na inicialização do aplicativo, Figura 1, é apresentada a tela inicial, com o título: "Projeto de um Sistema Fotovoltaico Para Usuários da Tarifa Convencional". A mesma apresenta exclusivamente um botão que leva a tela de cálculos.

Figura 1 – Tela inicial do aplicativo



Fonte: Autores

Conforme Figura 1, o usuário terá que apertar o botão Cálculos para ir para a segunda etapa, que é o consumo de energia elétrica.

### 3.2 Etapa 2 – Consumo de energia elétrica

A Figura 2 apresenta a tela onde o usuário deve inserir o valor em kWh da média dos últimos 13 meses da sua conta de energia elétrica. E também as especificações do sistema que deseja para que o dimensionamento seja realizado. A Figura 3 apresenta a tela adicional que o usuário tem acesso para selecionar a potência desejada dos painéis fotovoltaicos, são disponibilizados seis valores distintos de potência.

Seguindo a finalidade de simplificar o uso do aplicativo, o mesmo concede um valor médio de radiação anual por estado. Sendo assim, para cara sigla de estado selecionado, está salvo no banco de dados do aplicativo o valor médio de radiação anual do respectivo estado. A Figura 4 apresenta a tela das médias de radiação por estado.

Figura 2 – Tela de cálculos do aplicativo

Figura 3 - Tela para selecionar potência dos painéis

Figura 4 - Tela para selecionar radiação solar

Fonte: Autores

Após a inserção dos dados de entrada, o aplicativo vai para a etapa 3, que é o sistema fotovoltaico.

### 3.3 Etapa 3 – Sistema Fotovoltaico

Após a inserção dos valores conforme Figura 2, o usuário deverá clicar em calcular e o aplicativo buscará os valores salvos no banco de dados de acordo com a tensão dos módulos e inversor em Watts e assim, especificará o preço médio dos mesmos, a partir da multiplicação do valor salvo no banco de dados pelo número necessário de ambos os equipamentos. Dessa forma, será apresentado o valor total a ser investido e em quanto



tempo o usuário terá o retorno do investimento. A Figura 5 apresenta a tela final do aplicativo.

Figura 5 – Tela final do aplicativo



Fonte: Autores

Para validação e análise de resultados, será apresentado dois estudos de caso.

## 4 ESTUDOS DE CASO

Para apresentar a aplicação do aplicativo são demonstrados dois estudos de caso, considerando faixas de consumo.

### 4.1 Estudo de Caso 1

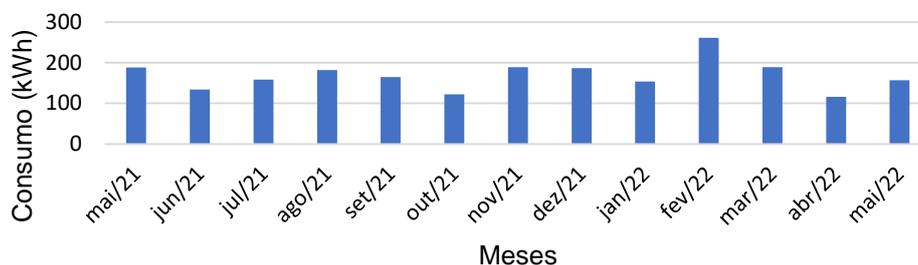
A unidade consumidora utilizada para esse estudo de caso, é uma UC residencial com consumo médio de 168 kWh/mês considerando os últimos 13 meses, conforme apresenta a Figura 6. Esses valores estão disponíveis na conta de energia emitida mensalmente pela concessionária.





Figura 6 – Consumo de energia elétrica da UC 1 nos últimos 13 meses

**Consumo kWh - Caso 1**



Fonte: Autores

Com a inserção dos valores de entrada de 168 kWh/mês, tarifa ANEEL R\$ 0,6431/kWh, potência do módulo de 155 W, rendimento de 80% e tempo de radiação de 4,68 conforme Figura 7, se obteve na tela de resultados um *payback* de 5 anos, conforme Figura 8.

Figura 7 – Tela de cálculos caso 1

**DIMENSIONAMENTO**  
- Módulos Fotovoltaicos + Inversor

- Para um cálculo com melhor exatidão faça uma média das contas dos últimos 12 meses.

ENERGIA UTILIZADA	TARIFA ANEEL
168	0.6431

ESPECIFICAÇÕES DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

POTÊNCIA - W	RENDIMENTO - %
155	0.8

SELECIONAR POTÊNCIA

TEMPO DE RADIAÇÃO

4.68

SELECIONAR RADIAÇÃO

VOLTAR CALCULAR MENU

Figura 8 – Tela de resultados caso 1

**SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ATENDER A RESIDENCIA COM TARIFA CONVENCIONAL**

O SISTEMA IRÁ GERAR 168 kWh/MÊS

Nº DE MÓDULOS NECESSÁRIOS : 10

PREÇO TOTAL DOS MÓDULOS : R\$ 4390  
PREÇO TOTAL DO INVERSOR : R\$ 2037

VALOR A SER INVESTIDO : R\$ 6427  
RETORNO EM : 5 ANOS

VOLTAR MENU

Fonte: Autores

Para exemplificar a utilização do aplicativo para uma UC com consumo mais alto é apresentado o estudo de caso 2

**4.2 Estudo de Caso 2**

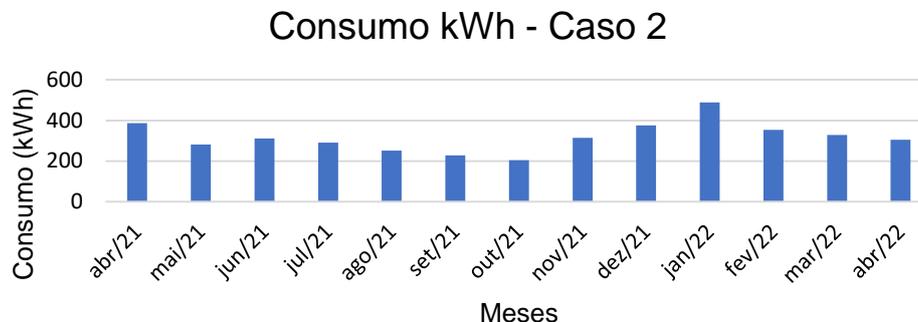
A unidade consumidora utilizada para esse estudo de caso, é uma UC residencial com consumo médio de 318 kWh/mês considerando os últimos 13 meses, conforme





apresenta a Figura 9. Esses valores estão disponíveis na conta de energia emitida mensalmente pela concessionária.

Figura 9 - Consumo de energia elétrica da UC 2 nos últimos 13 meses



Com a inserção dos valores de entrada de 318 kWh/mês, tarifa ANEEL R\$ 0,6431/kWh, potência do módulo de 155 W, rendimento de 80% e tempo de radiação de 4,68 conforme Figura 10, se obteve na tela de resultados um *payback* de 5 anos, conforme Figura 11.

Figura 10 - Tela de cálculos caso 2

**DIMENSIONAMENTO**

- Módulos Fotovoltaicos + Inversor

- Para um cálculo com melhor exatidão faça uma média das contas dos últimos 12 meses.

ENERGIA UTILIZADA	TARIFA ANEEL
318	0,6431

**ESPECIFICAÇÕES DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**

POTÊNCIA - W	RENDIMENTO - %
155	0,8

SELECIONAR POTÊNCIA

TEMPO DE RADIAÇÃO

4,68

SELECIONAR RADIAÇÃO

VOLTAR
CALCULAR

MENU

Figura 11 - Tela de resultados caso 2

**SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ATENDER A RESIDENCIA COM TARIFA CONVENCIONAL**

O SISTEMA IRÁ GERAR **318 kWh/MÊS**

Nº DE MÓDULOS NECESSÁRIOS : **18**

PREÇO TOTAL DOS MÓDULOS : R\$ 7902

PREÇO TOTAL DO INVERSOR : R\$ 4400

**VALOR A SER INVESTIDO : R\$ 12302**

RETORNO EM : **5 ANOS**

VOLTAR
MENU

Fonte: Autores

Os estudos de caso mostram como o aplicativo foi desenvolvido para fins de educação para alunos e consumidores, sendo acessível e intuitivo para qualquer usuário.

## 5 CONCLUSÕES

Para o desenvolvimento do aplicativo para smartphones foi primordial um estudo sobre a modalidade tarifária dos consumidores do grupo B e sobre o projeto e dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos, assim obteve-se o conhecimento para então aplicar no software MIT App Inventor. Sendo o mesmo caracterizado por uma programação



intuitiva e visual, o fato de não haver conhecimento prévio sobre programação não impossibilitou uma programação descomplicada. Com isso, assegurou-se a memorização ao praticar o que havia sido visto anteriormente. Dessa forma identifica-se o sucesso na implantação do método PBL, uma vez que os alunos envolvidos no desenvolvimento do aplicativo utilizaram conceitos teóricos abordados em disciplinas para resolver o problema proposto.

Ainda destaca-se que o aplicativo desenvolvido atende outra demanda do projeto, que é a acessibilidade a informação não só para alunos, mas também para usuários proprietários de unidades consumidoras, com potencialidade para implantação de sistemas de geração distribuída.

### REFERÊNCIAS

ANEEL (Brasil). BRASIL. RN Nº 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414**: Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada., [S. l.], 9 set. 2010.

ANEEL (Brasil). **Modalidades Tarifárias**. [S. l.], 24 fev. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/modalidades-tarifarias>. Acesso em: 10 maio 2022.

ANEEL (Brasil). **Cadernos Temáticos ANEEL Micro e Minigeração Distribuída**: Sistema de Compensação de Energia Elétrica. 2. ed. atual. Brasília: [s. n.], 2016. 34 p. v. 2. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Caderno-tematico-Micro-e-Minigeracao-Distribuida-2-edicao.pdf>. Acesso em: 10 maio 2022.

BARROS, Bruno Xavier; SABÓIA, Davi Leão de. AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO NO SETOR DE PANIFICAÇÃO. **XLIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, [S. l.], 30 set. 2021. DOI 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3417. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/sis\\_artigos.php](http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php). Acesso em: 10 maio 2022.

BENEDITO, Ricardo da Silva. **CARACTERIZAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ELETRICIDADE POR MEIO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE, NO BRASIL, SOB OS ASPECTOS TÉCNICO, ECONÔMICO E REGULATÓRIO**. 2009. Dissertação de Mestrado (Mestre em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. p. 110. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-12082010-142848/publico/DissertRicardoBenedito.pdf>. Acesso em: 10 maio 2022.

BRASIL. Resolução no 2, de 24 de abril de 2019. **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Diário Oficial da União, Ministério da Educação/Conselho de Educação/Câmara de Educação Superior. Brasília, DF, 26 abr. de 2019. Ed. 80. Seção 1, p. 43.

DUDA, RODRIGO. **USO DA PLATAFORMA APP INVENTOR SOB A ÓTICA CONSTRUCIONISTA COMO ESTRATÉGIA PARA ESTIMULAR O PENSAMENTO ALGÉBRICO**. 2020. 182 p. Tese de Doutorado (Doutor em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

FERREIRA, Alex Franco; ROSA, Gabriela Pereira. Geração De Energia Elétrica Através De Sistemas Fotovoltaicos Para Consumidores Comerciais De Pequeno Porte. **Revista Eletrônica TECCEN**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 83-93, 16 dez. 2019. DOI <https://doi.org/10.21727/teccen.v12i2.1893>. Disponível em: <http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/1893>. Acesso em: 10 maio 2022

GASPARIN, Fabiano Perin; KRENZINGER, Arno. DESEMPENHO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM DEZ CIDADES BRASILEIRAS COM DIFERENTES ORIENTAÇÕES DO PAINEL. **Associação Brasileira de Energia Solar**, Brasil, v. 8, n. 1, p. 10-17, 22 nov. 2017.

INEE (Brasil). **O QUE É GERAÇÃO DISTRIBUÍDA**. [S. l.], 26 set. 2021. Disponível em: [http://www.inee.org.br/forum\\_ger\\_distrib.asp](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp). Acesso em: 10 maio 2022.

MEREDYK, FERNANDA. **A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA NO CONTEXTO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS: DESENVOLVENDO APLICATIVOS EDUCACIONAIS MÓVEIS UTILIZANDO O SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO APP INVENTOR 2**. 2019. 147 p. Dissertação de Mestrado (Mestre em Educação em Ciências e em Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática na Linha de Educação em Matemática da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

MOTTA, Regis Da Rocha; COSTA, Reinaldo Pacheco da; NEVES, Cesar das; CALÔBA, Guilherme. **Engenharia econômica e finanças**. 1. ed. Brasil: Elsevier, 2008. 328 p.

OLIVEIRA, João Lucas et al. Sala de aula 4.0-**Uma proposta de ensino remoto baseado em sala de aula invertida, gamification e PBL**. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 28, p. 909-933, 2020.

OLIVEIRA, Uanderson R. **Gestão Financeira de Empresas**. 2. ed. Resende: [s. n.], 2010. 59 p. v. 2.

PENNING, Jardel André; TIMM, Andréa Ucker; FINKLER, Raquel. ENERGIA SOLAR: ESTUDO DE CASO DE UMA RESIDÊNCIA NA CIDADE DE CAXIAS DO SUL/RS. **Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**, Porto Alegre, 10 fev. 2019. Disponível em: [http://www.abes-rs.uni5.net/centraldeeventos/\\_arqTrabalhos/trab\\_2\\_5643\\_20180819223729.pdf](http://www.abes-rs.uni5.net/centraldeeventos/_arqTrabalhos/trab_2_5643_20180819223729.pdf). Acesso em: 10 maio 2022.

SANTOS, Laura Lisiane Callai; Loebens, Thales; Tischer, Celso Becker; Binttencourt, Matheus Dottes. **Aprendizagem Ativa: Desenvolvimento de Aplicativo para Cálculo da Fatura Mensal de Energia Elétrica**. 2021. XLIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia e IV Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da Abenge.

SEGUEL, Julio Igor Lopez. **Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de energia usando técnica MPPT e controle digital**. 2009. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia

Elétrica da Universidade Federal de Minas Geras, Belo Horizonte, 2009. p. 222. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8CYMEY/1/julio\\_igor\\_l\\_pez\\_seguel.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8CYMEY/1/julio_igor_l_pez_seguel.pdf). Acesso em: 10 maio 2022.

SILVÉRIO, Adriano A. **Seleção de projetos de investimento a partir do método Multicritério AHP: um caso do setor de energia.** 2012. Dissertação (Mestre em Administração) - Programa de Mestrado Profissionalizante em Gestão de Projetos da Faculdade Nove de Julho, São Paulo, 2012. p. 86. Disponível em: <http://repositorio.uninove.br/xmlui/handle/123456789/721>. Acesso em: 11 maio 2022

### **PROBLEM-BASED LEARNING: APPLICATION DEVELOPMENT FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEM DESIGN CONSIDERING THE CONVENTIONAL TARIFF**

**Abstract:** *Engineers must be able to research, develop, use new technologies, be able to recognize user needs and perform problem solving. To this end, the article presents the development of an application for the design of a photovoltaic system considering the conventional tariff through Problem-Based Learning. Students needed to learn concepts about electricity tariffs, photovoltaic systems and programming, contributing to their training. The application was developed for educational purposes for students and consumers, being accessible and intuitive for any user.*

**Keywords:** *Problem Based Learning, Application, Photovoltaic Systems, Electricity tariff.*