

# PROPOSTA DE PROTÓTIPO PARA O ENSINO SOBRE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

*PROTOTYPE PROPOSAL FOR TEACHING ABOUT SOLAR PHOTOVOLTAIC ENERGY*

*PROPUESTA DE PROTOTIPO PARA LA ENSEÑANZA DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*

Rafael Lemos Diniz<sup>1</sup>  
Iran Pites de Liz<sup>2</sup>  
Yago Souza Oliveira<sup>3</sup>  
Gabriel Vergara<sup>4</sup>

**Grupo de trabalho:** Grupo de Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade da Uninter

## Resumo

O estudo da vertente de energias renováveis é progressivamente mais relevante por conta das mudanças climáticas observadas em todo o globo. Tais eventos requerem formação de profissionais para atender aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU, relativos à Agenda 2030. A partir dos ODS 7 e 13, este artigo propõe o desenvolvimento de um protótipo como ferramenta de aprendizagem sobre energia solar fotovoltaica, bem como contribui com a conscientização sobre a importância de balancear matrizes energéticas a fim de atender às premissas do desenvolvimento sustentável. Visto que o ODS 7 diz respeito à garantia de energia limpa e acessível, a ferramenta proposta utiliza materiais acessíveis e de baixo custo para produzir um kit didático viável a todos num futuro próximo. Além disso, o protótipo vai ao encontro do ODS 13 como ação, embora indireta, contra as mudanças climáticas. Para atender a tais objetivos, recorre-se a uma pesquisa qualitativa através do método indutivo, bem como a uma pesquisa experimental, agregada a uma nova revisão bibliográfica instigada por temas e aliada à prática. Elaborou-se uma maquete virtual para validação e construção do mínimo produto viável (MVP). Em um primeiro momento, assumiu-se que a principal medida aplicada deveria ser em relação à tensão elétrica gerada pelas placas solares. O resultado obtido é um *app mobile* que atende as expectativas e será implementado em futuros trabalhos.

**Palavras-chave:** ferramenta de aprendizagem; desenvolvimento sustentável; energias renováveis.

## Abstract

Renewable energy study is progressively more relevant due to climate change observed around the globe. Such events require professionals training to meet the Sustainable Development Goals (SDGs) proposed by the United Nations, related to the Agenda 2030. Based on SDGs 7 and 13, this paper proposes the development of a prototype as a learning tool about solar photovoltaic energy, as well as contributes to raising awareness about the importance of balancing energy matrices to meet the premises of sustainable development. Since SDG 7 concerns ensuring clean and affordable energy, the proposed tool uses accessible and low-cost materials to produce a teaching kit that is feasible for everyone in the near future. Furthermore, the prototype meets SDG 13 as an action, albeit indirect, against climate change. Toward these objectives, qualitative research is used through the inductive

<sup>1</sup> Estudante do curso de Licenciatura em Física do Centro Universitário Internacional UNINTER

<sup>2</sup> Estudante do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Internacional UNINTER

<sup>3</sup> Estudante do curso de Engenharia da Computação do Centro Universitário Internacional UNINTER

<sup>4</sup> Professor da UNINTER - Orientador

method, as well as experimental research, aggregated to a new literature review instigated by themes and allied to practice. A virtual mockup was elaborated for validation and manufacturing of the minimum viable product (MVP). In a first moment, it was assumed that the main measure applied should be regarding the electrical voltage generated by the solar panels. The result is a mobile app that meets the expectations and will be implemented in future works.

**Keywords:** learning tool; sustainable development; renewable energy.

## Resumen

El estudio de las energías renovables es cada vez más relevante debido a los cambios climáticos observados en todo el mundo. Esos eventos requieren de profesionales formados para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la ONU, relacionados con la Agenda 2030. Con base en los ODS 7 y 13, este artículo propone el desarrollo de un prototipo como herramienta de aprendizaje sobre energía solar fotovoltaica y pretende contribuir para la concienciación sobre la importancia del equilibrio de las matrices energéticas con el fin de cumplir con las premisas del desarrollo sostenible. Dado que el ODS 7 se refiere a la garantía de energía limpia y accesible, la herramienta propuesta utiliza materiales accesibles y de bajo costo para producir un kit didáctico viable para todos en un futuro próximo. Además, el prototipo cumple con el ODS 13 como una acción, aunque indirecta, contra el cambio climático. Para cumplir con estos objetivos, se utiliza una investigación cualitativa, de método inductivo, así como una investigación experimental, sumada a una nueva revisión bibliográfica realizada por temas y aliada a la práctica. Se creó un modelo virtual para la validación y construcción del producto mínimo viable (MVP). En un principio, se asumió que la principal medida aplicada debería ser en relación con la tensión eléctrica generada por los paneles solares. El resultado obtenido es una aplicación móvil que cumple con las expectativas y será implementada en futuros trabajos.

**Palabras-clave:** herramienta de aprendizaje; desenvolvimiento sostenible; energías renovables.

## Introdução

O foco da geração de energia limpa e renovável está atrelado ao desenvolvimento de pesquisas tecnológicas voltadas para esse ramo da ciência ao nível global. O plano da ONU, através da Agenda 2030, é promover um mundo mais sustentável e melhor até o ano de 2030. Além disso, condições climáticas, fatores econômicos e vegetação são determinantes para esse processo de desenvolvimento, conforme os ODS 7 e 13, que visam o desenvolvimento sustentável, assim como o acesso confiável, sustentável, moderno e com preços acessíveis à energia. Portanto, todos precisam se conscientizar do acesso a fontes alternativas — como através do bom aproveitamento da energia solar — e da importância do equilíbrio entre matrizes energéticas para o desenvolvimento sustentável.

A energia renovável é abundante, por recorrer a fontes reabastecidas naturalmente, enquanto a energia não renovável exige a aplicação, por meio do sistema, de recursos que exauram à natureza (CEMIG, 2012).

A obtenção da energia solar depende principalmente da disponibilidade de superfícies expostas ao sol, sendo natural considerar uma tendência a desenvolver e projetar com

parâmetros “solares” que, para manter o acesso da energia solar para todos, as maneiras aparentes das edificações e ajustes urbanos poderão ser moldadas (SOUZA, 2008).

O aproveitamento da energia solar a partir de sistemas de geração adequadamente dimensionados e economicamente viáveis é possível através de estudos solarimétricos da região. Porém, tais informações nem sempre estão prontamente disponíveis devido à grande extensão territorial, da instalação e manutenção de instrumentos de medição solar, conforme estudos de Guimarães (2003).

Segundo Silva (2015, p. 42), “a relação entre Ciência, tecnologia e sociedade se modifica em função do contexto histórico e cultural”. Semelhantemente, Santos (2011, p. 21) diz que “a educação científica apresenta propósitos que vêm mudando conforme o contexto sócio-histórico”. Dentro de escolas e ambiente acadêmico, a energia renovável é tema de estudos, pesquisas e discussões, além de sua aplicação ser imprescindível para que a sociedade futura seja mais consciente e tenha em mente a importância do desenvolvimento sustentável, por ser um investimento possivelmente rentável a longo prazo.

O objetivo deste trabalho é proporcionar o desenvolvimento de um kit didático contendo materiais acessíveis e de baixo custo para despertar o interesse e auxiliar o aprendizado dos alunos, além de levá-los a ter uma visão de desenvolvimento sustentável.

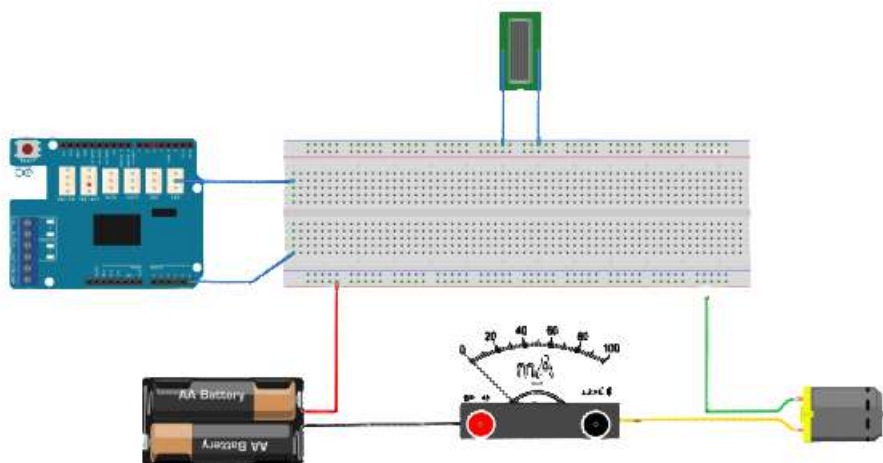
## **Metodologia**

Em trabalho prévio, conforme Diniz *et al.* (2021), realizou-se a revisão bibliográfica sobre o tema, a relação de materiais, a seleção de componentes, o levantamento de preços, assim como a análise da viabilidade econômica para a construção do MVP (Mínimo Produto Viável), almejando o kit didático. Com a viabilidade econômica validada a partir das premissas do baixo custo e do acesso facilitado, construiu-se o protótipo (MVP).

Em uma nova pesquisa qualitativa embasada em Diniz *et al.* (2021), através de método indutivo e pesquisa experimental, visou-se a compreensão e a interpretação dos fenômenos envolvidos. Para aprofundar o entendimento, foi necessária uma nova revisão bibliográfica das temáticas circuito impresso, baterias e seu armazenamento, possibilidades de uso da carga gerada, circuito em série e paralelo, desenvolvimento de *apps mobile (software)*, estruturação de hardware e implementação de tecnologias 4.0 (internet das coisas e computação em nuvem).

Com este aparato teórico, seguiu-se para a elaboração de uma maquete virtual para identificar possíveis *gaps* na construção física. Na sequência, com os componentes em mãos, elaborou-se o circuito impresso abrangendo diferentes possibilidades de configuração. Partindo para a interface analógica/digital, implementou-se o NodeMCU (2014) como estrutura de *hardware*, sendo esta uma plataforma *open source* muito utilizada para projetos que envolvem internet das coisas (IoT). Por fim, chegou-se na etapa de desenvolvimento de *software* (aplicativo) por meio da plataforma *Firebase*<sup>5</sup>, como comunicação para o *framework Flutter*<sup>6</sup>, e linguagem de programação *Dart*<sup>7</sup> para o desenvolvimento do aplicativo.

**Figura 1:** maquete virtual



**Fonte:** os autores (2022).

## Resultados e discussão

Para a execução do MVP (mínimo produto viável) foi definido que a principal medida seria relativa à tensão elétrica gerada pelas placas solares, diretamente através da única porta analógica do NodeMCU<sup>8</sup>, conectado ao circuito elaborado para controle das placas fotovoltaicas.

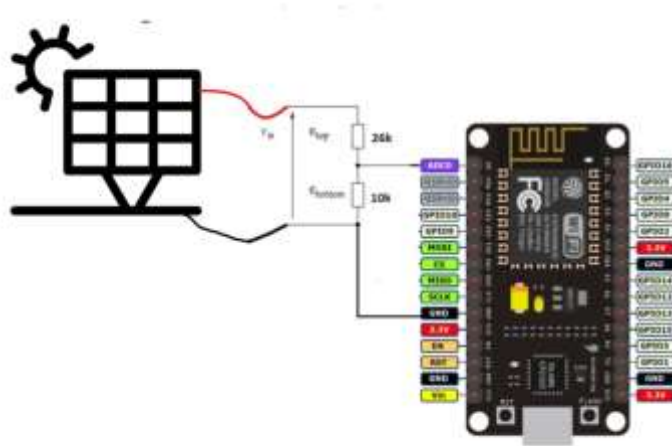
**Figura 2:** esquema para medição das placas fotovoltaicas

<sup>5</sup> Disponível em: <https://firebase.google.com/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

<sup>6</sup> Disponível em: <https://flutter.dev/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://dart.dev/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

<sup>8</sup> Disponível em: <https://github.com/nodemcu>. Acesso em: 10 abr. 2023.



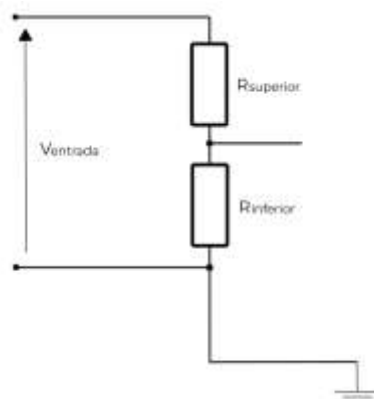
Fonte: [www.engineersgarage.com](http://www.engineersgarage.com)

A partir da média de cinco leituras, intervaladas em 5 milisegundos, conseguimos obter a média de tensão daquele intervalo. O cálculo para obter a tensão através dos resistores, onde  $V_{saida}$  é a tensão de saída.

$$V_{saida} = \frac{R_{inferior}}{R_{inferior} + R_{superior}} \times V_{entrada}$$

A tensão é medida através de um circuito com resistores. Ao estabelecer a tensão máxima gerada pelas placas, podemos calcular a tensão baseada na variação da tensão obtida no resistor inferior, que é menor que o superior, conforme Figura 3:

**Figura 3:** circuito de resistores usados para obter a tensão das placas fotovoltaicas



Fonte: os autores (2022),

No código, precisamos preparar os valores das portas do NodeMCU para valores que correspondem a nossa variável. Primeiramente, um laço de repetição para obter e somar dez valores a cada cinco milissegundos. A partir disto, obtemos a média dos valores, que será convertida para o valor da resistência, ao dividi-la por 1,024 (mil e vinte e quatro) e multiplicando-a por 5. Por fim, multiplicamos a resistência pela razão da tensão (valor obtido pelos valores das resistências escolhidas no circuito).

**Figura 4:** código para obtenção de 5 medidas e conversão para variáveis nas medidas do projeto



```
for(unsigned int i=0;i<10;i++){
    Vvalue=Vvalue+analogRead(BAT);
    delay(5);
}

Vvalue=(float)Vvalue/10.0;
Rvalue=(float)(Vvalue/1024.0)*5;
Tvoltage=Rvalue*RatioFactor;
```

Fonte: os autores (2022).

Obtendo essas medidas, enviamos os dados para o serviço *Firebase* para armazenamento e leitura do aplicativo. Tal envio usa a biblioteca do próprio serviço, obedecendo o limite de um segundo e meio entre envios. Observou-se que, em intervalos menores, ocorriam erros de recebimento dos dados por parte do servidor.

**Figura 5:** trecho de código para envio dos dados obtidos ao *Firebase*



```
if (Firebase.ready() && (mills() - sendDataPrevMills > 1500 || sendDataPrevMills == 0))
{
    sendDataPrevMills = mills();
    FirebaseJson json;

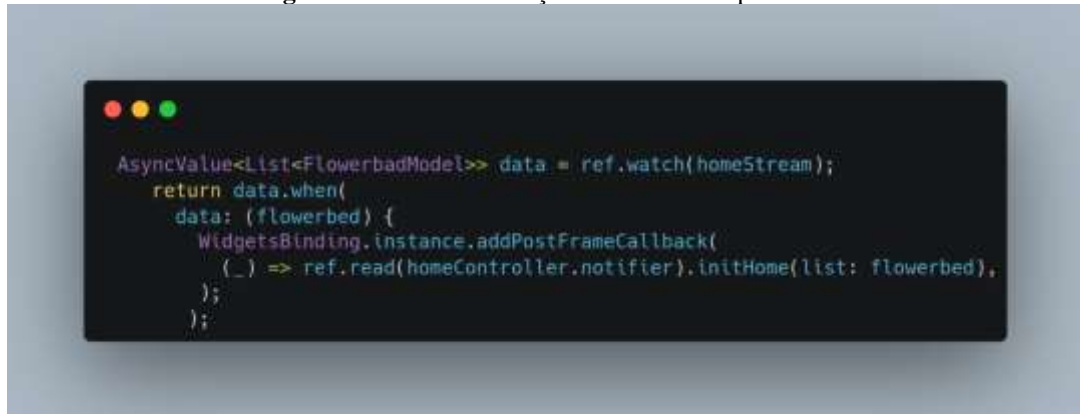
    json.setJsonData("{\"value\":\""String(Tvoltage)"\"");

    Firebase.RTDB.set(&fbdo, F("/"), &json);
}
```

Fonte: os autores (2022).

Feito isso, construímos o aplicativo que receberia esses dados e os exibiria de forma amigável ao nosso usuário. Para tanto, utilizamos o *Framework Flutter* para o desenvolvimento do aplicativo. A tela principal é composta de uma interface amigável com informação atualizada em tempo real, onde o aplicativo “ouve” as mudanças enviadas pelo *Firebase*.

**Figura 6:** trecho da obtenção dos dados no aplicativo

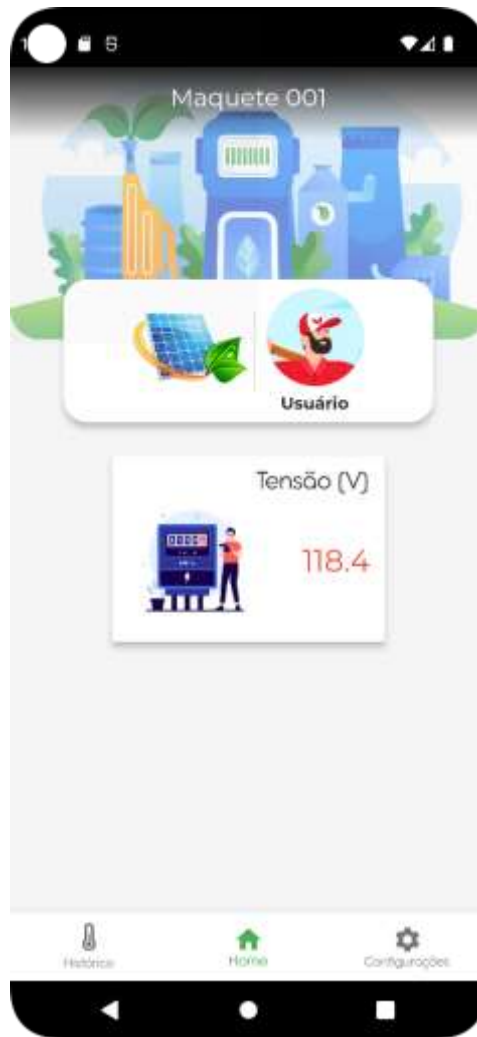
A screenshot of a code editor showing Dart code for data fetching in Flutter. The code is as follows:

```
AsyncValue<List<FlowerbadModel>> data = ref.watch(homeStream);  
return data.when(  
  data: (flowerbed) {  
    WidgetsBinding.instance.addPostFrameCallback(  
      (_) => ref.read(homeController.notifier).initHome(list: flowerbed),  
    );  
  });
```

**Fonte:** os autores (2022).

O método “*watch*” mantém uma conexão com o *Firebase*, de modo que todas as vezes que surge um dado novo, a tela é atualizada com ele.

**Figura 7:** tela principal do App mostrando a tensão obtida



Fonte: os autores (2022).

### Considerações finais

Nesta etapa do trabalho, objetivou-se o desenvolvimento do MVP (Mínimo Produto Viável), ou seja, um produto em sua base primária, suscetível a adaptações e tangível, pela materialização do protótipo. Aplicaram-se testes para validação técnica do produto, que cumpriu os requisitos para aprovação. Além disto, como se trata de um MVP, identificou-se uma restrição técnica quanto às portas do *hardware* adquirido, visto que se precisava ao menos de duas portas, uma destinada à tensão e outra para a corrente, enquanto o *hardware* apresentava apenas uma porta. Com esta simplificação, a saída escolhida foi destinar esta porta para a variável tensão.

Em relação ao kit didático, o qual, segundo Paines (2014), deve proporcionar uma interface direta com a realidade da temática proposta, instigando o senso crítico para resolução



de problemas, também se alcançou resultado satisfatório, pois o protótipo em questão, o qual contempla como objetivo maior a disponibilização de um kit didático acadêmico para a instituição de origem oferece diversas possibilidades de configuração, considerando a temática de energia solar fotovoltaica, além de trazer consigo tecnologias popularizadas com o advento da indústria 4.0: internet das coisas (IoT) e computação em nuvem. Esta vertente enriquece significativamente o kit didático, pois este não se estende apenas à concepção de uma maquete com possibilidades de configuração, mas também ao uso de um aplicativo plenamente integrado a ela.

Na vertente do desenvolvimento sustentável, assunto muito em voga no momento da produção deste trabalho devido à COP 27 (27.<sup>a</sup> Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas), tem-se um olhar especial, que também atingiu o resultado esperado, visto que propicia conscientização do uso de uma energia renovável e limpa, conforme os ODS 7 e 13, através do processo de ensino-aprendizagem.

Como objetivos futuros, o projeto de pesquisa visa desenvolver uma versão definitiva do kit didático através do ajuste de *hardware* e refinamento do *software*, realizar a patente junto ao Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI), ou através de alguma instituição internacional de igual autoridade e, por fim, estruturar apresentação e proposta comercial, visando o uso em larga escala do kit proposto.

## Referências

CEMIG. **Alternativas Energéticas**. [S. l.], 2012. Disponível em: [http://www.cemig.com.br/ptbr/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/inovacao/Alternativas\\_Energeticas/Documentos/Alternativas%20Energeticas.pdf](http://www.cemig.com.br/ptbr/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documentos/Alternativas%20Energeticas.pdf).

DINIZ, R. L. *et al.* Proposta de um kit didático para energia solar fotovoltaica. In: XVI ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E FÓRUM CIENTÍFICO (ENFOC); SEMINÁRIO PIBID — PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 16., 7., 2021. **Anais [...]**. Curitiba: ENFOC; PIBID, 2021.

GUIMARÃES, A. P. C. **Estimativa de Parâmetros da Camada Atmosférica para Cálculo da Irradiação Solar Incidente na Superfície Terrestre**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) — Universidade Federal do Rio Janeiro, Rio Janeiro, 2003.

PAINES, Patrícia de Andrade. **Desenvolvimento de kit didático de geração de energia solar**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. *In*: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (orgs.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2011. p. 21-47.

SILVA, S. M. C. **O uso do computador em projeto investigativo no ensino de Ciências**: uma análise das interações e significação das transformações de energia. 2015. 202 p. Dissertação (Mestrado em Conhecimento e Inclusão Social em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SOUZA, L. G. M. Sistema de aquecimento solar de água para aplicações residenciais utilizando materiais alternativos. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA (CONEM), .5, Salvador, 2008. **Anais [...]**. Salvador: ABCM, 25-28 ago. 2008.