

# DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO MÓVEL PARA O DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE MICROGERAÇÃO SOLAR DISTRIBUÍDA

Allysson R. T. Tavares, João V. S. Matias, Carlos E. N. Pereira, Maxwell M. do Amaral

Instituto Federal Fluminense campus São João da Barra

## RESUMO

Este projeto de pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis capaz de dimensionar e orçar um projeto de geração solar fotovoltaica distribuída grid-tie com base em informações fornecidas pelo usuário. Nesse tipo de sistema, a luz solar incidente sobre os painéis é absorvida e convertida em energia elétrica, corrente contínua. Um inversor capta a corrente contínua e a transforma em corrente alternada. A energia gerada é injetada na rede de distribuição, gerando créditos que são abatidos na conta de luz. A implementação do código fonte do aplicativo incluiu as linguagens Unity Engine, JavaScript e C#. Como requisitos básicos do produto, destacam-se: rodar em Android versão 2.3.1 e superiores; a geração de um orçamento aproximado para encorajar o investimento na instalação; relatório que possibilite a compreensão por parte do consumidor residencial e interface amigável ao usuário. No gerenciamento desse projeto foi utilizado o modelo Project ModelCanvas. Esta metodologia absorve conceitos da neurociência, em que é mais fácil pensar e planejar visualmente, possibilitando um entendimento mais rápido e intuitivo, além de simplificar a comunicação permitindo uma visão geral do projeto, onde a informação é trabalhada em conjunto e é extraída das partes interessadas em tempo real de maneira colaborativa. Como resultado, pretende-se incentivar a diversificação da matriz energética nacional e desmistificar a concepção de que os sistemas residenciais fotovoltaicos são inacessíveis ao cidadão comum por serem caros e complexos.

Palavras Chaves: Painéis Fotovoltaicos, Energia Solar, Aplicativo Android , Grid-Tie, Sustentabilidade.

## MOBILE APPLICATION DEVELOPMENT FOR DESIGN DISTRIBUTED MICROGENERATION SOLAR SYSTEMS

### ABSTRACT

*This research project aims to develop an application for mobile devices able to scale and budget a solar photovoltaic generation project distributed grid-tie based on user input devices. In this type of system, sunlight incident on the panels is absorbed and converted into electrical energy, direct current. An inverter captures the direct current and transforms it into alternating current. The generated energy is injected into the distribution network, generating credits that are discounted in the electricity bill. The implementation of the application source code has included the Unity Engine languages, JavaScript and C #. As basic requirements of the product stand out: run on Android version 2.3.1 and higher; generating an approximate budget to encourage investment in the facility; report that enables the understanding by the residential consumer and user-friendly interface. The Project ModelCanvas has been used as a model in the management of this project. This methodology absorbs concepts of neuroscience which makes easier to think and plan visually, enabling a faster and more intuitive understanding and it also simplifies communication allowing an overview of the project, where information is crafted together and is extracted from stakeholders real-time collaborative manner. As a result, it is intended to encourage the diversification of the national energy matrix and demystify the notion that PV photovoltaic residential systems are inaccessible to ordinary people because they are expensive and complex.*

*Key Words: Photovoltaic panels, Solar Energy, Android Application, Grid-Tie, Sustainability.*

## I. INTRODUÇÃO

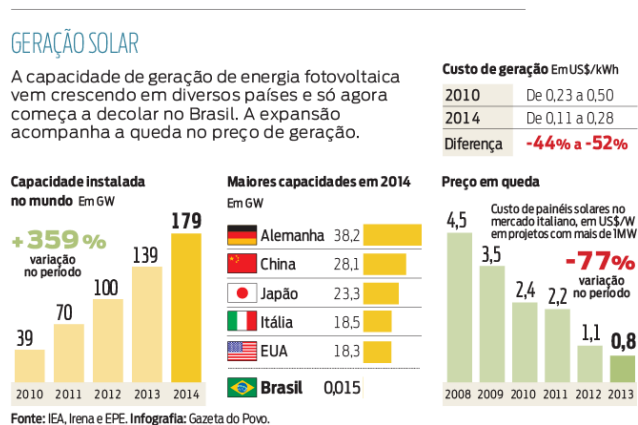
Já há algumas décadas, o mundo busca um desenvolvimento sustentável, ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável. Vivemos em um momento em que a busca por energias alternativas se faz necessária e reconfigurar à matriz energética nacional é uma obrigação.

A melhor estratégia para se reduzir a emissão de gases de efeito estufa em escala global é a utilização de fontes renováveis de energia. Aproximadamente 70% das emissões de gases de efeito estufa são geradas pelo setor de energia, em sua maior parte pela queima de combustíveis fósseis na geração de energia térmica, transporte e elétrica. Conforme Rogner (2007), em 2004, o setor de energia elétrica foi o principal responsável pelas emissões de CO<sub>2</sub>, que correspondeu a 27% do total de emissões globais.

Segundo os dados do Ministério de Minas e Energia, o Brasil dispõe da hidroeletricidade para mais de  $\frac{3}{4}$  de sua matriz energética, porém as autoridades incentivam cada vez mais as energias de biomassa, solar e eólica como alternativas secundárias. Segundo dados preliminares do Balanço Energético Nacional de 2015, realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2014 a participação de renováveis na Matriz Energética Brasileira ampliou-se, devido às condições hidrológicas favoráveis e ao aumento da geração eólica.

A oportunidade que despertou o interesse por esse tema foi a publicação da Resolução Normativa nº 687/2015, que criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, permitindo que o consumidor instale pequenos geradores (tais como painéis solares fotovoltaicos e microturbinas eólicas) em sua unidade consumidora e troque energia com a distribuidora local com objetivo de reduzir o valor da sua fatura de energia elétrica. Uma pesquisa recente desenvolvida pela Market Analysis em conjunto com o Greenpeace identificou que a população ainda possui baixo nível de conhecimento sobre tal resolução. Sete em cada 10 brasileiros afirmou não saber nada ou pouco sobre o tema. No entanto, apesar do desconhecimento, quase 90% da população entrevistada afirmou ter interesse em saber mais sobre microgeração e consideram investir em produzir sua própria energia. Segundo Cabello (2013), dentre as alternativas tecnológicas para a implantação de microssistemas de geração de energia elétrica, microgeração distribuída, a energia fotovoltaica é a que mais vem sendo discutida e testada, devido à sua maior facilidade de instalação e mais simples operação e manutenção. A contínua redução de preço dos painéis fotovoltaicos no mercado internacional, principal insumo destes sistemas, também tem propiciado a disseminação desta fonte alternativa.

A Figura 1 fornece um panorama sobre a capacidade instalada de geração solar em vários países, contrastando com a pequena participação na matriz brasileira.



**Figura 1 – Capacidade de Geração Fotovoltaica**

Fonte: IEA

Diante desse cenário, decidiu-se criar um aplicativo para celulares equipados com o sistema operacional Android, capaz de dimensionar e orçar um projeto de geração solar fotovoltaica distribuída grid-tie com base em informações fornecidas pelo usuário. O foco é o consumidor residencial de energia elétrica, conectado à rede, e que investiria em módulos fotovoltaicos para transformação de energia solar em energia elétrica.

## II. FUNDAMENTAÇÃO

A Microgeração de Energia Distribuída é caracterizada por uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes de energia renovável, como a energia solar fotovoltaica, conforme regulamentação 687/2015 da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. Ou seja, a microgeração de energia solar é todo e qualquer sistema de energia solar fotovoltaica conectado à rede que seja menor que 100kW. A Resolução Normativa representou um grande avanço para a regulamentação da micro e minigeração de energia no país, pois permite a conversão do excedente de energia gerado pelo sistema fotovoltaico em créditos de energia para serem utilizados posteriormente. A compensação é realizada a partir da energia excedente injetada pelo microgerador na rede da distribuidora de energia, a qual gera créditos de energia equivalentes para serem consumidos em um período de até 36 meses. Ainda, de acordo com o art. 2º, é possível que o crédito gerado seja utilizado por outra unidade consumidora,

desde que esta esteja relacionada ao mesmo CPF (Cadastro de pessoa Física) ou CNPJ (Cadastro de Pessoa Jurídica) da unidade consumidora responsável pela geração dos créditos.

Os sistemas conectados têm uma grande vantagem com relação aos sistemas isolados por não utilizarem baterias e controladores de carga. Isso os torna cerca de 30% mais eficientes e também garante que toda a energia seja utilizada, ou localmente ou em outro ponto da rede. Do ponto de vista dos componentes (Figura 2), um sistema fotovoltaico grid-tie é composto por painéis solares e inversores. O inversor Grid-Tie, além de transformar a corrente contínua em alternada, deve sincronizar o sistema com a rede pública. Por estarem conectados à rede, os períodos de baixa geração de energia (noites e dias chuvosos) são compensados pela mesma, o que elimina a necessidade de baterias.



**Figura 2 – Sistema Grid - Tie**

Fonte: T8M Energia Solar.

Conforme Souza (2014) podem-se resumir como vantagens associadas a essa tecnologia:

- A fonte da energia (sol) é virtualmente infinita e gratuita;
- Não apresenta ruído;
- Baixa manutenção (apenas eventual limpeza dos módulos)
- Não poluente
- Potência modular (sua potência pode variar de watts a megawatts).

Em contrapartida, apresenta as principais desvantagens:

- Custo ainda elevado;
- Processo de produção eletro intensivo do módulo fotovoltaico (dependendo da matriz elétrica do local onde é produzido, pode não ser considerado não poluente, ou seja, se a fonte de energia for de origem fóssil, por exemplo, o processo fabril do módulo é considerado poluente).

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

No gerenciamento desse projeto foi utilizado o Project ModelCanvas. Considerado uma metodologia inovadora de gerenciamento de projetos, o Canvas foi desenvolvido para tornar a gestão de projetos mais ágil e eficaz. Trata-se de um método colaborativo e desburocratizado, no qual todos os *stakeholders* do projeto participam com proatividade.

Criado pelo professor José Finocchio Júnior, especialista em gerenciamento de projetos, este método é ideal para ambientes que priorizam a criatividade e o dinamismo em seus negócios, permitindo uma melhor compreensão dos componentes do plano de projeto, o engajamento da equipe e a rápida tomada de decisões.

Esta metodologia é oriunda dos conceitos clássicos do gerenciamento de projetos, mas não impõe a rigidez e a complexidade dos métodos desse processo. Sua prática tem como objetivo a convergência dos interesses dos diversos agentes envolvidos no empreendimento, levando em consideração, precoce e globalmente, a repercussão das decisões tomadas durante o projeto na eficiência da produção e na qualidade do produto gerado.

Os principais benefícios do Project Model Canvas são:

- a) maior integração entre os diversos agentes envolvidos na construção do produto, pela formação de equipes multidisciplinares;
- b) redução de tempo na elaboração dos projetos;
- c) melhoria no desempenho do produto e do processo;
- d) diminuição de custos.

A estruturação do projeto seguindo esta metodologia de gestão pode ser visualizada no Anexo 1.

O dimensionamento de um sistema fotovoltaico exige a entrada de alguns valores básicos, tais como:

- Tensão nominal do sistema;
- Potência exigida pela carga;
- Horas de utilização das cargas (perfil de carga): Juntamente com a potência requerida pela carga deverá ser especificado o tempo diário de utilização da referida potência. Multiplicando potência por horas de utilização serão obtidos os watts-hora requeridos pela carga ao final de um dia;

- Localização geográfica do sistema: Tal dado é necessário para determinar o ângulo de inclinação adequado para o módulo fotovoltaico e o nível de radiação (médio mensal) da localidade em questão.

A fim de simplificar a entrada de dados pelos usuários, tais informações são calculadas pelo algoritmo com base no histórico de consumo médio mensal de eletricidade, valor médio mensal, localização geográfica e percentual desejado de geração solar.

Todas as pesquisas já concluídas não influenciariam o usuário se não fossem colocadas em um plano prático. O objetivo das pesquisas realizadas até aqui é justamente levar ao cliente, tendo conhecimento do assunto, ou não, informação qualificada e descomplicada sobre o seu projeto.

Com o surgimento dos *smartphones* e *tablets*, o desenvolvimento de aplicativos para estes tipos de dispositivos permitem alcançar universalmente a população urbana.

O Android é um sistema operacional desenvolvido para atuar em dispositivos móveis, constituente de um kernel linux. Dentre as várias características, podemos citar como pontos fortes da plataforma, a gratuidade, por se tratar de um código aberto, e também a facilidade e rapidez do desenvolvimento. O código aberto permite modificações e inovações por parte do usuário, além de ser mais facilmente testado pelo mesmo no processo de implementação de código. Por sua simplicidade e sua dominância absoluta em número de usuários, o Android foi escolhido para ser o sistema operacional de criação do aplicativo.

O desenvolvimento do aplicativo ocorreu em etapas. Primeiramente escolheu-se uma IDE (ambiente de desenvolvimento integrado), ou seja, a ferramenta para o desenvolvimento do aplicativo, que desse total suporte ao Android, além de uma visão entre a programação do aplicativo e sua mostragem na própria IDE, para que possa obter clareza quanto a programação. A IDE escolhida foi a *Unity Engine*. Logo após, ocorreu a prototipação das telas. Esta etapa foi desenvolvida com as linguagens que a *Unity Engine* permitia: C# e JavaScript. Após todas as testagens concluídas com sucesso na IDE desenvolvedora, resolveu-se

testá-las em outros dispositivos *Android*. Foram obtidos resultados satisfatórios em todos os dispositivos testados.

Todo design e layout do aplicativo foram criados para que o usuário obtenha clareza durante o uso da ferramenta. Todos os passos citados são de extrema importância para o desenvolvimento do aplicativo e sua futura universalização em outros sistemas operacionais.

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aplicativo encontra-se em fase de pré-lançamento de sua versão alpha, na qual o usuário poderá utilizá-lo como uma ferramenta para dimensionar e orçar seu projeto fotovoltaico para instalações residenciais. Por primar pela objetividade, a interface do programa consta de telas simples e autoexplicativas.

Ao se iniciar o aplicativo, surge a tela introdutória da Figura 3. O usuário precisa clicar no ícone verde central para abrir o questionário.



**Figura 3 – Tela inicial**

A segunda tela (Figura 4) traz um questionário onde o usuário insere os dados históricos de consumo médio mensal, valor médio mensal da conta de luz, percentual desejado de geração solar e região onde se encontra. A posição geográfica serve para inferir o índice solarimétrico local que será utilizado nos cálculos.

**Figura 4 – Questionário**

Por fim, o usuário tem acesso ao relatório gerado pelo sistema (Figura 5). Neste relatório é possível estimar o número de placas necessárias para gerar a potência requerida, o valor total estimado para a aquisição do sistema, a economia anual e o tempo de retorno do investimento. Um botão adicional permite acesso às premissas utilizadas nos cálculos, tais como potência e área das placas, valores dos equipamentos e índice solarimétrico.

**Figura 5 – Relatório**

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar a microgeração fotovoltaica como uma alternativa interessante às fontes tradicionais no sistema elétrico brasileiro. Apesar de existirem limitações devido, principalmente, à sua intermitência, seu custo de operação é muito baixo e o recurso solar é infinito. Além disso, na atual conjuntura do setor elétrico brasileiro, a microgeração mostra-se uma modalidade de muito potencial e com retorno financeiro atrativo para os consumidores de energia elétrica.

O aplicativo em desenvolvimento por este grupo de trabalho é simples e de fácil uso, que pode ser utilizado em qualquer lugar por meio de um dispositivo móvel. Através da ferramenta, além de obter o dimensionamento de um projeto de geração residencial, o usuário irá visualizar um orçamento aproximado dos equipamentos necessários.

Após a disponibilização da versão Alpha, novas versões do aplicativo serão lançadas, com as devidas correções e aperfeiçoamentos sugeridos pelos primeiros usuários. As especificações dos equipamentos serão detalhadas em maior profundidade para aumentar a fidelidade dos dados gerados.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, G. H., Estudo sobre a utilização de energia solar no Brasil para uso residencial. Dissertação de Mestrado, UNESP, 2014.
2. BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução Normativa Nº 687, de 24 de novembro de 2015. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF. (<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>)

3. CRESESB – Centro de referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito em: <http://www.cresesb.cepel.br> acessado em: 06/2016
4. JÚNIOR, José Finocchio. **Project model canvas: gerenciamento de projetos sem burocracia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
5. LECHETA, R. R. **Google Android**. Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK. São Paulo: Novatec, 2009.
6. MARTINS, R. J. W. A. **Desenvolvimento de aplicativo para smartphone com a plataforma Android**. 2009. 44 f. Projeto final de Graduação (Engenheiro de Computação) - Curso de Engenharia de Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.
7. SOUZA, Marcio Eli Moreira. **Inserção de Microgeração Distribuída nas redes de baixa tensão: Implantação de Telhados Solares – Estudo de Caso Real**. 2014. 120 f. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
8. Balanço Energético Nacional – BEN – Empresa de Pesquisa Elétrica. Pesquisa na qual se encontra o balanço energético brasileiro em 2015. ([https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2016.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2016.pdf))



ANEXO 1

Estruturação do projeto no Project Model Canvas.

