

## SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO E SOLAR *OFF GRID*

### *WIND HYBRID SYSTEM AND SOLAR OFF GRID*

Matheus Santos de Lima<sup>1</sup>

Alexandre Martins Gouveia<sup>2</sup>

Alexandre Vieira Oliveira<sup>3</sup>

#### RESUMO

As reflexões deste artigo concentram-se na análise da importância de produzir a própria energia através dos painéis fotovoltaicos e do aerogerador, em um sistema híbrido *off-grid* para o fornecimento de energia que pode ser utilizada como uma alternativa na qual a energia elétrica é escassa, contribuindo na economia do custo mantendo energizado o sistema, evitando ficar sem eletricidade. Em uma pesquisa de campo, foi constatada que toda essa energia elétrica produzida e armazenada em um banco de baterias estacionárias. A partir da automatização do controlador de carga que monitoram o nível de tensão de energia das baterias, evitando a sua descarga total, transferido para a rede da concessionária para evitar desgastes desnecessários da bateria e de falta de energia nos equipamentos, ativando o inversor fazendo com que entre em funcionamento quando o nível de carga das baterias estiver a 100% carregada, assim contribuindo com o aumento da vida útil das baterias, A partir desse processo o sistema irá funcionar normalmente sem sofrer falta de energia e mantendo os equipamentos sempre ligados.

Palavras-chave: Produzir a própria energia. Painéis fotovoltaicos. Aerogerador.

---

<sup>1</sup> Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: matheus\_delima@live.com.

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: xandigouveia@hotmail.com.

<sup>3</sup> Docente do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: avoliveira@cpfl.com.br

## ABSTRACT

*The reflections of this article focus on the analysis of the importance of producing the energy itself through the photovoltaic panels and the wind turbine, in an off-grid hybrid system for the supply of energy that can be used as an alternative in which the electric energy is scarce, contributing to the cost savings by keeping the system energized, avoiding running out of electricity. In a field survey, it was found that all this electrical energy produced and stored in a bank of stationary batteries. From the automation of the load controller that monitor the voltage level of the batteries, avoiding their total discharge, transferred to the network of the utility to avoid unnecessary wear of the battery and lack of energy in the equipment, activating the inverter doing with which starts up when the charge level of the batteries is 100% charged, thus contributing to the increased battery life. From this process the system will operate normally without suffering a lack of power and keeping the equipment always on.*

*Keywords: Produce own energy. Photovoltaic panels. Wind turbine.*

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema híbrido gera sua energia através de métodos renováveis para produzir energia elétrica. Temos como principal meio de produção a solar e a eólica. Ao planejar esses sistemas em locais isolados de difíceis acessos, atribuímos ao consumidor formas de produzir a sua própria energia através do sol e do vento (REIS, 2011).

O sistema *off-grid*, são isolados da rede elétrica a partir da geração de energia fotovoltaica, é um dos métodos mais apropriados para converter a energia solar em energia elétrica contínua, que são armazenadas em baterias estacionárias para ser utilizada durante o dia e a noite. Para esse conjunto gerar energia, precisa-se do controlador de carga, baterias e painéis fotovoltaicos (MOREIRA, 2017). As principais vantagens de possuir o painel fotovoltaico, é que não polui o meio ambiente e também possui pouca manutenção durante sua vida útil. Com o passar do tempo seu preço vem diminuindo e sua qualidade vem melhorando, dando ao consumidor mais satisfação ao adquiri-lo. A desvantagem é que o sistema não

produz energia durante a noite, no armazenamento a energia solar não é tão eficiente quando comparada a energia hidrelétrica e a biomassa (PINTO, 2014).

Entretanto existe outro método de produzir energia elétrica, com a utilização da captação dos ventos, utilizando um aerogerador instalado na ponta de um poste, acoplado a hélices que ao sentir a presença dos ventos, se deslocam em movimentos circulares (CAPELLI, 2013).

Assim como no sistema fotovoltaico, a energia gerada de turbinas eólicas pode ser dimensionada para o armazenamento em sistema *off-grid*. Esses sistemas geograficamente podem ser introduzidos na falta energia elétrica da concessionária (CASTRO, 2011).

A energia eólica consiste em um conjunto de componentes capazes de gerar energia, as hélices captam a movimentação dos ventos, o rotor converte a energia cinética em energia mecânica, a transmissão converte a energia mecânica no gerador, e o gerador tem a finalidade de converter energia do rotor em energia elétrica. Para produzir energia contínua, precisa-se de um retificador, que tem a finalidade de transformar energia alternada em energia polarizada, o armazenamento de energia é feito por baterias estacionárias para suprir a carga em falta de vento (REIS, 2017).

O sistema eólico tem a vantagem de produzir energia limpa, não liberam resíduos e não emitem gases poluentes, a desvantagem desse sistema é que suas hélices provocam ruído e acidentes com aves, ocasionando fraturas graves (DELGADO, 2009).

O sistema independente tem como finalidade o uso de baterias para o armazenamento de energia, que pode ser utilizado em equipamentos elétricos de pequena potência (até 80kw), seu custo é mais alto pelo fato de ter baterias como forma de armazenagem (REIS, 2011).

Conforme a evolução tecnológica de energia sustentável, este artigo tem o objetivo de incrementar no mercado uma nova forma de gerar energia própria apresentando o conceito de *off-grid*, observando seus consumos isolados da rede elétrica.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Sistema solar

Na visão de Souza (2015), a captação solar é uma tecnologia de geração de energia elétrica altamente modular, com quase total ausência de emissões de poluentes e ruídos e durante seu funcionamento tem baixa ou nenhuma manutenção.

De acordo com Cresesb (2006), as principais características que afetam os painéis é a alta temperatura das células e a luminosidade excessiva. Com o aumento da temperatura o rendimento das células abaixa e sua eficiência de operação caia, abaixando a potência máxima gerada. Portanto com o aumento da luminosidade a corrente gerada aumenta linearmente.

A Figura 1, mostra o funcionamento de um gerador fotovoltaico não conectado na rede de distribuição, para o funcionamento de equipamentos que operam em CA (Corrente Alternada). Onde é necessário a utilização de um inversor, baterias e controladores de cargas. Um exemplo simples para a aplicação deste sistema é nas residências isoladas que utilizam o maior número de eletrodoméstico para um nível de conforto maior (REIS, 2011).

**Figura 1** - Funcionamento de um gerador



Fonte: Neosolar (2010)

### 2.1.2 Baterias

As baterias são muito importantes para o sistema, armazenam a energia carregada, e suprem a carga em horários de picos ou de falta de energia primária. Existem vários tipos e modelos de baterias, a mais adequada para o sistema *off-grid* são as de níquel-cádmio e a mais comum de chumbo-ácido seladas ou abertas. Baterias de níquel-cádmio representam maior custo e melhor desempenho. Baterias de chumbo-ácido estão em grande parte dos sistemas híbrido, cuja unidade de medida da bateria é o AH (Ampère Hora). A característica mais importante é seu ciclo de vida, independe de como é utilizada descarregada e recarregada (DAMASCENO, 2008).

As baterias automotivas são projetadas para dar partidas em veículos que precisam de maiores correntes em pouco tempo e sua vida útil se reduz mais rápido. Já as baterias estacionárias são mais indicadas para o sistema, pois são projetadas para receber descargas profundas e são mais econômicas e sua vida útil é de aproximadamente 4 a 5 anos (NEOSOLAR, 2010)

Após produzir energia através da luminosidade em um sistema fotovoltaico, as baterias são utilizadas para armazenar esta energia a fim de ser utilizada durante a noite. Elas são classificadas em baterias primárias e secundárias, portanto, as baterias primárias são descartadas, pois uma vez esgotadas não podem ser carregadas novamente. As secundárias podem ser recarregadas, em vez que ao aplicar corrente em seus terminais eles podem reverter as reações que geram a energia elétrica (BRAGA, 2008).

### 2.1.3 Inversor *off-grid*

O inversor *off-grid* tem o circuito estático que convertem a corrente contínua em corrente alternada com a frequência adequada. Existem dois tipos de inversores: os de tensão de corrente. Inversores de tensão produzem a energia podendo variar as frequências produzidas a partir das baterias em corrente contínua, de modo que não sofram perdas e potencial (BRUM, 2013).

Inversores de onda quadrada por serem mais comuns, podem ser utilizados em aparelhos específicos ao sistema, os inversores de onda modificada são

utilizados para ligar qualquer aparelho que não utilizem timer ou controle de velocidade, os inversores/carregador tem a função de carregar um banco de baterias e permitir uma fonte de energia externa para ser utilizada quando as baterias se descarregarem (NEOSOLAR, 2010).

No quadro a seguir detalha as características de cada onda dos inversores.

**Quadro 1:** Características das ondas senoidal.

Tipos De Inversores	Características
Onda Quadrada	<p>Fornecem uma saída CA com harmônicos alevados a pequena regulação de tensão. A onda quadrada é obtida simplesmente alterando-se a tensão e corrente. Comparando-se a operação em tensão senoidal da rede elétrica, um motor de indução, que esteja operando com estes tipos de inversores, tem somente cerca 60% do seu torque normal e aquecimento indesejáveis.</p> <p>São tipicamente mais baratos, porém, não devem ser usados para cargas indutivas, como motores. Entretanto, são muito adequados para cargas resistivas, tais como lâmpadas incandescentes.</p>
Onda Quadrada Modificada Ou Retangular	<p>São um refinamento dos inversores de onda quadrada. Chaveamentos adicionais são usados para melhoras aproximação de uma onda senoidal, e por isso, estes possuem menor distorção harmônica que os de onda quadrada.</p> <p>São adequados para uma maior variedade de cargas, incluindo lâmpadas, equipamentos eletrônicos e a maioria dos motores, embora não consigam operar um motor tão eficientemente quanto um inversor de onda senoidal.</p> <p>São mais adequados para operar em motores do que os inversores de onda quadrada, já que o aquecimento do motor é menor. O torque de partida e operação também são melhores visto que a tensão e corrente de pico são maiores. Entretanto, a tensão de pico destes inversores não deve ser excessiva.</p>
Onda Senoidal	<p>São geralmente mais caros; entretanto, se adequadamente projetados e dimensionados, são os que produzem uma tensão de saída e desempenho mais adequados.</p> <p>Podem operar qualquer aparelho CA ou motor, dentro da sua classificação de potência.</p> <p>Utilizam normalmente a técnica PWM com uma filtragem posterior utilizado em geral, para inversores trifásicos.</p>

PWM	<p>Possuem distorção harmônica muito baixa, principalmente em configurações trifásicas, apesar do aspecto visual da forma de onda.</p> <p>Permitem a construção de inversores senoidais com filtragem não muito complexa.</p> <p>Adequado para quase todas as cargas CA, exceto equipamentos muito sensíveis.</p>
-----	---

**Fonte:** Slideshare (2015)

#### 2.1.4 Controlador de carga

O controlador de carga é um dispositivo que tem a finalidade de controlar o estado de carga das baterias, protegendo-as de possíveis descargas (por excesso de uso) este controlador impede a sobrecarga e aquecimento, aumentando mais a vida útil das baterias (SOUZA, NETO, 2016). Os controladores de carga têm como objetivo controlar a transferência da energia gerada pelo sistema *off-grid* para carregar e proteger de sobrecargas as baterias evitando o superaquecimento, outra função é cortar ou desviar a carga em descargas profundas. Existem dois controladores de carga um do tipo shunt que utiliza relé e o tipo série que é composto por relé automático (BRUM, 2013).

Existem dois tipos de controladores de carga: PWM e MTTP; o mais comum é PWM que produz menor potência, são mais procurados pelo seu baixo custo. Porém, os controladores MTTP (Maximum Power Point Tracking) tem um custo elevado e produzem mais potência (NEOSOLAR, 2010).

## 2.2. Sistema Eólico

Atualmente, o Brasil tem os maiores consumidores de energia elétrica comparado com países Europeus, mesmo aproveitando os recursos de produção de energias provenientes dos ventos para bombeamento de água e geração de energia elétrica. O Brasil possui um enorme potencial para explorar a energia eólica (SILVA, 2011).

Os geradores induzem corrente elétrica ao girar o eixo em seus polos, esse sistema é utilizado em alternadores de automóveis, esses geradores geram corrente

alternada AC (Corrente Alternada) ou corrente contínua CC (Corrente Contínua). Esses geradores não emitem poluentes na atmosfera e não agredem o meio ambiente, porém, os aerogeradores emitem ruído dos rotores (SANTOS, 2006).

Os aerogeradores são desenvolvidos e projetados para ser leves, resistentes e aerodinâmicos, suas hélices giram em baixa rotação para evitar problemas com pássaro, estão de acordo com as normas para não causar riscos de ruído a saúde dos seres humanos, com isso tornam-se uma fonte de energia limpa e sustentável (DELGADO, 2009).

### **2.2.1. Sistemas autônomo e Sistemas híbridos de energia elétrica**

A produção de energia autônoma tem como objetivo ficar isolados da rede elétrica, fazendo uso de aparelhos específicos de baixo consumo; o sistema *off-grid* pode ser instalado em lugares de difícil acesso. Portanto esse sistema é mais econômico e ecológico para suprir a energia na carga desejada (BRUM, 2013).

Sistemas híbridos têm aplicação de energia eólica e solar, para o fornecimento de energia que pode ser utilizada como uma alternativa, na qual a energia elétrica é escassa, tendo como desvantagem a quantidade de equipamentos com um custo muito alto no sistema *off-grid*. Como vantagem, podem ser instalados em qualquer lugar e podem ser utilizados os dois sistemas, ou seja, os painéis fotovoltaicos junto com o aerogerador de pequeno porte (PINTO, 2015). Devido a capacidade limitada de armazenamentos das baterias ser muito maior que a produção do sistema de geração, os controladores de carga deixam de ser importantes (BRUM, 2013).

**Figura 2:** Sistema híbrido (energia eólica e fotovoltaica)





**Fonte:** Elaboração própria (2018)

O sistema híbrido é separado da concessionária e armazena a energia em baterias, existem várias fontes de energia fotovoltaicas e aerogeradores caracterizado por pequeno e grande porte para atender maior quantidade de usuários que utilizam a energia alternada; nesse sistema utiliza o inversor que converte a energia (DUTRA, 2008).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Metodologia de montagem

O sistema eólico na produção de energia no sistema caseiro tem como objetivo produzir energia constantemente, quando a ventos na região, principalmente de noite, quando a energia solar está ausente, mantendo as baterias do sistema *off-grid* sempre carregadas. O aerogerador de cata-vento que procura a posição do vento é o mais eficiente. O aerogerador produz energia alternada, porém sem controle. Para ser controlada essa energia, precisa-se de uma ponte retificadora trifásica para ser convertida de alternada para ser usada em um controlador de carga que armazena nas baterias. Para a elaboração do aerogerador de pequeno porte, será utilizado sucatas de produtos recicláveis para economizar os custos.

### 3.1.1 Calda do aerogerador

Conforme a figura 3, a cauda do aerogerador que serve para posicioná-lo em que lado o vento está.

**Figura 3:** Cauda de posicionamento do vento



**Fonte:** Elaboração própria (2018)

### 3.1.2 Rotor

Para montar o rotor foram fixados 10 imãs de ferrite parafusados nas posições de norte e sul para produzir energia alternada, conforme os imãs passam pela bobina gera um fluxo magnético dado pela intensidade do campo magnético, conforme mostra a figura 4.

**Figura 4:** Rotor



**Fonte:** Elaboração própria (2018)

### 3.1.3 Estator

Para a construção do estator foram utilizadas cinco bobinas de uma máquina de lavar com o fio AWG 28. E uma estrutura de parabólica para fixar as bobinas e o eixo que acopla as partes giratórias do aerogerador conforme mostrado na figura 5.

**Figura 5:** Estator

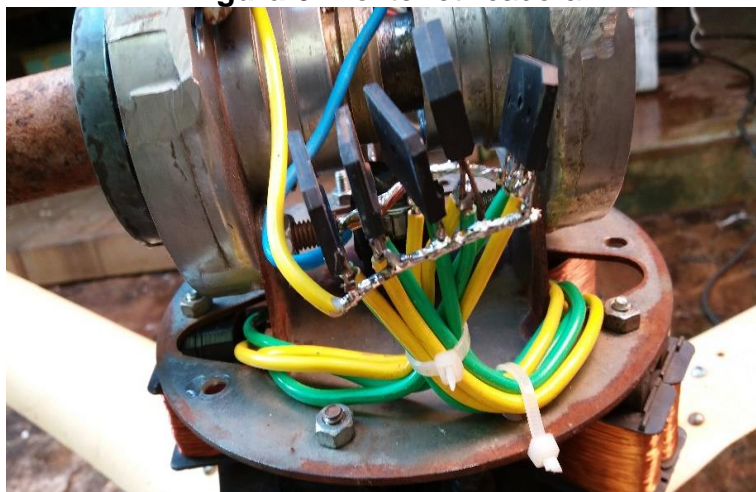


**Fonte:** Elaboração própria (2018)

### 3.1.4 Ponte retificadora

Para tratar a energia alternada, cada bobina está ligada em uma ponte retificadora, para a conversão de corrente alternada em contínua, geradas pelas bobinas no estator, polarizando a tensão de saída para ser utilizada no controlador de carga que recebe a energia em corrente contínua, conforme mostra a figura 6.

**Figura 6:** Ponte retificadora



**Fonte:** Elaboração própria (2018)

### 3.1.5 Hélices do aerogerador

Para fazer as hélices foi utilizado um cano de PVC de 4 polegadas e 1 metro de comprimento, pois o plástico é mais leve e resistente. As hélices foram balanceadas para evitar vibração conforme mostra a figura 7.

**Figura 7:** Hélices do aerogerador



**Fonte:** Elaboração própria (2018)

### 3.1.6 Apoio das hélices

Este item é a carcaça de um ventilador de teto, que por sua vez centraliza as hélices para ser utilizada no movimento da força do vento girando o gerador. Veja como está na figura 8.

**Figura 8:** Apoio das hélices

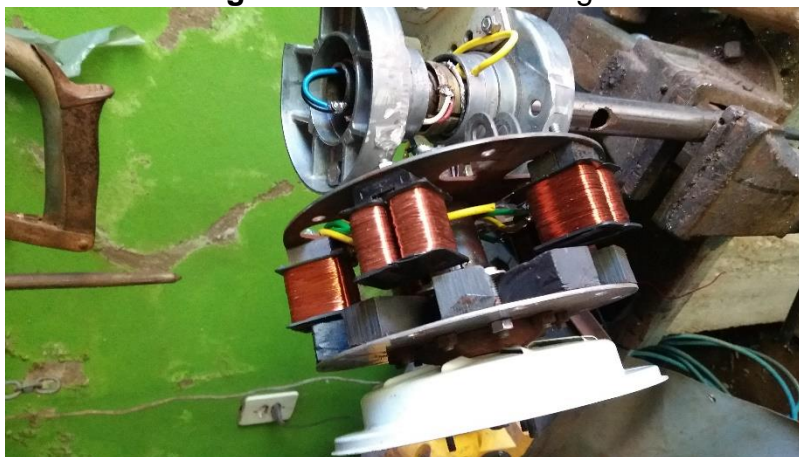


**Fonte:** Elaboração própria (2018)

### 3.1.7 Gerador de energia

Este é o núcleo do aerogerador, foi acoplado os componentes do gerador de energia aproveitando as partes da antena parabólica; no rotor foram utilizados rolamentos de máquina de lavar para girar em 360° transferindo a energia para o cabo de energia como mostrado na figura 9.

**Figura 9:** Gerador de energia



**Fonte:** Elaboração própria (2018)

### 3.1.8 Protótipo do aerogerador

Este protótipo está sendo montado e acoplado a cauda as hélices e a capa de proteção do núcleo que fica protegida de intempéries. O protótipo do sistema eólico será instalado em uma residência para fazer os primeiros testes de corrente e tensão, como mostrado na figura 10.

**Figura 10:** Aerogerador em construção



**Fonte:** Elaboração própria (2018)

### 3.1.9 Placas solares

Placas solares são compostas de silício que fazem a captação da energia, após isso esta energia solar é convertida em energia elétrica contínua, a desvantagem é que só produzem energia quando tem a luz solar. Na figura 11 está definida uma implementação de uma maquete que é composto por placas solares.

**Figura 11:** Implementação da placa solar



Fonte: Elaboração própria (2018)

### 3.1.10 Baterias estacionárias

Banco de baterias estacionárias serve para somar a corrente das baterias aumentando as horas de uso e demorando para descarregar. A bateria estacionária tem uma vida útil em torno de cinco anos; sua função é de armazenar a energia gerada pelo sistema híbrido para ser utilizada mais tarde com os equipamentos eletrônicos. No total foram 3 baterias estacionária de 50AH, 12V, ligadas em paralelo somando 150AH, assim como mostra na figura 13.

**Figura 12:** Baterias Estacionárias



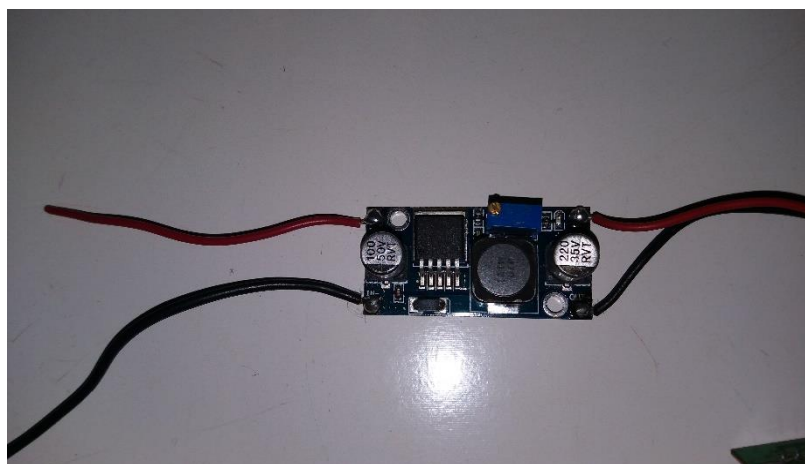
Fonte: Elaboração própria (2018)

### 3.1.11 Controlador de carga eólico

O controlador de carga serve para dimensionar a energia contínua dos geradores, controlam a carga de saída e carregam as baterias de um modo que não as danificam, aumentando a vida útil das mesmas.

Nesse protótipo, foram usados um controlador de carga que utiliza um transistor LM2596 para controlar a carga de entrada do aerogerador e para ajustar a tensão de saída para carregar as baterias.

**Figura 13:** Controlador de Carga do Aerogerador



Fonte: Elaboração própria (2018)

### 3.1.12 Controlador de carga solar

Para controlar a carga de energia dos painéis solares utilizaremos um controlador de carga PWM para ser inserido em paralelo com o controlador de carga do aerogerador para carregar as baterias do sistema.

**Figura 14:** Controlador de Carga Solar

**Fonte:** Elaboração própria (2018)

### 3.1.13 Inversor de onda modificada

Inversores de Tensão: O inversor de tensão tem a função de converter a tensão 12V ou 24V contínua das baterias em energia alternada saindo 110V ou 220V em 60HZ. Existem 3 tipos de inversores; os de onda quadrada, que são utilizados em carro para carregar celulares, os de onda modificada por ser melhor em custo e benefício e inversor de onda senoidal pura que é a melhor opção, chegando a ser melhor que a energia transmitida da concessionária por não conter harmônicas.

O inversor utilizado é o modelo de 12V para AC 110V da marca *Leboss DC*, como mostra a figura 16.

**Figura 15:** Inversor de Onda Modificada





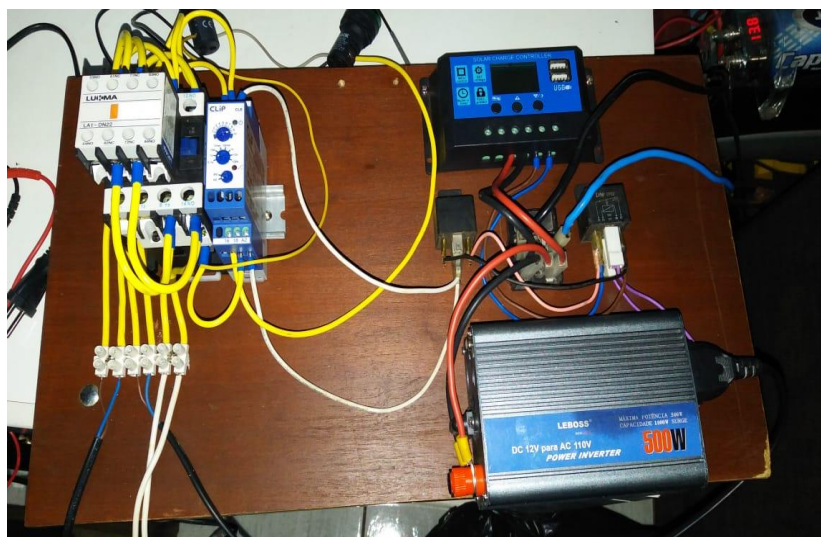
Fonte: Elaboração própria (2018)

### 3.1.14 Stringbox

*Stringbox* é um quadro que faz a transferência automática de inversor para rede da concessionária, neste quadro serão instalados os contatos elétricos do sistema *off-grid* organizando os fios e de fácil manutenção dos equipamentos.

O sistema de transferência automática acontece quando o nível de tensão das baterias abaixa 20% da capacidade, evitando o desgaste e aumentando sua vida útil. Quando o sistema entra em rede, os geradores carregam a bateria até chegar no seu estado de flutuação, ou seja, 13,8V; neste momento o controlador de carga aciona o relé que liga o inversor para entrar em seu estado de pico máximo. Para evitar o desgaste do inversor o relé temporizador conta 10 segundos para acionar o contator, transferindo a energia da rede para o inversor. E esse ciclo se repete toda vez que a tensão da bateria abaixa para 11,5V e transfere para a rede e volta para o inversor toda vez que a bateria chega na sua carga de flutuação 13,8V.

Assim, os equipamentos não serão afetados com a falta de energia da bateria.

**Figura 16: Stringbox**

**Fonte:** Elaboração própria (2018)

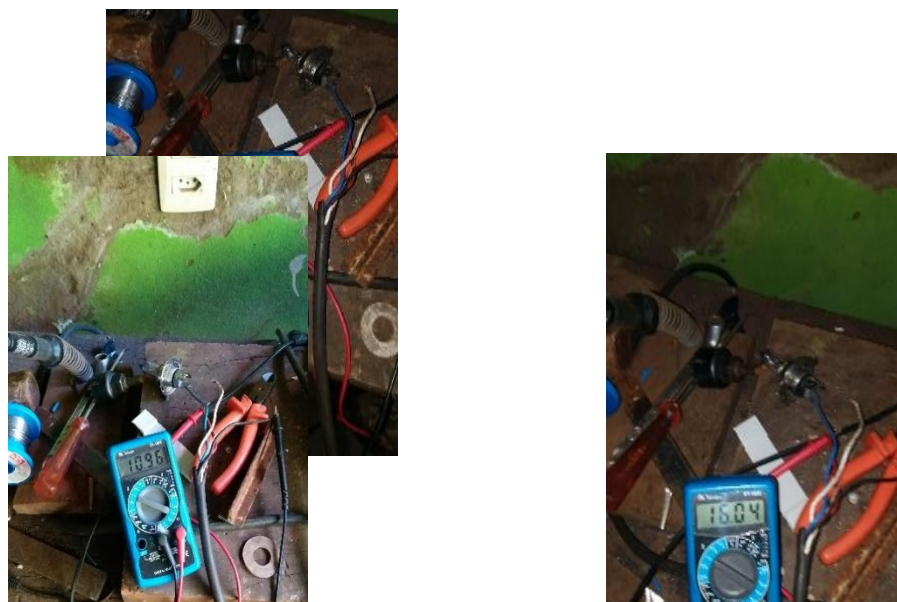
### 3.2 Local de estudo

O estudo será realizado em uma Residência para gerar uma fonte de energia produzida pelos geradores híbridos para fazer os testes de dia e de noite durante um período para saber quantos quilowatts produziu nesse tempo, para demonstrar como será instalado em uma residência, utilizaremos uma maquete para projetar o aerogerador e as placas fotovoltaicas, para produzir a própria energia elétrica carregando as baterias do sistema.

### 3.3 Análise dos dados

Valores de tensão analisados do gerador em seu primeiro teste demonstrado através do multímetro na bancada que produziu de 10V a 16V.

O sistema de transferência automática deixa a energia da tomada funcionando na troca do inversor e da rede, e os equipamentos não chegam a sentir essa queda de energia.

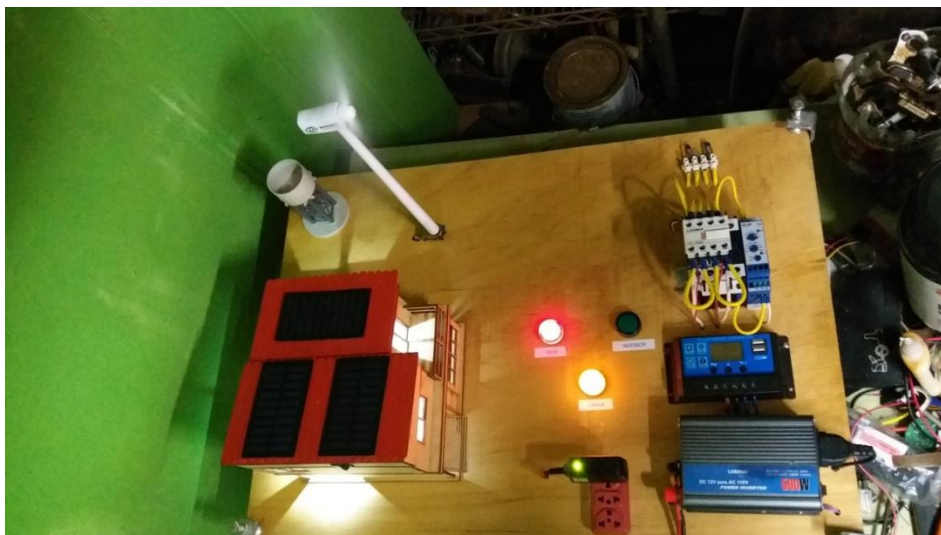
**Figura 17: 1º teste**

**Fonte:** Elaboração própria (2018)

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o desenvolvimento da maquete e o protótipo do aerogerador, foi utilizada uma casa em madeira para a instalação das placas solares e aerogerador em miniatura para acender os LED. O aerogerador em miniatura está representando o original que foi desenvolvido através de sucatas e instalado no telhado de uma residência.

O sistema *off-grid* híbrido de geradores solar e eólico está em funcionamento em uma residência que fornece energia suficiente para o consumo de eletrodomésticos de baixa potência. De dia, os painéis fotovoltaicos geram energia para carregar em até 100% o nível de carga das baterias deixando em estado de flutuação. A transferência automática para rede elétrica atua na ausência de energia produzida pelos geradores solar e eólico, quando o nível das baterias abaixa dos 80% da capacidade de fornecimento de energia, a bateria fica fraca, neste momento o controlador de carga ativa o desligamento dos inversores e transferindo a energia para a rede da concessionária assim o sistema funciona normalmente sem sofrer a perda de energia mantendo os aparelhos eletrônicos e equipamentos sempre energizados.

**Figura 18: Maquete**

**Fonte:** Elaboração própria (2018)

O protótipo do aerogerador foi construído e finalizado através de sucatas, gerando energia através do movimento das hélices, sua função é muito importante para o sistema *off-grid*, ele atua na ausência de sol em dias de tempestade e à noite. Sempre carregando o banco de baterias estacionárias, mantendo o consumo normalmente dos equipamentos.

**Figura 19:** Aerogerador feito de sucata



**Fonte:** Elaboração própria (2018)

## 5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa mostra que o sistema híbrido consiste em dois geradores que são autossustentáveis, pois utilizam a energia vinda do sol e do vento com necessidade de armazená-la em bancos de baterias para ser utilizada durante o dia e noite, porém tem suas vantagens como na falta de energia da rede da concessionária mantendo equipamentos ligados normalmente. A desvantagem é o alto custo para ter um sistema.

A importância desse trabalho é mostrar que é possível adquirir uma energia com um método diferente em uma residência que não seja a mesma da concessionária, que possa produzir a própria energia através das placas fotovoltaicas que geram e armazenam energia somente de dia e do aerogerador que tem um função muito importante para o sistema, ele atua na ausência de sol em dias de tempestade e a noite, na qual o vento está sempre constante, armazenando toda energia em um banco de baterias que são utilizadas para consumo. Se acontecer de ficar sem o sol e vento e os geradores não produzirem energia para carregar as baterias, o controlador de carga atua monitorando do nível de tensão das baterias sempre que a carga abaixar o sistema é transferido para a rede da concessionária, evitando que os equipamentos se danifiquem e ficam sempre ligados.

Para melhorias futuras, esse trabalho pode ser aplicado em diversos lugares necessariamente em hospitais pela qual não pode faltar energia pelo motivo

de ter pacientes que depende de aparelhos para sobreviver. Neste caso, na falta de energia são utilizados geradores a combustão que utilizam o diesel como combustível, porém esse sistema agride o meio ambiente pela poluição. Com esse novo sistema *off-grid* a energia é produzida através do sol e do vento, que não agride o meio ambiente e economiza custos por não utilizar combustível, por isso considera-se uma energia limpa e sustentável.

Neste artigo, foram apresentados alguns conceitos básicos de geração de energia e o desenvolvimento de uma maquete e um protótipo de aerogerador que teve como característica, trazer o princípio de funcionamento de geradores solar e eólico dentro de um sistema *off-grid*.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, R. P. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações**. 2008, 67f. Monografia (Curso de Energia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

BRUM, T. S. **Projeto de uso de energia fotovoltaica como fonte emergencial**. 2013. 64 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006178.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2018.

CAPELLI, ALEXANDRE. **Energia elétrica: Qualidade e eficiência para aplicações industriais**. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2013. 430.

CASTRO, RUI M.G. **Uma introdução às energias renováveis: eólica, fotovoltaica, mini hídrica**, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2011.

CRESESB, **Energia Solar e Princípios e Aplicações**. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial\\_solar\\_2006.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf)>. Acessado em 28/11/2018

DUTRA, R. **Energia Eólica: Princípios e Tecnologias**. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito/CRESESB. Brasília. 2008.

GONÇALVES, HORTENCIA DE ABREU. **Manual de artigos científicos**. 2. Ed. São Paulo. Avercamp, 2013. 119.

MANUAL TÉCNICO, **Batarias Moura**. Disponível em:  
<http://manoel.pesqueira.ifpe.edu.br/fmn/anterior/2010.2/infra/CLEAN>. PDF. Acesso em: 16 maio 2018.

MOREIRA, JOSE ROBERTO SIMÕES. **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. 393.

NEOSOLAR – **Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes**, São Paulo. São Paulo. 2010. Disponível em:  
<<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

PINTO, MILTON. **Energia elétrica: Geração, Transmissão e sistemas interligados**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 136.

REIS, LINEU BELICO DOS. **Geração de energia elétrica**. 2. ed. Barueri: MANOLE, 2011. 460.

REIS, LINEU BELICO DOS. **Geração de energia elétrica**. 3. ed. Barueri: MANOLE, 2017. 518.

SILVA, E. **Estudo da viabilidade do uso de energia solar fotovoltaica no carregamento de baterias para fins diversos**, (Universidade Federal de Lavras), Lavras MG, 2011.

SLIDESHARE – **Instalação e Manutenção de Sistema Solar Fotovoltaico**, Campina Grande. Paraíba. 2015. Disponível em:  
<<https://www.slideshare.net/alvferreira/curso-fotovoltaico>>. Acesso em: 30 set. 2018.

Recebido em 5/12/2018

Aprovado em 18/12/2018