

**ASCES/UNITA - CENTRO UNIVERSITÁRIO TABOSA DE ALMEIDA
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

PATRICK PIERRE SANTOS DA SILVA

**CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE SISTEMA HÍBRIDO DE ENERGIA
(SOLAR / EOLICO)**

CARUARU-PE

2017

PATRICK PIERRE SANTOS DA SILVA

**CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE SISTEMA HÍBRIDO DE ENERGIA
(SOLAR / EOLICO)**

Projeto Final de Curso II, apresentado a banca avaliadora do Centro Universitário Tabosa de Almeida ASCES-UNITA como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Urias Elmon Firmino Alves

Coorientadora: Luiza Feitosa Cordeiro de Souza

CARUARU – PE

2017

ASCES/UNITA - CENTRO UNIVERSITÁRIO TABOSA DE ALMEIDA
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

PATRICK PIERRE SANTOS DA SILVA

CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE SISTEMA HÍBRIDO DE ENERGIA
(SOLAR / EOLICO)

Aprovado em: ___/___/___

Nota: ____

Luiz Santos Silva

Henrique John Pereira Neves

Orientadora: Prof. . DSc. Urias Elmon Firmino Alves – ASCES-UNITA

Coorientadora: Luiza Feitosa Cordeiro de Souza

CARUARU

2017

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, por ele me proporcionar toda saúde necessária para correr atrás dos meus sonhos e objetivos, sem me deixar abater por problemas pessoais e profissionais ao longo da carreira acadêmica.

A minha mãe queria Maria do Carmo Pinto Santos ao meu pai Zenildo José da Silva que em nenhum momento deixou de acreditar em mim, até mesmo quando eu não acreditava. Cheguei onde estou hoje por grande motivação pessoal, em tentar proporcionar uma melhor qualidade de vida para meus pais e futuros filhos.

A minha família em geral, que sempre me apoiou e tentou ajudar ao máximo no meu sonho, a minha tia Maria José da Silva pelos conselhos, palavras de motivação.

Aos meus amigos e irmãos do peito, a alguns professores da instituição que me motivou a sempre buscar melhorar, a sempre querer fazer mais, aprender mais.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Urias Elmon por me apresentar o projeto que fez parte de quase toda minha carreira acadêmica,

À professora Luiza Souza por todos os conselhos, ajuda e etc,

Ao professor Henrique John por ser um professor fora do comum, obrigado pelos conselhos, dicas, broncas, obrigado por sempre querer fazer de tudo para o nosso bem, somos eternamente agradecidos.

Ao professor Miguel Melo por trazer ainda mais conhecimento sobre os conteúdos com visitas e tudo mais, agradeço por sempre lembrar de mim nas horas das visitas.

Ao professor Luiz Gonzaga, teve uma parcela muito importante para minha evolução, me serviu de espelho para aprender cada vez mais, entendeu bem?

Ao professor Deivson Cesar que me ensinou além de ser um bom aluno, ser uma boa pessoa. Agradeço demais por ser o professor amigo que continua sendo.

Aos meus amigos de turma, especialmente aqueles que estiveram sempre junto, em todos os momentos, principalmente na hora da dificuldade, os verdadeiros sempre aparece em horas difíceis. Renan Rocha, Caio Cesário, Igor Chaves, Celio Henrique, agradeço por passar todo esse tempo junto com vocês e se Deus quiser continuaremos juntos, o grupo do mal. Joais Vicente, Marcos Araujo, Gutemberg Cavalcanti, os companheiros de todas as horas, sempre contei com vocês.

Às pessoas que contribuíram diretamente e indiretamente para eu chegar aqui, meu muito obrigado, serei eternamente grato a todos por tudo!

Paciência e perseverança tem o efeito mágico de fazer as dificuldades desaparecerem e os obstáculos sumirem.

(John Quincy Adams)

RESUMO

A necessidade de desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas fontes de energias esta associada a redução de impacto ambiental causado pelas atuais fontes do país. Por isso, esse estudo teve como objetivo a análise da viabilidade de aplicação da energia fotovoltaica em comunhão com a energia eólica, Um sistema híbrido de energia foi desenvolvido e testado neste trabalho. Construção de um aereogenerador de baixo custo, feito a partir de peças de descarte, adquiridas sem custo ou a custos abaixo da tabela comercial. A confecção de um painel solar feita a partir de células compradas individualmente e foi testada a potência da placa industrial e da placa confeccionada através da medição de voltagem e amperagem. O sistema eólico foi montado a partir de materiais de sucata, alternador de carro, hélice de um exaustor antigo, correia de alternador usada. Os painéis fotovoltaicos foram medidos com a finalidade de quantificar a capacidade de geração de energia e avaliar o custo benefício de ambos. A eficiência da placa industrializada ficou em 127 W/h. O painel montado gerou em média 28 W/h. O valor da aquisição do painel industrializado foi de 1000 reais, já o painel que foi montado ficou de 80 reais, se aumentar a quantidade de células e conseqüentemente o tamanho do painel, chegará a produzir o mesmo ou até mais que o painel industrializado, tendo um custo inicial menor do que comprar um painel já pronto. Analise da eficiência de ambos os sistemas, da viabilidade de utilização desse sistema na cidade de Caruaru/PE, como funciona o sistema solar, o sistema eólico, e os dois em sistema híbrido.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica. Energia eólica. Energia híbrida. Energia renovável.

SIGLAS

A- Ampère, unidade de corrente equivalente a Coulomb por segundo.

AC- *Alternating Current*, ou Corrente Alternada (CA). Corrente elétrica cujo sentido varia no tempo.

CC- Corrente Contínua, *Direct Current* (DC). Fluxo constante e ordenado de elétrons, em uma direção.

FV- Fotovoltaico (a).

g- Grama, medida de peso equivalente a 10^{-3} Kg.

G- Giga, prefixo do Sistema Internacional, que denota um fator de 10⁹. h- Hora, unidade de tempo equivalente a 3600 segundos.

Hz- Hertz, unidade derivada do Sistema Internacional para frequência; expressa em termos de oscilações, vibrações ou rotações por segundo.

i- representa a corrente elétrica alternada.

I- representa a corrente elétrica contínua.

R- Resistência.

RPM- Rotação Por Minuto

U- Tensão elétrica.

V- Volt, unidade de tensão elétrica do Sistema Internacional de Unidades. Voc- Tensão de Circuito Aberto.

V_{mp} - Tensão de Potência Máxima. Vol- Volume.

W- Watt, unidade de potência do Sistema Internacional, equivalente a um joule por segundo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. matriz energética do Brasil no ano de 2015	17
Figura 2. Sistema off grid (energia fotovoltaica)	21
Figura 3. Sistema on grid (energia fotovoltaica)	21
Figura 4. sistema hibrido (energia eólica e fotovoltaica)	22
Figura 5. Carcaça de um alternador de carro sendo adaptado para geração de energia eólica. 23	
Figura 6. Carcaça de um alternador de carro adaptado para geração de energia eólica com acoplamento de ímãs de neodímio	24
Figura 7. Exaustor utilizado como Hélice de um aero gerador	24
Figura 8. Painel montado através de células individuais de forma a reduzir gastos	25
Figura 9. Relação do triangulo de potências.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Medições médias diárias feitas em painel fotovoltaico 180W no mês de março de 2015	28
Tabela 2. Medições médias diárias feitas em painel fotovoltaico 180W no mês de abril de 2015	29
Tabela 3. Medições feitas em painel fotovoltaico 180W no mês de março de 2016	30
Tabela 4. Medições médias diárias feitas em painel fotovoltaico 180W em alguns meses do ano de 2015 e 2016.....	32
Tabela 5. Medições feitas em painel montado com células individuais no dia 01 de março de 2017	34
Tabela 6. Media mensal de medições feitas em painel montado com células individuais no mês de março de 2017.....	35
Tabela 7. Painel montado com células individuais. Dia 08/05/2017.....	37
Tabela 8. Medições do dia 28/04/2017 em um gerador eólico montado com materiais sucateados.....	38
Tabela 9. Medições do dia 08/05/2017 em um gerador eólico montado com materiais sucateados.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Painel fotovoltaico 180W no mês de março de 2015.....	28
Gráfico 2. Gráfico do painel fotovoltaico 180W no mês de abril de 2015.....	30
Gráfico 3. Gráfico das medições do painel fotovoltaico 180W	31
Gráfico 4. Gráfico das medições feitas no painel fotovoltaico 180W ao longo de alguns meses do ano de 2015/2016	33
Gráfico 5. Gráfico das medições feitas no painel fotovoltaico 180W, com detalhe em produção de energia em relação ao horário da medição, medido ao longo de alguns meses do ano de 2015/2016.....	34
Gráfico 6. Medições do dia 02/04/2017 em um painel montado com células individuais.....	35
Gráfico 7. Medições do dia 09/04/2017 em um painel montado com células individuais.....	36
Gráfico 8. Medições do dia 08/05/2017 em um painel montado com células individuais.....	37
Gráfico 9. Medições do dia 28/04/2017 de um aro gerador construído a partir de materiais sucateados.....	38
Gráfico 10. Medições do dia 08/05/2017 de um aro gerador construído a partir de materiais sucateados.....	39

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. ENERGIA ELÉTRICA	16
3.1.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS	17
3.1.3. SISTEMA EÓLICO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELETRICA.....	18
3.1.3. SISTEMA SOLAR DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELETRICA	19
3.1.4. SISTEMAS HÍBRIDOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	22
4. MATERIAIS E METODOS	23
4.1.1 CONTRUÇÃO DO GERADOR EÓLICO	23
4.1.2 CONSTRUÇÃO DO PAINEL FOTOVOLTÁICO	24
4.1.3 AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS	25
4.1.4 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE PRODUÇÃO DE UM GERADOR HÍBRIDO EM CARUARU.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

Analisando a Matriz Elétrica Brasileira em 2014, 65% da eletricidade consumida foi proveniente de força hidráulica. A vantagem brasileira nesse tipo de fonte energética é a abundância de recursos hídricos encontrados no país, com isso, grande capacidade de produção de energia através de hidrelétricas. Porém, a diminuição das chuvas e uma grande perda de potencial hídrico vêm obrigando as pessoas a pensarem em fontes de energia alternativa, como as energias renováveis (BRASIL, 2015).

A demanda nacional de energia vem aumentando gradativamente devido a vários fatores, com isso, um espaço se abre para as novas fontes energéticas para tentar suprir essa necessidade. Já que a demanda está aumentando, a produção também precisa aumentar e, até o ano de 2030, a produção deverá ser de aproximadamente 1.200 TWh. Atualmente, a capacidade de geração de energia elétrica por hidrelétricas é de 817 TWh, para atingir o valor estimado de consumo para os próximos 14 anos, formas alternativas deverão ser implantadas. O que falta ser gerado pode ser obtido por fontes ditas limpas como, por exemplo, a energia solar, energia eólica, biomassa, dentre outras. Todas elas com totais condições de serem aproveitadas no Brasil possibilitando a geração de energia elétrica por fontes limpa e renovável (BRASIL, 2012).

No século XIX Edmond Becquerel fez um experimento onde observou que a incidência de uma luz sobre um dos eletrodos de uma célula eletrolítica originava corrente e tensão elétricas e chamou de efeito fotovoltaico. Ao passar dos anos, outra análise foi feita por Hertz, ele observou que a incidência de luz ultravioleta sobre dois eletrodos provocava a ruptura do ar com uma menor diferença de potencial entre ambos, com isso ele realizou experimentos e deduziu que os metais emitiam cargas negativas, isto é, elétrons pela ação da luz. O seu princípio básico de funcionamento é a transformação da radiação eletromagnética em energia elétrica, pode ser considerado um dispositivo semicondutor que ao ser exposto às intensidades luminosas, produz corrente elétrica (CABRERIZO, 2008).

Entre os vários atrativos de fontes de energia renováveis, a geração por vento, é a energia renovável que mais cresceu nos últimos anos, junto com a energia fotovoltaica, mesmo tendo um valor econômico elevado, continua sendo viável se for analisado o custo benefício, por conta de sua durabilidade. E já que nosso país tem um grande potencial

para geração de energia fotovoltaica e eólica, pode-se implantar um sistema que utiliza os dois tipos de energia (AWEA, 2013).

Na antiguidade eram usados cata ventos como fonte, seja ela para transportar água ou para moer grãos, era conhecida como moinho. Ao passar dos anos esses captadores de ventos, seriam um grande investimento como fonte de energia alternativa e limpa. Seu princípio de funcionamento é usar a energia cinética através do movimento de suas hélices para criar um campo magnético dentro do seu rotor, assim gerando energia elétrica (CHESF BRASCEP, 1987).

Assim como a energia fotovoltaica, a energia eólica também pode ser utilizado em diversos sistemas. Sistemas isolados da rede, sistema híbrido e sistema interligado a rede. Esses 3 tipos de sistemas podem ser dimensionados dependendo do ponto geográfico onde vai ser introduzido o sistema (CASTRO, 2011).

Contudo este trabalho visa construir um aereogenerador utilizando peças sucateadas, normalmente sem uso e de baixo custo, um painel fotovoltaico a partir de células individuais. Normalmente estes equipamentos podem ser encontrados no mercado industrializados, mas o valor é elevado para a população carente, que muitas vezes não tem renda suficiente para os gastos de 1ª necessidade. Neste trabalho será avaliada a possibilidade de construção destes equipamentos para fácil acesso a qualquer classe. Será avaliada também a eficiência deste tipo de sistema. E para minimizar as desvantagens de cada sistema será avaliada a possibilidade de junção dos dois equipamentos para abastecer um sistema único. Como o trabalho será realizado na Cidade de Caruaru, a eficiência dos sistemas a serem testados dependerá das condições climáticas da cidade, desta forma verificando a viabilidade de utiliza-los em Caruaru-PE.

2. OBJETIVOS

2.1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência energética (produção de energia elétrica) de um sistema híbrido de energia fotovoltaico / eólico construído com materiais sucateados.

2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir um aro gerador com materiais de baixo custo
- Montar um painel fotovoltaico através de células individuais
- Avaliar a eficiência de ambas as fontes geradoras de energia
- Analisar a viabilidade da produção de energia fotovoltaica e eólica

(Híbrida) pela cidade de Caruaru-PE

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. ENERGIA ELÉTRICA

A eletricidade é um termo geral que abrange uma variedade de fenômenos resultantes da presença e do fluxo de carga elétrica. Esses incluem muitos fenômenos facilmente reconhecíveis, tais como relâmpagos, eletricidade estática, e correntes elétricas em fios elétricos. Além disso, a eletricidade engloba conceitos menos conhecidos, como o campo eletromagnético e indução eletromagnética.

Por volta de 600 a.C. Tales de Mileto fez uma série de observações sobre eletricidade estática, as quais levou-o a acreditar que o atrito era necessário para produzir magnetismo no âmbar; em visível contraste com o que se observa em minerais tais como magnetita, que não precisam de fricção (BRASIL, 2015).

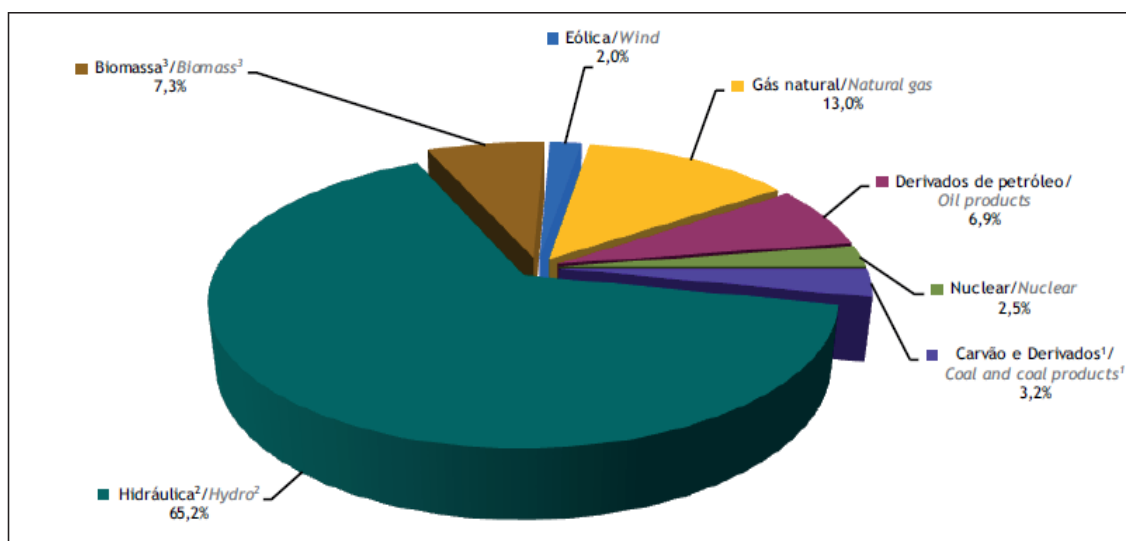
A eletricidade permaneceria pouco mais do que uma curiosidade intelectual por milênios, pelo menos até 1600, quando o cientista inglês William Gilbert publicou um estudo cuidadoso sobre magnetismo e eletricidade, o "De Magnete", entre outros distinguindo de forma pertinente o efeito da pedra-ímã e o da eletricidade estática produzida ao se esfregar o âmbar com outro material (BRASIL, 2012).

O constante desenvolvimento mundial e o aumento da necessidade em utilizar novas tecnologias, fizeram com que a demanda por energia elétrica aumentasse nas últimas décadas. Esses aumentos de demandas não foram acompanhados pelo setor de geração de energia elétrica, o que em alguns países causaram problemas no sistema energético. (BRASIL, 2012)

A matriz energética mundial atualmente está composta por sua maioria de combustíveis fósseis carvão, petróleo e gás natural. Essas fontes de energia representam aproximadamente 80% da geração de energia no mundo. A dependência por esses tipos de fontes causaram danos ao meio ambiente, causados por emissão de poluentes produzidos pelas fontes geradoras. Além disso essas fontes de energia são esgotáveis e um dia vão acabar (BRASIL, 2015).

O Brasil tem um potencial em geração de energia através de força hidráulica, cerca de 65% das fontes geradoras brasileiras são provenientes desse meio. Outras fontes utilizadas são a biomassa, energia eólica, gás natural, derivados do petróleo, nuclear, carvão e derivados (BRASIL, 2015).

Figura 1. matriz energética do Brasil no ano de 2015



Fonte: BEN (Balanço Energetico Nacional 2015)

3.1.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS

As fontes geradoras de energia são classificadas de duas maneiras, energias renováveis e energias não renováveis. A energia não renovável é aquela fonte de energia que se encontra em quantidade limitada na natureza e com seu uso pode chegar à extinção de sua matéria prima, um exemplo de fonte de energia não renovável é o combustível fóssil como exemplo, petróleo, gás natural, uranio (SANTOS, 2006)

A energia classificada renovável não pode ser considerada esgotável, onde não pode ser possível estabelecer um fim definitivo ou temporal para sua utilização. O calor emitido pelo sol, o curso das marés, os cursos de vento, essas fontes energéticas são consideradas inesgotáveis, porem limitadas em termos de extração de energia, pois não se pode extrair toda a capacidade de produção sempre (SANTOS, 2006)

A justificativa da tamanha evolução nas pesquisas e aplicações de fontes de energias renováveis está relacionada à atual dependência por recursos energéticos não renováveis, que já não são mais encontrados com tanta fartura e estão com estimativa de escassez ao longo dos anos se permanecido o consumo atual. Outro fator importante para a utilização de fontes limpas é a preocupação com o meio ambiente (DELGADO, 2009).

Apesar de todos os benefícios trazidos com a fonte de energia renovável, ainda é pouco utilizada no mundo, devido aos seus custos de instalação e a falta de tecnologia para sua melhor extração.

3.1.3. SISTEMA EÓLICO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELETRICA

O Brasil atualmente é um dos maiores consumidores de energia do mundo, com níveis de consumo comparados com grandes países Europeus, embora tenha um aproveitamento considerável utilizando meio de geração de energia eólica como o moinho de vento, cata ventos para bombeamento de água, ainda não é utilizado com a quantidade de recurso que está disponível no país. Alguns estudos realizados indicam que o Brasil possui um grande potencial para geração de energia eólica, que ainda não foi explorado (SILVA, 2010).

O custo da energia elétrica gerada através de novas usinas construídas na região amazônica será bem mais alto que os custos das usinas implantadas até hoje. Quase 70% dos projetos possíveis deverão ter custos de geração maiores do que a energia gerada por turbinas eólicas (MENDONÇA, 2011).

A conversão da energia é feita pelos geradores elétricos, ao girar em torno do seu próprio eixo induzem corrente elétrica em seus polos, esse mesmo método é utilizado em automóveis, onde o funcionamento de um pequeno gerador mante a carga da bateria do carro para suas demais utilidades. Esses geradores são do tipo AC (corrente alternada) ou CC (corrente contínua). Apesar de não queimarem combustíveis fósseis e não emitirem poluentes, não é totalmente desprovido de impactos ambientais. Entre os principais negativos das usinas eólicas destacam-se os sonoros e os visuais. Os impactos sonoros são devidos ao ruído dos rotores (SANTOS 2006).

Uma turbina eólica em funcionamento capta o vento que está passando em suas pás e utiliza essa força para girar em torno do seu eixo, onde esta localizado o rotor, fazendo o vento gerar uma energia cinética. Assim que as pás começarem a girar, será acionado um gerador elétrico, assim transformando uma parte da energia cinética e mecânica da rotação em energia elétrica (CRESESB, 2008).

As peças do aerogerador são construídos com materiais com uma grande tecnologia e juntas possam ser leves, rígidas e aerodinâmicas. As baixas rotações atuais tornam as pás visíveis e evitáveis por pássaros em vôo. As turbinas eólicas atualmente estando com baixas rotações satisfazem as exigências para que não venha a causar qualquer tipo de risco a saúde humana por conta dos ruídos excessivos, mesmo quando instaladas a distância de áreas residenciais. Estes aspectos tornam a tecnologia eólico-

elétrica ecologicamente correta, tornando-a assim uma fonte alternativa e limpa de energia (DELGADO, 2009).

Uma usina eólio-elétrica (UEE) é um conjunto de turbinas que estão situadas na mesma localidade, esse fator influencia diretamente nos custos do projeto de implementação da energia eólica, pois esse fator reduz o custo de instalação e também de operação dos aerogeradores. Por estarem próximos uns dos outros, necessita de menos território, menos gastos com logística de peças e equipamentos, reduz a quantidade de linhas de transmissão que seriam usadas se os aerogeradores estivessem distantes (SANTOS, 2006). Os principais componentes de um aerogerador são: Pás, Rotor, Eixo principal, Multiplicador de velocidade, Gerador elétrico, Sistema de freio a disco, Controle de giro, Sensores de vento.

3.1.3. SISTEMA SOLAR DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A célula fotovoltaica é definida como um conversor fotovoltaico, desenvolvido especificadamente para transformar uma energia proveniente da luz solar em energia elétrica. Os módulos fotovoltaicos atualmente são fabricados geralmente com células de silício cristalino, monocristalino e multicristalino. Na maioria dos casos os módulos são compostos por várias células associadas em série e distribuídas uniformemente ao longo do módulo. Esses módulos fotovoltaicos são construídos com a finalidade de gerar correntes contínuas (CC) em baixa tensão, na medida em que as células são expostas a luminosidade. A capacidade de produção de cada módulo está diretamente relacionada com a condição climática do ambiente onde está o módulo (BRASIL, 2015).

- POSITIVOS:

A matéria prima é inesgotável, Esse sistema é bastante confiável, por isso é bastante utilizado em lugares inóspitos como por exemplo desertos, selvas, regiões remotas, não necessita de muita manutenção, o sistema possui uma longa durabilidade. Não causa danos ao meio ambiente, é considerado o futuro na geração de energia.

- NEGATIVOS:

A eficiência da energia fotovoltaica depende de fatores climáticos, determinadas regiões podem não ser viáveis a utilização dessa tecnologia. Os equipamentos necessários que acompanham os módulos fotovoltaicos requerem um investimento alto. No Brasil ainda é uma tecnologia com um alto custo, embora esteja mais barata ao passar dos anos. O baixo fluxo de potencial solar necessita de uma grande área para que haja uma captação

em grande escala, a variação da irradiação solar requer o uso de sistema de armazenamento que tem uma baixa eficiência e um alto investimento inicial.

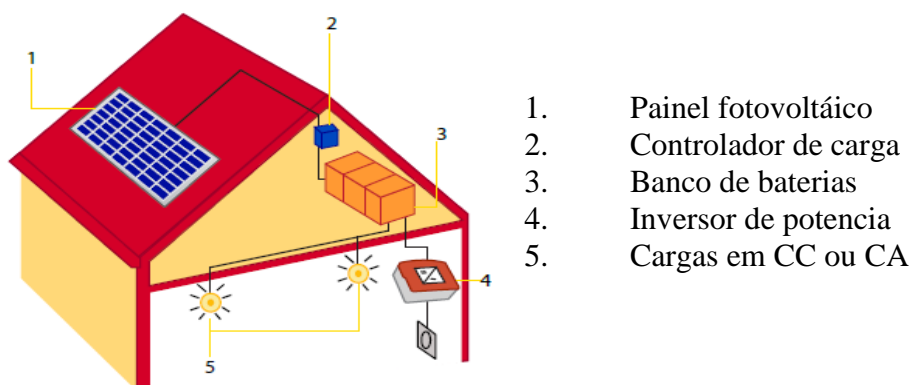
Principais aplicações e como são classificadas

Eletrificação de residências, suprimento de água potável para irrigação, subestações energéticas, iluminação pública, Sinalização / boias marítimas, bombeamento de água.

A energia fotovoltaica pode ser classificada de acordo com a forma de geração ou utilização da energia. São conhecidos como *on-grid* (sistemas que estão ligados diretamente a rede) e o *off-grid* (Sistema autônomo, que não necessita de concessionária de energia). Esses dois sistemas também podem ser utilizados em uma mesma aplicação. Como por exemplo em uma possível falha de transmissão de rede da concessionária, o sistema isolado fornece a energia da residência ou empresa até que a energia da concessionária seja reestabelecida (NASCIMENTO, 2015)

Um Sistema Fotovoltaico Isolado não tem contato com a rede de distribuição de energia elétrica das concessionárias. Os sistemas isolados podem ser classificados em Híbridos ou Autônomos. Os sistemas autônomos podem ser com armazenamento ou sem armazenamento elétrico. Geralmente o sistema *off-grid* é utilizado em lugares onde ainda não possui uma concessionária de energia presente. Nesse sistema necessita de uma quantidade maior de equipamento. Controladores de carga, para que não haja nenhum surto de energia que venha avariar algum equipamento, e controlar a saída de tensão que é necessária. Baterias vão acumular a carga para que seja utilizada a energia em momentos que não haja geração de energia, como a noite ou em dias bastantes nublados, onde a intensidade da luz é baixa, e conseqüentemente sua geração. Inversor de potência, esse equipamento se faz extremamente necessário, pois a energia fotovoltaica é produzida em corrente contínua (CC) e os nossos eletrodomésticos funcionam em corrente alternada, portanto ele é responsável por aumentar a tensão de acordo com o local, pois algumas cidades utilizam uma tensão de 110 volts, enquanto outras utilizam 220 volts. Além de aumentar a tensão ela converte a corrente de contínua (CC) para alternada (CA), além disso, estabiliza a frequência (LUIZ, 2014).

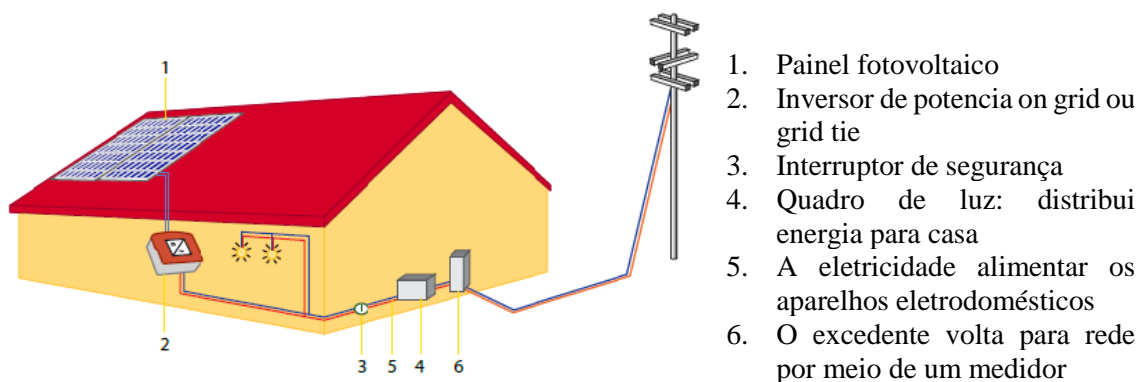
Figura 2. Sistema off grid (energia fotovoltaica)



Fonte: <http://www.ambvalle.com.br/energia.html>

No sistema *on-grid* ou sistema ligado à rede. É aquele que trabalha em conjunto com a rede elétrica da concessionária, sua vantagem em relação ao sistema isolado, é que necessita de menos equipamentos. Sua eficiência é maior por ter menos perda. A desvantagem é que nesse sistema se a concessionária deixar de fornecer energia em uma determinada hora do dia que não tenha mais radiação solar suficiente, o sistema ligado à rede será inútil, pois não haverá geração de energia. O sistema ligado à rede possui apenas os módulos fotovoltaicos ligados geralmente em paralelo, um inversor de potência próprio para esse sistema, um interruptor de segurança e um contador bidirecional. Onde faz o controle do que é gerado e do que é consumido durante o dia. O excedente volta para a rede elétrica através do medidor fazendo-o rodar ao contrário, reduzindo a tarifa de energia elétrica (GUIMARÃES, et al.; 2012).

Figura 3. Sistema on grid (energia fotovoltaica)

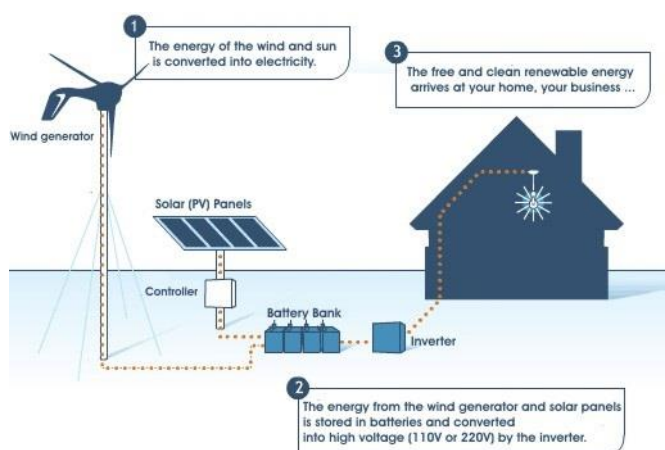


Fonte: <http://www.ambvalle.com.br/energia.html>

3.1.4. SISTEMAS HÍBRIDOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O sistema híbrido de energia fotovoltaica funciona com a aplicação dos dois sistemas. Embora não seja uma das alternativas mais comuns, esse sistema pode ser utilizado. Possui maior eficiência quando a energia estiver utilizando o sistema *on-grid* e um acúmulo de energia para caso de eventualidade. A desvantagem seria demandar de vários equipamentos, no sistema *off-grid* e no *on-grid*. O custo seria bastante alto, porém em lugares q há uma dificuldade ou inexistência de uma fornecedora de energia, seria uma grande solução a longo prazo. Outra vantagem é que não necessariamente pode ser apenas com energia fotovoltaica, pode ser incluído outros tipos de geração de energia, como por exemplo, a energia eólica. A Figura 4 abaixo faz um demonstrativo de como funcionaria nosso sistema (PINTO, 2015).

Figura 4. sistema híbrido (energia eólica e fotovoltaica)



Fonte:<http://www.ecoplanetenergy.com/pt-br/sobre-eco-energia/visao-geral/energia-hibrida/>

4. MATERIAIS E METODOS

4.1.1 CONTRUÇÃO DO GERADOR EÓLICO

Para a confecção deste gerador foi utilizado peças em desuso, isto é, que foram descartadas por não terem mais uso. Estas peças foram compradas em um ferro velho a preços abaixo das tabelas de peças originais. Uma das peças compradas foi o alternador de carro sucateado (FIGURA 5). Foi feita algumas alterações no alternador para que houvesse um aumento do campo elétrico através da instalação de ímãs de neodímio no rotor do alternador. O funcionamento e eficiência do alternador foram testados com os ímãs e posteriormente só à carcaça.

Algumas partes do rotor levaram um furo com basicamente a mesma espessura do ímã, 6 milímetros, para que ele não se chocasse com a carcaça do alternador e durepoxi para deixar os ímãs fixos e com sentidos de polos alternados, norte e sul. Com o alternador montado, a hélice foi adquirida de descarte também, um exaustor que foi reformado e adaptado para o seu uso, possuía materiais leves, ideal para realização da atividade.

Figura 5. Carcaça de um alternador de carro sendo adaptado para geração de energia eólica.



Fonte. Próprio autor.

Figura 6. Carcaça de um alternador de carro adaptado para geração de energia eólica com acoplamento de ímãs de neodímio



Fonte. Próprio autor.

Com o alternador montado, a hélice (FIGURA 7) foi adquirida de descarte também. Um exaustor foi reformado e adaptado para o seu uso, possuía materiais leves, ideal para realização da atividade.

Figura 7. Exaustor utilizado como Hélice de um aero gerador



Fonte. Autor Próprio

4.1.2 CONSTRUÇÃO DO PAINEL FOTOVOLTÁICO

Foram compradas células fotovoltaicas, conectores, estanho para solda das células, montado com ligações em série e paralelo.

As células foram colocadas em série e paralelo soldadas em seus filamentos. Após todas as células estarem completamente soldadas, materiais reaproveitáveis foram utilizados para fixação das células em forma de módulo. Para proteção superficial das

células, uma cobertura de vidro. Os demais componentes utilizados para confecção do painel, foram materiais baratos e sem utilidade posterior. Adesivos para fixação, emborrachado e isopor na parte de trás para amortecer possíveis impactos. Na Figura 8 pode ser observada o painel fotovoltaico montado.

Figura 8. Painel montado através de células individuais de forma a reduzir gastos



Fonte. Próprio autor.

4.1.3 AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS

Para avaliar ambos os sistemas, foram realizadas algumas medições detalhadas no Quadro 1 abaixo. As medições serão feitas em dias alternados. Uma tabela foi feita para analisar a eficiência do gerador em horários diversos.

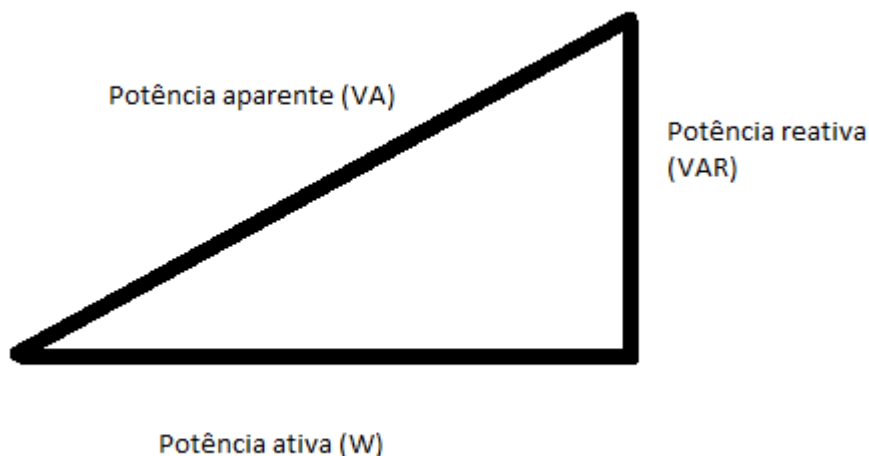
Quadro 1. Medições nos sistemas de geração de energia montados.

Medições com o aere gerador	Medições com as células fotovoltaicas
Voltagem (V) Amperagem (A).	Voltagem (V) Amperagem (A)

Essas medições foram feitas mensalmente, o levantamento desses dados foi usado para comparar a eficiência de um módulo fotovoltaico na cidade de Caruaru/PE. As análises foram realizadas em três locais diferentes. Após coleta de todos os dados, os devidos resultados foram colocados em tabelas e analisado se foi satisfatório ou abaixo do esperado.

Para calcular a potência da placa em (W) foi utilizada a fórmula $V \cdot I = P$, a potência que foi calculada é dada em (VA), precisamos saber a corrente (I) e a tensão (U), dada como voltagem e amperagem, para transformar esse valor de VA para Watts, utilizamos o triângulo de potências.

Figura 9. Relação do triângulo de potências



Fonte. Próprio autor.

Potência ativa. É a potencia que de fato realiza um trabalho, é dada pela unidade Watt (W). A potência reativa é a consumida por reatâncias no armazenamento da energia para devido funcionamento do sistema elétrico, sua unidade é volt-ampere reativo (VAR). Potência aparente é a total fornecida pela fonte, sua unidade é volt-ampere (VA).

Entre essas potências existe uma relação conhecida como fator de potência, determinada pelo cosseno do ângulo entre a potência ativa e a aparente. Conhecendo pelo menos duas grandezas dentre S, P, Q e fator de potência, é possível determinar as

grandezas restantes utilizando trigonometria. S (potência aparente) P (potência ativa) Q (potência reativa).

4.1.4 AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE PRODUÇÃO DE UM GERADOR HÍBRIDO EM CARUARU

Com todos os dados e resultados sobre a capacidade de geração do painel na cidade de Caruaru/PE, simulamos a utilização como fonte de energia para carregamento de baterias, desse modo, foi utilizada a forma de geração de energia off grid. Analisar a eficiência do sistema e calcular possíveis perdas de potência relacionadas com o período do ano. Nesse experimento foi usado todos os equipamentos necessários, painel fotovoltaico, aero gerador, controlador de carga, bateria estacionaria, inversor de potência off grid, disjuntor e uma fonte a ser alimentada.

Com todos os cálculos e análises de eficiência tanto do módulo fotovoltaico quanto do aero gerador, os dois foram colocados de forma a trabalhar em conjunto, como um sistema híbrido de energia. O principal intuito da utilização desses equipamentos é trabalhar simultaneamente, consequentemente aproveitar ao máximo a geração de energia ao longo do dia, fornecido de maneira limpa e renovável.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra as médias das medições feitas no painel fotovoltaico de 180W no mês de março do ano de 2015.

Tabela 1. Valores médios diárias feitas em painel fotovoltaico 180W no mês de março de 2015

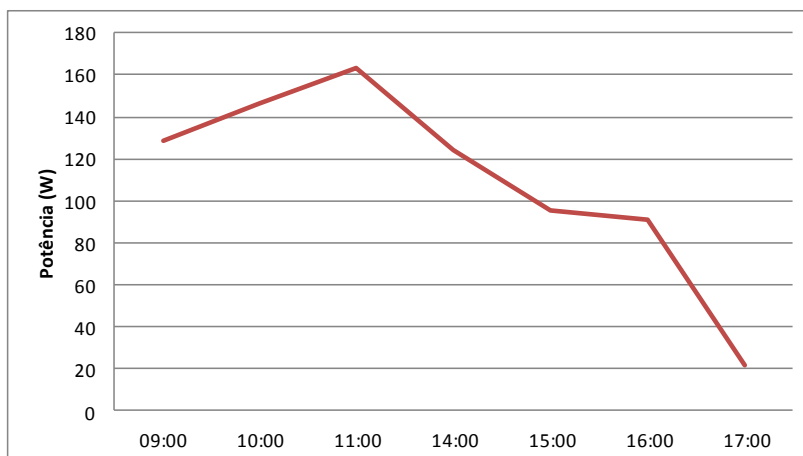
Hora(H)	Media Voltagem (V)	Amperagem (A)	Potencia Aparente (KVa)	Potência (W)
09:00	41,4	3,42	139	128
10:00	39,9	3,98	159	146
11:00	38,2	4,5	178	163
14:00	48,8	2,77	135	124
15:00	41,1	2,56	105	96
16:00	39,6	2,49	99	91
17:00	20,7	1,15	24	22

O valor médio da potencia mensal, incluído todos os horários, foi 110 ± 46 W.

A incidência solar no mês de março de 2015 proporcionou uma alta produção de energia fotovoltaica na cidade de Caruaru/PE. Durante este mês as condições climáticas favoreceram a uma grande incidência solar em toda a parte da manhã e da tarde, devido a poucas variações no clima, altos níveis de luminosidade, poucos dias nublados e com chuva.

O gráfico 1. Mostra os valores obtidos através das medias das medições realizadas no mês de abril de 2015.

Gráfico 1. Painel fotovoltaico 180W no mês de março de 2015



O Gráfico 1. do mês de março de 2015 mostra as variações da geração de energia fotovoltaica na cidade de Caruaru/PÉ. Segundo o Gráfico 1. Uma alta produção de energia na parte da manhã, com picos de geração entre 10 horas da manhã até aproximadamente 14 horas, a partir do período da tarde, uma diminuição na geração de energia da placa, chegando a sua neutralização aproximadamente depois das 17 horas.

Tabela 2. Valores médios diárias feitas em painel fotovoltaico 180W no mês de abril de 2015

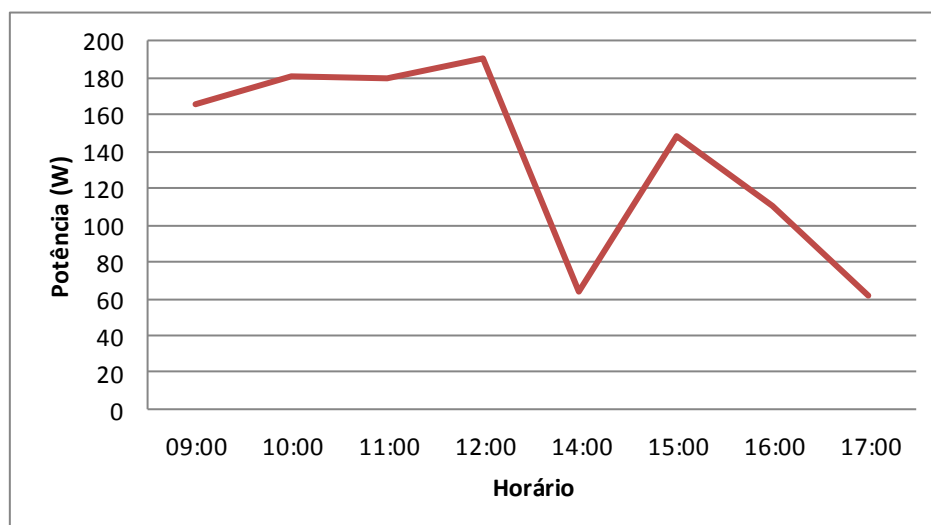
Hora(H)	Media Voltagem (V)	Media Amperagem (A)	media V*A=P	Potência(W)
09:00	48,8	3,68	179	165
10:00	45,1	4,37	197	181
11:00	39,6	4,94	195	180
12:00	38,3	5,4	207	190
14:00	48,2	1,45	70	64
15:00	41,1	3,92	161	148
16:00	39,9	3,02	120	110
17:00	33,3	2,01	67	61

O valor médio da potencia mensal, incluído todos os horários, foi 138 ± 52 W.

O mês de abril de 2015 conteve uma grande variação entre valores obtidos na medição da placa, contendo dias com bastante intensidade solar, dias com pouca ou bastante incidência de nuvem, dias nublados e chuvosos. Segundo a tabela 2, mesmo com índices de dias nublados e chuvosos a eficiência do painel fotovoltaico continua com um bom rendimento, levando em consideração que sua potência máxima de geração fica em torno dos 180W. No mês de abril de 2015 chegou a ter picos de geração de energia próximo da sua potência máxima. O Gráfico 2 mostra os valores obtidos através das medias das medições realizadas no mês de abril de 2015.

O gráfico 2. Mostra os valores obtidos através das medias das medições realizadas no mês de abril de 2015.

Gráfico 2. Gráfico do painel fotovoltaico 180W no mês de abril de 2015



No Gráfico 2 do mês de abril de 2015 do painel fotovoltaico de 180W mostra uma constância de geração na parte da manhã, até aproximadamente 12 horas os níveis de produção permanecem com poucas alterações na produção de energia, porém quando chega na parte inicial da tarde sofre uma grande perda de potencial de geração de energia devido a chuva ou a tempo nublado. Após o período inicial da tarde a produção de energia volta a estabilizar os seus níveis de geração, com o gráfico 2 podemos analisar a ineficiência do painel solar em dias chuvosos e nublados, chega a diminuir sua produção.

A Tabela 3 mostra as medias das medições feitas no painel fotovoltaico de 180W no mês de março do ano de 2016

Tabela 3. Medições feitas em painel fotovoltaico 180W no mês de março de 2016

Hora (H)	Media Voltagem (V)	Media Amperagem (A)	media $V \cdot A = P$	Potência(W)
14:00	39,9	4,40	176	162
15:00	38,5	3,81	147	135
16:00	33,7	2,65	89	82
17:00	22,1	1,83	40	37

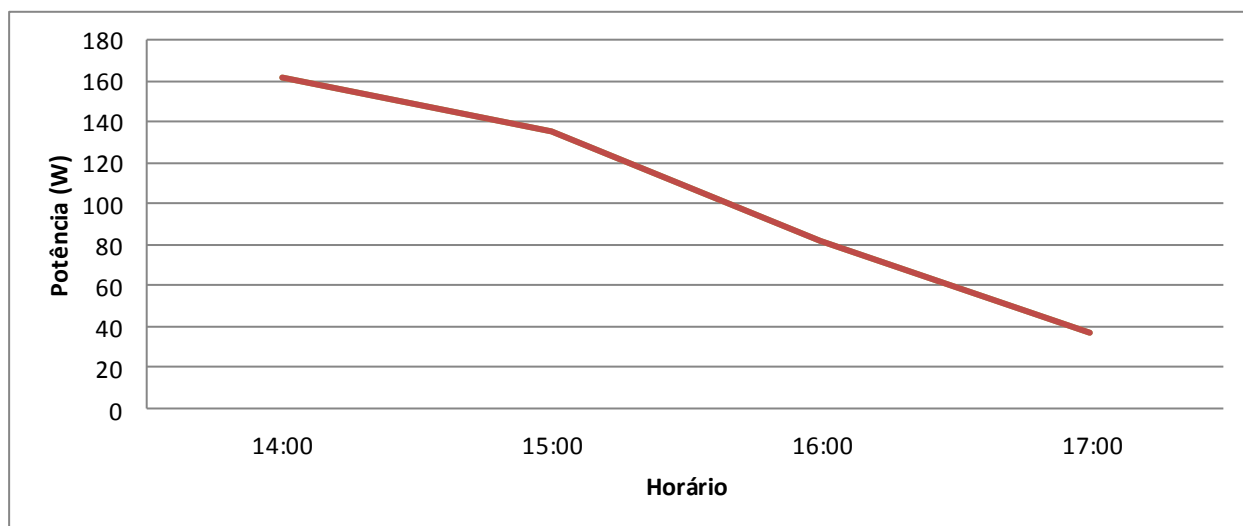
O valor médio da potencia mensal, incluído todos os horários, foi 97 ± 55 W.

O mês de março de 2016 mostrou uma media na produção abaixo das outras tabelas, porém uma constância maior nos dados obtidos, o baixo índice na geração no

mês em questão, esta relacionado com o período analisado, foi a parte da tarde onde possui uma menor capacidade de geração de energia elétrica ao longo do dia.

O gráfico 3. Mostra os valores obtidos através das medias das medições realizadas no mês de março de 2016

Gráfico 3. Gráfico das medições do painel fotovoltaico 180W



O Gráfico 3. Mostra uma geração consideravelmente boa em relação ao horário que foi realizado as medições, mostra que até aproximadamente 15:30 ainda possuía uma capacidade de geração próxima de 100 W, após esse horário o painel sofre uma grande perda da sua produção ate chegar a índices abaixo de 40W.

A Tabela 4 mostra as medias das medições feitas no painel fotovoltaico de 180W em alguns meses do ano de 2015/2016.

Tabela 4. Medições médias diárias feitas em painel fotovoltaico 180W em alguns meses do ano de 2015 e 2016.

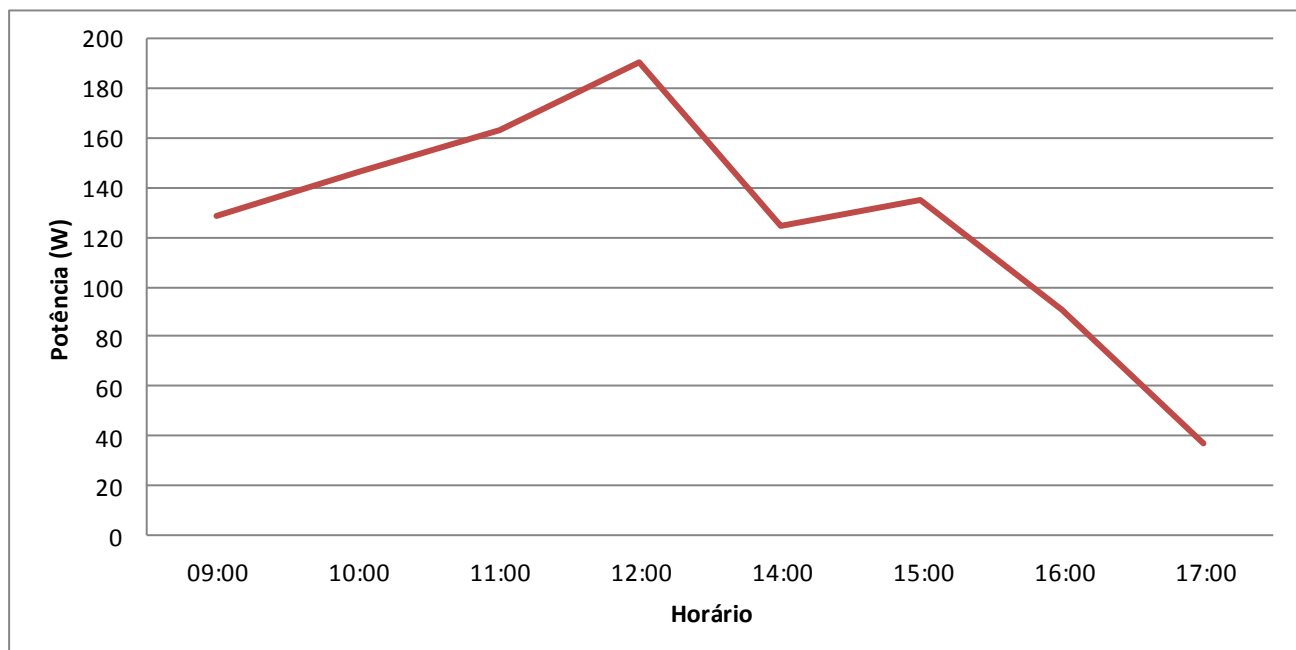
Hora(H)	media V*A=P	Potência(W)
Ano de 2015		
09:00	115	128
10:00	133	146
11:00	146	163
12:00	171	190
14:00	88	124
15:00	145	135
16:00	97	91
17:00	78	37
Ano de 2016		
09:00	40	165
10:00	180	181
11:00	112	180
12:00	119	190
14:00	135	64
15:00	70	148
16:00	161	111
17:00	148	62
Ano de 2017		
14:00	107	162
15:00	89	135
16:00	40	82
17:00	26	37
Media Geral P(W)		127
Desvio Padrão		50

O valor médio da potencia mensal, incluído todos os horários, foi 127 ± 50 W.

Tabela 4. Mostra as medias gerais de alguns meses do ano, a eficiência do painel solar nos meses em que as medições foram feitas, o valor máximo especificado pelo fabricante foi de 180W e nas medições realizadas o painel mostrou uma produtividade de 64% da capacidade de geração da placa, já que produziu 127W nos horários medidos, levando em consideração apenas os horários em que foi medido, (9:00 horas da manhã, até 17 horas da tarde).

O Gráfico 4. Mostra os valores obtidos através das medias das medições realizadas em todos os meses da pesquisa de 2015 à 2016.

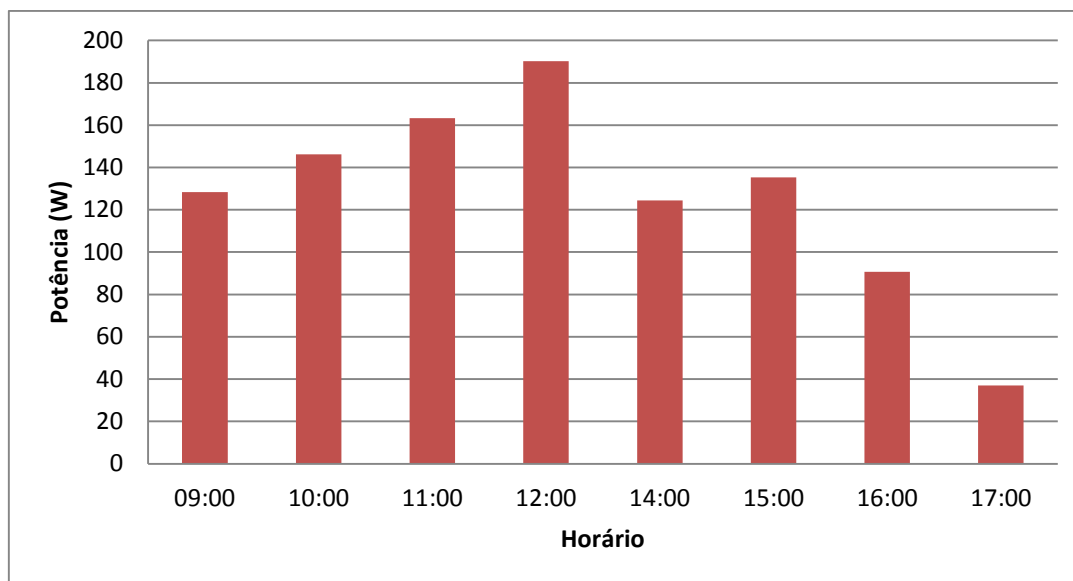
Gráfico 4. Gráfico das medições feitas no painel fotovoltaico 180W ao longo de alguns meses do ano de 2015/2016



O Gráfico 4 mostra as variações do potencial de geração de energia ao longo de algumas horas do dia, picos de produção de energia concentrada entre 11:00 horas da manhã, até aproximadamente 14:00 horas da tarde, após esse horário, a produção de energia começa a diminuir a medida que a intensidade solar baixa.

O gráfico 5. Mostra os valores obtidos através das medias das medições realizadas em todos os meses da pesquisa de 2015 à 2016. Com detalhes na produção de energia em cada hora de medição.

Gráfico 5. Gráfico das medições feitas no painel fotovoltaico 180W, com detalhe em produção de energia em relação ao horário da medição, medido ao longo de alguns meses do ano de 2015/2016



O gráfico 5. Mostra as medias de geração de energia em cada hora ao longo do dia, os horários onde há maior produção de energia está 12:00 horas. Onde atinge geralmente máxima produção de energia do painel.

A tabela 5. Mostra os valores obtidos através das medições realizadas em dias do mês de Abril de 2017. painel fotovoltaico construído a partir de células individuais.

Tabela 5. Medições feitas em painel montado com células individuais no dia 01 de março de 2017

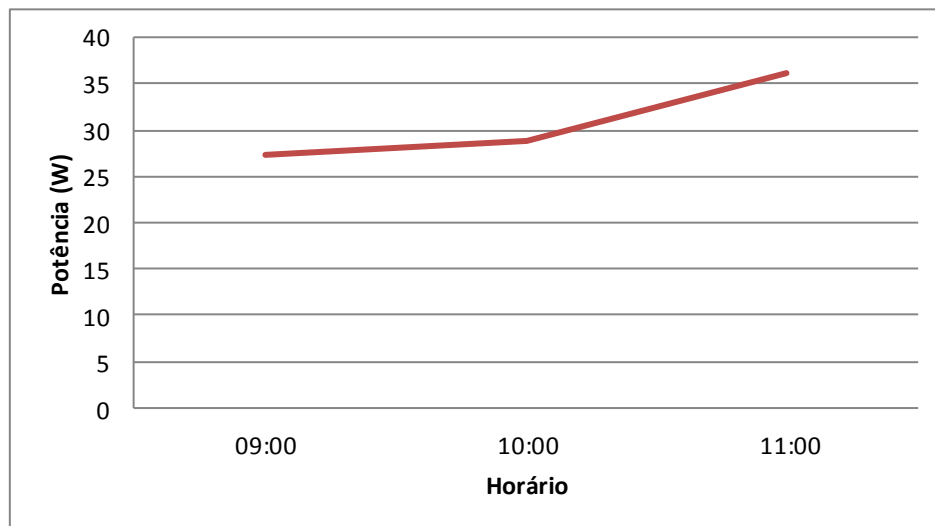
Hora (H)	Voltagem (V)	Amperagem (A)	V*A=P	FP-NBR5410	Potência (W)
09:00	19,9	1,49	30	0,92	27
10:00	20,3	1,55	31	0,92	29
11:00	22,1	1,78	39	0,92	36

O valor médio da potencia mensal, incluído todos os horários, foi 31 ± 5 W.

A Tabela 5 mostra que o painel fotovoltaico montado a partir de células individuais teve êxito em sua medição, com media dentro dos padrões de uma placa industrializada se comparado as mesmas potências. Mostrou estabilidade entre os horários medidos, e gerou energia dentro do esperado.

O Gráfico 6. Mostra os valores obtidos através das medições em uma manhã do dia 02/04/2017. A medição foi realizada com um painel solar montado de forma caseira.

Gráfico 6. Medições do dia 02/04/2017 em um painel montado com células individuais



O Gráfico 6. Mostra os dados obtidos em medições com painel montado com células individuais, se comparado com o painel de 180W industrializado que foi utilizado como fonte de análise e viabilidade para produção de energia fotovoltaica na cidade de Caruaru/PE. O gráfico 1. do painel 180W possui basicamente o mesmo comportamento do gráfico 6. Do painel que foi montado, os horários das 9:00 da manhã até as 11:00 da manhã tem o mesmo desempenho com potências distintas.

A Tabela 6. Mostra os valores obtidos através das medições realizadas em dias do mês de Abril de 2017. Painel fotovoltaico construído a partir de células individuais.

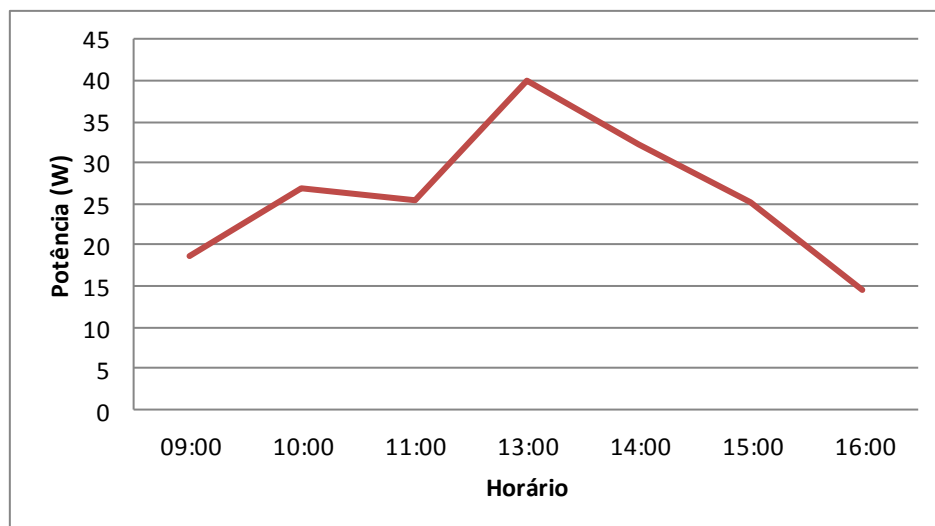
Tabela 6. Media mensal de medições feitas em painel montado com células individuais no mês de março de 2017

Hora (H)	Voltagem (V)	Amperagem (A)	V*A=P	FP-NBR5410	Potência (W)
09:00	18,5	1,1	20	0,92	19
10:00	18,9	1,54	29	0,92	27
11:00	22,2	1,24	28	0,92	25
13:00	23,1	1,88	43	0,92	40
14:00	20,2	1,73	35	0,92	32
15:00	20,6	1,33	27	0,92	25
16:00	19,2	0,82	15	0,92	14

O valor médio da potencia mensal, incluído todos os horários, foi 26 ± 8 W.

A Tabela 6. Mostra medições realizadas em quase todos os horários do dia 09/04/2017 apresenta valores proporcionais aos valores esperados. Começou com a primeira medição as 9:00 horas com uma manhã um pouco nublada, porém logo em seguida a intensidade solar se fortificou ate aproximadamente 14:00 horas da tarde. Após esse horário as intensidades solares diminuem, conseqüentemente a geração de energia.

Gráfico 7. Medições do dia 09/04/2017 em um painel montado com células individuais



O Gráfico 7. Apresenta as variações da geração de energia do painel montado, começa a aumentar seu potencial de geração a partir das 11:00 horas da manhã e chega a atingir seu pico de produção as 13:00 horas da tarde. Após esse horário o índice de produção diminui.

A Tabela 7. Mostra os valores obtidos através das medições realizadas em dias do mês de maio de 2017. Painel fotovoltaico construído a partir de células individuais

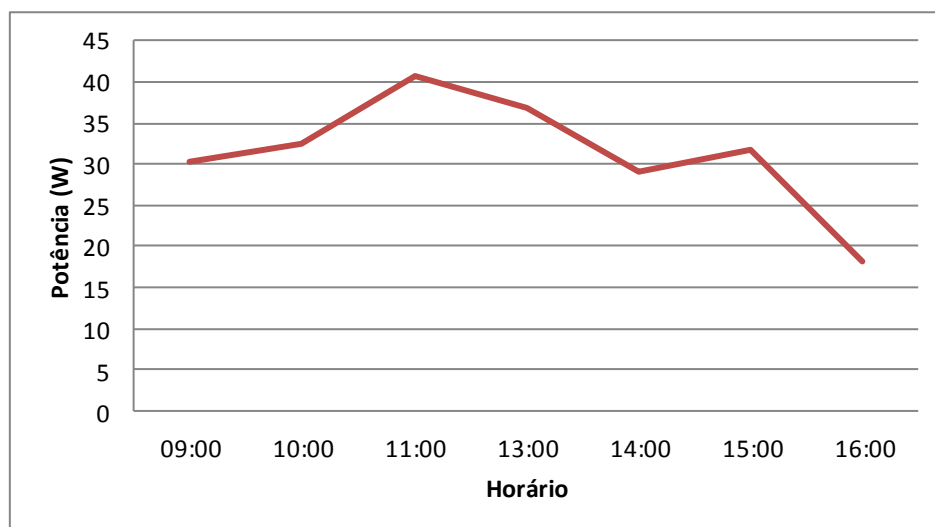
Tabela 7. Painel montado com células individuais. Dia 08/05/2017

Hora (H)	Voltagem (V)	Amperagem (A)	V*A=P	FP-NBR5410	Potência (W)
09:00	20	1,64	33	0,92	30
10:00	20,5	1,72	35	0,92	32
11:00	22,3	1,98	44	0,92	41
13:00	21,2	1,89	40	0,92	37
14:00	18,4	1,71	31	0,92	29
15:00	20,8	1,66	35	0,92	32
16:00	20,6	0,96	20	0,92	18

O valor médio da potencia mensal, incluído todos os horários, foi 31 ± 7 W.

A Tabela 7. Apresentou uma boa media ao longo do dia na produção de energia do painel que foi montado. Um dia com uma intensidade solar boa, com poucas nuvens.

Gráfico 8. Medições do dia 08/05/2017 em um painel montado com células individuais



O Gráfico 8. Mostra uma variação da produção de energia ao longo do dia, com um comportamento comum nas primeiras horas das medições, logo após as 13:00 o aparecimento de algumas nuvens fez com que a produção de energia diminuísse, entre 14:00 e 15:00 horas da tarde, a intensidade solar voltou a aparecer e aumentou por um determinado período de tempo a produção de energia, que logo em seguida voltou a diminuir.

A Tabela 8. Mostra os valores obtidos através das medições realizadas no dia 28/04/2017. Um gerador eólico construído a partir de materiais sucateados.

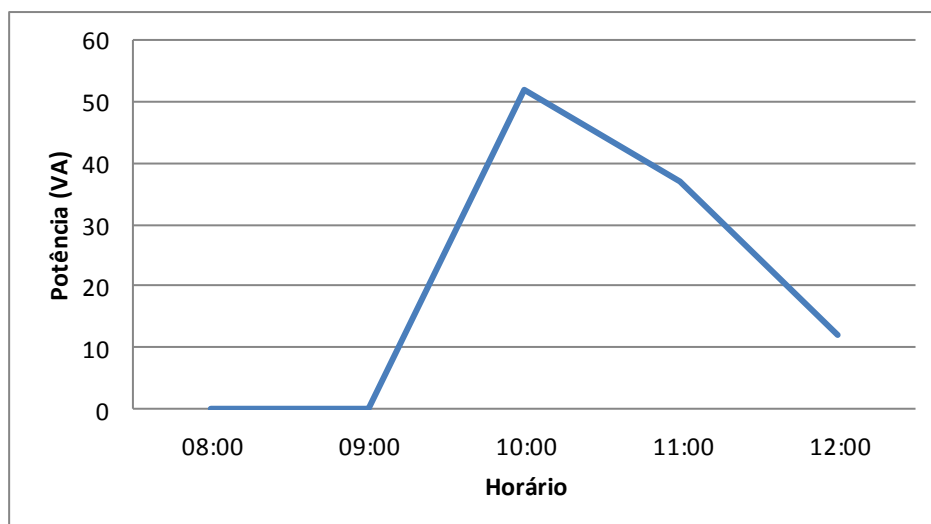
Tabela 8. Medições do dia 28/04/2017 em um gerador eólico montado com materiais sucateados.

Hora (H)	Voltagem (V)	Amperagem (A)	V*A=P (VA)
08:00	0	0	0
09:00	0	0	0
10:00	14,2	3,66	52
11:00	12,8	2,9	37
12:00	6,1	1,98	12

O valor médio da potência diária do gerador, incluído todos os horários medidos, foi de 20 ± 23 W.

A Tabela 8. Mostra valores obtidos com as medições feitas no gerador eólico, nos horários iniciais, não houve geração de energia, devido ao sistema depender de condições meteorológicas para funcionar. A partir das 10 horas o gerador apresentou valores com picos de 52 VA, logo em seguida diminuiu ainda mais sua geração.

Gráfico 9. Medições do dia 28/04/2017 de um aero gerador construído a partir de materiais sucateados



O Gráfico 9. Mostra que houve uma grande variação entre os horários das medições, nas primeiras medições o valor foi zero, sem produção de energia através dos ventos. Entre 10:00 até 12:00 houve geração de energia.

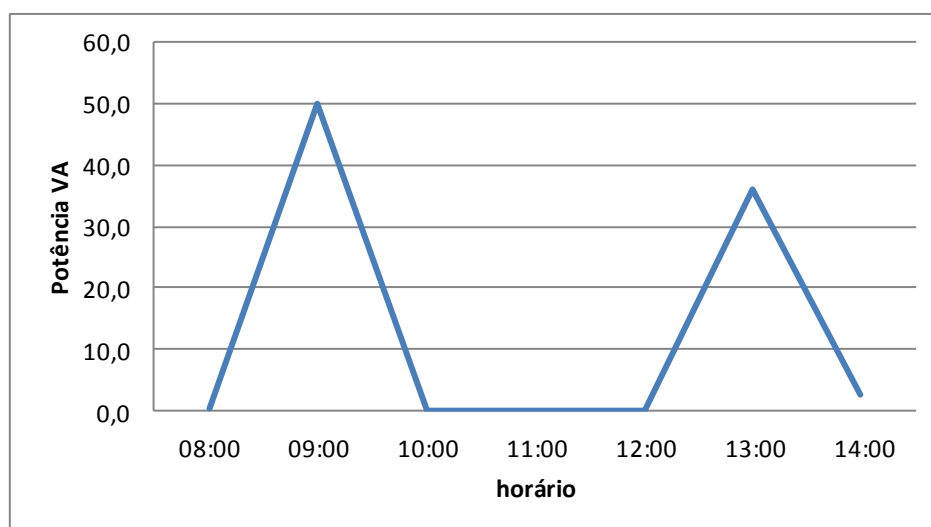
A Tabela 9. Mostra os valores obtidos através das medições realizadas no dia 08/05/2017. Um gerador eólico construído a partir de materiais sucateados.

Tabela 9. Medições do dia 08/05/2017 em um gerador eólico montado com materiais sucateados.

Hora (H)	Voltagem (V)	Amperagem (A)	V*A=P (VA)
08:00	0,8	0,2	0,2
09:00	14,2	3,52	50
10:00	0	0	0
11:00	0	0	0
12:00	0	0	0
13:00	12,6	2,87	36
14:00	3,4	0,8	3

A Tabela 9. Mostra pouca eficiência na geração de energia na primeira medição, realizada as 8:00 da manhã. No segundo horário de medição, o gerador chegou a uma potência de 50 VA, de 10:00 às 12:00 não houve produção de energia nos horários medidos, após esses horários houve pequena produção de energia entre 13:00 e 14:00 horas da tarde.

Gráfico 10. Medições do dia 08/05/2017 de um aero gerador construído a partir de materiais sucateados



O Gráfico 10. Medições realizadas em um gerador eólico sucateado realizada no dia 08/05/2017, a geração de energia do aero gerador só iniciou a partir das 9:00 horas da manhã, devido a pouca intensidade de ventos no local da medição. Houve geração significativa apenas em dois horários do dia, as 9:00 da manhã e as 13:00 horas da tarde. Nos demais horários não teve geração ou foi muito baixa

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desse estudo proporcionou analisar a eficiência de dois tipos de energias renováveis trabalhando simultaneamente, a energia solar e a energia eólica. Ambas foram analisadas as viabilidades de utilização desse sistema para redução de gastos com conta de luz na cidade de Caruaru/PE, as medições da energia fotovoltaica foi analisada por alguns anos, e seus resultados foram bastante expressivos. As medições foram feitas sob praticamente todas as condições climáticas referentes a intensidade solar, em dias de sol, dias de chuva, dias bastante nublados, variações de tempos entre um dia, sol em determinados momentos, chuva em outros. Contudo a energia fotovoltaica se mostrou completamente propícia para sua utilização, mesmo sendo relacionado custo benefício, por sua instalação possuir um valor elevado.

O sistema eólico apresenta dados que mostra a inviabilidade do sistema para ser instalado na Cidade de Caruaru/PE. Por depender de condições climáticas, o aro gerador construído com materiais sucateados não teve uma boa produção de energia, relacionados a vários fatores. Nos horários das medições e na localidade que foi aferido os valores, o sistema eólico fica inviável economicamente, mesmo sendo construído com materiais sucateados, precisa de uma manutenção preventiva que acaba gerando custos além do custo da montagem, outro fator negativo para energia eólica, precisa ter um aro gerador de grande porte para ter um retorno financeiro, com o aro gerador que foi utilizado para fazer o experimento, possuía um pequeno porte, e conseqüentemente a sua geração era muito baixa, sua manutenção ficaria mais cara do que o gerador produziria de energia. O aro gerador foi construído com materiais de baixo custo, aplicado com ímãs de neodímio para aumentar seu campo magnético e conseqüentemente produzir mais energia, a parte da modificação na sucata do alternador teve um ótimo resultado, conseguindo elevar os valores de produção de energia do mesmo. Medições foram feitas em um motor fixo antes e depois da colocação dos ímãs, após a colocação dos ímãs conseguiu aumentar cerca de 20% na produção do gerador. O maior problema do sistema está na hélice, que demanda um espaço muito grande para sua fixação, na manutenção e troca de componentes do aro gerador, dificuldade de instalação, da localidade a ser instalada por não conseguir gerar energia perto de prédios ou casas muito altas. Todos esses fatores acabam inviabilizando a utilização da energia eólica em meio urbano, esse sistema poderá ter um desempenho diferente em zona rural por não ter tantos imóveis impedindo ou desviando os ventos.

A montagem do painel fotovoltaico foi realizada com sucesso, medições feitas no painel na cidade de Caruaru/PE, revelou um grande potencial para geração de energia eólica na cidade, apesar de conter custos de instalação elevada, o painel se torna completamente viável por ser um material leve, fácil de instalar, não demanda de grandes espaços ou mesmo sequer manutenção, perfeito para ser instalado em áreas rurais ou urbanas. A partir da montagem caseira do painel como foi realizado nesse trabalho, consegue diminuir os custos elevados da tecnologia, por conseguir adquirir células individuais a preços muito baixos se for comparado a um módulo industrializado, contendo basicamente a mesma eficiência, se for bem feito pode durar tanto quanto um painel industrializado.

REFERÊNCIAS

- BOSCARDIN, G.; MIZUMA, M.; LARA, G. **ESTUDO DO PROCESSAMENTO DA ENERGIA PROVENIENTE DE UM GERADOR EÓLICO DE PEQUENO PORTE** (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), Curitiba, 2014
- CARLSON, R. **GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA – TECNOLOGIAS ATUAIS E FUTURAS**, Florianópolis-SC, 2004
- CASTRO, R. **UMA INTRODUÇÃO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS: EÓLICA, FOTOVOLTAICA, MINI-HIDRICA**, Lisboa, 2011
- DIAS, J. **INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA CONECTADA A REDE: ESTUDO EXPERIMENTAL PARA OTIMIZAÇÃO DO FATOR DE DIMENSIONAMENTO**, (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Tese de Doutorado, Porto Alegre, 2006
- FERRARO, N. **Eletricidade: História e aplicações**. Moderna, 1995.
- FILHO, J.; NICOLOTTE, J.; CUNHA, A. **IMPLEMENTAÇÃO DE UMA BANCADA PARA UM SIMULADOR DE MICROGERADOR EÓLICO**. (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), Curitiba, 2014.
- GALDINO, M; PINHO, J. **MANUAL DE ENGENHARIA PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**. CEPEL-CRESESB, Rio de Janeiro, 2014
- GATINO, A; SANTOS, D. **ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: ASPECTOS DE DESENVOLVIMENTO**, cachoeirinha RS, 2015
- GUIMARÃES, R. ; GONÇALVES, R. **SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE: ANÁLISE DO PANORAMA MUNDIAL E BRASILEIRO**. (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) Curitiba, 2012.
- HASNER, C. ; FERREIRA, P. **O POTENCIAL E O PERFIL DAS PATENTES VERDES EM CONSERVAÇÃO E RENOVAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL**. Salvador, v. 9, n. 1, 2016
- JUNIOR, F. **VIABILIDADE TÉCNICA/ECONÔMICA PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA, EM GRANDE ESCALA, NO NORDESTE BRASILEIRO**. (Universidade Federal de Lavras), Lavras MG, 2009
- LIMA, M. **O USO DA ENERGIA EÓLICA COMO FONTE ALTERNATIVA PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS DE ENERGIA E BOMBEAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM LOCAIS ISOLADOS**. (Universidade Federal de Lavras), Lavras MG, 2009
- LUIZ, W. **DESENVOLVIMENTO DE UMA ESTRUTURA DE POTÊNCIA DE ESTÁGIO ÚNICO APLICADO EM MÓDULOS INTEGRADOS PARA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA COM A UTILIZAÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA**. (Universidade tecnológica federal do paraná) curso de engenharia industrial elétrica, Curitiba, 2014
- MENDONÇA, I; SEABRA, G. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL: RESPONSABILIDADE PARA A CONSERVAÇÃO DA SOCIOBIODIVERSIDADE**, João Pessoa, 2011

MELO, P; BATISTA, F. **DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA.** (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), Curitiba, 2013.

MERGULHÃO, P. **A ENERGIA SOLAR E A SUSTENTABILIDADE NA TERRA: PROPOSTA DE INTERVENÇÃO NO 1º CICLO DO ENSINO BÁSICO,** Tese de mestrado, Viseu, 2014

MORAIS, L.; BOLSON, M.; ROSA, D.; **COMPORTAMENTO DOS GERADORES DE INDUÇÃO DUPLAMENTE ALIMENTADOS EM TURBINAS EÓLICAS DE PEQUENO PORTE.** (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), Curitiba, 2012

NASCIMENTO, C. **PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA CÉLULA FOTOVOLTAICA,** Monografia, Lavras MG, 2004

NASCIMENTO, P. **CONSIDERAÇÕES SOBRE AS INDÚSTRIAS DE EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIAS EÓLICA E SOLAR FOTOVOLTAICA E SUAS DIMENSÕES CIENTÍFICAS NO BRASIL.** Pesquisa do Ipea e doutorando em Economia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), 2015.

SILVA, E. **ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CARREGAMENTO DE BATERIAS PARA FINS DIVERSOS,** (Universidade Federal de Lavras), Lavras MG, 2010

STIVAL, G.; NASCIMENTO, F.; FONSECA, M. **GERADOR EÓLICO DE BAIXO CUSTO.** (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), TCC, Curitiba, 2013

TAVARES, E. **ENERGIA EÓLICA: VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICO-FINANCEIRA,** (Universidade Federal de Ouro Preto), João Monlevade MG, 2016

TOLMASQUIM, M. **PERSPECTIVAS E PLANEJAMENTO DO SETOR ENERGÉTICO NO BRASIL,** Paraíba, 2012