

E.E. SANTO DIAS DA SILVA

Seguidor Solar utilizando a plataforma Arduino

Helena Sousa
Israel Rodrigues
Kelwin Fernandes

São Paulo
2017

E.E. SANTO DIAS DA SILVA

Seguidor Solar Utilizando a Plataforma Arduino

Trabalho elaborado por alunos da E.E. Santo Dias da Silva, visando à melhoria de obtenção de energia elétrica proveniente de painéis solares, sob orientação do prof. Clayton Ferreira dos Santos e co-orientação do prof. Luiz Tadeu Juvenal.

São Paulo

2017

Resumo do projeto

Este projeto é uma continuidade do projeto seguidor solar, visando obter novos resultados sobre quanto de energia uma placa solar móvel pode gerar. Pesquisas e estimativas de preços para cidades e uma estimativa de quanto uma placa solar móvel irá gerar de energia, para averiguação de sua qualidade como meio de produção energética para o país.

Com tantas cidades nas áreas rurais mais pobres do país sem energia elétrica, abordamos este tema para, além de conscientizar, trazer a proposta de utilizar mais energia solar no país. Pois grande parte das regiões que precisam utilizar energia elétrica, mas não tem acesso a ela, estão localizadas no norte e nordeste brasileiro.

No decorrer do desenvolvimento do projeto, foram realizadas inúmeras pesquisas a fim de esclarecer este tema. Procuramos como poderia ser melhorada a qualidade de vida das pessoas que não tem energia elétrica. Visamos as áreas com menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), de modo que estas possam ser beneficiadas e aproveitar dos direitos como cidadãos brasileiros.

Após o levantamento de dados das casas que não tem energia elétrica, foram feitos planos orçamentários para utilização de energia fotovoltaica com as placas móveis nestes lugares, contudo, o projeto não é exclusivo destas cidades, e sim de qualquer que precisa ou quer utilizar energia solar da melhor forma possível.

Agradecimentos

Agradecemos ao nosso orientador prof. Clayton Ferreira dos Santos e co-orientador prof. Luiz Tadeu Juvenal pelo incentivo, dedicação e preocupação em nos disponibilizar o melhor aparato para a elaboração do projeto.

Agradecemos também, a Escola Estadual Santo Dias da Silva pelo espaço e fundos financeiros cedidos para a aquisição dos materiais necessários para o desenvolvimento desta pesquisa.

SUMÁRIO

1.Introdução	6
1.1 Objetivo	7
2.RevisãoBibliográfica	8
2.1. Principal fonte de energia elétrica do Brasil.....	8
2.2. Consumo de energia	8
2.3. Norte e Nordeste brasileiro.....	8
2.4. Regiões do Brasil sem energia elétrica.	9
2.5. Crise hídrica nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul brasileiros.	11
2.6. Cidades sem energia.	12
2.6.1. Uiramutã (Roraima).....	12
2.6.2. Dom Inocêncio (Piauí).....	13
2.6.3. Capitão Gervásio Oliveira (Piauí)	13
2.6.4. São Lourenço do Piauí (Piauí)	14
2.6.5. Dirceu Arcoverde (Piauí)	14
2.7. Clima, pluviosidade e incidência de luz.	15
2.7.1. Uiramutã	15
2.7.2. Dom Inocêncio	16
2.8. Potência	17
2.8.1. Potência útil	17
2.8.2. Potência dissipada	18
2.9. Pannel solar: história	18
2.10. Questões técnicas.....	18
2.10.1. Resistência de placas solares a chuva e granizo	19
2.10.2. Vida útil de uma placa solar.	19
2.10.3. Preço de uma placa solar	19
2.10.4. Impactos ambientais causados por placas solares.....	20

2.10.5. Reciclagem de placas solares	21
2.10.6. Painéis solares em veículos	21
2.10.7. Peso de uma placa solar	21
2.10.8. Energia solar no Brasil	21
3. Materiais e Métodos	23
3.1. materiais	23
3.2. método	24
3.2.1. Levantamentos bibliográficos	24
3.2.2. Cálculos	24
4. PROPOSTA DE Implementação do Projeto	25
4.1. Orçamento para domicílios brasileiros	26
4.1.1. Orçamento placa estática	27
4.1.2. Orçamento para as cidades	27
4.1.3. Tabela de consumo energético de aparelhos eletrônicos ...	28
4.1.5. Dom Inocêncio	29
5. Resultados	30
5.1 Incidência de luz	30
5.2 Comprovação teórica	32
6. Conclusão	36
7. Referências bibliográficas	37
Anexo I	41

1. INTRODUÇÃO

Em 2016 foi apresentado o trabalho “Seguidor Solar” elaborado pelos alunos da EE Santo Dias da Silva na Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE), sendo esta sua 15^o edição. Após diversas contribuições de pesquisadores e do público que visitou o estande desse trabalho, um dos alunos que continuariam na escola se animou em continuar com a pesquisa e encarar uma nova fase do projeto e, dessa forma, agregaram-se mais dois novos estudantes. E, com isso, montou-se um trabalho de sequência do “seguidor solar utilizando a plataforma Arduino”, com o objetivo de ampliar mais a visão do projeto. Para tanto, foi realizada uma nova fase com ênfase em pesquisa bibliográfica e que nos pudesse dar uma visão em escala real de uma possível aplicação da ideia de um protótipo na primeira fase deste projeto. Dessa forma, buscou-se a averiguação de quais seriam as melhores aplicações em escalas reais da energia solar no Brasil. Com o foco no avanço da sociedade cada vez mais imersa nas tecnologias digitais e na qualidade de vida dos cidadãos, a energia elétrica torna-se um fator primordial e, portanto, pensar em soluções que possam otimizar a geração de energia elétrica é, ainda, um dos problemas que precisam ser enfrentados.

Assim sendo, essa pesquisa está voltada para levantar dados que indiquem quais são as cidades do Brasil em que a maioria dos cidadãos não fazem uso de energia elétrica e, conseqüentemente, tem uma baixa qualidade de vida. Com isso, o foco dessa pesquisa está em apresentar, a partir de uma ideia inovadora, apresentar uma possível solução para o problema em questão de forma a utilizar um recurso abundante no Brasil, a energia solar, para a geração de energia elétrica e, com isso, apresentar uma possibilidade de expandir a geração de energia elétrica por meio da energia solar, tendo como foco ser uma alternativa para que cidades que ainda não tenham energia elétrica possam fazer uso desse recurso, muito embora, essa solução não seja restrita a essas cidades.

1.1 OBJETIVO

Averiguar quais são as cidades do Brasil que estão com o maior índice de moradias sem energia elétrica e solucionar este problema por meio de uma solução inovadora para obtenção de energia elétrica a partir da energia solar. E, por fim, estimar um plano orçamentário para as cidades e comparar os benefícios da utilização das placas solares móveis com as estáticas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Principal fonte de energia elétrica do Brasil

O Brasil como qualquer outro país faz o uso de diversos tipos de fontes de energias sendo elas renováveis ou não.

No Brasil a maior parte da energia elétrica é produzida a partir das usinas hidroelétricas, onde atualmente 90% dessa energia vem das hidroelétricas. A principal usina hidroelétrica fica em Itaipu no Rio Paraná com capacidade para gerar 14 000 MW.

2.2. Consumo de energia

No ano de 2010 foram divulgadas pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética), o consumo médio de energia elétrica consumida pelas residências brasileiras foi de 157 KWh por mês. Entretanto, esse consumo médio apresenta variações menores de região para região, mais ainda por parte das regiões Norte e Nordeste. O menor consumo registrado foi o da região Norte com uma média aproximada de 88,7 KWh/mês

2.3. Norte e Nordeste brasileiro.

O norte e o nordeste ainda são as regiões com menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). O programa "Luz para todos" foi levado até algumas destas áreas, porém após a instalação dos postes e transformadores, não foi possível dar continuidade à alguns projetos, pois como mostram os dados do IBGE, em 2010, havia cerca de 715 mil famílias sem energia em suas residências nas áreas rurais. "De janeiro de 2011 até janeiro de 2014, o Programa Luz para Todos já havia levado o acesso à energia elétrica para 458.712 famílias", informa o Ministério. Mas ainda há muitas casas sem energia elétrica, não só nas regiões rurais, como também em algumas regiões próximas das cidades.

Estes cidadãos não têm quase nada, as dificuldades por causa da falta de luz aumentam ao anoitecer, com lamparinas, velas ou lampiões tentam iluminar suas casas, para não ficarem em total escuridão.

A região nordeste conta com a necessidade de importação de energia elétrica.

O gráfico abaixo mostra o aumento da 'importação' de energia pelo Nordeste. Com os dados fornecidos pelo Atlas de Desenvolvimento Humano de 2013.

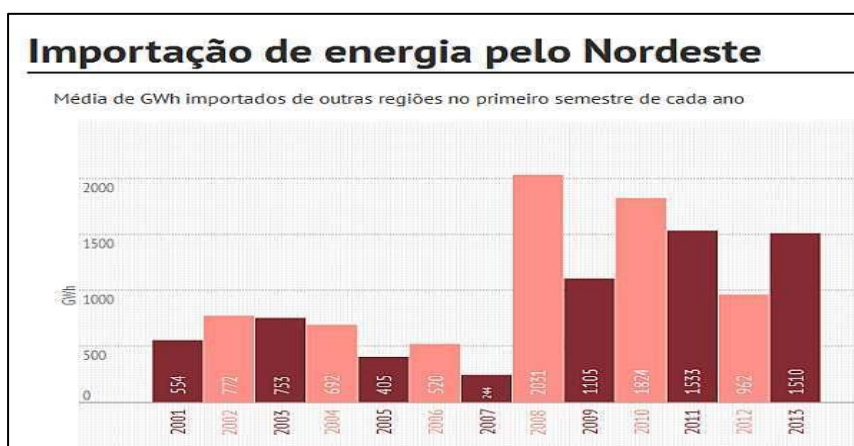


Gráfico 1: Gráfico de importação de energia feita pelo nordeste brasileiro no primeiro semestre de cada ano (Estado, 2001 – 2013),
 Fonte: <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,pouca-agua-e-consumo-recorde-de-energia-explicam-apagao,163226e>

As importações aumentaram por causa do agravamento da seca, que ocasionou a queda do nível dos reservatórios, e o aumento do consumo, a região Nordeste aumentou a importação de energia térmica de outras regiões, para poder suprir a distribuição de energia para os consumidores.

2.4. Regiões do Brasil sem energia elétrica.

Conforme as informações fornecidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) são milhões de brasileiros que não têm energia. Grande parte dessas pessoas é de áreas rurais, sendo que os cidadãos dessas áreas anseiam pelo dia em que energia elétrica será algo comum em suas casas como é nas metrópoles. Além da falta de energia, algo em comum é o Índice

de Desenvolvimento Humano (IDH) baixíssimo, pela a falta de recursos, o que acarreta uma série de diferenças sociais e econômicas entre as cidades, de forma que a renda per capita não é maior que R\$ 100,00 por mês. Estas pessoas desejam uma mudança de vida e, para isso, precisam ser introduzidas na sociedade globalizada, mas sem recursos básicos não conseguem. Portanto, é necessário que o poder público busque uma solução para essa situação, de forma a investir em ideias que irão beneficiar não só as pequenas cidades, como todo o país.

Em todas as regiões do Brasil, infelizmente, há falta de energia. A maioria destas casas está situada no Norte e Nordeste brasileiro. Ao pensarmos nos problemas que afetam os cidadãos dessas regiões, logo pensamos na seca, porém a falta de energia é também é prejudicial, pois retarda a falta de desenvolvimento humano e econômico.

“São cidadãs e cidadãos que diariamente têm seu conforto, sua paciência e suas rotinas modificados e prejudicados pelo simples fato de não poderem contar com um eletrodoméstico.” (Oliveira, Júnior. Cidades em foco), usar eletrodomésticos é algo tão comum que sequer nos preocupamos com isso, porém homens e mulheres que trabalham muito para que possam chegar a ter um eletrodoméstico que os auxilie nas tarefas de casa, não podem usá-los, a falta de energia prejudica as áreas que os moradores das grandes cidades, não precisam se preocupar.

Segundo a Lei Complementar nº 75/93, são direitos dos cidadãos: dignidade, liberdade, igualdade, saúde, educação, assistência social, acessibilidade, acesso à justiça, direito à informação e livre expressão, reforma agrária, moradia adequada, não discriminação e alimentação adequada. Portanto, como dito em lei, eles têm o direito de uma moradia adequada em todos os sentidos, acessibilidade aos recursos básicos para sobreviver, não são exigências, são direitos. A energia elétrica possibilitará acesso a áreas onde é perigoso andar durante certo horário, pois a escuridão atrai mais assaltos. Assim, além de melhores condições dentro de duas casas poderão ter melhorias nas ruas.

Por mais menores que essas cidades sejam, essas têm o direito de usufruir dos mesmos recursos que os demais cidadãos das grandes metrópoles brasileiras usufruem, portanto, a falta de energia elétrica não deve ser uma opção. Tal como ter em seus hospitais aparelhos elétricos que auxiliam no atendimento aos pacientes, mas sem energia não tem como mantê-los ligados. Estes locais necessitam de mais acessibilidade, conforme garantido em lei.

2.5. Crise hídrica nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul brasileiros.

Entre 2014 e 2015, principalmente a região sudeste sofreu com a crise de água, como o centro-oeste e sul.

Os apagões constantes, na época, tinham duração aproximada de 2 horas, em diversos lugares (O dia, 2015), e as reclamações se espalharam por diversas mídias, especialmente por meio das redes sociais, até que as empresas responsáveis pela energia elétrica nessas regiões deram nota à imprensa informando que as quedas de energia eram resultado da crise hídrica. A AES Eletropaulo, que distribui a energia para regiões de São Paulo, Light, que distribui para o Rio de Janeiro e a Companhia Paranaense, de Energia (Copel), que distribui ao Paraná, comunicaram que os cortes foram feitos a pedido do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que por sua vez publicou no site do órgão que houve restrições na transferência de energia, contudo, “menos de 5% da carga do sistema foi prejudicado”, segundo eles.

O Brasil tem como uma de suas principais fontes de energia as hidrelétricas. “O volume de chuva que chegou aos reservatórios das principais hidrelétricas do país em janeiro de 2015 foi o mais baixo para o mês nos últimos 85 anos”, (ONS, 2015). O índice de chuva estava baixíssimo naquele ano e a probabilidade de prejudicar a geração de energia elétricas nas hidrelétricas era considerável e o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) apontou sobre a provável falta de energia nas regiões Sudeste e Centro-Oeste.

Após esse infortúnio, as empresas de distribuição de energia elétrica ficaram mais atentas acerca do falar de energia.

2.6. Cidades sem energia.

No norte e nordeste brasileiro foram achados 5 municípios que carecem de energia elétrica. E seus cidadãos por muitas vezes já pediram assistência, porém há tempos essa não chega.

2.6.1. Uiramutã (Roraima)

Uiramutã é um pequeno município do nordeste do estado de Roraima. Com uma área de 8.066 km². É uma das tríplices fronteiras do país, com a Guiana e a Venezuela, e é o mais setentrional do Brasil. Em seu território está o Monte Caburaí, de 1.456m de altitude. O Monte Roraima, também localizado no município, é um dos picos mais altos do país, e fica localizado no ponto tríplice.

As belezas naturais tornam a visita a este local incrível. Mas grande parte da população vive nas áreas rurais e o desenvolvimento é baixíssimo, uma das causas é a falta de energia elétrica. E por esses fatores foi um dos locais escolhidos para enfatizar na pesquisa.

Porcentagem de casas sem energia elétrica	70,7% das casas
População da cidade	8.335 habitantes
Pessoas sem energia elétrica em casa	6.118 pessoas
Total de domicílios na cidade	1.444 casas
Domicílios sem energia elétrica	1.022 casas
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	0,453 – Muito baixo

Tabela 1: Tabela de estatística de cidades sem energia elétrica (IBGE, 2010), Fonte:
<https://exame.abril.com.br/brasil/7-cidades-onde-ter-luz-em-casa-e-privilegio-de-poucos/amp/>

2.6.2. Dom Inocêncio (Piauí)

Dom Inocêncio é um município do Piauí. Tem uma área de 3.870 km².

Virou um município e distrito com a denominação de Dom Inocêncio, em 1988, desmembrado de São Raimundo Nonato.

Em 2016 os moradores sofreram com as fortes chuvas, que danificaram as redes de telefone e energia elétrica.

O município é pequeno e sua economia gira em torno da caprinovinocultura, que é a criação de ovinos e caprinos, o que lhe deu título de “Terra do bode”. Este município também foi incluído nas pesquisas.

Porcentagem de casas sem energia elétrica	53,3% das casas
População da cidade	9.245 habitantes
Pessoas sem energia elétrica em casa	5.188 pessoas
Total de domicílios na cidade	2.557 casas
Domicílios sem energia elétrica	1.415 casas
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	0,549 – Baixo

Tabela 2: Tabela de estatística de cidades sem energia elétrica (IBGE, 2010), Fonte:
<https://exame.abril.com.br/brasil/7-cidades-onde-ter-luz-em-casa-e-privilegio-de-poucos/amp/>

2.6.3. Capitão Gervásio Oliveira (Piauí)

Capitão Gervásio Oliveira é um município brasileiro do estado do Piauí. Com área de 1.134 km². O município possui a segunda maior reserva de níquel do Brasil. Ainda assim o IDH é baixo e parte da população não tem eletricidade.

Porcentagem de casas sem energia elétrica	54,3% das casas
População da cidade	3.878 habitantes
Pessoas sem energia elétrica em casa	2.117 pessoas
Total de domicílios na cidade	1.144 casas
Domicílios sem energia elétrica	622 casas
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	0,553 – Baixo

Tabela 3: Tabela de estatística de cidades sem energia elétrica (IBGE, 2010), Fonte: <https://exame.abril.com.br/brasil/7-cidades-onde-ter-luz-em-casa-e-privilegio-de-poucos/amp/>

2.6.4. São Lourenço do Piauí (Piauí)

São Lourenço do Piauí é um município do sudeste do Piauí. Com área de 683,7 km². E considerando um município histórico, contudo, é uma das cidades brasileiras que precisam se preocupar com a falta de energia elétrica.

Porcentagem de casas sem energia elétrica	54% das casas
População da cidade	4.427 habitantes
Pessoas sem energia elétrica em casa	2.405 pessoas
Total de domicílios na cidade	1.297 casas
Domicílios sem energia elétrica	701
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	0,597 – baixo

Tabela 4: Tabela de estatística de cidades sem energia elétrica (IBGE, 2010), Fonte: <https://exame.abril.com.br/brasil/7-cidades-onde-ter-luz-em-casa-e-privilegio-de-poucos/amp/>

2.6.5. Dirceu Arcoverde (Piauí)

Dirceu Arcoverde é um município do Piauí. Seu território é de 1.017 km².

Sua economia está voltada ao setor primário, que é responsável pelo desenvolvimento da agricultura, pecuária e ao extrativismo (vegetal, animal e mineral), e terciário, que é responsável pela prestação de serviço. Entretanto, há pessoas que não tem energia.

Porcentagem de casas sem energia elétrica	50,4% das casas
População da cidade	6.675 habitantes
Pessoas sem energia elétrica em casa	3.412 pessoas
Total de domicílios na cidade	1.866 casas
Domicílios sem energia elétrica	941 casas
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	0,561 – baixo

Tabela 5: Tabela de estatística de cidades sem energia elétrica (IBGE, 2010), Fonte: <https://exame.abril.com.br/brasil/7-cidades-onde-ter-luz-em-casa-e-privilegio-de-poucos/amp/>

Todos esses municípios são subdesenvolvidos e muitos dos seus habitantes não têm energia elétrica em suas casas. A falta de eletricidade não tem a devida atenção, que deveria.

2.7. Clima, pluviosidade e incidência de luz.

2.7.1. Uiramutã

Esse município em geral tem um clima tropical, como esperado de uma região do norte brasileiro. As chuvas são maiores no verão do que no inverno. Mas a temperatura média é de 24 °C.

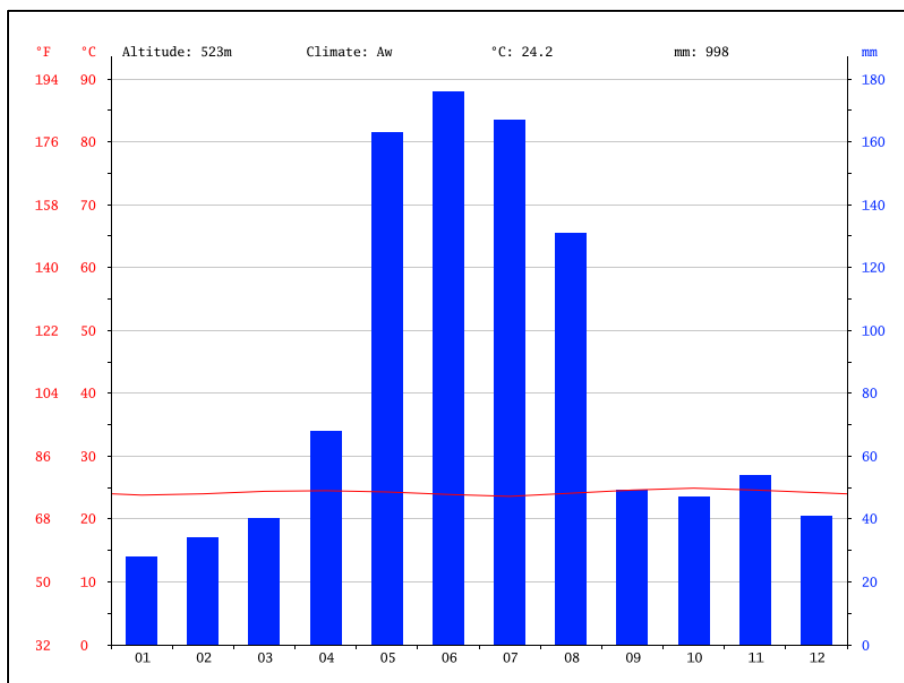


Gráfico 2: Climograma de Uiramutã (Roraima), (Climate, 2010), Fonte: <https://pt.climate-data.org/location/313622/>

O clima é classificado como Aw, é um clima tropical, que tem o inverno seco. A temperatura média do mês mais frio é superior a 20 °C. A pluviosidade média anual é maior do que 950 mm.

2.7.2. Dom Inocência

Como um município do Nordeste o clima é considerado árido, a temperatura média é de 26 °C.

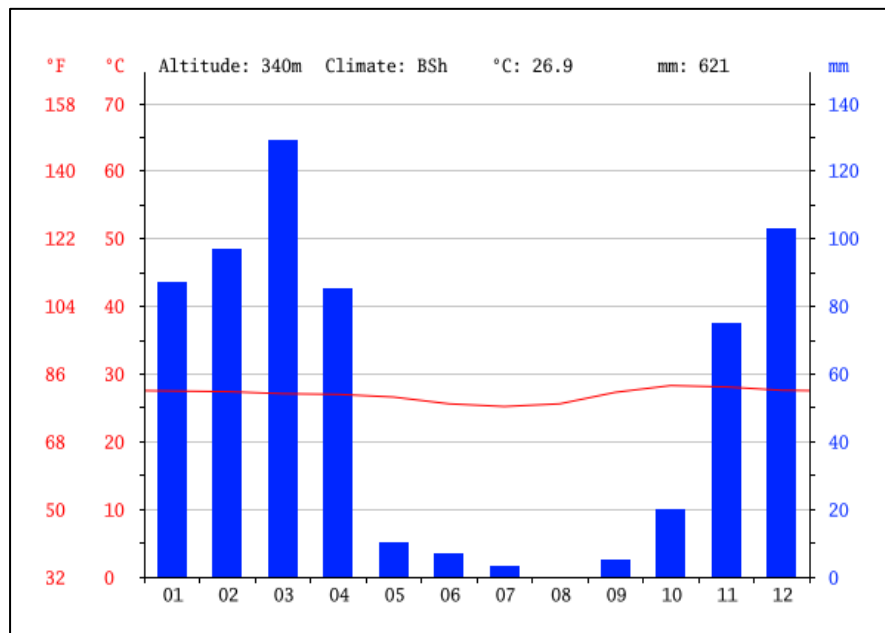


Gráfico 3: Climograma de Dom Inocêncio (Piauí), (Climate, 2010), Fonte:
<https://pt.climate-data.org/location/313622/>

O clima é BSh, um clima semi-árido e com escassez de chuvas, a temperatura média anual é alta.

Pluviosidade baixa, pouco mais de 600 mm anualmente.

2.8. Potência

A potência é uma unidade matemática que mede a rapidez que um sistema tem de transformar a energia em alguma finalidade movimento, calor, eletricidade entre outros. Que tem como relação o quanto o sistema trabalha pela sua variação de tempo.

2.8.1. Potência útil

A potência útil é o quanto de energia por unidade de tempo é gasto pelo aparelho para que ocorra uma determinada tarefa, ou seja, a energia que é gasta por unidade de tempo para que o aparelho gere a energia para o qual foi projetado.

2.8.2. Potência dissipada

A potência dissipada é o quanto determinado sistema gera de energia por unidade de tempo para que determinada energia seja transformada em outras formas de energia para qual não se pretendia ao projetar o equipamento, portanto, o conceito que se aplica a dissipação de energia vem de Lavoisier em que a energia não é perdida, mas sim transformada. Com isso, o rendimento energético tem como relação a potência útil pela potência total do sistema.

2.9. Paineis solares: história

Em 1839, o físico francês Alexandre Edmond Becquerel foi o primeiro a observar o efeito fotovoltaico por meio da exposição de fios de platina e prata à radiação solar. Obtendo resultados foi feita a primeira fabricação de uma célula fotovoltaica feita de selênio em 1873. As primeiras células de selênio não tinham como finalidade produzir energia elétrica, entretanto sua corrente produzida era muito boa para as máquinas fotográficas.

Calvin Fuller era um químico que trabalhava no Bell Laboratories em Murray Hill e foi o responsável por inventar o silício dopado. O silício dopado é o mineral condutor que é usado nos painéis solares modernos, esta invenção data de 1954.

2.10. Questões técnicas

Certas questões técnicas são de grande preocupação para a população que pretende instalar um painel solar em sua casa. Algumas questões que não estão claras para a população serão esclarecidas.

2.10.1. Resistência de placas solares a chuva e granizo

Essa é uma das dúvidas que pessoas que querem instalar essa matriz energética em suas casas. E a resposta é que elas são resistentes a chuvas e a granizo. Todos os painéis solares têm uma cobertura de vidro, acrílico e vidro temperado, para proteger as células solares de eventuais danificações. As placas são resistentes a impactos de granizo de até 80 Km/h.

2.10.2. Vida útil de uma placa solar.

Muitos painéis solares têm uma vida útil muito grande. A durabilidade de uma placa solar vai mudar muito de cada marca e modelo de placas, pois algumas têm diferentes materiais. Uma placa solar dura em média 25 anos, podendo chegar a 40 anos de duração. Para uma longa duração de uma placa solar deve haver manutenções periódicas em suas estruturas conforme especificado pelas fabricantes.

2.10.3. Preço de uma placa solar

Uma placa solar pode variar seu preço de região para região, entretanto sua média de preço é de R\$ 700,00 a R\$ 1200,00. Esse valor está relacionado com quanto de energia ela capta e a qualidade de seus materiais. Muitas fabricantes de placas solares têm como base de preços a potência que a placa solar gera. Baseando seu preço em U\$ por watt, logo a placa vai variar seu preço de acordo com sua eficiência e cotação do dólar. Abaixo temos um gráfico que ilustra muito bem essa ideia.

Preço da energia solar por tempo

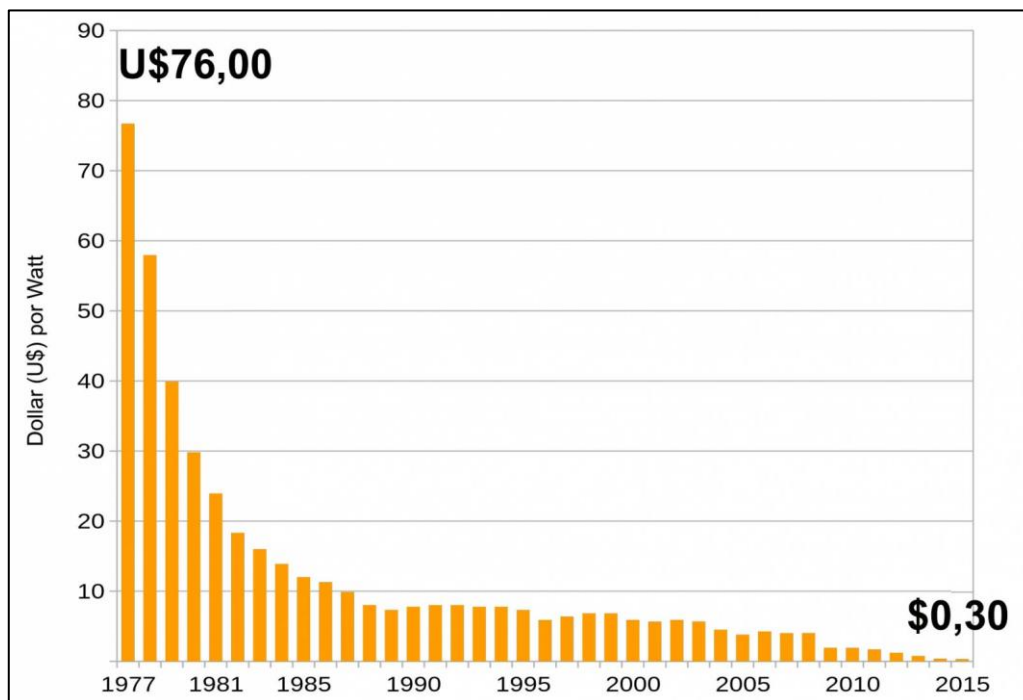


Gráfico 4: Diminuição do preço da energia solar em U\$ ao longo do tempo, Fonte: <https://www.portalsolar.com.br/placa-solar-preco.html>

2.10.4. Impactos ambientais causados por placas solares

A energia fotovoltaica é tida como uma das fontes de energia elétrica mais limpas, porém alguns de seus materiais podem ter algum impacto ambiental. O principal agente causador de poluição do meio ambiente nas placas solares é o silício. Na purificação do silício é liberada a substância hexafluoreto de enxofre que é uma substância causadora do efeito estufa. O tetracloreto de silício é uma substância tóxica que quando reage com a água pode acarretar em queimaduras. Na extração do silício pode acarretar em poluição de águas e aparecimento de crateras por meio do excesso de mineração. Dessa forma, muito embora seja considerada uma fonte de energia limpa, pode-se afirmar que ainda haverá algum resíduo que pode trazer danos ao meio ambiente. Por isso, é necessário que sejam dadas as devidas atenções para esses fatores.

2.10.5. Reciclagem de placas solares

Segundo o site “ Enel soluções “ mais de 97% de todos os materiais de um painel solar são reaproveitáveis, entretanto estes são dados de placas solares que não tem em sua composição o silício, esse processo de reciclagem é passado por uma reciclagem térmica. Módulos feitos de silício em sua composição tende a ser desmontados manualmente e pode ir para a revenda ou passar por novos processos químicos.

2.10.6. Painéis solares em veículos

Atualmente não há nenhum tipo de veículo motorizado que utilize uma placa solar em seu funcionamento para ganhar energia e assim movimentar-se. Há modelos de carros elétricos que podem ter suas baterias carregadas por energia solar ao invés da utilização de combustíveis fósseis.

2.10.7. Peso de uma placa solar

Um módulo solar tem uma massa que varia de 20 a 25 Kg. Esse dado tende a mostrar que os placas solares mesmo tendo suas dimensões muito grandes (comprimento e altura) seu peso é relativamente baixo, variando de aproximadamente 200N a 250N (considerando a aceleração da gravidade igual 10 m/s^2). Dessa forma, facilitando o transporte desses módulos.

2.10.8. Energia solar no Brasil

O Brasil ainda não tem uma grande participação no desenvolvimento da energia solar, entretanto há usinas solares espalhada pelo país. Para mostrar a comparação de energia gerada por essas usinas segue uma tabela de comparação entre as usinas hidrelétrica e solar.

Comparação entre usina solar e hidrelétrica

Usina Hidrelétrica	Usina Solar
Itaipu (PR)	Tauá (CE)
14.000 MW	1 MW

98.287.128 MW h em 2012	1.600 MW h em 2012
Área do lago: 1.350 Km ²	Área: 12.000 m ²
72,8 KW h por m ²	133,3 KW h por m ²

Tabela 6: Comparação entre usina solar e hidrelétrica, Fonte: <http://www2.aneel.gov.br/hotsite/mmgs/slides/Antonio%20Carlos%20de%20Andrada%20Tovar.pdf>

Com base nessa tabela podemos observar que apesar de atualmente no Brasil a energia solar ser pouco aproveitada, ela tem maior potencial para gerar mais energia elétrica por metro quadrado do que a usina hidrelétrica.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MATERIAIS

Utilização de um protótipo para a coleta de dados sobre a irradiação Solar e fazer uma comparação sobre os ganhos energéticos de uma placa solar estática e móvel. As fotos 1 e 2 mostram o protótipo criado.

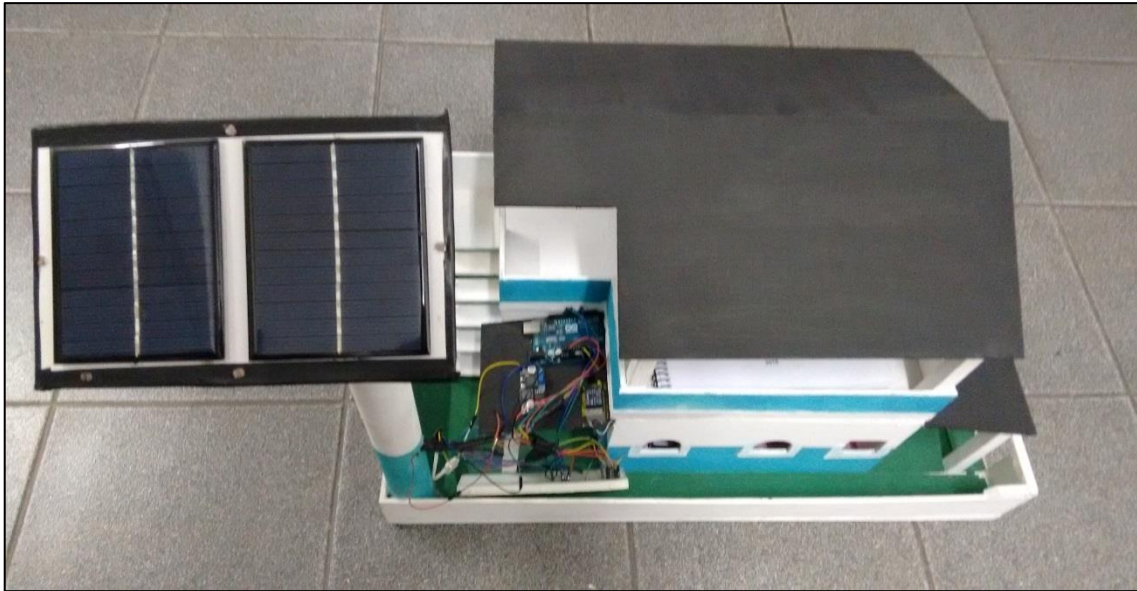


Foto 1: Seguidor solar com uma maquete de uma casa para melhor implementação do protótipo.

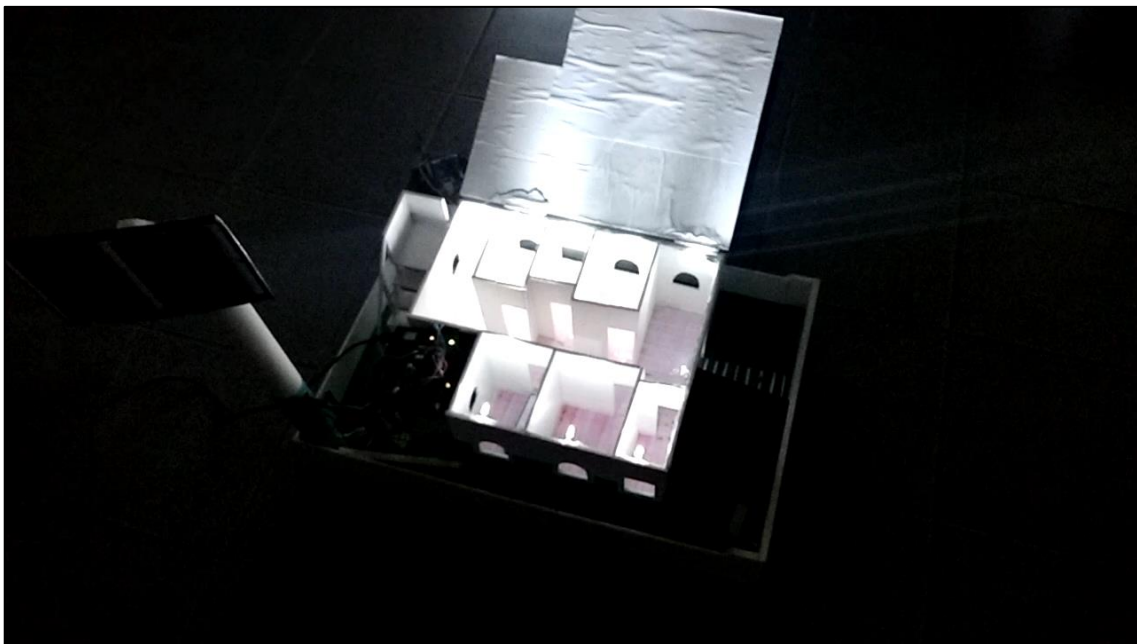


Foto 2: Seguidor solar em um período noturno fornecendo energia para a residência.

3.2. MÉTODO

3.2.1. Levantamentos bibliográficos

A pesquisa feita por levantamento bibliográfico consiste em: levantamento de dados por meio da pesquisa na internet. Visando coletar artigos e notícias sobre determinado assunto. Ainda sim usando o método científico para solucionar problemas, que no levantamento bibliográfico consiste em: problema, hipótese (levantamento de dados iniciais), levantamento de dados para a solução do problema e análise dos resultados com embasamento teórico.

3.2.2. Cálculos

Usando Uiramutã como referência para os cálculos. Primeiramente tivemos que saber quantas placas seriam necessárias para suprir a cidade, para isso calculamos a potência gerada pela placa ao longo do mês, que teve como resultado 115,2 KWh/mês, com esse resultado dividimos pelo consumo médio de energia do Brasil, isso daria 1,36 placas por casa, como não podemos colocar meia placa ou menos que meia, arredondamos para duas placas por casa para que não venha faltar potência para o domicílio. Sabendo o número de placas a ser usadas multiplicamos pelo número de domicílios presente na cidade (1.022), tendo um total de 2.044 placas. Teve-se como orçamento total de R\$1.530.956,00.

Para os próximos passos foi utilizada a tabela de preços, para se calcular o preço final dos materiais utilizados, assim obtivemos o valor total de R\$ 3.262.513,00 para a cidade de Uiramutã.

Para a cidade de Dom Inocêncio, foram utilizados os mesmos métodos usados para calcular o número de placas que foram de 2.830 placas tendo um orçamento total de R\$ 2.119.670,00. Para os outros materiais foram seguidos os mesmos passos, utilizamos a tabela de preços e com isso chegamos a um orçamento total de R\$4.468.067,00 para a cidade de Dom Inocêncio.

4. PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

4.1. Aplicação do seguidor solar em escala real

A aplicação de um campo solar para gerar energia para as cidades foi proposta tendo em vista os dados climáticos coletados. As cidades representam uma temperatura média de 26 ° C.

Com base nos dados obtidos de nosso protótipo, fizemos estimativas de quanto uma placa solar móvel irá gerar em comparação com uma placa estática. Os resultados foram obtidos por meio de equações de eletricidade e podem conferi-las em anexo. Os resultados obtidos estão mostrados no gráfico.

Hora	Potência	
	Placa móvel (W)	Placa estática (W)
7 Horas	182,85	160
8 Horas	228,6	182,85
9 Horas	274,3	251,4
10 Horas	320	320
11 Horas	320	297,1
12 Horas	320	297,1
13 Horas	320	274,3
14 Horas	320	274,3
15 Horas	274,3	228,6
16 Horas	251,4	160
17 Horas	228,6	160
18 Horas	205,7	114,3
19 Horas	137,1	91,4

Tabela 7: Tabela de potência em escala real

Com esses dados que obtivemos mostra que a placa móvel consegue gerar quase 100 watts hora a mais que a placa solar estática. Alguns aparelhos que precisam ser usados no seguidor solar consomem energia elétrica, como: motores de passo, circuito e drivers para os motores. Entretanto há meios de contornar estas penalidades energéticas, como por exemplo: os motores apenas precisam ser ligados para a movimentação das placas a cada 1 ou 2 horas, então seu custo benefício é muito maior. Ainda há uma certa perda de energia que é convertida em outros tipos de energia como em calor e a própria eletricidade que é perdida no transporte para as residências.

Este gráfico foi feito com os dados coletados do protótipo seguidor solar. Com os dados obtidos da estimativa de quanto uma placa solar irá gerar durante o dia, temos que a sua capacidade máxima de energia gerada é de 320 W e sua mínima é de 137,1W. Já a placa estática também tem seu pico energético em 320 W, entretanto não fica com este pico um grande período de tempo. Vale ressaltar que o pico de energia gerada nem sempre é aproveitada, pois, a energia gerada é convertida em outras fontes.

4.1. Orçamento para domicílios brasileiros

Estimativa

Para a realização de um orçamento foi pesquisado quais eram os principais produtos que compõem a produção de energia elétrica. Segue a lista de materiais. (Imagem dos materiais em anexo 1.):

- Placas solares de 320 Watts hora
- Motores de passo
- Drivers para motores
- Baterias
- Circuito (afiação)

Placa solar	Motor de passo	Driver	Bateria	Circuito (fios)	Inversor	Componentes eletrônicos (sensor)
749,00	436,05	822,00	1040,00	30,18	179,00	17,00

Tabela 8: Preço unitário de cada produto

Uma placa de 320 Wh gera 115,2 KWh por mês. Para suprir essa necessidade energética são necessárias 2 placas solares de 320 watt h, tendo em vista a média de sua capacidade máxima e media de gerar energia. Com base nessas informações são necessários esses produtos: 2 placas solares, 1 motores de passo, 1 driver 1 bateria, 1 inversor, 4 sensores e 4 circuitos (400 metros). A estimativa de preços para uma casa seria de: ~R\$ 4.163,00

O gasto médio mensal de uma família que gasta 157 KW h está em torno de R\$ 150,00 a R\$ 200,00 por mês. Com base nesses dados o investimento será pago entre 1 e 2 anos, restando em torno de 23 anos de lucro para a família.

4.1.1. Orçamento placa estática

Com a mesma base e gasto diário de energia elétrica o necessário para gerar energia para uma casa com placas estáticas é de: 4 placas solares, 1 bateria, 1 inversor e 4 circuitos (400 metros). O total médio do orçamento está em R\$4.335,00. Com esse resultado podemos averiguar que a placa móvel é mais barata de ser instalada do que a placa estática, isso ocorre, pois, o componente mais caro do orçamento é a placa solar. Como a placa estática precisa de mais placas para gerar a mesma quantidade de energia que a placa móvel a quantidade de placas são cada vez maiores.

4.1.2. Orçamento para as cidades

Foi proposta uma nova linha de pesquisa com o foco em quanto será a estimativa de preços de um campo com painéis solares para a bastecer estas cidades. Com os mesmos dados coletados acima que correspondem quanto uma família brasileira gasta de energia elétrica por dia (KWh por dia), foi feito o orçamento para as cidades, tendo em vista que todos os domicílios que estão sem energia elétrica nas cidades supracitadas neste trabalho. Para tanto, foi feito um orçamento descrito nos itens a seguir.

4.1.3. Tabela de consumo energético de aparelhos eletrônicos

Aparelhos	Potência máxima (W)	Potência mínima (W)	Tempo de consumo ao dia (h)	Tempo de consumo ao mês (h)	Energia máxima consumida mensal (Wh)	Energia mínima consumida mensal (Wh)	Consumo máximo diário (12 horas)
Drivers	600	56,4	0,96 ²	28,8	17.280	1.624,32	576
Motores	108	22,5	0,96 ³	28,8	3.110,4	648	103,68
Inversor ¹	400	400	24	720	288.000	288.000	4.800
Total	1.108	478,9			308.390,4	290.272,32	5.479,68

¹ Inversor deve funcionar por 24 horas, por isso, o consumo máx. diário apontado na tabela refere-se ao período de 24h.

^{2,3} 0,96 valor correspondente a 12 horas de funcionamento das placas solares, pois estas apenas ficam ligadas nos dias.

Tabela 9: Tabela de consumo energético de aparelhos eletrônicos

A tabela 9 mostra a potência mínima e a potência máxima que podem ser consumidas pelos aparelhos conectados à placa solar móvel.

A metodologia usada para chegar nesses dados deu-se pela relação $E = P \times T$, os cálculos forem baseados na medida de tempo que o motor levaria para movimentar as placas. São necessários 30 segundos para que a placa mude a sua inclinação durante uma hora, sendo, 0,08 horas e 0,96 (correspondente a 12 horas). Com essa medida podemos calcular a sua energia utilizando a formula que está acima; então $E = 600 \times 0,96$, há uma potência de 576 W/dia.

Com base nos dados coletados em “Kalatec.com” um motor tem a capacidade de aguentar 5 placas solares e a energia gerada por cinco placas é de no máximo 19.200 W/dia, sua potência mínima é de 8.226 W/dia. A potência útil que vai para os domicílios é de no máximo e mínimo respectivamente: 13.720,32 W/dia e 2.746.32 W/ dia.

4.1.4. Uiramutã

O total de domicílios sem energia elétrica é de 1.022 domicílios, para isso serão necessários alguns produtos como mostrados na tabela 10.

Produtos necessários	Total R\$
2.044 placas solares	1.530.956,00
409 motores	178.237,00
205 drivers	168.510,00
1.022 baterias	1.062.880,00
Circuito Inestimável	Inestimável
1.022 inversores	182.938,00
8.176 sensores	138.992,00
Total soma	~3.262.513,00

Tabela 10: Tabela orçamentaria para implementação de energia solar em Uiramutã

Tabela 10 foi feita a partir de preços coletados na internet, estimativa com base na energia necessária para fornecer luz para as cidades.

Obs.: não é possível calcular o circuito suas medidas variam com o número de domicílios.

4.1.5. Dom Inocêncio

O total de domicílios sem energia elétrica em Dom Inocêncio é de 1.415.

Produtos necessários	Total R\$
2.830 placas solares	2.119.670,00
566 motores	246.776,00
283 drivers	232.626,00
1.415 baterias	1.471.600,00
Circuito inestimável	Inestimável
1.415 inversores	204.955,00
11.320 sensores	192.440,00
Total soma	~4.468.067,00

Tabela 11: Tabela orçamentaria para implementação de energia solar em Dom Inocêncio

Tabela feita a partir de preços coletados na internet, estimativa com base na energia necessária para fornecer luz para as cidades. Ordem de quantidade de produtos. Para 5 placas solares é necessário 1 motor, para 2 motores são necessários 1 driver. Já os inversores são correspondentes ao número de domicílios e os sensores são 4 por placa solar.

5. Resultados

5.1 Incidência de luz

O Brasil é um país com grande incidência de luz, ou melhor, radiação solar. Como mostra no mapa abaixo, o norte e nordeste são as regiões que recebem mais radiação. E por que não usá-la a nosso favor? O Brasil não investe tanto em energia fotovoltaica, é um dos grandes erros, pois é uma energia sustentável e nesse território traria benefícios.

As duas cidades escolhidas estão em regiões favoráveis para o uso desta energia, aproveitá-la é o melhor a se fazer. Na região de Roraima, onde o município Uiramutã está localizado pode ser aproveitado de 2000 a 2100 kWh/m². No Piauí, onde está situado o município Dom Inocêncio pode aproveitar de 2100 a 2200 kWh/m². Como visto os melhores níveis de insolação encontram-se no semiárido nordestino, pois as temperaturas elevadas e baixa pluviosidade ajudam na incidência de luz.



Figura 1: Mapa de incidência de radiação solar no Brasil (Solargis, 1999 – 2011), Fonte:
<https://www.cosol.com.br/radiacao/>

A Terra realiza dois movimentos. Translação e rotação, estes movimentos são importantes para o processo de alternância de radiação solar em uma determinada região.

O protótipo do seguidor solar foi colado num ambiente onde pudesse ser feita a captação da luz solar, para que assim possa ser feita as medições de potência obtidas das placas.

Os testes foram realizados num dia de sol sem interferência de muitas nuvens. As medições das placas foram feitas em intervalos de uma hora. Assim foi possível ver a potência obtida naquela determinada hora do dia.

	Placa móvel			Placa estática		
Tempo (hora)	DDP (V)	Potência ($\times 10^{-3}$ W)	Perdas (%)	DP (V)	Potência ($\times 10^{-3}$ W)	Perdas (%)
7	8	2,00	43%	7	1,75	50%
8	10	2,50	29%	8	2,00	43%
9	12	3,00	14%	11	2,75	21%
10	14	3,50	0%	14	3,50	0%
11	14	3,50	0%	13	3,25	7%
12	14	3,50	0%	13	3,25	7%
13	14	3,50	0%	12	3,00	14%
14	14	3,50	0%	12	3,00	14%
15	12	3,00	14%	10	2,50	29%
16	11	2,75	21%	7	1,75	50%
17	10	2,50	29%	7	1,75	50%
18	9	2,25	36%	5	1,25	64%
19	6	1,50	57%	4	1,00	71%
Total ao dia	148	37,00	19%	123	30,75	32%
Total ao mês	4440	1110,00	19%	3690	922,50	32%

12: Comparação placa estática e móvel com base em potência útil

Tomando como base a maior obtenção possível de potência útil, temos: 1110,00 mW. Dessa forma temos que a placa estática obtém cerca de: 83% da potência útil gerada pela placa móvel. Considere, portanto, que em nosso protótipo há um ganho de cerca de 17% em relação a placa estática.

As placas conseguem gerar uma corrente de 0,25 mah, também vale levar em consideração que as placas conseguem gerar uma tensão máxima de 14 volts, ou seja, pegando a sua corrente e a sua tensão, nós iremos obter uma potência máxima de 3,36W.

5.2 Comprovação teórica

Como já abordado anteriormente é impossível um aparelho gerar toda a energia que ele consome, pois, uma parte de sua energia é perdida em sua dissipação. Há uma comprovação deste conceito físico mostrado nessa tabela, onde há uma voltagem máxima de 14 volts e uma corrente de 0,25 mah. Multiplicando estes resultados para obter a sua potência ($P=14 \times 0,25$), obtemos uma potência igual a $3,5 \times 10^{-3}W$, entretanto o resultado da

multiplicação anterior é $3,5 \times 10^{-3} \text{ W}$. perdeu-se $0,14 \times 10^{-3} \text{ W}$, ou seja, foi perdida 4% da potência total, muito provavelmente transformou-se em calor. Dados coletados nos testes do protótipo.

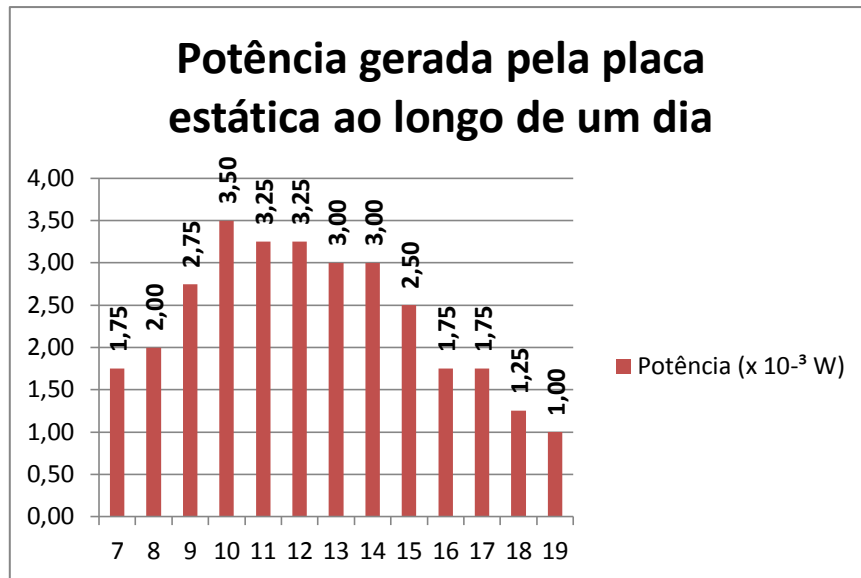


Gráfico 5: Potência da placa estática durante o dia (protótipo)

O gráfico 5 acima representa a potência ($\times 10^{-3}$) gerada pela placa estática em determinadas horas do dia. Nesse gráfico podemos perceber que das 7 às 10 horas teve um aumento crescente de potência, às 10 horas a placa atinge o seu pico, logo após às 10 horas a potência gerada pela placa começa a cair aos poucos, até encerrar o ciclo de 12 horas com 10^{-3} W .

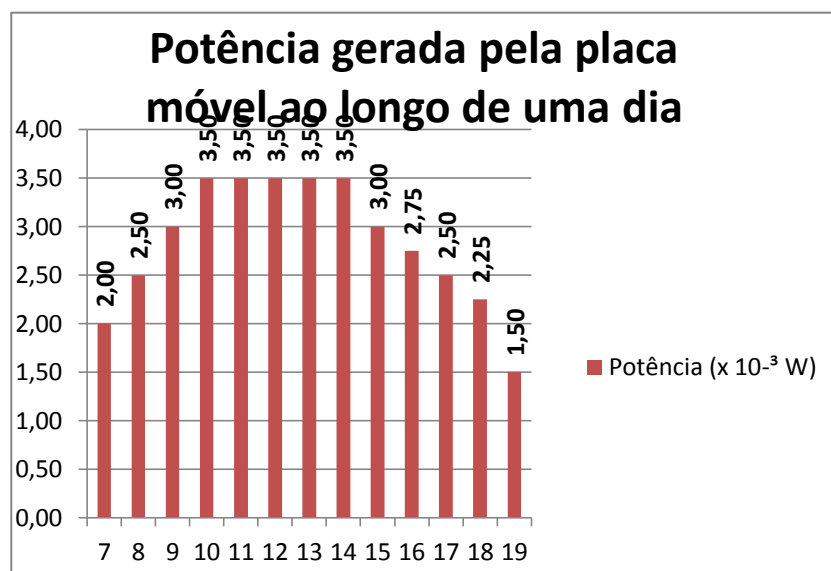


Gráfico 6: Potência do painel solar móvel durante o dia (protótipo)

O gráfico 6 representa a potência gerada pela placa móvel, onde também teve um aumento crescente, só que maior se comparada com a placa estática, a placa móvel atingiu o seu pico às 10 horas e consegue permanecer até às 14 horas gerando a mesma potência, logo após isso a sua potência começa a decrescer, até encerrar o ciclo de 12 horas com $1,5 \times 10^{-3} \text{W}$.

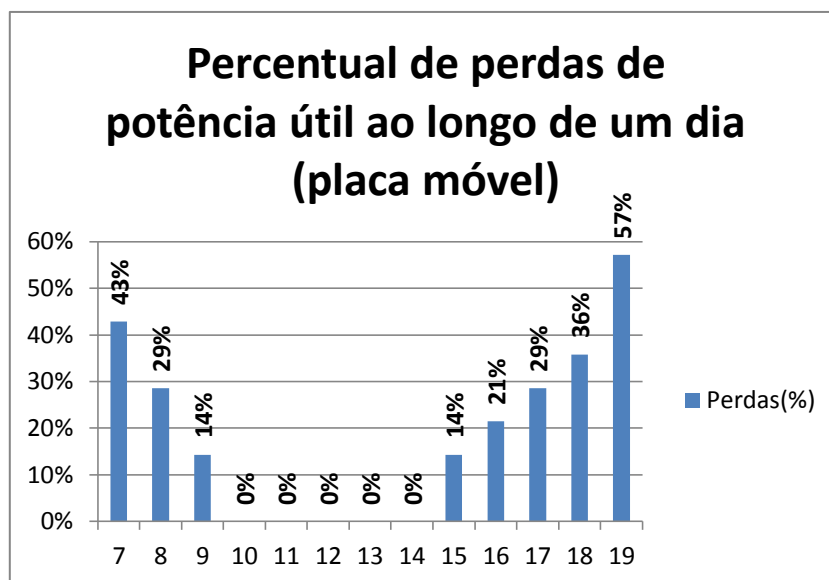


Gráfico 7: Percentual de perda energética da placa móvel durante o dia (protótipo)

O gráfico 7 representa o percentual da perda de potência útil da placa móvel, onde teve a sua maior perda às 7horas e às 19 horas com 43% e 57% de perda, respectivamente. No período das 10 horas até às 14 horas não teve perda pelo fato da placa esta gerando o seu máximo de potência.

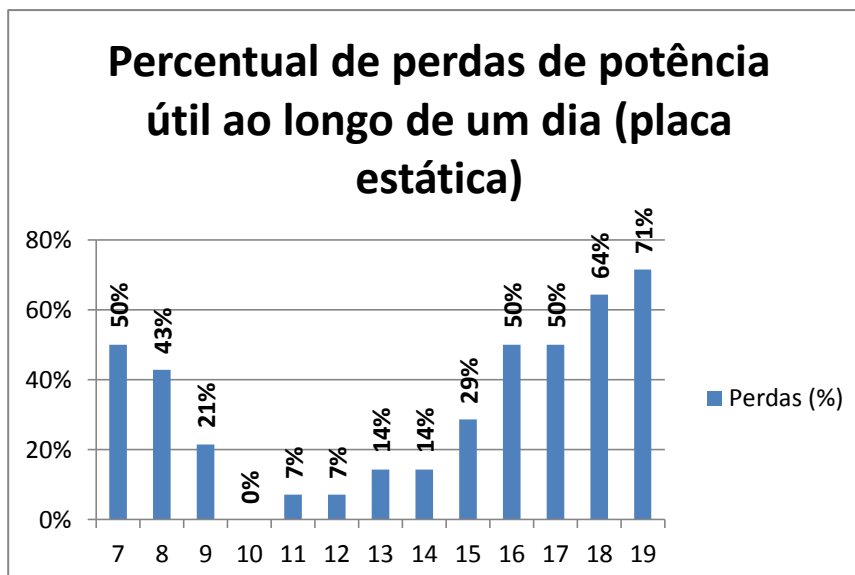


Gráfico 8: Percentual de perda energética da placa estática durante o dia (protótipo)

O Gráfico 8 mostra o percentual de perda de potência útil fornecida pela placa estática, onde se comparada com a placa móvel ela teve uma perda significativamente maior com relação a todos os horários, provando assim que a placa móvel é mais eficiente do que placa estática.

6. CONCLUSÃO

Por meio do projeto seguidor solar desenvolvido em 2016, em sua primeira etapa, percebemos o potencial para criação de uma proposta que pudesse implementá-lo em escala real. Para esta implementação teórica foi necessário aprofundar nossos conhecimentos de pesquisa e do método científico para a conclusão dessa nova fase do projeto.

A pesquisa teve foco em regiões e cidades brasileiras onde não há energia elétrica, sendo este nosso problema inicial e que pautou toda a pesquisa. Dessa forma, foi necessário aprofundar nossos conhecimentos nas áreas social e econômica do país. Nesse sentido, foi possível perceber que há cidades no Brasil em que não há energia elétrica, uma coisa que é tão comum para as pessoas de cidades grandes. Muitas outras ideias foram surgindo para melhoria do sistema fotovoltaico e como implementá-lo na sociedade brasileira.

O Brasil tem como sua principal fonte de energia as hidroelétricas e como já visto no trabalho a energia solar tem uma captação energética maior do que as hidroelétricas. E, tendo em vista, os níveis de irradiação solar que são muito grandes no Brasil, então fica a pergunta, por que não investir em uma energia menos poluente e que pode ser uma das grandes fontes de energia para o futuro da humanidade? Os dados obtidos pelo seguidor solar mostram que há uma eficiência de 17% do seguidor solar comparado a placa solar estática, ele pode ser uma alternativa viável.

Por fim, o projeto ocorreu de acordo com os objetivos propostos no início de sua elaboração e, ainda, contribuiu para a evolução dos autores como pesquisadores, proporcionando um conhecimento mais abrangente sobre as áreas estudadas. Assim conclui-se o projeto com resolução satisfatória.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambiente Energia. **Energia Solar cresceu mais do que outros combustíveis em 2016, aponta relatório da AIE**; Disponível em: <<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2017/10/solar-fotovoltaica-cresceu-mais-rapido-que-qualquer-outro-combustivel-em-2016-abrindo-uma-nova-era-para-energia-solar-diz-aie/32814>>. Acesso em: 24 out. 2017

AMERICANAS. Cabo flexível remoto puro cobre rolo de 100mts technolife; Disponível em: <https://www.americanas.com.br/produto/11593614/cabo-flexivel-remoto-puro-cobre-rolo-de-100mts-technoise?wt.srch=1&cor=preto&epar=bp_pl_00_go_inf-aces_acessorios_geral_gmv&epar=bp_pl_00_go_inf-aces_acessorios_geral_gmv&gclid=cj0kcqjwybvpbrdbarisaa7t2kg1q8zlmzasgo3pz6ixdjmdofuq-08exgbvw-1v7fsewxivzbp7l9kaas1wealw_wcb&opn=ysmesp&sellerid=13024667000176>. Acesso em: 04 out. 2017

Baú da Eletrônica. **Sensor de Luz**; Disponível em: <http://www.baudaeletronica.com.br/sensor-de-luz.html?gclid=Cj0KCQjw1dDPBRC_ARIsAJZrQfofkYk5a0FR92OhYDvikaVXF S7Di6kyInpwoHLG9cUy14D5Fpkclg0aAko3EALw_wcB>. Acesso em: 18 out.2017

Cidade Verde. **Capitão Gervásio Oliveira**; Disponível em: <<http://www.cidadeverde.com/vivapiaui/capitaogervasiooliveira/>>. Acesso em: 28 out 2017

Cidade Verde. **Livro destaca a colonização de São Lourenço do Piauí**; Disponível em: <<https://cidadeverde.com/blogdascidades/86705/livro-destaca-a-colonizacao-de-sao-lourenco-do-piaui>>. Acesso em: 28 out 2017

COSOL. **A variação de radiação solar**; Disponível em: <<https://www.cosol.com.br/radiacao/>>. Acesso em: 28 out 2017

DIAS, Pablo Ribeiro. **Caracterização e reciclagem de materiais de módulos fotovoltaicos (painéis solares)**; Repositório Digital. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/127924>>. Acesso em: 27 set.2017

Enel Soluções. **Reciclagem de Placas Solares**; Disponível em:

<<http://www.enelsolucoes.com.br/blog/2016/04/reciclagem-de-placas-solares-2/>>. Acesso em: 27 set.2017

EXAME. **Seis estados do Nordeste ficam sem energia elétrica**; Disponível em:

<<https://exame.abril.com.br/brasil/seis-estados-do-nordeste-ficam-sem-energia-eletrica/>>. ACESSO EM: 26 OUT. 2017

FILHO, Wilson Pereira Barbosa. impactos ambientais em usinas solares fotovoltaicas; **techoje**. Disponível em: <http://techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1862>. Acesso em: 27 set.2017

GUIMARÃES, Gabriel. **A resistência das placas de energia solar: elas aguentam chuva de granizo**; SOLARVOLT. Disponível em:

<<http://www.solarvoltenergia.com.br/a-resistencia-das-placas-de-energia-solar-elas-aguentam-chuva-de-granizo/>>. Acesso em: 13 set. 2017

IBGE. **Dirceu Arcoverde Piauí – PI**. Cidades. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?codmun=220335>>. Acesso em: 28 out 2017

IBGE. **Energia solar**; Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=Energia%20solar&searchphrase=all>>. Acesso em: 24 out. 2017

IBGE. **São Lourenço do Piauí – Piauí**; Cidades do meu Brasil. Disponível em:

< http://cidadesdomeubrasil.com.br/pi/sao_lourenco_do_piaui>. Acesso em: 28 out 2017

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO. **Breve História Da Energia Solar**; Disponível em: < <http://web.ist.utl.pt/palmira/solar.html>>. Acesso em: 20 set. 2017

Kalatec. **Drivers para motor de passo**; Disponível em: <<http://www.kalatec.com.br/motor-de-passo-e-drivers/?gclid=COPlvN7EtNYCFclehgodhYIOMQ>>. Acesso em: 13 set. 2017

Kalatec. **Motor de Passo**; Disponível em: <<http://www.ecommercekalatec.com.br/motor-de-passo/ht34-487.html>>. Acesso em: 13 set.2017

Marengo, José A. *et al.* **A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo**; Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/110101>> . Acesso em: 24 out. 2017

Minha Casa Solar. **Painel Solar Fotovoltaico**; Disponível em: <https://www.minhacasasolar.com.br/painel-solar-fotovoltaico/painel-de-285w-a-350w>. Acesso em: 13 set. 2017

MPF (MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL). **DIREITOS DO CIDADÃO**; Disponível em:<<http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/pfdc>>. Acesso em: 23 out. 2017

O Celeiro. **Copercampos inicia instalação de usina de energia solar**; Disponível em: <<https://jornalceleiro.com.br/2017/10/copercampos-inicia-instalacao-de-usina-de-energia-solar/>>. Acesso em: 24 out. 2017

OLIVEIRA, Júnior. **Como é o dia a dia da população que vive sem energia elétrica na região de Paulistana**; Cidade em Foco. Disponível em: <<https://www.cidadesemfoco.com/como-e-o-dia-a-dia-da-populacao-que-vive-sem-energia-eletrica-na-regiao-de-paulistana-veja-fotos-e-videos/>>. Acesso em: 24 out. 2017

Portal Solar. **Como funciona o painel solar fotovoltaico**; Disponível em:

<<https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html>>. Acesso em: 13 set.2017

Portal Solar. **Modelos de placa solar**. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/modelos-de-placa-solar.html>>. Acesso em: 20 set.2017

Portal Solar. **Placa solar preço**; Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/placa-solar-preco.html>>. Acesso em: 06 set. 2017

Reis, Lineu Belico dos. **Geração de energias elétricas**. São Paulo. Manole, 2011.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. **Potência e Rendimento**; *Brasil Escola*. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/potencia.htm>>. Acesso em: 18 out.2017

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Potência e Rendimento**; *Mundo Educação*. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/potencia-rendimento.htm>>. Acesso em: 18 out.2017

SOUZA, Beatriz. **7 cidades onde ter luz em casa é privilégio de poucos**; *exame*. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/brasil/7-cidades-onde-ter-luz-em-casa-e-privilegio-de-poucos/>>. Acesso em: 17 ago. 2017

Tovar, Antonio Carlos De Andrada **Perspectivas da Energia Solar e o Apoio do BNDES ao Setor**; ANEEL. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/hotsite/mmgd/slides/Antonio%20Carlos%20de%20Andrada%20Tovar.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2017






Ulysséa, E. E. B. Saul. **A Incidência da luz solar na Terra**; Disponível em:

<<http://saululyssseanarede.blogspot.com.br/2012/04/tema-incidencia-da-luz-solar-na-terra.html?m=1>>. Acesso em: 28 out 2017

WEISS, Cristian. **Onde a luz não ilumina: conheça a rotina de quem vive sem energia elétrica no meio urbano de Blumenau**; *Jornal de Santa Catarina*. Disponível em: <<http://jornaldesantacatarina.clicrbs.com.br/sc/geral/noticia/2013/09/onde-a-luz-nao-ilumina-conheca-a-rotina-de-quem-vive-sem-energia-eletrica-no-meio-urbano-de-blumenau-4260933.html>>. Acesso em: 24 out. 2017

Anexo I

Relação de dispositivos

	<p>Placa solar de 320 watts</p> <p>Fonte: https://www.minhacasasolar.com.br/painel-solar-fotovoltaico/painel-de-285w-a-350w</p> <p>Ficha técnica: http://recursos.minhacasasolar.com.br/MediaCenter/painel-solar-320w-TP672P-datasheet.pdf</p>
	<p>Motor de passo</p> <p>A função é de realizar movimentos em determinado eixo, priorizando sua precisão de movimentação. Um motor de passo que aguente 130 Kg pode movimentar até 5 placas solares de 25 Kg.</p> <p>Fonte: http://www.ecommercekalatec.com.br/motor-de-passo/ht34-487.html</p>
	<p>Drive de motor de passo</p> <p>Utilizado para a configuração do motor, cuja finalidade é controlar os motores de passo.</p> <p>Fonte: http://www.ecommercekalatec.com.br/driver-para-motores-de-passo/str2.html</p>
	<p>Cabo de cobre</p> <p>Utilizado para levar a energia elétrica produzida pela placa solar para as residências.</p> <p>Fonte: https://www.americanas.com.br/produto/11593614/cabo-flexivel-remoto-puro-cobre-rola-de-100mts-technoise?WT.srch=1&cor=Preto&epar=bp_pl_00_go_inf-aces_acessorios_geral_gmv&epar=bp_pl_00_go_inf-aces_acessorios_geral_gmv&gclid=Cj0KCQjwybvPBRDBARIsAA7T2kg1Q8ZLmZaSgo3Pz6ixDJmDOFUq-08EXGBvw-1v7fseWxlVzbp7I9kaAs1WEALw_wcB&opn=YSMESP&sellerId=13024667000176</p>
	<p>Bateria estacionaria</p> <p>Utilizada para armazenar a energia gerada pelas placas solares.</p> <p>Fonte: https://www.neosolar.com.br/loja/bateria-estacionaria-freedom-df4001-240ah-220ah.html</p>

	<p>Inversor de 400W</p> <p>Utilizado para transformar a energia para ser enviada para as residências.</p> <p>Fonte: https://www.minhacasasolar.com.br/produto/inversor-de-400w-12v-127v-onda-modificada-hayonik-78522?atributo=178:UNICA&atributo=25:U&atributo=26:UNICA</p>
	<p>Manual Inversores</p> <p>Utilizada para fazer a instalação correta.</p> <p>Fonte: http://minhacasasolar.hospedagemdesites.ws/Manuais_ficha_tecnicas/Manual%20de%20instru%C3%A7%C3%B5es%20Hayonik%20400W-1000W%20em%20portugu%C3%AAs.pdf</p>