



Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS
Projeto de Pesquisa do PIC/PIBIT – UniCEUB 2016

Bolsista: Nathan Heleno Gomes Soares da Silva
RA: 21507220
Data de nascimento: 22/12/1997.

PROJETO DE PESQUISA

DESENVOLVIMENTO DE

PROJETO DE PARA APROVEITO DE

ENERGIA SOLAR NUMA ESCOLA PÚBLICA

DE BRASÍLIA

Sistemas de painel fotovoltaico aplicados em uma escolas públicas para o desenvolvimento de energias renováveis.

Orientadora: Prof.^a Dra. Eugênia Cornils Monteiro Araújo.

BRASÍLIA
2017

Resumo

Em meio a realidade do aquecimento global e suas consequências catastróficas à biodiversidade e ao ser humano, se inicia um período de conscientização coletiva, que busca o desenvolvimento de energias sustentáveis e a diminuição da emissão de gases de efeito estufa em curtos prazos. Já foi constatado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) da ONU que o aumento da temperatura do planeta é fruto das ações humanas pela falta de análises e controle sobre o impacto de alguns tipos de tecnologias que impulsionaram a poluição e degradação do meio ambiente. A indústria a partir da revolução industrial no séc. XVIII floresceu a base da queima de combustíveis fósseis como o carvão e o petróleo, que com a queima liberam grandes volumes de dióxido de carbono (CO₂), metano, e outros elementos. Grandes quantidades desses gases liberadas em excesso pela interferência do homem causam o chamado “efeito estufa”, aumentando a temperatura do planeta com o passar dos anos, e causando desequilíbrio nos ecossistemas. Em meio a esse contexto econômico e social, este trabalho visa desenvolver a utilização de energia solar em escolas públicas em Brasília, a qual possui grande vantagem por ser uma fonte de energia limpa e renovável, que ainda se encontra em estado de desenvolvimento, e é favorável para instalação e estudos em Brasília devido ao clima do cerrado. Como objetivo da pesquisa, o projeto apresenta soluções para instalação e adaptação de sistemas de energia fotovoltaicos em escolas públicas, levando em conta as condicionantes ambientais e a estrutura do edifício para maior aproveitamento da potência do sistema. Dessa forma,

são elaborados os projetos elétrico e arquitetônico, e estimada a viabilidade de implantação dessa tecnologia nas escolas públicas de Brasília.

Palavras-chave: sustentabilidade, elétrica, energia sustentável, energia fotovoltaica, escolas públicas, arquitetura, impacto ambiental, engenharia, biomimética.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	4
1.1 Contextualização.....	5
1.2 Objetivo Geral.....	6
1.3 Objetivo Específico.....	6
2 JUSTIFICATIVA	6
2.1 Objeto de Estudo	7
2.2 Formulação do Problema	7
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
3.1 Desenvolvimento da Energia Solar.....	7
3.2 Radiação Solar	8
3.3 Efeito Fotovoltaico	9
3.4 Transição de fontes energéticas	9
3.5 Composição dos Painéis	10
3 METODOLOGIA.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
5 CONCLUSÕES	16

1 INTRODUÇÃO

Devido a esse contexto global, e com base nos benefícios da energia elétrica reconhecidos pela população, há uma crescente demanda nesse tipo de energia em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento em que parte da população ainda não possui acesso à energia elétrica. Para Leff (2001) a crise de recursos naturais e energéticos é explicada pela racionalidade econômica e tecnológica que dominam o mercado. Opondo-se a esses modelos que degeneram o meio ambiente, ambientalistas tem procurado consolidar novas opções de racionalidade produtiva. Dessa forma, espera-se um cenário cada vez mais favorável para o desenvolvimento e a aplicação dessas novas tecnologias no dia a dia da população.

Atualmente, vários setores da sociedade têm chamado a atenção para os impactos provocados aos sistemas naturais, que muitas vezes são irreversíveis. Segundo Januzzi (2003), em toda história do desenvolvimento energético, tecnologias capazes de converter energia primária, com menores custos e de modo mais eficiente, possibilitaram a crescente substituição do carvão e do petróleo. Portanto, são as tecnologias que competem, e não as fontes de energia.

De uma forma ou de outra, os métodos de produção de energia elétrica provocam alterações na natureza (REIS; SILVEIRA, 2000). Tendo em vista que alguns desses métodos provocam maiores impactos ambientais, culturais e sociais, existe uma crescente demanda para substituição do modo de produção de energia elétrica em larga escala. Nesse contexto, tem-se chamado a atenção para utilização de matrizes alternativas, tais como o sistema fotovoltaico (SILVA; CARVALO, 2002).

A utilização de energia fotovoltaica, e a sua aplicação em escolas públicas, é favorável tanto para a redução de gastos econômicos, quanto para a diminuição do impacto no meio ambiente. E tendo em vista que as escolas são o berço da sociedade e possuem papel de grande importância na formação de

jovens e crianças, é evidente que o contato com tecnologias sustentáveis favoreça na construção de uma consciência coletiva, e de adultos mais engajados na conservação do meio ambiente.

1.1 Contextualização

Em um cenário de grande escassez dos recursos naturais, agravamento do quadro climático global e aumento da demanda por energia, é vivenciado uma crescente expansão pela busca de fontes de energia alternativas. Atualmente, muitos projetos de arquitetura passaram a considerar os impactos ambientais e sociais da construção civil, com o objetivo de reduzir os materiais e recursos naturais utilizados para construção. E para maiores avanços nesses campos, é essencial a implantação de tecnologias sustentáveis que tem como objetivo a redução dos impactos gerados pelo homem. Segundo Torgal e Jalali (2010) “A gravidade dos desafios ambientais com que o Planeta Terra se confronta, os quais não há como escamotear são da inteira e exclusiva responsabilidade da espécie humana, já não permitem abordagens paliativas de natureza incremental do gênero a que estávamos habituados até aqui. ”

A crise energética constitui um dos grandes desafios da atualidade, de acordo com Cabral e Vieira (2012), fatores relacionados a crise como a redução das reservas petrolíferas mundiais, impactos ambientais causados pelo uso contínuo e desgovernado de fontes de energia poluentes, a escassez de recursos naturais e o aumento da demanda por oferta de energia, geram incertezas sobre o futuro energético global. Diante desse problema, surgiram iniciativas ambientais que têm ganhado cada vez mais espaço na sociedade para discussão desses problemas, aonde se buscam fontes alternativas de energia que sejam capazes de reduzir os impactos causados ao meio ambiente. Nesse sentido, a energia solar vem se apresentando como uma grande alternativa para atender à crescente demanda energética e expandir o acesso à energia em lugares aonde a construção de redes elétricas convencionais são inviáveis.

Dessa forma, o estudo do desenvolvimento de tecnologias solares é de grande importância, tendo em vista a sofisticação de técnicas já utilizadas, para que seja possível o aproveitamento de uma fonte de energia que possuímos em

abundância, e se viável, associadas a outras tecnologias para maior eficiência do edifício.

1.2 Objetivo Geral

Desenvolver um projeto de energia elétrica fotovoltaica para otimização dos custos de energia em escolas públicas em Brasília e promover o conhecimento sustentável aos alunos.

1.3 Objetivo Específico

- Estudo de tecnologias elétricas fotovoltaicas;
- Estudo de métodos de captação de energia solar;
- Estudo da tipologia arquitetônica para melhor implantação do sistema;
- Viabilidade econômica de implantação de energia fotovoltaica;
- Elaboração do projeto elétrico com diagrama unifilar;
- Projeto do sistema fotovoltaico, capacidade de produção máxima e mínima de energia de acordo com as variações ambientais.

2 JUSTIFICATIVA

A pesquisa na área de engenharia elétrica, com suporte de programas de arquitetura e urbanismo tem como objetivo a viabilização de novas tecnologias e a implementação de sistemas energéticos sustentáveis no campo da construção civil, tendo como base de estudo edificações de escolas públicas, mas com diretrizes que possam ser adaptadas a outros tipos de edifícios. Com a atual crise energética no Brasil, estudos voltados para a viabilidade econômica de novas tecnologias sustentáveis são fundamentais para a disseminação dessa prática no âmbito da arquitetura e construção civil. Além disso, a divulgação no meio acadêmico é de grande importância para disseminação do conhecimento, levando para os jovens, o contato antecipado com questões ambientais e tecnológicas.

Não será possível responder aos complexos problemas ambientais, nem reverter suas causas, sem transformar os sistemas de conhecimentos, de

valores e de comportamentos gerados pela atual racionalidade social. Para tanto, é necessário passar da consciência social dos problemas ambientais para a produção de novos conhecimentos, novas técnicas e novas orientações na formação profissional (LEFF, 1994, p. 71).

A arquitetura tem a capacidade de influenciar o clima psicológico do ambiente escolar. Para uma permanência duradoura e maior desempenho dos alunos e professores, é necessário atingir um nível de satisfação em relação a infraestrutura da escola. Escolas de alto desempenho possuem objetivos relacionados ao uso eficiente de água e energia, e são elaborados projetos escolares que tenham um impacto ambiental reduzido (CHPS, 2002).

Escolas assim são consideradas saudáveis por possuírem conforto térmico pela adaptação da edificação ao ambiente em que está inserido, podendo influenciar diretamente no interesse do aluno. Por tanto, é necessária uma modificação na tipologia das edificações existentes em escolas públicas em Brasília, visando tanto os aspectos econômicos como educacionais.

2.1 Objeto de Estudo

Projeto de instalação de painéis fotovoltaicos em uma escola pública de Brasília para maior conforto ambiental e aproveitamento energético.

2.2 Formulação do Problema

Dada a escassez de recursos naturais e o aumento da demanda por oferta de recursos energéticos renováveis, a pesquisa procura responder as seguintes questões: Qual é o melhor método para implantação de sistemas fotovoltaicos e qual é o impacto produzido em relação ao conforto ambiental?

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir serão apresentados os assuntos que nortearam a realização do trabalho.

3.1 Desenvolvimento da Energia Solar

A crise energética na década de 70 criou um aumento no interesse para busca de novas energias renováveis, entre elas a energia fotovoltaica, que levou o governo dos Estados Unidos da América a subsidiar pesquisas como a NERL (National Renewable Energy Laboratory) para o desenvolvimento e avanços significativos na tecnologia fotovoltaica.

Em 1877 W. G. Adams e R. E. Day desenvolveram o primeiro dispositivo de produção de eletricidade por exposição à luz. Esse dispositivo era feito de selênio e no final do século XIX; o engenheiro Werner Siemens começou a comercializar essas células de selênio como fotômetros para máquinas fotográficas (Vallêra; Brito, 2006, p. 10).

Com a redução dos custos de fabricação na década de 80 e a utilização de novos materiais, o custo para instalação dessa energia passou a se tornar mais viável, sendo utilizado em várias aplicações diferentes. Na atualidade, é observado um desenvolvimento acelerado da indústria fotovoltaica, que visa ampliar o uso em massa de energia solar e a substituição de matrizes de energia convencionais (ANEEL, 2013).

3.2 Radiação Solar

A energia solar, ou energia fotovoltaica é uma fonte limpa de energia com grande potencial para contribuir com o desenvolvimento ambiental sustentável (LORA; HADDAD, 2006). O sol, que emite radiações que foram essenciais para o desenvolvimento da Terra e da evolução da vida, é uma grande fonte de ondas eletromagnéticas e a principal fonte de energia do planeta.

Sua energia está relacionada a fusão termonuclear de átomos de hidrogênio com átomos de hélio. Nessa reação são emitidos fótons altamente energéticos, fazendo com que a transferência de energia do núcleo até a superfície do sol aconteça principalmente por meio da radiação eletromagnética (LIOU, 1980). Devido à grande distância entre o Sol e a Terra, segundo Santos *et al.* (2013) diz-se que a radiação solar ocupa um campo de visão limitada, denominado de “disco solar aparente”, sendo a posição do disco diretamente influenciável na medição da quantidade de radiação solar captada no local. Para identificar essa posição, é utilizado o sistema de coordenadas geográfico (latitude e longitude).

A radiação solar transmitida na atmosfera terrestre sofre alterações ao entrar em contato com moléculas de oxigênio e nitrogênio. Outras moléculas que ajudam no enfraquecimento dessa radiação são: ozônio, partículas de aerossóis e o vapor de água que absorvem essa radiação (BARROS, 2011).

3.3 Efeito Fotovoltaico

Segundo Jardim (2004), a definição de energia fotovoltaica é a utilização de ondas eletromagnéticas, captadas por placas solares montadas a partir de um sistema de células solares. Essas células são constituídas por materiais que possuem propriedades físicas que ajudam na produção do efeito fotovoltaico.

O efeito Fotovoltaico acontece em materiais chamados de semicondutores, caracterizados por possuírem uma banda de energia onde é permitida a presença de elétrons, e outra vazia de condução (BARROS 2011). De acordo com o autor o semicondutor atualmente mais utilizado é o silício, por seus átomos formarem uma rede cristalina e possuírem quatro elétrons de ligação.

O mesmo autor afirma que a partir do silício puro, se forem introduzidos átomos de boro e átomos de fósforo, é formada uma junção aonde elétrons livres passam a preencher as lacunas. As cargas presas formam um campo elétrico que dificultam a passagem de elétrons da camada n para camada p, até que não seja mais possível a transição de elétrons para camada p. Essa junção pn, quando exposta a fótons de maior energia, dá início a formação de pares elétron-vazio; quando isso acontece aonde o campo elétrico é diferente de zero, as cargas dão origem a uma diferença de potencial a qual é chamada de Efeito Fotovoltaico (Santos *et. al*, 2013).

3.4 Transição de fontes energéticas

Devido ao grande desenvolvimento tecnológico em diversas áreas de equipamentos eletrônicos que aumentam o consumo de eletricidade em grandes proporções, e especialmente no Brasil devido ao clima tropical e grande utilização de ar-condicionado, é necessário avaliar os impactos ambientais e econômicos provenientes dessa alta demanda (BRITO *et. al*. 2016). Tendo em vista que quase toda energia elétrica brasileira é proveniente de hidrelétricas,

que causam grandes impactos ambientais e possuem altos custos para manter o funcionamento, é de conhecimento geral que o custo dessa energia irá aumentar gradativamente.

Segundo Brito et. al. (2016) é necessária uma avaliação do impacto financeiro devido ao crescimento da demanda por energia elétrica. Ao analisar as alternativas, se destaca a energia fotovoltaica como uma das mais viáveis, levando em conta que os impactos ambientais causados por essa matriz energética são quase nulos comparado com a construção de hidrelétricas e requerem modificações de grandes magnitudes. Países desenvolvidos como a Alemanha, que possuem maior consciência sobre a importância da preservação do meio ambiente, estão investindo em energia fotovoltaica, visando a melhoria contínua dessa tecnologia e o desenvolvimento da potência gerada, trazendo assim, melhor desempenho com menores custos possíveis.

Segundo projeções divulgadas na European Photovoltaic Industry Association (EPIA), Vallêra e Brito (2006) projetaram perspectivas para indústria fotovoltaica nas próximas décadas, apresentando um aumento superior a 30% por ano e redução proporcional nos custos dos painéis. Devido à contínua queda no preço dos painéis, a energia solar fotovoltaica se mostra uma alternativa interessante é viável para inserção no sistema de energia elétrica do Brasil.

De acordo com Dias (2006) a transição para o sistema de energia fotovoltaica ainda se encontra em processo de desenvolvimento, persistindo ainda algumas dificuldades. A tarifação da energia fotovoltaica ainda é em média 2,1 vezes maior que a energia gerada pelos sistemas convencionais, fazendo com que nem sempre seja viável o benefício a longo prazo dessa tecnologia no contexto econômico atual (BENEDITO, 2009). Embora ainda exista esses contratempos, o cenário atual favorece e impulsiona o desenvolvimento desse tipo de energia, porque existe uma tendência à busca por alternativas sustentáveis para a proteção do meio ambiente. Essas ações são bem vistas pela população e conseqüentemente, leva mais prestígio a empresa que se dispôr a investir em uma tecnologia de tamanha importância.

3.5 Composição dos Painéis

Silva e Afonso (2009) constataram que o sistema fotovoltaico é composto por:

- Painéis Fotovoltaicos: Células fotovoltaicas de silício agrupadas paralelamente em séries, aonde acontece a conversão de energia solar em energia elétrica.
- Controladores: Responsáveis pelo controle do fluxo de energia.
- Inversores: Responsáveis pela conversão em corrente contínua para alternada.
- Baterias Solares: Elaboradas para suportar as cargas e descargas geradas pelo sistema.

Podem haver adições de componentes dependendo do sistema utilizado e da finalidade. Atitudes que tem como objetivo impulsionar a redução dos impactos ambientais possuem grandes vantagens para empresas, utilizando-se estrategicamente para atribuir valor à sua marca. É possível mensurar a viabilidade dessa tecnologia, trabalhando com projeções corretas para um futuro promissor, unindo a redução de custos ao impacto ambiental positivo (BRITO, et. al. 2016).

3 METODOLOGIA

O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso, que se refere a análise intensiva de uma situação particular (Tull e Hawkins 1976, p. 323). O estudo foi realizado em uma escola pública de Brasília, levantando dados referentes a insolação local e aspectos bioclimáticos da região, técnicas de implantação de sistemas fotovoltaicos, impacto causado no conforto ambiental do edifício, eficiência e vantagens do sistema, custos para a implantação, e influência da tecnologia no ambiente escolar.

Como produto final da pesquisa científica, foi feita a elaboração de um projeto de arquitetura e de elétrica que aborda os aspectos de possível implantação no futuro.

Para levantar dados sobre a escola foram realizadas visualizações no *google maps* e no local. Foram analisados dados de posicionamento geográfico e correntes de ar.

O sistema solar adquirido foi testado em diferentes horários para analisar a capacidade de carga que poderia ser fornecida. E foi realizado o projeto elétrico para a escola em questão.

A escola escolhida para a realização do experimento está localizada em Taguatinga e é chamada de Escola Pública do Ensino médio da secretaria de educação número 04.

O critério de escolha foi da conveniência e interesse da equipe administrativa e auxiliar o estudo fornecendo informações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Pesquisa Teórica

Os tópicos a seguir foram analisados para desenvolver o conhecimento sobre o assunto abordado:

- Sistemas elétricos fotovoltaicos
- Aproveitamento de fontes de energia renováveis
- Análise do local a ser implantado o sistema

4.2 Análise e escolha do sistema adotado

O sistema adotado foi implementado visando causar um conforto maior para as pessoas que vão usar o equipamento tendo como consequência uma economia nos gastos, a posição e a localização teve como base a irradiação solar no local da instalação.

4.3 Elaboração do Projeto de Implantação de um Sistema Fotovoltaico em uma escola pública com diagrama unifilar

O projeto elétrico foi feito seguindo as orientações da Norma Brasileira número 5910 (NBR-5410), instalações elétricas de baixa tensão.

A primeira etapa da montagem do projeto arquitetônico foi a verificação dos índices de irradiação do local, pois desta forma poderia-se escolher o melhor

local a para a implantação do módulo fotovoltaico, desta forma podendo atingir seu desempenho esperado.

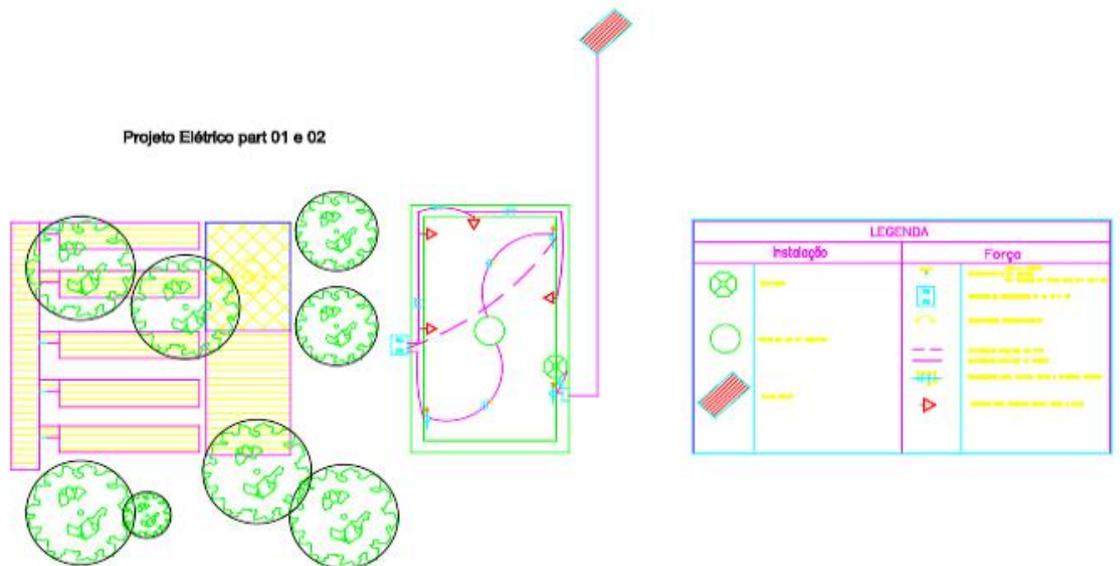


Figura 1 – Layout do Projeto elétrico sugerido para a escola

Começou-se montando o Layout da vista superior do colégio, apenas como uma visão demonstrativa do local que iria ser trabalhado.

A planta elétrica foi dimensionada aos modelos padrões de uma sala de aula, com largura e comprimentos representados no CAD, dividiu-se o projeto em 3 circuitos, de iluminação, de ventilação, a qual seria alimentado pela placa e também pela energia proveniente da concessionária e o circuito de TUG's, ambos os circuitos contiam disjuntores monofásicos de 10 A, demonstrado no diagrama unifilar, p circuito geral era protegido por um disjuntor trifásico de 16A, ambos os circuitos estavam protegidos por um DR (Disjuntor Residual), as cargas de potência do sistema elétrico de ventilação também estão presente no projeto.

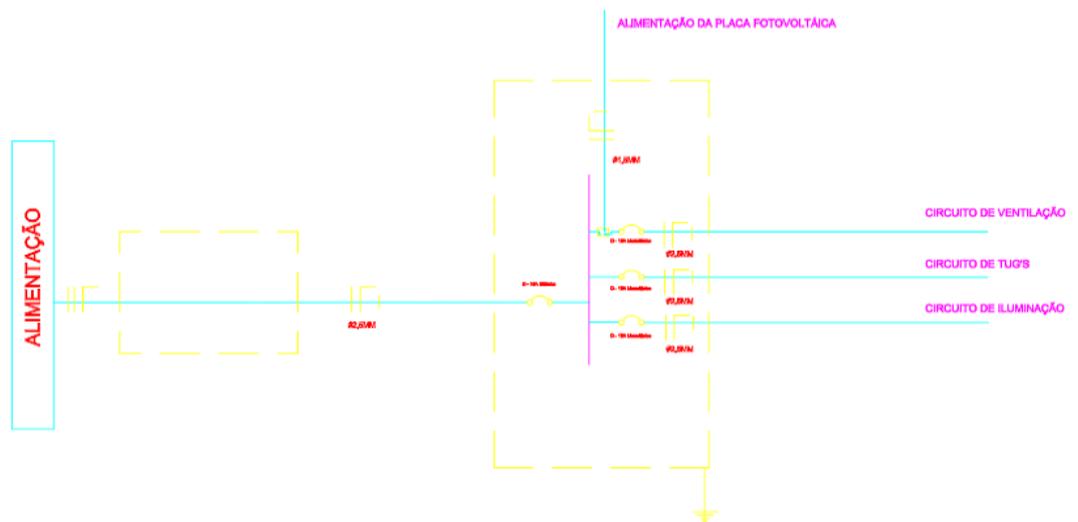


Figura 1 – Diagrama unifilar Projeto elétrico sugerido para a escola

No diagrama unifilar foi demonstrado todos os componentes usados, demonstrando o tamanho da bitola de cada fio que poderia ser usada no projeto, todos os dados medidos foram feitos na instituição Uniceub, nenhuma medição chegou a ser feita no colégio.

4.4 Relatório experimental obtido

O primeiro passo do experimento foi a galvanização dos fios, visando a melhoria das emendas, pois as mesmas estavam apresentando problemas de conexão, subseqüendo ligou-se os fios no controlador de cargas, criando as entradas e saídas do equipamento, uma positiva e outra negativa, de acordo com a polarização.

Após a primeira etapa concluída montou-se o módulo solar seguindo as instruções que estavam orientadas no manual do equipamento. A ligação do painel solar no controlador de cargas teve como referencia a polarização dos cabos previamente definidos, conectando os fios de polaridade semelhante, essa ligação foi feita somente com os fios de entrada, os cabos de saída foram ligados no inversor.

Seguindo essa mesma orientação de polarização ligou-se o inversor, onde havia previamente estabelecido a saída do circuito para uma bateria estacionaria. Depois de completa a fase de montagem e iniciou-se a medição dos componentes do circuito, verificando a tensão que era gerada da placa, assim como a tensão de saída do sistema controlador/inversor, nesta etapa verificou-se que a tensão máxima transmitida pelo controlador de cargas não

Era suficiente para poder alimentar o ventilador, o problema é devido aos componentes internos do mesmo, pois na fase de teste identificou-se problemas de semelhante escala, acarretando na troca dos componentes internos do circuito do controlador, a solução sugerida é a troca do equipamento para um de tecnologia superior, já prevista no orçamento do projeto.

4.5 Resultados de medições

Houve uma diferença de horários na medição do sistema, indicada na tabela, as medições foram realizadas no bloco 10 do Uniceub, a condição climática indicada no dia da medição era ensolarada, com pouca incidência de nuvens, abaixo a longitude e latitude do local.

- Localização Geográfica; 15° 53' 40,6" W.
- Inclinação da Placa no momento da medição: 40°.

HORA	IRRADIAÇÃO SOLAR	TEMPERATURA	VOLTAGEM NA PLACA	VOLTAGEM NO CONTROLADOR
10:07 A.M	73,6 MV	37,9°C	29,1 V	6,3 V
11:00 A.M	74,8 MV	40,6°C	24,1 V	4,9 V
11:40 A.M	83,0 MV	45,0°C	25,2 V	5,2 V

Tabela 1 – Resultados das medições de tensão no módulo e no Controlador

As características de funcionamento da placa de acordo com o manual são:

- Potência por hora – 22Kw
- Voltagem – 26,7 Voltz

- Amperagem – 8,23 A
- Sistema de alimentação utilizado fio de 1 mm² de seção

Se o módulo funcionasse com essas condições seria possível alimentar 2 ventiladores com baixa rotação ou u, com rotação média.

Os horários de melhor fornecimento de energia seriam de 12:30 às 16:30 nesse horário ocorreria bastante irradiação e proporcionalmente bastante disponibilidade de carga para o funcionamento do ventilador de capacidade média.

Não foram levados em consideração o efeito do calor na redução da eficiência de geração dos módulos. Outro aspecto importante é que no momento que a demanda por um sistema de ventilação adequado fosse máxima seria máxima a irradiação solar.

5 CONCLUSÕES

Pode ser constatada a viabilidade de implantação do sistema por causa da demanda para consumo de energia durante o dia e sem armazenamento ressaltando assim a necessidade de revisar o sistema sugerido para a escola.

O projeto elétrico e o diagrama unifilar foram sugeridos para a escola de forma a contribuir para a posterior instalação dos sistemas de melhoria de conforto térmico nas instalações.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2013. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/NT_180TA2404.pdf. Acessado em 05/2016.

BARROS, Hugo Albuquerque. **Anteprojeto de um sistema de 12KWp conectado à rede**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2011.

BENEDITO, R. D. S. **Caracterização da geração distribuída de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, no Brasil, sob os aspectos técnico, econômico e regulatório**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2009.

BRITO, M.E.; SILVA, R.O.; OLIVEIRA, A.M.; ESTENDER A.C.; FORMIGONI A. **Transição do Sistema Elétrico Tradicional para a Implantação do Sistema Fotovoltaico: Percepção de Funcionários**. Revista Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia Volume 1, número 2, 2016.

CABRAL, I.; VIEIRA, R. **Viabilidade econômica x Viabilidade Ambiental do uso de Energia Fotovoltaica no caso Brasileiro: Uma Abordagem no Período Recente**. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Goiânia/GO, 19 a 22/11/2012.

DIAS, L. S. **Incorporação de Sistemas Fotovoltaicos em Envolórias de edificações: Tecnologia e Arquitetura**. São Paulo, 06/2014. Disponível em: http://dedalus.usp.br/F/74CI4328VAQK_CJ_4C4BIK3QXR8L859J859QXE2QRFAE4MYLVCCN66964?func=full-setset&set_number=005554&set_entry=000001&format=999. Acessado em 05/2016.

JANUZZI, G. M., A. F. GOMES, et al. **Mapeamento de Competências e Infraestrutura para P&D: indicadores para auxílio à prospecção tecnológica na área de energia**. International Energy Initiative. Campinas: Junho, p.11p. 2003. (Energy Discussion Paper no. 2.62-02/03).

JARDIM, C. da S.; SALAMONI, I.; RÜTHER, R.; KNOB, P.; DINIZ, A.S.C. **O Potencial dos Sistemas Fotovoltaicos Interligados a Rede Elétrica em**

Áreas Urbanas: Dois Estudos de Caso. Belo Horizonte, 2004. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022004000200029&script=sci_arttext. Acessado em 05/2016.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental.** São Paulo: Cortez, 2001.

LEFF, E. **Ecología y Capital.** Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. Siglo XXI-UNAM. México D.F., 1994.

LIOU, K.N. **An Introduction to atmospheric radiation.** Oxford Univ. Academic Press, 1980.

LORA, Electo Eduardo Silva; HADDAD, Jamil (Coord.). **Geração distribuída: aspectos tecnológicos, ambientais e institucionais.** Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

REIS, L.B. dos e SILVEIRA, S. (orgs.). **Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável.** São Paulo: Edusp, 2000.

SANTOS, L.P.; PEREIRA, R.H.; LOPES, V.C.; **Geração Distribuída: Sistema de cogeração fotovoltaico conectado à rede elétrica de baixa tensão.** UNIBH, 2013.

Silva, G. H. E; Afonso, M. (2009). **Energia solar fotovoltaica: Contributo para um Roadmapping do seu desenvolvimento tecnológico.** 2009 55f. Tese (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e computadores). Universidade Nova de Lisboa, Monte de Caparica, Portugal

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. **A temática ambiental e o ensino de física na escola média: algumas possibilidades de desenvolver o tema produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino.** Rev. Bras. Ens. Fís., São Paulo, v. 24, n. 3, p. 342-352, set. 2002.

The Collaborative for High Performance Schools. 2002. **“Best Practices Manual Volume I: Planning.”** San Francisco, Calif.: CHPS Inc.

TORGAL, F. M. ALVES S. P.; JALALI, SAID (2010) **Reusing ceramic wastes in concrete. Construction and Building Materials** (in press)

Tull, D. S; Hawkins, D. I. (1976). **Marketing Research, Meaning, Measurement and Method**. Macmillan Publishing Co., Inc., London

Vallêra, A. M., & Brito, M. C. (2006). **Meio século de história fotovoltaica**. Gazeta da física, 29.