



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E DA SAÚDE – FACES**

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

**NOME DO(S) ALUNO(S)
ABIGHAIL DO NASCIMENTO SANTOS
LUCAS LOPES DE BARROS BATISTA**

**CRITÉRIOS PARA O EMPREGO DE PLACAS SOLARES E
PROPOSTAS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA
ESCOLAS PÚBLICAS DO DISTRITO FEDERAL**

**BRASÍLIA
2017**



**ABIGHAIL DO NASCIMENTO SANTOS
LUCAS LOPES DE BARROS BATISTA**

**CRITÉRIOS PARA O EMPREGO DE PLACAS SOLARES E
PROPOSTAS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA
ESCOLAS PÚBLICAS DO DISTRITO FEDERAL**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica
apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e
Pesquisa pela Faculdade de Ciências da
Educação e da Saúde – FACES

Orientação: Prof. Msc. Eugênia Cornils Monteiro
Araújo.

**BRASÍLIA
2017**

CRITÉRIOS PARA O EMPREGO DE PLACAS SOLARES E PROPOSTAS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA ESCOLAS PÚBLICAS DO DISTRITO FEDERAL

Lucas Lopes de Barros Batista – UniCEUB, PIBIC Institucional, aluno bolsista
llopesbb.94@gmail.com

Abighail do Nascimento Santos – UniCEUB, PIBIC institucional, aluno voluntário
abighailns@hotmail.com

Eugênia Cornils Monteiro Araújo. – UniCEUB, professor orientador
e-mail do professor (itálico)

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise arquitetônica e ambiental das escolas públicas do Distrito Federal com o intuito de fazer um estudo de viabilidade para aplicação de placas fotovoltaicas, em seguida foi feita medições nas salas para mensurar o desconforto térmico e lumínico. No referencial teórico abordamos conceitos referentes a quantidade mínima de iluminação que uma sala de aula deve conter, medições de temperatura dentro das salas para mensurar o desconforto térmico e padrões nas escolas que possa não torna viável a aplicação das placas fotovoltaicas. Foram realizadas medições em 7 escolas e ficou constatado na matriz de priorização que as 7 sete escolas tem potencial de geração de energia fotovoltaico, porém existe alguns fatores que pode reduzir a produtividade das placas

Palavras-Chave: Distrito Federal, Energia Solar, Fotovoltaica, Térmico, Conforto, Lumínico, Escolas Públicas.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	9
2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
3. REFERENCIAL TEORICO.....	10
3.1 Sistema Fotovoltaico.....	10
3.1.1 Sistema Isolado.....	11
3.1.1 Sistema conectado à rede.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.2 Sistema Híbrido.....	12
3.2 Módulo Fotovoltaico.....	12
3.2.1 Tecnologias Aplicadas em Painéis Fotovoltaicos.....	13
3.2.2 Fatores que influenciam a geração dos Módulos Fotovoltaicos.....	14
3.3 Inversores.....	16
3.4 Outros Componentes.....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Dimensionamento de um sistema fotovoltaico.....	17
3.6 PV*SOL.....	18
3.7 Equipamentos utilizados.....	18
3.7.1 Piranômetro.....	18
3.8 Luxímetro.....	19
4. METODOLOGIA.....	20
4.1 APRESENTAÇÃO.....	20
4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	21
4.2.1 QUANTO A FINALIDADE.....	21
4.2.2 QUANTO AO METODO DE ABORDAGEM.....	21
4.2.3 QUANTO A NATUREZA DAS VARIÁVEIS.....	21
4.2.4 QUANTO AOS PROCEDIMENTOS.....	21
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	21
5.1 ANÁLISE VIA SATELITE.....	22
5.1.2 ANÁLISE SOLAR.....	22
5.1.2 ANÁLISE DE VENTOS.....	26
5.1.3 ANÁLISE DE VEGETAÇÃO.....	30
5.2 ANÁLISE IN LOCO.....	34
5.2.1 CEF 08.....	35
5.2.2 CED 4.....	36

5.2.3 CEF 17.....	37
5.2.4 EC 02 VICENTE PIRES.....	38
5.2.5 CEMAB	39
5.2.6 EC 45.....	40
5.2.7 EC 52.....	41
5.3 ANALISE DE SOMBREAMENTO	41
5.3.1 CED 4	42
5.3.2 CEF 17.....	44
5.3.3 CEMAB	46
5.3.4 CEF 08.....	49
5.3.5 EC 02 VICENTE PIRES	50
5.3.6 EC 45.....	52
5.3.7 EC 52.....	54
6. CONCLUSÃO	56
7. BIBLIOGRAFIA	57

Figura 1 Sistema fotovoltaico	10
Figura 2 Sistema off-grid	11
Figura 3 Sistema on-grid	12
Figura 4 Sistema hibrido.....	12
Figura 5 Material das placas.....	14
Figura 6 Piranômetro.....	19
Figura 7 Termômetro a laser	19
Figura 8 Luxímetro	20
Figura 9 CEF 08 Sol	23
Figura 10 CEMAB Sol	23
Figura 11 EC 2 VICENTE PIRES Sol	24
Figura 12 EC 52 Sol	24
Figura 13 EC 45 Sol	25
Figura 14 CEF 17 Sol	25
Figura 15 CED 4 Sol.....	26
Figura 16 CEF 08 Ventos	27
Figura 17 CEMAB Ventos.....	27
Figura 18 EC 02 VICENTE PIRES Ventos	28
Figura 19 EC 52 Ventos	28
Figura 20 EC 45 Ventos	29
Figura 21 CEF 17 Ventos	29
Figura 22 CED 4 Ventos.....	30
Figura 23 CEF 08 Vegetação	31
Figura 24 EC 45 Vegetação	31
Figura 25 CED 4 Vegetação.....	32
Figura 26 CEMAB Vegetação.....	32
Figura 27 EC 52 Vegetação	33
Figura 28 CEF 17 Vegetação	33
Figura 29 CED 4 Simulação	42
Figura 30 CED 4 Sombreamento 1	42
Figura 31 CED 4 Sombreamento 2	43
Figura 32 CED 4 Sombreamento 3	43
Figura 33 CEF 17 Simulação.....	44
Figura 34 CEF 17 Sombreamento 1	44
Figura 35 CEF 17 Sombreamento 2.....	45
Figura 36 CEMAB Simulação	46
Figura 37 CEMAB Sombreamento 1	46
Figura 38 CEMAB Sombreamento 2	47
Figura 39 CEMAB Sombreamento 3	47
Figura 40 CEMB Sombreamento 4.....	48
Figura 41 CEF 8 Simulação.....	49
Figura 42 CEF 8 Sombreamento 1	49
Figura 43 EC 02 Simulação.....	50
Figura 44 EC 02 sombreamento 1.....	50
Figura 45 EC 02 Sombreamento 2	51
Figura 46 EC 45 Simulação.....	52
Figura 47 EC 45 Sombreamento 1	52
Figura 48 EC 45 Sombreamento 2	53

Figura 49 EC 52 Simulação.....	54
Figura 50 EC 52 Sombreamento 1	55
Figura 51 EC 52 Sombreamento 2.....	55

Tabela 1 Corrente x Voltagem.....	15
Tabela 2 Corrente x Voltagem.....	16
Tabela 3 Maquete eletrônica 1	18
Tabela 4 Maquete eletrônica 2	18
Tabela 5 CEF 08	35
Tabela 6 CED 4.....	36
Tabela 7 CEF 17	37
Tabela 8 EC 02 Vicente Pires.....	38
Tabela 9 CEMAB.....	39
Tabela 10 EC 45.....	40
Tabela 11 EC 52.....	41
Tabela 12 Consumo de energia	56
Tabela 13 Payback.....	56

1. INTRODUÇÃO

É visível que na maioria dos países desenvolvidos os usos de energias renováveis são mais constantes que o redor do mundo, isso porque esse tipo de energia não é escassa e não traz malefícios ao meio ambiente quanto aos combustíveis provenientes de fósseis, como o petróleo. O Brasil abundante em irradiação solar, por ser localizado na zona tropical, perde um potencial gigantesco de captação de energia limpa e sustentável. O uso de placas fotovoltaicas no país, ainda é caro e exige uma aceitação da população. O uso desse sistema além de acarretar menor consumo de energia, traz benefícios ao meio ambiente, por ser uma energia sem liberações de gases tóxicos, como outros tipos que exigem a combustão de certos produtos.

A qualidade dos ambientes devido ao clima do país dificulta que o usuário tenha total satisfação e produtividade. A arquitetura produzida, muitas vezes feita de forma não profissional, faz com que a qualidade do ambiente caia drasticamente. Logo, métodos arquitetônicos e materiais adequados na construção civil viriam trazer o conforto adequado.

A arquitetura brasileira já possui um déficit gigantesco quanto a uso de materiais, as normas existem, mas são seguidas minimamente em suas construções. Lugares onde a produtividade deveria ser alta abaixam de maneira considerável. Tendo em vista essa problemática o objeto de estudo da nossa pesquisa será em cima das escolas públicas do Distrito Federal, que necessitam de ajustes para que o conforto térmico dos alunos seja suprido. A proposta é mostrar os índices de calor, nas salas de aula e fazer um estudo para atesta a viabilidade de uma instalação de placas fotovoltaicas e seus respectivos rendimentos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Análise urbanística, arquitetônica, estrutural e ambiental das escolas públicas do Distrito Federal visando a implementação do sistema fotovoltaico para a redução do

desconforto térmico, lumínico e da receita de energia. Sendo simulados esses dados em um software.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Seleção das escolas.
- Estudo prévio via imagens de satélite.
- Visita as escolas
- Avaliação e medição in loco.
- Realizar Simulação no PV SOL.
- Analisar resultados.
- Discorrer possibilidade de falhas na simulação.

3. REFERENCIAL TEORICO

3.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO

O sistema fotovoltaico é como um conjunto de equipamentos que tem como finalidade é transformar a energia solar em energia elétrica, disponibilizando para utilização em cargas contínuas ou alternadas, seja em períodos que haja incidência solar ou não. Para montagem de um sistema fotovoltaico é preciso interligar e ajustar alguns equipamentos: o painel solar, um sistema de regulação, supervisão e controle, além dos condicionadores de energia que são os inversores e conversores. Além disso, pode se utilizar um sistema de aquisição e monitoração dos dados.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados, conforme CRESESB (2004), em três categorias principais visualizadas na Figura X. O uso de cada um desses sistemas dependerá da aplicação e dos recursos energéticos existentes no local.

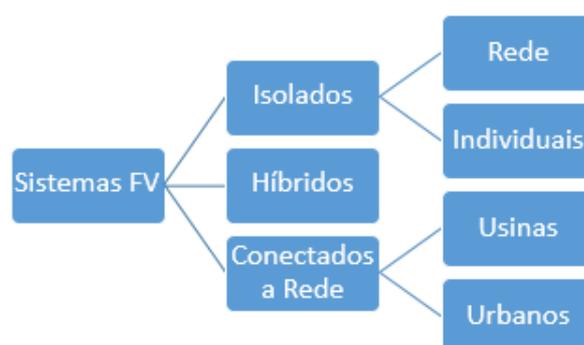


Figura 1 Sistema fotovoltaico

3.1.1 SISTEMA ISOLADO

Sistema isolado (Off-grid) é quando o sistema atende as necessidades energéticas utilizando somente a energia fotovoltaica, ou seja, o sistema fica desconectado da rede elétrica da concessionária. Nesse tipo de sistema, é usualmente utilizado acumuladores de energia (baterias) para o fornecimento de energia em períodos em que não é possível a geração de energia fotovoltaica. Esse tipo de sistema funciona basicamente com painéis fotovoltaicos, baterias, controladores de carga e inversores para transformar a corrente contínua para alternada quando necessário como podemos ver na figura.

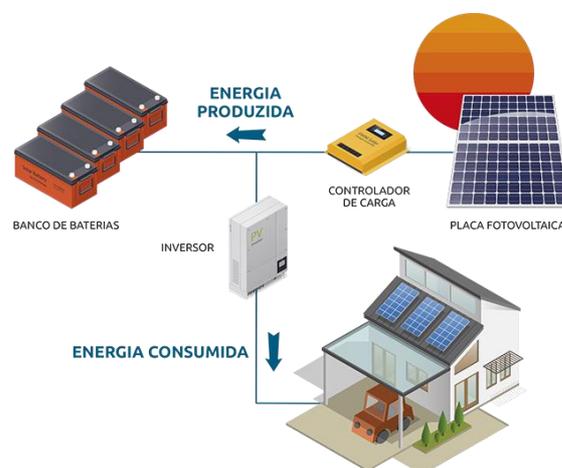


Figura 2 Sistema off-grid

O sistema conectado à rede (Grid tie) é aquele que a energia fotovoltaica se apresenta como uma fonte complementar a geração convencional. Nele a energia gerada pelos painéis passa por um inversor e é injetada na rede gerando assim créditos para a diminuição da conta de energia como podemos observar na figura. Esse sistema é o mais utilizado pois é o sistema mais viável economicamente.

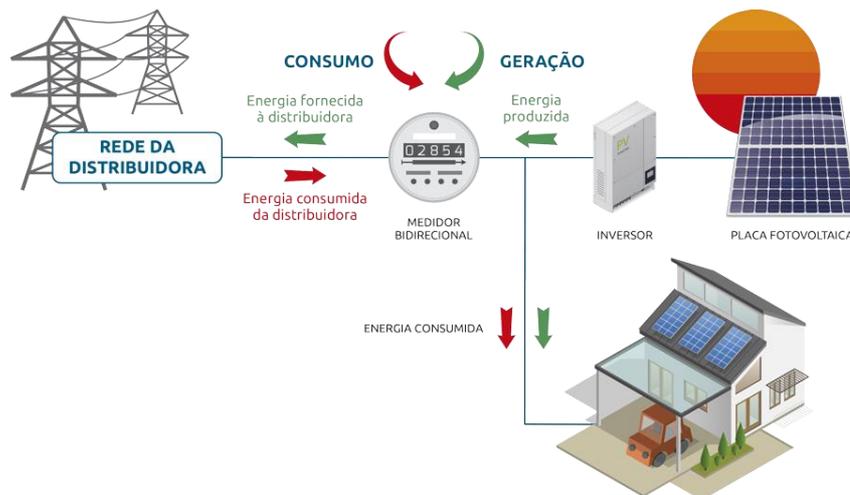


Figura 3 Sistema on-grid

3.1.1 SISTEMA HÍBRIDO

O sistema híbrido é aquele, que quando desconectado da rede elétrica, faz uso de mais de uma forma de geração de energia, como energia eólica, diesel e energia fotovoltaica. Tais características levam CRESESB (2004) a apontar que esses sistemas são mais complexos e necessitam de algum tipo de controle capaz de integrar os vários geradores, de forma a otimizar a operação para o usuário. Na figura abaixo é possível observar um sistema híbrido.



Figura 4 Sistema híbrido

3.2 MÓDULO FOTOVOLTAICO

A conversão de energia solar em elétrica se dá por meio de células fotovoltaicas, constituídas por semicondutores. Esses arranjos de semicondutores são sensíveis à luz, criando um potencial elétrico quando excitados. “Uma célula fornece pouca

energia quando exposta a uma radiação solar de 1 kW/m^2 (cerca de 0,6 Volts e uma densidade de corrente de curto-circuito da ordem de 150 mA/cm^2)” (KREZNINGER et al, 2002).

Para se conseguir a tensão e corrente suficientes para alimentar um determinado sistema, se faz necessário o agrupamento dessas células em arranjos. Conforme Ruther (2004), a quantidade de células fotovoltaicas conectados em série determina a tensão do sistema, já a corrente é definida pela conexão em paralelo dessas células.

O desempenho dos módulos fotovoltaicos é influenciado, principalmente, pela intensidade luminosa na localização dos módulos e temperatura das células. “Com o aumento da temperatura ou diminuição da intensidade luminosa, observa-se uma redução da eficiência das células” (CABRAL et. al.2004).

Os módulos fotovoltaicos estão disponíveis em diversos níveis de tensão. A principal característica fornecida é a potência nominal da célula fotovoltaica que é medida em Watt-pico (Wp). Segundo Moreira (2009), esta potência está disponível quando a célula é exposta a condições padrão de teste de irradiância solar de 1000 W/m^2 , massa de ar de 1,5 e a uma temperatura de célula de $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.2.1 TECNOLOGIAS APLICADAS EM PLACAS FOTOVOLTAICAS

Existem diversos tipos de células fotovoltaicas, cada uma com sua particularidade de eficiência e de construção. Dentre as atualmente usadas em aplicações semelhantes ao objetivo deste trabalho podem ser citadas o Silício Cristalino (c-Si); o silício Amorfo Hidrogenado (a-Si) e Telureto de Cádmio (CdTe) (RUTHER, 2004).

A tecnologia de c-Si é a mais tradicional e a única entre as citadas que utiliza lâminas cristalinas espessas, o que representa nos estudos de Ruther (2004) uma maior limitação na redução dos custos de produção, mas essa se mostra ser bastante robusta e confiável. A célula de Silício Cristalino possui duas formas, a monocristalino (m-Si) e a policristalino (p-Si) cuja diferença é o método de fabricação. Na primeira forma usa-se um monocristal que é crescido a partir de um banho de silício de alta pureza. Esse crescimento é bastante lento e utiliza altas temperaturas e atmosfera controlada, tornando o processo mais caro.

Já o segundo processo de fabricação funde-se vários grãos e cristais de silício em uma única etapa, o que resulta em um bloco com as imperfeições dos contornos desses grãos e cristais, levando assim a uma menor eficiência segundo Ruther, 2004. A obra desse mesmo autor diz que a utilização do a-Si no início dos anos 80 era vista como única tecnologia fotovoltaica em filmes finos. Por esse motivo foi bastante usado em calculadoras, relógios e outros aparelhos em que o consumo elétrico é baixo. Pela facilidade de manuseio e aparência estética, a tecnologia do a-Si é comumente encontrada em aplicações arquitetônicas. O seu custo de produção também é baixo já que o processo de fabricação não exige altas temperaturas. Ruther (2004) também aponta como uma principal vantagem da tecnologia é a não redução da 20 eficiência com o aumento da temperatura de operação.

O CdTe vem competindo com a utilização do c-Si e a-Si nas aplicações modernas, e também é encontrado em filmes finos. O seu “custo de produção em larga escala é extremamente baixo e sua eficiência é maior comparada aos módulos de a-Si” (RUTHER, 2004). O grande inconveniente de sua utilização é a alta toxicidade dos elementos e a baixa abundância dos mesmos. Na Figura abaixo é possível visualizar os três tipos de cristais de silício.

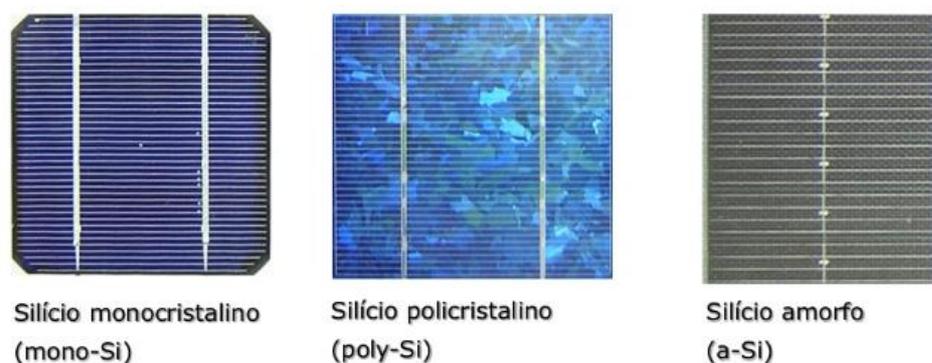


Figura 5 Material das placas

3.2.2 FATORES QUE INFLUENCIAL A GERAÇÃO DE MODULOS FOTOVOLTAICOS

Os principais fatores que influenciam nas características elétricas de um painel são a Intensidade Luminosa e a Temperatura das Células. A corrente gerada nos módulos aumenta linearmente com o aumento da Intensidade luminosa. A condição padrão para plotagem das curvas características dos módulos é definida para uma radiação solar 1000 W/m² e temperatura de 25°C na célula. O aumento da

temperatura na célula faz com que a eficiência do módulo caia, baixando assim os pontos de operação para potência máxima gerada.

- **Intensidade luminosa:** o sol possui movimento aparente no céu de acordo com a hora do dia e com o dia do ano. Para receber maior intensidade luminosa é necessário fazer o acompanhamento desses movimentos. Entretanto, os módulos normalmente são instalados em posição fixa, devido ao elevado custo dos equipamentos que permitem sua movimentação (seguidores ou trackers). Dessa forma, é fundamental determinar a melhor inclinação para cada região em função da latitude local e das características da demanda. A figura mostra que a corrente gerada aumenta com o aumento da intensidade luminosa.

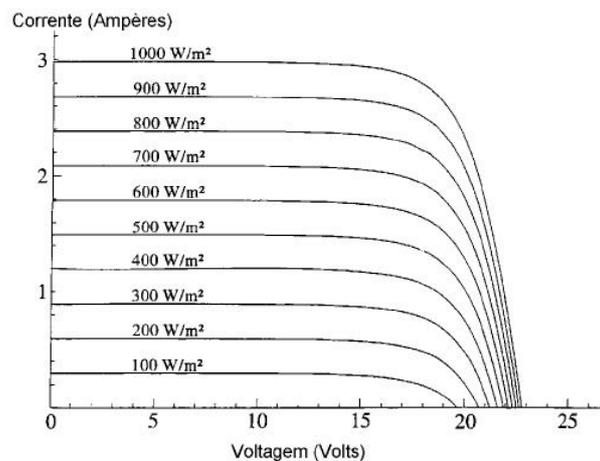


Tabela 1 Corrente x Voltagem

- **Temperatura das Células:** O aumento do nível de insolação eleva a temperatura da célula e, conseqüentemente, tende a reduzir a eficiência do módulo. Tal fato pode ser constatado no gráfico da Figura 14. Isto se deve ao fato de que a tensão diminui significativamente com o aumento da temperatura, enquanto a corrente sofre uma elevação muito pequena, quase desprezível. Os módulos de silício amorfo apresentam uma menor influência da temperatura na potência de pico, embora também sofram redução no seu desempenho. Como pode se observar na no gráfico da figura.

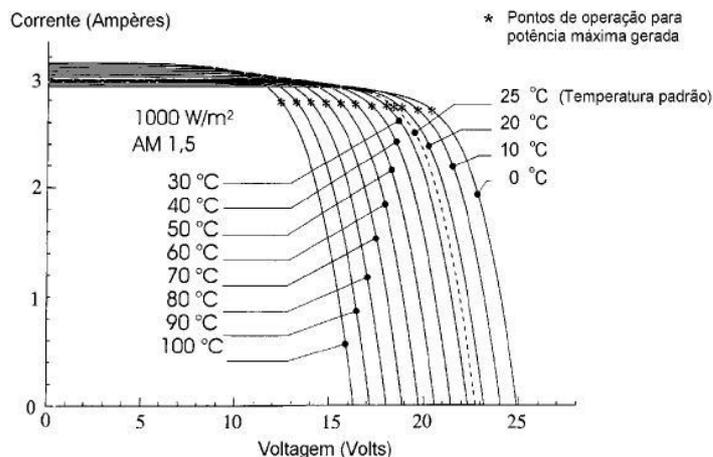


Tabela 2 Corrente x Voltagem

3.3 INVERSORES

Os conversores CC/CA são normalmente denominados de inversores. Podem ser utilizados para alimentar uma carga isolada, mas também para interligar um gerador fotovoltaico à rede. O principal papel dos inversores num sistema de geração fotovoltaico é o de criar corrente alternada a partir de corrente contínua, visto que uma célula fotovoltaica gera corrente contínua. Para gerar esta corrente alternada existe um dispositivo no inversor que se chama comutador e cujo papel é o de “quebrar” a corrente contínua em pulsos.

Estas deformações, que são provocados na onda devido às comutações dos interruptores do inversor, podem produzir perturbações mais ou menos importantes nas células fotovoltaicas (Distorções Harmônicas). Existem vários tipos de comutadores entre os quais os comutadores retificadores controlados de silício, transistores darlington, mosfet’s (metal oxide semiconducting field effect transistor), IGBT’s (insulated gate bipolar transistor), etc.

3.4 OUTROS COMPONENTES

Outros elementos necessários para o funcionamento de sistemas fotovoltaicos são chaves, fusíveis e disjuntores, que protegem pessoas e equipamentos de surtos de corrente e/ou tensão.

As chaves possibilitam a interrupção do fluxo de corrente em casos emergenciais ou para fins de manutenção.

Os fusíveis e/ou disjuntores protegem equipamentos e condutores contra correntes altas provocadas por curto-circuito, consumo elevado ou falha no aterramento.

Chaves, fusíveis e disjuntores usados para proteção de sistemas fotovoltaicos devem ser apropriados para operação em corrente contínua. Dispositivos de corrente alternada, a princípio, funcionarão bem, mas, com o passar do tempo, começarão a apresentar problemas. Devem ser selecionados em função das máximas tensão e corrente admitidas no sistema.

3.5 DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico é necessário primeiramente o conhecimento básico de alguns valores e grandezas, tal como:

- Tensão nominal do sistema: Refere-se à tensão típica em que operam as cargas que serão conectadas. Deve-se, ainda, distinguir se a referida tensão é contínua ou alternada;
- Potência exigida pela carga;
- Horas de utilização das cargas (perfil de carga): Juntamente com a potência requerida pela carga deverá ser especificado o tempo diário de utilização da referida potência. Multiplicando potência por horas de utilização serão obtidos os watts-hora requeridos pela carga ao final de um dia. ;
- Localização geográfica do sistema (latitude, longitude, e altura da instalação em relação ao nível do mar): Tais dados são necessários para determinar o ângulo de inclinação adequado para o módulo fotovoltaico e o nível de radiação (médio mensal) da localidade em questão;
- Autonomia prevista: Refere-se ao número de dias previstos nos quais haverá diminuição ou ausência de geração de energia; esses dados deverão ser considerados no dimensionamento das baterias. Para sistemas rurais domésticos adota-se valor entre 3 e 5 dias, e para sistemas de comunicações remotos, de 7 a 10 dias de autonomia.

Um sistema conectado à rede pode ser facilmente calculado utilizando os valores média do consumo anual presente na conta de energia elétrica. O dimensionamento dos sistemas desse trabalho utilizou uma planilha do Excel para o cálculo da quantidade de módulos e tipo de inversor.

3.6 PV*SOL

PV*SOL é um software para modelagem e simulação de sistemas fotovoltaicos, produzido pela Valentin Software GmbH. Nele é possível modelar toda a estrutura do local que irá ser implantado o sistema fotovoltaico. O programa permite a visualização de todos os sistemas integrados no telhado ou montados, mesmo no solo, com até 5000 módulos em 3D e calcular o sombreamento com base em objetos 3D. Como podemos observar nas figura.

A visualização no modo 3D fornece informações detalhadas sobre sombras em vários momentos do dia e ano, e conseqüentemente em possíveis reduções no rendimento. Através da análise detalhada do sombreamento de módulos individuais, o efeito da otimização de energia no rendimento do sistema.



Tabela 3 Maquete eletrônica 1

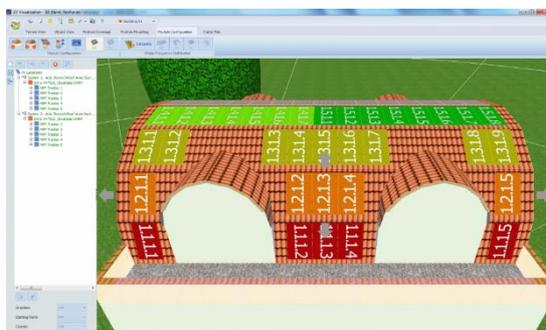


Tabela 4 Maquete eletrônica 2

3.7 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Foram utilizados uma série e equipamentos para o estudo da irradiação solar, temperatura e fluxo luminoso. Para o estudo da viabilidade e o impacto da instalação de um sistema solar fotovoltaico nas edificações.

3.7.1 PIRANÔMETRO

O Piranômetro é um tipo de actinômetro usado para medir a irradiação solar em uma superfície e é um sensor que seja projetado medir a densidade de fluxo da radiação solar (nos watts por o quadrado do medidor) de um campo de visão de 180 graus.



Figura 6 Piranômetro

3.7.2 Termômetro Infravermelho

O termômetro infravermelho, também denominado de pirômetro ótico, é um dispositivo que mede temperatura sem contato com o corpo/meio do qual se pretende conhecer a temperatura. Basicamente esse equipamento é constituído por um sistema óptico e um detector. O sistema óptico foca a energia emitida por um objeto sobre o detector. A saída do detector é proporcional à energia irradiada pelo objeto menos a energia absorvida e a resposta desse detector a um comprimento de onda específico.



Figura 7 Termômetro a laser

3.8 LUXÍMETRO

O luxímetro é um aparelho que mede a intensidade da luz que chega a seu sensor. Com isso, pode-se determinar uma grandeza denominada iluminância de um determinado local.



Figura 8 Luxímetro

3.9 PAYBACK

Payback é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento. O payback foi calculado dividindo o valor gasto para instalação do sistema fotovoltaico pelo custo da conta de luz. Como mostra a equação a baixo.

$$\frac{\text{Valor investido na instalação}}{\text{Preço médio mensal da conta de luz}}$$

O valor adquirido na equação deve ser dividido por 12 para obter o tempo de retorno em anos.

4. METODOLOGIA

4.1 APRESENTAÇÃO

Esse estudo tem com a finalidade de fazer uma análise das escolas do Distrito Federal analisando estrutura, materiais de construção na qual compõem as salas de aulas que favorecem para o aumento da temperatura, medição de temperatura, alunos por sala e o fluxo luminoso das salas. Em seguida foi feita uma avaliação externa de toda a escola investigando desde quantidade de arvores ao redor do bloco quanto a existência de edifícios próximos a escola.

Para a validação dos resultados obtidos in loco utilizamos um software que a faz a medição da área de sombra dos telhados que possa ser obtida ou por arvores ou por prédios aos arredores. Em seguida depois da análise de sombreamento é simulada a

aplicação das placas fotovoltaicas e sua respectiva perda de eficiência de acordo com a análise de sombreamento feita anteriormente.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

4.2.1 QUANTO A FINALIDADE

Com relação a finalidade, esta pesquisa será catalogada e executada, uma vez que suas informações poderão ser utilizadas em projetos futuros.

4.2.2 QUANTO AO METODO DE ABORDAGEM

Quanto a abordagem será uma pesquisa dedutiva que parte da perspectiva para o particular. A partir destas informações e dados do projeto verifica-se uma série de acontecimentos que ao decorrer da pesquisa serão comparados com os dados coletados.

4.2.3 QUANTO A NATUREZA DAS VARIÁVEIS

Com relação a natureza das variáveis não existe quantificação. Os tratamentos estatísticos, quando houver, serão provenientes de análises básicas e imediatas sobre resultados simples e consequências administrativas.

4.2.4 QUANTO AOS PROCEDIMENTOS

Quanto aos procedimentos a serem utilizados esse estudo será mesclado pelas pesquisas bibliográfica, documental e normativa.

Segundo Severino (2007), a pesquisa bibliográfica é aquela que é realizada a partir dos trabalhos registrados anteriormente, consequentemente de pesquisas do mesmo assunto, em publicações impressas, como livros, artigos, teses etc. Utiliza-se de dados ou de argumentos teóricos já analisados por outros pesquisadores e devidamente publicados.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Com relação ao método de abordagem foi feita uma seleção das escolas via satélite para selecionar escolas com características diferentes e fazer um pré-mapeamento das áreas arbóreas e prédios aos arredores. Feito essa primeira análise fomos as

medições in loco, dentro das escolas solicitava ao diretor três salas as quais tinham maior reclamação da parte dos alunos com relação ao desconforto térmico. Feita essa triagem com o direto adentrava essas salas fazendo medições de temperatura, fluxo de luminosidade, retirada de medidas das salas, número de janelas, breezes, cobogós, ventiladores, ar-condicionado, lâmpadas, cadeiras e mesas. Em seguida fazia o (check list) dos materiais de construção que compunha as salas como alvenaria, material que compunha o forro, tipo de telhado e coloração da pintura. E finalizando a coleta de resultados utilizamos um piranômetro para mediar a irradiação do local.

5.1 ANALISE VIA SATELITE

Ao fazer a seleção das escolas fomos criteriosos em selecionar escolas com diferenças arquitetônicas porém com peculiaridades as quais todas as escolas do GDF. Ao fazer essa primeira triagem tivemos a preocupação de mapear a vegetação ao redor e dentro do colégio, o nascer e o pôr do sol nas escolas e o direção percorrido pelo vento.

5.1.2 ANALISE SOLAR

As figuras a seguir irão mostrar o percurso do sol em relação as escolas estudadas.



LOCAÇÃO DO TERRENO

 SOL DA MANHÃ

 SOL DA TARDE

 N

Figura 9 CEF 08 Sol



LOCAÇÃO DO TERRENO

 SOL DA MANHÃ

 SOL DA TARDE

 N

Figura 10 CEMAB Sol



 LOCAÇÃO DO TERRENO



SOL DA MANHÃ



SOL DA TARDE



Figura 11 EC 2 VICENTE PIRES Sol



 LOCAÇÃO DO TERRENO



SOL DA MANHÃ



SOL DA TARDE



Figura 12 EC 52 Sol



LOCAÇÃO DO TERRENO



SOL DA MANHÃ



SOL DA TARDE



Figura 13 EC 45 Sol



LOCAÇÃO DO TERRENO



SOL DA MANHÃ



SOL DA TARDE



Figura 14 CEF 17 Sol



Figura 15 CED 4 Sol

5.1.2 ANALISE DE VENTOS

As figuras a seguir irão mostrar a direção dos ventos em relação as escolas estudadas.



Figura 16 CEF 08 Ventos



Figura 17 CEMAB Ventos

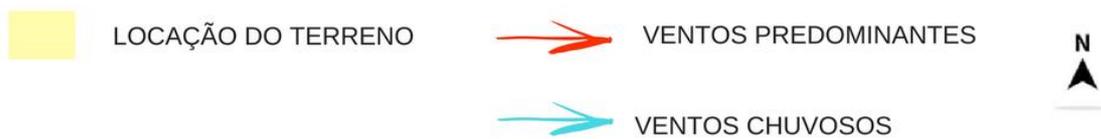


Figura 18 EC 02 VICENTE PIRES Ventos



Figura 19 EC 52 Ventos



LOCAÇÃO DO TERRENO



VENTOS PREDOMINANTES



VENTOS CHUVOSOS



Figura 20 EC 45 Ventos



LOCAÇÃO DO TERRENO



VENTOS PREDOMINANTES



VENTOS CHUVOSOS



Figura 21 CEF 17 Ventos



Figura 22 CED 4 Ventos

5.1.3 ANALISE DE VEGETAÇÃO

As figuras a seguir irão mostrar os elementos arbóreos ao redor e no interior das escolas estudadas, o único colégio a não apresentar vegetação interna e externa foi o EC 02 do Vicente Pires.



● VEGETAÇÃO EXISTENTE



Figura 23 CEF 08 Vegetação



● VEGETAÇÃO EXISTENTE



Figura 24 EC 45 Vegetação



VEGETAÇÃO EXISTENTE



Figura 25 CED 4 Vegetação



VEGETAÇÃO EXISTENTE



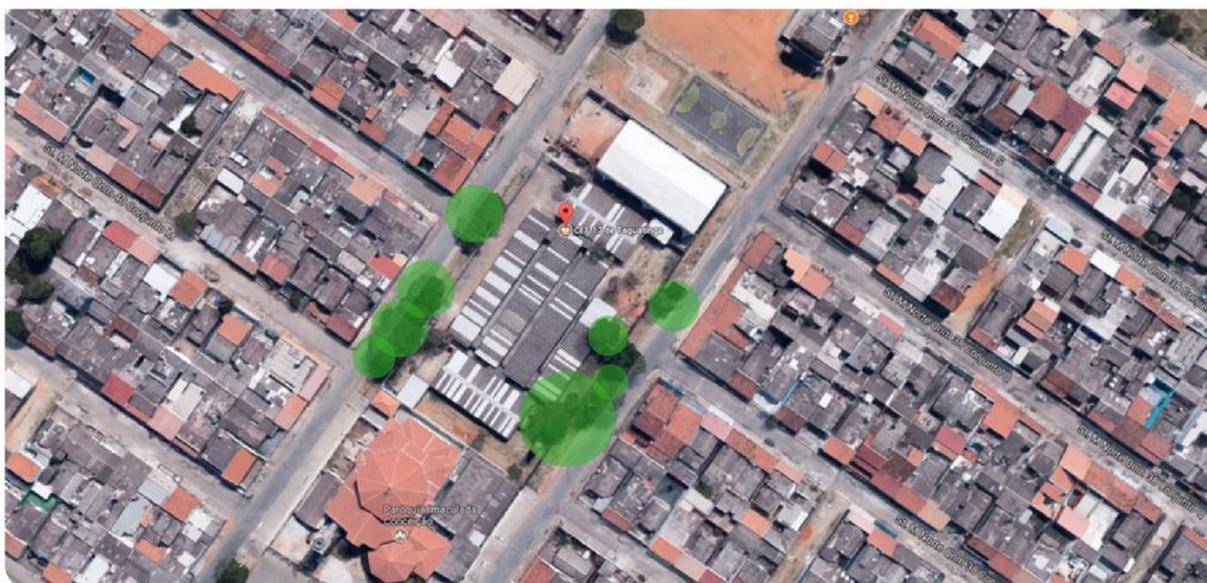
Figura 26 CEMAB Vegetação



● VEGETAÇÃO EXISTENTE



Figura 27 EC 52 Vegetação



● VEGETAÇÃO EXISTENTE



Figura 28 CEF 17 Vegetação

5.2 ANALISE IN LOCO

Ao visitar as escolas públicas do Distrito Federal e solicitar ao diretor as salas as quais haviam maior índice de reclamação dos alunos com relação ao desconforto térmico. Em cada escola foram solicitadas três salas para o fim de atestar a metodologia aplicada, ao adentrar as salas foram feitas medições de temperatura, área e fluxo luminoso. Realizando o seguinte (check list):

- Temperatura da sala.
- Temperatura da parede.
- Temperatura da mesa do professor.
- Temperatura da mesa do aluno.
- Medição do fluxo luminoso com a luz acesa e desligada.
- Calculo da área da sala.
- Anotação do material de construção que compunha a sala.
- Número de janelas
- Número de breezes.
- Número de cobogós.
- Número de ventiladores
- Número de ar-condicionado.
- Número de ventiladores.
- Irradiação solar.

5.2.1 CEF 08

Escola recém reformada com fachada de alvenaria e com coloração clara, telhado em zinco com uma agua, forro das salas de PVC.

Escola: CEF 08		Data: 18/07/2017	Condição climática: Ensolarado	
Hora: 14:58	Localização: 15°49'2,5"S 48°3'30,7"W		W/m²: 651,9	
Sala: 4 Bloco B	Pé direito: 2,54 m	Area: 46,60 m ²	N° de cadeiras: 36	
Temperatura sala: 25,9°	Lux ON: 280	Lux OFF: 73	N° de Mesas: 36	
Temperatura Parede: 29,1°	N° de ventiladores: 2		Nota:	
Temperatura MP: 26,1°	N° de Ar condicionado: 0			
Temperatura MA: 23,6°	N° de breezer: 7			
	N° de lampadas: 6			
Sala: 5 Bloco B	Pé direito: 2,53 m	Area: 46,60 m ²	N° de cadeiras: 36	
Temperatura sala: 26,9°	Lux ON: 231	Lux OFF: 108	N° de Mesas: 36	
Temperatura Parede: 31°	N° de ventiladores: 2		N° de Janelas: 4	Nota:
Temperatura MP: 26,1°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 24,3°	N° de breezer: 7		N° de lampadas: 6	
Sala: 6 Bloco B	Pé direito: 2,49 m	Area: 46,74 m ²	N° de cadeiras: 37	
Temperatura sala: 27,6°	Lux ON: 138	Lux OFF: 235	N° de cadeiras: 37	
Temperatura Parede: 29,7°	N° de ventiladores: 2		N° de Janelas: 4	Nota:
Temperatura MP: 25,3°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 23,8°	N° de breezer: 7		N° de lampadas: 6	
Legenda: Lux ON - medição com o luxímetro com as luzes acessas / Lux OFF - medição com o luxímetro com as luzes apagadas e com as janelas abertas / MP - mesa do Professor / MA - mesa do Aluno.				

Tabela 5 CEF 08

5.2.2 CED 4

Escola de fachada de alvenaria de coloração clara, telhado de amianto com uma água e forro de PVC nas salas.

Escola: CED 4		Data: 11/05/2017	Condição climática: Ensolarado	
Hora: 16:11	Localização: 15°47'44,1"S 48°3'27"W		W/m ² : 159,3	
Sala: Amarelo 18	Pé direito: 2,59 m	Area: 47,40 m ²	N° de cadeiras: 41	
Temperatura sala: 29,7°	Lux ON: 536	Lux OFF: 214	N° de Mesas: 41	
Temperatura Parede: 26,7°	N° de ventiladores: 2	N° de Janelas: 3		Nota:
Temperatura MP: 25,3°	N° de Ar condicionado: 1		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 25,9°	N° de breezer: 0		N° de lampadas: 6	
Sala: Azul 24	Pé direito: 2,59 m	Area: 47,28 m ²	N° de cadeiras: 39	
Temperatura sala: 30,3°	Lux ON: 587	Lux OFF: 73	N° de Mesas: 39	
Temperatura Parede: 29,1°	N° de ventiladores: 2	N° de Janelas: 3		Nota:
Temperatura MP: 29,3°	N° de Ar condicionado: 1		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 30,2°	N° de breezer: 0		N° de lampadas: 6	
Sala: Amarelo 20	Pé direito: 2,61 m	Area: 47,43 m ²	N° de cadeiras: 41	
Temperatura sala: 30,0°	Lux ON: 912	Lux OFF: 647	N° de Mesas: 41	
Temperatura Parede: 30,1°	N° de ventiladores: 2	N° de Janelas: 3		Nota:
Temperatura MP: 29,4°	N° de Ar condicionado: 1		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 30,1°	N° de breezer: 0		N° de lampadas: 6	
Legenda: Lux ON - medição com o luxímetro com as luzes acesas / Lux OFF - medição com o luxímetro com as luzes apagadas e com as janelas abertas / MP - mesa do Professor / MA - mesa do Aluno.				

Tabela 6 CED 4

5.2.3 CEF 17

Escola de fachada de alvenaria de coloração clara, telhado de amianto com uma água e forro da sala de fibra de vidro.

Escola: CEF 17		Data: 16/05/2017	Condição climática: Ensolarado	
Hora: 15:05	Localização: 15°47'50,6"S 48°6'6,8"W		W/m ² : 602,5	
Sala: 6	Pé direito: 2,73 m	Area: 47,62 m ²	N° de cadeiras: 35	
Temperatura sala: 27,7°	Lux ON: 429	Lux OFF: 124	N° de Mesas: 35	
Temperatura Parede: 42,5°	N° de ventiladores: 2	N° de Janelas: 2		Nota:
Temperatura MP: 30,1°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 29,5°	N° de breezer: 4		N° de lampadas: 6	
Sala: 11	Pé direito: 2,74 m	Area: 47,62 m ²	N° de cadeiras: 31	
Temperatura sala: 29,9°	Lux ON: 679	Lux OFF: 135	N° de Mesas: 31	
Temperatura Parede: 51,5°	N° de ventiladores: 2	N° de Janelas: 3		Nota:
Temperatura MP: 30,5°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 31,3°	N° de breezer: 4		N° de lampadas: 6	
Sala: 2	Pé direito: 2,75 m	Area: 46,81 m ²	N° de cadeiras: 34	
Temperatura sala: 30,3°	Lux ON: 238	Lux OFF: 468	N° de Mesas: 34	
Temperatura Parede: 42,7°	N° de ventiladores: 2	N° de Janelas: 2		Nota:
Temperatura MP: 30,7°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 31,5°	N° de breezer: 4		N° de lampadas: 6	
<p>Legenda: Lux ON - medição com o luxímetro com as luzes acesas / Lux OFF - medição com o luxímetro com as luzes apagadas e com as janelas abertas / MP - mesa do Professor / MA - mesa do Aluno.</p>				

Tabela 7 CEF 17

5.2.4 EC 02 VICENTE PIRES

Escola com estrutura nova, fachada de alvenaria com coloração clara, telhado de zinco com duas águas, forra de PVC das salas.

Escola: E.C 02 Vicente Pires		Data: 25/04/2017	Condição climática: Ensolarado	
Hora: 11:17	Localização: 15°48'1,3"S 48°2'55,7"W		W/m ² : 819,8	
Sala: C1	Pé direito: 2,98 m	Area: 42,16 m ²	N° de cadeiras: 28	
Temperatura sala: 27,7°	Lux ON: 485	Lux OFF: 277	N° de Mesas: 28	
Temperatura Parede: 30,1°	N° de ventiladores: 1	N° de Janelas: 5		Nota:
Temperatura MP: 28,3°	N° de Ar condicionado: 0	N° de Cobogós: 0		
Temperatura MA: 27,4°	N° de breezeer: 0	N° de lampadas: 6		
Sala: C3	Pé direito: 2,94 m	Area: 41,74 m ²	N° de cadeiras: 29	
Temperatura sala: 28,5°	Lux ON: 391	Lux OFF: 29	N° de Mesas: 29	
Temperatura Parede: 29,6°	N° de ventiladores: 1	N° de Janelas: 5		Nota:
Temperatura MP: 25,4°	N° de Ar condicionado: 0	N° de Cobogós: 0		
Temperatura MA: 27,1°	N° de breezeer: 0	N° de lampadas: 6		
Sala: B3	Pé direito: 2,94 m	Area: 41,74 m ²	N° de cadeiras: 30	
Temperatura sala: 28,9°	Lux ON: 331	Lux OFF: 207	N° de Mesas: 30	
Temperatura Parede: 31,1°	N° de ventiladores: 1	N° de Janelas: 5		Nota:
Temperatura MP: 25,9°	N° de Ar condicionado: 0	N° de Cobogós: 0		
Temperatura MA: 28,2°	N° de breezeer: 0	N° de lampadas: 6		
Legenda: Lux ON - medição com o luxímetro com as luzes acesas / Lux OFF - medição com o luxímetro com as luzes apagadas e com as janelas abertas / MP - mesa do Professor / MA - mesa do Aluno.				

Tabela 8 EC 02 Vicente Pires

5.2.5 CEMAB

Escola com fachada de alvenaria com coloração clara, telhado de amianto com uma água, forro da sala de fibra de vidro.

Escola: CEMAB		Data: 18/07/2017	Condição climática: Ensolarado	
Hora: 16:20	Localização: 15°50'12,1"S 48°3'16,4"W		W/m ² : 356,8	
Sala: D1	Pé direito: 2,87 m	Area: 53,59 m ²	N° de cadeiras: 54	
Temperatura sala: 26,4°	Lux ON: 290	Lux OFF: 115	N° de Mesas: 1	
Temperatura Parede: 31,4°	N° de ventiladores: 2		N° de Janelas: 2	Nota:
Temperatura MP: 25,9°	N° de Ar condicionado: 1		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 24,6°	N° de breezeer: 0		N° de lampadas: 6	
Sala: D3	Pé direito: 2,90 m	Area: 53,78 m ²	N° de cadeiras: 33	
Temperatura sala: 26,7°	Lux ON: 217	Lux OFF: 33	N° de Mesas: 3	
Temperatura Parede: 31,4°	N° de ventiladores: 2		N° de Janelas: 2	Nota:
Temperatura MP: 25,8°	N° de Ar condicionado: 1		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 25,6°	N° de breezeer: 0		N° de lampadas: 6	
Sala: D6	Pé direito: 2,90 m	Area: 53,68 m ²	N° de cadeiras: 56	
Temperatura sala: 26,4°	Lux ON: 236	Lux OFF: 29	N° de Mesas: 5	
Temperatura Parede: 29,3°	N° de ventiladores: 2		N° de Janelas: 2	Nota:
Temperatura MP: 24,3°	N° de Ar condicionado: 1		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 25,3°	N° de breezeer: 0		N° de lampadas: 6	
<p>Legenda: Lux ON - medição com o luxímetro com as luzes acesas / Lux OFF - medição com o luxímetro com as luzes apagadas e com as janelas abertas / MP - mesa do Professor / MA - mesa do Aluno.</p>				

Tabela 9 CEMAB

5.2.6 EC 45

Escola com faixa de alvenaria com coloração clara, telhado de amianto e uma água, forro das salas de fibra de vidro.

Escola: EC 45		Data: 18/07/2017	Condição climática: Ensolarado	
Hora: 16:15	Localização: 15°47'39,0"S 48°6'27,4"W		W/m ² : 163	
Sala: 16	Pé direito: 2,72 m	Area: 46,36 m ²	N° de cadeiras: 17	
Temperatura sala: 29,7°	Lux ON: 671	Lux OFF: 442	N° de Mesas: 17	
Temperatura Parede: 39,4°	N° de ventiladores: 1	N° de Janelas: 0		Nota:
Temperatura MP: 29,5°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 29°	N° de breezer: 4		N° de lampadas: 6	
Sala: 19	Pé direito: 2,74 m	Area: 46,30 m ²	N° de cadeiras: 24	
Temperatura sala: 29,4°	Lux ON: 218	Lux OFF: 640	N° de Mesas: 24	
Temperatura Parede: 38,7°	N° de ventiladores: 1	N° de Janelas: 0		Nota:
Temperatura MP: 31,2°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 30,3°	N° de breezer: 4		N° de lampadas: 6	
Sala: 20	Pé direito: 2,75 m	Area: 46,47 m ²	N° de cadeiras: 23	
Temperatura sala: 30,3°	Lux ON: 482	Lux OFF: 646	N° de Mesas: 23	
Temperatura Parede: 42,2°	N° de ventiladores: 1	N° de Janelas: 0		Nota:
Temperatura MP: 28,8°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 29,1°	N° de breezer: 4		N° de lampadas: 6	
Legenda: Lux ON - medição com o luxímetro com as luzes acesas / Lux OFF - medição com o luxímetro com as luzes apagadas e com as janelas abertas / MP - mesa do Professor / MA - mesa do Aluno.				

Tabela 10 EC 45

5.2.7 EC 52

Essa se trata de um caso especial por ser uma escola provisória, feita de aço e blocos de concreto com coloração clara, telhado de zinco com apenas uma água, forro das salas de PVC.

Escola: EC 52		Data: 19/07/2017	Condição climática: Nublado	
Hora: 15:45	Localização: 15°48'4,1"S 48°6'9,4"W		W/m ² : 66,6	
Sala: Bloco Verde sala 1	Pé direito: 2,99 m	Area: 47,49 m ²	N° de cadeiras: 30	
Temperatura sala: 24,5°	Lux ON: 223	Lux OFF: 151	N° de Mesas: 30	
Temperatura Parede: 25,3°	N° de ventiladores: 1	N° de Janelas: 6		Nota:
Temperatura MP: 23,8°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 22,8°	N° de breezer: 0		N° de lampadas: 6	
Sala: Bloco Verde sala 2	Pé direito: 2,99 m	Area: 47,26 m ²	N° de cadeiras: 28	
Temperatura sala: 24,5°	Lux ON: 251	Lux OFF: 100	N° de Mesas: 29	
Temperatura Parede: 24°	N° de ventiladores: 1	N° de Janelas: 6		Nota:
Temperatura MP: 22,1°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 21,1°	N° de breezer: 0		N° de lampadas: 6	
Sala: Bloco Verde sala 3	Pé direito: 2,97 m	Area: 47,37 m ²	N° de cadeiras: 28	
Temperatura sala: 24,5°	Lux ON: 274	Lux OFF: 130	N° de Mesas: 29	
Temperatura Parede: 24,1°	N° de ventiladores: 1	N° de Janelas: 6		Nota:
Temperatura MP: 22,6°	N° de Ar condicionado: 0		N° de Comogos: 0	
Temperatura MA: 21,6°	N° de breezer: 0		N° de lampadas: 6	
Legenda: Lux ON - medição com o luxímetro com as luzes acessas / Lux OFF - medição com o luxímetro com as luzes apagadas e com as janelas abertas / MP - mesa do Professor / MA - mesa do Aluno.				

Tabela 11 EC 52

5.3 ANÁLISE DE SOMBREAMENTO

Para a execução deste projeto com o objetivo de elevar a sua qualidade foi utilizado o software PV SOL (Valentin Software) capaz de fazer o cálculo do sombreamento durante os 365 dias do ano, simulando com exatidão através do posicionamento geográfico. Outrossim tem a funcionalidade de elaborar o estabelecimento em 3D e com a lista de placas fotovoltaicas em sua biblioteca simulando seu rendimento e a sua perda de eficiência em porcentagem por conta da área de sombra simulada. Para tal efeito foi preenchido os telhados das escolas com placas fotovoltaicas e foi tolerada uma perda de eficiência de 6% em cada placa.

5.3.1 CED 4

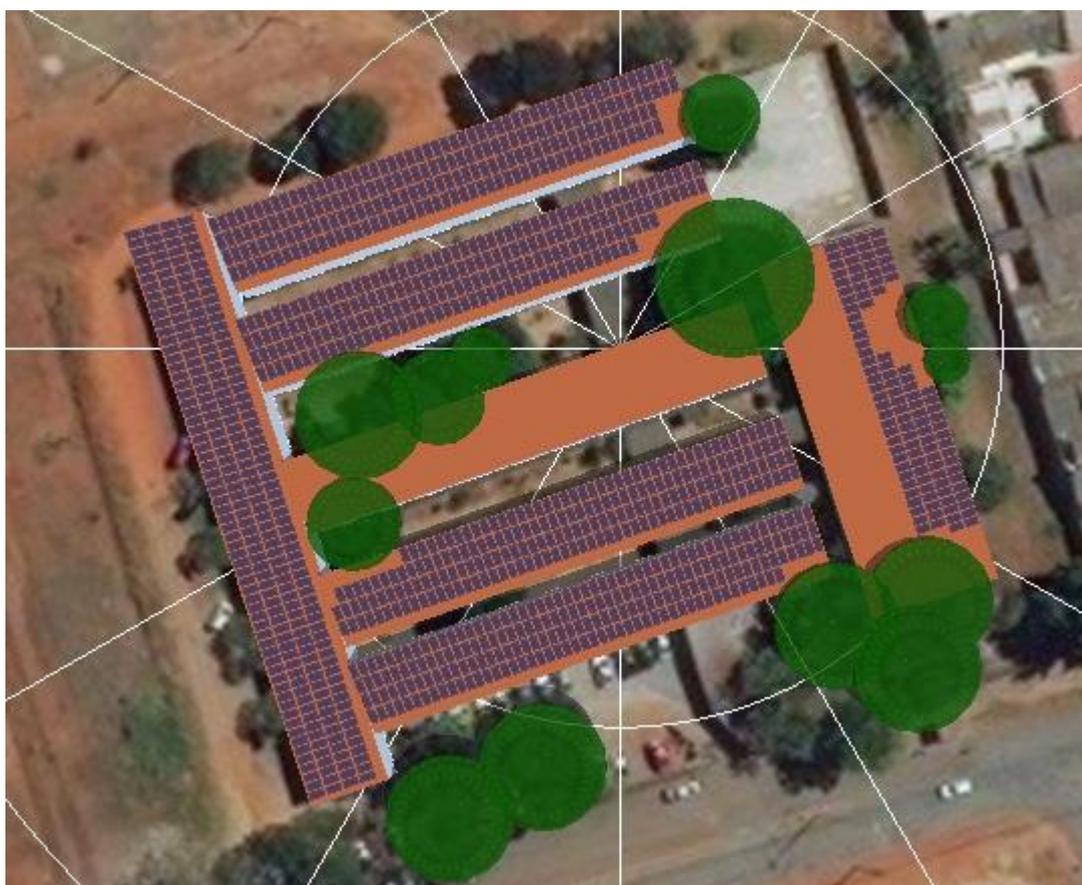


Figura 29 CED 4 Simulação

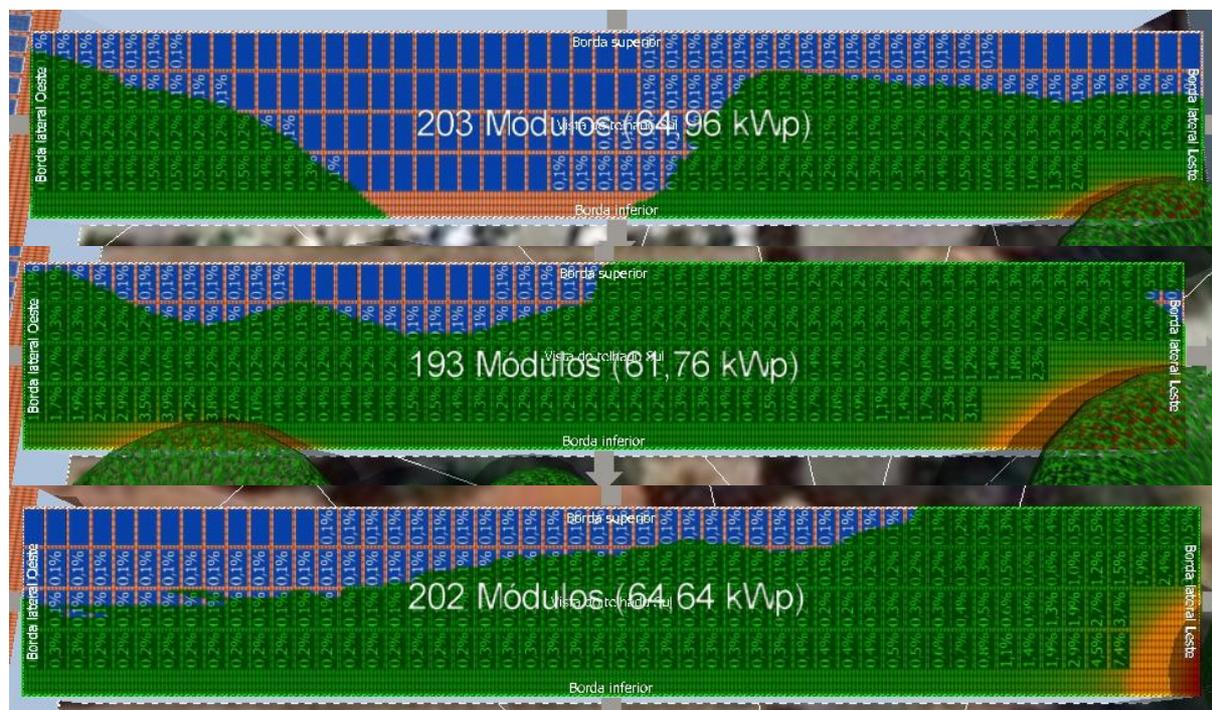


Figura 30 CED 4 Sombreamento 1



Figura 31 CED 4 Sombreamento 2



Figura 32 CED 4 Sombreamento 3



Figura 35 CEF 17 Sombreamento 2

5.3.3 CEMAB



Figura 36 CEMAB Simulação

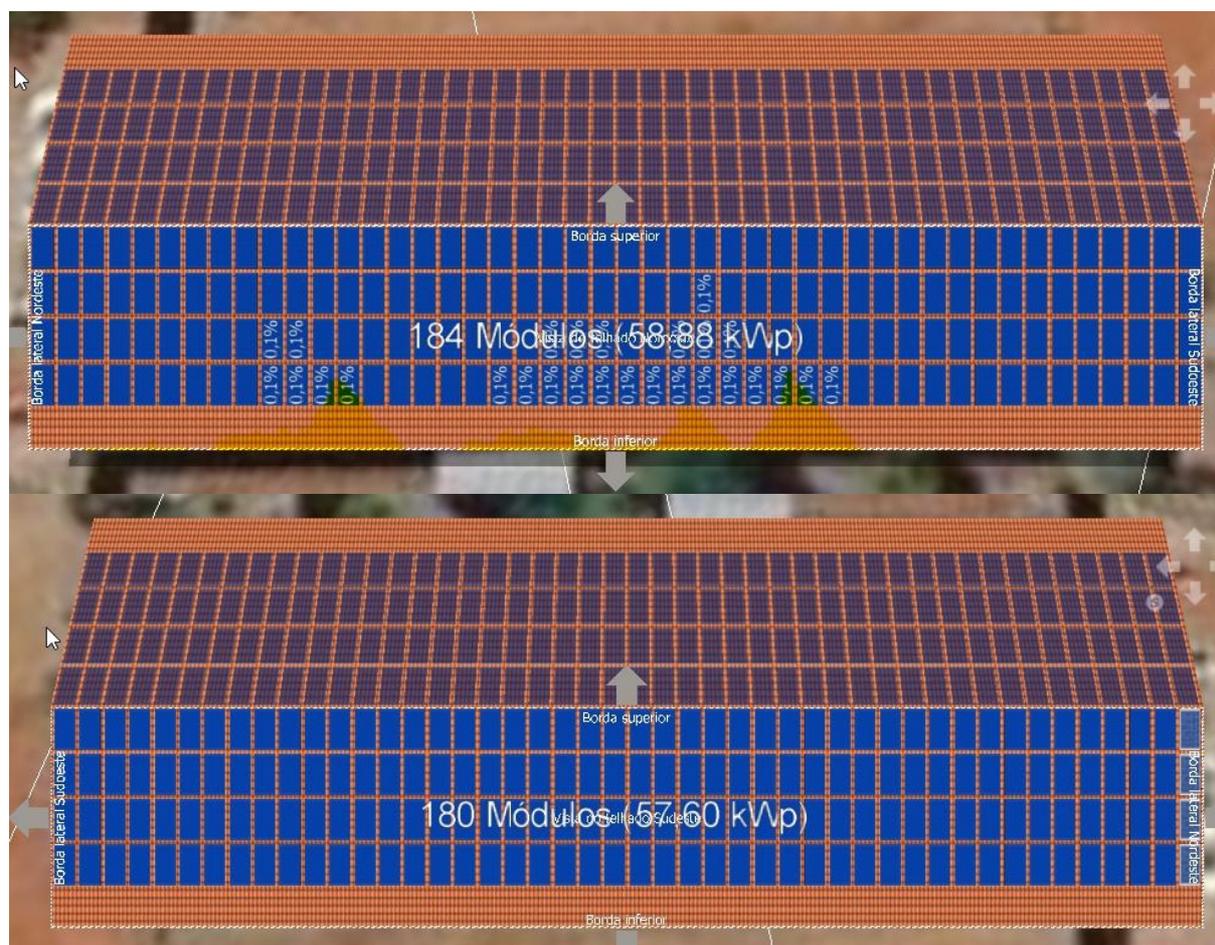


Figura 37 CEMAB Sombreamento 1



Figura 38 CEMAB Sombreamento 2

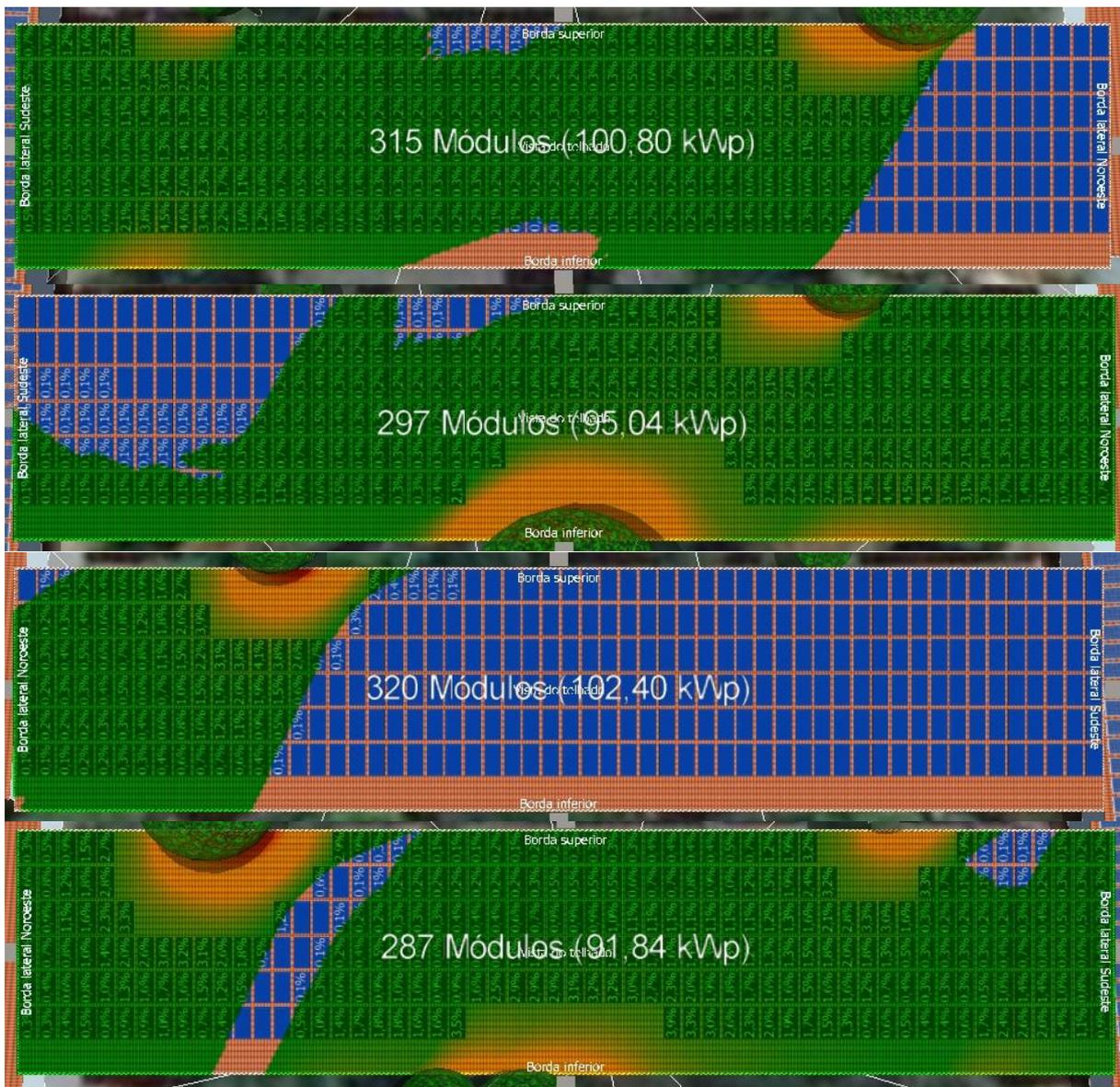


Figura 39 CEMAB Sombreamento 3



Figura 40 CEMB Sombreamento 4

5.3.4 CEF 08

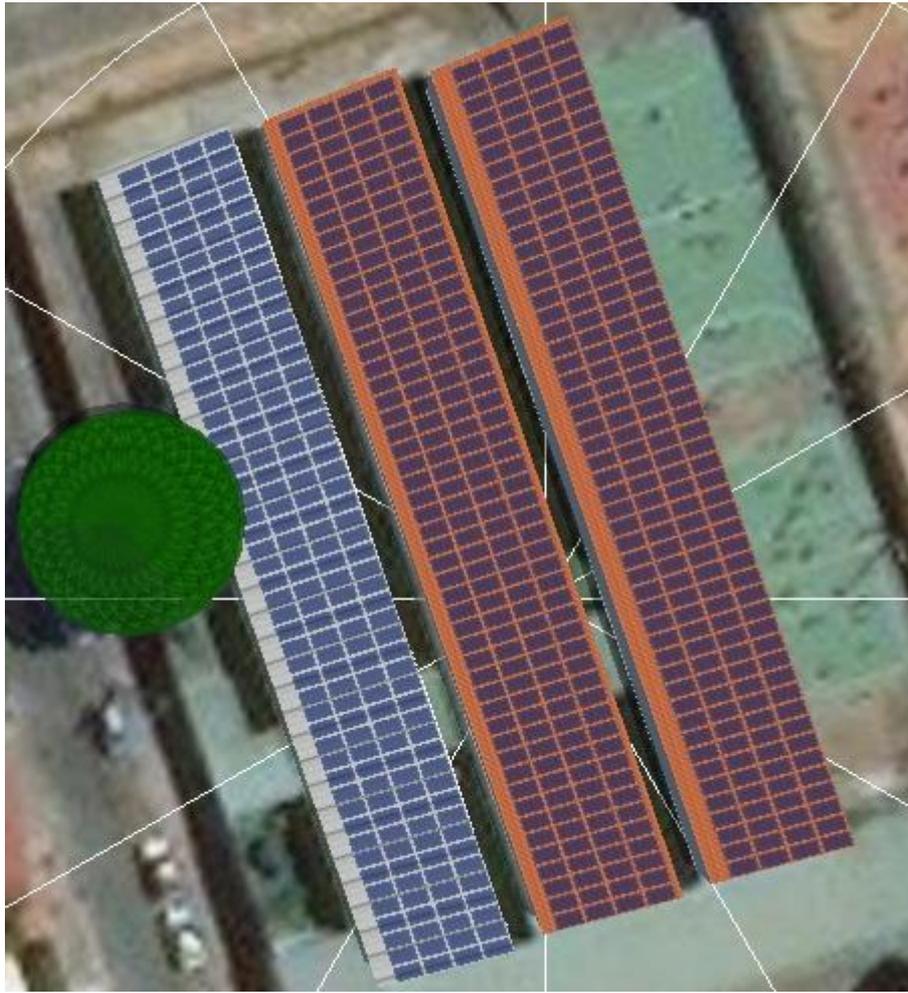


Figura 41 CEF 8 Simulação

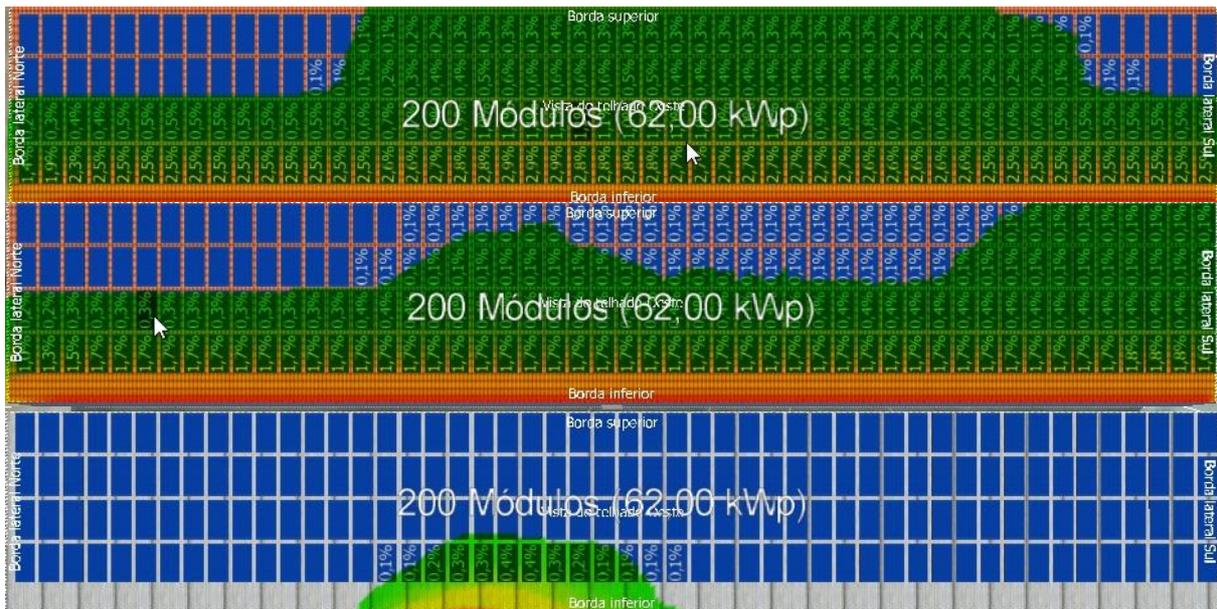


Figura 42 CEF 8 Sombreamento 1

5.3.5 EC 02 VICENTE PIRES



Figura 43 EC 02 Simulação

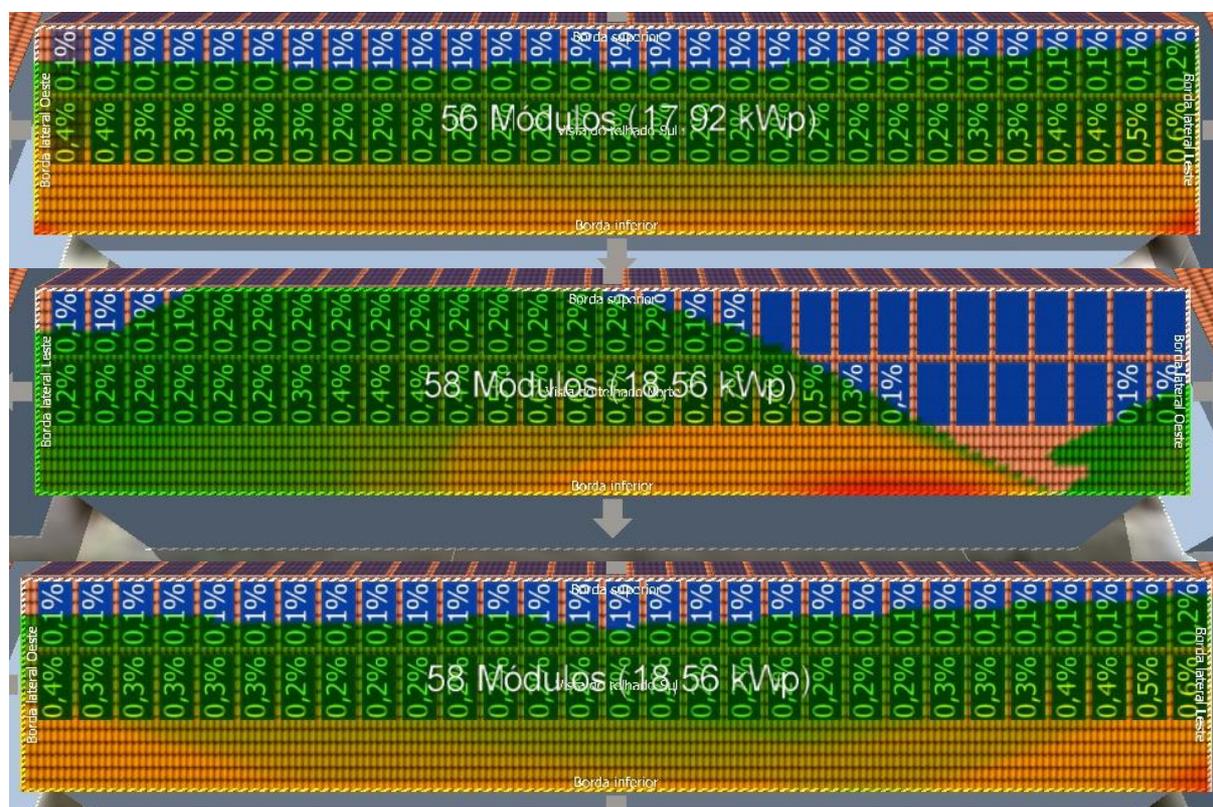


Figura 44 EC 02 sombreamento 1

5.3.6 EC 45



Figura 46 EC 45 Simulação



Figura 47 EC 45 Sombreamento 1



Figura 48 EC 45 Sombreamento 2

5.3.7 EC 52



Figura 49 EC 52 Simulação

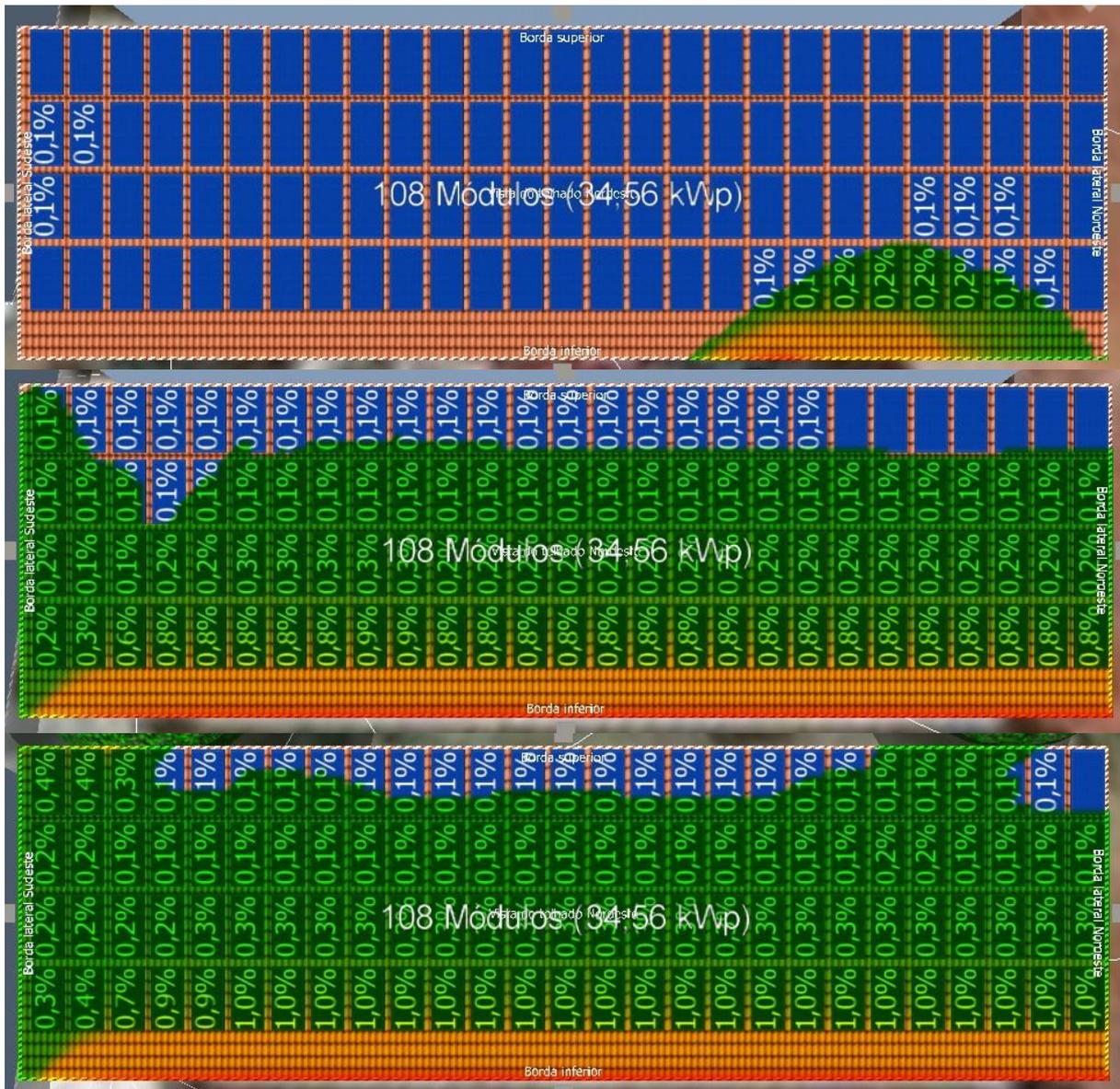


Figura 50 EC 52 Sombreamento 1

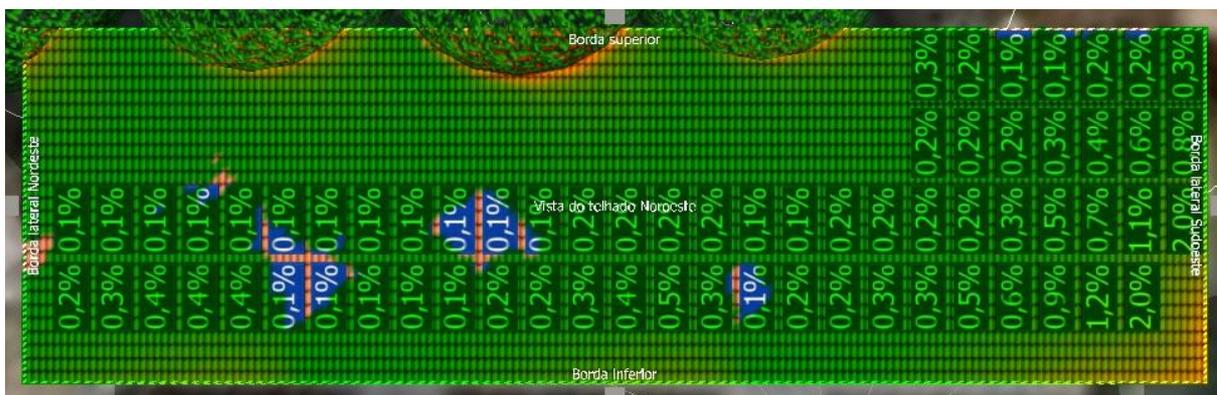


Figura 51 EC 52 Sombreamento 2

5.4 ANÁLISES DE VIABILIDADE

Depois de fazer as medições in loco e as simulações, foi solicitado a secretaria de educação do GDF a conta de energia dessas respectivas escolas, contas provenientes do mês de janeiro a agosto. Para a quantificação no número de placas em cada escola, valor investido e o tempo de retorno do dinheiro (payback).

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE JAN/2017 A AGOSTO/2017								
INSTITUIÇÃO DE ENSINO	jan/17	fev/17	mar/17	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17
CEF 08 DE TAGUATINGA	R\$ 3.067,01	R\$ 1.976,80	R\$ 1.533,74	R\$ 2.930,55	R\$ 2.486,07	R\$ 3.610,39	R\$ 3.792,26	R\$ 3.249,71
CEF 17 DE TAGUATINGA	R\$ 2.675,62	R\$ 1.728,60	R\$ 2.521,66	R\$ 2.456,27	R\$ 1.809,00	R\$ 2.813,94	R\$ 2.713,29	R\$ 2.054,66
EC 45 DE TAGUATINGA	R\$ 1.821,31	R\$ 983,12	R\$ 1.589,31	R\$ 1.810,45	R\$ 1.795,19	R\$ 2.005,68	R\$ 2.203,10	R\$ 1.464,90
EC 52 DE TAGUATINGA	R\$ 1.206,66	R\$ 657,58	R\$ 1.077,06	R\$ 1.233,94	R\$ 1.332,49	R\$ 1.320,50	R\$ 1.483,80	R\$ 880,35
CED 04 DE TAGUATINGA	R\$ 4.432,85	R\$ 2.164,17	R\$ 3.193,97	R\$ 5.637,71	R\$ 5.180,69	R\$ 5.996,92	R\$ 5.684,74	R\$ 4.242,25
CEMAB	R\$ 11.817,91	R\$ 11.844,70	R\$ 18.068,83	R\$ 19.847,95	R\$ 20.536,74	R\$ 23.389,83	R\$ 18.410,49	R\$ 17.139,85
EC 02 VICENTE PIRES	R\$ 1.892,97	R\$ 1.361,11	R\$ 1.422,60	R\$ 2.061,36	R\$ 2.001,06	R\$ 2.083,86	R\$ 1.988,06	R\$ 1.253,47

Tabela 12 Consumo de energia

Na tabela acima temos conhecimento do valor gasto pelas escolas públicas do GDF nos anexos no final da pesquisa fazemos uma estimativa detalhada de gasto para a instalação em cada escola, com o intuito de reduzir a conta em 95%. Na tabela 13 o tempo de retorno no qual o material irá se pagar, estimativa média do consumo anual, valor do sistema e o consumo em KWH/mês.

INSTITUIÇÃO DE ENSINO	Média Anual	KWH/Mês	Preço do Sistema	PayBack	
CEF 08 DE TAGUATINGA	R\$ 2.830,82	4355,101923	R\$ 144.648,00	4,26	Anos
CEF 17 DE TAGUATINGA	R\$ 2.346,63	3610,2	R\$ 119.910,00	4,26	Anos
EC 45 DE TAGUATINGA	R\$ 1.709,13	2629,434615	R\$ 91.476,00	4,46	Anos
EC 52 DE TAGUATINGA	R\$ 1.149,05	1767,765385	R\$ 67.056,00	4,86	Anos
CED 04 DE TAGUATINGA	R\$ 4.566,66	7025,634615	R\$ 233.310,00	4,26	Anos
CEMAB	R\$ 17.632,04	27126,21154	R\$ 879.450,00	4,16	Anos
EC 02 VICENTE PIRES	R\$ 1.758,06	2704,709615	R\$ 94.072,00	4,46	Anos

Tabela 13 Payback

6. CONCLUSÃO

A transmissão de fontes alternativas de energia, com enfoque a energia solar fotovoltaica se faz necessária no cenário de Brasília além de atuar como um vetor de preservação de estabilidade do meio ambiente. À vista disso se faz de grande importância a sua aplicação nas escolas auxiliando na diminuição de custos na receita energética das escolas públicas do Distrito Federal e utilizando esse dinheiro excedente para melhorias no âmbito escolar melhorando a qualidade de vida dos alunos.

Com o decorrer da pesquisa foi apresentada que todas as escolas citadas nesta, tem potencial para gerar energia através das placas fotovoltaicas, fazem a ligação (on-grid) fazendo com que a energia gerada vá direto para a concessionária gerando créditos, dependendo da quantidade de créditos gerados eles podem ser utilizados para abater a totalmente ou parcialmente a receitas de outras escolas. Em nossa visão é extremamente viável a implementação do sistema fotovoltaico já que as placas têm garantia de 30 anos e elas se pagam em menos de 5 anos, abatendo mais de 90% da receita.

Já com relação ao conforto térmico, com as medições realizadas in loco (sala de aula) se tem com base que existe uma enorme quantidade de fluxo de calor retidas nas salas. Dificultando o aprendizado dos alunos por conta que o corpo humano tende a entrar em equilíbrio térmico com o meio ao seu redor, esse fenômeno faz com que o organismo gaste energia para manter o equilíbrio do que para o gasto cognitivo. Com a aplicação do sistema fotovoltaico e conseqüentemente com o dinheiro excedente pode ser aplicado na melhoria da qualidade de vida dos alunos.

7. BIBLIOGRAFIA

ABNT. **NBR 10899**: Energia solar fotovoltaica – Terminologia. Rio de Janeiro, 2006

Atlas de Energia Elétrica do Brasil - 3ª Edição. ANEEL, 2008. Disponível em: <http://www.fisica.net/energia/atlas_de_energia_eletrica_do_brasul_3a-ed.pdf>.

RÜTHER, R. **Edifícios Solares Fotovoltaicos**. LABSOLAR, 2004. Disponível em:

<http://www.fotovoltaica.ufsc.br/conteudo/paginas/6/livro-edificios_solaresfotovoltaicos.pdf>.

SOLSTÍCIO ENERGIA. **Energia Solar**, 2013. Disponível em: <<http://www.solsticioenergia.com.br/sobre-energia-solar/>>.

VIANA, T. **Energia Solar Fotovoltaica - Geração de Energia Elétrica a Partir do Sol**, 2011. Disponível em: <http://www.lepten.ufsc.br/disciplinas/emc5489/arquivos/pdf/conteudo_aulas/aula_trajano1.pdf>

Brazil.19th European Photovoltaic. Solar Energy Conference and Exhibition, p. 7-11 June, Paris, 2004.

CRESESB, *Tutorial Solar*. Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/solar/images/Image89.gif>>

8. ANEXOS

8.1 CEF 08 DE TAGUATINGA



8.2 CEF 17 DE TAGUATINGA

FICHA TÉCNICA DO SEU SISTEMA GERADOR

Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de:

28,55

kWp. (ou potência instalada)

O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de:

R\$ 119.910,00

até

R\$ 142.750,00

Quantidade de placas fotovoltaicas:

110

de 260 Watts

Produção anual de energia

43320

kWh/ano aproximadamente

Área mínima ocupada pelo sistema:

228,37

metros quadrados aprox.

Peso médio por metro quadrado:

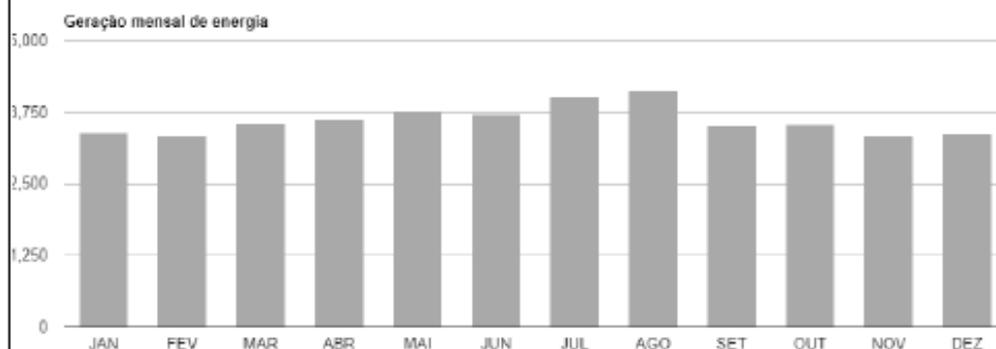
15

kilograma / metro quadrado

Geração mensal de energia:

3610

kWh/mes aproximadamente



ATENÇÃO: os valores aqui citados vão variar, para mais ou menos, de acordo com a complexidade da sua instalação. (por exemplo: altura do telhado, distância, rede local, etc). O cálculo de produção de energia baseia-se na radiação solar da região selecionada. Diversos fatores como inclinação dos painéis fotovoltaicos, sombras ou outro tipo de interferência podem influenciar na produção de energia do seu sistema.

8.3 CED 04 DE TAGUATINGA

FICHA TÉCNICA DO SEU SISTEMA GERADOR

Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de:

55,55

kWp. (ou potência instalada)

O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de:

R\$ 233.310,00

até

R\$ 277.750,00

Quantidade de placas fotovoltaicas:

214

de 260 Watts

Produção anual de energia

84300

kWh/ano aproximadamente

Area mínima ocupada pelo sistema:

444,4

metros quadrados aprox.

Peso médio por metro quadrado:

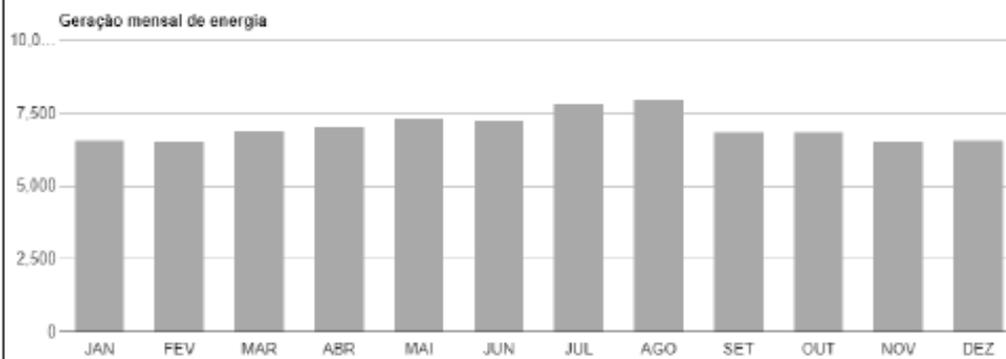
15

kilograma / metro quadrado

Geração mensal de energia:

7025

kWh/mes aproximadamente



ATENÇÃO: os valores aqui citados vão variar, para mais ou menos, de acordo com a complexidade da sua instalação. (por exemplo: altura do telhado, distância, rede local, etc). O cálculo de produção de energia baseia-se na radiação solar da região selecionada. Diversos fatores como inclinação dos painéis fotovoltaicos, sombras ou outro tipo de interferência podem influenciar na produção de energia do seu sistema.

8.4 EC 45 DE TAGUATINGA

FICHA TÉCNICA DO SEU SISTEMA GERADOR

Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de:

20,79

kWp. (ou potência instalada)

O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de:

R\$ 91.476,00

até

R\$ 110.187,00

Quantidade de placas fotovoltaicas:

80

de 260 Watts

Produção anual de energia

31548

kWh/ano aproximadamente

Area mínima ocupada pelo sistema:

166,31

metros quadrados aprox.

Peso médio por metro quadrado:

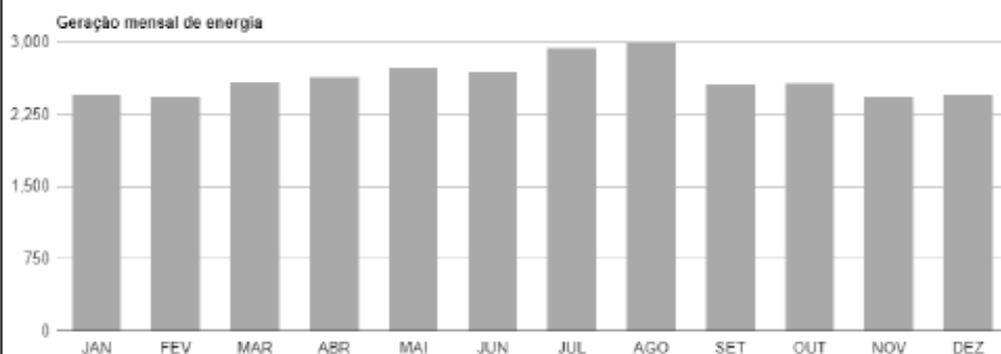
15

kilograma / metro quadrado

Geração mensal de energia:

2629

kWh/mes aproximadamente

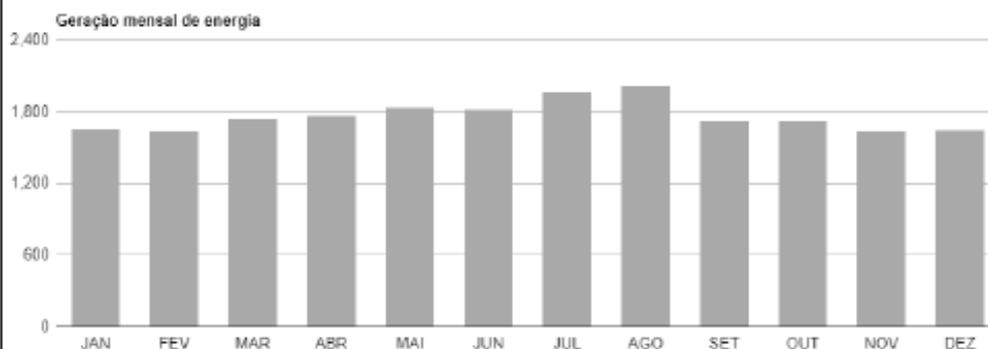


ATENÇÃO: os valores aqui citados vão variar, para mais ou menos, de acordo com a complexidade da sua instalação. (por exemplo: altura do telhado, distância, rede local, etc). O cálculo de produção de energia baseia-se na radiação solar da região selecionada. Diversos fatores como inclinação dos painéis fotovoltaicos, sombras ou outro tipo de interferência podem influenciar na produção de energia do seu sistema.

8.5 EC 52 DE TAGUATINGA

FICHA TÉCNICA DO SEU SISTEMA GERADOR

Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de:	13,97	kWp. (ou potência instalada)
O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de:	R\$ 67.056,00	até R\$ 81.026,00
Quantidade de placas fotovoltaicas:	54	de 260 Watts
Produção anual de energia	21204	kWh/ano aproximadamente
Area mínima ocupada pelo sistema:	111,78	metros quadrados aprox.
Peso médio por metro quadrado:	15	kilograma / metro quadrado
Geração mensal de energia:	1767	kWh/mes aproximadamente



ATENÇÃO: os valores aqui citados vão variar, para mais ou menos, de acordo com a complexidade da sua instalação. (por exemplo: altura do telhado, distância, rede local, etc). O cálculo de produção de energia baseia-se na radiação solar da região selecionada. Diversos fatores como inclinação dos painéis fotovoltaicos, sombras ou outro tipo de interferência podem influenciar na produção de energia do seu sistema.

8.6 CEMAB

FICHA TÉCNICA DO SEU SISTEMA GERADOR

Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de:

214,5

kWp. (ou potência instalada)

O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de:

R\$ 879.450,00

até

R\$
1.072.500,00

Quantidade de placas fotovoltaicas:

825

de 260 Watts

Produção anual de energia

325512

kWh/ano aproximadamente

Área mínima ocupada pelo sistema:

1715,97

metros quadrados aprox.

Peso médio por metro quadrado:

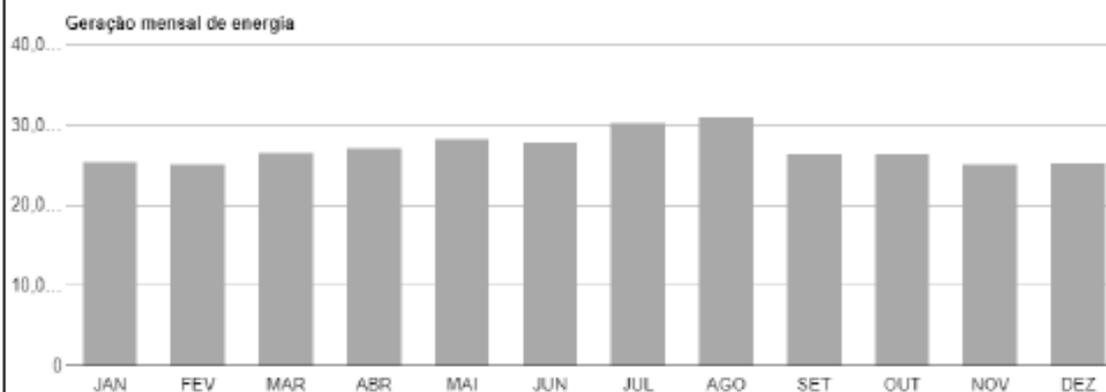
15

kilograma / metro quadrado

Geração mensal de energia:

27126

kWh/mes aproximadamente

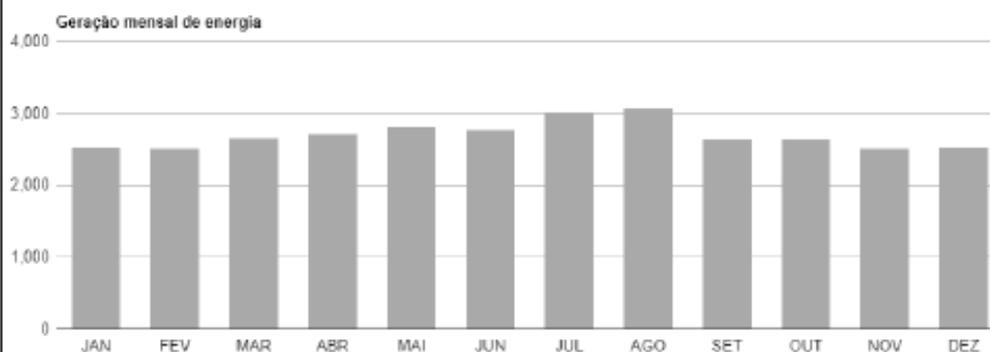


ATENÇÃO: os valores aqui citados vão variar, para mais ou menos, de acordo com a complexidade da sua instalação. (por exemplo: altura do telhado, distância, rede local, etc). O cálculo de produção de energia baseia-se na radiação solar da região selecionada. Diversos fatores como inclinação dos painéis fotovoltaicos, sombras ou outro tipo de interferência podem influenciar na produção de energia do seu sistema.

8.7 EC 02 VICENTE PIRES

FICHA TÉCNICA DO SEU SISTEMA GERADOR

Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de:	21,38	kWp. (ou potência instalada)
O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de:	R\$ 94.072,00	até R\$ 113.314,00
Quantidade de placas fotovoltaicas:	82	de 260 Watts
Produção anual de energia	32448	kWh/ano aproximadamente
Area mínima ocupada pelo sistema:	171,05	metros quadrados aprox.
Peso médio por metro quadrado:	15	kilograma / metro quadrado
Geração mensal de energia:	2704	kWh/mes aproximadamente



ATENÇÃO: os valores aqui citados vão variar, para mais ou menos, de acordo com a complexidade da sua instalação. (por exemplo: altura do telhado, distância, rede local, etc). O cálculo de produção de energia baseia-se na radiação solar da região selecionada. Diversos fatores como inclinação dos painéis fotovoltaicos, sombras ou outro tipo de interferência podem influenciar na produção de energia do seu sistema.