

**UNIVERSIDADE DE UBERABA
VINÍCIUS DE OLIVEIRA CROSARA
MATHEUS CAMPOS**

**DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA ON-GRID FOTOVOLTAICO NO SETOR
DE PANIFICAÇÃO NO BRASIL**

**UBERABA/MG
2018**

**VINÍCIUS DE OLIVEIRA CROSARA
MATHEUS CAMPOS**

**DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA ON-GRID FOTOVOLTAICO NO SETOR
DE PANIFICAÇÃO NO BRASIL**

Trabalho apresentado à Universidade Uberaba como parte das exigências à conclusão do componente curricular Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso do 10º período do Curso de Engenharia Elétrica e Computação de 2018.

**UBERABA/MG
2018**

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus por minha vida, família e amigos.

A todos que percorreram e ajudaram nesta caminhada árdua e cheia de obstáculos, mas de muita satisfação e comprometimento.

Aos nossos familiares que nos apoiaram e não deixaram desanimar.

Aos professores do nosso curso de Engenharia Elétrica e de Computação que nos passaram conhecimentos vividos e teóricos e ajuda no decorrer dos estudos.

Aos nossos orientadores Marcelo Lucas e Antônio Manoel Batista da Silva, pelo suporte, correções e incentivos.

E a todos que direta ou indiretamente o fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Atualmente, o Brasil está entre os 35 países geradores de energia fotovoltaica do mundo, crescente ramo de fontes renováveis, devido a vários motivos, como sucessivos aumentos da tarifa de energia, a redução comercial das células fotovoltaicas feitas de um material semicondutor (de silício) e outra razão e não menos importante a chamada geração distribuída que permite o consumidor comercial ou residencial a sua produção de energia e créditos em sua conta de luz detalhada na resolução normativa de Nº 482/12 e sua revisão em 2015. Neste trabalho foram realizadas algumas informações técnicas, in loco, financeiras e condições reais para a concretização do dimensionamento de um sistema ON-GRID fotovoltaico no setor de panificação no Brasil, visando a sustentabilidade do mesmo.

Palavras-chave: Fotovoltaico. Panificação. Sistema fotovoltaico conectado à rede. Resolução Normativa.

ABSTRACT

Currently, Brazil is among the 35 countries that generate photovoltaic energy in the world, a growing branch of renewable sources, due to several reasons such as successive increases in energy tariffs, commercial reduction of photovoltaic cells made of semiconductor material (silicon) and another reason and not least the so-called distributed generation that allows the commercial or residential consumer their energy production and credits in their account of light detailed in the normative resolution of N° 482/12 and its revision in 2015. In this work were realized some technical, on-site, financial information and real conditions for the accomplishment of the dimensioning of an ON-GRID photovoltaic system in the bakery sector in Brazil, aiming the sustainability of the same.

Keywords: Photovoltaic. Baking. Normative Resolution.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Matriz de Energia Elétrica
- Figura 2 - Usina hidrelétrica de Itaipu
- Figura 3 - Estação de produção eólica
- Figura 4 - Estação de captação de energia solar
- Figura 5 - Temperatura média anual no Brasil
- Figura 6 - Temperatura média anual atípica no Brasil
- Figura 7 - Demonstração do sistema on-grid
- Figura 8 - Classificação dos sistemas fotovoltaicos
- Figura 9 – Localização da panificadora
- Figura 10 – Fotografia da Faixada da Panificadora
- Figura 11 - Gráfico de Irradiação Solar Diária Média Mensal
- Figura 12 - Painel Fotovoltaico Utilizado no projeto
- Figura 13 - Fotografia do Inversor Utilizado
- Figura 14 - Fotografia de uma string box
- Figura 15 - Diagrama Unifilar
- Figura 16 – Energia Mensal Produzida

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Potencial anual médio de energia solar

Tabela 2 – Tarifa cobrada pela CEMIG

Tabela 3 - Consumo de energia elétrica de equipamentos de refrigeração

Tabela 4 - Consumo Mensal da Panificadora – 2017

Tabela 5 - Cálculo Mensal de Energia Produzida

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	9
2- JUSTIFICATIVA	11
3- OBJETIVOS	11
3.1-OBJETIVO GERAL.....	11
3.2-OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
4- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
4.1 FONTES RENOVÁVEIS	12
4-2 RADIAÇÃO SOLAR NO BRASIL	15
4-3 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS.....	18
4-4 PAINÉIS FOTOVOLTAICOS.....	18
4-5 CONSUMO DA ENERGIA ELÉTRICA	19
4-6 EQUIPAMENTOS	20
4-7 SISTEMA ON-GRID	21
4-8 COMPETÊNCIAS LEGISLATIVAS	24
5- METODOLOGIA.....	25
5-1 LOCALIZAÇÃO DA PANIFICADORA	26
5-2 IRRADIAÇÃO SOLAR DA CIDADE	27
5-3 CONSUMO MENSAL DA PANIFICADORA.....	27
5-4 PAINEL FOTOVOLTAICO UTILIZADO	28
5-5 CÁLCULO DO PAINEL FOTOVOLTAICO	30
5-6 ENERGIA PRODUZIDA.....	31
5-7 INVERSOR	32
5-8 STRING BOX	33
5-9 CABEAMENTO.....	36
5-10 DIAGRAMA UNIFILAR	36
6-RESULTADOS	38
7- CONCLUSÃO	40
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1- INTRODUÇÃO

Para a apresentação do trabalho de conclusão de curso, foram pesquisas relacionadas ao tema energia solar proveniente do calor e da luz do sol, com a aplicação de dimensionamento on-grid de células fotovoltaicas no Brasil para o setor de panificação. O projeto baseia-se por ser uma energia renovável, limpa e em crescimento.

A energia solar é a fonte mais crescente no Brasil, por permitir que cada consumidor produza sua própria energia e possa reduzir seus custos em até 90%, a capacidade instalada atualmente é cerca de 1% da matriz energética nacional, e o setor de panificação “não pode ficar de fora”.

A partir daí que se aprofundou o tema, uma grande área a ser explorada, o Brasil com enorme potencial energético, com uma imensa gama de disponibilidade de regiões de irradiação solar superiores ao da maioria dos europeus e sendo uns dos maiores produtores de silício do mundo e devido a demanda de consumo de energia elétrica vem crescendo cada vez mais, o incentivo e o crescimento nessa energia renovável está sendo abordada neste projeto.

Este tipo de energia solar com base em sistemas fotovoltaicos, além dos conectores e cabos necessários, há quatro componentes principais, que são: - módulo fotovoltaico que são as placas coletoras, o rastreador solar ou estrutura de suporte, serve de orientação para as células conforme a movimentação do sol, o inversor responsável pela transformação de energia solar em elétrica e o medidor bidirecional ou relógio de luz que mede tanto a energia gerada quanto a consumida.

O modelo de investimentos no Brasil atualmente não é viável, mas devido a vantagens técnicas como redução de perdas na transmissão, vantagens ambientais como impactos positivos na fauna e flora e sociais como empregos, desenvolvimento, geração econômica poderá ser realizada a partir de investimentos conjuntos do governo e da população.

Outra forma de se investir neste serviço, e que foi regulamentado recentemente o processo de geração compartilhada de energia, em que consumidores se unem em uma cooperativa para construir uma pequena central de geração.

Os sistemas fotovoltaicos sofreram algumas atualizações, dentre elas, ampliou-se as possibilidades devido a publicação da Resolução Normativa 482 em abril de 2012, pela

(ANEEL) e sua revisão em 2015, redução de barreiras para sistemas fotovoltaicos e aumento do prazo de créditos para aqueles consumidores com geração até 5MW, venda direta a consumidores que fazem desconto nas tarifas de uso com geração entre 500Kw E 3.000 kW, descontos na tarifa de transmissão e distribuição para empreendimentos que seja menor que 30.000kw, projetos de pesquisa e desenvolvimento, leis foram criadas entre outros inúmeros incentivos para o desenvolvimento do país.

Segundo o portal energia, “A vantagem da energia solar é o fato de não agredir o meio ambiente devido a emissão de dióxido de carbono, investimentos a longo prazo podem poupar o bolso dos brasileiros, pois os custos dos painéis veem caindo e se tornando economicamente viável sua utilização, os custos destes investimentos são dependentes do tamanho e da complexidade da instalação e são considerados investimentos para o mercado imobiliário agregando valores em suas residências e áreas comerciais”.

O custo com energia elétrica está entre uma das principais despesas de uma panificadora, atrás apenas dos gastos com pessoal e a aquisição de matéria prima, o processo de fabricação de pães é intenso, os fornos elétricos e a refrigeração para conservação de alimentos causam impactos significativos na conta de energia elétrica.

Portanto este setor produtivo é muito competitivo, sendo necessário pensar em estratégias para diferenciar-se e garantir a clientela, buscando alternativas para diminuição dos custos e otimização de seus lucros e investimentos, com o sistema on grid de geração de energia elétrica solar, toda a energia produzida por painéis solares fotovoltaicos pode ser trocada por créditos nas concessionárias de energia.

As vantagens são inúmeras, tais como, redução dos gastos, aumento da produtividade e competitividade, redução do risco de um novo racionamento e fim dos desperdícios energéticos.

Como toda atividade do século XX deve-se apoiar em consumo consciente, responsabilidade social e sustentabilidade é uma forma de agregar valor ao setor, ações que ajudam o meio ambiente e valorizam o setor comercial no Brasil.

2- JUSTIFICATIVA

A energia fotovoltaica cresce no Brasil de forma exponencial e lucrativa para micro e grandes investidores, além de não prejudicarem o meio ambiente, por isso que o setor de panificação necessita se adequar a este fato inovador e que vários fatores influenciaram, tais como aumento da consciência socioambiental da sociedade e do governo, aumento do preço da energia pelas concessionárias e a redução do preço dos painéis fotovoltaicos.

3- OBJETIVOS

3.1-OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem por objetivo o dimensionar de um sistema on-grid fotovoltaico no setor de panificação no Brasil.

3.2-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir a área da panificadora
- Estimar o custo da energia
- Delimitar a potência instalada
- Calcular a economia gerada
- Implementar o sistema on-grid

Para desdobramento desta pesquisa, será desenvolvida uma pesquisa bibliográfica sobre fontes renováveis, radiação solar, energia solar fotovoltaica, células e painéis fotovoltaicos, sistema on-grid, setor de panificação suas normas e peculiaridades aplicadas no Brasil através de artigos, sites, livros entre outros.

4- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

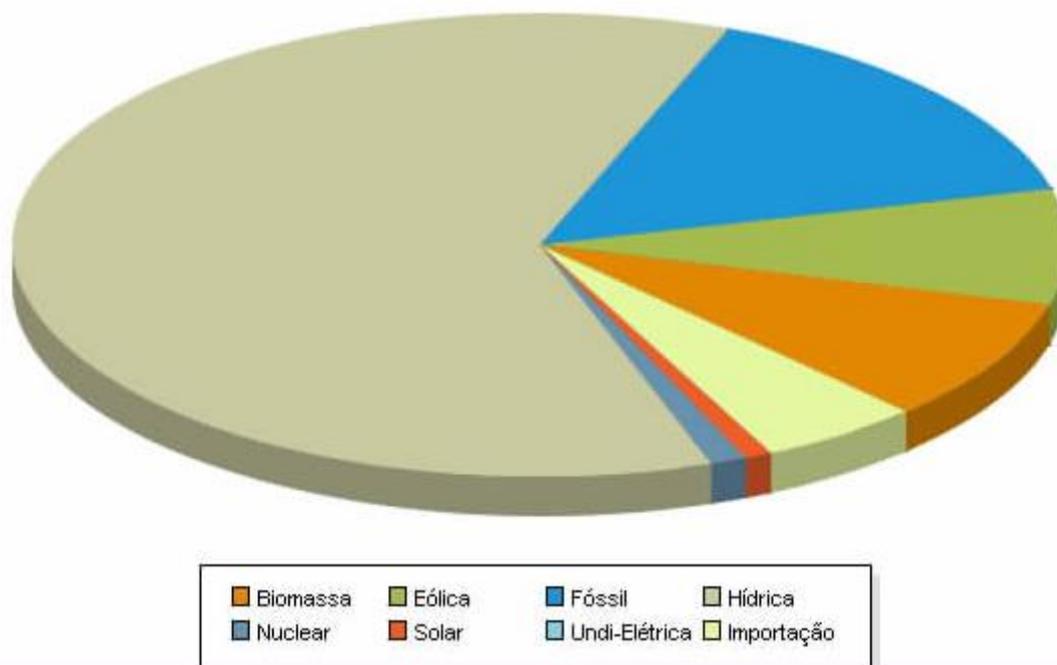
4.1 FONTES RENOVÁVEIS

Fontes renováveis são aquelas que vem de recursos naturais, ou seja, que possuem ciclo de renovação que estão disponíveis para utilização e são capazes de manter-se durante longo prazo, que contam com recursos não esgotáveis.

Suas vantagens são a acessibilidade e disponibilidade, contribuem para a redução da dependência dos combustíveis fósseis contribuindo contra o aquecimento global ajudando a redução dos impactos no meio ambiente.

Vários tipos de fontes existentes, podemos citar a solar, a hídrica, a eólica, a biomassa, a geotérmica, entre outras consideradas energias alternativas ao modelo energético presente no mundo atual.

Figura 1 – Matriz de Energia Elétrica



Fonte: (ANEEL 2018)

De acordo com a Figura 1 a matriz energética hídrica corresponde a 61,025%, a matriz energética nuclear corresponde a 1,18%, a matriz energética solar corresponde a

0,878%, matriz energética biomassa corresponde a 8,732%, a matriz energética eólica corresponde a 8,01%, a matriz energética fóssil corresponde a 15,33%, e a matriz energética de importação corresponde a 4,845%.

A energia hídrica, fonte mais utilizada no Brasil, através das usinas hidrelétricas e graças a movimentação das turbinas pela força das águas dos rios. Exemplo disso é a usina da Figura 2 – Itaipu, atualmente a energia produzida corresponde por 20% de toda energia consumida pelo Brasil, acordo firmado entre Brasil e Paraguai que prevê dividi-la em duas partes equivalentes.

Figura 2 - Usina hidrelétrica de Itaipu



Fonte: (Brasil Escola 2018)

A geração de energia elétrica através da força dos ventos, denomina-se energia eólica, onde há hélices fixadas no topo de altas torres gerando energia. E de acordo com a Figura 3 a sua principal vantagem é uma fonte de energia renovável e limpa, e é considerada inesgotável, não há custos para obtenção de matéria prima e seus custos são baixos.

Figura 3 – Estação de produção eólica



Fonte: (Brasil Escola 2018)

A energia solar trata-se do recurso mais abundante em todo o planeta, permite a geração de energia elétrica através de dois tipos: a fotovoltaica (transformação da radiação solar em corrente elétrica por meio das células fotovoltaicas) e a heliotérmica (utiliza-se grande número de espelhos coletores que refletem a uma torre central e movimentam turbinas que geram energia elétrica).

Figura 4 – Estação de captação de energia solar



Fonte: (Brasil Escola 2018)

Conforme a Figura 4, a matriz energética solar do Brasil possui atualmente 2261 usinas, totalizando uma potência de 1.480.778 kW, corresponde a 0,8781 % do total de energias renováveis presentes no Brasil, foi impulsionada pela busca da matriz energética renovável e a preocupação com o meio ambiente, associado com a demanda de energia no Brasil. Possuindo um expressivo potencial para a geração elétrica a partir da energia solar, ao final de 2016, conforme o MME (2017), possuía 81MWp instalados, que representa cerca de 0,05% do total do país.

O aproveitamento da energia solar poderá ser realizado através do aquecimento de fluidos e ambientes, geração de potência elétrica ou mecânica ou diretamente para iluminação. Como fonte térmica, segundo a ANEEL (2005), e pode ser convertida por meio de materiais, tais como o termoelétrico e o fotovoltaico.

As tecnologias de aproveitamento térmicos são entre coletores e concentradores solares, os coletores solares são para temperaturas baixas ou inferiores à 100°C para uso predominantemente no setor residencial, mas também entre outros setores como edifícios, hospitais, restaurantes, hotéis e similares. O concentrador solar requer temperaturas mais elevadas, cuja finalidade é captar a energia solar numa área grande e concentrá-la em uma

menor de modo que a temperatura aumente substancialmente. Sua superfície refletora tem forma esférica ou parabólica.

No caso do efeito termoelétrico, sua conversão direta entre a energia solar e a elétrica, resulta em efeitos da radiação sobre os materiais semicondutores caracterizam-se pelo diferencial de potência provocada pela junção de dois metais em certas condições específicas.

No caso do efeito fotovoltaico, por volta do século XIX, o físico Alexandre Edmond Becquerel, quem criou tal efeito, tarjada como uma tecnologia futurista, seu processo mais comum é devido os fótons contidos na luz solar convertidos em energia elétrica por meio de células solares, entre os materiais utilizados destaca-se o silício, fabricadas a partir do silício cristalino que é obtido a partir do quartzo, que é purificado até o grau solar e que exige 99,999% de pureza. Atualmente, as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25 % (GREEN et al., 2000).

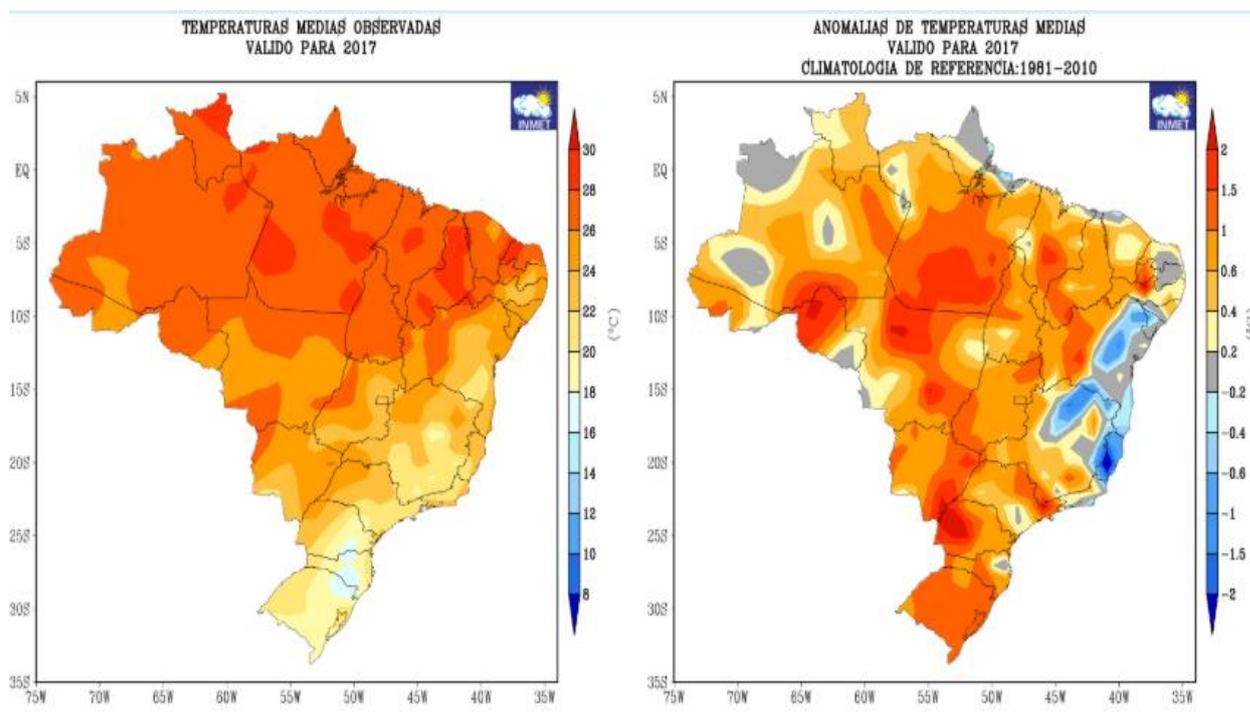
4-2 RADIAÇÃO SOLAR NO BRASIL

Observada a capacidade mundial do mercado fotovoltaico vem crescendo significativamente, liderada pela China, seguida pela Alemanha em observância do sitio Portal Solar. Esses países contaram com apoio de políticas de incentivo na fabricação e importação de equipamentos, financiamento para compras e modelos de comercialização. Já o Brasil, ao final de 2016 possuía uma capacidade inferior aos vinte maiores líderes em produção, todos com capacidade superior a 1GWp. A pesar do comparativo o Brasil é predominantemente renovável, com presença hidráulica e apoio a políticas de incentivo a energia solar.

A média anual de irradiação no Brasil, apresenta uma uniformidade considerável, com médias relativamente altas e superiores à países como Alemanha, atingindo entre 1.200 e 2.400KWh/m²/ano. A Região Nordeste apresenta maiores valores com a maior média e a menor variabilidade, os máximos valores estão na região central da Bahia, noroeste de Minas Gerais e uma boa parte de Goiás.

Segundo ANEEL (2016), “a disponibilidade de radiação solar, também denominada energia total incidente sobre a superfície terrestre, depende além das condições atmosféricas, também da latitude, estações do ano, hora do dia, condições do céu”.

Figura 5 – Temperatura média anual no Brasil 2017



Fonte: (INMET 2017)

De acordo com a Figura 5, o Brasil apresenta características regionais:

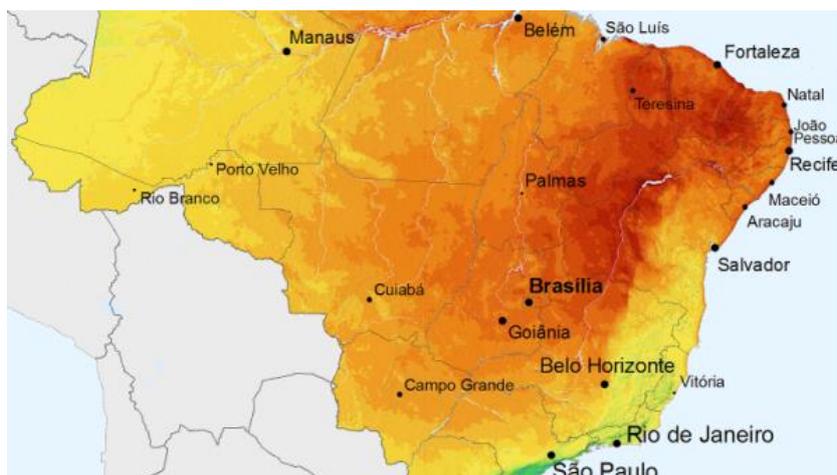
Região Nordeste - O Nordeste do Brasil apresenta temperaturas elevadas cuja média anual varia de 20° a 28°C. Nas áreas situadas acima de 200m e no litoral oriental as temperaturas variam de 24° a 26°C.

Região Sudeste - Corresponde a uma faixa de transição mas suas características mais fortes são de clima tropical. A temperatura média anual está entre 20°C.

Região Sul - Em relação às temperaturas, o inverno é frio e o verão quente. A temperatura média anual fica entre 14° e 22°C.

Centro-Oeste - A região é bastante diversificada quanto à temperatura, a temperatura média anual é de 22°C. A temperatura média do mês mais frio situa-se entre 15° e 24°C.

Figura 6 - Temperatura média anual atípica no Brasil



Fonte: (BOREAL SOLAR 2016)

De acordo com a Figura 6, o Brasil por estar localizado próximo à linha do Equador, o país recebe incidência solar durante todo o dia, com pouca variação ao longo das estações do ano, mais de 3 mil horas de sol, correspondendo a uma incidência de 4.500 a 6.300 (Wh/m²), unidade padrão da ABNT. Para realizar o cálculo é usado o instrumento de medição chamado piranômetro, que mede a radiação total.

A maior média de radiação no país, com 5,9 kWh/m² é na região Nordeste, e na região sudeste o índice é de 5,0 kWh/m², já a Alemanha que é o país que mais explora energia fotovoltaica, recebe aproximadamente 35% menos luz em sua região de maior incidência no Brasil.

Tabela 1 – Potencial anual médio de energia solar

Potencial anual médio de energia solar

Região	Radiação Global Média (em kWh/m ²)
Nordeste	5,9
Centro-Oeste	5,7
Sudeste	5,6
Norte	5,5
Sul	5,0

Fonte: (BOREAL SOLAR 2016)

Conforme a Tabela 1, o potencial anual médio de energia solar no Brasil se divide por regiões do Sul ao Nordeste, onde o menor índice aparece no Sul com 5,0 kWh/m² e no Nordeste o maior índice com 5,9 kWh/m².

O INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Tecnológicas, órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações), disponibiliza os dados médios em kWh/m² por dia da irradiação solar em todo território nacional, informação importante para a definição da área dos painéis solares.

4-3 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

As células fotovoltaicas são fabricadas com material semicondutor, que possui uma condutividade elétrica entre condutor e isolante, o mais usado é o silício. Costuma-se usar um processo de dopagem com uma porcentagem de fósforo e boro.

Podem ser classificadas de acordo com a sua estrutura molecular: monocristalino, policristalino e silício amorfo.

- Célula de silício monocristalino (m-Si): é feita a partir de um único cristal de silício ultrapuro (Si = 99,99% a 99,9999%), apresenta maior eficiência de (16 a 19%), células rígidas e quebráveis e é utilizada em aplicações comerciais.

- Célula de silício policristalino (p-Si): é a mais barata, pois exige um processo de separação de células menos rígidas, sendo de menor custo e menor rendimento, eficiência de (13 a a 15%).

- Célula de silício amorfo (a-Si): esta célula apresenta algumas desvantagens como: baixo rendimento e degradação em torno de 5 a 8%, contudo as vantagens necessitam de baixo custo energético para a produção, podendo conciliar fabricadas em grandes áreas e aparência mais agradável.

4-4 PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Algumas observações se devem fazer para a instalação de painéis fotovoltaicos, tais como: A inclinação correta, com o intuito de rentabilidade do sistema fotovoltaico instalado.

O ângulo de inclinação do painel solar, na região do hemisfério sul, os painéis são instalados virados para o norte, a forma mais comum é inclinar com o mesmo ângulo que a latitude da zona onde estão localizados. No inverno, deverão ficar com uma inclinação superior de 10 à 20 graus, já no verão o oposto, devemos ter uma inclinação inferior. E a sombra sobre o painel que poderá afetar o rendimento do painel.

4-5 CONSUMO DA ENERGIA ELÉTRICA

O setor de panificação enquadra-se nas seguintes categorias em relação a concessionária CEMIG: - Grupo B: nesta carteira, os clientes são divididos em três classes: residencial, rural e demais classes (industrial, comercial serviços e poder público), como descrito na tabela1, abaixo.

Tabela 1 – Tarifa cobrada pela CEMIG

B3 - DEMAIS CLASSES	 Consumo R\$/kWh	 Consumo R\$/kWh	 PATAMAR 1 Consumo R\$/kWh	 PATAMAR 2 Consumo R\$/kWh
Demais classes (Consumo R\$/kWh)	0,58684	0,59684	0,61684	0,63684

Fonte: (CEMIG 2018)

Para calcular o consumo da energia elétrica, utilizamos a seguinte fórmula:

$$E = \frac{(Pot \times h \times ds)}{1000}$$

E = consumo do equipamento energia elétrica (Kwh)

Pot = potência do equipamento (Kw)

h = horas que o equipamento fica ligado

ds = dias no mês

$$C = E \times tarifa$$

C = Custo de consumo de cada equipamento (R\$/kWh)

4-6 EQUIPAMENTOS

O custo da energia está entre os maiores gastos na administração de uma padaria e com o aumento gradativo das tarifas de energia elétrica, o setor vem buscando alternativas para diminuir os custos e a otimização dos equipamentos utilizados existentes.

Os equipamentos de uso geral nas padarias são os de maior consumo aqueles de maior potência. Os de refrigeração correspondem por mais de 40% da conta de energia, o forno em torno de 30% e os restantes é compartilhado entre micro-ondas, estufas, ar condicionado, iluminação, entre outros.

Os equipamentos de refrigeração, compõe de no mínimo 25% dos gastos, tais como refrigeradores de exposição, freezers horizontais e expositores, não recebem manutenção adequada, é comum o bloqueio dos canais de ventilação, comprometendo a circulação de ar forçando os motores e aumentando o custo da energia, podendo causar problemas que levam ao desperdício resultando num baixo aproveitamento.

Tabela 2 – Consumo de energia elétrica de equipamentos de refrigeração

Equipamentos de Refrigeração

Capacidade do equipamento (litros)	Potência do Compressor (hp - kW)	Consumo Estimado	
		Refrigeração (Kwh/mês)	Congelamento (kWh/mês)
200	1/6 – 0,124	50	65
300	1/6 – 0,124	75	100
400	1/6 – 0,124	100	130
600	1/6 – 0,124	150	200
1.000	1 – 0,746	300	400

2.000	2 – 1,492	600	800
-------	-----------	-----	-----

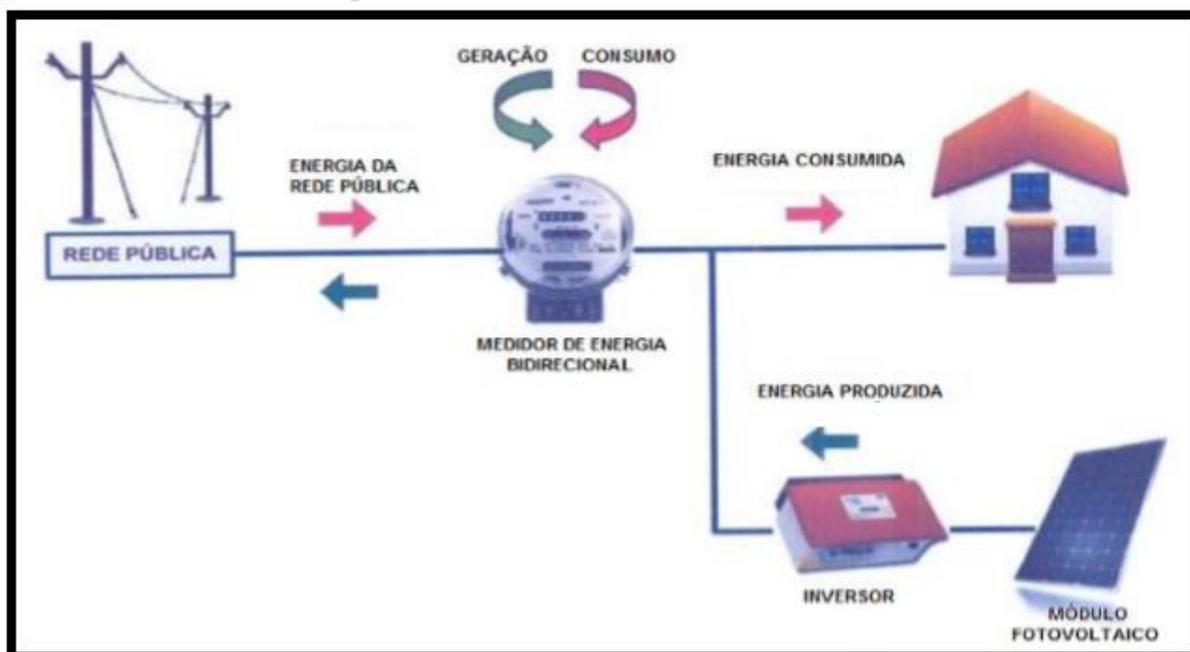
Fonte: (metalfrio 2017)

Os fornos em padarias muito pequenas, representam 70% do consumo total de energia e 30% nas panificadoras maiores. No Brasil, o programa eficiência energética (PBE) é um programa de eficiência energética coordenado pelo Inmetro que informa aos consumidores sobre o desempenho dos produtos quanto sua eficiência, informações que possam influenciar na decisão de compra e estimular melhoria contínua da indústria.

A iluminação nas panificadoras desempenha um papel essencial no processo, de cores e consistência dos produtos, como na criação de um espaço aconchegante para o cliente, e responsável pela qualidade e conservação dos alimentos e conforto térmico. Para efeito de segurança do trabalho, as padarias devem seguir padrões da NBR de luminância são necessários no mínimo 300 lux na área de produção e na área da loja 500 lux.

4-7 SISTEMA ON-GRID

Figura 8 – Demonstração do sistema on-grid



Fonte: (UFF 2013)

A origem do sistema foto voltaico conectado à rede, se deu a partir dos sistemas fotovoltaicos eram do tipo isolado da rede elétrica, ou seja, a energia gerada conectada a um banco de baterias e alimentava os aparelhos consumidores. Após os anos 90, o uso dos

inversores foi utilizado em forma de conversão de corrente contínua em alternada ligando as placas solares à rede de energia elétrica. Naquela época exigia-se requisitos de segurança para a operação de energia solar, e os inversores eram capazes de gerar o sincronismo eletronicamente, tendo a capacidade de se desligar e religar automaticamente, caso fosse necessário realizar correções na rede elétrica.

O sistema on grid, sistema fotovoltaico conectado à rede, ou como on-grid photovoltaic system é um conjunto de equipamentos capaz de transformar a energia do sol em energia elétrica, é composto pelos módulos fotovoltaicos e pelo inversor interativo.

Essa geração de energia fotovoltaica não é destinada a carga específica, abastece toda a estrutura juntamente com a rede elétrica, quando acontece que a geração fotovoltaica é superior à demanda, o sistema devolve a energia para a rede. Esse controle é feito pelo medidor bidirecional, mede a entrada e a saída de energia.

Segundo a ANEEL, a Resolução Normativa 482 de 2012 – “ III– para o caso de unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída a que se refere o inciso II do art. 6º, o faturamento deve considerar a energia consumida, deduzidos o percentual de energia excedente alocado a essa unidade consumidora e eventual crédito de energia acumulado em ciclos de faturamentos anteriores, por posto tarifário, quando for o caso, sobre os quais deverão incidir todas as componentes da tarifa em R\$/MWh” e “IV – o excedente de energia é a diferença positiva entre a energia injetada e a consumida, exceto para o caso de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, em que o excedente é igual à energia injetada”.

Para o dimensionamento do sistema fotovoltaico on grid é preciso realizar o cálculo da energia produzida, o número de painéis, a especificação do inversor de frequência, do medidor de energia, as estruturas de fixação dos módulos, os componentes elétricos de proteção e pôr fim a análise econômica da implantação do sistema, é necessário solicitar autorização da distribuidora, mediante projeto elétrico e deve ser desenvolvido por um engenheiro responsável.

Estes sistemas tem uma grande vantagem por não utilizarem baterias e controladores de carga, isso os torna mais eficientes, possibilitando a utilização de quantidade inferiores de placas e a garantia de que toda a energia seja utilizada ou localmente ou em outro ponto de rede por outras unidades consumidoras, desde que possuam o mesmo titular e façam parte da

mesma rede distribuidora. Porém, a desvantagem encontrada é a não utilização de acumulador de energia em banco de baterias.

Figura 9 - Classificação dos sistemas fotovoltaicos

Tipo de sistema		Alimentação dos consumidores	Acumulação de energia elétrica	Componentes básicos	Aplicações típicas
Sistemas isolados	Puros	Tensão contínua	Não	Seguidor de potência máxima (desejável)	Bombeamento, produção de hidrogênio etc.
			Sim	Controlador de carga e acumulador	Iluminação, telecomunicações, sinalização náutica, cerca elétrica, proteção catódica etc.
		Tensão alternada	Não	Inversor	Bombeamento, uso industrial etc.
			Sim	Controlador de carga, acumulador e inversor	Eletrificação rural, bombeamento, telecomunicações, uso industrial, iluminação etc.
	Híbridos	Tensão contínua	Sim	Controlador de carga, acumulador e gerador complementar	Telecomunicações, iluminação, sinalização rodoviária e ferroviária etc.
		Tensão alternada	Opcional	Controlador de carga, acumulador opcional e gerador complementar	Iluminação, uso industrial etc.
Sistemas conectados à rede elétrica	Puros	Tensão alternada	Não	Inversor	Aplicações residenciais, comerciais e industriais, produção de energia para a rede pública etc.
	Híbridos	Tensão alternada	Não	Inversor e gerador complementar	Aplicações residenciais, comerciais e industriais, produção de energia para a rede pública etc.
			Sim	Inversor, gerador complementar e acumulador	Eletrificação rural, uso industrial, suprimento ininterrupto de energia etc.
NOTA Todos os tipos de sistemas possuem gerador fotovoltaico entre os componentes básicos.					

Fonte: (NBR 11704 2008)

A figura 9, mostra exemplos de classificação de sistemas fotovoltaicos, quanto a alimentação dos consumidores, a acumulação de energia elétrica, os componentes básicos e quanto as aplicações típicas.

Etapas para instalação do sistema fotovoltaico on-grid:

- 1- Avaliação – o estudo de viabilidade local.
- 2- Pagamento – por forma de financiamento.
- 3- Projeto de Engenharia – de acordo com normas técnicas – NR10 (sistemas fotovoltaicos) e NR35 (trabalho em altura).

4- Documentação para a Concessionária – Segundo a ANEEL, “Art. 13-A A distribuidora deve disponibilizar, a partir de 1º de janeiro de 2017, sistema eletrônico que permita ao consumidor o envio da solicitação de acesso, de todos os documentos elencados nos anexos da Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST, e o acompanhamento de cada etapa do processo”.

5- Instalação e monitoração do sistema.

6- Manutenção corretiva se houver e preventiva ao longo dos anos.

4-8 COMPETÊNCIAS LEGISLATIVAS

Existem diversos incentivos do governo aplicados para as fontes renováveis, dentre eles estão: descontos na tarifa de uso de transmissão e distribuição para empreendimentos cuja a potência injetada seja menor ou igual a 30.000kW , venda direta a consumidores especiais – carga entre 500kW e 3.000 kW para geradores de energia de fonte solar e demais fontes renováveis, com potência injetada inferior a 55.000 kW, sistemas de compensação para a micro e mini geração distribuídas, permite que consumidores com geração até 5MW a partir de fonte solar ou demais fontes renováveis compensem a energia elétrica injetada na rede com a energia elétrica consumida pela Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012.

Projeto de lei sendo votado que poderá dar isenção parcial do IPTU para aqueles que instalarem energia solar fotovoltaica em suas propriedades, o chamado IPTU verde, os painéis solares já possuem isenção de IPI e ICMS, para o estado de São Paulo há isenção para o inversor solar, redução de imposto de renda: projetos de setores prioritários implantados nas áreas de atuação da SUDENE, DA SUDAM e da SUDECO, entre outros.

Os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica quanto à utilização de sistemas solares, como sistemas de microgeração distribuída de energia seguem as normas vigentes provenientes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apresentadas a seguir:

- ABNT NBR 11704 (2008): Classifica os sistemas de conversão fotovoltaica de energia solar em elétrica, quanto a sua configuração (puros, só utilizam gerador fotovoltaico ou híbridos, utilizam gerador fotovoltaico com outros tipos de geradores de energia elétrica) e, quanto a sua interligação com o sistema público de fornecimento de energia elétrica (podendo ser isolados ou conectados à rede elétrica).

- ABNT NBR 11876 (2010): Especifica os requisitos e os critérios para aceitação de módulos fotovoltaicos para uso terrestre, de construção plana e sem concentradores, que utilizem dispositivos fotovoltaicos como componentes ativos, para converter diretamente a energia solar radiante em elétrica.
- ABNT NBR IEC 62116 (2012): Fornece um procedimento de ensaio para avaliar o desempenho das medidas de prevenção de ilha mento utilizadas em sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.
- ABNT NBR 16149 (2013): Estabelece as recomendações específicas para a interface de conexão entre os sistemas fotovoltaicos e a rede de distribuição de energia elétrica e estabelece seus requisitos.
- ABNT NBR 16150 (2013): Especifica os procedimentos de ensaio para verificar se os equipamentos utilizados na interface de conexão entre o sistema fotovoltaico e a rede de distribuição de energia estão em conformidade com os requisitos da ABNT NBR 16149.
- ABNT NBR 16274 (2014): Estabelece as informações e a documentação mínimas que devem ser compiladas após a instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede. Também descreve a documentação, os ensaios de comissionamento e os critérios de inspeção necessários para avaliar a segurança da instalação e a correta operação do sistema.

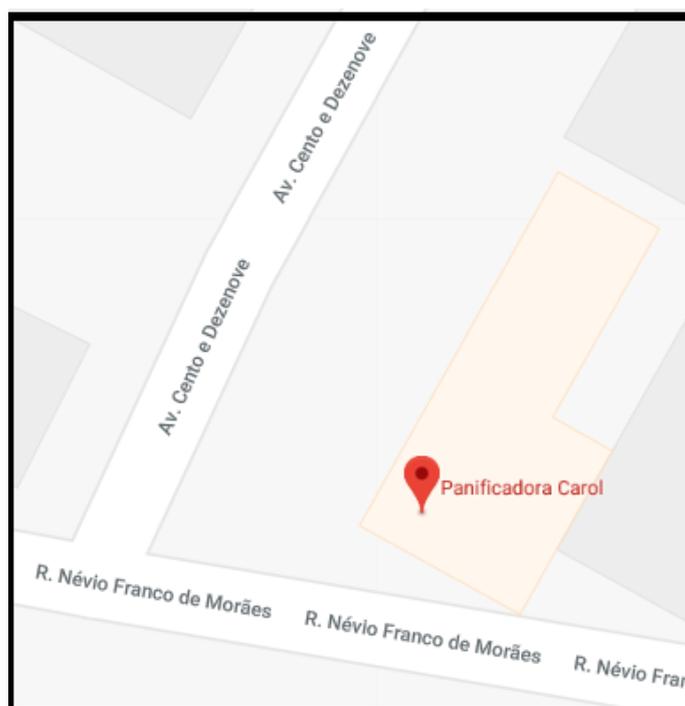
Para maior utilização de painéis fotovoltaicos consiste no alto investimento associado à aquisição dos sistemas de geração, seria de grande valia condições favoráveis e alternativas para aquisição e instalação de equipamentos aliados com o esclarecimento aos cidadãos sobre os benefícios da geração solar.

5- METODOLOGIA

Este trabalho de conclusão de curso possui o objetivo de dimensionamento de um sistema fotovoltaico on-grid no Brasil, conectado à rede de distribuição de energia elétrica da CEMIG, a fim de gerar energia elétrica e fornecer o excedente à rede elétrica da concessionária sempre que a demanda da planta for menor que a gerada, em uma panificadora, localizada na cidade de Capinópolis, Minas Gerais.

5-1 LOCALIZAÇÃO DA PANIFICADORA

Figura 10 - Localização da panificadora



Fonte: (Google Maps, 2017)

A Figura 10 confirma a localização da panificadora pelo Google Maps, que fica na esquina da Rua Névio Francisco de Moraes com a Avenida Centro e Dezenove, com 110m² de área construída.

Figura 11 – Fotografia da Faixada da Panificadora

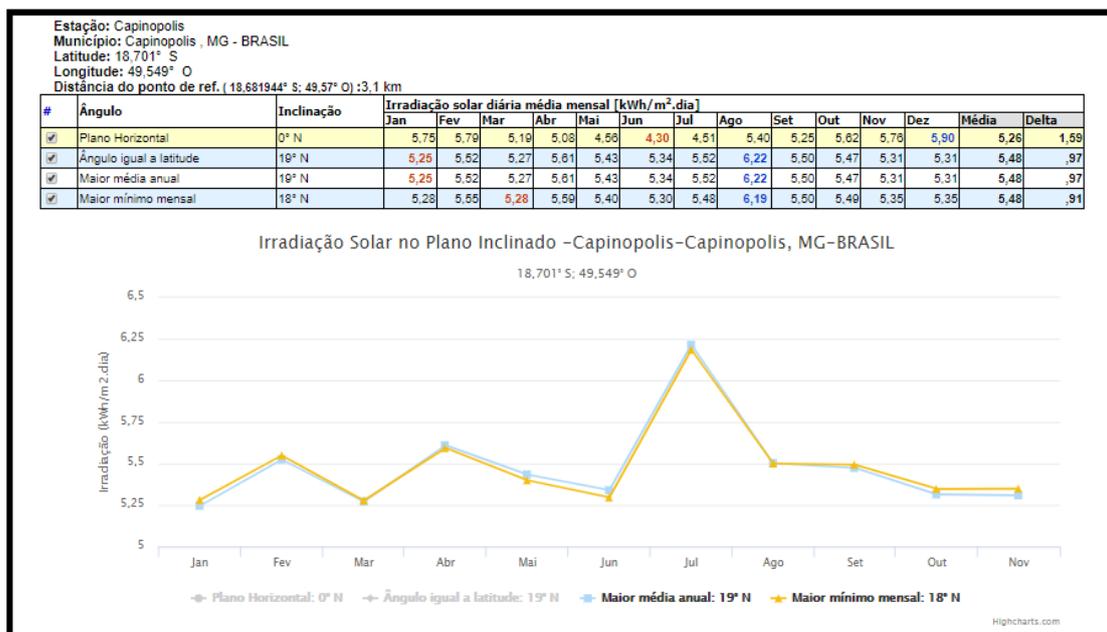


Fonte: (Google Maps, 2017)

A Figura 11 mostra a faixa externa da panificadora Carol, localizada na cidade Capinópolis.

5-2 IRRADIAÇÃO SOLAR DA CIDADE

Figura 12 – Gráfico de Irradiação Solar Diária Média Mensal



Fonte: (CRESEB 2017)

A Figura 12 mostra a irradiação solar diária média mensal da cidade de Capinópolis, com uma irradiação de pico no mês de julho de aproximadamente 6,19 (kWh/m². dia) e de o mínimo de irradiação no mês de janeiro de aproximadamente 5,25 (kWh/m². dia).

5-3 CONSUMO MENSAL DA PANIFICADORA

Tabela 3 – Consumo Mensal da Panificadora - 2017

Consumo Mensal da Panificadora - 2017					
Mês	Valor da Tarifa	Consumo kWh	Média kWh/dia	Dias	Preço
JAN	0,82638463	1586	52,86	30	R\$ 1.310,65
FEV	0,82638463	1613	50,4	32	R\$ 1.332,96
MAR	0,82638463	1606	53,53	30	R\$ 1.327,17
ABR	0,82638463	1535	52,93	29	R\$ 1.268,50
MAI	0,82638463	1602	50,06	32	R\$ 1.323,87
JUN	0,82638463	1692	56,4	30	R\$ 1.398,24
JUL	0,82638463	1871	58,46	32	R\$ 1.546,17
AGO	0,82638463	1550	55,35	28	R\$ 1.280,90

SET	0,82638463	2324	77,46	30	R\$ 1.920,52
OUT	0,82638463	2475	77,34	32	R\$ 2.045,30
NOV	0,82638463	2203	75,96	29	R\$ 1.820,53
DEZ	0,82638463	2520	81,29	31	R\$ 2.082,49

Fonte: (Conta de energia 2017)

Conforme a tabela 3 foi utilizada a média de consumo de energia elétrica mensal da panificadora que é de 1.881,42 kWh, com os dados da irradiação solar presente na cidade e com o potencial de geração dos painéis solares para o dimensionamento do sistema fotovoltaico on-grid para poder suprir total ou parcialmente a demanda de energia.

5-4 PAINEL FOTOVOLTAICO UTILIZADO

Figura 13 – Painel Fotovoltaico Utilizado no projeto



Fonte: (ELYSIA 2018)

O painel solar fotovoltaico foi o de silício policristalino, os cristais são de silício fundidos em bloco, preservando a formação de múltiplos cristais são serrados em blocos quadrados e, em seguida, fatiados em células. Sua eficiência média é de 14 - 20%, o tamanho padrão das células são de 10x10cm, 12,5x12x5cm, 15x15cm de cor azul com antirreflexo, cinza prateado sem antirreflexo. Tendem a ser um pouco mais baratos e a vida útil é maior que 30 anos e vem com garantia de 25 anos.

O painel escolhido para este projeto foi o painel solar Fotovoltaico de 330Wp da Canadian. Com um excelente desempenho, confiabilidade superior e valor aprimorado. As

placas solares da Canadian Solar usam a mais recente tecnologia celular inovadora, aumentando a saída de energia do módulo e a confiabilidade do sistema. Passam por testes de qualidade bem rigorosos e possuem certificado Inmetro Classe A.

O Painel Solar Canadian de 72 células, possui muitas aplicações na geração de Energia Solar Residencial (Grid-Tie) com controladores de carga tipo MPPT, ou seja, foi criado basicamente para desempenhar a função de o ponto de máxima potência do painel e entregar esta potência máxima na tensão da bateria, proporcionando um aumento no rendimento do sistema abrangendo também aplicações maiores como usinas solares ou consumos comerciais.

Características do Painel Solar:

Ótima eficiência de módulo;

Resistente a Névoa, Sal, amônia e areia;

Excelente desempenho mesmo com baixa irradiação Solar;

Garantia do Fabricante de 10 anos contra defeito de fabricação;

Garantia de 25 anos para perda de eficiência maior que 20%;

Confiabilidade do sistema a longo prazo pela caixa de junção ser padrão IP67;

Estrutura reforçada para suportar pressão causada por vento de até 2400Pa;

Painéis solares com Anti-reflexo.

Especificações Técnicas

Máxima Potência (Pm):	330 Watts
Tolerância:	0 ~ + 5 Watts
Voltagem de Máxima Potência (Vm) :	37,2 Volts
Corrente de Máxima Potência (Im):	8,88 Amps
Voltagem de Circuito Aberto (Voc):	45,6 Volts
Corrente de Curto-Circuito (Isc):	9,45 Amps
Voltagem Máxima do Sistema:	1000 Volts
Eficiência do Painel:	16,97%

Coefficiente de Temperatura da Potência(Pm): -0,41 %/°C

Coefficiente de Temperatura da Corrente(Isc): 0,053 %/°C

Coefficiente de Temperatura da Voltagem(Voc): -0,31 %/°C

Especificações Mecânicas do Painel Solar:

Dimensões do painel: (1960 x 992 x 40) mm

Código IP da caixa de junção: IP 68, 3 diodos

Número de células e tipo: 72, Silício Policristalino

Peso do módulo: 22,2 kg

Vidro, tipo e espessura: Vidro Temperado de Alta Transmissividade, liga de alumínio anodizado, Vidro Temperado 3,2mm

5-5 CÁLCULO DO PAINEL FOTOVOLTAICO

O cálculo para obter o número de painéis é a partir do consumo médio de energia e a forma de distribuição de energia.

$$Ec = Emd - DB$$

Onde:

Ec = Energia de Compensação

Emd =Energia Média de Consumo

DB = Tipo de Distribuição

$$Ecd = \frac{Ec}{30}$$

Onde:

Ecd = Energia de Compensação Diária

Ec = Energia de Compensação

A partir da radiação média na cidade de Capinópolis e do valor da Ecd chega-se ao quanto de potência tem que ser gerada, seguiu a fórmula abaixo:

$$W = \frac{Ecd}{Rad}$$

Rad = Radiação Média

Com o valor da potência e a potência do painel, conclui-se quantos painéis foram usados.

$$N^{\circ} P = \frac{W}{Pp}$$

N° P = Número de painéis instalados

W = Potência gerada

Pp = Potência de cada painel

5-6 ENERGIA PRODUZIDA

A estimativa de produção de energia pode ser encontrada utilizando a seguinte expressão:

$$GA = Pp \times N^{\circ} P \times Rad \times Ef \times 365 \times 10^{-6}$$

Onde:

GA = Geração Anual (MWh): estimativa da geração de energia elétrica injetada

Pp = Potência de cada painel em Wp

N° P = Número de painéis instalados

Rad = Nível médio de radiação solar do local de instalação, plano inclinado igual à latitude, em kWh.m²/dia.

Ef = Eficiência, tipicamente usa-se 0,8

Através do total de energia gerada, chegar-se ao valor total de energia em reais economizado.

$$Eg \text{ (kWh)} = N^{\circ} \text{ dias} \times P \times \text{Rad} \times \eta I \times E_p$$

Onde:

$Eg(\text{kWh})$ = Energia em reais economizado

$N^{\circ} \text{ dias}$ = Número de dias

P = Potência instalada

Rad = Radiação solar do local

ηI = Rendimento do Inversor

E_p = Energia Mensal Produzida

Esse consumidor é alimentado por um sistema trifásico, então, multiplica-se a tarifa de energia pelo ICMS de 25%, aplicada nas faturas dos consumidores comerciais e serviços, e pela energia gerada em determinado período.

$$R\$ = (E_{gp} \times \text{Tarifa}) \times \text{ICMS}$$

Onde:

E_{gp} = Energia gerada por um determinado período

Tarifa = Tarifa de energia (0.82638463)

ICMS = de 25%

Com estes dados obtidos podemos ter a análise econômica e com o valor do investimento, pode-se obter o tempo estimado de retorno do investimento.

5-7 INVERSOR

Figura 14 – Fotografia do Inversor Utilizado



Fonte: (NEOSOLAR 2018)

Inversor é um dispositivo elétrico ou eletromecânico capaz de converter um sinal elétrico CC em um sinal elétrico CA, oriunda dos painéis, conforme a rede de distribuição pública. O inversor escolhido foi o Inversor Fronius S, Symo 15.0-3-M um inversor Grid Tie possui sistema de monitoramento integrado com conexão wi-fi e tecnologia plug-in card para adaptação funcionais adicionais possui potência de 15kW e é utilizado para sistemas de autoconsumo trabalha em sincronia com a rede elétrica reduzindo a conta de energia da unidade consumidora.

Possui um transformador, isolamento galvânico e proteção contra curto circuito AC.

Especificações Técnicas

Entrada

Máx. corrente de entrada 33.0 A / 27.0 A

Corrente Máxima de Curto Circuito 49.5 A / 40.5 A

Tensão Mínima de entrada 200 V

Feed-em tensão inicial 200 V

Tensão nominal de entrada 600 V

Tensão Maxima de entrada (UDC max) 1000 V

MPP voltage range (U mpp min - U mpp max) 370 - 800V

Numero de rastreadores MPP - 2

Número de ligações CC 3 + 3

Saída

Saída Nominal 15.000 W

Potência de saída máx. 15.000 VA

Corrente de saída máx. 32A

Grid de conexão 3-NPE 400 V / 230 V or 3~NPE 380 V / 220 V

Tensão de saída min. 150 V

Tensão de saída max 275 V

Frequencia 50/60Hz

Faixa de frequencia 45 - 65 Hz

Fator de distorção < 2%

Fator de Potência 0 - 1 ind. / cap.

Gerais

Max. Eficiência: 98,0%

Grau de Proteção IP 66

Classe de Proteção 1

Conceito retificador - Sem Transformador

Resfriamento Refrigeração de ar controlado

Instalação Montagem interna e externa

Faixa de temperatura ambiente -25°C to +60°C

Umidade relativa permitida 0 % a 100 %

WLAN / Ethernet LAN: Fronius Solar.web / Fronius Solar.web, Fronius Modbus TCP, JSON

6 entradas ou 4 digital in/out : Interface com receptor de telecomando

USB (A socket) : Para entradas USB

2x RS422 (RJ45 socket) : Fronius Solar Net, protocolo Interface

Saída de Sinal : Gerenciamento de energia (saída de relé livre de potencial)

Datalogger and Webserver: integrado

Dispositivo de proteção

Medição de isolamento CC: sim

Comportamento de sobrecarga: Mudança do ponto de operação, limitação da produção

Disjuntor CC: sim

5-8 STRING BOX

A string box é um equipamento de proteção, pois isola o sistema fotovoltaico, impedindo acidentes elétricos como curto circuitos e surtos elétricos. É conectado ao inversor e ao quadro de proteção da rede elétrica. Quando conectado ao lado CC, ele protege a instalação e as placas solares contra descargas elétricas, com o lado CA realiza a proteção da instalação contra descargas atmosféricas.

Deve ser instalada próxima ao inversor e entre os painéis solares não superior a 10 metros, se não deve ser previsto uma string box próxima aos painéis.

Características:

Quantidade de strings: 4/6

Máxima tensão de trabalho: 1000Vcc

Protetores de Surto: Em Y

DPS/Centelhador: 1000Vcc

Quantidade de fusíveis: 8/12 (positivo e negativo)

Corrente por string: até 15 A

Chave Seccionadora: 32A / 1000Vcc

Fixação: Parede

Grau de Proteção IP: IP65

Figura 15 – Fotografia de uma string box



Fonte: (Tecnologia PHB 2018)

5-9 CABEAMENTO

Conforme o Manual de Engenharia de Sistemas Fotovoltaicos (CEPEL), utiliza-se a equação para determinar a seção mínima do condutor:

$$S = \frac{p \times (D \times I)}{V}$$

Onde:

S = Seção mínima do condutor em mm²

p = Resistividade do material

D = Distância total do condutor

I = Corrente que passa pelo condutor

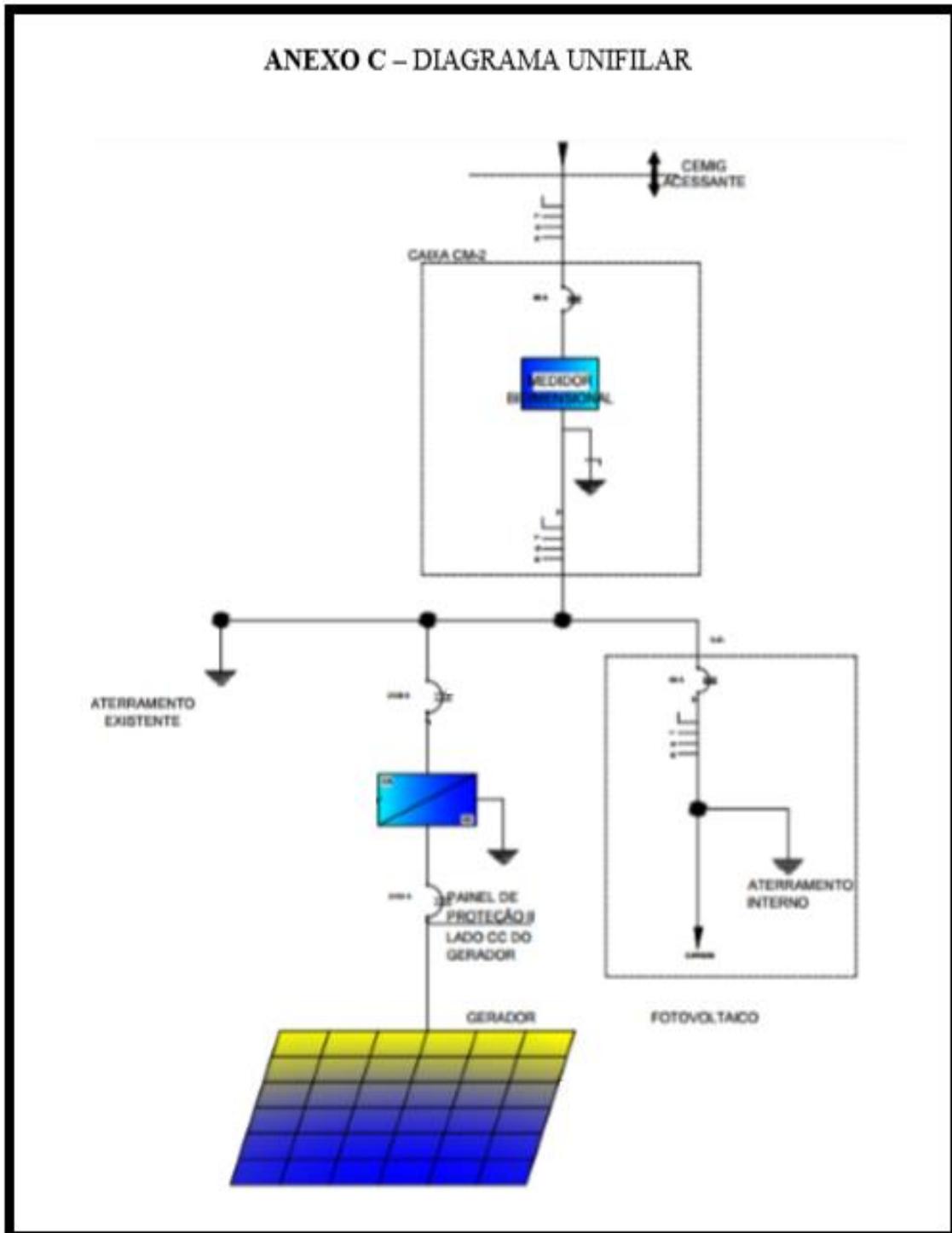
V = Queda de tensão tolerada no cabeamento

5-10 DIAGRAMA UNIFILAR

O diagrama unifilar é um desenho que utilizando simbologia específica representa graficamente um circuito elétrico com suas características, indicando, sobre a planta arquitetônica: os pontos de luz e tomadas, a posição dos eletrodutos, a localização dos quadros de distribuição, a divisão dos circuitos e o número e a caracterização dos condutores.

A figura 16, representa os aspectos do circuito elétrico quanto o caminho físico da instalação do projeto com o medidor bidirecional fornecido pela CEMIG, inversor, string box e os painéis solares.

Figura 16 - Diagrama Unifilar



Fonte (CEFET 2016)

6-RESULTADOS

Como o total de consumo de energia da panificadora se deu em 22.577 kWh, durante os dozes meses, seu consumo mensal é de 1.881,42 kWh. De acordo com a fórmula de Energia de Compensação, foram encontrados os seguintes valores:

$$E_c = E_{md} - DB$$

$$E_c = 1.881,42 - 100$$

$$E_c = 1.781,42 \text{ kWh}$$

Contudo, deve se obter o valor da energia de compensação diária, divide-se o valor encontrado por 30 dias:

$$E_{cd} = \frac{E_c}{30}$$

$$E_{cd} = \frac{1.781,42}{30}$$

$$E_{cd} = 59.38 \text{ kWh / dia}$$

De acordo com o CRESEB, a média de solar diaria radiação solar diária em Capinópolis-MG é de aproximamente 5,26kWh/m². Então, a partir do consumo diário e da radiação média diária em Capinópolis, encontra-se a potência gerada pelos painéis no decorrer do dia.

$$W = \frac{E_{cd}}{Rad}$$

$$W = \frac{59380}{5260}$$

$$W = 11.29 W_p$$

O cálculo do número de painéis é :

$$N^\circ P = \frac{W}{P_p}$$

$$N^\circ P = \frac{11.29}{330}$$

$$N^{\circ} P = 35$$

O número de módulos necessários para o fornecimento de energia diário na panificadora, foi de 35 painéis, para gerar a energia suficiente para a demanda. Com a instalação de 35 módulos de 330 Wp e a potência instalada são 11,55 kWp, decidiu-se instalar um inversor com potencia nominal de 15kWp, suficiente para o sistema.

Os módulos serem ligados em série, apresenta a soma das tensões de curto circuito menor que 90% da tensão de corrente contínua máxima do inversor. Com a tensão máxima do inversor usado é de 1000V e cada módulo usado apresenta tensão de curto circuito igual a 45,6V, foram utilizados 35 módulos.

O painel deve ser fixado, da latitude local, no caso de 19°, levando em consideração a inclinação da panificadora.

A estimativa de produção de energia pode ser encontrada utilizando a seguinte expressão:

$$GA = Pp \times N^{\circ} P \times Rad \times Ef \times 365 \times 10^{-6}$$

$$GA = 330 \times 37 \times 56.06 \times 0,8 \times 365 \times 10^{-6}$$

$$GA = 199.87 \text{MWh/ano}$$

Através do total de energia gerada, chegar-se ao valor total de energia em reais economizado.

$$Eg \text{ (kWh)} = N^{\circ} \text{ dias} \times P \times Rad \times \eta I \times Ep$$

$$Eg \text{ (kWh)} = 30 \times 10.560 \times 5,26 \times 0,98$$

$$Eg \text{ (kWh)} = 1.663,04$$

Tabela 4 – Cálculo Mensal de Energia Produzida

MÊS	DIAS	Potência Instalada (kWh)	Radiação Solar (kWh/m ²)	Rendimento do Inversor 98%	Energia Mensal Produzida (kWh)
JAN	30	12,21	5,25	0,98	1884,614
FEV	32	12,21	5,52	0,98	2113,639
MAR	30	12,21	5,27	0,98	1891,793
ABR	29	12,21	5,61	0,98	1946,716
MAI	32	12,21	5,43	0,98	2079,177
JUN	30	12,21	5,34	0,98	1916,921
JUL	32	12,21	6,22	0,98	2381,673
AGT	28	12,21	5,50	0,98	1842,733
SET	30	12,21	5,47	0,98	1963,588
OUT	32	12,21	5,31	0,98	2033,229
NOV	29	12,21	5,31	0,98	1842,614
DEZ	31	12,21	5,34	0,98	1980,819

Figura 17 - Energia Mensal Produzida

A Figura 17 mostra o valor para a determinada energia produzida mensalmente e a economia gerada pelo sistema fotovoltaico.

7- CONCLUSÃO

O trabalho de conclusão propôs um estudo dedicado ao dimensionamento de um sistema fotovoltaico de uma panificadora, visando a aceitação do mercado em relação a energia fotovoltaica e a não dependência sistêmica da energia elétrica, trazendo suas vantagens e desvantagens, o emprego de cálculos, tabelas, gráficos e bibliografias de livros, internet, e demais outros.

A energia fotovoltaica mostrou equilíbrio entre instalações de grande porte e a geração distribuída, capacidade essa de oferecer uma solução para diversas necessidades desde

acender uma lâmpada até mesmo uma grande usina solar produzindo para milhares de famílias. A instalação do sistema fotovoltaico na panificadora proporciona uma economia de energia, tanto para o bolso quanto no que diz respeito à sustentabilidade. Esta tecnologia está cada vez mais presente em todo o país, com o barateamento dos custos dos equipamentos.

Uma grande desvantagem é que o custo para inserção de um sistema fotovoltaico hoje é um pouco alto, com o retorno do investimento em anos posteriores. A conta de energia não será totalmente zerada, pois o cliente tem que arcar com altas tarifárias presentes no Brasil

A área da panificadora é de 110 m², o custo de energia é estimado pelo cálculo da potência instalada mensal juntamente com as tarifas da concessionária, a potência instalada do sistema fotovoltaico on grid foi de 12,21 kWh, com um total de área construída do sistema instalado algo entorno de 72m², uma economia de 85% na conta de luz e aproximadamente de 50 meses o investimento passa a dar lucro. Melhorias podem ser feitas a partir desse estudo, pois após a instalação do sistema fotovoltaico poderá ser feita a comparação da energia gerada na panificadora com a desenvolvida.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia Solar Fotovoltaica**. 2. ed. Érica, 2015.
- PASSOS DE FREITAS, Vladimir; MILKIEWICZ, Larissa. **Fontes de Energia e Meio Ambiente**. Juruá. 2017.
- PEREIRA RIBEIRO, Raylla. **Estudo de Caso: Dimensionamento de um Sistema Fotovoltaico Residencial**. Araxá, 2016.
- ZAMBOTI, Márcio Fontes; HUGO, EIRA, Vitor; HENRIQUE DIAS, Bruno; GOMES, Flávio. **Conceitos Iniciais para Dimensionamento Sistema Fotovoltaico em Residências**. Rio de Janeiro. 2013.
- ANVISA. **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>> Acesso em: 05 out. 2018.
- CRESESB. **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acesso em: 09 nov. 2018.
- NR 10 – **SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE**. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR10.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2018.
- NBR 11704:2008. **SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**. Disponível em: <<https://energypedia.info/images/temp/d/d2/20140508124638!phpU5v7IA.pdfv>>. Acesso em: 10 out. 2018.