

1 INTRODUÇÃO

Analisando o crescimento contínuo da população e do consumo de energia elétrica em escala global associado à natureza finita dos combustíveis fósseis e a poluição gerada pelos mesmos, conclui-se que o atual modelo energético utilizado tem se afastado do que seria um modelo ideal de geração de energia sustentável através de fontes de energia mais limpas e renováveis.

Neste contexto, sabe-se que para o setor comercial é indispensável uma alimentação de energia constante e de qualidade para manter-se em desenvolvimento e atender de forma eficaz às necessidades dos consumidores, já que cerca de 20% do consumo total de energia pertence ao setor comercial segundo a EPE (BRASIL, 2017). Porém os preços pagos pela energia no Brasil variam muito em certas épocas do ano, consequência de uma matriz energética praticamente centrada nas hidrelétricas, o que ocasiona um aumento nos preços pagos por KWh nos períodos de seca devido à necessidade da ativação de usinas geradoras de energia alimentadas por combustíveis não renováveis.

A utilização de novas fontes é benéfica e há a preocupação em diversificar a matriz, diminuindo o predomínio hidrelétrico. Desta forma, a geração de energia através de uma micro usina fotovoltaica se torna uma alternativa altamente indicada por ser um tipo de geração sustentável, não emite nenhum tipo de gás ou resíduo poluente, fácil instalação em qualquer localidade, além de ser economicamente atraente devido à economia de energia elétrica durante sua utilização.

A necessidade da instalação de uma micro usina fotovoltaica em empresas como supermercados, que em geral tem um alto consumo de carga, seria uma alternativa para o consumo desta energia gerada, assim reduziria custos de consumo pelo fornecimento de concessionárias, e com a utilização dessa energia gerada diminuiria o acúmulo de potência reativa na rede além de aliviar as operações na rede do sistema interligado nacional (SIN).

Sabe-se que a instalação de uma micro usina fotovoltaica em um estabelecimento comercial tem como principais benefícios a redução de gastos com a energia fornecida pela concessionária. A partir da instalação o estabelecimento se torna menos dependente da rede elétrica convencional, sabendo que os compromissos financeiros do setor comercial são elevados e variáveis e os gastos

com a energia elétrica estão entre as maiores despesas de uma empresa, a diminuição dos impactos ambientais que a geração de uma energia limpa contribui para redução da queima de combustíveis fósseis poluentes e uma melhora na eficiência energética percebendo a diminuição de manutenções periódicas limitando-se normalmente apenas à lavagem dos módulos fotovoltaicos.

Sendo assim o projeto em questão faz a comparação em relação ao uso da energia gerada através dos painéis fotovoltaicos com a energia convencional a partir do dimensionamento dos componentes do sistema fotovoltaico, de uma análise da economia de energia antes e depois da instalação, e da mensuração do tempo de retorno do valor investido na instalação.

Através da coleta dos dados do local como: localização geográfica, radiação solar da região, área do telhado e sombreamento, análises de consumo e o uso de fórmulas, será possível dimensionar uma micro usina fotovoltaica para a edificação estudada e posteriormente mensurar sua viabilidade econômica e financeira. Com os dados em mãos, inicialmente serão utilizadas fórmulas para dimensionar os equipamentos que compõem o sistema fotovoltaico. Em seguida, comparações entre os valores médios de consumo antes e depois da instalação da micro usina podem então determinar a economia de energia e dinheiro durante a utilização da mesma. Neste caso é construída uma tabela com os valores de consumo e geração de energia, total compensado e valor pago mensal.

Tendo em mãos o dimensionamento dos componentes da usina e os dados de consumo da edificação, foi necessário avaliar o tempo de retorno financeiro do investimento. Neste caso foi utilizado o método de *payback* para analisar o tempo de retorno do investimento.

Por meio de orçamentos feitos junto à empresas nacionais que trabalham com a instalação de usinas fotovoltaicas, foi possível encontrar um valor acessível para a instalação da mesma. Isso levou à dedução que levando em consideração a extensa durabilidade dos componentes do sistema fotovoltaico, o tempo de retorno do valor investido encontrado pelo método de *payback* é considerado ideal para o caso analisado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A energia que hoje movimenta as nossas indústrias, hospitais, comércio, escolas e nos dá o conforto em nossas casas é a energia elétrica. No entanto a energia nesta forma não está disponível na natureza de forma aproveitável para as finalidades mencionadas. Para a obtenção da energia nesta forma é preciso um processo de transformação que aproveita de outras formas de energia disponíveis na natureza convertendo esta em energia elétrica, e esta através de linhas de transmissão, subestações e redes de distribuição chega ao local onde será consumida. Por meio de estruturas específicas e adequadas transforma-se a energia cinética da água, a energia térmica da biomassa, a energia cinética dos ventos entre outras em energia elétrica (MAGALHÃES, 2009).

Neste contexto, a energia é, portanto, um vetor fundamental que contribui para a satisfação das necessidades humanas, manifestadas em suas principais categorias de requerimento, a saber: necessidades térmicas; necessidades de força motriz; necessidades de iluminação e necessidades eletrônicas (SILVA, 2006).

2.1 Fontes alternativas de geração de energia

A evolução do aquecimento global tem levado as nações a discutir formas de diminuir as emissões de dióxido de carbono, bem como outros gases responsáveis pelo aumento do efeito estufa na Terra. As políticas energéticas no mundo sempre foram baseadas na utilização de combustíveis fósseis como principal componente da matriz energética. Com o início da escassez destes recursos e a concentração destes em um pequeno grupo de países produtores, negociações sobre questões relativas às mudanças climáticas e combate à pobreza têm sido realizadas desde o início da década de 1970 com o objetivo de tornar o desenvolvimento mundial mais sustentável (BIRNFELD, 2014).

Fontes alternativas de energia podem substituir uma fonte que apresente limitações de uso, seja por restrições de ordem econômica e/ou técnica. A energia elétrica proveniente das usinas hidrelétricas é a parcela mais significativa na Matriz Elétrica Brasileira e apesar de ser uma fonte renovável e limpa, grandes impactos ambientais são causados na geração desta energia, em função do alagamento de

grandes áreas. Estudos mostram que gases do efeito estufa, principalmente o metano, decorrentes da degradação anaeróbica da matéria orgânica que ocorrem em áreas alagadas são emitidos para atmosfera em quantidades consideráveis. Além disso, as principais bacias hidrográficas brasileiras com capacidade de geração hidroelétrica de alta densidade energética já estão praticamente esgotadas nos principais centros consumidores do país (SILVESTRI; TAKASAKI, 2014).

Das formas de transformação para geração de energia elétrica conhecidas até os nossos dias, nenhuma delas é totalmente limpa. O que tem sido alvo de pesquisas é o desenvolvimento de fontes que causem o menor impacto possível no meio ambiente. Dentro desta perspectiva o que tem se buscado é um ponto ótimo entre o custo de produção, a quantidade a ser produzida e o menor impacto ambiental. Somando-se estes pontos à preocupação em diversificar a matriz elétrica brasileira, há grande incentivo, inclusive do governo brasileiro, em aumentar a geração de energia elétrica a partir de outras fontes (MAGALHÃES, 2009).

2.1.1 Energia eólica

A energia eólica pode ser classificada como a geração de energia elétrica a partir da conversão da energia cinética do movimento das massas de ar em energia mecânica através do contato com as pás, acionando o rotor do aerogerador, produzindo eletricidade. A quantidade de energia mecânica transferida para o sistema está diretamente relacionada à densidade do ar, à área coberta pela rotação das pás e à velocidade do vento (ANEEL, 2008).

A energia eólica somente é aproveitável para fins de conversão em energia elétrica em áreas em que a velocidade mínima do vento seja de 7 a 8 m/s, à altura de 50 metros. Para que se avalie a potencialidade eólica de uma determinada localidade é necessário realizar estudos a respeito da velocidade e do regime dos ventos. No Brasil, estima-se que há potencial para a geração de até 60.000 MW, segundo os estudos objeto do Panorama do Potencial Eólico no Brasil, publicado pelo Centro Brasileiro de Energia Eólica – CBEE, da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, bem como do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, publicado pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica – CRESESB/CEPEL, em 2002 (GOMES, 2013).

2.1.2 Biomassa

A ANEEL (2008 *apud* COSTA, 2016) define a biomassa como qualquer matéria-prima orgânica que possa ser transformada em energia e, de acordo com sua origem, pode ser florestal (madeira), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) ou oriunda de rejeitos urbanos ou industriais, sólidos ou líquidos. A biomassa é também uma forma indireta de aproveitamento da luz solar, a partir da conversão da radiação solar em energia química durante a fotossíntese, que é a base dos processos biológicos dos seres vivos.

Villava e Gazoli (2012 *apud* ALMEIDA; SALES, 2016) destacam que uma das principais vantagens da biomassa é que seu aproveitamento pode ser feito diretamente, por meio da combustão em fornos, caldeiras e etc., além de ser possível reconstituir a biomassa vegetal através do plantio, tornando-a uma energia limpa e renovável devido a este fato, pois, o carbono emitido quando da geração de energia sofre fotossíntese pelas plantas, fechando o ciclo de queima e replantio. Há de desconsiderar aspectos negativos quanto ao desgaste dos solos e da grande extensão de áreas cultivadas

Em termos de geração de energia elétrica, a biomassa vem sendo bastante utilizada, principalmente em sistemas de cogeração e no fornecimento de energia elétrica para demandas isoladas da rede elétrica.

O Brasil pode assumir uma posição de destaque no cenário mundial de produção e uso da biomassa como recurso energético já que possui condições naturais e geográficas favoráveis à produção de tal recurso. Um outro aspecto relevante é que o Brasil possui grande quantidade de terras cultiváveis, tendo solo com boas características e condições climáticas favoráveis (SILVESTRI; TAKASAKI, 2014).

2.1.3 Energia solar

A energia solar é proveniente da radiação solar, sendo qualificada como um meio de produção de energia limpa, a energia solar é infinita, não polui nem degrada o meio ambiente, devido a isso é rotulada como renovável. Tornando-se uma excelente alternativa para substituição ou complementação dos meios de geração de energia elétrica utilizados atualmente. A energia solar pode ser aplicada de diversas

maneiras, que vão desde a iluminação ambiente durante o dia, aquecimento da água por sistemas de termos sifão até a captação por meio de técnicas avançadas como, por exemplo, placas fotovoltaicas, que serão utilizadas para converter a radiação solar em energia elétrica neste projeto, de forma sustentável (ANEEL, 2013).

2.2 A energia solar fotovoltaica e o efeito fotovoltaico

A energia solar pode fornecer basicamente três tipos de processos: térmicos, elétricos e químicos. O primeiro processo possui processos em diferentes temperaturas. Alguns exemplos são: aquecimento de ambientes e de água (utilizando coletores planos), evaporação, destilação, fornos solares e fornos solares parabólicos. Já o segundo, consiste em processos que há transformação direta em energia elétrica como é no caso de processos fotovoltaicos e geradores termoelétricos. Por fim, os processos químicos consistem na utilização da energia solar para realizar processos químicos. Os exemplos desse tipo são a fotólise (quebra pela ação da luz solar) e a fotossíntese (MATAVELLI, 2013).

Segundo Groth (2013), anualmente a atmosfera da Terra é atingida por $1,5 \times 10^9$ TWh de energia solar, o que corresponde a 10.000 vezes o consumo mundial de energia no mesmo período. Além de ser responsável pela manutenção da vida na Terra, a radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte energética, havendo um enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outras formas de energia (térmica, elétrica, etc.).

A radiação solar que atinge o topo da atmosfera é chamada de insolação e possui em torno de 9% de radiação ultravioleta, cerca de 40% de radiação na região do visível e em torno de 50% é de radiação infravermelha. Parte da radiação ultravioleta é absorvida pelos gases de nitrogênio, oxigênio e ozônio que estão presentes na atmosfera. Na atmosfera inferior, parte da radiação infravermelha é absorvida pelo vapor d'água e pelo CO₂. Da radiação total que consegue passar da atmosfera, 19% são absorvidos pelas nuvens e por outros gases e 31% são refletidos de volta para o espaço. Os 50% restantes atingem a superfície e são quase completamente absorvidos. Esse fenômeno de reflexão da radiação solar é denominado albedo. Parte da radiação refletida é absorvida por CO₂ e H₂O e irradiada de volta para a Terra gerando o chamado efeito estufa. Esse efeito é importante, pois ele mantém a temperatura relativamente alta da Terra, sem a qual não seria possível

existir vida e o seu agravamento é resultado da queima de combustíveis fósseis que liberam gases retentores (MATAVELLI, 2013).

O princípio de funcionamento de uma célula fotovoltaica é através do efeito fotoelétrico, que é denominado também por alguns autores como efeito fotovoltaico, no qual a energia luminosa é absorvida por elétrons do material. O silício (Si), elemento de número atômico 14, possui quatro elétrons em sua camada de valência, desta forma ao interagirem com átomos cujas camadas mais externas tenham três ou cinco elétrons (boro e fósforo, geralmente), haverá um elétron em excesso ou em falta para que a estabilidade eletrônica seja obtida e este processo de agregar “impurezas” a elementos semicondutores, denominado dopagem, possibilita o efeito fotovoltaico. O fenômeno fotoelétrico foi descrito pela primeira vez em 1839, pelo físico francês Edmmund Becquerel. Ele observou que uma pequena corrente elétrica era gerada quando certos materiais eram expostos à luz trabalhando com células eletrolíticas (GROTH, 2013).

Segundo Almeida e Sales (2016), os sistemas fotovoltaicos podem ser rotulados de duas maneiras distintas:

- **Isolados (*Off-grid*)** – esse tipo de sistema é habitualmente empregado em lugares de difícil acesso à rede da distribuidora de energia, podem ser meramente fotovoltaicos ou híbridos (utilizar de um gerador a diesel, por exemplo para suprir a demanda nos períodos que não houver geração fotovoltaica). Esse tipo de sistema geralmente carece armazenar a carga gerada em baterias, para fazerem uso quando não houver geração fotovoltaica.
- **Conectados à rede (*Grid-tie* ou *On-grid*)** – caracterizados por trabalharem de forma agregada com a rede elétrica da distribuidora de energia, esse tipo de sistema podem ser utilizados tanto para suprir as necessidades energéticas de uma residência quanto por qualquer outro consumidor da rede. Ao decorrer do trabalho aprofundaremos nesse tipo de sistema, devido à sua maior eficiência se relacionado com o anterior.

Nos países da europa e recentemente no Brasil, as instalações *on-grid* estão se tornando cada vez mais populares, esse tipo de instalação se torna atraente em virtude do menor investimento inicial e pelo sistema de compensação de energia estabelecido pela Resolução 418/2012 da ANEEL que defende que qualquer indivíduo pode gerar sua própria energia e injetá-la na rede da distribuidora local, gerado assim

créditos que serão compensados no valor da conta de fornecimento de energia, podendo esses créditos serem utilizados em outra (outras) unidades consumidoras desde que em mesma titularidade (ALMEIDA; SALES, 2016).

2.3 Geração distribuída de energia elétrica

A geração distribuída é caracterizada pelo uso de geradores descentralizados conectadas diretamente no sistema de energia elétrica de distribuição, sem a necessidade de extensas redes para sua transmissão. Esse mecanismo pode gerar excedentes energéticos comercializáveis que podem ser utilizados em unidades consumidoras diferentes das instalações do consumidor final. Uma das suas vantagens é possibilitar a ampliação da distribuição geográfica da geração de energia elétrica em determinada região (RODRIGUES, 2016).

Essa geração é muito positiva para a matriz energética brasileira, pois descentraliza e aumenta a oferta de energia elétrica. Com isso o governo pode diminuir a necessidade de investir na geração de energia elétrica, principalmente de fontes não renováveis, e ainda ter uma segurança maior no abastecimento de energia elétrica para os consumidores finais. Além de reduzir custos com linhas de transmissão de usinas construídas longe dos pontos de consumo, como é o caso das hidrelétricas (LEÃO, 2017).

Em 2012, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 482/2012 a fim de estabelecer as condições para o acesso de micro geração e mini geração distribuída a rede da concessionária, bem como os critérios para o sistema de compensação de energia elétrica, visando estimular a geração distribuída no Brasil. Esta resolução estabelece todos os requisitos fundamentais para a entrada de micro geração e mini geração distribuída a rede de distribuição e ao sistema de compensação de energia elétrica. Além disso, também determinou que caso a geração de energia a partir de micro ou mini geradores conectados diretamente à rede de distribuição produzisse algum excedente, este poderia ser introduzido na rede de distribuição da unidade consumidora (RODRIGUES, 2016).

Neste contexto a geração de energia solar distribuída está se tornando uma realidade no Brasil, e deve apresentar um alto crescimento nos próximos anos, devido à irradiação solar do país e dos incentivos econômicos (explícitos ou não) para usuários adotarem essa solução. Há bons motivos para acreditar em uma perspectiva

positiva para a geração solar distribuída. Em dezembro de 2015, o governo brasileiro anunciou um programa de incentivo nacional (ProGD) para o desenvolvimento da geração de energia por meio de fontes distribuídas, com um foco especial nos sistemas solares fotovoltaicos. Os incentivos fiscais incluem: (LE CORRE, 2017).

- Isenção de ICMS e PIS/COFINS sobre a energia injetada na rede elétrica - é importante ressaltar que a maioria dos estados, desde então, já ratificaram a isenção do ICMS da energia elétrica;
- A redução de 14% para 2% na alíquota do Imposto de Importação incidente sobre bens de capital destinados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica até o final de 2016. Espera-se que isso seja estendido para os próximos anos;

Para Le Corre (2017), além disso, e talvez mais importante, o programa estabelece as bases para a futura venda direta de energia excedente no mercado liberalizado, sujeito a um estudo de viabilidade e impacto, e propõe a criação e expansão de linhas de crédito para projetos de geração distribuída, abordando um tópico para o desenvolvimento do mercado.

Em novembro de 2015, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº687/2015, revisando a Resolução 482. Tendo em vista a redução dos custos e do tempo para a conexão da micro e mini geração e a ampliação do público alvo, a atualização tornou mais atrativa a instalação de painéis solares fotovoltaicos aos consumidores comerciais, industriais e residenciais que desejam gerar sua própria energia elétrica. Com o objetivo de ampliar o acesso ao público, a atualização permite que o consumidor utilize em outras unidades consumidoras os créditos em energia recebidos gerar mais energia do que o seu consumo. Estas outras unidades devem estar previamente cadastradas dentro da mesma área de atendimento da mesma distribuidora. De acordo com a resolução, existem três possibilidades de cadastramento: (RODRIGUES, 2016).

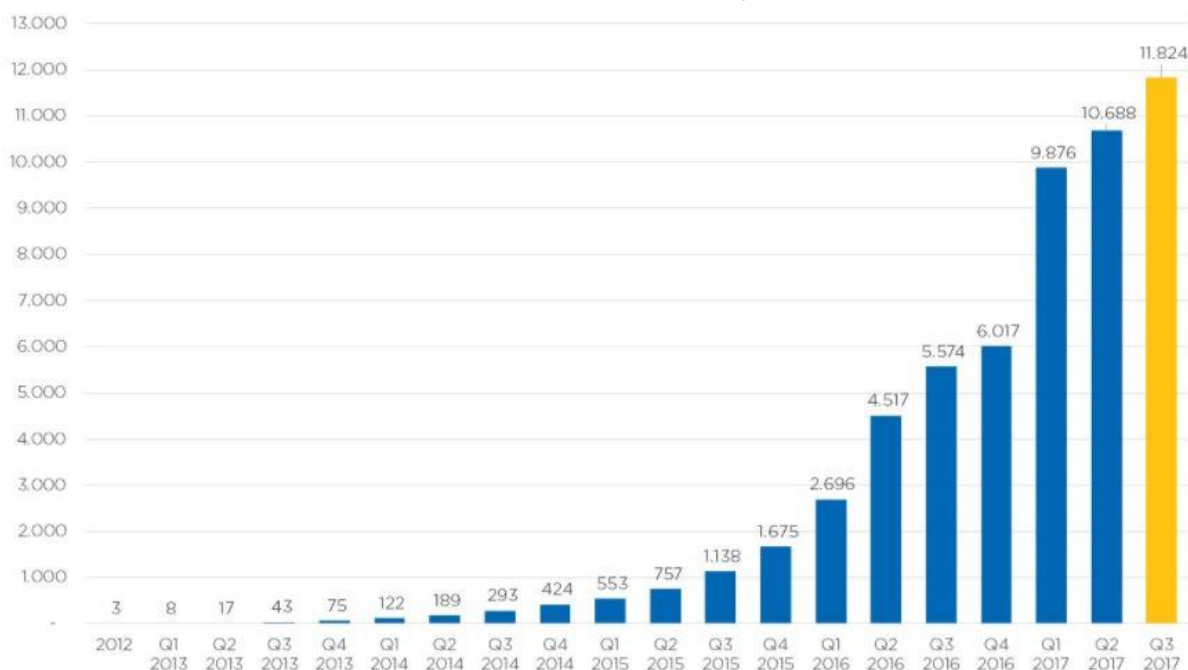
- **Autoconsumo remoto** - quando um mesmo titular possui várias unidades consumidoras em locais distintos, contudo pertencentes à mesma área de concessão ou permissão de uma mesma concessionária de energia;
- **Geração compartilhada** - quando vários consumidores interessados em reduzir sua fatura de energia unem-se através de um consócio ou cooperativa

que possua uma unidade de micro ou mini geração distribuída situada na mesma área de concessão;

- **Empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras (condomínios)** - caracterizados pela utilização da energia elétrica de forma independente, onde a energia gerada pode ser repartida entre os usuários (condôminos) em uma proporção definida pelos próprios consumidores.

A partir do ano em que o governo anunciou o programa de incentivo para geração distribuída (ProGD), houve um grande avanço no número de conexões de geração distribuída de energia elétrica ocorrido entre o final de 2015 e 2017, quando mais de 80% dos sistemas foram instalados, mesmo diante de um cenário de forte retração econômica. Isto reforça a atratividade financeira de se investir na geração própria. De fato, muitos dos clientes optaram pela geração distribuída exatamente como forma de proteger-se da alta nos preços da energia e ganhar competitividade em momentos onde os concorrentes estão cortando investimentos (MENDES, 2017).

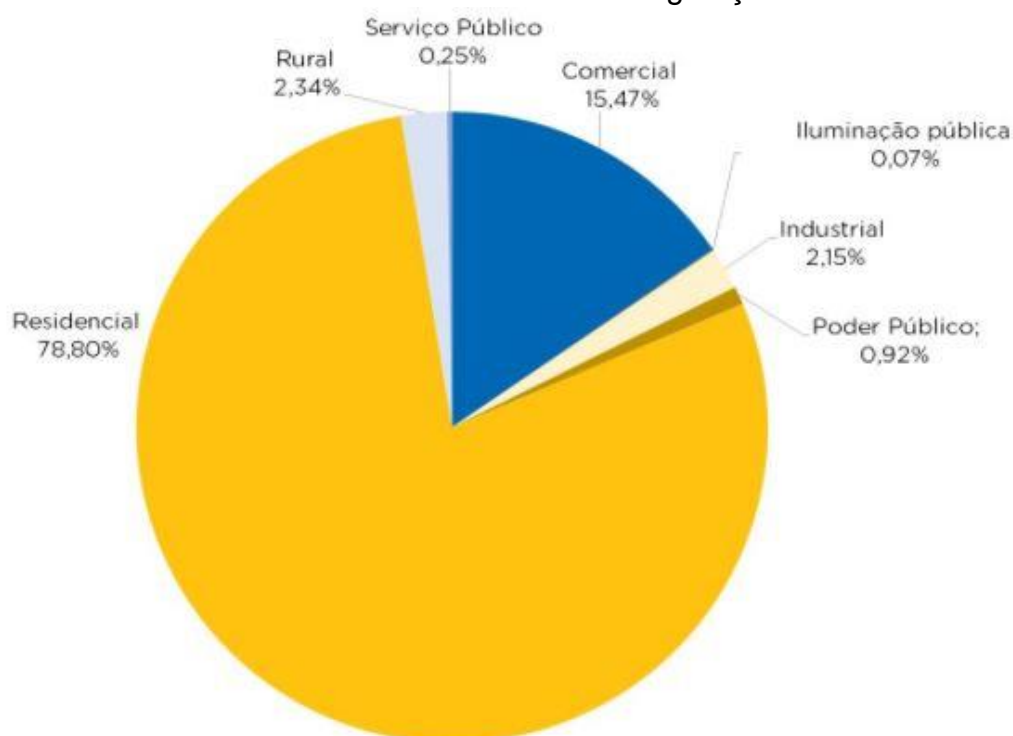
GRÁFICO 1: Número de conexões de geração distribuída no Brasil.



Fonte: Mendes (2017).

Atualmente, os sistemas residenciais são os principais protagonistas no cenário brasileiro de geração distribuída, correspondendo a 79% do total. O setor comercial fica com 16% dos sistemas enquanto os outros 5% se dividem entre uso rural, industrial, poder público e outras unidades consumidoras (MENDES, 2017).

GRÁFICO 2: Perfil dos consumidores de geração distribuída.



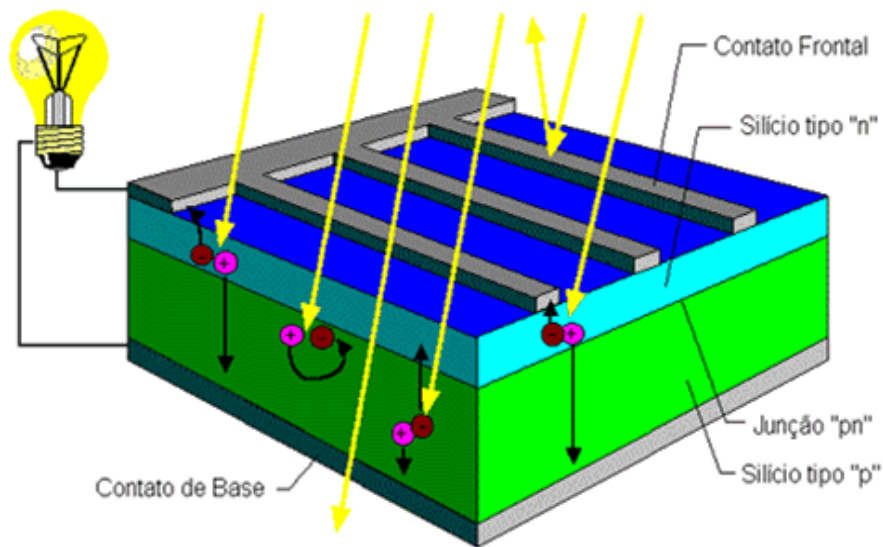
Fonte: Mendes (2017).

Ainda segundo Mendes (2016), em um sistema de compensação como o adotado no Brasil, a energia gerada tem o mesmo valor da consumida. Desta forma o retorno financeiro é melhor para aqueles que pagam as tarifas mais caras – exatamente os consumidores residenciais e comerciais de baixa tensão.

2.4 A célula fotovoltaica

A célula fotovoltaica é a unidade básica para conversão da radiação solar em energia elétrica. Pelo processo de dopagem são criados dois tipos de cristais, um com a inserção de Fósforo, chamado de “silício tipo p”, e outro com a inserção de Boro, chamado de “silício tipo n”. Cada uma dessas partes é neutra isoladamente, no entanto, ao se criar uma junção desses dois cristais resulta em um campo elétrico constante na fronteira entre esses dois materiais. Essa junção é chamada de junção p-n e é mostrada na figura a seguir (RIBEIRO, 2012).

FIGURA 1: Esquema de funcionamento de uma célula fotovoltaica.



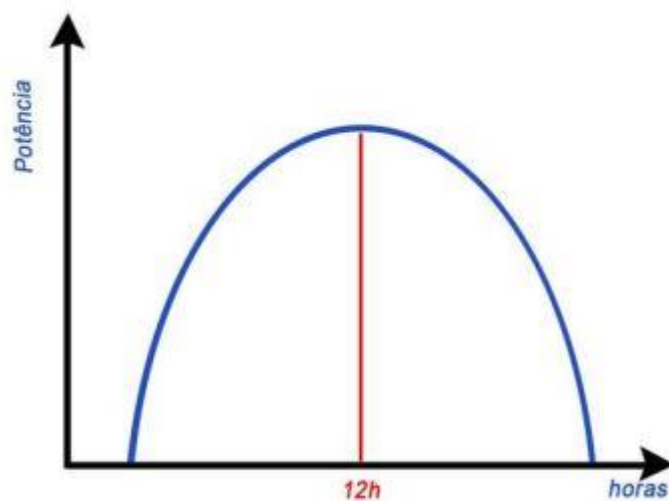
Fonte: Alves (2016).

Ao sofrer incidência de luz, esta junção é atingida por fótons e passa a se comportar como um condutor. Os elétrons captados dos fótons sofrem ação do campo elétrico fluindo de “P” para “N”. Instalando-se um condutor entre as camadas positiva e negativa, obtém-se um condutor entre as camadas positiva e negativa, obtém-se uma corrente proporcional à incidência de luz. É importante lembrar que a célula fotovoltaica não armazena energia elétrica, ela somente converte luz em um fluxo de elétrons (RIBEIRO, 2012).

Para a montagem de sistemas fotovoltaicos, deve-se ser considerados fatores como a temperatura, a luminosidade, o posicionamento, a localização geográfica, o horário da exposição, bem como o mês do ano e o clima (RIBEIRO, 2012).

Durante o dia o gráfico da radiação solar descreve uma curva semelhante a uma parábola, quando comparada com o tempo, e atinge seu valor máximo ao meio dia. Como é possível verificar na figura abaixo.

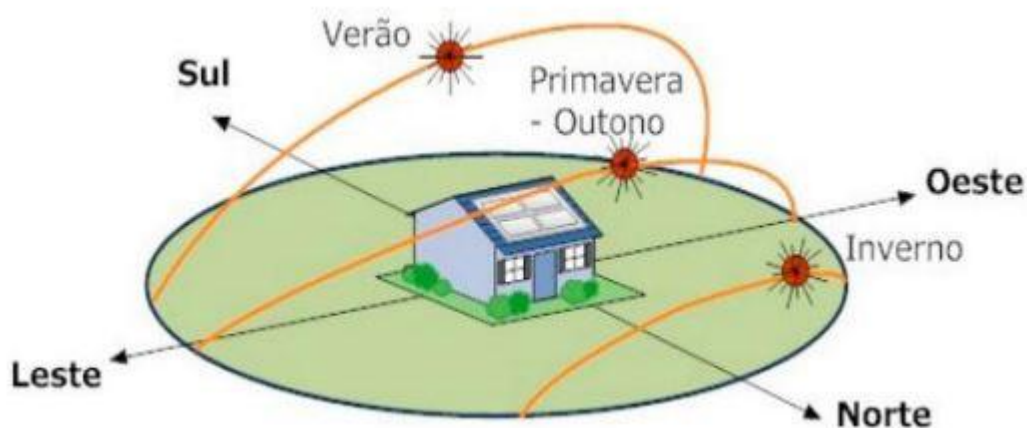
FIGURA 2: Curva teórica da incidência de luz solar durante o dia.



Fonte: Ribeiro (2012).

Há variação da radiação também durante os meses do ano, devido à órbita elíptica da Terra e a inclinação de seu eixo, que faz com que o planeta receba diferentes quantidades de radiação de acordo com a sua posição em relação ao Sol. Isto justifica-se pelo fato de que a trajetória solar é maior no verão comparado ao inverno como verifica-se na figura a que segue (RIBEIRO, 2012).

FIGURA 3: Trajetória solar em diferentes épocas do ano.



Fonte: Ribeiro (2012).

2.5 O setor energético brasileiro

Desde a revolução industrial, principalmente a partir da segunda metade do século XX com a introdução da energia elétrica como força motriz para as máquinas, as inovações tecnológicas aplicadas à produção vêm crescendo e aumentando a dependência deste importante insumo. Por consequência o “crescimento econômico” está cada vez mais atrelado a disponibilidade desta fonte de energia (MAGALHÃES, 2009).

O uso de energia elétrica no Brasil e no mundo vem aumentando gradativamente devido aos avanços tecnológicos que a humanidade vem alcançando através de pesquisas científicas e também pelo aumento da população. A sociedade atual é extremamente dependente e beneficiada do uso da energia elétrica. Através do uso da eletricidade em inúmeras aplicações, desde o aumento das horas de trabalho produtivo através da iluminação por lâmpadas até tarefas de extrema complexidade como transmissão via satélite, utilização de suporte à emergências como respiradores automáticos ou então à manutenção da economia global por meio de linhas de comunicação, transmissão de energia e transferência de dados (GROTH, 2013).

Diversos fatores contribuíram para que a matriz energética brasileira se concentrasse na geração hidroelétrica, mas pode-se destacar os fatores econômicos, e principalmente geográficos como os principais motivos para a instalação de usinas hidrelétricas no Brasil. Contudo, a diversificação da matriz elétrica é uma preocupação; novas fontes de geração de eletricidade vêm sendo inseridas à Matriz Elétrica Brasileira (SILVESTRI; TAKASAKI, 2014).

Para a geração de eletricidade o Brasil utiliza recursos hidráulicos como principal fonte de energia em sua matriz energética. Mais de 60% da energia elétrica gerada é de origem hidráulica. Apesar de estudos mostrarem que o Brasil utiliza apenas 25% de seus recursos hidráulicos, boa parte encontra-se em lugares de baixas quedas e distantes dos grandes consumidores. Na Tabela 1, pode-se observar o cenário de geração da energia elétrica no Brasil segundo a ANEEL (2016).

TABELA 1: Origem da produção de energia elétrica no Brasil em 2016.

FONTES UTILIZADAS – EM OPERAÇÃO			
ORIGEM	Nº DE USINAS	CAPACIDADE (KW)	PORCENTAGEM
Biomassa	533	14.154.680	9,09
Eólica	397	9.709.360	6,06
Fóssil	2402	26.900.982	17,45
Hídrica	1228	96.459.630	66,14
Nuclear	2	1.990.000	1,24
Solar	42	23.008	0,02
TOTAL	4604	149.237.660	100

Fonte: ANEEL (2016).

A energia de origem hidráulica predomina na Matriz Elétrica Brasileira. A utilização de novas fontes é benéfica e há a preocupação em diversificar a matriz, diminuindo o predomínio hidrelétrico. Apesar da energia hidrelétrica ser uma fonte renovável, a construção de uma usina deste tipo, com o alagamento de grandes áreas, causa alteração na fauna, flora e microclima da região (EPE, 2013).

Conforme o Plano Nacional de Energia, há uma projeção de aumento no consumo energia elétrica no Brasil na ordem de 90% entre 2010 e 2030, no pior cenário. Quanto maior a demanda, conseqüentemente maior a preocupação com o meio ambiente e maior a preocupação com a diversificação da matriz elétrica nacional, que acarreta na busca por fontes alternativas na geração de energia elétrica no Brasil. Em meio as opções existentes, a energia solar surge como uma ótima alternativa, tanto para consumidores de pequeno porte quanto para grandes consumidores (SILVESTRI; TAKASAKI, 2014).

2.6 Análise da implantação e utilização da energia fotovoltaica

Partindo do ponto de se tratar de uma fonte de energia limpa, que não produz poluentes no seu processo de geração de energia elétrica, a energia fotovoltaica apresenta diversas vantagens e desvantagens de acordo com (BRAGA, 2008).

2.6.1 Vantagens da Implantação e Utilização da Micro Usina Fotovoltaica

Grande parte das vantagens da implantação e utilização do sistema fotovoltaico está diretamente relacionadas com seus benefícios ambientais. Dentre os principais pontos, a seguir estão listados os de maior destaque:

- Não consome nenhuma forma de combustível;
- Não produz resíduos poluentes nem contaminação ambiental;
- Não gera poluição sonora;
- Tem uma vida útil superior a 25 anos;
- Possui resistência a condições climáticas extremas como granizo, ventos fortes, temperaturas elevadas e umidade;
- Não possui peças móveis, o que exige pouca manutenção;
- A potência instalada pode ser aumentada com adesão de novos painéis.

2.6.2 Desvantagens da Implantação e Utilização da Micro Usina Fotovoltaica

Existem diversas vantagens a serem consideradas em se tratando da implantação e utilização da energia fotovoltaica e de tudo que ela pode oferecer a humanidade, no entanto ela também oferece algumas desvantagens como as listadas logo abaixo:

- A fabricação de células fotovoltaicas necessita de tecnologia sofisticada;
- O custo de investimento é elevado;
- O rendimento real de conversão de um módulo é reduzido;
- O rendimento é dependente do índice de radiação solar na área;

2.7 Viabilidade econômica

No Brasil, o principal entrave à popularização do Sistema Solar Fotovoltaico é o custo. Diferente de muitos países europeus e norte-americanos, o Brasil ainda possui poucos incentivos governamentais (SIQUEIRA, 2015).

O investimento para ser realizado deve levar em consideração o tempo de retorno (também denominado de *payback*), ou seja, a partir de que momento ele passa a dar lucro. Não existe uma regra geral para determinar a viabilidade econômica de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SIQUEIRA, 2015).

Para a realização do estudo de viabilidade em plantas que utilizam fonte solar fotovoltaica, é necessário verificar o potencial de irradiação na região local onde será implantado o painel. O Atlas Brasileiro de Energia Solar mostra os valores de irradiação solar para todo o território nacional (SILVESTRI; TAKASAKI, 2014).

É importante considerar nos cálculos a vida útil dos equipamentos. Os inversores comerciais apresentam vida útil típica de 10 a 15 anos, enquanto que os painéis de 20 anos. No caso de manutenção preventiva dos capacitores eletrolíticos no inversor depois de um período de uso de 10 anos, a vida útil deste equipamento pode ser aumentada significativamente. Considerando, em média, uma vida útil de 15 anos, qualquer retorno acima dessa quantidade de anos resultaria em um sistema inviável (SIQUEIRA, 2015).

Os valores economizados em média anual, deve ser levado ao tempo presente, a uma taxa de juros do mercado. No momento (n), em que esse valor igualar ao investimento inicial, será considerado o tempo do retorno financeiro

Outro detalhe que deve ser observado é em relação aos aumentos tarifários, que em regra geral ocorrem anualmente e variam de acordo com os gastos e investimento da distribuidora energia elétrica. E ainda, em uma mesma distribuidora, os aumentos da tarifa podem ser distintos, a depender da classe em que o usuário é atendido.

O tempo de retorno do investimento (n) pode ser calculado a partir da equação (1) a seguir:

$$n = \frac{\log\left(\frac{c}{b^{12}}\right)}{\log\left(\frac{a}{b^{12}}\right)} \quad (1)$$

Em que:

$$a = (1 + r)$$

$$b = (1 + i)$$

$$c = (1 + i)^{12} + \frac{VP [(1 + r) - (1 + i)^{12}]}{v_1 \cdot s}$$

$$s = \frac{1 - (1 + i)^{-12}}{i}$$

Sabendo-se que:

r - Aumento tarifário médio;

i – Taxa de juros do mercado ao mês;

VP – Valor inicial do investimento;

V₁ – Estimativa do valor economizado médio mensal do primeiro ano.

2.8 Contribuição da micro usina fotovoltaica operando como geradora de potência ativa e compensadora de energia reativa

A demanda de energia dos consumidores é atendida pelas concessionárias de forma centralizada e distribuindo-a através de extensas linhas de transmissão e distribuição. No momento em que a demanda de energia excede a capacidade de geração de energia, a empresa precisa gerar mais eletricidade para cobrir tal demanda. Conseqüentemente, a capacidade de geração, transmissão e distribuição pode, portanto, se tornar insuficiente, sendo necessário novos investimentos em infraestrutura (ALBUQUERQUE; *et al*, 2009).

Uma alternativa para resolver tais problemas, é atender a demanda local de energia através de investimentos em geração distribuída (GD). A geração distribuída é a produção de energia elétrica através de tecnologias de pequena escala conectadas diretamente no sistema de energia elétrica de distribuição, sem a necessidade de investimento em expansão de redes para sua transmissão. Esta pode

também melhorar a curva de carga e o perfil de tensão do alimentador, reduzir o nível de carregamento das redes e transformadores (RODRIGUES, 2016).

Já que, grande parte dos inversores atualmente usados nas conexões de módulos fotovoltaicos à rede elétrica são CSI (*Current-Source Inverter*), inversores de corrente operando com fator de potência unitário, o fator de potência da rede de distribuição alimentada pelo sistema fotovoltaico utilizando este inversor tenderá a ser mais baixo, pois este suprirá apenas potência ativa (ALBUQUERQUE; *et al*, 2009).

Sendo assim, toda a potência reativa que será consumida pelas cargas locais ainda será suprida pela rede local, através de capacitores instalados na rede de distribuição ou nas subestações. Portanto, levando em consideração que o sistema fotovoltaico perde sua capacidade e fica ocioso, o que acaba forçando toda a carga ser alimentada pela rede elétrica nos momentos de baixa insolação ou anoite, isto pode ser considerado uma desvantagem do sistema fotovoltaico. Além disso, seu controle se torna mais complexo devido aos desligamentos do sistema no período noturno (ALBUQUERQUE; *et al*, 2009).

Se, por outro lado, ao invés de utilizar inversores de tensão CSI for adotado o inversor do tipo VSI (*Voltage-Source Inverter*), pode-se gerar ou absorver energia reativa, utilizando a capacidade disponível do inversor em um determinado momento de acordo com a necessidade de demanda da rede elétrica (ALBUQUERQUE; *et al*, 2009).

Algumas observações podem ser listadas para potências ativa, reativa e aparente geradas pelo sistema:

- Foi observado um bom desempenho da potência fornecida do sistema para a rede relacionado à resposta do controle, pois houve estabilização depois das oscilações transitórias;
- O controle respondeu adequadamente à potência reativa, pois este fez o inversor aumentar o fornecimento de potência reativa na medida em que a potência ativa diminuía devido à diminuição do índice de insolação e vice-versa. Isto fez com que o sistema não permanecesse ocioso, tendo a vantagem de, nos momentos de pouca potência ativa gerada, compensar potência reativa;

- Em períodos onde o índice de incidência solar está alto, pode ser verificado que a geração de potência ativa perdura. Por outro lado, a geração de potência reativa prevalece quando o índice de radiação solar é baixo ou à noite;
- A potência aparente pode permanecer com valores próximos da potência nominal do inversor, mesmo com a redução do índice de insolação para zero, no caso da noite, o que pode ser considerada uma vantagem deste novo modelo de controle de sistemas fotovoltaicos.

3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA

3.1 Classificação da pesquisa quanto aos meios

A metodologia utilizada na pesquisa de campo foi de cunho quantitativo, fundamentada na quantificação dos dados coletados.

Fonseca (2002 *apud* GERHARDT; SILVEIRA, 2009) afirma que a pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. Os resultados da pesquisa podem ser quantificados centrando na objetividade e considerando que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros.

De acordo com Polit, Becker e Hungler (2004 *apud* GERHARDT; SILVEIRA, 2009) A pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana.

3.2 Classificação quanto aos fins

A pesquisa pode ser considerada como estudo de caso. O propósito de um estudo de caso é reunir informações detalhadas e sistemáticas sobre um fenômeno segundo Patton (2002 *apud* FREITAS; JABBOUR, 2010). É sustentado por um referencial teórico, que orienta as questões e proposições do estudo, reúne uma gama de informações obtidas por meio de diversas técnicas de levantamento de dados e evidências de acordo com Martins (2008 *apud* FREITAS; JABBOUR, 2010).

Através da coleta dos dados do local como: localização geográfica, radiação solar da região, área do telhado e sombreamento, análises de consumo e o uso de fórmulas, será possível dimensionar uma micro usina fotovoltaica para a edificação estudada e posteriormente mensurar sua viabilidade econômica e financeira.

3.2.1 Características do local de estudo

A área disponível para instalação do arranjo de painéis solares fotovoltaicos é uma informação essencial, pois pode comprometer a quantidade de painéis a serem instalados no local. O local disponível para a instalação das placas do sistema será o telhado do supermercado.

A radiação solar é a energia proveniente do Sol. Ela será transformada em corrente elétrica por intermédio dos painéis solares fotovoltaicos. O aproveitamento dessa radiação em eletricidade varia ao longo do ano e de acordo com a localização geográfica, estação do ano, inclinação dos painéis e outros fatores (SIQUEIRA, 2015).

3.2.2 Localização

As informações de endereço, latitude e longitude do local onde será instalado o microgerador devem ser conhecidas, para identificar a radiação do local. De maneira simples, o aplicativo computacional “*Google Maps*” possibilita coletar esses dados. O supermercado está localizado na Rua Fidelândia, nº212, Centro, Ataléia – MG.

A orientação dos painéis leva em consideração a orientação horizontal, ou seja, se estão voltados ao norte, sul, leste ou oeste. No Brasil, assim como em todos os locais situados ao sul do Equador, os geradores solares fotovoltaicos devem ser orientados ao norte, para maximizar a energia coletada ao longo do ano. A inclinação dos painéis está relacionada com o ângulo em relação à horizontal e geralmente pode ser considerada ótima quando possuir valor próximo ao da latitude local (SIQUEIRA, 2015).

FIGURA 4: Fachada do supermercado.



Fonte: Acervo próprio da pesquisa.

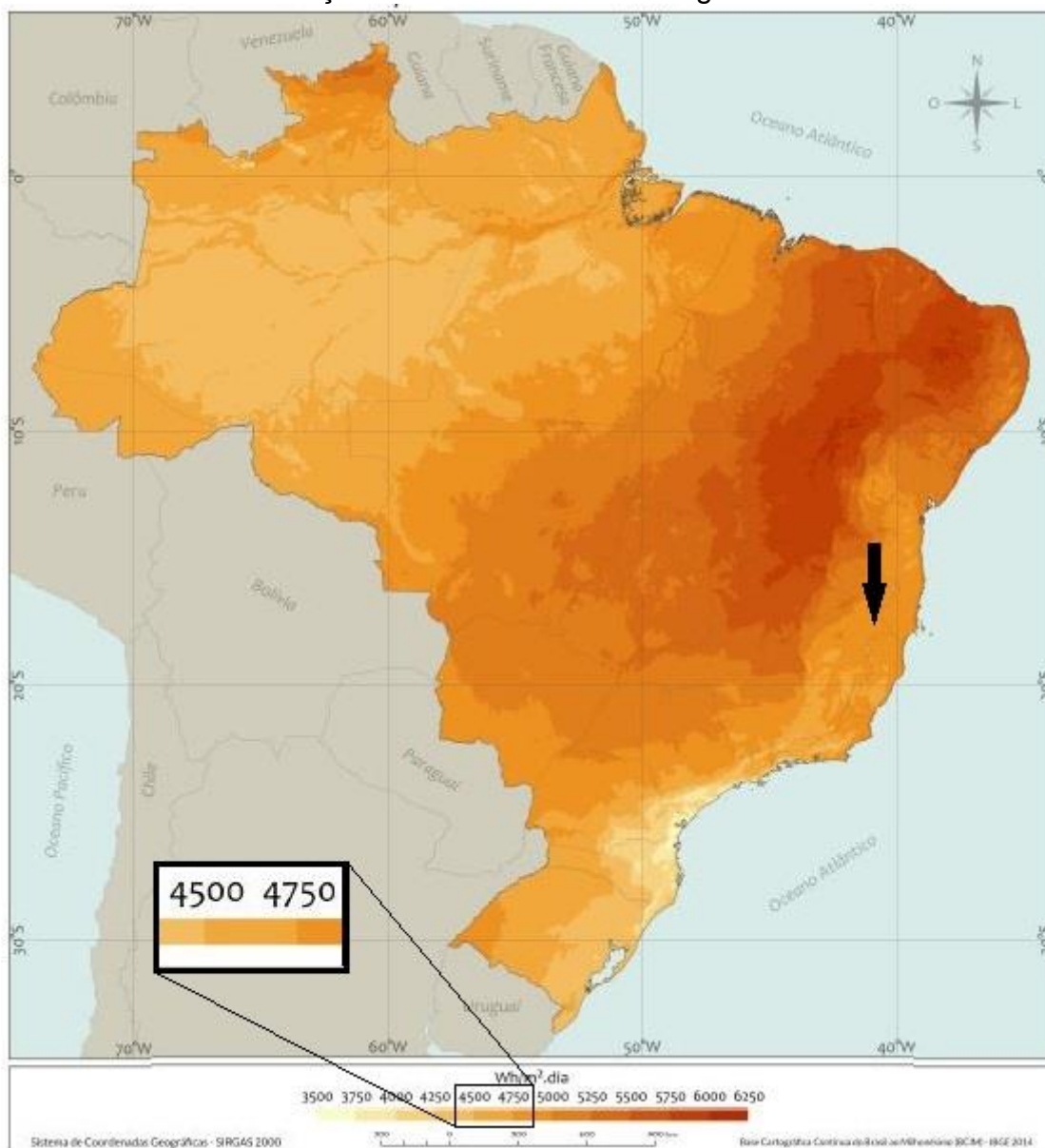
3.2.3 Horas de sol pleno

Fadigas (2011 *apud* TELES FILHO 2015) enfatiza que uma grandeza que deve ser considerada para o cálculo da energia gerada pelo sistema é o número de horas de sol pleno, HSP. Seu valor reflete o número de horas em um dia em que a radiação solar deve permanecer em 1000 W/m^2 , de forma que a energia resultante seja a mesma coletada no dia.

O valor da radiação média anual, também conhecida como horas de sol pleno (HSP) da região onde se localiza a cidade de Ataléia – MG é, de acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017), de $4,66 \text{ KWh/m}^2$ como pode ser observado na Figura 5.

O supermercado situa-se nas coordenadas geográficas Lat.: $-18^{\circ}02'52''$, Long.: $-41^{\circ}06'39''$.

FIGURA 5: Radiação solar média anual da região de Ataléia – MG.



Fonte: ANEEL (2017).

3.3 Tratamento de dados

É permitido ao consumidor, de acordo com a resolução 482/2012 da ANEEL, a instalação de pequenos geradores de energia elétrica em sua unidade consumidora conectados à rede da distribuidora local, com o intuito de reduzir o valor da sua fatura de energia. O consumidor pagará na sua fatura apenas a diferença entre consumo e a auto geração. Ainda segundo à resolução já citada é permitido também a instalação de painéis solares fotovoltaicos. Vale ressaltar que neste sistema, ainda é necessário

o pagamento dos custos de disponibilidade da rede elétrica, taxas de iluminação públicas e impostos no caso do grupo de baixa tensão (grupo B).

A estimativa da quantidade de energia que deverá ser produzida pelo micro gerador em uma unidade para compensação de energia é a primeira informação básica a se determinar. Para tal é averiguado o consumo de eletricidade na fatura de energia do local a ser instalado, em um período superior ou igual a 12 meses. De posse destes valores, é possível analisar a variação do consumo, de acordo com cada época do ano (SIQUEIRA, 2015).

Com os dados sobre radiação média solar, dimensões da edificação e consumo de energia em mãos, foram utilizadas fórmulas e comparações entre os valores médios de consumo antes e depois da instalação da micro usina, e também determinar a economia de energia e dinheiro durante a utilização da mesma, e posteriormente mensurar o tempo de retorno do investimento feito.

3.3.1 Dimensionamento da usina

O conversor estático CC-CA de potência para aplicações solares fotovoltaicas, comercialmente denominado de inversor solar, é um dispositivo eletrônico que condiciona a eletricidade em corrente contínua dos painéis em corrente alternada na mesma frequência e fase da rede elétrica.

A primeira etapa de dimensionamento consiste em determinar a potência mínima do inversor solar fotovoltaico conectado à rede elétrica através da equação (2):

$$P_{\text{inversor}} > \frac{C_{\text{diário}}}{\text{HSP} \times \eta_{\text{sombreamento}} \times \eta_{\text{painel}} \times \eta_{\text{inversor}} \times \eta_{\text{cabos}}} \quad (2)$$

Onde:

- $C_{\text{diário}}$: consumo de energia diário;
- HSP: horas de sol pleno;
- η : eficiência.

Alves (2016) salienta que para dimensionar a quantidade de painéis fotovoltaicos a serem utilizados, será necessário conhecer a potência do inversor e a potência do painel a serem utilizados.

Por conta do custo unitário e da área utilizada, é indicado a utilização de painéis comerciais de potência elevada. Atualmente, no mercado nacional está disponível para venda em comércio eletrônico modelos com potência de 270Wp. Considerando o valor encontrado na equação apresentada anteriormente, será possível encontrar a quantidade necessária através da equação (3) a seguir:

$$N_{\text{painéis}} = \frac{P_{\text{inversor}}}{P_{\text{painel}}} \quad (3)$$

Onde:

- P_{inversor} : é a potência do inversor;
- P_{painel} : é a potência do painel utilizado.

Após ser encontrado o valor de painéis necessários, deverá ser escolhido o melhor arranjo de instalação das placas no local definido. De acordo com o previsto, a potência do inversor deve ser superior à do conjunto de painéis. Os painéis podem ser associados em série, formando cadeias ou *strings*. A tensão terminal da cadeia de painéis consiste na soma da tensão de cada painel. A tensão de circuito aberto da cadeia de painéis deve ser inferior à máxima tensão suportada pelo inversor. As cadeias de painéis podem ser combinadas em paralelo, formando arranjos solares. Neste caso, a corrente do arranjo corresponde à soma das correntes de cada cadeia de painéis. A corrente de curto-circuito do arranjo deve ser inferior à capacidade de máxima de corrente do inversor. E ainda, como uma cadeia de painéis pode apresentar tensão diferente da outra por motivos construtivos ou sombreamento, é necessário inserir um diodo de potência para evitar a circulação de corrente reversa nos painéis (SIQUEIRA, 2015).

A quantidade de painéis em série ($N_{\text{série}}$) deve ser correspondente ao menor valor inteiro da relação entre a tensão máxima do inversor e a tensão total de circuito aberto ($V_{\text{OC_painel}}$) dos painéis conectados em série, conforme descrito na equação (4):

$$N_{\text{série}} = \frac{V_{\text{inv}}}{V_{\text{OC_painel}}} \quad (4)$$

Pode ser necessário reduzir a quantidade de painéis em série para formar arranjos convenientes, ou seja, reduzir a quantidade de painéis nas cadeias para depois os conectar em paralelo. Segundo Siqueira (2015), a quantidade máxima de cadeia de painéis em paralelo (N_{paralelo}) pode ser calculado pelo menor valor inteiro da relação entre a capacidade de corrente do inversor (I_{inv}) e a corrente de curto-circuito ($I_{\text{sc_painéis}}$) da cadeia de painéis de acordo com a equação (5) a seguir.

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{I_{\text{inv}}}{I_{\text{sc_painéis}}} \quad (5)$$

3.3.2 Análise Econômica da Instalação do Sistema Fotovoltaico

Por fim, depois dos cálculos da quantidade de painéis e da potência do inversor, será necessário fazer uma avaliação para constatar se estes realmente apresentam seus valores otimizados. Neste caso é construída uma tabela com os valores de consumo e geração de energia, total compensado e valor pago mensal. Este procedimento permite avaliar o custo e o retorno financeiro do investimento. Se necessário, a potência do inversor e a quantidade de painéis podem ser ajustadas à critério do consumidor para tornar o investimento mais atrativo economicamente.

FIGURA 6: Modelo de Tabela com os dados econômicos da unidade consumidora.

Mês	Consumo (KWh)	Injetado (KWh)	Crédito Mensal (KWh)	Crédito Acumulado (KWh)	Fatura sem SFCR	Fatura com SFCR	Diferença
Total:							

Fonte: Dados da própria da pesquisa.

Normalmente, a vida útil considerada de uma planta fotovoltaica é de no mínimo 25 anos. A grande maioria dos fabricantes de painéis garante eficiência em 90% nos 10 a 15 anos e de 80% com 25 anos. Dessa maneira, é notado uma lenta depreciação dos componentes, principalmente dos módulos fotovoltaico.

3.3.3 Cálculo de Payback

Com os dados coletados será possível calcular o tempo de retorno do investimento levando em consideração a economia de energia através da fórmula (6):

$$n = \frac{\log\left(\frac{c}{b^{12}}\right)}{\log\left(\frac{a}{b^{12}}\right)} \quad (6)$$

Em que:

$$a = (1 + r)$$

$$b = (1 + i)$$

$$c = (1 + i)^{12} + \frac{VP [(1 + r) - (1 + i)^{12}]}{v_1 \cdot s}$$

$$s = \frac{1 - (1 + i)^{-12}}{i}$$

Onde:

- r - Aumento tarifário médio;
- i – Taxa de juros do mercado ao mês;
- VP – Valor inicial do investimento;
- v1 – Estimativa do valor economizado médio mensal do primeiro ano.

Miranda (2014) pontua que para chegar-se a uma conclusão acerca da viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos de modo geral, é indispensável recorrer à legislação aplicada no local de instalação do sistema. Considerando que uma análise econômica representa os ganhos financeiros do projeto e seu tempo de retorno, deve-se conhecer acerca da média anual de reajuste para as tarifas

energéticas, bem como a respeito dos indicadores econômicos para análise de projetos, como por exemplo:

- Payback - período de tempo necessário para obter-se retorno de todo o investimento feito em alguma aplicação.
- Amortização - é um processo de extinção de uma dívida, através de pagamentos realizados provenientes do lucro obtido.
- VPL (Valor Presente Líquido) - ou VAL (Valor Atual Líquido) é o mais utilizado em estudo de viabilidades de projetos. Ele calcula o valor atual de todos os *cash-flows*, considerando os as taxas de juros apropriadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo dessa seção é ilustrar a aplicação da metodologia de dimensionamento do sistema micro gerador solar fotovoltaico conectado a rede elétrica.

4.1 Descrição do caso exemplo

Para elaboração do projeto foi utilizado o caso exemplo da edificação comercial Kim Supermercado localizado na Rua Fidelândia, 212, bairro Descamba, Ataléia, MG. O estabelecimento está enquadrado na Classe Comercial Bifásico. As coordenadas geográficas do local são: 18°2'53"S, 41°6'41"O.

Em visitas feitas no local estudado e através de conversas com o proprietário foi decidido de início que o mesmo tem a intenção de implantar um sistema autossuficiente para o edifício, portanto a pesquisa foi realizada para que possa atender totalmente a demanda do supermercado.

A edificação possui uma ótima área utilizável de telhado para a implantação da micro usina, com facilidade para fixação dos módulos solares, além de uma irradiação solar adequada, livre de sombreamentos ao longo de todo o dia. Em termos técnicos, o estabelecimento oferece condições viáveis para a geração de energia fotovoltaica.

4.2 Análise do Consumo e da Fatura do Supermercado

Segundo Siqueira (2015), a estimativa da quantidade de energia que deverá ser produzida pelo micro gerador em uma unidade para compensação de energia é a primeira informação básica a se determinar. Para tal é averiguado o consumo de eletricidade na fatura de energia do local a ser instalado, em um período superior ou igual a 12 meses. De posse destes valores, é possível analisar a variação do consumo, de acordo com cada época do ano.

Os dados da Tabela 2 a seguir apresentam o histórico de consumo dos últimos 12 meses e também o consumo diário dentro desse mesmo período que serviram de embasamento para a pesquisa.

TABELA 2: Histórico de consumo de energia do Supermercado.

HISTÓRICO DE CONSUMO DO SUPERMERCADO	
Mês/Ano	Consumo KWh/Mês
set/16	982
out/16	1347
nov/16	921
dez/16	1061
jan/17	1119
fev/17	1211
mar/17	1293
abr/17	1223
mai/17	1309
jun/17	1175
jul/17	1035
ago/17	1247
Média Mensal:	1160,25
Média Diária:	38,15

Fonte: Adaptado CEMIG (2017).

Portanto o consumo médio mensal do Supermercado é de aproximadamente 1161 KWh/mês e 39 KWh/dia. O consumo médio de energia elétrica é diretamente utilizado para o dimensionamento do sistema.

4.3 Dimensionamento

4.3.1 Horas de sol pleno

As Horas de Sol Pleno (HSP) é definida como o intervalo de tempo, em horas, em que se concentraria, ao longo do dia, uma hipotética radiância solar constante de 1000 W/m² (SIQUEIRA, 2015).

De acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017), a região em que a cidade de Ataléia está situada recebe, em média anual, cerca de 4,66KWh/m² de irradiação solar. Isso quer dizer que a quantidade de radiação solar recebida é

equivalente a um dia que tem 4,66 horas de incidência solar a 1000W/m² (máxima radiação solar) e o resto do dia totalmente escuro, ou simplesmente, 4,66 HSP.

4.3.2 Potência mínima do inversor

Conforme foi descrito previamente na equação (2), através do consumo diário de energia e da quantidade de horas de sol pleno foi possível o dimensionamento do inversor a ser utilizado na instalação. Além disso foi necessário conhecer, ou estimar, a eficiência dos componentes e perdas do sistema (painéis, inversores, cabos e sombreamento). Neste trabalho de pesquisa foi estipulado uma eficiência global de 0,85% destes componentes.

A potência mínima do inversor foi dimensionado da seguinte forma:

$$P_{\text{inversor}} = \frac{39}{4,66 \times 0,85} = 9,85 \text{ KW} \quad (7)$$

4.3.3 Número de painéis

De acordo com o que foi descrito anteriormente, a quantidade de painéis utilizados varia em função da potência de cada painel. Siqueira (2015) diz que, em virtude do custo unitário e da área utilizada, é recomendável a utilização de painéis comerciais de maior potência.

Para este projeto utilizamos um modelo que está disponível para venda no meio eletrônico da marca Canadian modelo CSI CS6K-270P com potência de 270W conforme descrito no Anexo F. Desta forma a quantidade de painéis pode ser calculada da seguinte forma:

$$N_{\text{painéis}} = \frac{9,85 \text{ KW}}{270 \text{ W}} = 36,4 \quad (8)$$

A quantidade de energia necessária para a edificação será gerada, a princípio, por 37 painéis solares, porém este número pode variar com a avaliação do critério econômico pelo cliente.

Para a obtenção de uma maior capacidade de geração de energia a disposição da instalação dos painéis também é um fator importante para o sistema (RIBEIRO, 2012).

Sendo assim foi possível utilizar de dois tipos de disposições: em série (9) e em paralelo (10) de acordo com o que foi visto anteriormente nas formulas (4) e (5) respectivamente. Considerando a tensão máxima do inversor de 1000 V, a corrente nominal do inversor 36 A, tensão de circuito aberto do painel de 37,9 V, e corrente de curto-circuito de 8,75 A, tem-se:

$$N_{\text{série}} = \frac{1000}{37,9} = 26 \quad (9)$$

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{36}{8,75} = 4 \quad (10)$$

4.4 Avaliação do Critério Econômico da Instalação

A Tabela 3 a seguir, apresenta os gastos mensais simulados em seus respectivos períodos de utilização contendo os 37 painéis encontrados anteriormente. Nela é apresentada a energia consumida e a gerada mensalmente pela micro usina fotovoltaica de acordo com a radiação solar em cada mês, o valor do crédito de energia elétrica quando o valor gerado superar o consumido, e a diferença entre a fatura sem e com o SFCR. O valor da tarifa de energia elétrica utilizada foi a do mês de agosto de 2017, que para tal classe é R\$ 0,73.

TABELA 3: Dados econômicos da unidade consumidora.

Mês	Consumo (KWh)	Injetado (KWh)	Crédito Mensal (KWh)	Crédito Acumulado (KWh)	Fatura sem SFCR	Fatura com SFCR	Diferença
Setembro	982	1075	93	93	R\$ 775,78	R\$ 22,21	R\$ 753,57
Outubro	1347	1104	-243	-150	R\$ 1.064,13	R\$ 109,50	R\$ 954,63
Novembro	921	1100	179	29	R\$ 727,59	R\$ 22,21	R\$ 705,38
Dezembro	1061	1189	128	157	R\$ 838,19	R\$ 22,21	R\$ 815,98
Janeiro	1119	1301	182	339	R\$ 884,01	R\$ 22,21	R\$ 861,80
Fevereiro	1211	1291	80	419	R\$ 956,69	R\$ 22,21	R\$ 934,48
Março	1293	1313	20	439	R\$ 1.021,47	R\$ 22,21	R\$ 999,26
Abril	1223	1155	-68	371	R\$ 966,17	R\$ 22,21	R\$ 943,96
Mai	1309	1126	-183	188	R\$ 1.034,11	R\$ 22,21	R\$ 1.011,90
Junho	1175	978	-197	-9	R\$ 928,25	R\$ 6,57	R\$ 921,68
Julho	1035	1073	38	29	R\$ 817,65	R\$ 22,21	R\$ 795,44
Agosto	1247	1202	-45	-16	R\$ 985,13	R\$ 11,68	R\$ 973,45
Total:	13923	13907	-16	1889	R\$ 10.999,17	R\$ 327,64	R\$ 10.671,53

Fonte: Dados da própria pesquisa.

Portanto, o sistema com 39 painéis gera a energia necessária para alimentar a edificação ocasionando em uma economia na ordem de 97% no período analisado de acordo com a tabela acima.

Como pode ser observado na Tabela 3, nos meses em que a geração de energia ultrapassa o valor consumido o proprietário paga apenas a taxa de disponibilidade do sistema, pois a quantidade de energia gerada pelo sistema fotovoltaico ultrapassou a quantidade de energia consumida naquele período de tempo.

Siqueira (2015) destaca que é de suma importância salientar que qualquer concessionária distribuidora de energia exige o pagamento do custo de disponibilidade da rede elétrica. Isso significa dizer que em nenhuma hipótese o consumidor deixará de pagar integralmente o valor do consumo mínimo da fatura de energia.

O valor cobrado pela disponibilização de energia de acordo com a CEMIG para a classe comercial bifásico é de R\$22,21.

4.4.1 Análise orçamentária

Para analisar a viabilidade econômica do projeto, foram solicitados orçamentos junto a empresas especializadas em energia fotovoltaica que apresentaram propostas comerciais para o fornecimento dos componentes e instalação da micro usina.

4.4.1.1 *Neosolar*

A empresa Neosolar está localizada na cidade de Paraíso, São Paulo, e atua no mercado nacional o que motivou a escolha da mesma. Desta forma podemos obter parâmetros de valores de mercados fora do âmbito regional.

Por conta de critérios comerciais e mercadológicos da empresa, a mesma optou por algumas alterações nos componentes e nos valores do dimensionamento relacionados anteriormente fornecendo um orçamento de acordo com o Anexo A, que serviu como base para a Tabela 4 a seguir:

TABELA 4: Dados do sistema fotovoltaico fornecidos pela Neosolar.

DADOS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	
Quantidade de painéis	26
Potência de um painel	260W
Potência total dos painéis	6,890KWp
Quantidade de inversores	1
Área estimada da instalação	44,20m ²
Valor do Investimento	R\$ 45.653,47

Fonte: Adaptado Neosolar.

Pode-se notar que a empresa optou pela utilização de 26 módulos fotovoltaicos com potência de 260W cada e de um inversor para se atender a potência de 6,89 KWp. Tais critérios de escolha levam em consideração a disponibilidade de inversores e módulos no mercado, seus valores comerciais e a disponibilidade de espaço para instalação dos mesmos. Existem módulos com potência inferior e naturalmente com peso e área também inferiores que poderiam ter sido escolhidos, porém, essa opção cabe à empresa, que leva em consideração a fábrica que lhe fornece os equipamentos e as especificidades do cliente.

4.4.1.2 Delevy Solar

Localizada na cidade de Teófilo Otoni – MG, a Delevy foca suas atuações no mercado de micro geração de energia solar para casas e negócios. A empresa fica a aproximadamente 70km do local onde será instalada a micro usina fotovoltaica, o que em termos de logística, facilita a aquisição e instalação.

Na Tabela 5 a seguir está relacionado os dados sobre o sistema fotovoltaico utilizado pela empresa, equipamentos e instalação da micro usina de acordo com o Anexo B.

TABELA 5: Dados do sistema fotovoltaico fornecidos pela Delevy Solar.

DADOS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	
Quantidade de painéis	28
Potência de um painel	325W
Potência total dos painéis	9,10KWp
Quantidade de inversores	1
Área estimada da instalação	60m ²
Valor do Investimento	R\$ 45.000,00

Fonte: Adaptado Delevy Solar.

A usina terá um custo de instalação de R\$ 45.000,00. O módulo fotovoltaico utilizado pela empresa no dimensionamento da usina apresenta 325W de potência nominal cada, necessitando 28 módulos e 1 inversor para conseguir atingir a potência instalada de 9,10 kWp demandada pelo sistema. Percebe-se que empresa optou por utilizar componentes diferentes no dimensionamento da usina se comparado com o orçamento anterior, tal diferença se dá devido à utilização de fornecedores diferentes e critérios subjetivos quanto à segurança de atendimento da demanda da usina.

4.4.1.3 Seltec

Empresa sediada na cidade de Teófilo Otoni - MG, a Seltec Soluções Elétrica e Tecnológicas, começando suas atividades a partir do ano de 2007, vindo a ser pioneira no mercado de micro geração distribuída de energia solar fotovoltaica em Teófilo Otoni e região. Atuante no mercado a nível nacional desde 2012, tendo seu diretor executivo como sócio fundador da ABGD – Associação Brasileira de Geração Distribuída, da qual também é vice-diretor. A proposta técnica e comercial apresenta os seguintes dados descritos na Tabela 6 de acordo com o Anexo C:

TABELA 6: Dados do sistema fotovoltaico fornecidos pela Seltec.

DADOS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	
Quantidade de painéis	35
Potência de um painel	208W
Potência total dos painéis	9,80KWp
Quantidade de inversores	2
Área estimada da instalação	59m ²
Valor do Investimento	R\$ 60.000,00

Fonte: Adaptado Seltec.

Necessitando de 59m² de área livre no telhado para acomodação dos 35 módulos fotovoltaicos com 208W de potência, conseguiu-se atender a demanda calculada em 9,8KWp controlados por 2 inversores. Por questões de mercado a empresa opta pela utilização de componentes diferentes dos apresentados anteriormente.

4.4.1.4 Emap

A Emap Solar é uma especialista e pioneira no Brasil em implantação de usinas fotovoltaicas e sistemas fotovoltaicos de geração distribuída.

Com sede na cidade de Nova Lima – MG, em seu portfólio encontram-se alguns dos principais projetos fotovoltaicos executados no país, como: a montagem das estruturas de suporte e de 6 mil módulos fotovoltaicos da Usina Solar Fotovoltaica do Mineirão, primeiro estádio solar do Brasil, a primeira instalação de geração distribuída da cidade de Belo Horizonte. A Tabela 7 lista os dados fornecidos pela empresa baseando-se no Anexo D.

TABELA 7: Dados do sistema fotovoltaico fornecidos pela Emap.

DADOS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	
Quantidade de painéis	32
Potência de um painel	275W
Potência total dos painéis	8,8KWp
Quantidade de inversores	1
Área estimada da instalação	54m ²
Valor do Investimento	R\$ 57.900,00

Fonte: Adaptado Emap.

De acordo com o dimensionamento feito pela empresa, chegou-se a potência de 8,8KWp, utilizando-se de 1 inversor para alcançar a potência necessária e 32 módulos, que ocuparão uma área de 54m².

4.4.1.5 Skysol

A Skysol Energia Solar é uma empresa também com sede na cidade de Teófilo Otoni – MG especializada em projetos de sistemas de geração de energia elétrica através de Painéis Solares e Aero geradores. Atuam em processos de análise e viabilidade de sistema, instalação e fornece consultoria completa. A localização próxima ao local de instalação da micro usina foi um dos fatores principais para a escolha da empresa.

Na Tabela 8, estão descritos os dados dos componentes dimensionados pela empresa para a instalação do sistema fotovoltaico utilizando como base o Anexo E:

TABELA 8: Dados do sistema fotovoltaico fornecidos pela Skysol.

DADOS DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	
Quantidade de painéis	32
Potência de um painel	330W
Potência total dos painéis	10,56KWp
Quantidade de inversores	2
Ária estimada da instalação	Não informado
Valor do Investimento	R\$ 55.028,89

Fonte: Adaptado Skysol.

Devido a opções mercadológicas adotadas pela empresa, a mesma apresenta componentes de características diferentes dos apresentados anteriormente pelas outras empresas. Sendo necessários 32 painéis fotovoltaicos com 330W de potência cada um. Essa quantidade de painéis atenderá a uma demanda de 10,56KWp utilizando 2 inversores.

Não foi informada a área de cobertura que será ocupada pelos painéis fotovoltaicos.

A micro usina terá um custo de instalação no valor de R\$55.028,89 segundo a empresa.

4.5 Análise do Tempo de Retorno do Investimento (Payback)

Na tabela 02 é possível constatar que seria economizado R\$ 10.671,53 durante o primeiro ano. Desta maneira, economia média mensal é de R\$ 889,29.

De acordo com os dados da ANEEL, o custo da energia elétrica teve um aumento de 32% nos últimos 11 anos. Pode-se constatar então que houve um aumento anual médio de 2,6%. Outro fator que deve ser considerado, é a taxa de juros do mercado. Para o desenvolvimento desta pesquisa foi considerado a taxa da poupança que hoje, pode ser estimado em torno de 0,6% ao mês. O valor inicial do investimento usado como base foi de R\$ 45.000,00 fornecido pela empresa Delevy Solar, sendo o de menor valor orçado e por ser uma empresa próxima ao local da instalação torna o negócio atrativo.

De posse destes dados foi possível, através da formula (6) encontrar o tempo de retorno do investimento seguindo a resolução:

$$\begin{aligned} r &= 2,6\% \\ i &= 0,6\% \\ V_p &= 45.000 \\ V_1 &= 889,29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= (1+2,6\%) = 1,026 \\ b &= (1+0,6\%) = 1,006 \end{aligned}$$

$$S = \frac{1 - (1,006)^{-12}}{0,006} = 11,54$$

$$C = (1,006)^{12} + \frac{45000[(1,026) - (1,006)^{12}]}{889,29 \times 11,54} = 0,859$$

$$\eta = \frac{\text{Log} (0,859 \div 1,006^{12})}{\text{Log} (1,026 \div 1,006^{12})} = 4,85$$

Portanto o retorno do valor investido na instalação do sistema fotovoltaico será em um período de aproximadamente 5 anos após a instalação do mesmo. Desta forma foi possível observar a viabilidade do negócio, já que a partir do quinto ano até o 25º ano, onde pode ser considerado a vida útil do sistema, será de total lucro para o cliente tornando o projeto viável economicamente.

Ikuta Júnior e Goya (2014) enfatizam que o *payback* é bastante influenciado pelo comportamento de consumo da edificação, sendo extremamente vantajoso se o consumo for nos períodos de sol, acarretando em uma maior economia sobre a energia faturada.

5 CONCLUSÃO

Dentro do contexto energético nacional podemos verificar uma matriz energética praticamente centrada na geração de energia através das hidrelétricas, além disso, aliado aos avanços tecnológicos e da população, o consumo de energia vem aumentando gradativamente, sendo assim há a necessidade de se diversificar a geração de energia elétrica no Brasil.

Este trabalho apresenta uma metodologia para dimensionamento de um micro gerador fotovoltaico em um supermercado apresentando uma alternativa que alia sustentabilidade, economia e eficiência no que tange a geração energética.

Os cálculos de dimensionamento do sistema fotovoltaico levaram a conclusão de que serão necessários 37 módulos fotovoltaicos para atender à demanda do supermercado, este valor foi alcançado utilizando como base para cálculo a potência de 270W para cada módulo e o consumo médio mensal de 1160,25KWh da edificação.

Através da projeção de economia mensal simulada com a instalação da micro usina solar fotovoltaica permitiu chegarmos à conclusão de que ao final do período de 12 meses utilizando o sistema fotovoltaico, a economia de energia pode chegar a uma ordem de 97% podendo variar para mais ou para menos dependendo de alguns fatores como consumo, quantidade de radiação solar recebida e mudanças climáticas.

As análises orçamentárias feitas se basearam na proposta da empresa Delevy Solar presente no Anexo B para atender à demanda total do Supermercado. A empresa optou pela utilização de módulos fotovoltaicos de 325W de potência devido à questões mercadológicas e preferenciais da empresa. Através da formulação proposta na metodologia, foi possível constatar que o tempo do retorno financeiro se altera de acordo com o perfil de consumo, investimento inicial, aumento anual tarifário, taxa de juros e valor economizado no primeiro ano da instalação. Nos resultados encontrados, a instalação do sistema é viável para uma micro usina fotovoltaica no supermercado pois a vida útil dos componentes do sistema é em torno de 25 anos, com um investimento inicial de R\$ 45.000, o retorno deste valor é alcançado após 5 anos da instalação da micro usina, o período subsequente a este será de total lucro para o cliente pois o excesso de energia gerada será convertida em créditos utilizáveis em toda a malha elétrica da CEMIG.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. L. et al. *Sistema Solar Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica Operando como Gerador de Potência Ativa e Compensador de Energia Reativa*. 2009. 6f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.
- ALMEIDA, A. D.; SALES, D. F.; *A Viabilidade da Instalação de uma Micro Usina Fotovoltaica no Supermercado Filadélfia no Município de Teófilo Otoni - MG*. 2016. 96f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni, Teófilo Otoni - Mg, 2016.
- ALVES, D. L.; *Geração Solar Fotovoltaica*. 2016. 88f. - Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2016. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/dennysalves/disciplinas/energia-solar-fv/apostila_geracao_solar_fv_0.9.1>. Acesso em: 12 abr. 2017.
- ANEEL. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. 2ed. Brasília: ANEEL, 2017. 80p. Disponível em: <http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf>. Acesso em: 13 de setembro de 2017.
- BIRNFELD, A.; *Estudo sobre as opções tecnológicas em energia renovável para aplicação na região oeste de Santa Catarina*. 2014. 72f. Dissertação (Mestrado) - Curso de MBA em Gestão Estratégica de Negócios, Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc Campus de Videira, Videira - SC, 2014. Disponível em: <<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/Monografia-Aline-Birnfeld.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2017.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. EPE, Empresa de Pesquisa Energética. BEN, *Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas)*. 2017. Brasil 2017. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9tricaporclasse\(regi%C3%B5esesubsistemas\)%E2%80%932011-2012.aspx](http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9tricaporclasse(regi%C3%B5esesubsistemas)%E2%80%932011-2012.aspx)>. Acesso em: 20 out. 2017.
- _____. Ministério de Minas e Energia. EPE, Empresa de Pesquisa Energética. BEN, *Balanco Energético Nacional 2013: ano base 2011*. 2013, 4f. Rio de Janeiro, RJ. 2013.
- COSTA, C. K. da.; *Caracterização da biomassa residual gerada na produção de etanol de segunda geração a partir de Arundo donax L*. 2016. 42f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2017/01/TCC-CARLA-DA-COSTA.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2017.
- FREITAS, W. R. de S.; JABBOUR, C. J. C.; *O Estudo de Caso(s) como Estratégia de Pesquisa Qualitativa: Fundamentos, Roteiro de Aplicação e Pressupostos de Excelência*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2010.

14f São Carlos – Sp. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_122_790_15342.pdf>.
Acesso em: 17 nov. 2017.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T.; *Métodos de Pesquisa*. 2009. 120f. - Curso de Graduação Tecnológica Planejamento e Gestão Para O Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

GROTH, J. A.; *Usina de Geração Fotovoltaica: Custo de implementação, Operação e Taxa de Retorno do Investimento*. 2013. 121 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

IKUTA JÚNIOR, E. S.; GOYA, F. T. *Estudo da Viabilidade Técnico-econômica de Sistemas Fotovoltaicos Interligados à Rede Elétrica em Diferentes Cenários de Geração*. 2014. 102 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Elétrica Com Ênfase em Eletrotécnica, Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

LEÃO, G.; *A Importância da Geração Distribuída na Matriz Energética*. 2017. Disponível em: <<https://www.incentivesolar.com.br/single-post/2017/05/29/A-Importancia-da-Geracao-Distribuida-na-Matriz-Energetica>>. Acesso em: 18 out. 2017.

LE CORRE, J.; The Boston Consulting Group. *Geração de Energia Solar Descentralizada: Cenários e implicações para o setor no Brasil*. 2017. Disponível em: <[http://image-src.bcg.com/Images/Geracao de Energia Solar Descentralizada_tcm15-158397.pdf](http://image-src.bcg.com/Images/Geracao%20de%20Energia%20Solar%20Descentralizada_tcm15-158397.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2017.

MAGALHÃES, M. V.; *Estudo de utilização da energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil*. 2009. 50 f. Monografia (Graduação) - Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Economia291554>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MATAVELLI, A. C.; *Energia solar: geração de energia elétrica utilizando células fotovoltaicas*. 2013. 34 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de Lorena – USP, Lorena - SP, 2013. Disponível em: <<https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2013/MEQ13015.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2017.

MENDES, L.; *Geração Distribuída no Brasil*, 2017. Disponível em: <<http://astrasolar.com.br/energia-distribuida/geracao-distribuida-no-brasil/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

NASCIMENTO, C. A.; *Princípio de Funcionamento da Célula Fotovoltaica*. 2004. 21f. Monografia - Curso de Pós-graduação Lato-sensu em Fontes Alternativas de

Energia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004. Disponível em: <http://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf>. Acesso em: 21 maio 2017.

NAKABAYASHI, R.; *Microgeração Fotovoltaica no Brasil: Viabilidade Econômica*. 2014. 58f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Energia, Instituto de Energia e Ambiente da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

NOGUEIRA, L. A. H.; CARDOSO, R. B. *Perspectivas da Matriz Energética Mundial e no Brasil*. *Revista O Setor Elétrico*, São Paulo, SP, v.2, p.32-43, nov. 2007.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. EPE, Empresa de Pesquisa Energética. BEN, Balanço Energético Nacional 2013: ano base 2011. 2013, 4f. Rio de Janeiro, RJ. 2013.

RIBEIRO, C. H M.; *IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA*. 2012. 74 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto - MG, 2012. Disponível em: <[http://www.em.ufop.br/cecau/monografias/2012/Cesar Henrique Maciel Ribeiro.pdf](http://www.em.ufop.br/cecau/monografias/2012/Cesar%20Henrique%20Maciel%20Ribeiro.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2017.

RODRIGUES, I. S.; *Geração Distribuída no Setor de Energia Elétrica no Brasil*. 2016. 58 f. Monografia (Graduação) - Curso de Economia, Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.econ.puc-rio.br/uploads/adm/trabalhos/files/Isabel_Sampaio_Rodrigues.pdf>. Acesso em: 17 out. 2017.

SILVA, N. F.; *Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: O Caso da Energia Eólica*. 2006. 267f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências em Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2006. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/nfsilva.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2017.

SILVESTRI, A. F.; TAKASAKI, Vinícius Garcia. *Estudo de Viabilidade para Implantação de Geração Fotovoltaica em Shopping Centers na Região de Curitiba*. 2014. 101 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Elétrica Ênfase Eletrotécnica, Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SIQUEIRA, L. M. de. *Estudo do Dimensionamento e da Viabilidade Econômica de Microgerador Solar Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica*. 2015. 52f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

TELES FILHO, P. M. C.; *Estudos da Viabilidade Econômica da Micro e Minigeração Fotovoltaica à Luz da Resolução Normativa nº 482 da ANEEL*. 2015. 91f. Dissertação (Pós-Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2015.

Disponível em: < <http://www.gpec.ufc.br/novasdissertacoes/9.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2017.

ANEXO A – PROPOSTA COMERCIAL DA NEOSOLAR

**NeoSolar**

JONATHAN RODRIGUES
ATALEIA, MG
210417
20/10/2017

VEM
PRO
SOL



INVESTIMENTO SEGURO E RETORNO GARANTIDO

- Economia imediata na conta de luz
- Valorização do imóvel e/ou da sua empresa
- Pelo menos 20 anos de energia grátis após o retorno do investimento
- Proteção contra potenciais aumentos da tarifa e racionamentos de energia



SIMPLES E FÁCIL

- Instalação rápida e sem necessidade de obras - em média a instalação dura 2 dias
- Baixíssima manutenção - apenas limpeza esporádica dos módulos



ENERGIA LIMPA E INFINITA

- Energia 100% renovável
- Sem ruídos e sem emissão de gases poluentes
- Redução de impacto ambiental





PORQUE NEOSOLAR

Oferecemos Soluções Completas, adequadas ao perfil de cada cliente. Pensamos em cada detalhe, desde a avaliação inicial, passando pela elaboração do projeto até a escolha dos melhores equipamentos e a instalação, sempre feita por profissionais especializados com muita segurança e qualidade.

- Estamos no mercado há mais de 5 anos
- Trabalhamos com marcas consolidadas e líderes de mercado
- Somos referência técnica e oferecemos treinamento e capacitação para profissionais especializados de todo o Brasil.

A Neosolar
é pioneira
e referência
em Energia Solar
no Brasil.

Mais de 5.000 clientes.
Mais de 3MW vendidos.

1º sistema homologado
no estado de SP.

Temos estoque
próprio e atendemos
em todo Brasil.

Soluções Completas.
Cuidamos de todos
os detalhes
do seu projeto.

Mais de 500 engenheiros
e técnicos capacitados
pelo nosso Centro
de Treinamento.

Garantia de aprovação
junto à distribuidora.

Equipe especializada
de engenharia
e instalação.

Instalação mais rápida
e segura do mercado,
com projeto e homologação
em tempo recorde!

1º projeto certificado
LEED em SP.

Somos fundadores da ABSOLAR e membros da ABGD





ALGUNS DE NOSSOS PROJETOS

Seja o próximo a gerar a sua própria energia e venha fazer parte desta revolução!



Casa Cor
Campo Grande . MS



Galeria
Ribeirão Preto . SP



Condomínio
Belém . PA



Casa Aqua . Casa Cor
São Paulo . SP



ETE
Campos dos Goytacazes . RJ



Casa
Igaratá . SP





COMO TRABALHAMOS

- AVALIAÇÃO** **1**

Nossos consultores irão estudar a melhor solução para você e apresentar as formas de pagamento para você adquirir o seu sistema.
- PROJETO** **2**

Após o aceite da proposta, nossos engenheiros elaboram o projeto e cuidam de toda a papelada para aprovação da distribuidora. Você não precisa se preocupar com nada.
- INSTALAÇÃO** **3**

Equipamentos de ponta não é o suficiente. Instaladores especialistas garantem a rapidez, eficiência e durabilidade do sistema.
- MONITORAMENTO** **4**

Uma vez instalado você monitora a produção de energia online, por celular ou web. Transparência e suporte com retorno garantido.
- ECONOMIA** **5**

A economia já começa logo no primeiro mês e mesmo depois que o sistema se paga, são pelo menos 20 anos de energia grátis.





SOLUÇÃO PROPOSTA

DADOS DO CLIENTE

CONSUMO KWH/MÊS	INSTALAÇÃO EM TELHADO	CIDADE ESTADO	TARIFA MÉDIA POR KWH	DISTRIBUIDORA
1.160,27	Telhado inclinado de Cerâmica ou Metálico	Atalaia MG	R\$ 0,73	CEMIG Distribuição S/A

DADOS DO SISTEMA

PAINÉIS	POTÊNCIA TOTAL	MARCA INVERSOR	ÁREA ESTIMADA	TENSÃO
26 x 265Wp Canadian Solar	6,890 kw	1 x Fronius	44,20 m ²	127/220 V

OBSERVAÇÕES

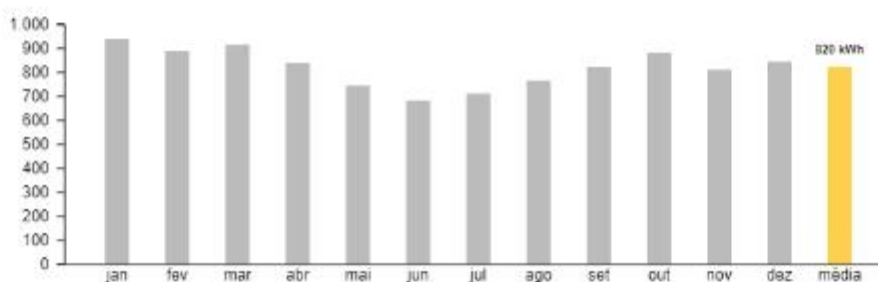
Este é um pré-orçamento que considera condições padrões de instalação.

Para mais detalhes entrar em contato com nossa equipe comercial





ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO MENSAL (PRODUÇÃO MÉDIA: 820 KWH/MÊS)



ECONOMIA DE ENERGIA (KWH/MÊS)



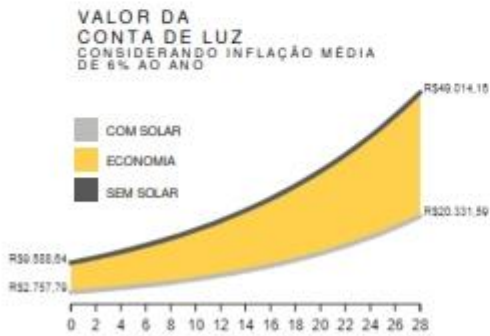
70,757%
de economia de
energia





RETORNO DO PROJETO

VEJA QUANTO VOCÊ PODE ECONOMIZAR GERANDO SUA PRÓPRIA ENERGIA



AMBIENTAL

A cada painel solar instalado, são evitadas emissões de gases de efeito estufa na atmosfera por mais de 30 anos. Veja em números a economia obtida com seu sistema de energia solar ao longo de 25 anos



**141.134
TON DE
CO2**



**1.008
ÁRVORES**



**1.286.984
KM
RODADOS
DE CARRO**





PREÇOS E CONDIÇÕES COMERCIAIS

EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS INCLUSOS

- Kit Gerador solar completo
- Material elétrico e acessórios
- Projeto e homologação junto à distribuidora
- Serviço de instalação
- Sistema de monitoramento web e smartphone

VALOR DO INVESTIMENTO

R\$45.653,47

4 PARCELAS + ENTRADA FACILITADA		CARTÃO DE CRÉDITO		OPÇÕES DE PARCELAMENTO			
Entrada	R\$ 4.565,35	até 10x	R\$ 4.565,35	Sem Entrada		Entrada	R\$ 13.696,04
30 dias	R\$ 13.696,04			10x	R\$ 4.565,35	10x	R\$ 3.195,70
60 dias	R\$ 9.130,69			24x	R\$ 2.187,64	24x	R\$ 1.531,33
90 dias	R\$ 9.130,69			36x	R\$ 1.636,77	36x	R\$ 1.145,73
120 dias	R\$ 9.130,69			60x	R\$ 1.235,08	60x	R\$ 864,54
				120x	Consultar	120x	Consultar

*Crédito e condições sujeitos à análise e aprovação

CONSULTE OUTRAS FORMAS DE PARCELAMENTO

- Juros a partir de 0,7% ao mês
- Em até 120 meses
- Carência de até 12 meses

EMPRESAS

Condições especiais de parcelamento





CONDIÇÕES GERAIS

GARANTIAS

Painéis: 25 anos de garantia de performance e 10 anos contra defeito de fabricação

Inversor: 5 anos contra defeito de fabricação

Estruturas de suporte/fixação: 12 anos contra defeitos de fabricação

Instalação: 1 ano de garantia

Este é um pré orçamento e pode sofrer alterações após o envio de informações mais detalhadas do projeto e após visita técnica a ser agendada posteriormente.

Prazo estimado para conclusão: até 90 dias

Validade da proposta: 10 dias



NEOSOLAR ENERGIA
11 4328-5113
ORCAMENTO@NEOSOLAR.COM.BR

R. Cel. Paulino Carlos, 176
04006-040 - Paraisópolis - São
Paulo
+55 11 4328 5113





OBRIGADO!
QUALQUER DÚVIDA
ESTAMOS À
DISPOSIÇÃO.

NeoSolar

Vem pro Sol.

NEOSOLAR ENERGIA
11 4328-5113
ORCAMENTO@NEOSOLAR.COM.BR

R. Cel. Paulino Carlos, 176
04006-040 . Paraíso
São Paulo . SP
+55 11 4328 5113
neosolar.com.br

ANEXO B – PROPOSTA COMERCIAL DA DELEVY SOLAR

Teófilo Otoni/MG, 01 de novembro de 2017

CLIENTE: Uilton Santa Cruz Silva

CPF: 046.093.006-05

ENDEREÇO: Rua Fidelândia, 212

BAIRRO: Descamba **CEP:** 39.850-000

CIDADE: Ataleia **ESTADO:** MG

ENDEREÇO DA OBRA: À Combinar

Usina Solar Fotovoltaico total – 9.10 kwp

Geração 1.200 kwh / mês

Focado no mercado de micro geração de energia verde para casas e negócios, desenvolvemos todas as etapas, desde a criação de seu projeto ao planejamento e sua execução.

Delevy Inovações Tecnológicas - Promovendo autonomia energética!

Consultor: Marcos Franca

Telefone de contato: (33) 98713 4653

E-mail: engenhariadelevy@gmail.com



PROPOSTA PRELIMINAR

De acordo com as informações fornecidas até o momento, elaboramos um estudo de viabilidade e **Proposta preliminar sob medida**, sujeitos a alterações de acordo com as solicitações do cliente, espaço disponível, limitações técnicas e operacionais, para atender à sua demanda energética.

Sendo assim, sugerimos a implantação de um **sistema solar fotovoltaico, conectado à rede (grid-tie), de 9.10 kw** de potência instalada que irá gerar **1.200 kWh/mês**, proporcionando **economia, conforto e segurança para o seu imóvel.**

Veja abaixo um resumo do seu sistema:

Sistema	Potência instalada "kWp"	Número de placas UNID	Área necessária m ²	Consumo médio mensal kWp/mês	Produção estimada kWh/mês	Autonomia alcançada %
comercial	9.10	28	60	1.145	1.200	100

Obs.: Vale ressaltar que os módulos fotovoltaicos possuem vida útil de 25 anos, com baixa manutenção, além de ser um sistema modular, podendo ser adaptado ao espaço disponível da cobertura ou à vontade do cliente no que diz respeito à potência instalada, número de placas fotovoltaicas, orçamento disponível, etc.

SOLUÇÃO SOLAR

DIAGNOSTICO ATUAL	
Consumo médio atual	1.145 kWh/mês
Classificação tarifária	comercial bifásico
Fatura mínima	50 kWh/mês
Consumo a ser suprido	1.095 kWh/mês
DADOS DE PRODUÇÃO	
Potência instalada	9.10 kWp
Tipo de sistema	Grid-tie
Energia produzida	1.200 kWh/mês
CARACTERISTICAS DO SISTEMA	
Potência nominal do módulo FV	325 W
Número de módulos	28
Área necessária (estimativa)	60 m ²
Peso módulo	22 kg
Eficiência do módulo FV	16,68 %
Garantia do módulo FV	12 anos
Garantia de produção	80,7% / 25 anos
Potência de saída do inversor	10.000 W
Garantia do inversor	5 anos
Garantia da estrutura	10 anos

COMO FUNCIONA?



Este sistema está apto a participar do **Sistema de Compensação de Energia (RN 482/2012) da ANEEL**, que possibilita que a energia gerada possa ser injetada na rede quando a produção for maior do que o consumo, gerando créditos energéticos que podem ser resgatados quando necessário, impedindo o desperdício da energia e gerando economia.

1. Os módulos solares coletam a luz criada pelo sol;
2. A eletricidade produzida em corrente contínua é convertida em corrente alternada, que é a eletricidade compatível com seus aparelhos domésticos;
3. Aproveita a sua própria energia em casa;
4. Não está em casa? Basta armazenar na rede que a concessionária te devolve quando precisar.



DETALHAMENTO DO ORÇAMENTO

DESCRIÇÃO	QUANT.
KIT SOLAR FOTOVOLTAICO GRID-TIE 9.10 kWp	
Módulo fotovoltaico 325 W	28
Inversor conectado à rede elétrica (Grid-Tie)	1
Quadro DC/AC e Dispositivos de proteção	1
Material de fixação FV ALUMINIO	1
Cabos & conexões para instalação elétrica e conexão à rede	1
Sistema de monitoramento remoto via Wi-Fi ou cabo RJ-45	1
ENGENHARIA DE PROJETO E GERENCIAMENTO DAS OPERAÇÕES	
Projeto executivo Civil & Elétrico	1
Planejamento do empreendimento; Gestão de suprimento	1
Gerenciamento, supervisão e fiscalização da obra	1
Assistência à entrada em operação / Vistoria técnica	1
Elaboração do pedido de conexão à rede	1
Anotação de Responsabilidade Técnica (ART); Projeto e execução	1
GESTÃO ADMINISTRATIVA	
Obtenção das licenças junto à distribuidora de energia	1
Solicitação de linhas de financiamento PF / PJ	1
Coordenação e Logística de transporte	1
INSTALAÇÃO	
Instalação elétrica	1
Relatórios de inspeção e ensaio de comissionamento	1
Transporte	1
Total	RS 45.000,00

Formas de pagamento:

- () R\$ 45.000,00 (Quarenta e cinco mil) sendo o pagamento dividido 4 parcelas: 1 entrada de 40% no ato da assinatura do contrato e o restante dividido em 3 parcelas iguais e consecutivas;
- () R\$ 50.000,00 (Cinquenta mil reais) sendo o pagamento dividido 13 parcelas: 1 entrada de 10% no ato da assinatura do contrato e o restante dividido em 12 parcelas iguais e consecutivas;



CONDIÇÕES GERAIS DE VENDA

OFERTA PREMIUM: Este orçamento contempla todos os custos de implantação do projeto FOTOVOLTAICO: dimensionamento do arranjo, projeto civil e elétrico, transporte, instalação, bem como a assinatura do ART de projeto e de execução da obra. *

FORMA DE PAGAMENTO: Oferecemos formas de pagamento variadas a depender do porte do projeto que podem se adaptar ao seu planejamento financeiro, a ser definida junto ao nosso setor comercial no ato da contratação do serviço: à vista (parcela única), parcelado na loja (1 entrada + 5 parcelas) ou financiado (mediante entrada mínima de 20%).

VALIDADE: Válido por 30 dias corridos.

PRAZO DE INSTALAÇÃO: Cronograma a combinar com o setor comercial.

IMPOSTOS INCLUSOS: PIS/COFINS, IPI e ICMS (Faturamento Pessoa Jurídica).

GARANTIAS: Conforme fabricante.

Módulos - 12 anos de fábrica e 25 anos com 80% da geração;
Inversor - 5 anos;
Estrutura - 10 anos;
Instalação - 3 anos.

A presente proposta está sujeita a alterações conforme vistoria técnica ou informações repassadas posteriormente a este dimensionamento (acesso dificultado, especificidades operacionais, necessidade de equipamentos especializados, etc.).

Esta proposta tem validade até 30 de novembro de 2017.

Delevy Inovações Tecnológicas

ANEXO C – PROPOSTA COMERCIA DA SELTEC

Proposta Comercial



A:

Ficamos felizes pela sua iniciativa em buscar soluções sustentáveis de geração energética e agradecemos a oportunidade de ofertarmos nossos produtos e serviços.

Mais do que o fornecimento de equipamentos para geração de energia elétrica baseada no princípio fotovoltaico, essa proposta visa um trabalho sistêmico completo e duradouro.

Como resultado deste trabalho, asseguramos-lhe que os equipamentos apresentados fornecerão energia de forma constante e com qualidade, atendendo às expectativas dos usuários.

Desde já, agradecemos a sua atenção e colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que se façam necessários

Atenciosamente,

SELTEC Soluções Elétricas e Tecnológicas LTDA.
Compromisso com o seu Conforto e Bem Estar.

Luiz Gustavo Pinheiro da Silva
Consultor de Vendas
Email: Gustavo.seltec@gmail.com
(33) 3521-1353
(33) 9 88581212
www.seltecbrasil.com.br

1. OBJETO

Venda e instalação de uma micro usina solar e equipamentos elétricos e eletrônicos para geração, conversão, distribuição de energia elétrica baseada no princípio fotovoltaico associado à rede elétrica ONGRID, sistema composto por placas poli cristalinas e inversor(es) GRIDTIE que geram até 9,8 kw/mês, para atender a uma demanda energética de aproximadamente 1190 Kw/mês.



O dimensionamento da usina, é calculado utilizando a média de consumo atual registrado na conta de energia e associado às informações repassadas pelo CONTRATANTE da necessidade de kw que se pretende obter com a usina (Kw mensal e anual).

Fornecimento de 02 manutenções preventivas na micro usina após instalação, que consiste:



Monitoramento gratuito por 12 (doze) meses após ligação da usina, que consiste em:



Razões que justificam a instalação de um sistema solar:

- ☒ Energia limpa e gratuita;
- ☒ Instalação rápida;
- ☒ Retorno rápido do investimento;
- ☒ Baixa manutenção;
- ☒ Sem reajustes tarifários;
- ☒ Valorização do imóvel;
- ☒ A energia solar não emite gases de efeito estufa para a nossa atmosfera.
- ☒ Capacidade de geração de energia dos módulos é de 25 anos;



2- INVESTIMENTO



* Dados acima baseados no preço da eletricidade da conta de energia do cliente (R\$ 0,80 centavos) e com o reajuste de 0,08 % ao ano

2.1- FORMAS E CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

	10% na assinatura do contrato	50% na aprovação do projeto junto à concessionária	30% na instalação do sistema	10% na ligação do sistema
	Até 60 meses Pessoa física ou jurídica			
	Até 144 meses Pessoa jurídica ou Produtor rural			
	PROGER Urbano: Até 72 meses PROGER Turismo: Até 120 meses		Pessoa jurídica	
	Até 36 meses Para associados			
 	Até 100 meses Pessoa física ou jurídica			

4 – DOS PRAZOS DE ENTREGA

90 a 120 dias após assinatura do contrato. Para conexão do sistema na rede da concessionária é necessário o parecer da concessionária de energia local, conforme norma vigente da Aneel.

4 – GARANTIA DOS PAINÉIS

- 10 anos de garantia das placas.
5 anos de garantia do inversor.

5 - VALIDADE

Proposta aceita por _____

Em _____ de _____ de 2017.

ANEXO D – PROPOSTA COMERCIAL DA EMAP SOLAR

PROPOSTA TÉCNICO-COMERCIAL

GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: SISTEMA CONECTADO À REDE

Kim Supermercado – Ataleia/MG

17/11/2017



EMS.KIM.MCG.PTC.1062.00



ENGENHARIA



TECNOLOGIA



INOVAÇÃO



GESTÃO



EFICIÊNCIA

A EMAP SOLAR



EMS.KIM.MCG.PTC.1062.00

A EMAP SOLAR é **especialista** e **pioneira** no Brasil em implantação de usinas fotovoltaicas e sistemas fotovoltaicos de geração distribuída.

Em nosso portfólio encontram-se alguns dos **principais projetos fotovoltaicos executados no país**, como: a montagem das estruturas de suporte e de 6 mil módulos fotovoltaicos da Usina Solar Fotovoltaica do Mineirão, primeiro estádio solar do Brasil, a primeira instalação de geração distribuída da cidade de Belo Horizonte, além do maior projeto de sistema fotovoltaico do país financiado 100% com capital privado, entre outros.

Em pouco mais de dois anos, são cerca de **350 projetos** executados em todo o território nacional.

Somos uma empresa de engenharia, mas também somos mais. Somos uma opção para todos aqueles que procuram uma empresa sólida com **experiência, qualidade e competência técnica** para estar a frente de seu investimento em energias renováveis e soluções em eficiência energética.



POR QUE ESCOLHER A EMAP SOLAR?



EMS.KIM.MCG.PTC.1062.00

MARTIFER
SOLAR

ATESTADO DE CAPACIDADE TÉCNICA

ATESTADO DE CAPACIDADE TÉCNICA

MARTIFER SOLAR S.A., estabelecimento, no Brasil, de sociedade estrangeira, inscrita no CNPJ sob n. 17.872.179/0001-70, com sede na Alameda dos Mineiros, 780, conjunto 2406, Moema, São Paulo/SP, CEP 04.089-001, neste ato representada por seu Procurador legalmente constituído, DR. JORGE ALBERTO MARQUES MARTINS, atesta para devidos fins que a empresa EMAP MONTAGENS LTDA, inscrita no CNPJ sob o número 04.030.652/0001-65, situada na Alameda da Serra, 500, sala 502, bairro Vale do Sereno, Nova Lima/MG, prestou serviços de instalação de suportes metálicos e módulos fotovoltaicos da Usina Solar Fotovoltaica do Mineirão obedecendo todas as normas técnicas e prezando pela qualidade. Os serviços foram executados entre os meses de março e junho de 2013.

Atestamos que os serviços foram executados satisfatoriamente, não existindo em nossos registros, até a presente data, fatos que desabonem sua conduta e responsabilidade com as obrigações assumidas.

Belo Horizonte, 13 de Junho de 2014.


MARTIFER SOLAR LTDA
CNPJ: 13.659.519/0001-94

Diretor
João Paulo Riquetredo
Martifer Solar Brasil



4,0 MWp de Projetos de Geração Distribuída executados em todo o território nacional, além da montagem da Usina Solar do Mineirão.



POR QUE ESCOLHER A EMAP SOLAR?

A opção por adquirir um sistema fotovoltaico é uma decisão definitiva.
Um investimento que irá durar mais de 25 anos.

Baseado nisso, defendemos que a empresa que fará a venda, o projeto, a instalação e a homologação de seu sistema fotovoltaico deve ter a **solidez** e a **credibilidade** para caminhar ao seu lado pelos próximos anos.

Escolher a **experiência**, a **qualidade**, a **excelência da entrega** da EMAP SOLAR é possível e acessível.

Queremos ser seu parceiro nessa longa jornada de economia e sustentabilidade.

Conte conosco para encontrar a melhor solução técnica e econômica para seu projeto.



EMS.KIM.MCG.PTC.1062.00

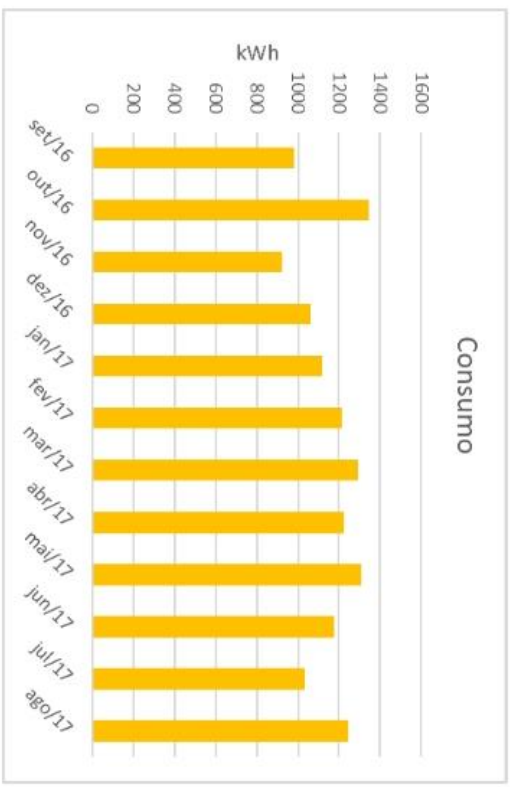


O CLIENTE



EMS.KIM.MCG.PTC.1062.00

O imóvel está localizado na Rua Fidelândia, 212 em Atalaia / MG. Os cálculos foram baseados nos dados verificados na conta de energia, que demonstram um consumo médio de 1.160 kWh/mês.



A SOLUÇÃO

Com base nos dados de consumo do cliente, propomos um sistema com as seguintes características:

- ✓ **POTÊNCIA: 8,8 kWp**, sendo: **32** módulos de **275 Wp**
- ✓ **GERAÇÃO MÉDIA: 1.140 kWh/mês**, o que corresponde à geração aproximada de **100%** da energia atualmente demandada, (uma vez que foi descontado o custo de disponibilidade no valor de 50 kWh/mês).
- ✓ **ECONOMIA MÉDIA MENSAL: R\$ 832,00**, considerando a tarifa atualmente aplicada.
- ✓ **LOCAL INSTALAÇÃO: Telhado cerâmico**
- ✓ **ÁREA OCUPADA: 54 m²**



Vista aérea do local da instalação.

Todos os insumos e serviços para a perfeita instalação do sistema estão contemplados nesta proposta.

Vamos tomar conta do seu projeto em todas as etapas, desde a solicitação de acesso junto à concessionária até a completa homologação.



EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS



Em nossa proposta está incluído tudo o que for preciso para ter seu sistema fotovoltaico funcionando, legalizado e reconhecido pela concessionária de energia:

EQUIPAMENTOS

1. 32 módulos fotovoltaicos Canadian Solar de 275Wp
2. 01 Inversor Fronius de 8,2 kW com placa de monitoramento via Wi-fi
3. Cabos
4. DPS AC e DC
5. Estruturas metálicas em alumínio para fixação dos módulos
6. Demais materiais elétricos para a completa instalação do sistema fotovoltaico

SERVIÇOS

1. Projeto do sistema
2. Instalação completa, incluindo transporte, hospedagem e alimentação da equipe
3. Frete dos equipamentos até o local de instalação
4. Supervisão da instalação / acompanhamento do comissionamento e startup
5. Gerenciamento do projeto e instalação
6. Completa homologação do projeto junto à concessionária de energia
7. ART de execução e projeto



OUTRAS CONSIDERAÇÕES



RESPONSABILIDADE DO CLIENTE

- Fornecer todas as informações necessárias e disponíveis para execução do projeto (contas de energia, plantas /projetos do imóvel/local de instalação).
- Indicar uma pessoa que possa tomar todas as decisões relativas ao projeto.
- Disponibilizar rede wi-fi no local de instalação dos inversores, caso opte pelo monitoramento remoto da instalação.
- Fornecer materiais e/ou executar obras civis extraordinárias necessárias para a adequação da instalação, tais como, abertura e recomposição de gesso, demolições, furos e recomposição em alvenarias e lajes.
- Efetuar os pagamentos em dia conforme acordado em contrato.

EXCLUSÕES

- Qualquer item que não esteja claramente descrito na presente proposta.
- Obras civis no padrão de entrada, caso seja solicitado pela concessionária de energia.
- Obras na rede e/ou linhas de transmissão, caso seja solicitado pela concessionária de energia.
- Medidor de energia bidirecional (fornecido diretamente pela concessionária de energia).



GARANTIAS



EMS.KIM.MCG.PTC.1062.00

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS*:

Garantia produto: 10 anos

Garantia produção: 25 anos (até 80% de eficiência)



INVERSORES*:

Garantia produto: 5 anos



SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO (GARANTIA EMAP SOLAR):

Os serviços de instalação terão uma garantia de 1 ano, contados a partir da entrega do serviço.



- ✓ As garantias dos módulos fotovoltaicos, dos inversores e dos demais equipamentos estão asseguradas pelos respectivos fabricantes.
- ✓ Incluso Seguro Solar Risco Engenharia, Projeto e Instalação.



CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

VALOR GLOBAL:

R\$ 57.900,00

(Cinquenta e sete mil e novecentos reais).

CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

- ✓ Valor à vista em 3 vezes iguais, sendo:
- primeira parcela à vista, na assinatura do contrato;
- segunda parcela com 30 dias;
- terceira parcela com 60 dias.

**Condição de preço especial para Promoção
BLACK FRIDAY.**

VALIDADE DA PROPOSTA

Proposta válida até 27/11/2017



CONTATOS


EMS.KIM.MCG.PTC.1062.00



EVANDRO PINHO LARA

Diretor Executivo

+ 55 31 9 9949-9060

evandro@emapsolar.com.br



MIRIAM PENNA DINIZ

Diretora de Novos Negócios

+ 55 31 9 9632-2511

miriam@emapsolar.com.br



ALESSANDRO ARROYO

Diretor Executivo

+ 55 31 9 9631-2511

alessandro@emapsolar.com.br



Alameda Oscar Niemeyer, 288, sala 304 . Vila da Serra . Nova Lima . MG . Brasil

Telefone: + 55 31 3223-1430



Associação Brasileira de Energia Distribuída
Associado



ANEXO E – PROPOSTA COMERCIA DA SKYSOL



Estimativa Comercial de Serviços

Cliente: KIM Supermercados LTDA

Local: Ataléia - MG

Data: 16/11/2017



A Skysol Energia Solar é uma empresa especializada em projetos de sistemas de geração de energia elétrica através de Painéis Solares e Aerogeradores. Atuamos em todo o processo de análise e viabilidade do sistema, fornecendo aos nossos clientes uma consultoria completa com retorno garantido sobre o investimento, projetando os melhores sistemas, selecionando e comprando os melhores equipamentos do mercado, executando a instalação com os melhores profissionais, solicitando acesso junto às concessionárias, monitorando e maximizando a produção através de manutenções programadas.

Nossos módulos fotovoltaicos (painéis solares) possuem classificação "A" do INMETRO no quesito de Eficiência Energética, além de certificações internacionais como: TUV, UL, IEC e VDE.

1 | Sistema Solar Conectado à Rede - Dimensionamento:

O dimensionamento do Sistema Solar fotovoltaico no empreendimento foi feito conforme os dados entregues a SKYSOL, levando-se em consideração o perfil de consumo energético do cliente para a cidade de Entre Rios de Minas -MG.

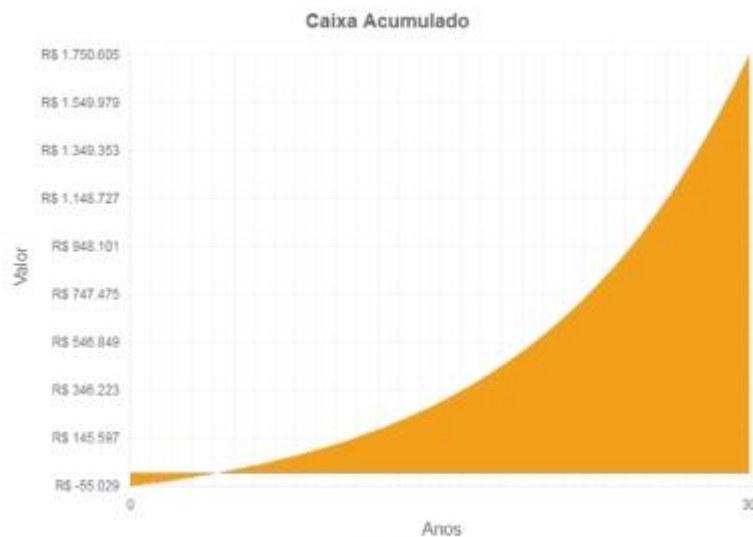
Temos portanto que será necessário uma produção média de 1188 kWh por mês para suprir a demanda energética de todas as unidades consumidoras. Para produzir essa quantidade de energia, será necessário:

Usina Solar de 10,56 kWp

Temos portanto que a usina irá produzir em média 1188 kWh por mês, representando uma economia anual de aproximadamente R\$ 10.404,69.

2 | Estimativa de Retorno Financeiro

O Fluxo de caixa com a instalação do sistema durante 30 anos pode ser verificado conforme o gráfico abaixo:



SKYSOL



- Tempo de Vida: 30 anos
- Preço do kWh : R\$ 0,73
- Valor acumulado da conta de energia em 30 anos: R\$ 1.750.605,57
- Payback Simples: 4 anos e 2 meses

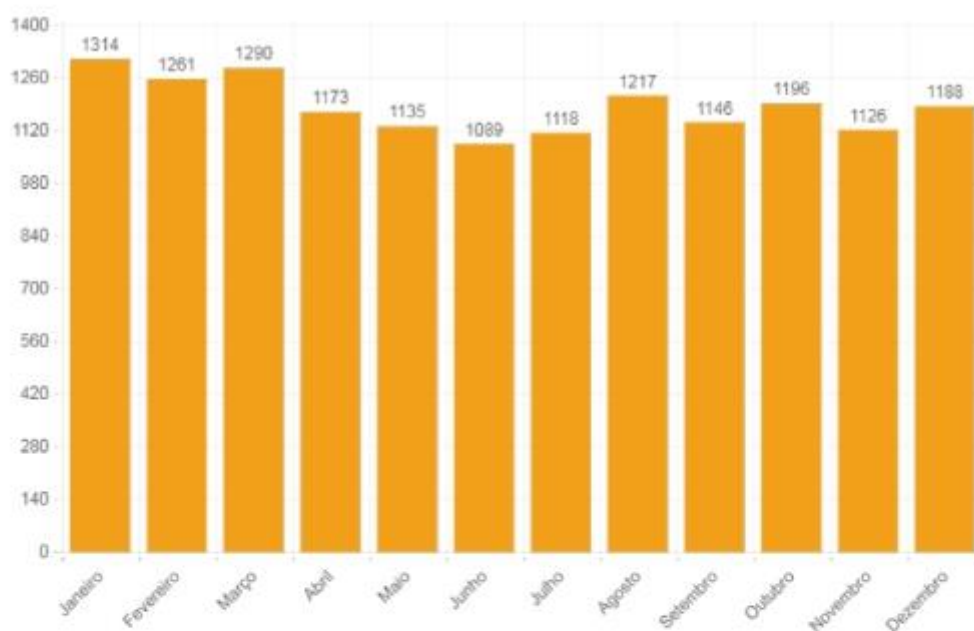
Conforme pode ser visualizado no gráfico, o **Payback** do investimento irá se dar entre 4 e 5 anos. Considerando uma inflação energética (aumento na conta de luz) de 10% ao ano, estima-se que a usina irá produzir uma economia de R\$ 11.000,00 no primeiro ano.

Gráfico da Geração

Geração Anual: 14253 kWh

Geração Média Mensal: 1188 kWh

Geração Mensal (kWh)





Proposta Comercial No: SKY201784

Data: 16/11/2017

Proposta Comercial para fornecimento de Sistema Fotovoltaico conectado à rede elétrica

Conforme solicitado, encaminho para a sua apreciação nossa proposta comercial para fornecimento de sistema fotovoltaico conectado a Rede Elétrica. De acordo com os dados levantados, será necessário uma usina com potência mínima de 10 kwp. Sugerimos instalação de uma usina um pouco maior para que sejam gerados créditos, que poderão ser abatidos futuramente em outras unidades consumidoras. O nosso orçamento é completo (Chave na mão) e inclui todos os materiais e mão de obra necessários para que o sistema seja entregue instalado e funcionando.

Usina Solar SKYSOL 10,56 kWp (1188 kWh/mês)

Composição do Projeto:

Descrição	Quantidade
Módulos	
CANADIAN SOLAR 72CELLS 330W POLY-SI	32
Inversores	
INVERSOR ON-GRID 5000W CANADIAN SOLAR - SEM MON.WI-FI	1
INVERSOR ON-GRID 3000W CANADIAN SOLAR - SEM MON.WI-FI	1
String Box	
STRING BOX SICES_ONESTO - 1/2 CORDA 1 SAIDA NO FUSIVES DC 3/5KW	1
STRING BOX SICES_ONESTO - 1/2 CORDA 1 SAIDA NO FUSIVES DC 3/5KW	1
Estruturas	
SICES SOLAR PERFIL ALUMINIO ROMAN ROOFTOP 4,2MT	16
SICES SOLAR JUNÇÃO PARA PERFIL EM ALUMINIO - NACIONAL	12
SICES SOLAR TERMINAL FINAL 39.,41MM for CAN - NACIONAL	8
SICES SOLAR TERMINAL INTERMEDIARIO 39.,44MM for CAN/AVP - NACIONAL	60
SICES SOLAR PARAFUSO CABECA MARTELO M10 28/15	42
SICES SOLAR PORCA M10 INOX A2	42
SICES SOLAR GANCHO AISI 316 - TELHAS REGULAÇÃO 2 PONTOS - NACIONAL	42
Conectores e Cabos	
CONECTORES FEMEA/ MACHO WEID_CABUR_TE_MC4_ou compativel	6
CABO SOLAR 6MM<1000V_PRETO_NXS_PRY_BAL	90
CABO SOLAR 6MM<1000V_VERMELHO_NXS_PRY_BAL	90
MONITORAMENTO SICES	2
Itens e Serviços	
Serviço de Instalação	1
SEGURO SOLAR RISCO ENGENHARIA PROJETO E INSTALAÇÃO	1



VALOR TOTAL: R\$ 55.028,89

Condições de Pagamento: Pagamento Antecipado (5% de desconto)
Financiamento BB Proger Urbano Empresarial (Em anexo)

Condições Comerciais

> A proposta acima inclui:

1. Equipamentos de primeira linha com certificações INMETRO necessários para Usina
2. Valores de projeto (Dimensionamento, Projeto Elétrico, ART CREA),
3. Mão de obra de instalação completa e solicitação de acesso junto a Concessionária.
4. Seguros Relacionados a obra
5. Equipamentos do circuito de aterramento e Dispositivos de proteção.
6. Frete dos Equipamentos

> Para pagamento à vista: Entrega em 30 dias.

> Preço de Estrutura para: Telhado de Cerâmica/Colonial

> **Proposta Válida por 30 dias**

A fim de prestar o melhor serviço possível e garantir a satisfação de nossos clientes, a Skysol coloca-se a disposição para esclarecimentos.

Atenciosamente,

Juliano A. Fernandes
Skysol Engenharia LTDA
Tel.: (33) 988023871

ANEXO F – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA CANADIAN SOLAR



CS6P-260 | 265 | 270P

The high quality and reliability of Canadian Solar's modules is ensured by 15 years of experience in module manufacturing, well-engineered module design, stringent BOM quality testing, an automated manufacturing process and 100% EL testing.



*Black frame product can be provided upon request.

25 years linear power output warranty

10 years product warranty on materials and workmanship

KEY FEATURES

-  Excellent module efficiency of up to 16.79 %
-  Outstanding low irradiance performance: 96.5 %
-  High PTC rating of up to 92.0 %
-  IP67 junction box for long-term weather endurance
-  Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system
 ISO/TS 16949:2009 / The automotive industry quality management system
 ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system
 OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / JET / SII / CEC AU / INMETRO / CQC
 UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC (Isted (US) / FSEC (US Florida)
 UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS
 Take-e-way / UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1

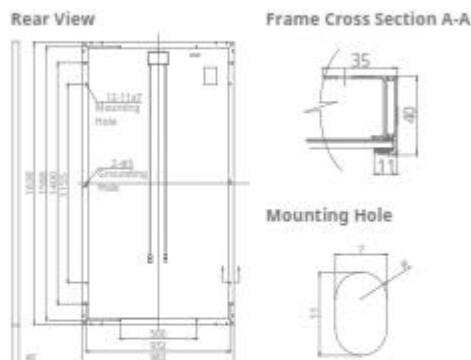
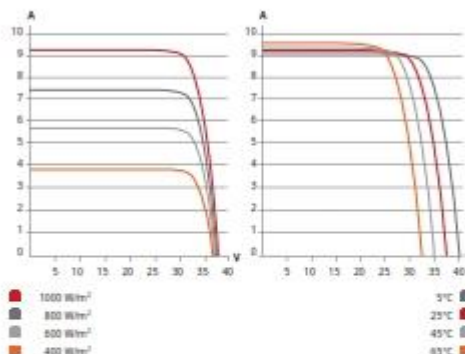


* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 15 GW deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)**CS6P-265P / I-V CURVES****ELECTRICAL DATA | STC***

CS6P	260P	265P	270P
Nominal Max. Power (Pmax)	260 W	265 W	270 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	30.4 V	30.6 V	30.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.56 A	8.66 A	8.75 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.5 V	37.7 V	37.9 V
Short Circuit Current (Isc)	9.12 A	9.23 A	9.32 A
Module Efficiency	16.16%	16.47%	16.79%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)		
Max. Series Fuse Rating	15 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 ~ + 5 W		

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NOCT*

CS6P	260P	265P	270P
Nominal Max. Power (Pmax)	189 W	192 W	196 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	27.7 V	27.9 V	28.1 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.80 A	6.88 A	6.97 A
Open Circuit Voltage (Voc)	34.5 V	34.7 V	34.8 V
Short Circuit Current (Isc)	7.39 A	7.48 A	7.55 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Outstanding performance at low irradiance, average relative efficiency of 96.5 % from an irradiance of 1000 W/m² to 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	60 (6×10)
Dimensions	1638×982×40 mm (64.5×38.7×1.57 in)
Weight	18 kg (39.7 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	4 mm ² (IEC) or 4 mm ² & 12 AWG 1000 V (UL), 1000 mm (39.4 in) (650 mm (25.6 in) is optional)
Connectors	T4-1000V or PV2 series
Per Pallet	26 pieces, 515 kg (1135.4 lbs)
Per Container (40' HQ)	728 pieces

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C

PARTNER SECTION

Scan this QR-code to discover solar projects built with this module

