

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

**ANDRÉ FERREIRA SOUZA
FLEITON CARDOSO BESSA
LUIZ GUSTAVO PINHEIRO SILVA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA INSTALAÇÃO DE UMA MICRO USINA
FOTOVOLTAICA PARA ILUMINAÇÃO DA PRAÇA TIRADENTES NA CIDADE DE
TEÓFILO OTONI – MG**

**TEÓFILO OTONI
2018**

**ANDRÉ FERREIRA SOUZA
FLEITON CARDOSO BESSA
LUIZ GUSTAVO PINHEIRO SILVA
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA INSTALAÇÃO DE UMA MICRO USINA
FOTOVOLTAICA PARA ILUMINAÇÃO DA PRAÇA TIRADENTES NA CIDADE DE
TEÓFILO OTONI – MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado às Faculdades Unificadas
de Teófilo Otoni, como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica**

Área de Concentração: Energia solar

Orientador: Prof^a. Keytiane Iolanda Moura

TEÓFILO OTONI

2018



FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Estudo da Viabilidade Técnica da Instalação de uma Micro Usina Fotovoltaica para Iluminação da Praça Tiradentes na Cidade de Teófilo Otoni–MG, elaborado pelos alunos André Ferreira Souza, Fleiton Cardoso Bessa e Luiz Gustavo Pinheiro Silva foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Elétrica das Faculdades Unificadas Teófilo Otoni, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Teófilo Otoni, ___ de _____ 2018

Prof. Orientador

Prof. Examinador 1

Prof. Examinador 2

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –Fluxograma da Pesquisa	31
Figura 2 – Vista central da Praça Tiradentes de Teófilo Otoni – MG.....	33
Figura 3 – Vista aérea da Praça Tiradentes de Teófilo Otoni - MG	33
Figura 4 – Análise da área para implantação	36
Figura 5 - Média da radiação solar anual na cidade de Teófilo Otoni-MG.....	38
Figura 6 - Vista superior do local da instalação da micro usina fotovoltaica.....	40
Figura 7 - Diagrama da planta do local da instalação da usina solar	41
Figura 8 – Área de instalação da micro usina – período matutino.....	42
Figura 9 – Área de instalação da micro usina – período vespertino	43
Figura 10 - Viabilidade financeira <i>Retscreen</i>	48
Figura 11 - Viabilidade financeira <i>Retscreen</i>	50
Figura 12 - Viabilidade financeira <i>Retscreen</i>	52
Figura 13 - Viabilidade financeira <i>Retscreen</i>	54
Figura 14 - Proposta da Proteja Solar	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de histórico de consumo	44
Tabela 2 - Tabela de com dados do sistema	46
Tabela 3 - Lista de materiais para usina fotovoltaica	47
Tabela 4 - Viabilidade financeira Proteja Solar	48
Tabela 5 - Dados do sistema	49
Tabela 6 - Viabilidade financeira Seltec.....	49
Tabela 7 - Dados do sistema	50
Tabela 8 - Viabilidade financeira Solartech.....	51
Tabela 9 - Dados do sistema	52
Tabela 10 - Viabilidade financeira Mega Engenharia.....	53
Tabela 11 - Dados do sistema	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Radiação solar de Teófilo Otoni	39
Gráfico 2 - <i>Payback</i> Simples	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente alternada
CAIC	Centro de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente
CC	Corrente contínua
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
Copel	Companhia Paranaense de Energia
DDR	Disjuntor Diferencial Residencial
DPS	Dispositivo de Proteção de Surtos
ELETROBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras
FV	Células fotovoltaicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEC	Instituto Brasileiro de Defesa do consumidor
IDR	Interruptor Diferencial Residencial
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IP	Grau de Proteção
Km ²	Quilômetro quadrado
kPa	Quilopascal
kWh	Kilowatt-hora
kWp	Kilo-Watt-pico
LCD	Cristal Líquido
m/s	Metros por segundo
m ²	Metro quadrado
MG	Minas Gerais
m-Si	Módulo fotovoltaico silício monocristalino
NBR	Norma Brasileira
°C	Graus centígrados
°C-dia	Graus-dia para aquecimento

PROCEL RELUZ	Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente
p-Si	Módulo fotovoltaico silício policristalino
s/d	Sem data
Si	Silício
VA	Voltampere
W	Watt
Wh	Watt-hora

RESUMO

Compreendendo a energia elétrica como um elemento imprescindível para as ações cotidianas, bem como o constante aumento da demanda e os riscos de racionamento indicado pelos níveis reduzidos nos reservatórios das hidrelétricas, pode-se avaliar a necessidade da busca de fontes alternativas de geração de energia. No presente trabalho buscou-se, por meio de pesquisa descritiva, servindo-se de um estudo de caso onde foram coletados os dados de consumo na Praça Tiradentes, na Cidade de Teófilo Otoni/MG, analisar a viabilidade de implantação de uma micro usina fotovoltaica voltada ao atendimento de 50% da demanda de energia para a iluminação do local, cuja área total é de 12.300 m². A pesquisa foi subsidiada pelo referencial bibliográfico, por meio de livros e artigos científicos sobre o assunto. A partir da realização dos levantamentos para coleta de dados, de pesquisa sobre o sistema elétrico de potência nacional, da geração distribuída e o sistema solar fotovoltaico, bem como da utilização do programa *Retscreen* para a realização dos cálculos, foram feitos o dimensionamento da micro usina, a análise da área e o cálculo do *Payback* do investimento. Foram feitos orçamentos junto a quatro empresas, sendo que o mais adequado indicou o retorno do investimento em 35 meses e uma média de economia anual de R\$ 33.053,25, durante os 25 anos de vida útil do sistema. A partir da dedução do tempo de *Payback*, foi possível concluir que o lucro estimado total do investimento é de aproximadamente R\$ 1.854.981,22.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica. Energia Elétrica. Micro Usina Solar.

ABSTRACT

Understanding electricity as an essential element for everyday actions, as well as the constant increase in demand and the risks of rationing indicated by the reduced levels in the reservoirs of the hydroelectric dams, one can evaluate the need to search for alternative sources of energy generation. In the present work, a case study was used, through a descriptive research, where the consumption data were collected in Tiradentes Square, Teófilo Otoni, Minas Gerais, to analyze the viability of implantation of a photovoltaic micro power plant aimed at meeting 50% of the energy demand for the lighting of the site, whose total area is 12,300 m². The research was subsidized by the bibliographical reference, through books and scientific articles on the subject. As a result of the surveys for data collection, research on the national power system, distributed generation and the solar photovoltaic system, as well as the use of the Retscreen program to perform the calculations, the design of the micro power plant , the area analysis and the calculation of the investment Payback. Budgets were made with four companies, and the most appropriate indicated the return on investment in 35 months and an average annual savings of R\$ 33.053,25 over the 25 years of the system's useful life. From the deduction of Payback time, it was possible to conclude that the total estimated profit of the investment is approximately R\$ 1.854.981,22.

Keywords: Photovoltaic Solar Energy. Electricity. Micro Solar Plant.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 Fontes Energéticas	21
2.1.1 Centrais hidrelétricas.....	21
2.1.2 Sistemas eólicos	22
2.1.3 Geração através de biomassas.....	22
2.2 Energia solar fotovoltaica.....	23
2.2.1 Células e Módulos fotovoltaicos	24
2.2.2 Inversores.....	25
2.2.3 Caixa de <i>STRINGS</i>	25
2.2.4 Sombreamentos dos painéis.....	25
2.2.5 Quadro de proteção corrente contínua.....	26
2.2.6 Quadro de proteção corrente alternada	26
2.2.7 Medidor bidirecional	26
2.2.8 Software de monitoramento e coleta de dados	27
2.3 Iluminação pública	28
3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA	31
3.1 Classificação da Pesquisa quanto aos fins	31
3.2 Classificação da Pesquisa quanto aos meios	32
3.3 Coleta de Dados	32
3.3.1 Coleta de dados da Praça Tiradentes	32
3.4 Tratamento de Dados.....	34
3.4.1 Dimensionamento da micro usina para atender ao consumo de 50% da área da Praça Tiradentes.....	34
3.4.2 Análise da área para implantação da micro usina.....	35
3.4.3 Realizar <i>Payback</i> do Investimento	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
4.1 Análise de demanda energética e dimensionamento do sistema.....	37
4.1.1 Dados de irradiação solar, potencial fotovoltaico e médias anuais	38
4.1.2 Orientação e inclinação para painéis fotovoltaicos.....	39
4.1.3 Área da cobertura.....	40
4.1.4 Análise de sombreamentos	41
4.1.5 Avaliação do consumo energético.....	43

4.1.6 Dimensionamento do sistema	44
4.2 Análises Orçamentárias.....	46
4.2.1 Análise orçamentária da empresa Proteja solar	47
4.2.2 Análise orçamentária Seltec.....	49
4.2.3 Análise orçamentaria Solartech.....	51
4.3 Payback.....	55
5 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXO 1 – CONTA DE ENERGIA DA PRAÇA TIRADENTES	66
ANEXO 2 – PROPOSTAS	67

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um componente imprescindível às ações do cotidiano. No trabalho, na diversão e na maioria das situações cotidianas ela está presente, sendo também a mais adaptável forma de energia com que se depara, podendo ser convertida em luz, calor, informação e movimento, independentemente da distância entre a posição de geração do local de consumo.

A iluminação das vias, avenidas, centros urbanos e regiões periféricas é um bem compartilhado com todos, cuja oferta é de importância para os cidadãos, especialmente nos centros urbanos mais desenvolvidos, nos lugares onde as incumbências comerciais são produzidas e nos jardins públicos onde existe a maior concentração populacional. Em consequência de fatores socioeconômicos, a iluminação exerce função imprescindível como inibidora da violência, bem como representa um procedimento que contribui para o desenvolvimento das comunidades de baixa renda, que convivem diariamente com a falta de infraestrutura urbana.

A energia gerada pela radiação solar, tanto como fonte de luz quanto de calor, vem sendo realidade para prover a energia requerida em termos de eletricidade. O Brasil conta como principal fonte de energia renovável as usinas hidrelétricas, mas em períodos de escassez de chuvas ocorre o aumento do risco de racionamento de energia motivado pelo baixo nível dos reservatórios das hidrelétricas.

Com a maior acessibilidade à tecnologia fotovoltaica, surge um aumento de opções para utilização da mesma. Nesse ponto surge a problemática que norteia a presente pesquisa, sintetizada na seguinte pergunta: Existe a viabilidade e quais são os parâmetros a serem avaliados para implantação de micro usina fotovoltaica para atender à 50% da área da Praça Tiradentes, em Teófilo Otoni?

A energia solar fotovoltaica vem sendo destaque por ser uma fonte de energia renovável, de fácil operação, baixo impacto ambiental, prazos de instalação relativamente curtos e baixa manutenção, fazendo com que o modelo de produção de energia fotovoltaica se configure como objeto de estudo, destacando a relação custo-benefício como contribuição para a minimização dos efeitos da crise energética.

Para a elaboração do presente trabalho foi realizada uma pesquisa sobre o sistema elétrico nacional de potência, geração distribuída e sobre o sistema solar

fotovoltaico, buscando a possibilidade de utilização de uma área apropriada para a instalação da micro usina fotovoltaica, juntamente com os dados do consumo mensal de energia fornecidos pela Prefeitura Municipal de Teófilo Otoni. As informações contribuíram como base para o cálculo de dimensionamento e viabilidade técnica e econômica da micro usina.

Mesmo que a implantação de energia solar seja sustentável, ainda é elevado o preço dos painéis no mercado, havendo também o risco de que, com o passar do tempo, o sistema torne-se obsoleto e não mais se apresente tão eficiente. Portanto, este trabalho teve como objetivo geral analisar a viabilidade técnica de implantação de uma micro usina fotovoltaica para iluminação pública da Praça Tiradentes, na cidade de Teófilo Otoni/MG. Os objetivos específicos foram examinar o *payback* do investimento e indicar o melhor modelo de usina a ser implantado para atender ao consumo por iluminação pública de 50% área da praça, considerando as normas vigentes para geração distribuída.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fontes Energéticas

De acordo com o IDEC- Instituto Brasileiro de Defesa do consumidor (2005) nossa qualidade de vida está intimamente ligada a utilização de energia elétrica para proporcionar conforto através da iluminação, controle de temperatura, acionamento de máquinas, segurança entre outras finalidades. Porém, é sensível o aumento do consumo de acordo com o aumento de procura por esses serviços, necessitando de investimentos governamentais no setor elétrico para acompanhar este aumento de demanda, o que pode gerar impactos ambientais negativos a depender da fonte de energia escolhida para suprir determinada exigência.

2.1.1 Centrais hidrelétricas

Para a produção de energia através das hidrelétricas é necessária uma vazão considerável contando com um desnível sendo ele natural ou artificial para que tenha pressão suficiente para girar as turbinas. (RODRIGUES, 2010)

A energia hidráulica utilizada nas hidrelétricas provém da energia potencial da água (em níveis de reservatório diferentes) adquirida através dos processos de evaporação, devido ao aquecimento causado pela energia solar, e posterior precipitação na forma de chuva em locais mais elevados. (LAMARCA JUNIOR, 2012)

Em sua estrutura uma usina hidrelétrica convencional é composta por uma barragem, onde se armazena a água que por sua vez passa pela casa de máquinas onde encontramos as turbinas que interage com gerador e mandando a energia para subestação elevadora da usina. A barragem tem como sua principal função a captação d'água e dimensionar a vazão em tempos de chuva e seca. Existem as usinas de fio d'água onde as turbinas aproveitam a velocidade do rio para girar suas turbinas gerando energia elétrica, tais não necessitam de grandes áreas alagadas e não tem reservatórios. As hidrelétricas contam com o varadouro que é utilizado para esgotar o excesso de água geralmente por causa de chuva. (ANEEL, 2000).

2.1.2 Sistemas eólicos

Denomina-se energia eólica a energia cinética contida nas massas em movimento (ar). Sua captação é feita através de conversão de energia cinética por energia mecânica que por sua vez atua sobre os aéro geradores tendo como produto final a energia elétrica, temos também os moinhos onde a energia cinética captada do vento pode ser utilizada sem antes passar a ser energia elétrica, sendo utilizada para bombeamento d'água e outros trabalhos mecânicos. (DOMINGUES, 2010).

A energia eólica nada mais é do que energia cinética (de movimento) adquirida pelo ar devido às diferenças de distribuição de energia solar na atmosfera, gerando gradientes de energia e pressão. (LAMARCA JUNIOR, 2012).

Segundo Moreira Junior, 2009 a energia disponível varia conforme as estações e as horas do dia. O relevo influencia na distribuição e frequência dos ventos, bem como sua velocidade em um determinado local, dependendo, além disso, para o aproveitamento da energia eólica numa região, das características de desempenho, altura de operação e espaçamento horizontal dos sistemas de conversão. A avaliação do potencial de vento de uma região é fundamental sendo o primeiro passo de análise para a utilização do recurso eólico.

Desenvolvimentos tecnológicos permitem maior eficiência e aproveitamento das massas onde se destacam: sistemas de transmissão avançados, melhor aerodinâmica, controle e operações das turbinas. Onde tem aumentando o desempenho e confiabilidade dos equipamentos com o passar dos anos e os custos dos equipamentos vem decaindo assim facilitando a sua implantação. (DUTRA, 2001).

2.1.3 Geração através de biomassas

É considerada biomassa toda matéria orgânica de origem animal ou vegetal que pode ser utilizada na produção de energia. Entre as principais matérias primas utilizadas estão a cana-de-açúcar, o eucalipto e o lixo orgânico (que se dá origem ao biogás). (CAMARGO, 2017).

A biomassa, fonte renovável dos combustíveis à base de etanol, metanol, biodiesel, ou mesmo da madeira, possui energia armazenada nas ligações químicas

de compostos orgânicos gerados pela fotossíntese, processo em que as plantas convertem diretamente a luz solar em energia química. (LAMARCA JUNIOR, 2012)

Dentre meio a geração por biomassa temos a cogeração que permite utilizar-se de duas formas simultaneamente calor e energia, a indústria do álcool utiliza deste modelo há muito tempo. Quando se trata de cogeração tanto as distribuidoras de energias como as instituições governamentais dão um grande incentivo, pois a prática evita desperdício e contribui para o meio ambiente. (CAMARGO, 2017).

2.2 Energia solar fotovoltaica

As células fotovoltaicas possibilitam a transformação direta de radiação solar em energia elétrica. O silício (Si) é o principal material na fabricação das células fotovoltaicas (FV), e se constitui como o segundo elemento químico mais abundante na terra. O mesmo tem sido explorado sob diversas formas: cristalino, policristalino e amorfo. (ALMEIDA, 2017).

O Sol é a fonte de energia responsável pela origem da maioria das fontes de energia renováveis, e mesmo os que não utilizam diretamente a radiação solar têm sua origem neste. As usinas hidrelétricas, por exemplo, se baseiam na energia potencial da água, que precipita em forma de chuva devido à evaporação causada pela luz solar. Já as pás das torres eólicas geram energia através do vento que as gira. O vento só adquire energia cinética, pois a distribuição da luz solar na atmosfera gera diferenças de temperatura e pressão. Os combustíveis como etanol, metanol e biodiesel e até mesmo a madeira, considerados fontes renováveis, são provenientes de plantas que utilizaram a luz solar para realizar fotossíntese e se desenvolver. (LAMARCA JUNIOR, 2012).

O efeito fotovoltaico é gerado através da absorção da luz solar, que ocasiona uma diferença de potencial na estrutura do material semicondutor. Complementando esta informação, afirma-se que “Uma célula fotovoltaica não armazena energia elétrica. Apenas mantém um fluxo de elétrons num circuito elétrico enquanto houver incidência de luz sobre ela. Este fenômeno é denominado “Efeito Fotovoltaico”.

Em busca de novas tecnologias para o uso de energias renováveis, o sistema fotovoltaico encontra-se em crescente utilização. Com isso, tem-se explorado novos materiais e realizado pesquisas para o avanço da tecnologia fotovoltaica. (ALMEIDA, 2017).

A energia solar tem um potencial que excede em muito a demanda total de energia global da sociedade. Apesar do imenso potencial do sol como fonte de energia primária, da redução significativa dos custos de capital para implantação de usinas solares, do aumento dos preços dos combustíveis fósseis e do crescimento do mercado, a participação da energia solar como fonte renovável na matriz energética global ainda é pequena. A revisão de estudos realizada pelo grupo de pesquisa em meio ambiente e energia do Banco Mundial aponta cenários onde a participação da luz solar na matriz energética global poderá ser maior que 10% em 2050. Apesar do crescimento previsto, está ainda representaria uma participação pequena levando-se em conta a redução da intensidade de carbono do sistema global de produção de energia que será necessária para mitigação do aquecimento global (TIMILSINA; KURDGELASHVILI; NARBEL, 2011).

A incidência de luz solar sobre determinados materiais semicondutores, excita os elétrons presentes nestes ocorrendo o efeito fotovoltaico. Abundante na crosta terrestre, o silício é o semicondutor mais utilizado para essa função por possuir 4 elétrons que se ligam ao vizinho. Esse movimento de elétrons entre camadas gera a energia que é captada pelas células e posteriormente disponibilizada para consumo através de ligação na rede de distribuição ou para armazenamento em baterias. (TOLMASQUIM, 2016)

2.2.1 Células e Módulos fotovoltaicos

Módulo fotovoltaico silício policristalino (p-Si), segundo Ruther (2004), a eficiência do módulo fotovoltaico p-Si é menor que a do silício monocristalino, mesmo sendo fabricados pelo mesmo material. Isto, pois, ao invés de ser formado por um único cristal, é fundido e solidificado, resultando em um bloco com grandes quantidades de grãos ou cristais, concentrando maior número de defeitos. Em função destes, o seu custo é mais baixo quando comparados às células monocristalinas.

Módulo fotovoltaico silício monocristalino (m-Si) a maioria dos módulos fotovoltaicos de silício monocristalino, também denominados de células, são obtidos a partir de fatias de um único grande cristal, mergulhados em silício fundido. Neste processo, o cristal recebe pequenas quantidades de boro formando um semicondutor dopado do tipo "p". A esse semicondutor, após seu corte, é

introduzido impurezas do tipo “n”9, expostas a vapor de fósforo em fornos com altas temperaturas, garantindo confiabilidade e eficiência aos produtos. (ALMEIDA, 2017).

2.2.2 Inversores

Os inversores são dispositivos eletrônicos que fornecem energia elétrica em corrente alternada a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua. A energia elétrica na saída dos módulos fotovoltaicos é em corrente contínua (CC). Isto inviabiliza a sua aplicação direta na maioria dos equipamentos que trabalham, somente, em corrente alternada (CA). Para a solução deste problema, empregam-se os inversores, capazes de realizar a conversão desta tensão contínua para um valor de tensão em CA. Além disso, este equipamento é capaz de ajustar a frequência e nível de tensão gerada, para que o sistema possa ser conectado à rede pública, *on grid*, de acordo com as normas vigentes estabelecidas pela Aneel. (ALMEIDA, 2017).

2.2.3 Caixa de *STRINGS*

O conjunto de módulos ligados em série para fornecer tensão de trabalho aos sistemas. A associação de *STRINGS* em paralelo é utilizada para aumentar a potência do sistema. (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

2.2.4 Sombreamentos dos painéis

É importante que se ressalte que um possível estudo quanto a um novo posicionamento desses painéis poderia trazer um aumento na produção de energia, uma vez que se em apenas um dos 12 meses do ano os valores medidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) foram alcançados, significa que algumas ocorrências estão em desacordo com o bom funcionamento do conjunto. Estas podem estar sendo provocadas por sombreamento, posicionamento errado ou até mesmo pela instalação em local inadequado (FONTANA, 2015).

2.2.5 Quadro de proteção corrente contínua

De acordo com Villalva e Gazoli (2012) este quadro possui fusíveis para conexão dos *strings box*, dispositivo de proteção contra surtos e chave de desconexão cc, podendo exercer a função da caixa de *string*. A chave de desconexão é utilizada para garantir a segurança na realização de manutenções no sistema e o DPS, projetado para operar em cc, protege o sistema contra possíveis descargas atmosféricas.

2.2.6 Quadro de proteção corrente alternada

Este quadro faz a conexão entre os inversores e a rede elétrica e possui dimensionamento similar aos empregados nas instalações elétricas de baixa tensão, contendo como dispositivos de proteção o Disjuntor Diferencial Residencial (DDR), que pode ser substituído pelo Interruptor Diferencial Residencial (IDR), combinado com um disjuntor Termomagnético e Dispositivo de Proteção de Surtos (DPS). (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

2.2.7 Medidor bidirecional

O padrão técnico, a execução, os materiais e os componentes de medição de energia elétrica devem estar em conformidade com as normas, padrões descritos nesta especificação e a documentação referenciada.

Segundo COPEL, medidor deve englobar em um mesmo invólucro a medição de energia ativa e o registrador, sendo o medidor integrado na tecnologia do estado sólido;

- b) A tampa principal do medidor deve ser solidarizada à base;
- c) O mostrador deve ser de cristal líquido - LCD;
- d) Deve manter por tempo indeterminado, a programação inicial proveniente de fábrica;
- e) Não deve possuir memória volátil que necessite para sua manutenção dispositivos tais como baterias ou super-capacitores;
- f) Deve apresentar perdas máximas por elemento de 1,0W e 7,5VA nos circuitos de potencial;

g) O medidor polifásico deve funcionar quando conectado a quaisquer duas fases ou a qualquer fase e o neutro.

h) Deve estar protegido contra a penetração de poeira e água segundo a classificação IPW52 de acordo com a NBR6146;

i) Os terminais do neutro devem ser do mesmo material e ter a mesma condutibilidade dos terminais de fase.

j) O bloco de terminais deve possuir identificação do neutro na cor azul.

O Sistema Fotovoltaico On Grid não utiliza armazenamento de energia, toda geração é entregue diretamente na rede que age como uma carga absorvendo a energia elétrica gerada. São caracterizados por estarem integrados à rede elétrica que abastece a população e diferentemente dos sistemas isolados que atendem a um propósito específico e local, estes sistemas são capazes de abastecer a rede elétrica com energia. Representam uma fonte complementar ao sistema elétrico de grande porte ao qual estão conectados, pois tem uma grande vantagem com relação aos sistemas isolados: não utilizam baterias e controladores de carga. Isso os torna cerca de 30% mais eficientes e também garante que toda a energia seja utilizada, ou localmente ou em outro ponto da rede. (HIRANO, 2015).

Em abril de 2012, por meio da resolução ANEEL 482/2012, o governo regulamentou que as distribuidoras de energia elétrica deveriam adequar seus sistemas comerciais e elaborar ou revisar normas técnicas para tratar do acesso da minigeração e microgeração distribuída. Antes disso, o pleno aproveitamento do potencial de energia solar apresentava vários obstáculos de natureza regulatória.

O setor residencial brasileiro é responsável por vinte e quatro por cento de toda energia elétrica consumida do país. Geradores fotovoltaicos integrados ao envoltório de edificações e operando conectados à rede de baixa tensão apresentam-se como opção para utilização em sistema de compensação através dos medidores bidirecional. (SANTOS; PERREIRA; LOPES, 2004).

2.2.8 Software de monitoramento e coleta de dados

Usualmente o software de monitoramento vem integrado ao inversor, sendo disponível um monitoramento em tempo real do sistema fotovoltaico, conta ainda com aplicativos para plataforma móveis como *Android* e *iOS*. O sistema conta com

funções na qual notifica o usuário caso o sistema possa apresentar qualquer anomalia.

Em 2017, foram identificadas diversas brechas de segurança que permitiriam um invasor entrar nas configurações destes sistemas. Como estes sistemas podem ser ligados à rede, em um país onde boa parte da geração advenha da solar, permitiria com um ataque coordenado derrubar a rede elétrica. Desta forma é de extrema importância se atentar as questões de segurança no desenvolvimento destes sistemas. (ZAGO,2018).

2.3 Iluminação pública

A iluminação pública no Brasil se constituiu primeiramente no século XVIII, ainda de maneira deficiente, com luminárias de iluminação externa, com aspectos decorativos, alimentadas por óleo animal. Essas luminárias eram dispostas ao lado dos batentes das portas dos prédios públicos, de imóveis por pessoas com maior poder financeiro ou em pequenas estruturas metálicas de baixa altura.

Em 1794, o serviço de iluminação pública passava a ser pago pelos caixas públicos, iniciativa do vice-rei Conde de Rezende, que mandou instalar cerca de 100 luminárias a óleo pelos postes da cidade do Rio de Janeiro. O sistema utilizado, muito deficiente para uma cidade que já contava com cerca de 40.000 habitantes, estabelecia quatro lampiões nas ruas de maior movimentação e dois nas demais ruas. A segurança era a maior preocupação e por esse motivo o sistema de iluminação pública estava submetido à Intendência de Polícia. (LOPES, 2014)

Em 1876, D. Pedro II visitou a Exposição do Filadélfia e retornou ao Brasil animado com a energia elétrica. Convidou Thomas Edison para inserir suas invenções no Brasil, e em 1879 foi inaugurada a iluminação elétrica da estação central da Estrada de Ferro D. Pedro II (conhecida como Central do Brasil), composta por apenas seis lâmpadas Jablokhov acionadas a partir de energia elétrica gerada por dois dínamos. (SILVA, 2006)

Em 1887, Porto Alegre inaugurava o primeiro serviço municipal de iluminação elétrica do país aproveitando a energia elétrica gerada em usina térmica da Companhia Fiat Lux. A Companhia de Força e Luz, criada no Rio de Janeiro foi responsável por mais de 100 lâmpadas de iluminação pública. Os serviços

viabilizados pela energia elétrica se estendiam principalmente no setor têxtil. (LOPES, 2014)

De acordo com Aver (2013), a Iluminação Pública é essencial à segurança e qualidade de vida nas cidades, atuando como ferramenta de cidadania, permitindo aos cidadãos usufruir do espaço público no período noturno. Ela atua na segurança do tráfego, intervém a criminalidade, ornamenta as áreas urbanas, valoriza monumentos de valor artístico, prédios e paisagens, informa percursos e permite aos cidadãos desfrutarem melhor as áreas de lazer.

De acordo com a CEMIG ND-3.4, os projetos de iluminação em vias públicas devem fornecer a todos os seus usuários segurança, conforto, alta eficiência e respeito ao meio ambiente. A iluminação pública é feita principalmente através da instalação de luminárias nos postes da rede aérea de distribuição de energia. Sob o ponto de vista constitucional, a prestação dos serviços públicos de interesse, nos quais se insere a iluminação pública é de competência dos municípios. Por se tratar, também, de um serviço que requer o fornecimento de energia elétrica está submetido, neste particular, à legislação federal.

As condições de fornecimento de energia destinado à iluminação pública, assim como ao fornecimento geral de energia elétrica, são regulamentadas especificamente pela ANEEL, Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. Esta resolução substitui as antigas Portarias Resolução ANEEL 456/2000.

Esta resolução estabelece que mediante contrato ou convênio o concessionário poderá efetuar os serviços de iluminação pública, ficando o Poder Público Municipal encarregado pelas despesas consequentes. Entretanto, no qual o ponto de concessão da energia na lâmpada, os serviços de operação e manutenção, inclusive seus custos são de obrigação da concessionária. A tendência atual é de que a manutenção da iluminação pública passe a ser de responsabilidade total dos municípios.

A iluminação urbana permite ir muito mais além dos aspectos elétricos e objetivos considerados, abrangendo igualmente os subjetivos que requerem o apoio das empresas especializadas no trato da luz urbana para surtirem os efeitos desejados. (SCHULZ, 2016)

A iluminação pública é um serviço fundamental para a segurança e para o desenvolvimento sócio econômico dos municípios. Nesse contexto, buscando uma significativa melhoria na eficiência energética nos sistemas de iluminação pública, e

de modo a ampliar os benefícios destes projetos a toda a população urbana, a ELETROBRAS (Centrais Elétricas Brasileiras) instituiu em 2000 o Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente – PROCEL RELUZ, com o apoio do Ministério de Minas e Energia.

Segundo o último levantamento cadastral realizado pelo PROCEL/ELETROBRAS, feito em 2008 junto às distribuidoras de energia elétrica há 15 milhões de pontos de iluminação pública instalados no país, aproximadamente. Desses pontos, 46,21% localizam-se na Região Sudeste, 21,39% no Nordeste, 19,15% no Sul, 9,40% no Centro-Oeste, e 3,85% na Região Norte.

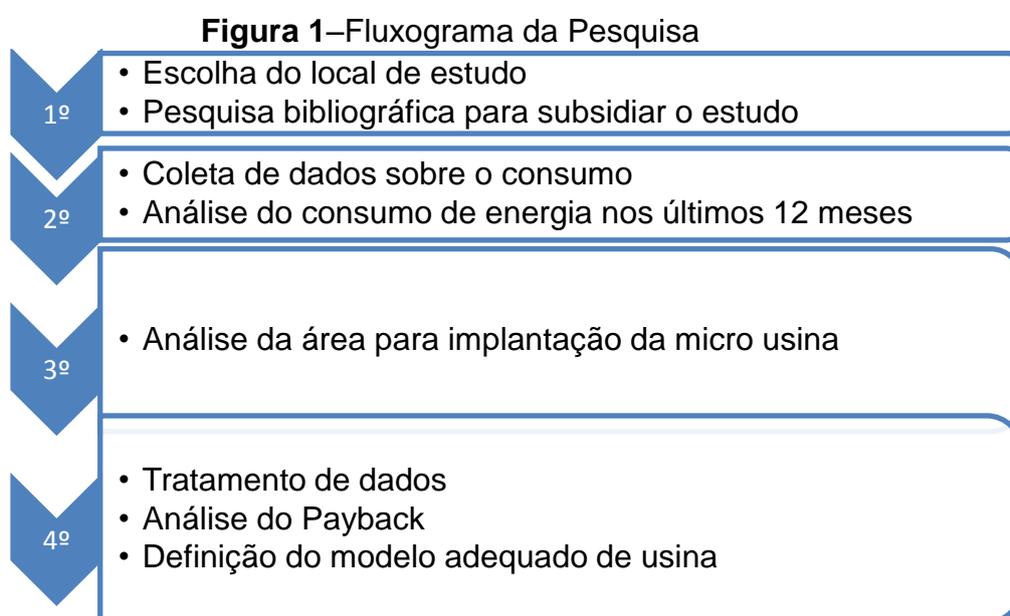
A demanda da Iluminação Pública no Brasil é de aproximadamente 2,2 GW, e a um consumo de 9,7 bilhões de kWh/ano correspondendo a 4,5% do total nacional. O consumo é da ordem de 10,3 bilhões de kWh/ano, o que equivale a 3,4% do consumo total de energia elétrica do país. (SCHULZ, 2016)

Conforme Dambiski (2007), se os sistemas de Iluminação Pública nas cidades forem melhorados, a imagem da cidade também será. Isto favorece as atividades de turismo, comércio e lazer noturno, e ainda estimula a cultura do uso eficiente e racional da energia elétrica, contribuindo, assim, para o desenvolvimento social e econômico da população.

3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA

A pesquisa científica, para assim se caracterizar, carece de procedimentos formais e realizados de modo sistematizado, por meio de técnicas específicas e métodos próprios. Assim, constata-se que a ciência possui, conforme citado por Yin (2001), diretrizes e regras voltados a disciplinar os trabalhos, voltando-se à mínima interferência da subjetividade dos pesquisadores.

O projeto desenvolvido se relaciona à análise da viabilidade técnica para a implantação de uma usina solar fotovoltaica na Praça Tiradentes, em Teófilo Otoni/MG. As etapas da pesquisa são sintetizadas no diagrama na figura 1.



Fonte: Autores da Pesquisa

3.1 Classificação da Pesquisa quanto aos fins

Quanto aos fins, a categorização deste trabalho é oriunda de pesquisa descritiva. Esta modalidade de pesquisa possui como principal finalidade a descrição de características específicas de um fenômeno ou de uma população. A pesquisa descritiva geralmente adota técnicas padronizadas para coleta de dados, sendo que estas técnicas podem ser os levantamentos, a análise documental, a observação, as entrevistas ou os estudos de campo (LAKATOS; MARCONI, 2017).

A presente pesquisa adotou um estudo de caso e utilizam dados de levantamentos, o que, conforme Aacker, Kumar e Day (2004), é uma característica da pesquisa descritiva.

Ao final da presente pesquisa, a mesma pode tender para o cunho exploratório, pois abordou uma nova visão acerca da viabilidade técnico-econômica da instalação de uma micro usina solar na praça Tiradentes na cidade de Teófilo Otoni-MG.

3.2 Classificação da Pesquisa quanto aos meios

Classifica-se a pesquisa quanto aos meios como estudo de caso. O estudo de caso consiste na observação de feitos e fenômenos, tal como ocorrem espontaneamente no momento da coleta de dados e nos registros relacionados à sua análise.

Afirma-se ainda que o primeiro procedimento para a realização de uma pesquisa de caso é a concentração de uma pesquisa bibliográfica a respeito do tema abordado (MARCONI; LAKATOS, 2017). Em seguida, são utilizados os instrumentos de coleta de dados que possam realizar a investigação, que irá tornar o caso em estudo generalizável por meio de proposições teóricas (AACKER, KUMAR E DAY, 2004).

3.3 Coleta de Dados

3.3.1 Coleta de dados da Praça Tiradentes

O local de estudos foi a Praça Tiradentes, na Cidade de Teófilo Otoni/MG, que se encontra localizada no centro urbano e ocupa uma área de 12.300 m², conforme demonstra a Figura 2.

Figura 2 – Vista central da Praça Tiradentes de Teófilo Otoni – MG



Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

A Praça a ser analisada conta com 204 lâmpadas de vapor metálico, com uma potência estimada de 150 W cada, sendo utilizada para atividades de comércio, lazer, turismo e atividades culturais, representando a parte mais central da cidade. Na Figura 3 pode ser observada a vista aérea noturna do local na figura 3.

Figura 3– Vista aérea da Praça Tiradentes de Teófilo Otoni - MG



Fonte: Tocastúdio (2018)

Teófilo Otoni é um município localizado no estado de Minas Gerais, Região Sudeste do país. Situa-se na Mesorregião do Vale do Mucuri e encontra-se a nordeste da capital do estado, distando da mesma em aproximadamente de 450 km.

O município de Teófilo Otoni ocupa uma área de 3.242,818 km², sendo que 19,62 km² estão em perímetro urbano. Sua população foi estimada em 141.934 habitantes em julho de 2017 (IBGE, 2017).

3.4 Tratamento de Dados

O tratamento de dados em um estudo de caso deve ser realizado, conforme Yin (2001), por meio, inicialmente, da definição dos indicadores para análise e dos eventos que serão relevantes para a pesquisa, bem como as hipóteses a respeito dos mesmos. Em alguns casos, conforme o autor, pode ser necessária a apresentação das causas dos eventos, para justificar os resultados.

Após a coleta dos dados, foi utilizado o programa *Retscreen*, onde foram feitos os cálculos da implantação, a análise de *payback* e as projeções de economia para os próximos 25 anos. O procedimento feito consistiu em analisar os valores das últimas 12 contas de energia do local, sendo que os mesmos são expressos pela grandeza dimensional de kWh/mês. Depois desse procedimento, a etapa seguinte consistiu em somar as últimas 12 medições de energia, calculando a média destes valores.

A partir dos resultados dos cálculos citados, procedeu-se a análise dos mesmos com base no referencial estudado, conhecendo o comportamento médio do consumo e a viabilidade da implantação, a ser indicada pela projeção dos resultados oriundos da mesma.

3.4.1 Dimensionamento da micro usina para atender ao consumo de 50% da área da Praça Tiradentes

Para o presente trabalho foi realizada uma pesquisa sobre o sistema elétrico de potência nacional, geração distribuída e o sistema solar fotovoltaico, também se utilizando dos dados fornecidos pela prefeitura de Teófilo Otoni/MG relacionados ao consumo mensal, voltando-se à análise acerca da possibilidade de utilização de uma área apropriada para possível instalação da micro usina fotovoltaica. As informações contribuíram como uma base para o cálculo de dimensionamento e viabilidade técnico-econômica da mesma.

Após a definição da área apropriada com melhor custo benefício para instalação, levando em conta os critérios técnicos determinados pela Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 (Brasil, 2012), partiu-se para a etapa dos cálculos econômicos voltados à realização da estimativa de *payback*, correspondente aos objetivos do trabalho.

3.4.2 Análise da área para implantação da micro usina

Os dados de necessária consideração para a escolha do local de implantação da micro usina foram a irradiação solar no local, a orientação e inclinação dos painéis, o sombreamento e obstáculos, o levantamento da área de cobertura e a avaliação do consumo energético. O levantamento acerca da irradiação solar do local é imprescindível, já que médias anuais relativamente altas indicam um maior potencial de geração de energia (EPE, 2012).

Acerca da avaliação do consumo energético, a mesma se constitui como meio de apuração acerca do consumo efetivamente realizado em determinado período, bem como das projeções e das possibilidades de aproveitamento de luz artificial e natural, bem como da integração entre os meios de iluminação e análise do consumo de energia envolvendo iluminação e equipamentos (ROCHA; PEREIRA, 2011).

Quanto à orientação e inclinação dos painéis, estes fatores se encontram interligados de modo direto também ao sombreamento, aos obstáculos e à área de cobertura. Esta inclinação se correlaciona à irradiação solar diária em plano horizontal e em plano inclinado, o que indica o potencial de aproveitamento dos recursos considerando os obstáculos existentes no local (EPE, 2012).

A partir do levantamento da irradiação nos possíveis locais de implantação, pode-se definir a potência de geração passível de atender o consumo médio diário do local a ser atendido. Em síntese, a escolha da área para a implantação da micro usina obedeceu ao seguinte diagrama da figura 4.

Figura 4 – Análise da área para implantação

Fonte: Autores da pesquisa

3.4.3 Realizar *Payback* do Investimento

O *Payback*, definido como retorno do capital investido, onde se consideram os fatores econômicos e o tempo, considera o lapso temporal em que o investimento inicial se iguala ao valor recebido acumulado. O mesmo é calculado pela razão entre o investimento inicial e o ganho no período e tem como vantagem a possibilidade de indicar o grau de risco e de liquidez do projeto.

Quanto à viabilidade técnica, sua avaliação possuiu como parâmetro a estimativa do fornecimento final de energia elétrica pela microgeração, em consonância com a demanda apresentada pelo local a ser atendido. A viabilidade financeira se define a partir da análise do *Payback*, considerando que as hipóteses se fundamentam em aproximações, já que a tarifa de energia é variável.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

O presente trabalho tem como objetivo a análise acerca da viabilidade técnica da implantação de micro usina fotovoltaica para iluminação pública da praça Tiradentes na cidade de Teófilo Otoni-MG, considerando as normas vigentes para geração distribuída, o *payback* do investimento e o melhor modelo se usina a ser implantada para o suprimento da demanda de 50% da área determinada.

As células fotovoltaicas realizam a conversão da energia solar em energia elétrica de modo direto, sendo que o principal material utilizado em sua produção é o silício. Observa-se que o sistema fotovoltaico tem sido gradativamente incorporado à realidade da distribuição de energia, sendo explorados novos materiais e realizadas pesquisas voltados ao aprimoramento desta tecnologia (ALMEIDA, 2017).

Inicialmente foi efetuada a análise da estimativa de energia gerada pelos painéis fotovoltaicos, bem como a área necessária para instalação. Em seguida, foi apresentada avaliação financeira do sistema fotovoltaico em atendimento a Praça Tiradentes de Teófilo Otoni, fundamentada nos orçamentos recebidos das empresas Proteja Solar, Seltec, Mega Engenharia, Solartech.

4.1 Análise de demanda energética e dimensionamento do sistema

A elaboração da análise de viabilidade do sistema de implantação da energia solar na Praça Tiradentes de Teófilo Otoni – MG, contou com a realização levantamentos de dados solarimétricos, visitas e avaliação do consumo de energia do local através de análise das contas de energia, coletando os seguintes dados:

- Médias anuais de consumo, potencial fotovoltaico e dados de irradiação solar
- Orientação e inclinação para painéis fotovoltaicos
- Área da cobertura
- Sombreamentos
- Avaliação do consumo energético

A análise de viabilidade técnica pode ser observada como a forma de se mensurar os elementos que fazem com que o projeto se torne factível. Logo, o estudo de viabilidade técnica abrange, conforme Gehbauer (2002), todo o planejamento técnico, desde a concepção à elaboração do anteprojeto. Especificamente no caso da implantação de micro usina solar fotovoltaica, são analisadas as variáveis que indicam o potencial de geração de energia, atuando

como subsídios para a tomada de decisão a respeito do investimento e leva em consideração os dados contidos citados anteriormente.

4.1.1 Dados de irradiação solar, potencial fotovoltaico e médias anuais

Os dados de irradiação solar, potencial fotovoltaico e médias anuais geralmente estão disponíveis para pesquisa na internet e indicam a disponibilidade de energia solar, devendo ser utilizados em conjunto com a análise dos efeitos das demais variáveis ambientais, bem como seus possíveis impactos no potencial de geração (COSTA; LOPES; UTURBEY, 2018).

Fundamentando-se nos dados colhidos por meio do software *Retscreen*, foi possível a identificação dos dados inerentes à radiação média diária da Praça Tiradentes, situada no centro de Teófilo Otoni, entre a Avenida Getúlio Vargas e Epaminondas Otoni, sendo verificado o valor de 27,06 KWp.

Na Figura 5 pode ser identificada a média da radiação solar anual na cidade de Teófilo Otoni-MG, com os valores de janeiro a dezembro na figura 5.

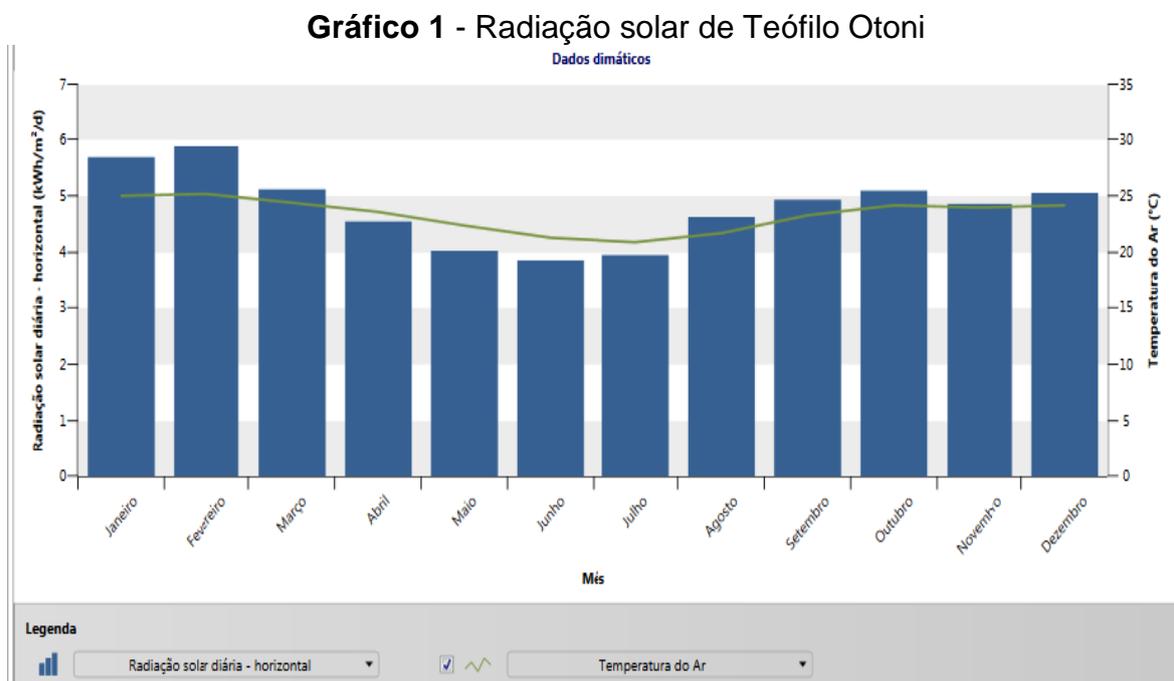
Figura 5- Média da radiação solar anual na cidade de Teófilo Otoni-MG.

	Unidade	Localização dos dados climáticos	Local das instalações	
Latitude		-17,9	-17,9	
Longitude		-41,5	-41,5	
Zona climática		2A - Quente - Úmido		Defini
Elevação	m	570	0	N
Temperatura para projeto de aquecimento	°C	15,5		
Temperatura para projeto de refrigeração	°C	31,7		
Amplitude da Temperatura do Solo	°C	11,6		

Mês	Temperatura do Ar	Humidade relativa	Precipitação	Radiação solar	Pressão	Velocidade do	Temperatura do	Gaus-dia para aqueciment 18 °C
	°C	%	mm	diária - horizontal kWh/m²/d	Atmosférica kPa	Vento m/s	Solo °C	
Janeiro	25,0	66,5%	172,63	5,70	95,5	3,0	26,3	0
Fevereiro	25,2	64,0%	123,48	5,88	95,6	3,0	26,8	0
Março	24,4	69,6%	144,49	5,14	95,6	2,9	25,6	0
Abril	23,6	69,3%	65,54	4,55	95,7	3,2	24,8	0
Mai	22,4	66,1%	25,67	4,05	95,9	3,2	23,4	0
Junho	21,3	64,1%	23,25	3,88	96,1	3,3	22,5	0
Julho	20,9	64,3%	14,19	3,96	96,2	3,5	22,6	0
Agosto	21,7	60,9%	14,12	4,63	96,1	3,2	24,2	0
Setembro	23,3	59,7%	31,05	4,94	95,9	3,3	26,2	0
Outubro	24,2	62,3%	58,53	5,10	95,7	3,4	26,8	0
Novembro	24,0	69,3%	222,95	4,87	95,6	3,4	25,6	0
Dezembro	24,2	71,5%	229,64	5,05	95,5	3,3	25,2	0
Anual	23,4	65,6%	1.125,54	4,81	95,8	3,2	25,0	0
Fonte	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA
Medido a						m	10	0

Fonte: *Retscreen* (2018)

O Gráfico 1 indica a radiação de Teófilo Otoni, bem como a temperatura do ar nos meses de janeiro a dezembro.



4.1.2 Orientação e inclinação para painéis fotovoltaicos

A determinação da inclinação dos painéis solares considera o plano horizontal e o azimute, realizando a compensação do desvio uma vez, já que os painéis são estáticos e não acompanham a variação da Terra em relação ao sol. Considerando os painéis instalados no hemisfério Sul, os mesmos devem ser direcionados ao norte verdadeiro, sendo para a maximização da produção média anual, sua inclinação deve ser ajustada de acordo com o plano horizontal. A inclinação é definida predominantemente conforme os ângulos próximos à latitude do local onde os painéis serão instalados (KARASAWA, 2015).

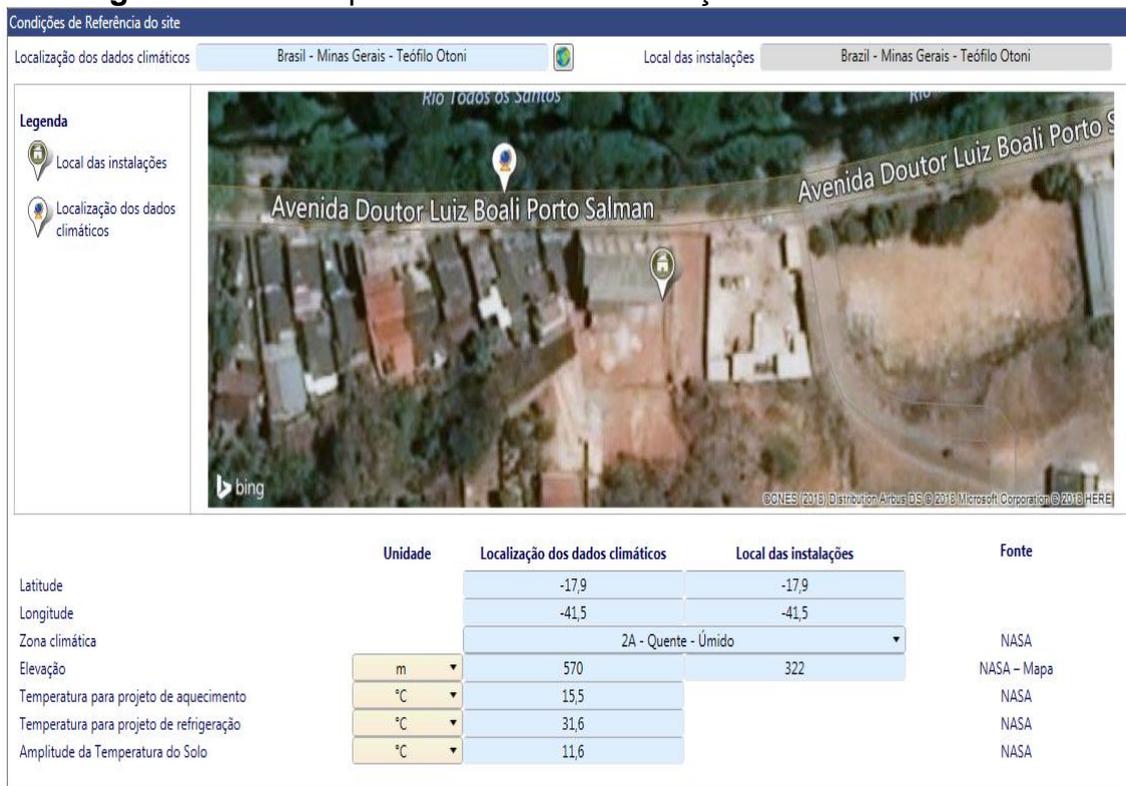
Importante considerar que, ainda que o ângulo de instalação dos painéis deva ser o mesmo da latitude do local onde os mesmos serão instalados, pequenas variações ocorridas nesta inclinação não trazem mudanças significativas quanto ao montante anual de geração de energia (CRESESB, 2014).

Deve-se considerar que a inclinação dos painéis pode sofrer a variação de 10° com relação à latitude do local de instalação, mas que são sugeridos, conforme,

ângulos superiores a 10° para que seja evitada a formação de camadas de poeira, já que estas promovem a absorção de parte da energia incidente (OLIVEIRA; GÓMEZ-MALAGON, 2018). Deve-se considerar que a inclinação superior a 10° evita também o acúmulo de água e facilita a limpeza natural, por meio da chuva (SIQUEIRA, 2013). Desse modo, será adotado o ângulo de 17° para a usina em estudo, considerando o teto do local onde a mesma será instalada.

Na Figura 6 observa-se a vista superior do local selecionado para a instalação da micro usina fotovoltaica na figura 6.

Figura 6 - Vista superior do local da instalação da micro usina fotovoltaica



Fonte: Retscreen (2018)

4.1.3 Área da cobertura

A análise criteriosa do local de instalação do sistema fotovoltaico pode ser compreendida como uma etapa importante do processo, considerando a influência do mesmo no tocante aos sombreamentos e quanto à área onde sevem ser instalados os módulos, já que esta deve comportar a alocação do sistema, conforme a demanda requerida. Importante observar a disposição das construções

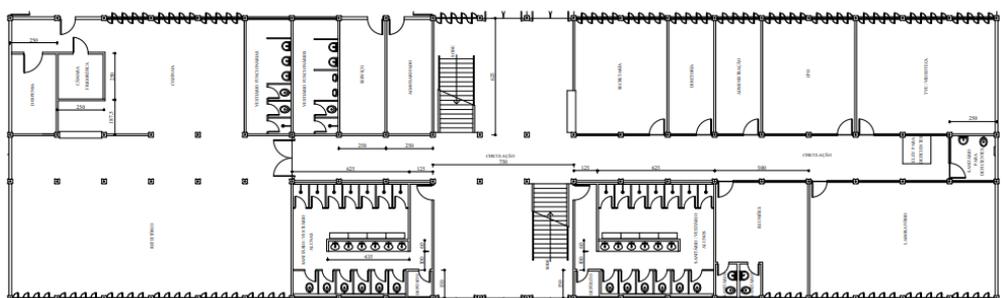
circunvizinhas, considerando que a quantidade de luz recebida pode sofrer influência direta das mesmas por meio dos sombreamentos formados (GRIGOLETO, 2001).

A máxima produção é obtida a partir da disponibilidade de sol, da inclinação dos painéis e da orientação, sendo que a melhor orientação é voltada para o Equador. A escolha de uma superfície plana pode não ser adequada, já que um painel pode produzir sombra sobre outro. Nesse caso, é importante um maior afastamento entre os painéis, o que pode exigir uma área muito superior para sua instalação (SIQUEIRA, 2013).

O local escolhido é onde funciona diversos setores da prefeitura, CAIC, situado na Av. Dr. Luís Boali Porto Salman, 230 - Centro, Teófilo Otoni – MG. O mesmo é de propriedade do município e possui boa área disponível para a instalação da micro usina fotovoltaica, possuindo boa capacidade de aproveitamento do sol durante o dia por ser centralizada.

A CAIC - Centro de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente situa-se em local com uma boa área de cobertura, sendo aproximadamente 339,227 m² de área total e 260 m² de área útil para instalação dos módulos fotovoltaicos conforme figuras x. Os módulos serão instalados sobre a laje, calçados por suportes de sustentação fixados na própria edificação. A planta do local pode ser observada na Figura 7.

Figura 7 - Diagrama da planta do local da instalação da usina solar



Fonte: Acervo da própria pesquisa

4.1.4 Análise de sombreamentos

A projeção de sombras sobre os módulos fotovoltaicos prejudica os índices de geração de energia e geralmente reduz de forma acentuada sua eficiência

(SIQUEIRA, 2013). Por consequência, o sombreamento possui relação direta com o aumento do tempo para obtenção do retorno do investimento. Após a análise da cobertura do CAIC pode-se observar pequenos sombreamentos em consequência da localização e produzidos pelo próprio imóvel.

Consequência da localização – durante o período matutino e vespertino foi observado que as árvores e a torre existentes no local não causam nenhuma interferência para sombreamento na área usada para instalação da usina fotovoltaica. A Figura 8 indica as condições de sombreamento às 08:00 horas.

Figura 8– Área de instalação da micro usina – período matutino



Fonte: acervo da própria pesquisa

Foi realizado novo estudo de sombreamento às 15:00, cujo resultado pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 – Área de instalação da micro usina – período vespertino



Fonte: acervo da própria pesquisa

4.1.5 Avaliação do consumo energético

O cálculo da quantidade de energia passível de geração diariamente depende do conhecimento a respeito do consumo médio do local em determinado período. Importante não utilizar como parâmetros os consumos extremos, máximos e mínimos, já que estes podem levar ao superdimensionamento ou ao subdimensionamento da capacidade do sistema (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Para fundamentar o dimensionamento do sistema fotovoltaico para atender o consumo da Praça Tiradentes de Teófilo Otoni, considera-se o histórico de consumo dos últimos doze meses conforme dados obtidos através da concessionária Cemig e indicados na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela de histórico de consumo

CONSUMO		
MÊS/ANO	KWH/MÊS	MEDIA KWh/DIA
OUT/18	3542	114,25
SET/18	3523	113,64
AGO/18	3522	117,40
JUL/18	3646	121,53
JUN/18	3545	114,35
MAI/18	3070	102,33
ABR/18	3158	98,68
MAR/18	2389	85,32
FEV/18	3021	100,70
JAN/18	3841	120,03
DEZ/17	3195	106,50
NOV/17	2982	99,40
OUT/17	3191	102,93

Fonte: Acervo da própria pesquisa

Constata-se que o consumo médio da Praça Tiradentes de Teófilo Otoni é de aproximadamente 3.279 Kw/mês.

4.1.6 Dimensionamento do sistema

Para o dimensionamento do sistema da Praça Tiradentes foram utilizados os supracitados resultados das análises, de forma a chegar ao mais próximo possível da necessidade do local.

Para dimensionamento deste caso, foi utilizado o consumo médio de 3.279 kWh/mês que corresponde à média de 100% do consumo médio mensal de 50% de área da praça Tiradentes, o coeficiente médio de radiação solar diário para Teófilo Otoni de 4,81 horas e considerou-se 30 dias ao mês.

Levando em consideração os dados da tabela de histórico de consumo, foram apresentados os seguintes resultados do dimensionamento do sistema:

4.1.6.1 Dimensionamento da potência do sistema fotovoltaico:

A fórmula abaixo foi utilizada para calcular a potência de pico do sistema fotovoltaico em atendimento consumo médio mensal de 50 % de área da praça Tiradentes.

Para calcular a potência de pico sistema fotovoltaico foi utilizado o valor de consumo médio mensal (Wh) dividido pelo número de dias considerados, tendo seu resultado dividido pelo coeficiente médio de radiação solar diária. Conforme equação abaixo:

$$P_{FV} = \frac{(C_{MM}/D)}{RSD}$$

Onde:

P_{FV} (Wp) = Potência de pico do sistema fotovoltaico

C_{MM} (Wh) = Consumo médio mensal

D = Dias do mês considerados

$RSD(h)$ = Coeficiente médio de radiação solar

4.1.6.2 Dimensionamento do inversor

A potência do inversor deve atender a potência de pico do sistema fotovoltaico. Por esse motivo, foi feita a opção pela utilização de strings conectadas a inversores com potência de 25 kWp. Devido à variedade de fabricantes de inversores e da heterogeneidade de suas características quanto à eficiência e potência, foi concedida às empresas que apresentaram o orçamento a liberdade de escolha das marcas conforme sua conveniência.

4.1.6.3 Dimensionamento dos painéis fotovoltaicos

A execução do dimensionamento dos painéis considerou a fórmula a seguir, sendo considerados painéis fotovoltaicos de 330w, levando em conta a utilização de uma menor área para a instalação do sistema fotovoltaico no prédio.

$$\frac{P_{FV.}}{P_{modulo}} = N_m$$

Sendo:

$P_{FV.}$ (W) = potência a ser considerada no dimensionamento da quantidade das placas

P_{PF} (W) = potência do painel fotovoltaico

N_m = número de módulos (placas) deverão ser utilizados para suprir a demanda.

Após aplicadas as fórmulas, chegou-se a seguinte configuração do sistema fotovoltaico, explicitada na Tabela 2, optando por arranjos ligados em paralelo compostos de painéis de 82 células Policristalino de 330w, ligados em série para cada inversor.

Tabela 2 - Tabela de com dados do sistema

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA	
ITEM	KWh/mês
POTÊNCIA DE PICO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	27,06
POTÊNCIA DO INVERSOR	25
NUMEROS DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS 330W	82

Fonte: Acervo da própria pesquisa

4.2 Análises Orçamentárias

Os orçamentos foram solicitados mediante uma lista já definida de materiais e equipamentos encontrada na Tabela 3, deixando a cargo da empresa a definição de marcas a serem fornecidas para instalação.

Tabela 3 - Lista de materiais previstos para usina fotovoltaica da Praça Tiradentes

QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
1	Inversor solar 25 kW WLAN/LAN/WEBSERVER
82	Painel solar Canadian CS6U-325P 72 células policristalino6 polegadas 325 W
10	Multi-contact conector MC4 320016P0001-UR PV-KBT4/6II-UR acoplador fêmea
10	Multi-contact conector MC4 320017P0001-UR PV-KST4/6II-UR acoplador macho
300 metros	Cabo solar Nexans Energyflex BR 0,6/1KV (1500V DC) Preto – múltiplo 25 metros
300 metros	Cabo solar Nexans Energyflex BR 0,6/1KV (1500V DC) Preto – vermelho 25 metros
40	Estruturas kit fixação 4 placas
40	Estruturas perfil de alumínio par 4,15 M P/ 4 placas

Fonte: Acervo da própria pesquisa

Conforme Santos e Quintana (2011), a análise orçamentária é um importante instrumento voltado à concentração de informações sobre os custos inerentes a todas as etapas de um projeto, sendo essencial para a tomada de decisão com maior grau de acerto.

Nos tópicos a seguir se encontram as análises financeiras realizadas com base nos orçamentos das empresas consultadas.

4.2.1 Análise orçamentária da empresa Proteja solar

A empresa Proteja Solar está localizada na cidade Teófilo Otoni, na Av. Alberto Laender, 79ª, Bairro São Diogo. Está inscrita sob o CNPJ nº 18.404.780/00001-09 e tem atuação nacional, motivo pelo qual foi solicitado orçamento.

As propostas apresentadas pela Proteja Solar obtiveram os resultados abaixo, com base na sua metodologia de trabalho. O investimento total no valor de R\$ 101.000,00 faz com que o sistema apresente *Payback* de 35 meses, com média de economia anual aproximada em R\$ 33.053,25, durante os 25 anos de vida útil,

podendo prever um retorno do investimento total de aproximadamente R\$ 1.854.981,22, conforme pôde ser extraído da Proposta técnica e comercial da empresa. Levando em consideração um reajuste no valor da energia em 8% ao ano. A viabilidade financeira de acordo com o orçamento da Proteja Solar pode ser observada na Tabela 4.

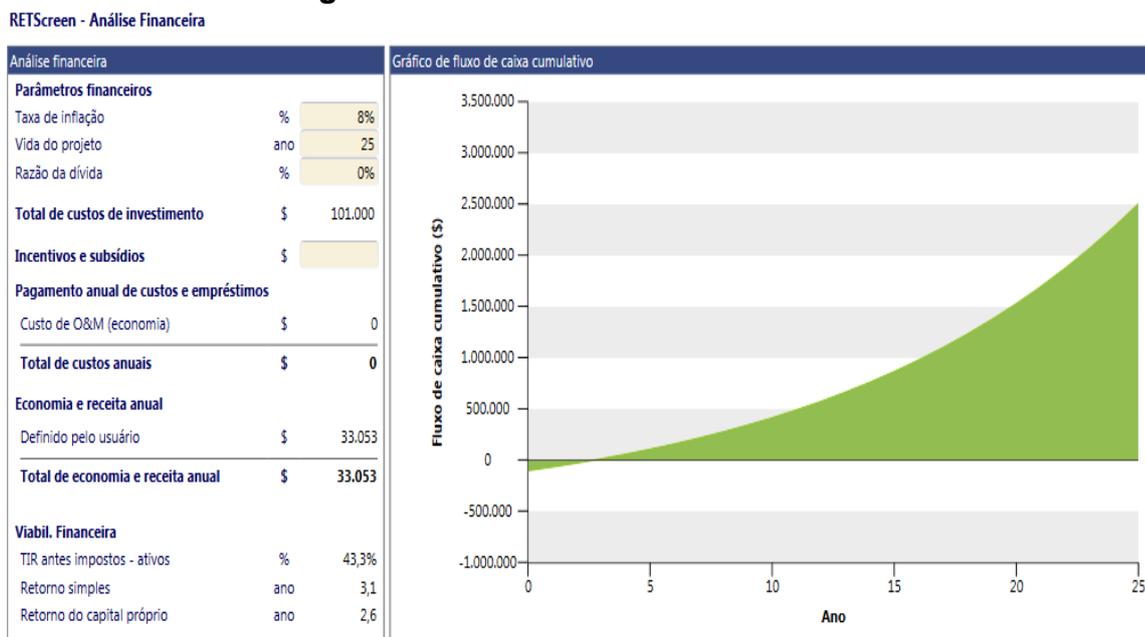
Tabela 4 - Viabilidade financeira Proteja Solar

VIABILIDADE FINANCEIRA	
Economia mensal estimada	R\$2.754,44
Economia anual estimada	R\$ 33.053,25
Retorno do investimento (PAYBACK)	35 Meses
Custo total do investimento	R\$ 101.000,00
Retorno do investimento em 25 anos	R\$ 1.854.981,22

Fonte: Proteja Solar(2018)

A análise de viabilidade financeira do orçamento da Proteja Solar conforme o *Retscreen* se encontra identificada na Figura 10:

Figura 10 - Viabilidade financeira *Retscreen*



Fonte: *Retscreen* (2018)

Necessitando de 164 m² de área livre no telhado para acomodação dos 82 módulos fotovoltaicos com 330 W de potência, consegue-se atender a demanda

calculada em 27,06 kWp controlados por um inversor, gerando 3166,02 kw mensalmente. Os dados do sistema se encontram elencados na Tabela 5.

Tabela 5 - Dados do sistema
DADOS DO SISTEMA SOLAR-PROTEJA SOLAR

Potência do Sistema	27,06 kWp
Quantidade de Painéis Solares	82 Unidades
Quantidade de inversores	Não informado Unidades
Área ocupada pelos módulos	164 M ²
Temperatura de operação das células	45 °C
Geração media mensal estimada	3166,02 kWp

Fonte: Proteja Solar (2018)

4.2.2 Análise orçamentária Seltec

A empresa Seltec, inscrita sob o CNPJ nº 08.825.897/0001-02, se localiza na Rua Dr. Marcílio Rosa, 223, Bairro Jardim Iracema em Teófilo Otoni. A empresa possui atuação nacional, que justificou a solicitação do orçamento. As propostas apresentadas pela Seltec obtiveram os resultados a seguir: O investimento total no valor de R\$ 119.050,00 faz com que o sistema apresente *Payback* de 38 meses, com média de economia anual aproximada em R\$ 31.685,11, durante os 25 anos de vida útil, podendo prever um retorno do investimento total de aproximadamente R\$2.382.628,54, conforme pôde ser extraído da Proposta técnica e comercial da empresa. Levando em consideração um reajuste no valor da energia em 8% ao ano. Na Tabela 6 pode ser observada a viabilidade financeira do investimento conforme a empresa Seltec.

Tabela 6 - Viabilidade financeira Seltec
VIABILIDADE FINANCEIRA

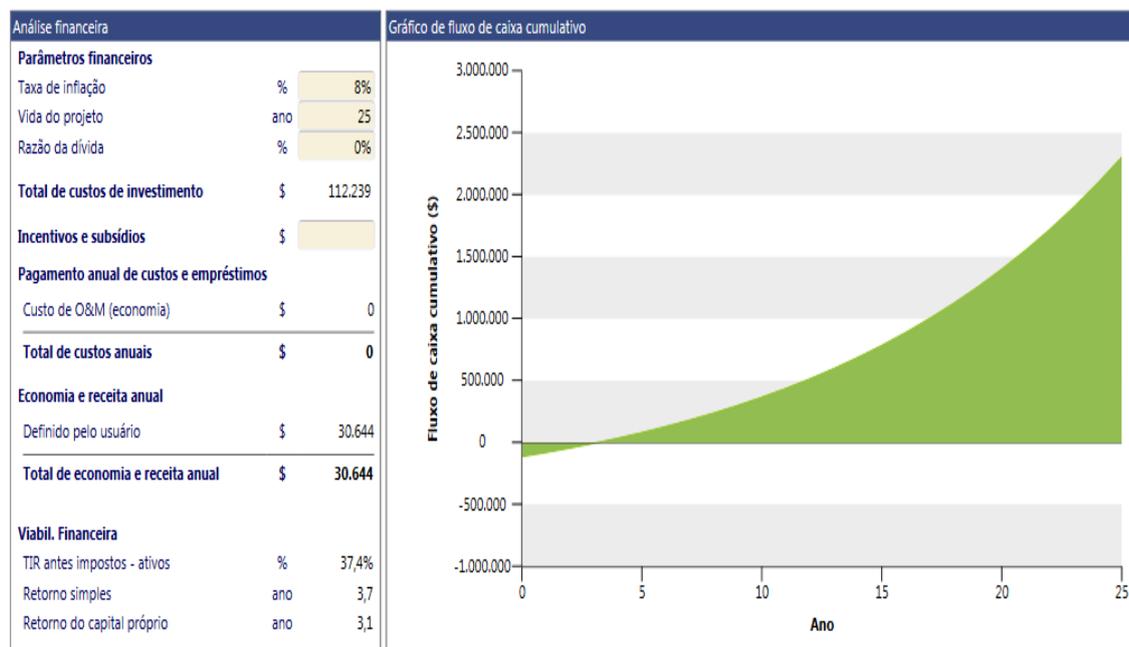
Economia mensal estimada	\$ 2.640,43
Economia anual estimada	\$ 31.685,11
Retorno do investimento (PAYBACK)	38 Meses
Custo total do investimento	\$119.050,00
Retorno do investimento em 25 anos	\$2.382.628,54

Fonte: Seltec (2018)

A análise de viabilidade financeira do orçamento da Seltec conforme o *Retscreen* se encontra identificada na Figura 11.

Figura 11- Viabilidade financeira *Retscreen*

RETScreen - Análise Financeira



Fonte: *Retscreen*(2018)

Necessitando de 164 m² de área livre no telhado para acomodação dos 82 módulos fotovoltaicos com 330 W de potência, consegue-se atender à demanda calculada em 27,06 kWp controlados por um inversor, gerando 3166,02 kw mensalmente. Os dados do sistema se encontram demonstrados na Tabela 7.

Tabela 7 - Dados do sistema
DADOS DO SISTEMA SOLAR-SELTEC

Potência do Sistema	27,06 kWp
Quantidade de Painéis Solares	82 Unidades
Quantidade de inversores	Não informado Unidades
Área ocupada pelos módulos	160,72 M ²
Temperatura de operação das células	45 °C
Geração média mensal estimada	3296 kWp

Fonte: Seltec (2018)

4.2.3 Análise orçamentaria Solartech

A empresa Solartech se situa na rua Pernambuco, 178, Bairro Tabajaras, no Município de Teófilo Otoni. A empresa está inscrita no CNPJ sob o nº 30.555.852/0001-06. Como as demais empresas onde foi solicitado o orçamento, a Solartech também possui atuação nacional.

Diante do orçamento da Solartech, o investimento total no valor de R\$ 112.239,00 faz com que o sistema apresente *Payback* em meses que não foram informados, com média de economia anual aproximada em R\$ 33094,65, durante os 25 anos de vida útil, não foi informado o retorno do investimento total de aproximadamente conforme pôde ser extraído da Proposta técnica e comercial da empresa. Levando em consideração um reajuste no valor da energia em 8% ao ano. A viabilidade financeira de acordo com o orçamento da Solartech pode ser observada na Tabela 8.

Tabela 8 - Viabilidade financeira Solartech

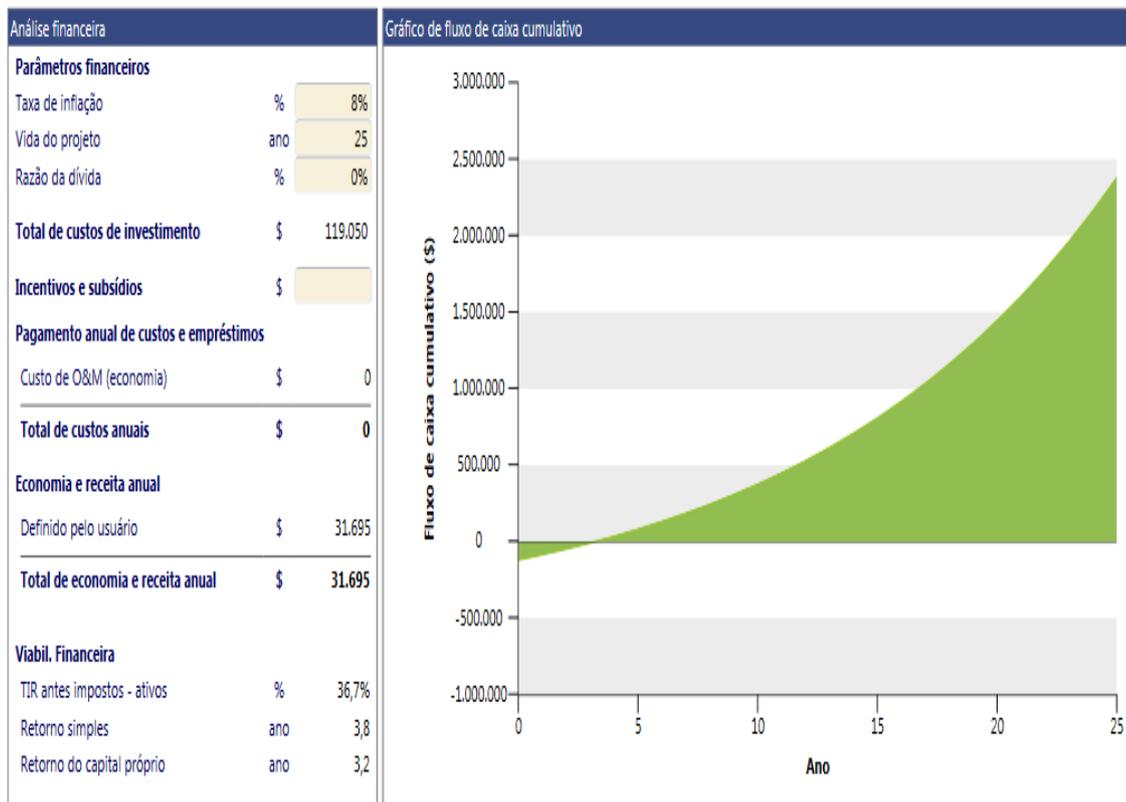
VIABILIDADE FINANCEIRA	
Economia mensal estimada	\$ 2.553,60
Economia anual estimada	\$ 33094,65
Retorno do investimento (PAYBACK)	Não informado
Custo total do investimento	\$112.239,00
Retorno do investimento em 25 anos	Não informado

Fonte: Solartech (2018)

A análise de viabilidade financeira do orçamento da Solartech conforme o *Retscreen* se encontra identificada na Figura 12.

Figura 12 - Viabilidade financeira Retscreen

RETSscreen - Análise Financeira



Fonte: Retscreen(2018)

Necessitando de 172 m² de área livre no telhado para acomodação dos 86 módulos fotovoltaicos com 330 W de potência, consegue-se atender à demanda calculada em 28,38 kWp controlados por um inversor, gerando 3192 kw mensalmente. Os dados do sistema se encontram demonstrados na Tabela 9.

Tabela 9 - Dados do sistema
DADOS DO SISTEMA SOLAR-SELTEC

Potência do Sistema	28,38 kWp
Quantidade de Painéis Solares	86 Unidades
Quantidade de inversores	25 kwh Unidades
Área ocupada pelos módulos	172M ²
Temperatura de operação das células	45 °C
Geração media mensal estimada	3192 kWp

Fonte: Solartech (2018)

4.2.4 Análise orçamentária Mega Engenharia

A empresa Mega Engenharia Elétrica se situa na cidade Teófilo Otoni, à rua Leolina Gomes de Matos, 55, Bairro Pampulhinha. A empresa também possui atuação nacional e se encontra inscrita no CNPJ sob o nº 36.251.379/0001-50. As propostas apresentadas pela Mega Engenharia obtiveram os resultados que se seguem, com base na sua metodologia de trabalho.

O investimento total no valor de R\$ 132.114,00 faz com que o sistema apresente *Payback* de 43 Meses, com média de economia anual aproximada em R\$ 34670,00, durante os 25 anos de vida útil, podendo prever um retorno do investimento total de aproximadamente R\$1.919.575,59, conforme pôde ser extraído da Proposta técnica e comercial da empresa. Levando em consideração um reajuste no valor da energia em 8% ao ano. A viabilidade financeira de acordo com o orçamento da Mega Engenharia pode ser observada na Tabela 10.

Tabela 10 - Viabilidade financeira Mega Engenharia

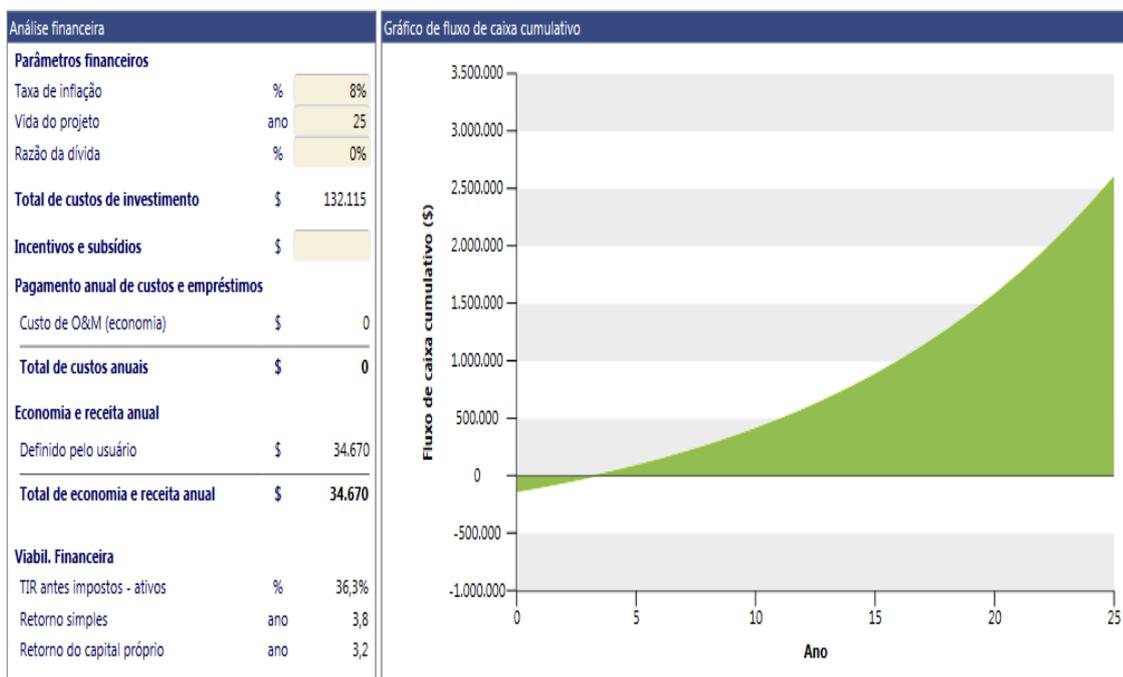
VIABILIDADE FINANCEIRA	
Economia mensal estimada	\$2889,00
Economia anual estimada	\$34670,00
Retorno do investimento (PAYBACK)	43 Meses
Custo total do investimento	\$132.114,00
Retorno do investimento em 25 anos	\$1.919.575,59

Fonte: Mega Engenharia (2018)

A análise de viabilidade financeira do orçamento da Mega Engenharia, conforme o *Retscreen* se encontra identificada na Figura 13.

Figura 13 - Viabilidade financeira *Retscreen*

RETSscreen - Análise Financeira

Fonte: *Retscreen* (2018)

Necessitando de 192 m² de área livre no telhado para acomodação dos 96 módulos fotovoltaicos com 330 W de potência, consegue-se atender a demanda calculada em 31,68 kWp controlados por um inversor, gerando 3.611 kW mensalmente. Os dados do sistema se encontram demonstrados na Tabela 11.

Tabela 11 - Dados do sistema

DADOS DO SISTEMA SOLAR-MEGA ENGENHARIA

Potência do Sistema	31,68 kWp
Quantidade de Painéis Solares	96 Unidades
Quantidade de inversores	Não informado Unidades
Área ocupada pelos módulos	192 M ²
Temperatura de operação das células	45°C
Geração média mensal estimada	3611 kWp

Fonte: Mega Engenharia (2018)

4.3 Payback

O *Payback* em energia solar indica o tempo necessário para que ocorra o retorno do que foi investido ou para que o sistema passe a proporcionar lucro ao proprietário. O cálculo do *Payback* representa a razão entre levantamento do investimento total e a economia proporcionada mensalmente.

$$PAYBACK \text{ (meses)} = \text{Investimento (R\$)} / \text{Energia gerada (kWh/mes)} \times \text{Valor da tarifa}$$

Importante considerar que ocorrem variações significativas no *Payback*, observando que as mesmas derivam das tarifas cobradas e da radiação solar. Quanto maiores as tarifas, menor será o *Payback*, sendo que no Brasil o tempo para a obtenção de retorno tanto pode ocorrer em menos de cinco anos quanto levar mais de oito anos para ocorrer. Em todo caso, considera-se que a vida útil desses sistemas é de cerca de vinte e cinco anos e, por exemplo, um sistema que leve oito anos para compensar o valor do investimento, proporcionará mais dezessete anos de energia sem custos para o usuário (WASOLAR, s/d). A proposta utilizada no *payback* foi a da empresa Proteja Solar, trazida na Figura 14, que indica um retorno para o investimento em menor tempo.

Figura 14 - Proposta da Proteja Solar

Payback / Retorno Financeiro

Retorno do investimento		2Anos11 meses
Retorno Financeiro 10 anos	R\$	327.964,69
Retorno Financeiro 15 anos	R\$	677.420,13
Retorno Financeiro 25 anos	R\$	1.854.981,22

Fonte: Proteja Solar (2018)

No Gráfico 2 pode ser observado a evolução do retorno anual do investimento, conforme a proposta da Proteja Solar.

Gráfico 2 - Payback Simples

Fonte: Proteja Solar (2018)

Conforme pode ser observado no Gráfico 2, a partir do final do terceiro ano de implantação, passa-se a obter o resultado positivo do investimento, corroborando as informações trazidas na Figura 14.

5 CONCLUSÃO

Observadas as especificidades do projeto desenvolvido no presente trabalho acerca da viabilidade técnica de implantação de uma usina solar fotovoltaica na Praça Tiradentes, em Teófilo Otoni/MG, bem como considerando a relevância do cumprimento de cada etapa do mesmo, a saber, a escolha dos locais de estudo e de instalação, a coleta de dados acerca do consumo e o tratamento de dados, pode-se concluir que existe a viabilidade do empreendimento.

Esta constatação deriva das análises que envolvem a relevância de tal implantação, fundamentando-se na avaliação do consumo energético, e nos aspectos técnicos, relacionados à orientação e inclinação dos painéis, o levantamento da irradiação nos possíveis locais de implantação, os dados a respeito do sombreamento e o levantamento da área de cobertura.

A viabilidade técnica, determinada a partir da escolha do local e de sua consonância com as necessidades do projeto, observou a estimativa de fornecimento final de energia por meio da microgeração, sendo que a viabilidade financeira foi definida a partir da análise do *Payback*, diante dos orçamentos realizados com base na configuração identificada como necessária para o sistema e nos orçamentos de materiais.

A escolha da proposta utilizada no *Payback* deu-se a partir do cálculo envolvendo as variáveis custo total de investimento, total de custo anual, retornos simples e do capital próprio, sendo definida a empresa Proteja Solar. A escolha do CAIC como local de instalação da micro usina fotovoltaica teve com fatores determinantes a boa área disponível para a instalação, a boa capacidade de aproveitamento do sol durante o dia e o fato de ser uma propriedade do Município. O sistema apresenta o *Payback* em 35 meses e uma média de economia anual de R\$ 33.053,25, durante os 25 anos de vida útil do sistema. A partir da dedução do tempo de *Payback*, conclui-se que o lucro do investimento total é de aproximadamente R\$ 1.854.981,22.

REFERÊNCIAS

AAKER, D.; KUMAR, V.; DAY, G. S. *Pesquisa de Marketing*. São Paulo: Atlas, 2004.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. *Perguntas e Respostas sobre a aplicação da Resolução Normativa nº 482/2012*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/faq+-v3_20170524/ab9ec474-7dfd-c98c-6753-267852784d86>. Acessado em: 20 de Maio de 2018.

ALMEIDA, Arthur Dutra; SALES, Dhiermany Froeder. *Viabilidade da instalação de uma micro usina fotovoltaica no supermercado Filadélfia no Município de Teófilo Otoni-MG*. 2016. 80 p. Monografia – Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni, 2016, CD-ROM.

ALMEIDA, A. et al. *ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA*. Belo Horizonte, v.1, n.1, p. 1-12, 2017.

ANEEL. *Perguntas e Respostas sobre a aplicação da Resolução Normativa nº 482/2012*. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/faq+-v3_20170524/ab9ec474-7dfd-c98c-6753-267852784d86>. Acessado em: 20/Maio/2018.

_____. Nota técnica nº 0056/2017 – SRD/ANEEL: Atualização das projeções de consumidores residenciais e comerciais com microgeração solar fotovoltaicos no horizonte 2017-2024. Brasília, 2017

_____. Resolução Normativa ANEEL nº 414, de 09.09.2010, Brasília, 2010

_____. *Estudo De Vida Útil Econômica E Taxa De Depreciação*. 2000. 276 p. v.2. Escola Federal de Engenharia de Itajubá.

AVER, A. A relação Iluminação Pública e Criminalidade, *Revista Especialize Online*, Goiânia, p 1 -14, Jan. 2013. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?a/rquivo=a-relacao-iluminacao-publica-e-criminalidade-152947.pdf>>. Acessado dia 09 de abril de 2018.

BRASIL. Instrução Normativa n. 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia

elétrica e dá outras providências. Disponível em:
<www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>.

CAMARGO T.J. et al. *A Biomassa Como Fonte De Energia Renovável*. 1 ed. Lençóis Paulista, Integrada Revista Científica, 2017, 30-57p.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. *Alternativas energéticas uma visão*. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, 2012 - 369.

_____. *Coletânea de artigos sobre alternativas energéticas*. Companhia Energética de Minas Gerais, 2016

_____. *Manual de Distribuição Projetos de Iluminação Pública ND-3.4*.

COPEL. *Etc 4.03 - Especificação Técnica Para Medidor Eletrônico Para Medição De Energia Ativa, Reativa E Demanda*. Disponível em
<[https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/etc403/\\$FILE/etc403.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/etc403/$FILE/etc403.pdf)>. Acessado em: 17/Maio/2018.

COSTA, A. M. G.; LOPES, B. M.; UTURBEY, W. *Mapeamento do potencial de energia solar fotovoltaica no Brasil: uma abordagem preliminar*. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Gramado, 17 a 20 de abril de 2018..

CRESESB. Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio S. de Brito. 2014. *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*. Disponível em:
<<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acesso em 10 out. 2018.

DAMBISKI, L. P. *APLICAÇÃO DO PROGRAMA NACIONAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA EFICIENTE (PROCEL-RELUZ)*. 2007. p. 1 - 87. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em:
<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/Pesquisa/aplicacao_do_programa_nacional_de_iluminacao_publica_eficiente_procel_relua.pdf>. Acessado em: 08 de abril de 2018.

DOMINGUES, C. A. *Energia Sustentável- Nova Geração de Energia Elétrica*. 2010. 41 p. Monografia – Especialista em Gestão Ambiental, Universidade Candido Mestre, Niterói, São Paulo, 2010.

DUTRA. R. M. *Viabilidade Técnico-Econômica da Energia Eólica Face ao Novo Marco Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro*. 2001. 259 p. Tese (Pós-Graduação

Ciências e Planejamento Energético) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015. Plano 2015 volume 3. Eletrobrás, 1993. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Termonuclear.pdf>. Acesso em: 30 de abr 2018.

_____. *Manual de instruções*. Rio de Janeiro: PROCEL RELUZ/ ELETROBRAS – PROCEL, 2005.

_____. PROCEL EDUCAÇÃO. Eficiência Energética. Teoria e Prática: Itajubá: ELETROBRAS – PROCEL/ UFI/ Fupai, 2008.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro. 2012

FONTANA L. E. *Avaliação Da Eficiência Energética De Um Sistema Fotovoltaico Na Cidade De Lajeado, Rs*. 2015. 109 p. Monografia (Graduação Em Engenharia Civil)- Centro Universitário UNIVATES, 2015.

GEHBAUER, F. Planejamento e Gestão de Obras. Curitiba: Editora CEFET – PR, 2002.

GRIGOLETO, W. G. *Comportamento do potencial de energia à superfície para a região de Cascavel/PR*. Cascavel, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agroindustriais), Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Cascavel – PR.

HIRANO, M. Y. *GERAÇÃO DE ENERGIA POR MICROTURBINA ALIMENTADA À BIOGÁS EM UMA PROPRIEDADE RURAL*. 2015. 110p . Dissertação(Estudo de caso)- Faculdades de Engenharia Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015. Disponível em:< <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/132611> > Acesso em: 17 de junho 2018.

IBGE. Teófilo Otoni. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/teofilo-otoni/panorama>>. Acesso em 19 out. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR-IDEC. Manual de educação para o consumo sustentável. 1. ed. Brasília: Consumers International/MMA/MEC/ IDEC, 2005. 160p. Disponível em: <http://www.idec.org.br/uploads/publicacoes/publicacoes/Manual_completo.pdf>. Acesso em: 03 de maio de 2018.

KARASAWA, W. K. Análise de viabilidade econômico-financeira de um Projeto de geração de energia fotovoltaica. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2015.

LAMARCA JUNIOR, M. R. *Políticas públicas globais de incentivo ao uso da energia solar para geração de eletricidade. 2012. 180 p.* Tese (Doutorado) – Ciências sociais, Universidade Católica, São Paulo, 2012.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. *Eficiência Energética na Arquitetura*. 3ª ed. Eletrobras/Procel, 2014.

LIMA, M. T. S. L; et al. Sobre a Situação Energética Brasileira: De 1970 a 2030. *Ciência e natureza, especial UFVJM, v.37 Ed., p. 06-16, 03 de julho 2014.* Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/download/18492/pdf>> Acesso em: 02 de jun. 2018.

LOPES, L. B. *Uma avaliação da tecnologia LED na iluminação pública.* 2014. p. 1 - 81. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010665.pdf>>. Acessado em: 10 de abril de 2018.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica.* 5. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 311p.

MOREIRA JUNIOR. F. D. *Viabilidade Técnica/Econômica para Geração de energia Eólica em Grande Escala, no Nordeste Brasileiro.* 2009. 41 p. Monografia (Pós-Graduação em especialista em energia eólica) – Universidade Federal de Lavras, Minas gerais, 2009.

NASCIMENTO, Rodrigo Limp,. *Energia solar no Brasil: Situação e perspectivas.* Brasília: Consultoria Legislativa, 2017. 46 p. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/32259>> Acesso em: 07 jun. 2018.

OLIVEIRA, F. T. V.; GOMÉZ-MALAGON, L. A. *Otimização do ângulo de inclinação e orientação de painéis solares para a cidade de Petrolina*. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar. 2018. Disponível em: <<http://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/viewFile/717/717>>.

ROCHA, Ana Paula de Almeida; PEREIRA, Fernando Oscar R. Avaliação do consumo de energia de edificações considerando a luz natural e sistemas de controle através de simulação computacional integrada. 2011. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/encac/files/2011/topico6artigo29.pdf>>. Acesso em 19 out. 2018.

RODRIGUES E. B. *Território e soberania na globalização: Amazônia, jardim de águas sedenta*. 2010. 403 p. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

RUTHER R. *Edifícios solares fotovoltaicos*. UFSC / LABSOLAR, Florianópolis. 2004. Disponível em <<https://fotovoltica.ufsc.br/sistemas/livros/livro-edificios-solares-fotovolticos.pdf>> Acessado em: 03 de Jun. 2018.

SANTOS L.P; PERREIRA JUNIOR R.B; LOPES SANTOS V. C. *Geração Distribuída: Sistema de cogeração fotovoltaico conectado à rede elétrica de baixa tensão*. Belo Horizonte, v 1. 20 p.2004.

SANTOS, L. B.; QUINTANA, A. C. *Análise da importância da utilização do orçamento e do planejamento estratégico como ferramenta de controle na atividade rural*. Revista Catarinense da Ciência Contábil – CRCSC – Florianópolis, v. 10, n. 29, p. 69-82, abr./jul. 2011.

SCHULZ, W. *Iluminação Pública*. Agenda Parlamentar CREA-PR. Parana, p. 1 – 26, dez. 2016. Disponível em: <<http://177.92.30.55/ws/wp-content/uploads/2016/12/iluminacao-publica.pdf>> acessado dia 10 de abril de 2018.

SILVA, L. L. F. *Iluminação Pública no Brasil: aspectos energéticos e institucionais*. 2006. Dissertação (mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/llfroes.pdf>>. Acessado dia 09 de abril de 2018.

SIQUEIRA, L. M. P. *Viabilidade da microgeração de energia elétrica em uma residência por um sistema composto por painéis fotovoltaicos conectados à rede*. 2013. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

TIMILSINA G. R. KURDGELASHVILI L. NARBEL P.A. *A Review of Solar Energy Markets, Economics and Policies*. 2011 Disponível em <<https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/5845.pdf?abstractid=1945636&mirid=1>> Acessado em: 01/Jun/2018.

TOLMASQUIM M.T. *Energia Térmica, Gás Natural, Biomassa, Carvão, Nuclear*. Rio De Janeiro, v. 1, n. 1, 2016. Disponível em <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-173/Energia%20Termel%C3%A9trica%20-%20Online%2013maio2016.pdf>>. Acessado em 01 de Jun. 2018.

VILLALVA M. G.; GAZOLI J. R. *Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações*. Érica, São Paulo 2012.

ZAGO R.M. *Sistema De Baixo Custo Para Monitoramento Da Geração De Energia Solar Com Conexão Para Internet Das Coisas*. 2018. 153 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

WASOLAR. *Tempo de retorno do investimento em energia solar*. Disponível em: <<http://www.wasolar.com.br/tempo-de-retorno-do-investimento-em-energia-solar>>. Acesso em 10 out. 2018.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAGO, R. M. Sistema de baixo custo para monitoramento da geração de energia solar com conexão para Internet das Coisas. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2018.

ANEXO 1 – CONTA DE ENERGIA DA PRAÇA TIRADENTES

Classe Poder Público Trifásico	Subclasse Poder Público Municipal	Modalidade Tarifária Convencional B3	Datas de Leitura			Data de Emissão																								
			Anterior 02/07	Atual 01/08	Próxima 01/09	02/08/2018																								
Informações Técnicas																														
Tipo de Medição Energia kWh	Medição ARC123031747	Leitura Anterior 7.075	Leitura Atual 10.597	Constante de Multiplicação 1	Consumo kWh 3.522																									
Informações Gerais				Valores Faturados																										
<p>Tarifa vigente conforme Res Aneel nº 2.396, de 22/05/2018. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br Leitura realizada conforme calendário de faturamento</p> <p>JUL/2018 Band. Verm. P2 - AGO/2018 Band. Verm. P2</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descrição</th> <th>Quantidade</th> <th>Tarifa/Preço (R\$)</th> <th>Valor (R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td>3.522</td> <td>0,87226407</td> <td>3.072,09</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Tarifas Aplicadas (sem impostos)</td> </tr> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td></td> <td>0,63684000</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar</td> </tr> <tr> <td>Bandeira Vermelha</td> <td></td> <td></td> <td>241,18</td> </tr> </tbody> </table>			Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)	Energia Elétrica kWh	3.522	0,87226407	3.072,09	Tarifas Aplicadas (sem impostos)				Energia Elétrica kWh		0,63684000		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar				Bandeira Vermelha			241,18
Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)																											
Energia Elétrica kWh	3.522	0,87226407	3.072,09																											
Tarifas Aplicadas (sem impostos)																														
Energia Elétrica kWh		0,63684000																												
Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar																														
Bandeira Vermelha			241,18																											
Histórico de Consumo				Reservado ao Fisco																										
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias	BAE5.3165.B8FC.1690.CF53.861A.ECE3.EDD8																										
AGO/18	3.522	117,40	30	Base de cálculo (R\$)																										
JUL/18	3.646	121,53	30	ICMS	3.072,09	18,00	552,97																							
JUN/18	3.545	114,35	31	PASEP	3.072,09	1,48	45,46																							
MAI/18	3.070	102,33	30	COFINS	3.072,09	7,51	230,71																							
ABR/18	3.158	98,68	32	Valor (R\$)																										
MAR/18	2.389	85,32	28																											
FEV/18	3.021	100,70	30																											
JAN/18	3.841	120,03	32																											
DEZ/17	3.195	106,50	30																											
NOV/17	2.982	99,40	30																											
OUT/17	3.191	102,93	31																											
SET/17	3.361	112,03	30																											
AGO/17	2.863	95,43	30																											

Ouvdoria CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático
000055294706

Instalação
3012748439

Vencimento
22/10/2018

Total a pagar
R\$3.072,09
Agosto/2018

ANEXO 2 – PROPOSTAS**ANÁLISE ENERGÉTICA E
ORÇAMENTO ESTIMATIVO**

A Mega Engenharia Elétrica é uma empresa voltada à projetos e instalações fotovoltaicas, faz uso de alta tecnologia e dos mais modernos equipamentos de produção automática.

A Mega Engenharia Elétrica é composta por engenheiros, eletricitas, instaladores e representantes comerciais.

Todos foram rigorosamente treinados no maior e mais bem equipado Centro de Treinamento do país, dando ao cliente a confiança técnica de um serviço de excelência.

A iniciação de um projeto fotovoltaico, independentemente do tamanho ou da complexidade da instalação, passa pelos treinamentos das Normas NR 35 (Trabalho em Altura) e NR 10 (Segurança em Eletricidade).

Maurício Souza Dutra

Mega Engenharia Elétrica – Soluções em Energia Solar

Maurício Souza Dutra
Diretor / Eng. Eletricista
Email: mauricio@megaengenhariaeletrica.com.br
Fone: (33) 9.9170-1680
www.megaengenhariaeletrica.com.br

1. PASSO A PASSO PARA AQUIRIR SEU SISTEMA



2. FUNCIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO



Dados do Cliente

Nome: ESPACO CULTURAL SMA
 Endereço: RUA EPAMINONDAS OTONI 550 CO
 Cidade: TEOFILO OTONI - MG
 Telefone:
 E-mail:

Dados do perfil energético da conta de energia do cliente

Consumo de energia médio mensal:		3279 Kwh/mês
Valor unitário do Kilowatt x Hora:	R\$	0,80
Valor médio mensal da conta de energia:	R\$	2.623,20

Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico

Número total de Painéis Fotovoltaicos		96
Área total do telhado a ser utilizada		192 m ²
Tipo de telhado		COLONIAL
Potência de Cada Painel		330 W
Capacidade Total do Sistema Fotovoltaico		31,68 Kwp
Total de energia média gerada mensalmente		3611,52 Kwp
Total de energia média gerada anualmente		43338,24 Kwp
Total de economia média mensal	R\$	2.889,22
Total de economia média anual	R\$	34.670,59

Valor da Mini/Micro Usina Fotovoltaica

Valor a Contratar	R\$	132.114,62
-------------------	------------	-------------------

Payback / Retorno Financeiro

Retorno do investimento		3Anos7 meses
Retorno Financeiro 10 anos	R\$	317.839,93
Retorno Financeiro 15 anos	R\$	684.394,74
Retorno Financeiro 25 anos	R\$	1.919.575,59



Escolha a sua opção de pagamento

A vista	R\$	130.000,00
Financiado	R\$	133.000,00
Condição especial		Entrada de R\$100.000,00 mais 4 x R\$7600,00 no boleto.

Data da proposta	15/10/2018
Validade da Proposta	30/10/2018





Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.981.180/0001-15 / Ircsc. Estadual 062.322136.0087
Av. Barbacena, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br

Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29810
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

ESPACO CULTURAL SMA RUA EPAMINONDAS OTONI 550 CO CENTRO 39800-013 TEOFILO OTONI, MG CNPJ 18.404.780/0001-09	Nº DO CLIENTE 7000017736	Nº DA INSTALAÇÃO 3012748439
	Referente a OUT/2018	Vencimento 22/12/2018

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Poder Público Trifásico	Subclasse Poder Publico Municipal	Modalidade Tarifária Convencional B3	Datas de Leitura Anterior 01/09 Atual 02/10 Próxima 01/11	Data de Emissão 02/10/2018
---	--	--	---	--------------------------------------

Informações Técnicas					
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh
Energia kWh	ARC123031747	14.120	17.662	1	3.542

Informações Gerais		Valores Faturados			
Tarifa vigente conforme Res Aneel nº 2.396, de 22/05/2018. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br Leitura realizada conforme calendário de faturamento		Descrição Energia Elétrica kWh Quantidade 3.542 Tarifa/Preço (R\$) 0,80115738 Valor (R\$) 2.837,68			
		Tarifas Aplicadas (sem impostos) Energia Elétrica kWh 0,63684000			
		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar Bandeira Vermelha 222,78			
SET/2018 Band. Verm. P2 - OUT/2018 Band. Verm. P2					

Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias
OUT/18	3.542	114,25	31
SET/18	3.523	113,64	31
AGO/18	3.522	117,40	30
JUL/18	3.646	121,53	30
JUN/18	3.545	114,35	31
MAI/18	3.070	102,33	30
ABR/18	3.158	98,68	32
MAR/18	2.389	85,32	28
FEV/18	3.021	100,70	30
JAN/18	3.841	120,03	32
DEZ/17	3.195	106,50	30
NOV/17	2.982	99,40	30
OUT/17	3.191	102,93	31

Reservado ao Fisco SEM VALOR FISCAL
--

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Oviduária CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático
000055294706

Instalação
3012748439

Vencimento
22/12/2018

Total a pagar
R\$2.837,68
Outubro/2018

**VEJA A DIFERENÇA DO
ANTES E DEPOIS DA
INSTALAÇÃO DO SISTEMA
SOLAR FOTOVOLTAICO**





Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.981.180/0001-16 / Ircs. Estadual 062.322136.0087
Av. Barbacena, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br

Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29810
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

CEO RADIOLOGIA E DOCUMENTACAO ORTODONTIC AV WALTER OLIVEIRA 188 CX A CENTRO 39625-000 ITAOBIM, MG CNPJ 12.268.896/0001-73	Nº DO CLIENTE 7200444432	Nº DA INSTALAÇÃO 3006071198
	Referente a JUL/2018	Vencimento 06/08/2018

2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Bifásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura Anterior 11/06 Atual 10/07 Próxima 10/08	Data de Emissão 11/07/2018
-----------------------------------	--------------------------	---	--	-------------------------------

Informações Técnicas					
Tipo de Medição Energia kWh	Medição AEA019035190	Leitura Anterior 58.115	Leitura Atual 58.504	Constante de Multiplicação 1	Consumo kWh 389

SEM ENERGIA SOLAR

Informações Gerais
SALDO ATUAL DE GERAÇÃO: 0,00 kWh. Tarifa vigente conforme Res Anel nº 2.396, de 22/05/2018. Unidade faz parte de sistema de compensação de energia. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br Leitura realizada conforme calendário de faturamento JUN/2018 Band. Verm. P2 - JUL/2018 Band. Verm. P2

Valores Faturados			
Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)
Energia Elétrica kWh	389	1,01439949	394,59
Encargos/Cobranças			
Contrib Ilum Publica Municipal			18,63
Tarifas Aplicadas (sem impostos)			
Energia Elétrica kWh		0,63684000	
Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar			
Bandeira Vermelha			30,97



Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias
JUL/18	389	13,41	29
JUN/18	408	11,65	35
MAI/18	0	0,00	0
ABR/18	0	0,00	0
MAR/18	0	0,00	0
FEV/18	0	0,00	0
JAN/18	0	0,00	0
DEZ/17	0	0,00	0
NOV/17	0	0,00	0
OUT/17	0	0,00	0
SET/17	0	0,00	0
AGO/17	0	0,00	0
JUL/17	0	0,00	0

Reservado ao Fisco SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ouidoria CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático
008072329512

Instalação
3006071198

Vencimento
06/08/2018

Total a pagar
R\$413,22

Comprovante de Pagamento

Julho/2018



Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.981.180/0001-16 / Ircs. Estadual 062.322136.0087
Av. Barbacena, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Acesse o Cemig Atende
www.cemigatende.com.br

Fale com a Cemig 116 | Cemig Torpedo 29810
Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela
Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

CEO RADIOLOGIA E DOCUMENTACAO ORTODONTIC AV WALTER OLIVEIRA 188 CX A CENTRO 39625-000 ITAOBIM, MG CNPJ 12.268.896/0001-73	Nº DO CLIENTE 7200444432	Nº DA INSTALAÇÃO 3006071198
	Referente a AGO/2018	Vencimento 06/09/2018

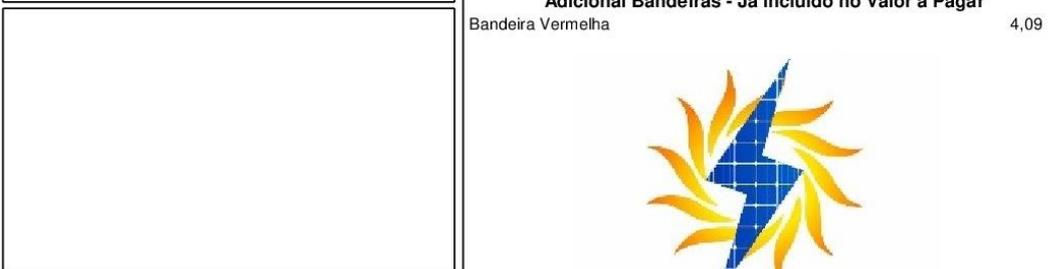
2ª VIA - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Classe Residencial Bifásico	Subclasse Residencial	Modalidade Tarifária Convencional B1	Datas de Leitura Anterior 10/07 Atual 10/08 Próxima 12/09	Data de Emissão 14/08/2018
-----------------------------------	--------------------------	---	--	-------------------------------

Informações Técnicas					
Tipo de Medição Energia kWh	Medição AEA019035190	Leitura Anterior 58.504	Leitura Atual 58.909	Constante de Multiplicação 1	Consumo kWh 405

COM ENERGIA SOLAR

Informações Gerais SALDO ATUAL DE GERAÇÃO: 80,00 kWh. Tarifa vigente conforme Res Aneel nº 2.396, de 22/05/2018. Unidade faz parte de sistema de compensação de energia. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br Leitura realizada conforme calendário de faturamento JUL/2018 Band. Verm. P2 - AGO/2018 Band. Verm. P2	Valores Faturados <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descrição</th> <th>Quantidade</th> <th>Tarifa/Preço (R\$)</th> <th>Valor (R\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dif. Custo Disponib. Res. 482</td> <td>50</td> <td>1,04382888</td> <td>52,17</td> </tr> <tr> <td>Energia Injetada kWh</td> <td>405</td> <td>1,04382888</td> <td>-422,70</td> </tr> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td>405</td> <td>1,04382888</td> <td>422,70</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Encargos/Cobranças</td> </tr> <tr> <td>Variação do IGPM: R\$336,67</td> <td></td> <td></td> <td>1,01</td> </tr> <tr> <td>Contrib Ilum Publica Municipal</td> <td></td> <td></td> <td>18,63</td> </tr> <tr> <td>Multa 2% conta de 06/2018 sobre R\$ 336,11</td> <td></td> <td></td> <td>6,72</td> </tr> <tr> <td>Juros mora 1%am: 5 dia(s) sobre R\$336,11</td> <td></td> <td></td> <td>0,56</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Tarifas Aplicadas (sem impostos)</td> </tr> <tr> <td>Energia Elétrica kWh</td> <td></td> <td>0,63684000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dif. Custo Disponib. Res. 482</td> <td></td> <td>0,63684000</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar</td> </tr> <tr> <td>Bandeira Vermelha</td> <td></td> <td></td> <td>4,09</td> </tr> </tbody> </table>	Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)	Dif. Custo Disponib. Res. 482	50	1,04382888	52,17	Energia Injetada kWh	405	1,04382888	-422,70	Energia Elétrica kWh	405	1,04382888	422,70	Encargos/Cobranças				Variação do IGPM: R\$336,67			1,01	Contrib Ilum Publica Municipal			18,63	Multa 2% conta de 06/2018 sobre R\$ 336,11			6,72	Juros mora 1%am: 5 dia(s) sobre R\$336,11			0,56	Tarifas Aplicadas (sem impostos)				Energia Elétrica kWh		0,63684000		Dif. Custo Disponib. Res. 482		0,63684000		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar				Bandeira Vermelha			4,09
	Descrição	Quantidade	Tarifa/Preço (R\$)	Valor (R\$)																																																					
Dif. Custo Disponib. Res. 482	50	1,04382888	52,17																																																						
Energia Injetada kWh	405	1,04382888	-422,70																																																						
Energia Elétrica kWh	405	1,04382888	422,70																																																						
Encargos/Cobranças																																																									
Variação do IGPM: R\$336,67			1,01																																																						
Contrib Ilum Publica Municipal			18,63																																																						
Multa 2% conta de 06/2018 sobre R\$ 336,11			6,72																																																						
Juros mora 1%am: 5 dia(s) sobre R\$336,11			0,56																																																						
Tarifas Aplicadas (sem impostos)																																																									
Energia Elétrica kWh		0,63684000																																																							
Dif. Custo Disponib. Res. 482		0,63684000																																																							
Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar																																																									
Bandeira Vermelha			4,09																																																						



Histórico de Consumo			
MÊS/ANO	CONSUMO kWh	MÉDIA kWh/Dia	Dias
AGO/18	405	13,06	31
JUL/18	389	13,41	29
JUN/18	408	11,65	35
MAI/18	0	0,00	0
ABR/18	0	0,00	0
MAR/18	0	0,00	0
FEV/18	0	0,00	0
JAN/18	0	0,00	0
DEZ/17	0	0,00	0
NOV/17	0	0,00	0
OUT/17	0	0,00	0
SET/17	0	0,00	0
AGO/17	0	0,00	0

Reservado ao Fisco
SEM VALOR FISCAL

	Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	-	-	-
PASEP	-	-	-
COFINS	-	-	-

Ouvvidoria CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e móveis

Código de Débito Automático 008072329512	Instalação 3006071198	Vencimento 06/09/2018	Total a pagar R\$79,09
--	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

83600000000-7 79090138006-9 70994290433-1 08072329512-9



Agosto/2018

VEJA ALGUMAS INSTALAÇÕES





ANÁLISE ENERGÉTICA E ORÇAMENTO ESTIMATIVO



Foto: Centro de Treinamento. O maior e mais equipado do Brasil, visando a formação de instaladores de fato aptos para instalar sistemas fotovoltaicos.

A Proteja Solar é uma empresa voltada à projetos e instalações fotovoltaicas, faz uso de alta tecnologia e dos mais modernos equipamentos de produção automática.

A Proteja Solar é composta por engenheiros, eletricitas, instaladores e representantes comerciais.

Todos foram rigorosamente treinados no maior e mais bem equipado Centro de Treinamento do país, dando ao cliente a confiança técnica de um serviço de excelência.

A iniciação de um projeto fotovoltaico, independentemente do tamanho ou da complexidade da instalação, passa pelos treinamentos das Normas NR 35 (Trabalho em Altura) e NR 10 (Segurança em Eletricidade).

Av. Alberto Laender,79A São Diogo Teófilo Otoni-MG 39.803.008 Fone:(33)3522.4200 (33)3522-9500
e-mail: protejasolar@gmail.com

Dados do Cliente

Nome: ESPAÇO CULTURAL SMA
 Endereço: RUA EPAMINONDAS OTONI, N 550, CO, CENTRO
 Cidade: TEOFILO OTONI - MG
 Cnpj: 18.404.780/00001-09
 E-mail:

Dados do perfil energético da conta de energia do cliente

Consumo de energia médio mensal:		3215 Kwh/mês
Valor unitário do Kilowatt x Hora:	R\$	0,87
Valor médio mensal da conta de energia:	R\$	2.797,05

Dimensionamento do Sistema Fotovoltaico

Número total de Painéis Fotovoltaicos		82
Área total do telhado a ser utilizada		164 m ²
Tipo de telhado		COLONIAL - METÁLICO
Potência de cada Painei		330 W
Inversores		5 - Canadian CSI-5K-MTL MONO 220
Capacidade Total do Sistema Fotovoltaico		27,06 Kwp
Total de energia média gerada mensalmente		3166,02 Kwp
Total de energia média gerada anualmente		37992,24 Kwp
Total de economia média mensal	R\$	2.754,44
Total de economia média anual	R\$	33.053,25

Valor da Mini/Micro Usina Fotovoltaica

Valor a Contratar	R\$	101.000,00
-------------------	------------	-------------------

Payback / Retorno Financeiro

Retorno do investimento		2Anos11 meses
Retorno Financeiro 10 anos	R\$	327.964,69
Retorno Financeiro 15 anos	R\$	677.420,13
Retorno Financeiro 25 anos	R\$	1.854.981,22



Escolha a sua opção de pagamento

A vista

Financiado

10% no fechamento do contrato, mais 60% na aprovação do projeto e 30 após instalação.

Data da proposta 10/10/2018

Validade da Proposta 25/10/2018



Equipamentos e acessórios do seu Kit Proteja Solar

<p>PAINÉIS FOTOVOLTAICOS CLASSIFICAÇÃO "A" DO INMETRO DE 330 KWP</p>	
<p>INVERSOR(ES) APROVADOS E HOMOLOGADOS PELO INMETRO COM WIFI</p> <p>STRING BOX COMPLETO, (DISJUNTORES, CA, CC, CABOS CC, CONECTORES, MC4 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA), PLACA DE SINALIZAÇÃO</p>	
<p>ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DOS PAINÉIS PARA TELHAS</p>	

TODOS OS INVERSORES POSSUEM O DISPOSITIVO PARA CONEXÃO À INTERNET (WIFI)

FUNIONAMENTO DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO



Av. Alberto Laender, 79A São Diogo Teófilo Otoni-MG 39.803.008 Fone: (33)3522.4200 (33)3522-9500
e-mail: protejasolar@gmail.com

Orçamento elaborado de acordo com dados informados pelo solicitante. Após o aceite, a equipe PROTEJA SOLAR realizará a visita técnica, onde dados como sombreamento (caso exista), instalação elétrica do imóvel dentre outros fatores poderá alterar os valores de projeto e consequentemente os custos, para mais ou para menos;

Incluso no Valor Total: Todos os Equipamentos fotovoltaicos, estrutura de fixação, projeto completo, intermediação com a concessionária e Instalação (Mão de Obra).

Em caso de dúvidas estamos à sua disposição:

E, por assim estarem justos e contratados, as partes assinam o presente documento.

TEÓFILO OTONI, MG 10/10/2018

ESPAÇO CULTURAL SMA

PROTEJA SOLAR



AC: ESPAÇO CULTURAL

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.

Junior Birro

junior@seltecenergia.com.br

- (33) 3521-1353 – (33) 99993-0907

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 27.06 Kwp, para atender a uma demanda energética de aproximadamente 3296 Kw/mês.



O dimensionamento da usina, é calculado utilizando a média de consumo atual registrado na conta de energia (Nº instalação 3012748439, Nº do cliente 7000017736) e associado às informações repassadas pelo CONTRATANTE da necessidade de 3296 Kw/mensal que se pretende obter com a usina.

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;





* Dados acima passeados no preço da eletricidade da conta de energia do cliente R\$ R\$0,801 e com o reajuste de %8,00 ao ano.

2.1- FORMAS E CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

À combinar.

3 – DOS PRAZOS DE ENTREGA

45 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

Essa proposta é válida até 31/10/2018, e foi emitida em 09/10/2018.

aceita por _____ Proposta
ESPAÇO CULTURAL

Em _____ de _____ de 2018.



SOLARTECH COMERCIAL LTDA - ME

Bairro: Tabajaras, 661, R: Pernambuco / Teófilo Otoni – MG / CEP.: 39.801-086

Telefone: (33) 98815-4166 / (33) 99951-2456

Email: solartech.to@gmail.com

PROPOSTA COMERCIAL

Data: 11/10/2018

Cliente: Espaço Cultural SMA N° do Cliente:7000017736 N° da

Instalação:3012748439 Endereço: Rua Epaminondas Otoni,550 Centro, Teófilo

Otoni-MG

1. Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar é uma energia renovável obtida pela luz do sol, utilizada como fonte de energia elétrica **possibilitando residências, comércios e indústrias gerarem sua própria energia de forma garantida pelos próximos 25 anos, com um combustível limpo e que se renova todos os dias.**

Com a Geração Própria de energia **você fica livre dos aumentos tarifários e ainda contribui para a sustentabilidade do planeta e com as gerações futuras.**

Como Funciona o Sistema:

CONHEÇA O PASSO A PASSO PARA ECONOMIZAR ENERGIA





Estamos desenvolvendo um projeto específico para você, considerando o consumo médio de energia elétrica que nos informou.

2. Sistema fotovoltaico 28,38 KWP – R\$ 112.239,00

- ✦ 01 x Inversores de tensão 25kW;
- ✦ 86 x Módulos de Silício Policristalino 330Wp;
- ✦ Kit suporte para 86 módulos;
- ✦ Cabos, conectores, suporte de fixação, etc;
- ✦ 01 x string box cc (6strings/2saidas cc 1000v) ch.seccionadora;
- ✦ Projeto, instalação e aprovação do sistema fotovoltaico junto a concessionária CEMIG.

Tal equipamento geral em média mensal 3192W/Mês.

2.1 Condições de pagamento:

O valor total da proposta é de R\$ 112.239,00, segue abaixo as formas de pagamento.

- ✦ **Forma de pagamento: À combinar com o cliente.**
- ✦ **Segue Abaixo Simulação de Financiamento Banco Sicoob-Credivale**

Quantidade de Parcelas:	Valor da Parcela	Valor Total:
18	R\$: 7.161,50	R\$: 128.906,95
24	R\$: 5.603,43	R\$: 134.482,35
36	R\$: 4.057,71	R\$: 146.077,51
40	R\$: 3.751,82	R\$: 150.072,98

Nota*: Tal proposta pode ocorrer alteração, devido a relação Cliente x Banco.

- ✦ **Proposta validade por 7 dias úteis.**

3. Garantias dos equipamentos

25  Módulos fotovoltaicos – 10 anos contra defeitos de fabricação e anos com eficiência até 80%;



Inversor on-grid – 5 anos contra defeitos de fabricação;

Inversores e módulos homologados com selo A no INMETRO e

em



conformidade com o Programa Brasileiro de Etiquetagem/PROCEL;



10 anos de garantia contra defeitos de fabricação nos módulos fotovoltaicos;

4. Fornecimento da Usina Geradora

A **SOLARTECH** fornece todos os equipamentos necessários para a instalação do sistema fotovoltaico conectado à rede. Bem como, elaboração de projetos, liberação na CEMIG e instalação dos seus equipamentos.

A SOLARTECH, assegura seu serviço, tendo como prioridade o cumprimento dos prazos, proporcionando assim, maior satisfação dos clientes.

Além disso, garantimos um alto padrão de qualidade em nossas usinas fotovoltaica, com elaboração do detalhado do diagrama unifilar do sistema, legalmente embasado sobre tudo o que for realizado nas residências, indústrias ou empresas e sigilo total das informações fornecidas.

Prazo de entrega	Impostos	Forma de pagamento	Estado de faturamento	Local de entrega
Aproximadamente 45 dias após a contratação do Serviço	Incluídos	Ver observação abaixo	Minas Gerais	Teófilo Otoni - MG

A SOLARTECH SE COLOCA À DISPOSIÇÃO PARA SANAR QUAISQUER DÚVIDAS PROVENIENTES DA PRESENTE PROPOSTA.



SOLARTECH COMERCIAL LTDA - ME

Bairro: Tabajaras, 661, R: Pernambuco / Teofilo Otoni – MG / CEP.: 39.801-086

Telefone: (33) 98815-4166 / (33) 99951-2456

Email: solartech.to@gmail.com

5. Validação e aceitação da Proposta Comercial

A seguinte proposta foi devidamente avaliada e aprovada pelo cliente, conforme os itens assinalados acima.

Contratante:

CPF/CNPJ:

Contratada: SOLARTECH COMERCIAL LTDA

CPF/CNPJ: 30.555.852/0001-06

LOCAL: _____
_____/_____/_____

DATA:

TESTEMUNHAS:

1)

2)