

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURG CZ - FAG

CARLOS ALBERTO PAGANI JUNIOR

**VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O USO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
PARA A REDUÇÃO DE GASTOS E A SUSTENTABILIDADE NO FÓRUM DA
COMARCA DE MEDIANEIRA: UM ESTUDO DE CASO**

**CASCATEL - PR
2016**

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ - FAG

CARLOS ALBERTO PAGANI JUNIOR

**VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O USO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
PARA A REDUÇÃO DE GASTOS E A SUSTENTABILIDADE NO FÓRUM DA
COMARCA DE MEDIANEIRA: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, da Faculdade Assis Gurgacz - FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: ENG. ESP. GEOVANE DUARTE PINHEIRO.

**CASCADEL - PR
2016**

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

CARLOS ALBERTO PAGANI JÚNIOR

**VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O USO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
PARA A REDUÇÃO DE GASTOS E A SUSTENTABILIDADE NO FÓRUM DA
COMARCA DE MEDIANEIRA: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG,
como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob
orientação do Professor (a) **ENG. ESP. GEOVANE DUARTE PINHEIRO**

BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof. Eng. Esp. GEOVANE DUARTE PINHEIRO
Centro Universitário FAG
Engenheiro de controle e automação



Professor Me. GILSON DEBASTIANI
Centro Universitário FAG
Físico



Professor Eng. Esp. HELDER JOSÉ COSTA CAROZI
Centro Universitário FAG
Engenheiro de Telecomunicações

Cascavel, 25 de outubro de 2016.

RESUMO

O Brasil possui grande capacidade no que se refere às fontes renováveis de produção de energia, principalmente, a energia eólica e a energia solar. Com esse estudo teve-se como principal objetivo, averiguar se haveria viabilidade econômica em implantar um sistema de painéis fotovoltaicos no *Fórum da Comarca de Medianeira - PR*. Por este se tratar de um órgão público, seria interessante a possibilidade de obter redução dos gastos, bem como, conseguir melhorar a qualidade de vida da sociedade, em geral, utilizando-se de meios renováveis de produção de energia - considerando que o meio usado para essa produção energética não gera impacto tão significativo ao meio ambiente. Baseando-se tal contexto, foi possível analisar através de uma coleta de dados, informações referentes às faturas de luz, bem como, projetos e orçamentos, para saber se os investimentos pretendidos para a instalação do sistema fotovoltaico seriam vantajosos para o proprietário do empreendimento. Então se realizou um comparativo de qual seria a projeção de retorno de uma aplicação financeira ao longo dos 25 anos da vida útil do sistema, com o mesmo valor em que seria investido na execução do projeto. Onde ficou constatado que seria possível se obter uma economia superior a R\$ 2.000.000,00 ao longo da vida útil do equipamento, o que representaria cerca de R\$ 7.000,00 mensais em relação ao investimento financeiro.

Palavras-chave: Sistemas fotovoltaicos. Redução de gastos. Energias renováveis.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	10
1.1. INTRODUÇÃO	10
1.1.1. Objetivo geral	11
1.1.2 Objetivos específicos	11
1.1.3 Justificativa	11
1.1.4 Caracterização do problema	12
1.1.5 Delimitação da pesquisa	13
CAPÍTULO II	14
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1.1 Energias renováveis	14
2.1.2 Energia solar fotovoltaica	15
2.1.3 Módulos fotovoltaicos	16
2.1.4 Painéis solares fotovoltaicos	17
2.1.5 Parâmetros externos que afetam a geração de energia	19
2.1.6 Utilizações residenciais	20
2.1.7 Impacto ambiental na geração de energia	23
2.1.7.1 Termoelétricas	23
2.1.7.2 Hidroelétricas	24
2.1.7.3 Energia solar Fotovoltaica	25
CAPÍTULO III	26
3.1 METODOLOGIA	26
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	26
3.1.2 Caracterização da amostra	26
3.1.3 Coleta de dados	27
CAPÍTULO IV	29
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1.1. Laudo técnico	29
4.1.2 Equipamentos e materiais	29
4.1.2.1 Painéis solares	29
4.1.2.2 Inversor Solar Fotovoltaico <i>Gri-Tie</i>	30

4.1.3 Análise de investimento	31
4.1.4 Comparação do gasto gerado atualmente x capacidade de produção do sistema fotovoltaico.....	32
4.1.5 <i>Pay-Back</i>	33
4.1.6 Análise CUSTO X BENEFÍCIO.....	35
CAPÍTULO V	39
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
5.2 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Desenvolvimento das células fotovoltaicas	17
Figura 02- Conexão das células em paralelo	18
Figura 03- Conexão das células em série	18
Figura 04 - Influência da temperatura na curva corrente (I) - tensão (V) (considerando a irradiância 1000 W/m^2).....	19
Figura 05- Esquematização básica de um sistema fotovoltaico isolado.....	20
Figura 06- Esquematização básica de um sistema fotovoltaico <i>On-grid</i>	21
Figura 07- Esquematização básica de um sistema fotovoltaico isolado (SFI).	22
Figura 08 - Exemplo de um sistema híbrido	22
Figura 09 - Fachada da Edificação	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Projeção de retorno financeiro do sistema fotovoltaico	32
Tabela 02 - Projeção de retorno financeiro do sistema fotovoltaico	34
Tabela 03 - <i>Pay-back</i> do sistema detalhado	35
Tabela 04- <i>Pay-back</i> ao longo da vida útil do sistema fotovoltaico.....	36
Tabela 05 - Projeção de quanto teria rendido na poupança	37
Tabela 06- Projeção de gastos com energia com disponibilidade do sistema e sem disponibilidade	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - CONSUMO x GERAÇÃO	33
--------------------------------------	----

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUÇÃO

Devido ao crescente aumento nas contas de energia em todo o Brasil, que segundo dados do *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE), referentes ao *Índice de Preços ao Consumidor Amplo* (IPCA) que tiveram um crescimento de 74,66% no período entre junho de 2014 até junho de 2015, e também pela saturação da energia hidroelétrica, que segundo informações da *Empresa de Pesquisa Energética* (EPE) chegam a 65,4% da produção da energia brasileira. Necessita-se implantar métodos de geração de energia que atendam à demanda necessária do consumidor e concomitantemente reduza gastos referentes à sua utilização.

Uma provável solução seria a implantação de usinas de energias renováveis, como, por exemplo, a energia solar fotovoltaica e/ou energia eólica.

A energia solar fotovoltaica é a conversão da energia solar em energia elétrica através de painéis de fotovoltaicos. Segundo Rüther (2000):

[...] A radiação solar que chega ao nosso planeta de maneira abundante pode ser considerada uma fonte inesgotável de energia. O tempo necessário para a demanda energética mundial anual de energia solar incidente sobre a terra seja de aproximadamente de 12 minutos. Em apenas três semanas seria equivalente a todas as reservas conhecidas de combustíveis fósseis. (RÜTHER, 2000apud MARINOSKI, D. I, et. al, 2004p. 1-2)

De acordo com a *Associação Européia da Indústria Fotovoltaica* (EPIA, 2012) a capacidade acumulada para a geração de energia fotovoltaica no mundo atingiu a margem de 102 gigawatts (GW), o que representaria aproximadamente 26% de toda a geração de energia através de fontes renováveis de produção energética. Muitas são as vantagens pela escolha das energias renováveis, os impactos ambientais gerados, por exemplo, pela produção desta são basicamente nulos.

Isso credencia a energia solar fotovoltaica como a principal alternativa para a criação de energia limpa e renovável, pois tem o menor índice de poluição, trabalha de forma

silenciosa, e pode ser facilmente integrada a benfeitorias, sendo agregada na execução do empreendimento ou até mesmo em benfeitorias já existentes, podendo assim, atender à demanda energética necessárias para o estabelecimento a ser desenvolvido.

O principal empecilho para a disseminação dessa tecnologia é o elevado custo de sua implantação se comparados ao valor de custo das benfeitorias a serem utilizadas. Foi necessário, pois, realizar um estudo mais aprofundado tanto para descrever valores e opções quanto para prever se esse sistema de placas fotovoltaicas poderia ser implantado em qualquer tipo de construção.

1.1.1. Objetivo geral

Verificar a viabilidade de implantação de um sistema de placas fotovoltaica no *Fórum da Comarca de Medianeira - PR*.

1.1.2 Objetivos específicos

- Levantar dados a fim de se obter o valor necessário para a implantação do sistema de painéis fotovoltaico no *Fórum da comarca de Medianeira - PR*;
- Comparar a relação do custo x benefício desse sistema.

1.1.3 Justificativa

Devido ao constante aumento da demanda energética, que segundo estudo divulgado pela *Empresa de Pesquisa Energética* (EPE, 2014), que o consumo da matriz energética brasileira iria triplicar até o ano de 2050. Seria necessário então buscar maneiras de se produzir energia elétrica de forma que atendesse a demanda necessária pela população, e ao mesmo tempo, serem de fontes ilimitadas de geração de energética, tendo como principais

exemplos a energia eólica e a energia solar. Com base neste assunto, funcionou como mote abstrato para a realização deste trabalho.

A implantação de um sistema de placas fotovoltaicas no *Fórum da comarca de Medianeira - PR* contribuiria para beneficiar não só este estabelecimento, como também para divulgar a idéia à população de que a implantação de energia renovável é possível e é uma atitude cujos benefícios próprios - em relação à redução de gastos importantes provenientes da conta de energia – e coletivos - associados à valorização o meio ambiente – são significantes.

Levando em consideração que o *Fórum da comarca de Medianeira - PR* é um órgão público, implantar maneiras de reduzir os gastos passa a ser interesse de toda sociedade, e ainda que os resultados financeiros venham a longo prazo, devido ao alto custo da implantação levando em consideração o valor de mercado que este estabelecimento possui, em um futuro próximo, o projeto começaria a dar resultados e o dinheiro público utilizado atualmente com a conta de energia desta instituição poderia vir a ser investido em outros projetos. Há ainda, como anteriormente citados, fatores positivos desta implantação associados à questão ambiental, uma vez que tal fonte de energia não gera impactos ambientais relevantes.

Existem inúmeros projetos que dispõem de métodos engenhosos para se aproveitar ao máximo dos recursos naturais, como por exemplo, a utilização de energia heliotérmica para a produção de energia elétrica, assim como a captação de água da chuva para a destinação de uso em banheiro da edificação. Entretanto, uma vez que se buscou a viabilização e concretização desses ideais ambientalmente adequados em órgãos públicos, visando impulsionar tanto o desenvolvimento ambiental quanto tecnológico relacionado à coletividade.

1.1.4 Caracterização do problema

Qual a viabilidade de implantação do sistema de painéis fotovoltaicos e se for viável, qual será o investimento necessário para a implantação do sistema?

1.1.5 Delimitação da pesquisa

A pesquisa para implantação de um sistema de placas fotovoltaicas ocorreu no *Fórum da Comarca de Medianeira – PR*, onde foi verificada a possibilidade de desenvolvimento deste sistema. Buscou-se, ainda, apresentar, por meio de descrições específicas, o valor necessário para sua implantação.

CAPÍTULO II

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para um melhor entendimento do trabalho proposto, foi necessário detalhar como se dá o funcionamento do sistema de painéis fotovoltaicos, quais são suas características, suas vantagens e desvantagens, entre outros aspectos.

2.1.1 Energias renováveis

A busca pela autossuficiência em geração de energia e a crescente procura pela diversificação da matriz energética, ou seja, a investigação por diferentes formas de energias para suprir a demanda energética a nível mundial, tem se tornado uma preocupação da maioria dos países que encaram a escassez dos combustíveis fósseis como uma possibilidade. Estes sentem desejo de ter sob controle fontes primárias de geração de energia elétrica, térmica e veicular, pois a autossuficiência em alguma destas fontes, além de representar poder, simbolizaria segurança (PACHECO, 2006).

Esta questão energética vem gerando uma apreensão mundial e ganhando sempre mais importância, seja pela questão ambiental, com a necessidade de se reduzir a emissão de gases poluentes, e, conseqüentemente, o consumo de combustíveis fósseis, seja pelo fato de uma possível e não muito distante, diminuição significativa das fontes de energia não renováveis, o que ocorre com o petróleo, um bem finito e que atualmente não mais consegue acompanhar o crescimento da demanda. (PACHECO, 2006, p.02)

A maior das vantagens da utilização das energias renováveis é que estas não têm como base comum os combustíveis fósseis:

As energias renováveis são provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar, fonte de quase toda a energia disponível no planeta e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não afetam o equilíbrio térmico. Elas são denominadas de energia não convencional por não serem provenientes de combustíveis fósseis ou das hidroelétricas. (PACHECO, 2006, p.4)

“Essas fontes renováveis podem [ainda] ser captadas com maior facilidade e integradas aos sistemas de energia de uma cidade. Caracterizando cada uma delas, tem-se a energia solar, energia hídrica, energia eólica e biomassa.” (PACHECO, 2006, p.7)

2.1.2 Energia solar fotovoltaica

A Energia Solar Fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico). O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão. (CRESESB/CEPEL, 2006, p.05)

O desenvolvimento da tecnologia foi apoiado por duas frentes iniciais, as empresas do setor de telecomunicações, de fontes de energia para sistemas instalados em localidades remotas, e pelo setor espacial. A célula solar até hoje continua sendo o meio mais adequado (de menor custo e peso) para fornecer a quantidade de energia necessária para longos períodos de permanência no espaço. Outro uso espacial que impulsionou o desenvolvimento das células foi a necessidade de energia para os satélites. (CRESESB/CEPEL, 2006)

Com a crise energética de 1973, renovou-se o interesse pela aplicação terrestre dessa tecnologia. Porém, para que esta forma de conversão de energia fosse economicamente viável era necessário reduzir o custo de produção das células solares em até cem vezes em relação as que eram utilizadas no setor espacial. (CRESESB/CEPEL, 2006)

Segundo CRESESB/CEPEL

Em 1993 a produção de células fotovoltaicas atingiu a marca de 60 MWp, sendo o Silício quase absoluto no “ranking” dos materiais utilizados. O Silício, segundo elemento mais abundante no globo terrestre, tem sido explorado sob diversas formas: monocristalino, policristalino e amorfo. No entanto, a busca de materiais alternativos é intensa e concentra-se na área de filmes finos, onde o silício amorfo se

enquadra. Células de filmes finos, além de utilizarem menor quantidade de material do que as que apresentam estruturas cristalinas requerem uma menor quantidade de energia no seu processo de fabricação. Ou seja, possuem uma maior eficiência energética. (CRESESB/CEPEL, 2006, p. 05)

2.1.3 Módulos fotovoltaicos

"Módulo fotovoltaico é uma unidade básica, formada por um conjunto de células fotovoltaicas, interligadas eletricamente e encapsuladas, com objetivo de gerar energia elétrica." (CRESESB, 2009, p. 50)

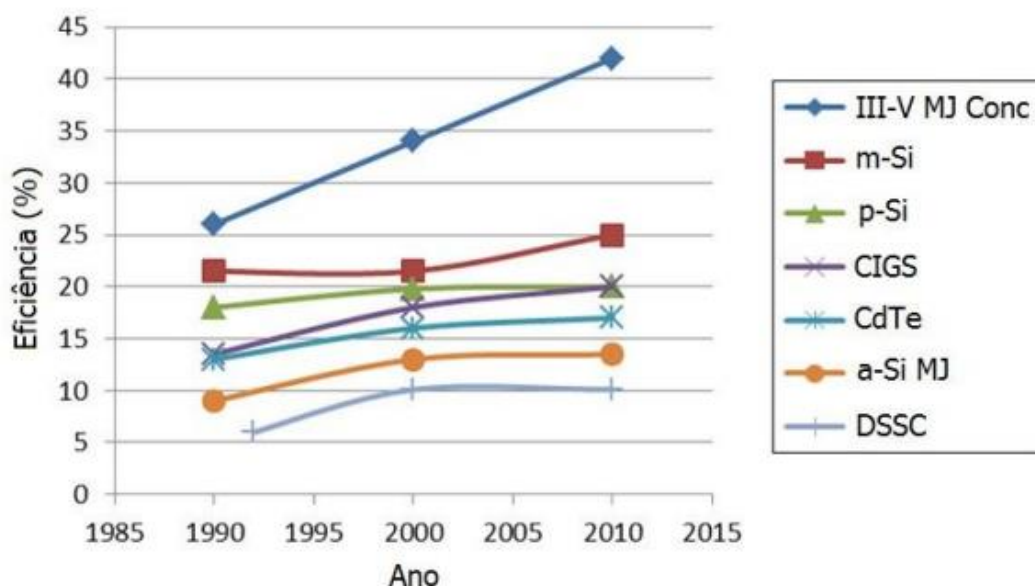
As tecnologias aplicadas na produção de células e módulos fotovoltaicos são classificadas em três gerações. A primeira geração é dividida em duas partes: silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), que representam mais de 85% dos sistemas fotovoltaicos existentes no mercado, possuindo eficiência comercialmente. (CRESESB/CEPEL, 2009)

A segunda geração dos módulos fotovoltaicos é dividida em três subdivisões: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre e índio (CIS) e telureto de cádmio (CdTe). Os módulos dessa geração têm eficiência menor se comparados à primeira, e sua participação no mercado não é expressiva por existir dificuldades em encontrar seus materiais, tanto sua vida útil quanto seu rendimento são inferiores, e no caso da utilização de cádmio, sua alta toxicidade faz retardar seu uso em maior escala. (CRESESB/CEPEL, 2009)

A terceira geração está em fase de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), portanto os testes e produções são em pequena escala. Esta geração pode ser subdividida em três cadeias produtivas, sendo elas: célula fotovoltaica multijunção - célula fotovoltaica para concentração (COV- *Concentrated Photovoltaics*), células sensibilizadas por corantes (DSSC - *Dye-Sensitized Solar Cell*) e as células orgânicas ou poliméricas (OPV - *Organic Photovoltaics*). A tecnologia apresentou ter alta eficiência, porém o seu alto custo faz com que esse módulo não seja competitivo como os demais já existentes no mercado.

Na Figura 01 se tem um comparativo da eficiência de cada módulo e sua evolução com o passar dos anos:

Figura 01: Desenvolvimento das células fotovoltaicas



Fonte - GREEN et AL (2011)

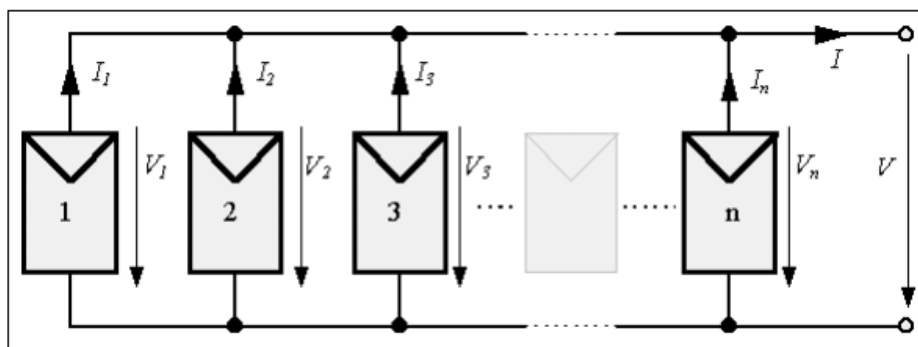
2.1.4 Painéis solares fotovoltaicos

Os módulos fotovoltaicos podem ser conectados em ligações série e/ou paralelo, para assim formar os painéis fotovoltaicos com potência mais elevada. (CRESESB/CEPEL, 2009).

Se as células que formam os módulos e consequentemente os painéis estiverem conectados em paralelo, somam-se as correntes de cada módulo e a tensão do módulo é exatamente a tensão da célula. A corrente produzida pelo efeito fotovoltaico é contínua. Este arranjo é somente utilizado em condições especiais. (CRESESB/CEPEL, 2006)

A Figura 02 demonstra o funcionamento das células dos painéis em paralelo:

Figura 02- Conexão das células em paralelo

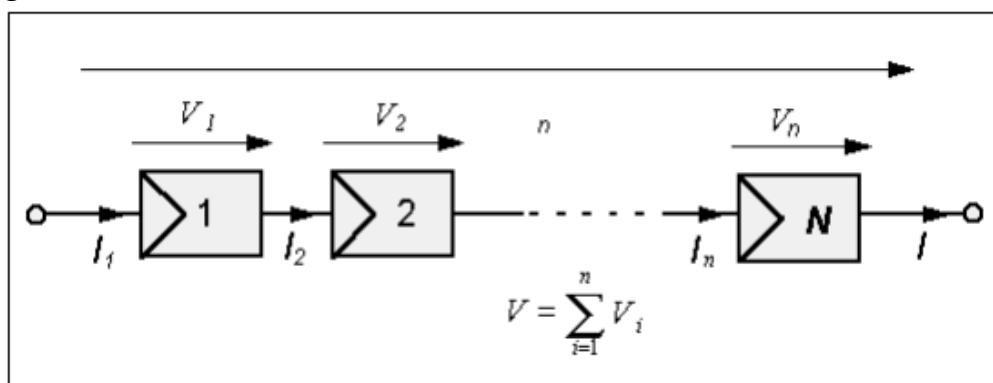


Fonte - CRESESB/CEPEL (2006)

A conexão mais comum das células fotovoltaicas é o arranjo em série. Este consiste em somar a maior quantidade possível de células em série, onde a tensão de cada célula é congregada até atingir um valor final de 12V, o que possibilita a carga das baterias que também funcionam na faixa dos 12V. (CRESESB/CEPEL, 2006)

A Figura 03 demonstra o arranjo das células dos painéis em série:

Figura 03- Conexão das células em série



Fonte - CRESESB/CEPEL (2006)

[...] os painéis solares fotovoltaicos são projetados e fabricados para serem utilizados em ambiente externo, sob sol, chuva e outros agentes climáticos, devendo operar satisfatoriamente nestas condições por períodos de 30 anos ou mais (RÜTHER 2004, p.11)

Os sistemas de painéis fotovoltaicos integrados a edificações podem servir para duas finalidades, a de gerar eletricidade e a de funcionar como elemento arquitetônico. (RÜTHER, 2004)

Levando em consideração a promoção de eletricidade, estes sistemas podem ser caracterizados como ideais, visto que a geração e o consumo de energia têm coincidência espacial. (RÜTHER, 2004)

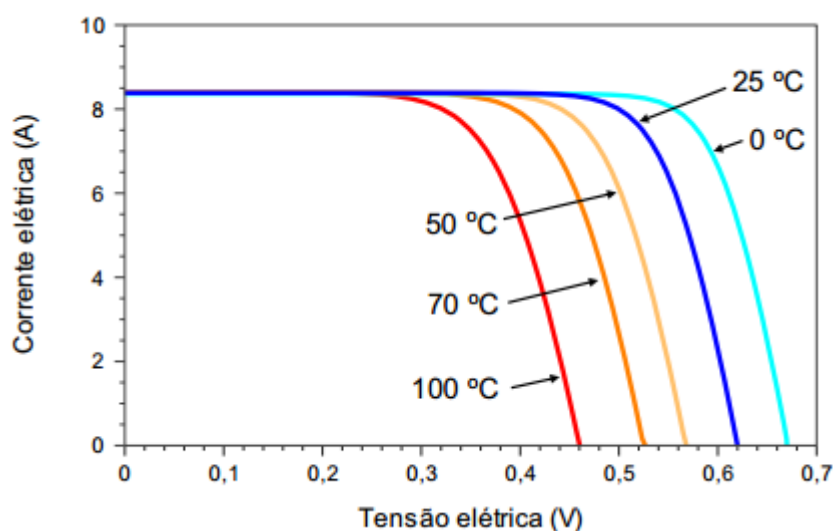
2.1.5 Parâmetros externos que afetam a geração de energia

Para a escolha de um módulo fotovoltaico devem-se analisar vários fatores, como: custo, durabilidade, reputação do fabricante, etc. (CRESESB/CEPEL, 2009)

O desempenho das células fotovoltaicas é influenciado pela irradiação solar incidente e pela sua distribuição espectral, bem como a temperatura de operação da célula.

As variações da irradiação solar incidente e da temperatura ambiente afetam a atividade de operação das células fotovoltaicas que compõem os módulos. Se houver um aumento da irradiação incidente e/ou da temperatura ambiente produz um aumento da temperatura da célula, e isso tende a reduzir a eficiência da mesma. (CRESESB/CEPEL, 2009)

Figura 04 - Influência da temperatura na curva corrente (I) - tensão (V) (considerando a irradiação 1000 W/m^2)



Fonte - CRESESB/CEPE (2009)

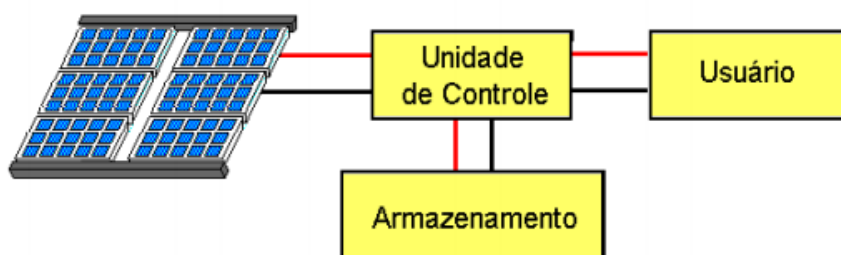
2.1.6 Utilizações residenciais

Desde o surgimento das primeiras células solares fotovoltaicas, de elevado custo e utilizadas na geração de energia elétrica para os satélites que orbitam nosso planeta, as tecnologias de produção evoluíram a tal ponto que se tornou economicamente viável em muitos casos a sua utilização em aplicações terrestres, no fornecimento de energia elétrica a locais até onde a rede elétrica pública não foi estendida. Mais recentemente, sistemas solares fotovoltaicos vêm sendo utilizados de forma interligada à rede elétrica pública, como usinas geradoras em paralelo às grandes centrais geradoras elétricas convencionais. (RÜTHER,2004, p.09)

Os sistemas fotovoltaicos (SFV) podem ser classificados em duas categorias: isolados e conectados a rede. Em ambos os casos, podem operar a partir da fonte fotovoltaica ou combinada com uma ou mais fontes de energia, quando são chamados de híbridos. A utilização deles depende da aplicação e/ou disponibilidade dos recursos energéticos. Cada um possui complexidade variável, dependendo da sua aplicação em questão e das restrições especificadas em projeto. (CRESESB/CEPEL, 2009)

A Figura 05 demonstra a configuração básica de um sistema fotovoltaico:

Figura 05- Esquematização básica de um sistema fotovoltaico isolado

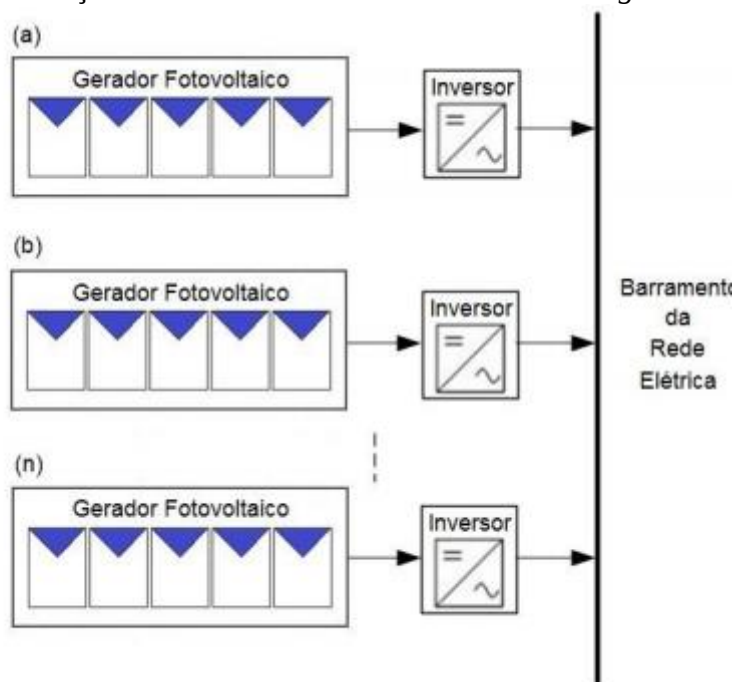


Fonte - CRESESB/CEPEL (2006)

Em um sistema fotovoltaico interligado a rede elétrica (SFV), a sazonalidade da oferta solar não é um parâmetro que interfira no dimensionamento do sistema, pois a rede elétrica (a "bateria" destes sistemas) tem capacidade para receber toda a energia que o sistema solar puder nela injetar. O mesmo não acontece com sistemas autônomos, onde na maioria dos casos a instalação deve ser dimensionada para atender ao período do ano com a menor oferta solar, do que decorre de um super dimensionamento do sistema nos meses de irradiação, quando a energia elétrica que excede a capacidade de armazenamento das baterias é desperdiçada. (Rüther, 2004, p.52)

A Figura 06 apresenta o esquema básico de um sistema fotovoltaico *On-grid*:

Figura 06- Esquematização básica de um sistema fotovoltaico *On-grid*

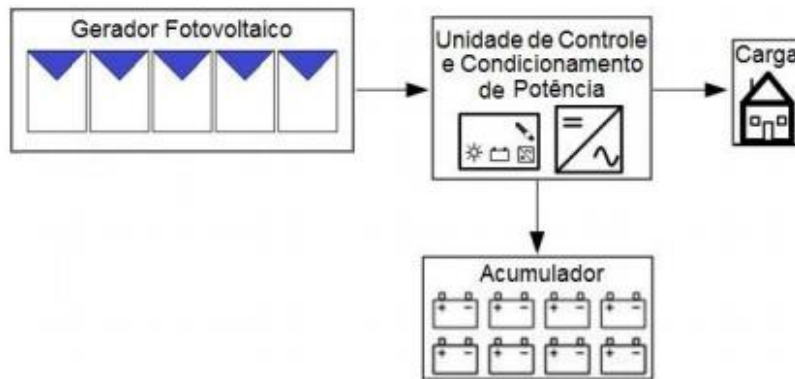


Fonte - CRESESB/CEPEL (2009)

Em sistemas fotovoltaicos isolados da rede elétrica (SFI), o uso de dispositivos de armazenamento de energia faz-se necessário para atender a demanda em períodos nos quais a geração de é nula ou insuficiente (à noite ou em dias chuvosos ou nublados, com baixos níveis de irradiação solar). Assim, parte da energia solar convertida em energia elétrica pelos módulos fotovoltaicos durante o dia é armazenado em baterias para ser utilizado em outros momentos para atender a demanda necessária. (CRESESB/CEPEL, 2009 p. 164)

A Figura 07 apresenta o esquema básico de um sistema fotovoltaico isolado (SFI):

Figura 07- Esquemática básica de um sistema fotovoltaico isolado (SFI).

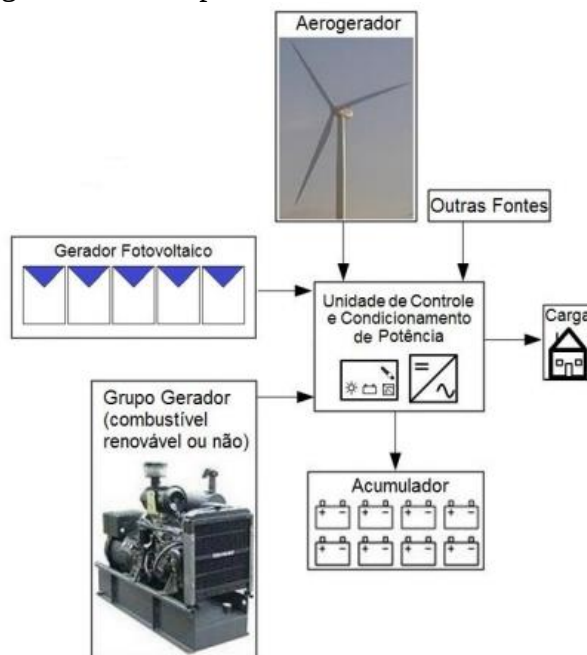


Fonte - CRESESB/CEPEL (2009)

Sistemas híbridos (SFH) são aqueles que possuem várias fontes para a geração de energia, como por exemplo: turbinas eólicas, geração diesel, módulos fotovoltaicos entre outras. A utilização de várias fontes de geração de energia elétrica torna complexa a otimização do seu uso. É necessário um controle de todas as fontes para que haja máxima eficiência na entrega da energia para o usuário. (CRESESB/CEPEL, 2009)

A Figura 08 apresenta o esquema básico de um sistema SFH:

Figura 08 - Exemplo de um sistema híbrido



Fonte - CRESESB/CEPEL (2009)

2.1.7 Impacto ambiental na geração de energia

A preocupação com os impactos ambientais que os métodos tradicionais de geração de energia (térmica e hidroelétrica) vêm da conscientização que a Terra necessita dos recursos naturais para se manter em equilíbrio. (INATOMI e UDAETA, 2007)

Segundo Costa (2005, *apud* Inatomi e Udaeta, 2007, p.3) "a energia consumida pelo homem, globalmente, provém em aproximadamente 80% da queima de combustíveis fósseis, tal como o carvão, petróleo e gás natural".

Para Goldemberg (2003, *apud* Inatomi e Udaeta, 2007, p.3) os impactos ambientais podem ser:

- Locais - poluição urbana do ar, poluição do ar em ambientes fechados;
- Regionais – chuva ácida;
- Globais – efeito estufa, desmatamento, degradação costeira e marinha.

2.1.7.1 Termoelétricas

As usinas termoelétricas convencionais produzem energia elétrica através da queima de combustíveis fósseis que são importantes fontes de produção de gás carbônico e óxidos de nitrogênio e enxofre, poluentes que ajudam a acentuar o efeito estufa e acarretam em chuvas ácidas. (FAVARETOO, 1999, *apud* INATOMI E UDAETA, 2007, p.3)

Segundo Goldemberg (2003, *apud* Inatomi e Udaeta, 2007, p.4), "85% do enxofre lançado na atmosfera provem da queima de combustíveis fósseis, assim como 75% das emissões de gás carbônico, principal responsável do efeito estufa".

Ainda segundo Goldemberg (2003):

A quantificação dos impactos gerados pelos gases do efeito estufa está relacionada ao tempo de vida desses gases na atmosfera e suas interações com outros gases e com o vapor d'água. Tal medição é efetuada através do indicador Potencial de Aquecimento Global (GPW), que fornece a contribuição relativa decorrente da emissão na atmosfera de 1kg de determinado gás comparada com a emissão de 1 kg de CO₂. O GWP calculado para diferentes horizontes de tempo mostra a influência

da vida média do gás na atmosfera. (GOLDEMBERG *apud* INATOMI e UDAETA, 2007, p.5)

2.1.7.2 Hidroelétricas

Segundo Leite (2005, *apud* Inatomi e Udaeta, 2007), os impactos ambientais gerados na construção de uma usina hidroelétrica estão relacionados ao desequilíbrio e alteração na paisagem, consequência drástica aparente que se inicia de maneira sutil com mudanças no clima, incentivo à erosão e assoreamento, alterações sismológicas, mudanças na flora e fauna, entre outros.

A sutilidade destas alterações, entretanto, em pouco tempo, configura-se como um plano de fundo catastrófico. Na hidrologia, tal empreendimento pode impactar na alteração do fluxo e da vazão, no alargamento do leito do rio, no aumento da profundidade, na elevação do nível do lençol freático e na geração de pântanos. No clima atua alterando a temperatura, sua umidade relativa, evaporação, precipitação e ventos. Age, também, no desenvolvimento da erosão, através da perda do solo e árvores, e no incentivo ao assoreamento, provocando a diminuição da vida útil do reservatório, comprometendo o local, principalmente em relação à desova de peixes. Na sismologia pode causar pequenos tremores de terra devido à acomodação das placas. Na flora da proximidade provoca a perda de biodiversidade, eleva a concentração de matéria orgânica e consequente diminuição do oxigênio, acarretando produção de gás sulfídrico e metano, o que provoca odores e elevação do gás carbono na atmosfera. Na fauna ocasiona a perda da biodiversidade, pois somente animais de grande porte podem ser realocados, o que dificilmente ocorre. E quando se dá, aves e invertebrados não são incluídos nos resgates. Pode-se citar ainda, como consequência ambiental, a migração de peixes, ou a própria morte de inúmeras espécies, devido o conjunto prejudicial de consequências ambientais anteriormente citados. (LEITE, 2005)

Para avaliar os impactos de implantação de hidrelétricas sobre a fauna da região é necessário conhecimento sobre espécies e costumes, rotas migratórias e reprodutivas, identificação das áreas de maior produtividade pesqueira, entre outros. Para avaliar os impactos sobre a cobertura vegetal e uso do solo na bacia são necessários mapeamentos do fito formações naturais da bacia com auxílio de sensoriamento remoto e outros recursos cartográficos. Para avaliar os impactos sobre o ecossistema é necessária sua caracterização, avaliando-se espécies importantes na manutenção da diversidade biológica ou em extinção, e a capacidade

da área para manter espécies da fauna e o nível geral de insularização da cobertura vegetal nativa. (SOUSA, *apud* INATOMI e UDAETA, 2007, p.6):

2.1.7.3 Energia Solar Fotovoltaica

Para Otiinger (1991)

[...] o impacto ambiental mais significativo que a energia solar fotovoltaica pode causar é o perigo associado à instalação, à manutenção e remoção dos sistemas fotovoltaicos de uma edificação. Outros possíveis impactos seriam os riscos de incêndio e considerações estéticas. ” (OTTINGER, 1991, *apud* INATOMI e UDAETA, 2007)

Para Tolmasquim (2004), de uma forma geral, o sistema fotovoltaico apresenta os seguintes impactos ambientais negativos:

- Emissões e impactos associados à produção de energia utilizada no processo de fabricação, transporte, instalação, operação, manutenção e descomissionamento dos sistemas;
- Emissões de produtos tóxicos durante o processo da matéria-prima para a produção dos módulos e componentes periféricos, tais como ácidos e produtos cancerígenos, além de CO₂, SO₂, NO_x e particulados;
- Ocupação de área para implementação do projeto, porém, estes sistemas fotovoltaicos podem utilizar áreas de telhados, fachadas, entre outros, em estruturas já existentes; Riscos associados aos materiais tóxicos (arsênico, gálio e cádmio) que compõem os módulos fotovoltaicos e outros componentes, quem compõem a bateria como ácido sulfúrico, que pode provocar incêndio, contaminação pelo derramamento do ácido e contato com partes do corpo;
- Necessidade de se reciclar corretamente a bateria utilizada pelos sistemas, que são geralmente do tipo chumbo - ácido, com vida útil de quatro a cinco anos e os materiais tóxicos que o módulo fotovoltaico contém em sua estrutura e demais componentes eletrônicos que tem vida útil de vinte a trinta anos. (TOLMASQUIM, *apud* INATOMI e UDAETA, 2007, p.6)

CAPÍTULO III

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Este estudo se configurou como uma análise da viabilidade de implantação de um projeto com placas fotovoltaicas no edifício do *Fórum da Comarca de Medianeira - PR*.

Metodologicamente, desenvolveu-se uma pesquisa do tipo quantitativa, a qual teve também como base um orçamento realizado pela empresa Master Solar, através do qual foi possível observar se os equipamentos oferecidos tinham um respaldo no ramo dos sistemas fotovoltaicos e fazer uma análise da quantidade de produção energética desse sistema. Também se verificou quanto tempo levaria, após o investimento, para o total pagamento do mesmo, assim como uma projeção de qual seria a quantidade de economia que este sistema geraria ao longo de seus 25 anos de produção energética.

As informações foram basicamente obtidas através do orçamento realizado pela empresa Master Solar. As contas referentes aos gastos atuais com energias foram obtidas junto à secretaria da direção do *Fórum da Comarca de Medianeira - PR*. Também teve-se acesso as plantas para verificação da metragem quadrada da edificação, através do departamento de Engenharia e Arquitetura do Tribunal de Justiça do Estado do Paraná (TJPR).

3.1.2 Caracterização da amostra

O estudo de caso foi realizado em um edifício comercial de dois pavimentos, com latitude 25° 17' 49.36" S e longitude 54° 5' 25.97" O, localizado na Avenida Pedro Soccol, 1630, na cidade de Medianeira, região oeste do Estado do Paraná. O complexo tem aproximadamente 1400 m² e contém vinte e oito salas destinadas principalmente, ao atendimento público.

As informações relacionadas à conta de energia foram utilizadas para duas finalidades: a primeira foi obter o consumo médio de kWh da edificação que serviu para calcular qual a demanda de placas necessárias para alcançar um sistema conforme definido em projeto. A segunda se refere aos gastos gerados pelo empreendimento que serviram para demonstrar o tempo necessário para que a implantação desse sistema de placas fotovoltaicas pagasse a si mesmo, apenas utilizando a média de gasto com energia e fazendo uma projeção da economia que este sistema geraria ao final dos 25 anos da vida útil.

O objetivo principal deste estudo foi coletar informações para a implantação de sistemas com placas fotovoltaicas, o qual atenderia a todas as expectativas, como a redução do gasto energético da edificação e também como forma de utilização de energia limpa. Após a finalização do pagamento referente à implantação deste projeto, observar-se-ia, ainda, se a redução dos gastos públicos teria sido significativa e se estes recursos, agora em situação de economia, poderiam ser utilizados em novos projetos de caráter sociais e ecológicos, visando não só a melhoria da instituição, mas sim de toda a comunidade.

CAPÍTULO IV

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através de uma consulta feita pelo o autor, para então dar inicio as etapas finais deste trabalho de conclusão de curso, foi realizado um pedido de um orçamento a empresa Master Solar, que fica situada na cidade de Cascavel-PR, para se saber qual seria o investimento necessário para o desenvolvimento de um sistema de painéis fotovoltaicos no *Fórum da Comarca de Medianeira - PR*. Obteve-se então, um laudo técnico e financeiro, que serão comentados em tópicos no decorrer deste estudo.

4.1.1. Laudo técnico

A proposta demonstrou que o padrão para um bom funcionamento de um sistema de painéis fotovoltaicos seria uma mescla de um sistema que pudesse gerar uma capacidade de produção de energia considerável e também fosse acessível financeiramente. Então o sistema foi projetado para ter um funcionamento de 63,60 kWp e um índice de aproveitamento (*performace ratio*) de aproximadamente 75%. Para isso, seriam necessários, para compor o sistema, 240 módulos fotovoltaicos modelo Canadian Solar 265 Wp , que possui uma potência máxima de 265 Wp, e também, 2 inversores *Grid-tie* modelo Fronius Centrium Energy Eco 27.0-3-S, que possui uma potência máxima de saída igual a 27 VA, que seriam os responsáveis pela interface dos painéis solares e a rede de concessão de energia da *Companhia Paranaense de Energia (COPEL)*.

4.1.2 Equipamentos e materiais

4.1.2.1 Painéis solares

Os painéis a serem utilizados pertencem a empresa Canadian®, modelo a ser utilizado seria o Canadian Solar 265 Wp, que pertence uma nova linha de painéis que vêm

surgindo no mercado com uma tecnologia mais avançada e com uma maior eficiência que os seus antecessores. Esse modelo de painel é desenvolvido a partir de células policristalino, que atingem potência máxima de 265 Wp e possuem eficiência de 16,47%.

Figura 10 - Canadian Solar 265 Wp



Fonte - NeoSolar (2016)

Esses painéis, segundo o fabricante, possuem algumas características que demonstram que o produto é de extrema qualidade, possuem, por exemplo, um desempenho considerável mesmo em condições de baixa irradiação solar e resistência a substâncias que agredem o bom funcionamento do equipamento, como: névoa, sal, amônia e areia e também, contam com garantia no tocante a defeitos de fabricação de 25 anos para uma perda de eficiência energética maiores que 20%.

4.1.2.2 Inversor Solar Fotovoltaico *Gri-Tie*

Os inversores que serão utilizados para o dimensionamento do sistema são do modelo Inversor Fronius Centrium Energy Eco 27.0-3-S. Tais estruturas são produzidas pela Fronius, e dessa forma, assegura-se a confiabilidade necessária para que o sistema funcione de maneira

adequada. Estes inversores terão o trabalho de fazer a transformação da energia solar gerada pelos painéis em corrente alternada, que se trata da energia o qual é a energia que utilizamos em nosso dia a dia, para assim então serem conectados à rede do *Fórum da Comarca de Medianeira - PR*.

Figura 11 - Inversor Fronius Centrium Energy Eco 27.0-3-S



Fonte - PortalSolar (2016)

4.1.3 Análise de investimento

Esta análise pode ser explicada melhor após observar a Tabela 01:

Tabela 01 - Projeção de retorno financeiro do sistema fotovoltaico

ITEM	DESCRIÇÃO	PREÇOS
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	Inclui 240 (duzentos e quarenta) módulos fotovoltaicos ref/marca Canadian Solar 265 Wp (peso aproximado 14,3 kg/m²), 02 inversor(es) de frequência marca/modelo FRONIUS ECO 27.0-3.	401.189,18
	Inclui kit de fixação em alumínio para telhado (trilhos).	
	Inclui cabos solares, Quadros de proteção CC/CA, miscelâneas e demais materiais necessários para a perfeita instalação do sistema.	
SERVIÇOS TÉCNICOS	Inclui mão de obra para a perfeita instalação e funcionamento do Sistema.	
	Inclui elaboração dos projetos necessários à instalação e conexão do sistema a rede da Concessionária Local.	
	Inclui aprovação dos projetos junto a Concessionária Local.	
	Incluso ENTREGA TÉCNICA e FRETE até o local de instalação.	
TOTAL	Quatrocentos e um mil, cento e oitenta e nove reais e dezoito centavos.	

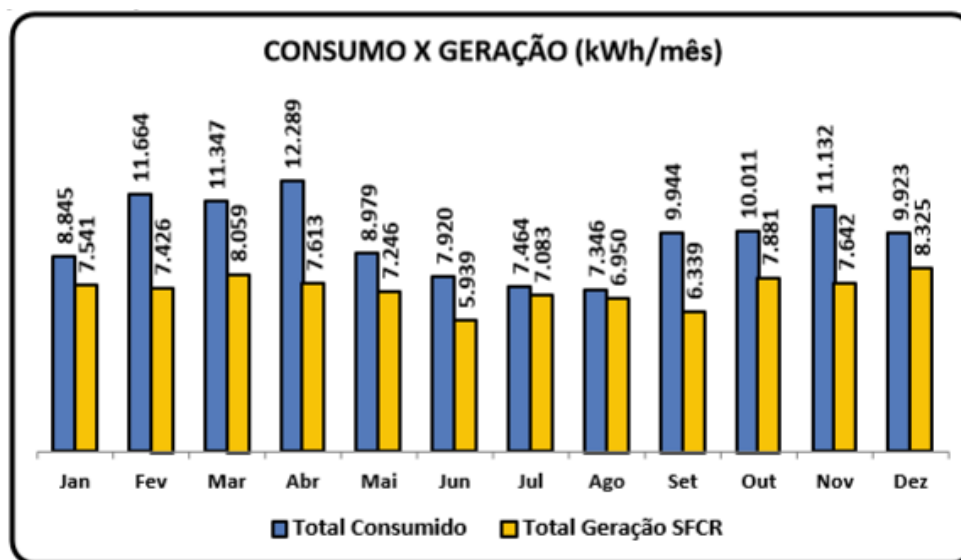
Fonte - Master Solar (2016)

Nota-se, através da Tabela 01, que seria necessário investir um valor de R\$ 401.189,18 para o desenvolvimento do projeto, já inclusas, todas as despesas com materiais e equipamentos, assim como projetos, aprovações necessárias e mão de obra para a instalação do sistema de painéis fotovoltaicos.

4.1.4 Comparação do gasto gerado atualmente x capacidade de produção do sistema fotovoltaico

Levando em consideração as propostas apresentadas pela a empresa Master Solar, o Gráfico 01 demonstra uma projeção de como deve ser o funcionamento do sistema fotovoltaico no decorrer de 12 meses e os atuais gastos já provenientes da conta de energia no passar do ultimo ano.

Gráfico 01 - CONSUMO x GERAÇÃO



Fonte - Master Solar (2016)

Fazendo uma análise mais aprofundada deste gráfico, percebe-se que os períodos de maior gasto de energia estão compreendidos entre os meses de setembro a abril, ressaltando que na metade do mês de dezembro e janeiro ocorre o chamado recesso forense, um período de férias coletivas que acontece todos os anos reduzindo o consumo nestes dias. No período de temperaturas mais elevadas se tem um maior consumo de energia e seguindo essa lógica, nota-se que a projeção de energia do sistema fotovoltaico nestes períodos ficaria bem abaixo do consumo gerado, enquanto que no período do inverno, o Consumo x a Produção serão próximas.

Outro número interessante que os representantes da Master Solar forneceram é que o sistema deverá produzir no ano a quantidade de 88.068 kWh/ano uma média 7.339 kWh/mês e o consumo do cliente tem um consumo mensal de 9.739 kWh/mês. A partir deste dado, podemos dar início a análise de investimento necessária e o retorno que esta proporcionaria para o investidor.

4.1.5 Pay-Back

Em meio a análise sobre qual seria o futuro retorno do investimento no sistema fotovoltaico, notou-se que a tabela gerada pela empresa estava desatualizada, levando em

consideração que seria necessário fazer um aumento do custo do kWh, já no primeiro ano, que seria contado a partir de 2017 junto ao início do sistema. Segundo dados de uma consulta realizada pela empresa Safira Consultoria em maio de 2014, que foram disponibilizadas no orçamento realizado pela empresa Master Solar, seria necessário acrescentar um reajuste de 14,10% no preço do kWh e por fim obteve-se a Tabela 02:

Tabela 02 - Projeção de retorno financeiro do sistema fotovoltaico

ANO	GERAÇÃO (KWh/ano)	PERDA 0,5%	TOTAL	R\$ /KWh	ACUMULADO
1	88.043,71	440,22	87.603,49	R\$ 0,480897	R\$ 42.128,28
2	87.603,49	438,02	87.165,47	R\$ 0,548704	R\$ 89.956,31
3	87.165,47	435,83	86.729,65	R\$ 0,578882	R\$ 140.162,58
4	86.729,65	433,65	86.296,00	R\$ 0,610721	R\$ 192.865,36
5	86.296,00	431,48	85.864,52	R\$ 0,644311	R\$ 248.188,79
6	85.864,52	429,32	85.435,20	R\$ 0,679748	R\$ 306.263,17
7	85.435,20	427,18	85.008,02	R\$ 0,717134	R\$ 367.225,30
8	85.008,02	425,04	84.582,98	R\$ 0,756576	R\$ 431.218,78
9	84.582,98	422,91	84.160,06	R\$ 0,798188	R\$ 498.394,33
10	84.160,06	420,80	83.739,26	R\$ 0,842088	R\$ 568.910,19
11	83.739,26	418,70	83.320,57	R\$ 0,888403	R\$ 642.932,44
12	83.320,57	416,60	82.903,97	R\$ 0,937265	R\$ 720.635,45
13	82.903,97	414,52	82.489,45	R\$ 0,988815	R\$ 802.202,25
14	82.489,45	412,45	82.077,00	R\$ 1,043200	R\$ 887.824,95
15	82.077,00	410,38	81.666,61	R\$ 1,100576	R\$ 977.705,24
16	81.666,61	408,33	81.258,28	R\$ 1,161107	R\$ 1.072.054,83
17	81.258,28	406,29	80.851,99	R\$ 1,224968	R\$ 1.171.095,96
18	80.851,99	404,26	80.447,73	R\$ 1,292342	R\$ 1.275.061,90
19	80.447,73	402,24	80.045,49	R\$ 1,363420	R\$ 1.384.197,55
20	80.045,49	400,23	79.645,26	R\$ 1,438408	R\$ 1.498.759,97
21	79.645,26	398,23	79.247,04	R\$ 1,517521	R\$ 1.619.019,01
22	79.247,04	396,24	78.850,80	R\$ 1,600985	R\$ 1.745.257,92
23	78.850,80	394,25	78.456,55	R\$ 1,689039	R\$ 1.877.774,07
24	78.456,55	392,28	78.064,26	R\$ 1,781936	R\$ 2.016.879,58
25	78.064,26	390,32	77.673,94	R\$ 1,879942	R\$ 2.162.902,12

Fonte - Master Solar (2016), Editada pelo autor

É possível notar que se teria uma produção de energia de 87.603,49 kWh já contando os 0,5% de perda que todo o sistema fotovoltaico tem ao passar de cada ano, o que representaria uma economia de R\$ 42.128,28 no primeiro ano de produção. Contudo, considerando que o retorno financeiro foi utilizado para compensar a instalação do sistema fotovoltaico seria necessário 8 anos e 10 meses de produção energética, já levando também

em consideração os reajustes da conta de energia previstos pela consulta realizada pela empresa Safira Consultoria em maio de 2014. Assim, tem-se que o investimento realizado para a instalação de todo o sistema fotovoltaico levaria 8 anos e 10 meses para o total pagamento do mesmo. Esses dados podem ser demonstrados detalhadamente na Tabela 03:

Tabela 03 - *Pay-back* do sistema detalhado

ANO	FLUXO DE CAIXA LIVRE	VALOR GERADO	FLUXO DE CAIXA LIVRE ACUM
1	-R\$ 401.189,18	R\$ 42.128,28	-R\$ 359.060,90
2	-R\$ 359.060,90	R\$ 47.828,03	-R\$ 316.932,62
3	-R\$ 316.932,62	R\$ 50.206,27	-R\$ 269.104,59
4	-R\$ 269.104,59	R\$ 52.702,78	-R\$ 218.898,32
5	-R\$ 218.898,32	R\$ 55.323,43	-R\$ 166.195,54
6	-R\$ 166.195,54	R\$ 58.074,38	-R\$ 110.872,11
7	-R\$ 110.872,11	R\$ 60.962,13	-R\$ 52.797,73
8	-R\$ 52.797,73	R\$ 63.993,48	R\$ 8.164,40

Fonte - Master Solar (2016), editada pelo autor

4.1.6 Análise CUSTO X BENEFÍCIO.

No que se pôde observar, o sistema começaria a dar resultados a partir do 9º (nono) ano de investimento e, levando-se em consideração que o sistema tem uma vida útil de 25 anos de produção, seria possível um retorno do investimento na casa de R\$ 1.657.818,68, como demonstrado na Tabela 04:

Tabela 04- *Pay-back* ao longo da vida útil do sistema fotovoltaico

ANO	FLUXO DE CAIXA LIVRE	VALOR GERADO	FLUXO DE CAIXA LIVRE ACUM
1	-R\$ 401.189,18	R\$ 42.128,28	-R\$ 359.060,90
2	-R\$ 359.060,90	R\$ 47.828,03	-R\$ 316.932,62
3	-R\$ 316.932,62	R\$ 50.206,27	-R\$ 269.104,59
4	-R\$ 269.104,59	R\$ 52.702,78	-R\$ 218.898,32
5	-R\$ 218.898,32	R\$ 55.323,43	-R\$ 166.195,54
6	-R\$ 166.195,54	R\$ 58.074,38	-R\$ 110.872,11
7	-R\$ 110.872,11	R\$ 60.962,13	-R\$ 52.797,73
8	-R\$ 52.797,73	R\$ 63.993,48	R\$ 8.164,40
9	R\$ 8.164,40	R\$ 67.175,55	R\$ 72.157,88
10	R\$ 72.157,88	R\$ 70.515,85	R\$ 139.333,43
11	R\$ 139.333,43	R\$ 74.022,26	R\$ 209.849,29
12	R\$ 209.849,29	R\$ 77.703,01	R\$ 283.871,54
13	R\$ 283.871,54	R\$ 81.566,79	R\$ 361.574,55
14	R\$ 361.574,55	R\$ 85.622,70	R\$ 443.141,35
15	R\$ 443.141,35	R\$ 89.880,29	R\$ 528.764,05
16	R\$ 528.764,05	R\$ 94.349,59	R\$ 618.644,34
17	R\$ 618.644,34	R\$ 99.041,12	R\$ 712.993,93
18	R\$ 712.993,93	R\$ 103.965,94	R\$ 812.035,06
19	R\$ 812.035,06	R\$ 109.135,65	R\$ 916.001,00
20	R\$ 916.001,00	R\$ 114.562,42	R\$ 1.025.136,65
21	R\$ 1.025.136,65	R\$ 120.259,04	R\$ 1.139.699,07
22	R\$ 1.139.699,07	R\$ 126.238,92	R\$ 1.259.958,11
23	R\$ 1.259.958,11	R\$ 132.516,15	R\$ 1.386.197,02
24	R\$ 1.386.197,02	R\$ 139.105,51	R\$ 1.518.713,17
25	R\$ 1.518.713,17	R\$ 146.022,53	R\$ 1.657.818,68

Fonte - Master Solar e editado pelo autor (2016)

O estudo da tabela mencionada demonstra que ao longo dos 25 anos de vida útil do sistema fotovoltaico poderá se chegar a um montante de R\$ 1.657.818,68, levando em consideração quantidade produzida x custo do kWh, o que representa um aumento de 413,23% do capital em que foi investido no sistema de painéis fotovoltaicos.

Se o mesmo valor investido fosse aplicado na poupança a quantidade máxima que poderia ter sido arrecadado pode ser demonstrada na Tabela 05:

Tabela 05 - Projeção de quanto teria rendido na poupança

ANO	VALOR	JUROS POUPANÇA
0	R\$ 401.189,49	6%
1	R\$ 425.260,86	6%
2	R\$ 450.776,51	6%
3	R\$ 477.823,10	6%
4	R\$ 506.492,49	6%
5	R\$ 536.882,04	6%
6	R\$ 569.094,96	6%
7	R\$ 603.240,66	6%
8	R\$ 639.435,10	6%
9	R\$ 677.801,20	6%
10	R\$ 718.469,27	6%
11	R\$ 761.577,43	6%
12	R\$ 807.272,08	6%
13	R\$ 855.708,40	6%
14	R\$ 907.050,90	6%
15	R\$ 961.473,96	6%
16	R\$ 1.019.162,40	6%
17	R\$ 1.080.312,14	6%
18	R\$ 1.145.130,87	6%
19	R\$ 1.213.838,72	6%
20	R\$ 1.286.669,04	6%
21	R\$ 1.363.869,19	6%
22	R\$ 1.445.701,34	6%
23	R\$ 1.532.443,42	6%
24	R\$ 1.624.390,02	6%
25	R\$ 1.721.853,43	6%

Fonte - Autor (2016)

A Tabela 05 foi realizada com intuito de demonstrar pormenorizadamente qual será o retorno financeiro que este empreendimento renderia se comparado aos juros de poupança. A partir da visualização, que demonstra um rendimento de juros de 6% a.a, ao final do período de 25 anos, o valor total da aplicação resultaria em R\$ 1.721.853,42. O que geraria um lucro na casa dos 429,29%.

Se compararmos o valor do investimento com a implantação do sistema de painéis fotovoltaicos e o rendimento dos juros da poupança, a aplicação financeira seria mais rentável em R\$ 64.034,75. Porém, deve-se levar em consideração que o valor gasto com energia seria maior se comparado ao gasto do sistema.

Isso pode ser mais bem demonstrado na Tabela 06, a qual apresenta qual seria o total gasto com energia nos 25 anos em que o sistema funcionará e na ausência deste.

Tabela 06- Projeção de gastos com energia com disponibilidade do sistema e sem disponibilidade

ANO	CONSUMO (KWh/ANO)	R\$ /KWh	SEM SISTEMA	COM SISTEMA
1	116868	R\$ 0,480897	R\$ 56.201,50	R\$ 14.073,22
2	116868	R\$ 0,548704	R\$ 64.125,91	R\$ 16.297,89
3	116868	R\$ 0,578882	R\$ 67.652,84	R\$ 17.446,57
4	116868	R\$ 0,610721	R\$ 71.373,75	R\$ 18.670,96
5	116868	R\$ 0,644311	R\$ 75.299,30	R\$ 19.975,87
6	116868	R\$ 0,679748	R\$ 79.440,76	R\$ 21.366,38
7	116868	R\$ 0,717134	R\$ 83.810,00	R\$ 22.847,87
8	116868	R\$ 0,756576	R\$ 88.419,56	R\$ 24.426,08
9	116868	R\$ 0,798188	R\$ 93.282,63	R\$ 26.107,08
10	116868	R\$ 0,842088	R\$ 98.413,18	R\$ 27.897,32
11	116868	R\$ 0,888403	R\$ 103.825,90	R\$ 29.803,64
12	116868	R\$ 0,937265	R\$ 109.536,32	R\$ 31.833,31
13	116868	R\$ 0,988815	R\$ 115.560,82	R\$ 33.994,03
14	116868	R\$ 1,043200	R\$ 121.916,67	R\$ 36.293,96
15	116868	R\$ 1,100576	R\$ 128.622,08	R\$ 38.741,79
16	116868	R\$ 1,161107	R\$ 135.696,30	R\$ 41.346,71
17	116868	R\$ 1,224968	R\$ 143.159,60	R\$ 44.118,47
18	116868	R\$ 1,292342	R\$ 151.033,37	R\$ 47.067,43
19	116868	R\$ 1,363420	R\$ 159.340,21	R\$ 50.204,56
20	116868	R\$ 1,438408	R\$ 168.103,92	R\$ 53.541,50
21	116868	R\$ 1,517521	R\$ 177.349,64	R\$ 57.090,60
22	116868	R\$ 1,600985	R\$ 187.103,87	R\$ 60.864,95
23	116868	R\$ 1,689039	R\$ 197.394,58	R\$ 64.878,43
24	116868	R\$ 1,781936	R\$ 208.251,28	R\$ 69.145,77
25	116868	R\$ 1,879942	R\$ 219.705,10	R\$ 73.682,57
		TOTAL	R\$ 3.104.619,09	R\$ 941.716,97

Fonte - Autor (2016)

Levando em consideração esses fatores, nota-se que se economizaria um montante de R\$ 2.162.902,12 ao longo dos 25 anos de vida útil do equipamento. E se compararmos ao investimento junto à aplicação da poupança, tem-se, ainda, que a diferença fica em torno de R\$ 2.098.867,37 de economia desse sistema.

CAPÍTULO V

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer desse estudo foi possível obter diversos resultados. Primeiramente, concluiu-se que a realização do sistema de painéis fotovoltaicos é viável e que o investimento que seria necessário para implementação da estrutura se pagaria no período de 8 anos e 10 meses.

Outro ponto importante do estudo é que com o investimento seria possível fazer uma economia maior que R\$ 2.000.000,00 ao longo dos 25 anos de vida útil do equipamento, o que representaria uma economia mensal de aproximadamente R\$ 7.000,00.

Também se deve destacar que a produção de energia através desse sistema causaria um dano bem menor ao meio ambiente se comparado à produção de energia por meio das hidroelétricas, que é atualmente o meio de produção energético mais utilizado no país.

Com base nestes fatos, seria de interesse da população, que as entidades públicas desenvolvessem com mais frequência e urgência esses projetos que visam conciliar redução de gastos públicos com a preservação do meio ambiente, tendo em vista que se trata de uso do dinheiro público, e também, se tem a oportunidade de melhorar a qualidade de vida da sociedade. Quem sabe esse seja o legado dessa geração de profissionais que estão para ingressar no mercado de trabalho nos próximos anos.

5.2 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Considerando o estudo já realizado, sugere-se o seguinte assunto para trabalho futuro:

- *Projeto de dimensionamento de iluminação dos ambientes internos*

Neste trabalho, será possível enunciar com exatidão a quantidade de iluminação necessária que cada ambiente deverá receber, para então, reduzir ainda mais os gastos com a conta de luz, tornado este projeto de estudo ainda mais viável.

- Estudo para captação de água da chuva

Pensando pelo lado da sustentabilidade e pelo fato de a água ser um recurso limitado é necessário realizar o desenvolvimento de projetos que possam reduzir desperdício desse recurso que é de suma importância para a sobrevivência de todos os seres humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

I Conferência Latino-Americana de construção sustentável, **X encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**, São Paulo, 2004, 14p. Disponível em: <<http://zip.net/bdtwvS>> Acesso em: 04 mai de 2016.

CRESEB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito: **Energia solar – princípios e aplicações**, 2006. Disponível em: <www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf> Acesso em: 24 mai. 2016.

CRESEB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito: **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**, 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>

Custo da energia elétrica aumenta em 60 % em 12 meses. **EBC (Agência Brasil)**, Economia, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: < <http://zip.net/bjtvWZ> > Acesso em: 12 mai. 2016.

Energia solar: veja países com maior capacidade instalada. **Terra online**, Sustentabilidade, 2013. Disponível em: < <http://zip.net/bntv5b> > Acesso em: 08 mai. 2016.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética: **Balanço energético nacional**, 2015. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese%20do%20Relatório%20Final_2015_Web.pdf> Acesso em: 18 mai, de 2016.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética: **Demanda de Energia 2050**, 2014. Disponível em: < <http://www.pac.gov.br/noticia/13554306>> Acesso em 05 mai. 2016.

GALDINO, M. A. E; LIMA, J. G; RIBEIRO. C. M; SERRA, E. T. O contexto das Energias Renováveis no Brasil. **REVISTA DA DIRENG**, Energias renováveis. p.17-25, 2006. Disponível em: <<http://zip.net/bgtmsp>>. Acesso em: 13 mai. 2016.

INATOMI, T.A.H.I; UDAETA, M. E. M: **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos**, 2007. Disponível em: <<http://zip.net/bhtv5s>>. Acesso em: 14 mai. 2016.

O inversor solar. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/o-inversor-solar.html>> Acesso em: 09 out. 2016.

PACHECO, F. Energias Renováveis: breves conceitos. **C&P- Conjuntura e Planejamento**, Economia em destaque, Salvador, p 4-11, 2006. Disponível em: <http://files.pet-quimica.webnode.com/200000109-5ab055bae2/Conceitos_Energias_renov%C3%A1veis.pdf> Acesso em: 20 mai. 2016.

Painel Solar Fotovoltaico 265 Wp. Disponível em: <<http://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-265wp-canadian-csi-cs6p-265p.html>> Acesso em 09, out. 2016.

RÜTHER,R.. **Edifícios Solares Fotovoltaicos**. 1. ed. Florianopolis – SC: LABSOLAR/UFSC, 2004. v. 1. 114p.

ANEXOS

ANEXO A - PROPOSTA COMERCIAL PÁG.1



CASCADEL, 05 de setembro de 2016.



**MASTER
SOLAR**
ENERGIA SUSTENTÁVEL

PROPOSTA COMERCIAL E DE SERVIÇOS Nº PC0367A-2016

À
TRIBUNAL DE JUSTIÇA FORUM
A/C: Carlos
Fone:
E-mail: carlos_pagani@hotmail.com
Cidade: Medianeira - PR

Master Solar Energy Ltda | (45) 3035-5030
Avenida Tancredo Neves Nº824, Cascavel Paraná
www.mastersolar.com.br

 Master Solar Energy

ANEXO B - PROPOSTA COMERCIAL PÁG.2



MISSÃO

Oferecer alternativas sustentáveis de geração de energias com inovação e credibilidade.

VISÃO

Ser reconhecida como a melhor empresa de implantação de sistemas renováveis.

VALORES

Fé, seriedade, competência e atitude.



ANEXO C - PROPOSTA COMERCIAL PÁG.3



MASTER SOLAR ENERGY LTDA vem apresentar, de acordo com as especificações técnicas recebidas, proposta para Confecção de Projeto, Fornecimento de Materiais, Instalação e Conexão de Sistema de Geração Fotovoltaica Conectada à Rede (SFCR) 63,6 kWp (Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 e 687/2015), conforme descrição a seguir:

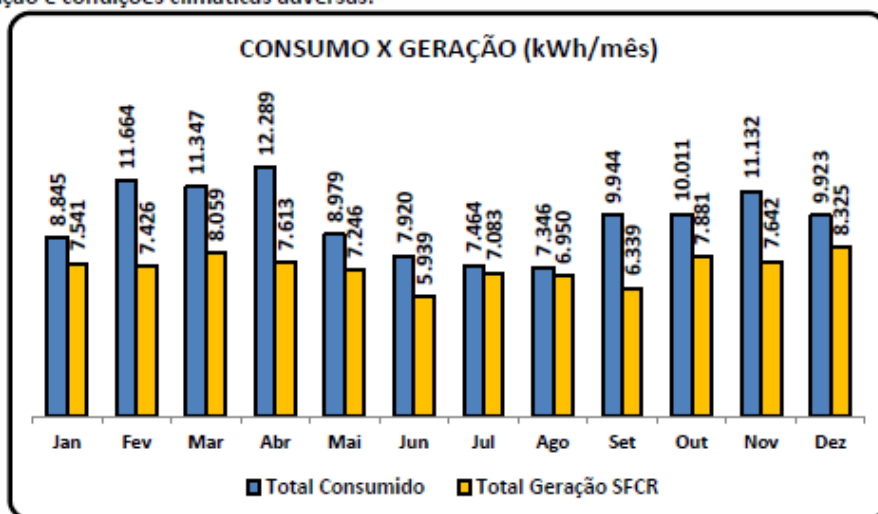
1. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Inclui todos os equipamentos e materiais para perfeita instalação e funcionamento do Sistema:

- 240 módulos fotovoltaicos referência/marca Canadian Solar 265 wp;
- 02 inversor(es) de frequência sendo marca/modelo FRONIUS ECO 27.0-3 e marca /modelo este(s) que é(são) responsável(is) pela interface entre os módulos fotovoltaicos e a Rede da Concessionária Local..

NOTA 01: Potência estimada considerando *performance ratio* de 75%. Geração média estimada em 88.068 kWh/ano (7.339 kWh/mês), correspondente a 75,36% do consumo fora de ponta considerando que os módulos fotovoltaicos serão instalados em área sobre telhado, com inclinação de 25° à 0° de azimuth.

Podendo haver variações, principalmente, devido às características de infraestrutura no local da instalação e condições climáticas adversas.



2. SERVIÇOS TÉCNICOS

Inclui todos os serviços para a perfeita instalação e funcionamento do Sistema:

- Elaboração do(s) projeto(s) de Engenharia;
- Aprovação e administração do(s) projeto(s) junto aos órgãos competentes;
- Instalação do Sistema com mão de obra técnica especializada;
- Interface junto aos órgãos competentes para adesão ao Sistema de Compensação de Energia.

2.1 Escopo excluído

- Obras de reforço ou adaptação civil e/ou elétrica para acomodação do Sistema Fotovoltaico.

ANEXO D - PROPOSTA COMERCIAL PÁG.4



**MASTER
SOLAR**
ENERGIA SUSTENTÁVEL

3. GARANTIAS

- 25 (vinte e cinco) anos para módulos fotovoltaicos, para 80% de eficiência de geração;
- 10 (dez) anos para módulos fotovoltaicos, contra defeitos de fabricação;
- 05 (cinco) anos para inversor(es) de frequência, contra defeitos de fabricação;
- 01 (um) ano para Quadros CC/CA, demais componentes e instalação.

NOTA 03: Primeiro ano da garantia sem ônus ao cliente, válida a partir da data da entrega técnica.

4. CONDIÇÕES COMERCIAIS

ITEM	DESCRIÇÃO	PREÇOS
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	Inclui 240 (duzentos e quarenta) módulos fotovoltaicos ref/marca Canadian Solar 265 Wp (peso aproximado 14,3 kg/m²), 02 inversor(es) de frequência marca/modelo FRONIUS ECO 27.0-3.	401.189,18
	Inclui kit de fixação em alumínio para telhado (trilhos).	
	Inclui cabos solares, Quadros de proteção CC/CA, miscelâneas e demais materiais necessários para a perfeita instalação do sistema.	
SERVIÇOS TÉCNICOS	Inclui mão de obra para a perfeita instalação e funcionamento do Sistema.	
	Inclui elaboração dos projetos necessários à instalação e conexão do sistema a rede da Concessionária Local.	
	Inclui aprovação dos projetos junto a Concessionária Local.	
	Incluso ENTREGA TÉCNICA e FRETE até o local de instalação.	
TOTAL	Quatrocentos e um mil, cento e oitenta e nove reais e dezoito centavos.	

Inclusos de todos os impostos

5. FORMA DE PAGAMENTO

A combinar.

6. PRAZO DE ENTREGA DA OBRA

A combinar conforme planejamento entre cliente/MASTER SOLAR ENERGY LTDA, podendo apresentar variações decorrentes sobretudo dos prazos estipulados pela Concessionária Local para aprovação e adequação de todas as fases do projeto.

7. OBSERVAÇÕES

Proposta válida por 10 dias a partir da data de apresentação.

ANEXO E - PROPOSTA COMERCIAL PÁG.5



Nota 04: Valores sujeitos à variação cambial para prazos acima da validade da proposta.

Nota 05: Os valores apresentados nesta proposta são valores prévios, considerando apenas as informações de consumo médio mensal de energia elétrica.

Para que possamos alinhar um valor de fechamento, precisamos fazer uma visita técnica e efetuar as medições do local de instalação.

VISITE NOSSO SITE E CONFIRA OS PROJETOS CONCLUÍDOS

www.mastersolar.com.br/projetos

Sem mais para o momento, esperamos que esta proposta preliminar atenda às suas expectativas, e aguardamos breve contato para efetivarmos a negociação.

Cascavel-PR, ____ de _____ de 20____.

Rafael Candido da Silva
MASTER SOLAR ENERGY LTDA
(45) 3035-5030 / 9971-1910
rafael@mastersolar.com.br

ANEXO F - PAY-BACK

<

ANEXO G - PLANTA PAV. TÉRREO

ANEXO H - PLANTA PAV. SUPERIOR

ANEXO I - PLANTA DE COBERTURA