

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

PAULO HENRIQUE VIANI

THIAGO DE CARVALHO BUENO SANTOS

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E DIMENSIONAMENTO DE UMA
USINA FOTOVOLTAICA PARA UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA EM CASCAVEL -
PR**

**CASCAVEL - PR
2017**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

PAULO HENRIQUE VIANI

THIAGO DE CARVALHO BUENO SANTOS

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E DIMENSIONAMENTO DE UMA
USINA FOTOVOLTAICA PARA UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA EM CASCAVEL -
PR**

Estudo apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Professor orientador: Físico, Mestre em Energia na agricultura, Gilson Debastiani.

**CASCAVEL - PR
2017**

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

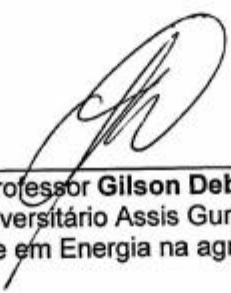
PAULO HENRIQUE VIANI

THIAGO DE CARVALHO BUENO SANTOS

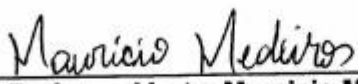
**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E DIMENSIONAMENTO DE UMA
USINA FOTOVOLTAICA PARA UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA EM CASCAVEL -
PR**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor Físico, Mestre em Energia na agricultura, Gilson Debastiani.

BANCA EXAMINADORA



Orientador Professor **Gilson Debastiani**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Físico, Mestre em Energia na agricultura



Professor Mestre **Mauricio Medeiros**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Agrícola



Professor Especialista **Rodrigo Techio Bressan**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil

Cascavel, 28 de Novembro de 2017.

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à minha família que sempre acreditou no esforço de meu trabalho e sempre apoiou e me incentivou nas diversas vezes que tive que me ausentar de sua convivência para estudar e me dedicar ao propósito de me tornar Engenheiro Civil.

AGRADECIMENTOS

“Buscai em primeiro lugar o reino de Deus e a sua justiça, e as demais coisas vos serão acrescentadas” Mateus 6:33

Por este motivo agradeço primeiramente e com muito orgulho à Deus, aquele que provê todas as nossas necessidades e nos atende sempre que o buscamos.

A minha amada família que sempre me apoiou, me deu forças nos momentos de fraqueza, me acalmou nos momentos de nervosismo e me compreendeu nos momentos de ausência.

Ao meu orientador que sempre com grande disponibilidade auxiliou e direcionou os andamentos do trabalho.

Também agradeço à administração da Câmara municipal de Cascavel na pessoa do seu atual presidente o vereador Aldino Jorge Bueno que autorizou e forneceu todos os dados necessários para realização do trabalho.

EPÍGRAFE

“O mais competente não discute, domina sua ciência e cala-se”

Voltaire.

RESUMO

A pesquisa destina-se ao dimensionamento e estudo de viabilidade econômica para implantação de uma usina fotovoltaica conectada à rede da COPEL S.A – Companhia Paranaense de Energia, nas dependências da Câmara Municipal da cidade de Cascavel Paraná, a qual pretende atender toda a demanda fora de ponta de energia elétrica consumida pelo prédio. Para isso, usou-se de dados da conta de energia elétrica dos últimos 24 meses, valores de irradiação solar incidentes sobre a edificação e orientação geográfica da mesma. A simulação de dimensionamento foi realizada com o uso do software *PVsyst®* versão 6.64 que indicou a área e equipamentos necessários para implantação da usina fotovoltaica nas dependências do prédio. Também foi realizado um orçamento junto a empresa *Master Solar Energy* Ltda para se ter conhecimento do valor do investimento. A partir destes dados foi possível fazer o estudo do *payback*, o qual determina o tempo necessário para o retorno do investimento, tendo sido executado pela empresa responsável por efetuar o orçamento pelo método do *payback* simples, que resultou em um tempo de retorno do capital investido de 5 anos e 8 meses, e pelo autor, utilizando o método do *payback* descontado, sendo este mais conservador e realista, resultando em um período de retorno de investimento de 10 anos, atendendo o consumo de 100% da energia consumida nos horários fora de ponta.

Palavras-chave: Consumo. Energia. *Payback*. Solar, Fovoltaica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Número de conexões em geração distribuída por fonte.....	13
Figura 2: Potência instalada em geração distribuída por fonte.	14
Figura 3: Gráfico da Oferta Interna de Energia.....	18
Figura 4: Comparativo entre capacidade instalada 2015/16	20
Figura 5: Posição da Terra em relação ao Sol nos diferentes períodos do ano	21
Figura 6: Insolação diária média anual por horas	23
Figura 7: Sistema fotovoltaico conectado à rede	26
Figura 8: Número de conexões em GD acumulada (anterior a Dez 12 até Set 2017).	27
Figura 9: Localização da Câmara Municipal de Cascavel	29
Figura 10: Consumo (kWh) X Período (Mês/ano).....	32
Figura 11: Latitude X Ângulo de Inclinação Recomendado.....	33
Figura 12: Inclinação e orientação geográfica dos painéis	34
Figura 13: Incidência de radiação solar mensal	35
Figura 14: Etapa do procedimento determinando modelo, inversor e áreas dos módulos.....	37
Figura 15: Localização das áreas de estudo.	38
Figura 16: Cálculo da área do estacionamento.....	38
Figura 17: Local da instalação da usina fotovoltaica	39
Figura 18: Faixa de trabalho do inversor	40
Figura 19: Taxas de remuneração básica da poupança e seus aniversários	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Movimentação de caixa.....	44
---	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Cálculo do <i>payback</i> descontado.....	28
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Corrente Alternada

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

APE – Autoprodução e Produção Independente de Energia

BEN – Balanço Energético Nacional

CHESF - Companhia Hidroelétrica do São Francisco

CRESESB - Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito

CSP – Concentrated Solar Power

DC – Corrente Continua

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A

FCN – Fluxo de Caixa de N Períodos Futuros

FV – Fotovoltaica(o)

GD – Geração Distribuída

GWH - Gigawatt-hora

GTEF – Centro de Pesquisas em Eletricidade da Eletrobrás

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

KW – KiloWatt

kWh/m² – KiloWatt-Hora por Metro Quadrado

LABSOLAR – Laboratório de Energia Solar

MTEP – Tonelada Equivalente de Petróleo

MW- MegaWatt

PIB – Produto Interno Bruto

RN – Resolução Normativa

TMA – Taxa mínima de atratividade

TWH – TeraWatt-Hora

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

VP FCN – Valor Presente de Fluxo de Caixa a N Períodos Futuros

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	13
1.1 INTRODUÇÃO	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo geral	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	15
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE	15
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	16
CAPÍTULO 2	17
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.2 MATRIZ ENERGÉTICA NO BRASIL	17
2.3 RADIAÇÃO SOLAR	20
2.4 ENERGIA SOLAR	24
2.5 SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE	25
2.5.1 Mercado consumidor de energia fotovoltaica no Brasil	26
2.6 RETORNO DO INVESTIMENTO - <i>PAYBACK</i>	27
CAPÍTULO 3	29
3.1 METODOLOGIA	29
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	29
3.1.2 Caracterização da amostra	30
3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados	30
3.1.4 Análise dos dados	31
CAPÍTULO 4	32
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5 CONCLUSÃO	45
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	46
Sugestão a)	46
Sugestão b)	46
Sugestão c)	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE A - RESULTADOS SIMULAÇÃO PÁGINA 1	49
APÊNDICE B - RESULTADOS SIMULAÇÃO PÁGINA 2	50
APÊNDICE C - RESULTADOS SIMULAÇÃO PÁGINA 3	51
ANEXO 1 – CÁLCULO DO <i>PAYBACK</i> SIMPLES FEITO PELA EMPRESA <i>MASTER SOLAR ENERGY</i> LTDA	52

ANEXO 2 – PROPOSTA COMERCIAL PÁGINA 1.....	53
ANEXO 3 – PROPOSTA COMERCIAL PÁGINA 2.....	54
ANEXO 4 – PROPOSTA COMERCIAL PÁGINA 3.....	55

CAPÍTULO 1

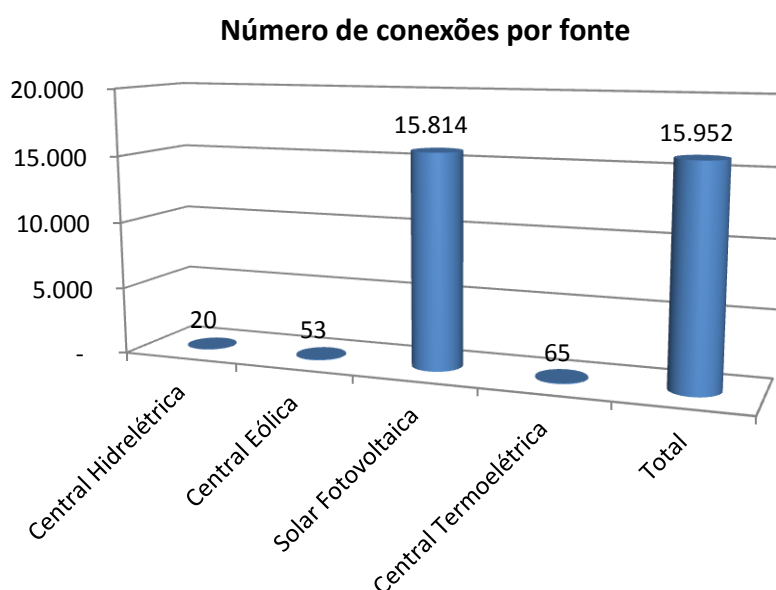
1.1 INTRODUÇÃO

A energia proveniente do sol vem sendo utilizada pelo homem ao longo de toda sua história, tanto para o aquecimento como para a iluminação natural. No entanto, o uso do Sol como fonte direta para a produção de eletricidade é relativamente recente, tendo ocorrido em meados do XX.

Segundo Debastiani (2017), no Brasil, o aproveitamento do Sol para geração elétrica esteve historicamente ligado à geração fotovoltaica. No final do século passado nosso país começou a desenvolver programas de eletrificação rural através do uso dessa tecnologia. Somente a partir da publicação da Resolução ANEEL NR 482, em abril de 2012, é que os cidadãos passaram a ter direito de gerar sua própria energia elétrica, com a regulamentação da geração distribuída conectada à rede.

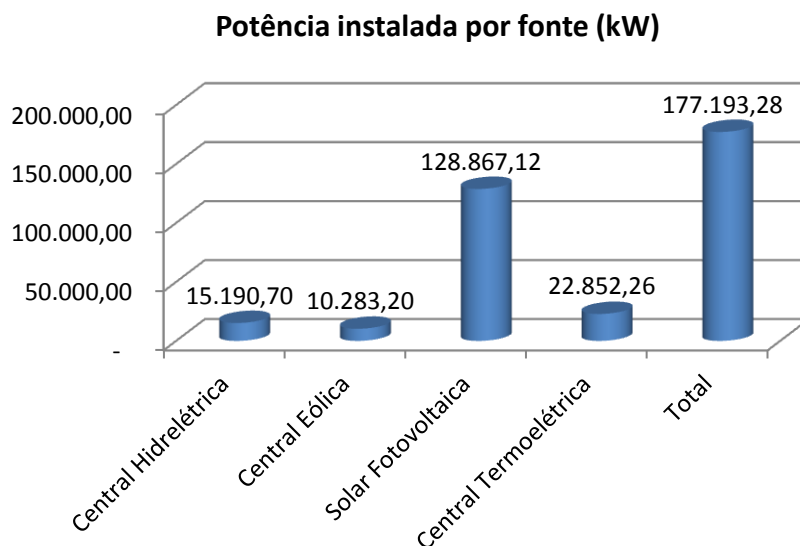
Quando analisamos as fontes utilizadas para geração distribuída, evidencia-se a importância dada aos sistemas fotovoltaicos, tanto em função do número de conexões, quanto pela potência instalada, conforme Figura 1 e Figura 2 respectivamente.

Figura 1: Número de conexões em geração distribuída por fonte.



Fonte: ANEEL (2017), Adaptado pelo Autor.

Figura 2: Potência instalada em geração distribuída por fonte.



Fonte: ANEEL (2017) Adaptado pelo Autor.

O presente trabalho trata justamente da implantação de um sistema fotovoltaico conectado à rede de uma edificação pública de Cascavel – PR, mais especificamente a Câmara municipal de vereadores de Cascavel – PR.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Verificar a viabilidade econômica para implantação de uma usina fotovoltaica, em uma edificação pública na cidade de Cascavel – Pr.

1.2.2 Objetivos específicos

- Levantar o histórico de consumo de energia da edificação;
- Estimar a quantidade de energia a ser gerada pela usina fotovoltaica instalada;
- Verificar a economia de energia no sistema.
- Verificar o tempo para que ocorra o *payback*

1.3 JUSTIFICATIVA

Atualmente, com a ocorrência contínua de secas e mudanças climáticas faz-se necessário encontrar alternativas para geração de energias diferentes das usadas no Brasil, que predominantemente são as provenientes das hidrelétricas. Fontes estas que geram impacto ambiental desde sua implantação, impacto social com a desapropriação de grandes áreas, já que utilizam grandes espaços físicos e alteram o bioma terrestre.

A razão deste trabalho acadêmico justifica-se pela necessidade de geração de economia de uma propriedade pública da cidade de Cascavel, no Estado do Paraná, a Câmara de vereadores, tendo em vista de que o imóvel possui um consumo energético alto, e por ser público, pretende-se dar o exemplo de boa gestão administrativa. Trata-se de um tipo de energia limpa, renovável, e com investimento retornável (DO AUTOR).

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Qual o tempo necessário para o retorno do investimento em geração distribuída através do uso de painéis fotovoltaicos e suas vantagens?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Estudos indicam que o uso da energia solar, além de ser limpa e renovável, também gera economia, esta que pode ser demonstrada através de levantamentos por dados de histórico de consumos. Contudo, podem ocorrer, em casos de regiões com baixa incidência de raios solares, a inviabilidade de implantação do sistema, dado ao fato de não haver aproveitamento satisfatório de tal recurso natural.

Primeira hipótese: Na Câmara Municipal de Cascavel é viável a implantação de uma usina solar.

Segunda hipótese: Na Câmara Municipal de Cascavel não é viável a implantação de uma usina solar.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa será realizada com base no histórico de consumo de energia elétrica do prédio da Câmara Municipal de Cascavel – Paraná, onde far-se-á o estudo de viabilidade de implantação de painéis fotovoltaicos no prédio no período de 24 meses, analisando o melhor local para implantação dos mesmos e dimensionamento da usina solar.

CAPÍTULO 2

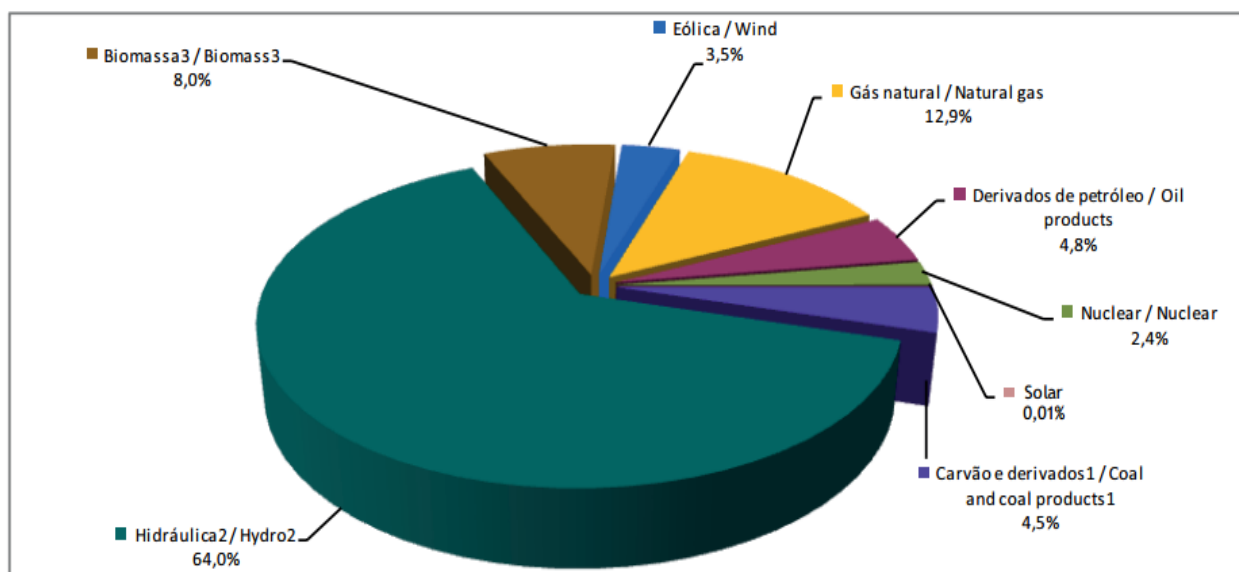
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste Capítulo serão abordados os conceitos inerentes à geração de energia solar, assim como a atual situação da matriz energética brasileira.

2.2 MATRIZ ENERGÉTICA NO BRASIL

Segundo o PORTAL BRASIL (2010), a matriz energética brasileira é a mais renovável do mundo industrializado, com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar. As usinas hidrelétricas em 2010 foram responsáveis por mais de 75% de geração de eletricidade no país. Vale lembrar que a matriz energética mundial é composta por 13% de fontes renováveis, no caso de países industrializados, caindo para 6% entre as nações em desenvolvimento.

Ainda em tempo, segundo BEN (2016), deve-se ressaltar que o Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a geração hidráulica que responde por 64,0% da oferta interna já no ano de 2015, tendo em vista que o Balanço Energético Nacional de 2016 utiliza como base os dados de 2015. As fontes renováveis representam 75,5% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável, então tem-se: 8% da produção é de biomassa, 3,5% energia eólica, 12,9% de gás natural, 4,8% de derivados de petróleo, 2,4% nuclear, 0,01% solar e 4,5% carvão e derivado, conforme Figura 3.

Figura 3: Gráfico da Oferta Interna de Energia

Fonte: BEN (2016)

Segundo BEN (2016), a geração de energia elétrica brasileira em centrais de serviço público e autoprodutores atingiu 581,5 TWh em 2015, resultando em 1,5% inferior ao de 2014. Os principais contribuintes são as centrais elétricas de serviço público, com 83,4% da geração total. A geração hidráulica, embora tenha apresentado uma redução de 3,7%, se comparada ao ano anterior, ainda é a principal fonte geradora. A geração elétrica a partir de não renováveis representou 26,0% do total nacional, contra 26,8% em 2014.

A oferta interna de energia elétrica é de 615,9 TWh, o qual é representada pela geração nacional interna somada às importações líquidas de 34,4 TWh, montante total 1,3% inferior a 2014. O consumo final foi de 522,8 TWh, representando um recuo de 1,8% em comparação com 2014 (BEN, 2016).

De acordo com BEN (2017) no ano de 2016, a oferta interna de energia (total de energia disponibilizada no país) atingiu 288,3 Mtep, redução de 3,8% em relação a 2015, acompanhando, assim, o enfraquecimento da atividade econômica, ano em que o PIB nacional contraiu 3,6%, segundo o IBGE. A retração da oferta interna de petróleo e derivados - 5,6% no período - resultante do superávit nos fluxos de exportação e importação destas fontes energéticas, adicionado ao recuo de 13,2% do gás natural foram fatores determinantes para a queda da oferta total de energia.

Já o comportamento da oferta de energia elétrica se deu em sentido contrário. Verificou-se um avanço na oferta interna de 4,0 TWh (0,7%) em relação a 2015, em

consequência do aumento da importação de Itaipu que cresceu 18,7%. As condições hidrológicas, após quatro anos de estresse, foram favoráveis, o que acarretou em um aumento da energia hidráulica disponibilizada. Em 2016, o acréscimo foi de 7,0% comparado ao ano anterior. A maior oferta hídrica, aliada à expansão da geração eólica, contribuiu para o avanço da participação de renováveis na matriz elétrica de 75,5% para 81,7%. Registrou-se ainda neste período forte queda da geração térmica a base de derivados de petróleo e gás natural (BEN, 2017).

A geração de autoprodutores (APE) em 2015 participou com 16,6% do total produzido, considerando o agregado de todas as fontes utilizadas, atingindo um montante de 96,6 TWh. Desse total, 52,7 TWh são produzidos e consumidos in loco, ou seja, pela própria instalação geradora, usualmente denominada como APE clássica. A autoprodução clássica agrega as mais diversas instalações industriais que produzem energia para consumo próprio, a exemplo dos setores de Papel e Celulose, Siderurgia, Açúcar e Álcool, Química, entre outros, além do Setor Energético. Neste último, destacam-se os segmentos de exploração, refino e produção de petróleo (BEN, 2016).

Referente ao consumo, teve-se uma queda de 1,8%, onde o destaque foi para o setor residencial que interrompeu uma tendência de crescimento, recuando 0,7%. As indústrias registraram queda de 5,0% no consumo de eletricidade em relação ao ano anterior, apenas os setores de papel e celulose e mineração apresentaram uma variação positiva de 4,7%, 3,7% e 0,9% respectivamente (BEN, 2016).

O consumo final, energético e não energético, caiu 2,2% em relação ao ano anterior. Os setores que consomem mais energia – industrial e de transportes – apresentaram recuos de 1,1% e 1,6%, respectivamente. O agropecuário e o energético também registraram quedas significativas de 10,4% e 5,3% (BEN, 2017).

Houve um acréscimo de 6.945 MW na capacidade total instalada de geração de energia elétrica no Brasil em 2015, onde se alcançou 140.858MW (BEN, 2016).

No ano de 2016, segundo BEN (2017) a capacidade instalada teve um salto ainda maior conforme se demonstra na figura 4:

Figura 4: Comparativo entre capacidade instalada 2015/16

Capacidade Instalada – Geração Distribuída (MW)

Fonte	2015	2016
Hidráulica	0,8	4,4
Térmica	2,3	11,0
Eólica	0,1	0,2
Solar	13,3	56,9
Capacidade disponível	16,5	72,5

Fonte: BEN (2016)

Destacando a fonte de energia solar fotovoltaica, em 2015, a geração distribuída atingiu 34,9 GWh com uma potência instalada de 13,3 MW, e no ano de 2016 o salto foi para 56,9 MW (BEN, 2017).

2.3 RADIAÇÃO SOLAR

Segundo Schiffer (2003), Radiação é um mecanismo de troca de calor entre dois corpos, através de sua capacidade de emitir e de absorver energia térmica. Esse mecanismo de troca é resultante da natureza eletromagnética da energia, que, ao ser absorvida, ocasiona efeitos térmicos, o que permite sua transmissão sem necessidade de meio para propagação, podendo ocorrer até no vácuo.

A radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode

ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, através de incidência sobre determinados materiais semicondutores, através do efeito fotovoltaico. (ANEEL, 2002).

Segundo ANEEL (2017) a disponibilidade de radiação solar, também chamada de energia total incidente sobre a superfície terrestre, depende além das condições atmosféricas (nebulosidade, umidade relativa do ar, etc.), da latitude local e da posição no tempo (hora do dia e dia do ano). Isso ocorre devido a inclinação do eixo imaginário em torno do qual a Terra gira diariamente (movimento de rotação) e à trajetória elíptica que a Terra descreve ao redor do Sol (translação ou revolução).

Assim, o período de visibilidade do Sol ou claridade é diferente em algumas regiões ou períodos do ano de zero hora (Sol abaixo da linha do horizonte durante o dia todo) à 24 horas (Sol sempre acima da linha do horizonte), as variações são mais intensas nas regiões polares e nos períodos de solstício. O inverso ocorre próximo à linha do Equador e durante os equinócios (ANEEL, 2017) conforme Figura 5.

Figura 5: Posição da Terra em relação ao Sol nos diferentes períodos do ano



Fonte: MAGNOLI, D; SCALZARETTO (1998)

O Brasil é um país com maior parte do seu território localizado relativamente próximo a linha do Equador, de forma que não se observam grandes variações na duração solar do dia, todavia a maior parte da população brasileira e das atividades socioeconômicas do país se concentram em regiões mais distantes do Equador, por exemplo, a cidade de Porto

Alegre possui uma duração solar do dia que varia entre 10 horas e 13 minutos à 13 horas e 47 minutos, aproximadamente entre 21 de junho e 22 de dezembro, respectivamente (ANEEL, 2002).

Segundo ANEEL (2002) a avaliação da disponibilidade de radiação solar no Brasil tem exigido esforços e entre esses, os mais recentes e efetivos são destacados:

a) Atlas Solarimétrico do Brasil, iniciativa da Universidade Federal de Pernambuco UFPE e da Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF, em parceria com o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB;

b) Atlas de Irradiação Solar no Brasil, elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e pelo Laboratório de Energia Solar – LABSOLAR, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Segundo CRESESB (2014), em janeiro de 1993 um grupo de trabalho em energia solar fotovoltaica foi criado sob a coordenação do Centro de Pesquisas em Eletricidade da ELETROBRÁS, denominado GTEF, esse grupo tinha abrangência nacional e foi constituído por empresas do setor elétrico, grupos de pesquisas, universidades e fabricantes ou representantes de equipamentos fotovoltaicos.

Simultaneamente à criação desse grupo de trabalho e em reunião realizada, no decorrer de 1993 foi criado, entre outros grupos de trabalho (Manual de Engenharia, Certificação e Normatização, Treinamento, Estratégia de Fomento da Tecnologia, Política de Divulgação e Base de Dados da Tecnologia Fotovoltaica) o Grupo de trabalho em Solarimetria sob a coordenação do Grupo FAE-UFPE/DEFA-CHESF. (CRESESB, 2014).

Segundo CRESESB (2014), o GT (Grupo de Trabalho) em Solarimetria rapidamente elaborou e apresentou ao GTEF, ainda em maio de 1993, o Relatório “Solarimetria no Brasil”, que descrevia a crítica situação da Solarimetria no Brasil e propunha algumas medidas que iria permitir a supressão de parte destas deficiências apontadas em relação a este tema.

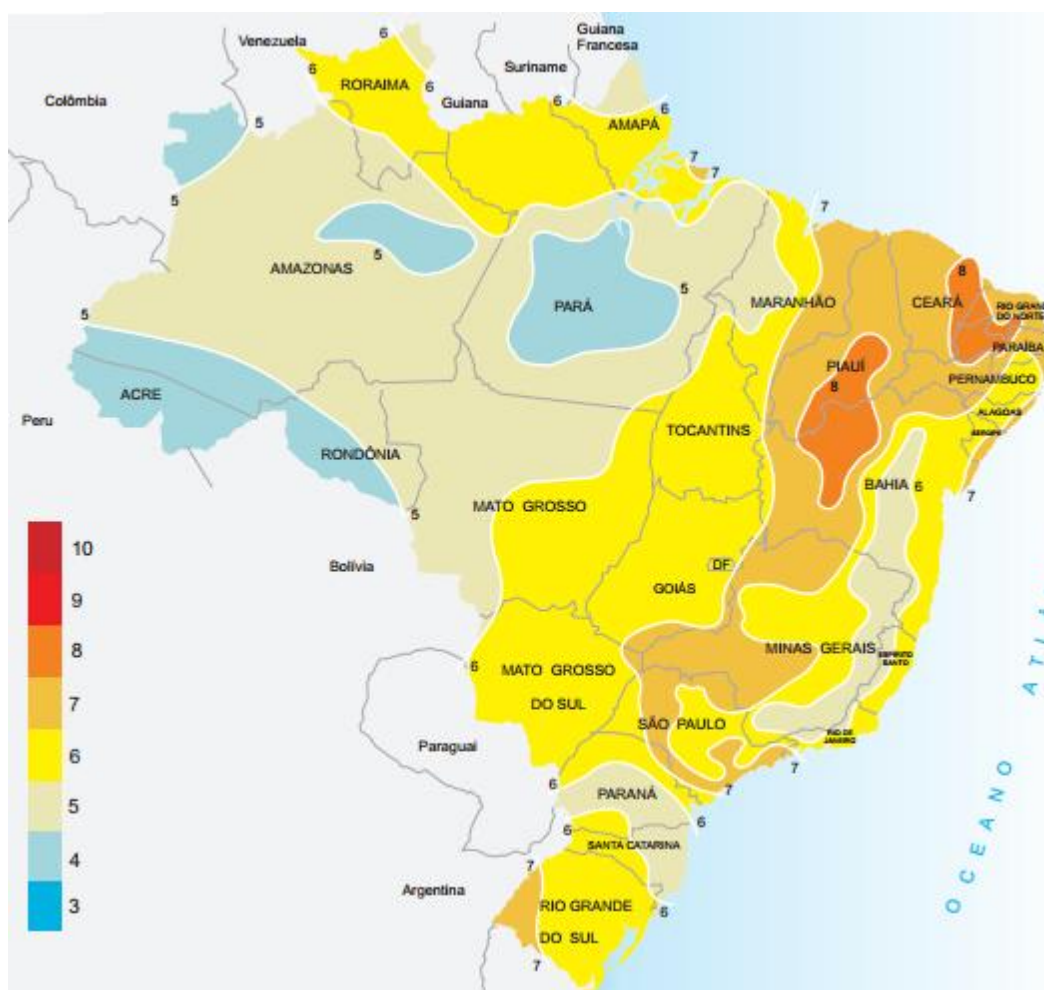
Nestas medidas propostas estava a criação de uma base de dados solarimétricos para o país, que consistiria na organização, classificação e padronização de dados medidos e publicados por diversos autores e instituições ao longo das últimas décadas. Este compêndio de dados padronizados, em conjunto com novos mapas de isolinhas da radiação solar resultariam num Atlas Solarimétrico para o Brasil. Cabe ressaltar que os dados existentes exibiam uma fragmentação espacial e/ou temporal e problemas de padronização. Além disso, muitos dados solarimétricos, embora publicados, estavam indisponíveis ou quase inacessíveis para a maioria dos usuários, seja pela baixíssima circulação destas publicações, seja pela

dispersão dos veículos de publicação (Relatórios de Projeto, Teses de Mestrado, Publicações Internas, Relatórios Institucionais, entre outros) (CRESESB, 2014).

Segundo CRESESB (2014), os autores da proposta consideravam que a publicação do Atlas colocaria à disposição do público interessado uma importante base de dados, na medida em que a tecnologia solar se difundia no Brasil, tornando-se crescentemente importante.

Finalmente, em maio de 1996, foi assinado o convênio FADE-UFPE/CEPEL, que permitiu executar o projeto da elaboração do Atlas Solarimétrico Nacional que apresenta a insolação diária média anual conforme Figura 6. (CRESESB, 2014).

Figura 6: Insolação diária média anual por horas



Fonte: CRESESB CEPEL (2000)

2.4 ENERGIA SOLAR

Segundo Ecycle (2013), energia solar é a energia eletromagnética que tem como fonte o Sol, e pode ser convertida em energia elétrica ou térmica, sendo aplicada em diversos usos; e as duas principais formas de aproveitamento desta é a geração de energia elétrica e o aquecimento solar de água.

A irradiação solar é transformada em energia elétrica por dois sistemas, o heliotérmico, onde a irradiação é convertida primeiramente em energia térmica e posteriormente em elétrica, e o sistema fotovoltaico, em que a irradiação solar é convertida diretamente em energia elétrica (ECYCLE, 2013).

Somente parte da radiação solar atinge a superfície terrestre, devido à reflexão e absorção dos raios solares pela atmosfera. Mesmo assim, estima-se que a energia solar incidente, sobre a superfície terrestre, seja da ordem de 10 mil vezes o consumo energético mundial. É importante ressaltar que, até mesmo as regiões com menores índices de radiação, apresentam grande potencial de aproveitamento energético. (CRESESB, 2000).

De acordo com Chemistry (2017), a energia solar poderá representar de 8 a 15% da eletricidade global em 2050, dependendo de fatores como a demanda de mercado, políticas energéticas, custos da indústria e avanços tecnológicos. Isto representa desempenhar um papel de prover energia para aproximadamente 1,6 bilhões de pessoas ao redor do mundo que não possuem acesso à rede elétrica.

Hoje, energias renováveis representam 20% da geração global de eletricidade, com a solar em quarto lugar no ranking, depois a hidro, bioenergia e eólica. A maioria das tecnologias de energia solar no mercado atualmente são baseadas no “efeito fotovoltaico”, através do qual uma corrente elétrica é produzida em um material quando exposto à luz, (CHEMISTRY, 2017)

Outra rota para aproveitar a energia solar na produção de eletricidade está ocorrendo com o uso de energia solar concentrada (CSP). A primeira usina de energia solar térmica comercial do mundo entrou em atividade na Espanha em 2007. As projeções da Agência Internacional de Energia são que, a participação da geração de eletricidade renovável a partir da energia solar aumentará de 0,3% em 2011 para quase 0,6% em 2018, dos quais cerca de um décimo será da CSP (CHEMISTRY, 2017)

Para Jabur e Rocha (2017), CSP é a sigla para *Concentrating Solar Power* (energia solar concentrada). A mesma consiste em um sistema que reflete a energia solar para um

único ponto e utiliza o calor acumulado para gerar eletricidade, essa técnica é empregada usando espelhos planos ou parabólicos, dependendo da tecnologia utilizada.

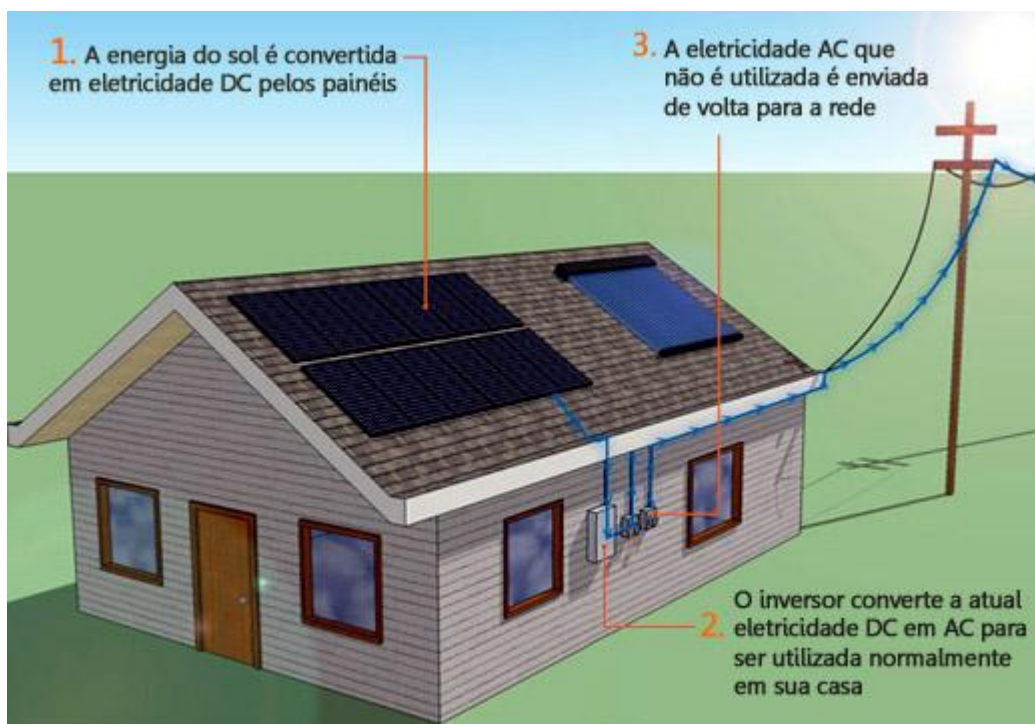
2.5 SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE

O sistema FV conectado à rede é consequência do processo da evolução humana, pois originalmente esse sistema recebia o nome de sistema FV isolado, o que se entendia por placas fotovoltaicas instaladas em lugares remotos à civilização, podendo ou não possuir armazenamento de energia em um banco de baterias. Essas baterias, por sua vez, armazenam o excesso de energia para que o sistema FV possa alimentar as cargas elétricas nos períodos em que não há produção (SOUZA, 2017).

Foi no início dos anos 90, na Alemanha, que se começou a utilizar os inversores, aparelhos que possibilitam a transformação da corrente contínua (DC) produzida pelos painéis FV em corrente alternada (AC), assim foi possível a ligação com a rede elétrica. Isso possibilitou o descarte do armazenamento de energia em baterias, pois nesse sistema a energia é vendida a concessionária distribuidora de energia. Apesar de ter um custo elevado, esse sistema conhecido mundialmente por *on-grid photovoltaic system* permite que os usuários sejam compensados pela energia vendida, pois durante o dia a energia captada é suficiente para alimentar toda a edificação e se houver excedente, o mesmo retorna para a rede elétrica, e a noite, como não há meio de obter energia do sol, usa-se a energia da concessionária (CHEMISTRY, 2017).

Para medir essa energia excedente instala-se um medidor bidirecional, permitindo-se saber não só quanto de energia o sistema está gerando, mas também, a energia que o sistema está jogando na rede pública, conforme apresentado na Figura 7 (CHEMISTRY, 2017).

Figura 7: Sistema fotovoltaico conectado à rede



Fonte: ENERGIATECSOLAR (2017)

A resolução normativa RN 482/12 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), estipula que para apoiar-se no sistema de compensação, o usuário da energia deve ser um consumidor cativo, ou seja, aquele que compra sua energia diretamente da concessionária.

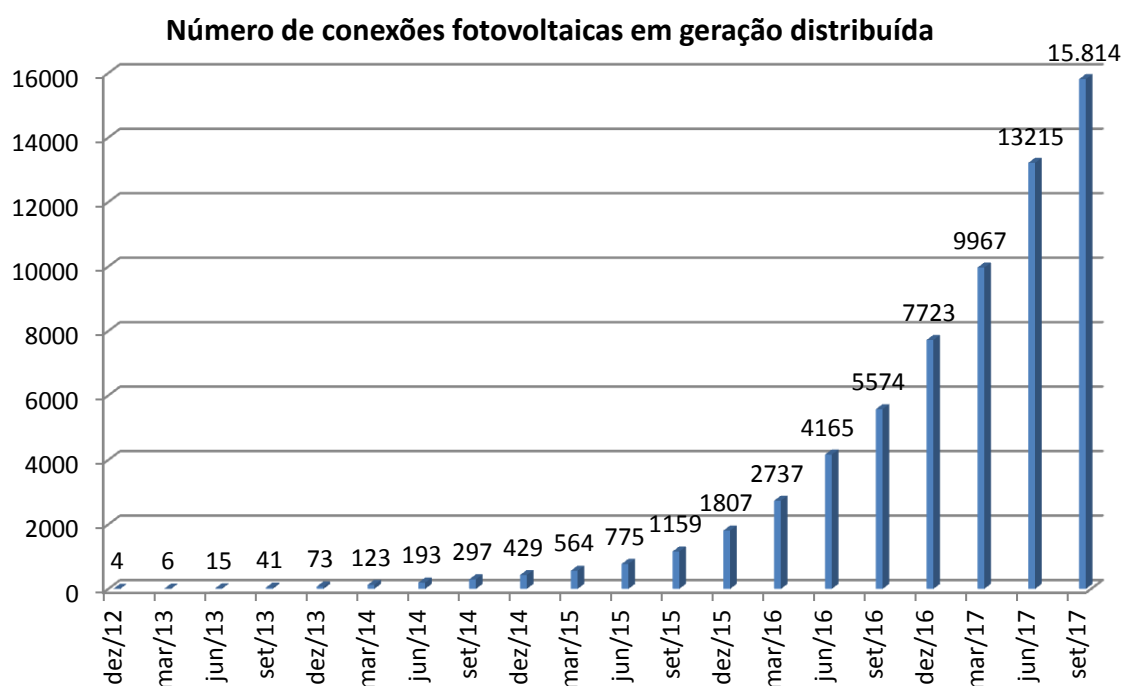
2.5.1 Mercado consumidor de energia fotovoltaica no Brasil

Segundo Portal Solar (2017), no Brasil, o setor de Energia Solar Fotovoltaica ganhou força a partir de 2012, quando se aprovou a regulamentação para conexão e compensação de geradores distribuídos. A partir daí, a geração distribuída vem se destacando significativamente, pois abrange a instalação de sistemas solares fotovoltaicos em telhados e fachadas de edifícios residenciais, comerciais, industriais e públicos.

Através das alterações propostas pela Resolução ANEEL nr 687/2015, as vantagens da utilização de geração distribuída ficaram ainda mais evidentes, destacando-se: a disponibilidade da energia produzida em excesso, entregue à rede da concessionária, podendo ser consumida num prazo de até 60 meses; a possibilidade de instalação de geração

distribuída em condomínios (múltiplas unidades consumidoras), onde a energia gerada pode ser repartida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores. Também, a ANEEL criou a “geração compartilhada”, possibilitando que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem uma micro ou minigeração distribuída, e utilizem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados. Essas vantagens se fazem evidentes pelo aumento de conexões em geração distribuída, conforme demonstrado na Figura 8.

Figura 8: Número de conexões em GD acumulada (anterior a Dez 12 até Set 2017).



Fonte: ANEEL (2017), Adaptado pelo Autor.

Pode-se observar o aumento significativo de conexões principalmente no último semestre de 2015 até atualmente.

2.6 RETORNO DO INVESTIMENTO - *PAYBACK*

Segundo Mesquita (2017), *payback* é o tempo de retorno de um investimento até o momento que os rendimentos acumulados do mesmo tornem-se iguais aos valores desse investimento. Através do *payback* o investidor consegue estimar quanto tempo ele vai levar para que haja recuperação de sua aplicação inicial.

De acordo com WR Prates (2016) existem duas formas de calcular o *payback*, têm-se o *payback* simples e o descontado, o simples é o método mais elementar de cálculo, baseado unicamente no valor do investimento sendo dividido pela previsão de fluxo de caixa, já o *payback* descontado leva-se em consideração uma determinada taxa de desconto antes de se proceder o cálculo, a formula para esse tipo de cálculo se dá conforme a seguir conforme Equação 1 Cálculo do *payback* descontado:

$$VP_{FCn} = \frac{FCn}{(1 + TMA)^n} \quad (1)$$

Onde:

VP FCn: Valor presente de um fluxo que esteja a n períodos futuros;

FCn: Fluxo de caixa de n períodos futuros

TMA: Taxa mínima de atratividade.

O denominador é elevado à potência de grau n, que indicará o número de períodos de tempo em estudo

Segundo Mesquita (2017) TMA é a taxa mínima de atratividade, definida pelos próprios investidores, fazendo assim com que todos os fluxos de caixa tenham esse desconto em relação ao período especificado.

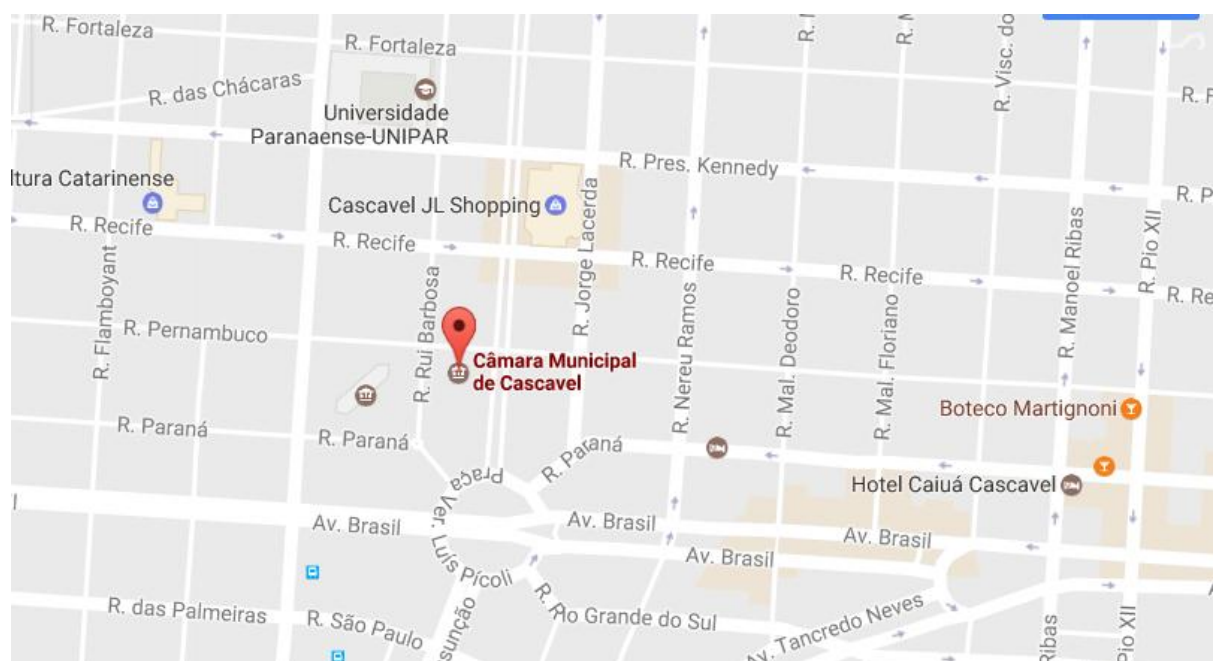
CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

O presente estudo foi realizado na Câmara Municipal de Vereadores de Cascavel – PR, instalada na Rua Pernambuco, nº 1843 – Centro, Cascavel PR, CEP 85810-021, sob as coordenadas geográficas 24.97 Latitude Sul (S) e 53.45 Longitude Oeste (W), conforme a Figura 9:

Figura 9:Localização da Câmara Municipal de Cascavel



Fonte: Google Maps, (2017)

A pesquisa foi realizada pelo método quantitativo, pois foram levantadas as áreas de telhado disponíveis na edificação, bem como a área disponível para instalação da usina solar no espaço destinado ao estacionamento daquele órgão, através de medições (*in loco*), e avaliado o consumo anual, com suas médias mensais, junto ao *site* da concessionária COPEL.S.A., visando o dimensionamento da instalação de uma usina fotovoltaica, para geração distribuída de energia elétrica na edificação.

3.1.2 Caracterização da amostra

O prédio da Câmara Municipal de Vereadores de Cascavel possui um quadro de 211 funcionários, com atendimento ao público de segunda-feira a sexta-feira, em horário comercial. A ligação elétrica é feita com tensão de 127 Volts.

No local de estudo existem dois possíveis lugares para instalação da usina fotovoltaica, sendo eles o telhado e o estacionamento, onde foi escolhido o mais viável, de acordo com o dimensionamento realizado.

3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

No presente trabalho, realizou-se o levantamento do consumo de energia elétrica na Câmara Municipal de Vereadores de Cascavel, pelo período de 24 meses, compreendidos entre os meses de jul/2015 e jun/2017, junto à concessionária de energia elétrica local COPEL S.A – Companhia Paranaense de Energia, período escolhido dado ao fato das alterações climáticas existentes na região de estudo. O levantamento das áreas disponíveis para instalação da usina solar foi procedido com medições a campo, nas instalações da Câmara Municipal de Vereadores de Cascavel, visando suprir 100% da energia consumida nos horários fora de ponta da unidade consumidora.

Para o dimensionamento fotovoltaico, foi utilizado o simulador *PVsyst*® versão 6.64, disponível no site <<http://www.pvsyst.com/en/>>. Os dados de irradiação solar e temperatura foram obtidos através da utilização do software *METEONORM*®, disponível no simulador *PVsyst*® versão 6.64, este utiliza vários parâmetros do tempo para qualquer local na Terra, em função da latitude e longitude informados.

Salienta-se que o fator radiação tem função vital na elaboração do dimensionamento da usina fotovoltaica, pois é ela que é convertida diretamente em energia elétrica no sistema de geração.

Para realizar a avaliação da viabilidade econômica, foi utilizado o método de *payback* descontado. Para determinar o Valor Presente inicial, foi realizado um orçamento/ proposta comercial junto a empresa *Master Solar Energy Ltda* (ANEXO 2, ANEXO 3 e ANEXO 4) especializada na instalação de sistemas fotovoltaicos em Cascavel.

Também foram efetuados levantamentos dos valores das tarifas de energia elétrica e as alterações de bandeiras tarifárias, juntamente com estudo das taxas de inflação e reajustes de

preços no decorrer do período analisado, para que se efetue correções necessárias de valores no período da coleta dos dados.

Foram elaborados gráficos com os dados referentes ao consumo de energia elétrica da edificação para facilitar o entendimento.

3.1.4 Análise dos dados

O histórico de consumo fora de ponta da Câmara Municipal de Vereadores de Cascavel foi apresentado através de um gráfico de colunas, a partir de dados extraídos do sítio da COPEL S.A.

O dimensionamento foi apresentado através de gráficos e figuras, que apresentarão os quantitativos de cada um dos componentes que compõem a usina solar.

A engenharia econômica foi representada através de gráficos, apresentando além do valor presente do investimento, as amortizações mensais e o tempo estimado para que ocorra o *payback*, utilizando as formulas de *payback* simples e descontado. O cálculo do *payback* simples foi elaborado e fornecido pelo prestador de serviços *Master Solar Energy Ltda*, e o cálculo do *payback* descontado foi elaborado pelos autores através de fórmulas financeiras.

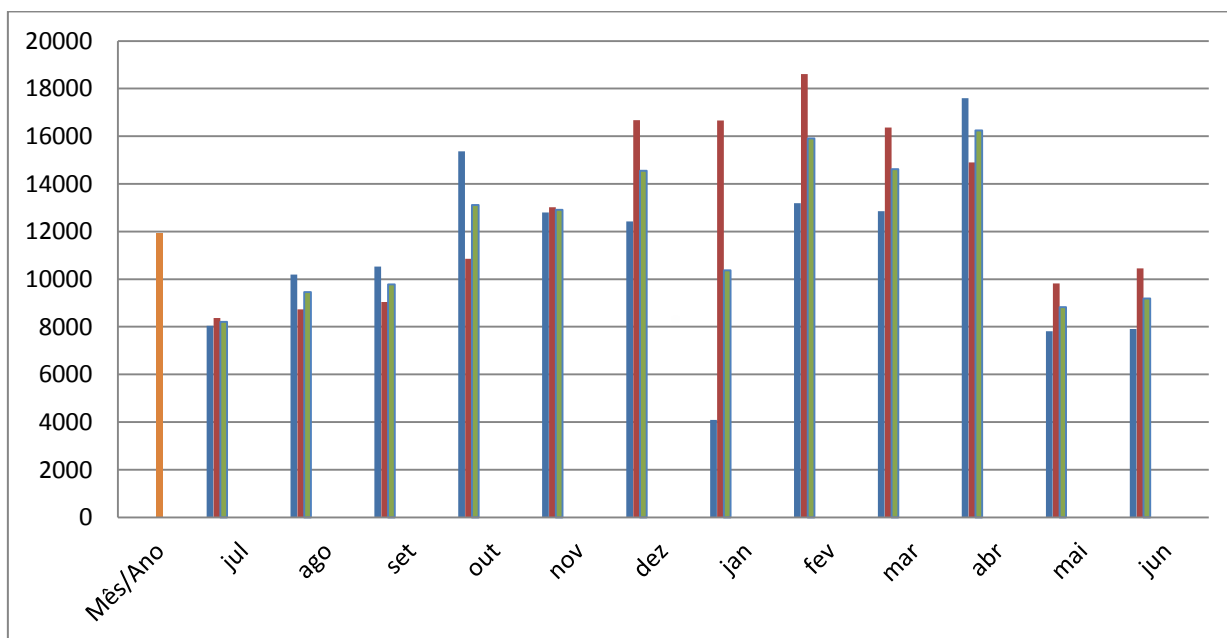
CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para dar-se início ao dimensionamento dos painéis fotovoltaicos existem dois métodos: 1) por área disponível para instalação dos mesmos, onde se tem uma área pré determinada e o software calcula em função dos inversores e módulos fotovoltaicos escolhidos quanto de energia o sistema poderá produzir; 2) Pelo consumo médio mensal (kWh) da Câmara Municipal de Cascavel fornecido pela concessionária COPEL S.A, que é o contrário do primeiro método, pois é fornecido para o software o quanto de energia pretende-se produzir e também o modelo dos inversores e módulos FV, após isso o software informa qual a área necessária para que se possa produzir a energia consumida pela empresa.

Como não havia apenas uma área possível para a instalação dos painéis, o dimensionamento teve como referência o próprio consumo médio fora de ponta (kWh) como indicado na Figura 10.

Figura 10: Consumo (kWh) X Período (Mês/ano)



Fonte: Autor (2017)

No gráfico as colunas azuis e vermelhas significam os pares de meses com o mesmo nome, enquanto as colunas verdes demonstram a média entre os mesmos. A coluna laranja representa a média anual mensalizada ($11.929,875 \text{ kWh.mês}^{-1}$) do consumo de Energia da câmara Municipal de Cascavel.

Com base neste consumo médio de energia mensalizado, assim como nas coordenadas geográficas, irradiância e altitude média do local da análise, foi dado início ao dimensionamento da usina fotovoltaica com auxílio do software *PVsyst*®.

Nesta etapa também foi definida a inclinação e orientação geográfica dos painéis onde, segundo Villalva (2012), a maior incidência de radiação solar ocorre na direção Norte à 5° a mais do que a latitude local, conforme figura 11.

Figura 11: Latitude X Ângulo de Inclinação Recomendado

Latitude geográfica do local	Ângulo de inclinação recomendado
0° a 10°	$\alpha = 10^\circ$
11° a 20°	$\alpha = \text{latitude}$
21° a 30°	$\alpha = \text{latitude} + 5^\circ$
31° a 40°	$\alpha = \text{latitude} + 10^\circ$
41° ou mais	$\alpha = \text{latitude} + 15^\circ$

Fonte: Villalva (2012)

O software *PVsyst*® regula automaticamente em 30° orientação Norte indicado na figura 12, em função da latitude local ($24^\circ 97'$) arredondada para 25°

Figura 12: Inclinação e orientação geográfica dos painéis

The screenshot shows the 'System Specification' window in PVsyst. It is divided into two main sections: 'Array specification' and 'Collector plane orientation'.

Array specification:

- Three input fields for array specifications are present, each with a radio button:
 - Active area [m2] (radio button is off)
 - Nominal Power [kWp] (radio button is selected)
 - Annual yield [MWh/year] (radio button is off)
- A 'Power' input field is set to '0.1' kWp.
- A 'More details' button with a red 'plus!' icon is located below the input fields.

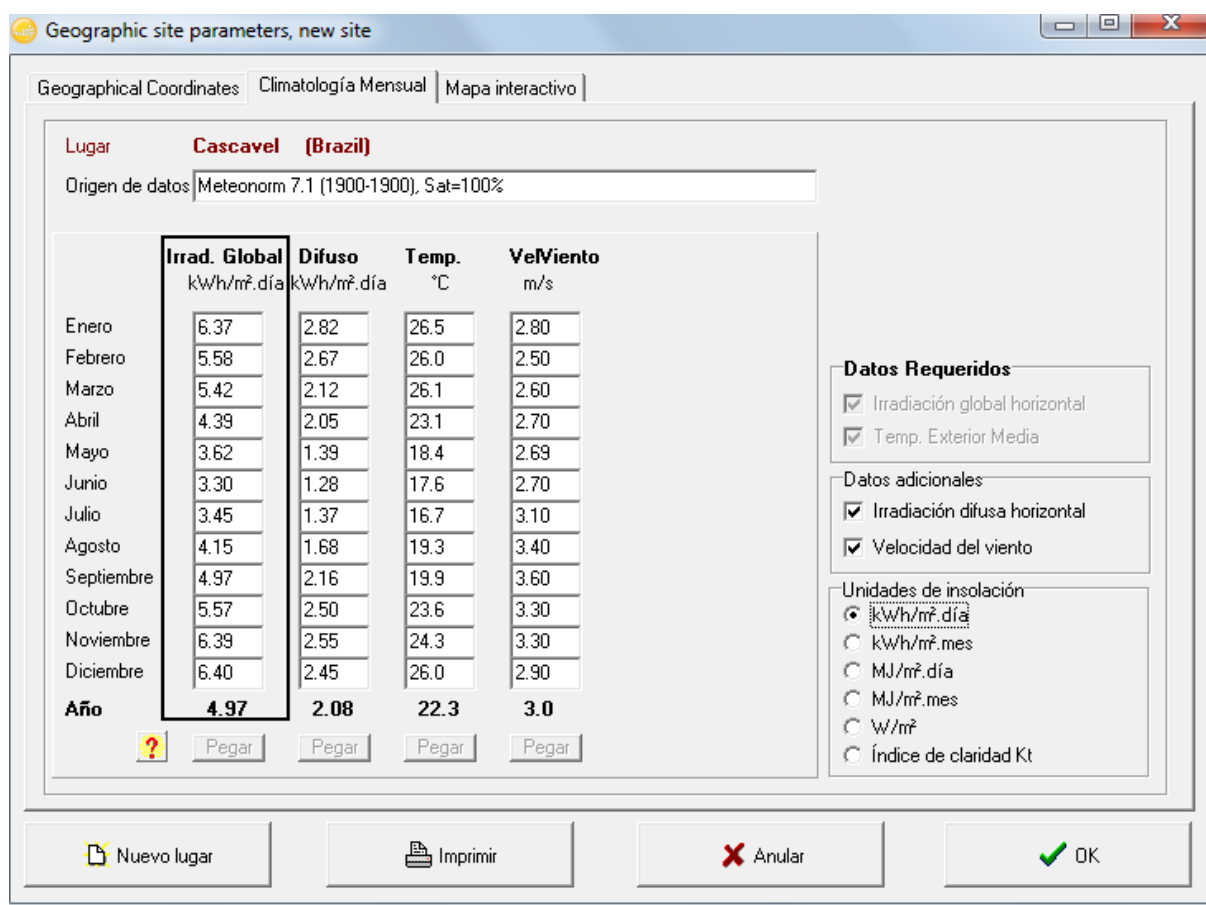
Collector plane orientation:

- The 'Incl.' (Inclination) is set to 30°.
- The 'Acimut' (Azimuth) is set to 0°.
- A diagram shows a blue rectangle representing the collector plane, oriented horizontally (0° azimuth) and tilted at 30° from the horizontal. The cardinal directions 'Este' (East), 'Oeste' (West), and 'Norte' (North) are indicated.
- The 'Yearly Meteo Yield' section shows:
 - Transposition Factor FT: 1.10
 - Loss by respect to optimum: -0.1%
 - Global on coll. plane: 1937 kWh/m²
- A 'Show Optimisation' button with a question mark icon is located below the yield data.
- At the bottom, there are two spinners:
 - Tilt [°]: set to 30
 - Azimuth [°]: set to 0

At the bottom of the window, there are 'Cancel' and 'Next' buttons.

Fonte: PVsyst (2017)

Para definir a incidência de radiação solar na região em questão a referência usada foi o software *Meteonorm* 7.1, que mede a radiação solar mensal durante o ano, gerando assim uma média de 4,97 kWh/m².dia, conforme a figura 13.

Figura 13: Incidência de radiação solar mensal

Fonte: *Meteonorm* (2017).

Na figura 13 pode-se observar a maior incidência de radiação solar no mês de dezembro.

Como a proposta do trabalho é uma simulação de dimensionamento que possa suprir 100% do consumo de energia, é feito de maneira manual o cálculo para inserção do resultado no software, da seguinte forma:

- Consumo médio mensal / 30 dias = consumo diário;
- Consumo diário / $4,97 \text{ kWh.m}^2.\text{dia}^{-1}$ = dimensionamento com 100% de performance ratio;
- Dimensionamento / 0,83 = dimensionamento real a ser proposto (considerando-se uma performance ratio de 83%).

Conforme as equações acima, obtém-se:

- $11.929,875 \text{ kWh.mês}^{-1} / 30 \text{ dias} = 397,6625 \text{ kWh.dia}^{-1}$ – dimensionamento diário;

- $397,6625 \text{ kWh.dia}^{-1} / 4,97 \text{ kWh.m}^2.\text{dia}^{-1} = 80,01 \text{ kWp}$ – dimensionamento com performance de 100%;
- $80,01 \text{ kWp} / 0,83 = 96,4 \text{ kWp}$ – dimensionamento real a ser utilizado.

Como no sistema existem perdas, em função de dias chuvosos ou períodos nublados, é usado uma performance ratio de 83%, isto é, definindo-se que, ao menos em 83% do período, a produção de energia ocorrerá conforme dimensionado, desta forma, ocorre uma maior segurança no dimensionamento proposto.

Na figura 14 pode se observar que, a partir do valor 96,4 kWp de potência gerado em função do consumo médio de energia, o software calcula a área necessária para a instalação dos painéis, que no caso apresentado é de 583,00 m².

Figura 14: Etapa do procedimento determinando modelo, inversor e áreas dos módulos

Definición de un sistema red, Variante "Cámara de Vereadores de Cascavel"

Configuración global sistema

1 N° de tipos de sub-campos

Esquema Simplificado

Resumen sistema global

N° de módulos	294	Potencia nominal FV	97.0 kWp
Superficie módulos	583 m²	Potencia máxima FV	96.2 kWdc
N° de inversores	3	Potencia nominal CA	89.7 kWac

Generador FV

Sub-array name and Orientation

Name: Generador FV

Orient.: Plano Inclinado Fijo

Inclinación: 30°

Acimut: 0°

Ayuda al Dimensionado

No sizing

Entrar Phom deseada: 96.4 kWp

Resizer

Superficie disponible(módulos): 579 m²

Selección del módulo FV

Disponible actualmente

Módulos aprox. necesarios: 292

Canadian Solar Inc. 330 Wp 32V Si-poly CS3U - 330P 1500V Since 2017 Manufacturer 2017

Tensiones de dimensionado: 32.6 V

Voc (-10°C): 50.7 V

Use Optimizer

Selección del inversor

Todos los inversores

50 Hz

60 Hz

Fronius International 30 kW 210 - 420 V HF Tr 50/60 Hz IG 390 Until 2012

N° de inversores: 3

Tensión Funciona.: 210-420 V

Tensión máx de entrada: 530 V

Pglobal inversor: 89.7 kWac

Diseño del generador FV

N° de módulos y cadenas

Mód. en serie: 7 entre 7 y 10

N° de cadenas: 42 entre 39 y 42

Perdida sobrecarga: 0.0 %

Relación Phom: 1.08

Pérd. sobrecarga

Cond. de funcionamiento

Vmpp (60°C): 228 V

Vmpp (20°C): 271 V

Voc (-10°C): 355 V

Irradiancia plano: 1000 W/m²

Impp (STC): 367 A

Isc (STC): 386 A

Pmáx en funcionamiento: 87.6 kW

Potencia nom gener. (STC): 97.0 kWp

System overview

Anular

OK

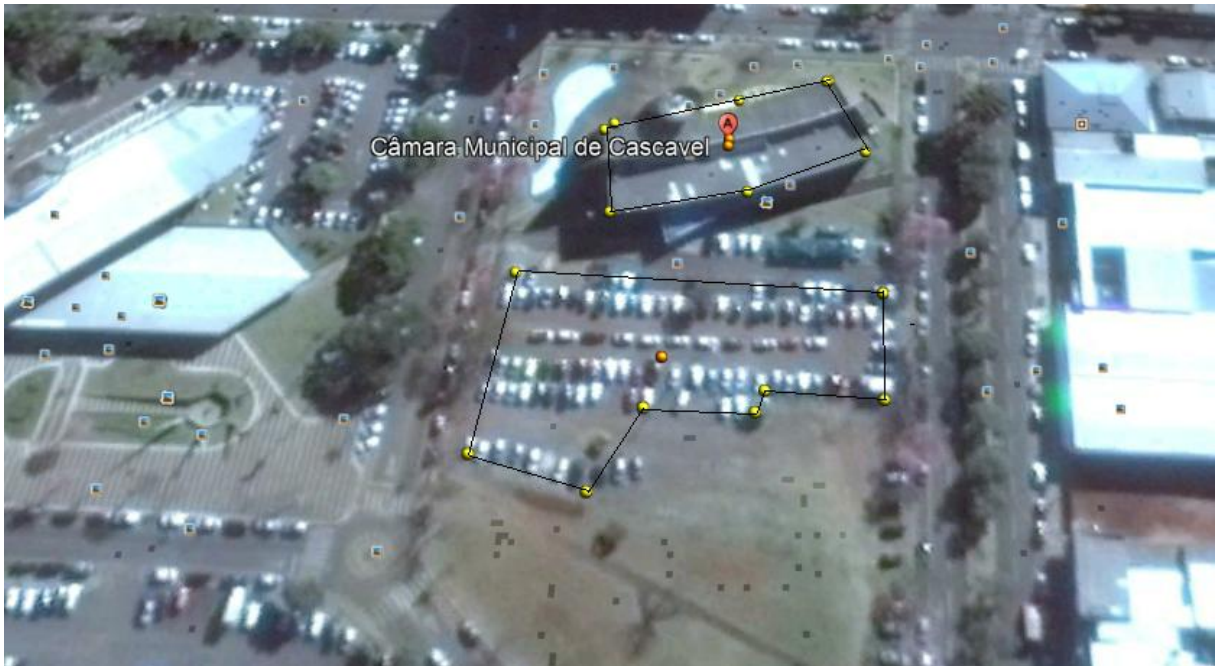
Fonte: PVsist (2017)

A figura 14 também é o local do software responsável pela escolha do modelo dos módulos fotovoltaicos e inversores utilizados na simulação do dimensionamento.

Como existia a possibilidade da instalação da usina fotovoltaica tanto no telhado quanto no estacionamento foram medidas ambas as áreas, porém não foi possível medir o telhado *in loco* pois o seu acesso não foi autorizado, então o mesmo foi medido com auxílio do software Google Earth, assim como o estacionamento.

A figura 15 demonstra a demarcação das áreas do telhado e estacionamento da Câmara.

Figura 15: Localização das áreas de estudo.



Fonte: Google Earth (2017)

Os dois locais atendem a área necessária de 583,00 m², porém no telhado há um empecilho por conta do seu próprio design, há uma parede alta no meio do telhado, essa parede gera um sombreamento impossibilitando a implantação dos painéis.

Logo o local apropriado para a instalação será no estacionamento com uma área de 2.269,00 m² conforme a figura 16.

Figura 16: Cálculo da área do estacionamento

×

Área estacionamento
Centroid

Shape Type	Polygon
Number of Points	8
Polygon Area	2,269 sq meters
Perimeter	0.14 miles

Decimal Degrees

Centroid	-24.9530058, -53.4782072
Bounding Box Maximum	-24.9528325, -53.4777981
Bounding Box Minimum	-24.9532558, -53.4785373

Fonte: Google Earth (2017)

O local mais apropriado para a instalação da usina fica no centro do estacionamento pois é onde não ocorre nem um foco de sombreamento por prédios ou árvores, a figura 17 demarca o local exato.

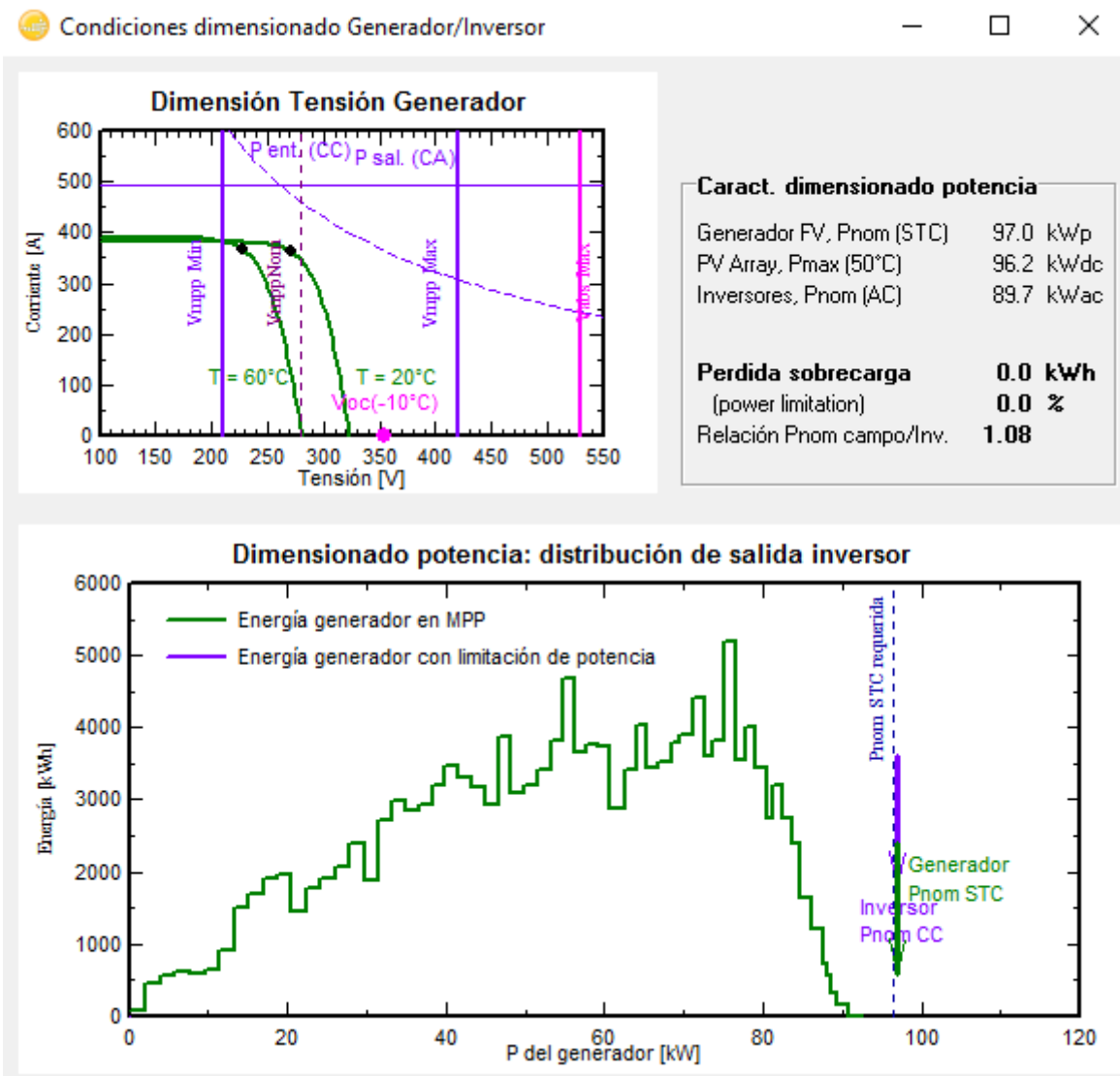
Figura 17: Local da instalação da usina fotovoltaica



Fonte: *Google Earth* (2017)

Através dos dados fornecidos por meio do software *PVsyst* concluiu-se que para um bom desempenho do sistema foram escolhidos três inversores modelo *Fronius International* 30 kW que operam em uma faixa de tensão de 210 a 420 Volts a uma frequência de 50 a 60 Hertz, juntamente com 294 módulos FV modelo *Canadian Solar* 330 Wp de potência.

Com esse dimensionamento proposto, verifica-se que o desempenho do sistema é compatível com a faixa de trabalho do inversor, ou seja não haverá problemas de subdimensionamento do sistema, ou períodos em que o inversor não possa corresponder a toda produção de energia que a usina possa fornecer, conforme apresentado na figura 18.

Figura 18: Faixa de trabalho do inversor

Fonte: PVSyst (2017)

Feita a inserção dos dados necessários foi iniciada a simulação do dimensionamento que resultou nos dados (APÊNDICE A, APÊNDICE B e APÊNDICE C) que atestam que o sistema pode produzir 100% da energia consumida pela empresa analisada. O sistema também gerou uma quantidade excedente de 5.341,50 kWh, com o objetivo de suprir a demanda em dias onde a solicitação de consumo for maior que a geração.

Para se propor o cálculo do *payback* do sistema analisado tomou-se como base o *payback* descontado, com uma taxa mínima atrativa TMA de 12% ao ano, taxa esta justificada pelos reajustes tarifários anuais de energia estarem em torno de 7% conforme documento (ANEXO 1) fornecido pela empresa *Master Solar Energy*, e por um custo de oportunidade do

investimento de 5% ao ano, sendo este último baseado nas taxas remuneratórias da poupança que variam em média de 0,50% ao mês (BACEN, 2017).

Segundo Amorim (2014), o custo de oportunidade refere-se ao valor que um investimento de capital em uma empresa renderia caso fosse aplicado em outro tipo de investimento, por exemplo, investimento em poupança.

A figura 19 demonstra as taxas remuneratórias da poupança nos últimos 3 meses para justificativa da TMA adotada para cálculo do *payback* do projeto.

Figura 19: Taxas de remuneração básica da poupança e seus aniversários

Data	Data fim	Remuneração básica	Remuneração adicional	Remuneração total	Remuneração básica	Remuneração adicional	Remuneração total
21/08/2017	21/09/2017	0,0122	0,5000	0,5123	0,0122	0,5000	0,5123
22/08/2017	22/09/2017	0,0191	0,5000	0,5192	0,0191	0,5000	0,5192
23/08/2017	23/09/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
24/08/2017	24/09/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
25/08/2017	25/09/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
26/08/2017	26/09/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
27/08/2017	27/09/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
28/08/2017	28/09/2017	0,0040	0,5000	0,5040	0,0040	0,5000	0,5040
01/09/2017	01/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
02/09/2017	02/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
03/09/2017	03/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
04/09/2017	04/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
05/09/2017	05/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
06/09/2017	06/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
07/09/2017	07/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,5000	0,5000
08/09/2017	08/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
09/09/2017	09/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
10/09/2017	10/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
11/09/2017	11/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
12/09/2017	12/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
13/09/2017	13/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
14/09/2017	14/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
15/09/2017	15/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
16/09/2017	16/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
17/09/2017	17/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
18/09/2017	18/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
19/09/2017	19/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
20/09/2017	20/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
21/09/2017	21/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
22/09/2017	22/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
23/09/2017	23/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
24/09/2017	24/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
25/09/2017	25/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
26/09/2017	26/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
27/09/2017	27/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
28/09/2017	28/10/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
01/10/2017	01/11/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
02/10/2017	02/11/2017	0,0010	0,5000	0,5010	0,0010	0,4690	0,4700
03/10/2017	03/11/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
04/10/2017	04/11/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
05/10/2017	05/11/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
06/10/2017	06/11/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
07/10/2017	07/11/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
08/10/2017	08/11/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690
09/10/2017	09/11/2017	0,0000	0,5000	0,5000	0,0000	0,4690	0,4690

Fonte: BACEN (2017)

Iniciaram-se os cálculos tomando-se como fluxo de caixa inicial o valor do investimento, sendo este abatido dos valores presentes conforme demonstram as expressões a seguir:

Os valores dos fluxos de caixa são baseados na quantidade de energia médios que o sistema é capaz de produzir vezes o valor médio do kW/h na geração.

O cálculo payback descontado foi elaborado com base na Equação 1:

Fluxo de caixa inicial = valor do investimento

(R\$ 419.752,86)

Ano 1

$$VP_{FC1} = \frac{64432,27}{(1+0,12)^1} = 57.528,81$$

Fluxo de caixa ano 1

(R\$ 362.214,04)

Ano 2

$$VP_{FC2} = \frac{68390,99}{(1+0,12)^2} = 54.520,87$$

Fluxo de caixa ano 2

(R\$ 307.693,95)

Ano 3

$$VP_{FC3} = \frac{72592,93}{(1+0,12)^3} = 51.670,21$$

Fluxo de caixa ano 3

(R\$ 256.023,73)

Ano 4

$$VP_{FC4} = \frac{77053,04}{(1+0,12)^4} = 48.968,60$$

Fluxo de caixa ano 4

(R\$ 207.055,13)

Ano 5

$$VP_{FC5} = \frac{80640,63}{(1+0,12)^5} = 45.757,65$$

Fluxo de caixa ano 5

(R\$ 161.257,47)

Ano 6

$$VP_{FC6} = \frac{84395,26}{(1+0,12)^6} = 42.757,26$$

Fluxo de caixa ano 6

(R\$ 118.540,21)

Ano 7

$$VP_{FC7} = \frac{88324,70}{(1+0,12)^7} = 39.953,60$$

Fluxo de caixa ano 7

(R\$ 78.586,60)

Ano 8

$$VP_{FC8} = \frac{92437,10}{(1+0,12)^8} = 37.333,79$$

Fluxo de caixa ano 8

(R\$ 41.252,80)

Ano 9

$$VP_{FC9} = \frac{96740,97}{(1+0,12)^9} = 34.885,76$$

Fluxo de caixa ano 9

(R\$ 6.367,04)

Ano 10

$$VP_{FC10} = \frac{101245,23}{(1+0,12)^{10}} = 32.598,25$$

Fluxo de caixa ano 10

R\$ 26.231,22

Pode-se observar que o retorno do investimento utilizando-se o método do *payback* descontado ocorrerá no décimo ano, em comparativo com o valor de *payback* simples fornecido pela empresa *Master Solar Energy* Ltda conforme o documento (ANEXO 1), que resultou em um pagamento do investimento em 5 anos e 8 meses, porém sem uma taxa de desconto e sem levar em consideração o custo de oportunidade do capital investido.

O quadro 1 demonstra a movimentação de caixa baseado nos cálculos do *payback descontado* no decorrer dos anos até o retorno positivo do investimento no sistema.

Quadro 1: Movimentação de caixa

PLANILHA DE APRESENTAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA <i>PAYBACK DESCONTADO</i>				
ANO	VALOR DO FLUXO DE CAIXA	RESULTADO ANUAL		SALDO FINAL DO ANO
0	SALDO INICIAL NO ANO			-R\$ 419.752,86
1	-R\$ 419.752,86	R\$ 57.528,81		-R\$ 362.214,04
2	-R\$ 362.214,04	R\$ 54.520,87		-R\$ 307.693,95
3	-R\$ 307.693,95	R\$ 51.670,21		-R\$ 256.023,73
4	-R\$ 256.023,73	R\$ 48.968,60		-R\$ 207.055,13
5	-R\$ 207.055,13	R\$ 45.757,65		-R\$ 161.257,47
6	-R\$ 161.257,47	R\$ 42.757,26		-R\$ 118.540,21
7	-R\$ 118.540,21	R\$ 39.953,60		-R\$ 78.586,60
8	-R\$ 78.586,60	R\$ 37.333,79		-R\$ 41.252,80
9	-R\$ 41.252,80	R\$ 34.885,76		-R\$ 6.367,04
10	-R\$ 6.367,04	R\$ 32.598,25		R\$ 26.231,22

Fonte: Autor (2017)

5 CONCLUSÃO

O mundo vem passando por grandes mudanças atualmente, tanto no âmbito econômico quanto natural. Com base nisso uma das grandes ações adotadas nos quesitos economia e sustentabilidade é a adoção de práticas que ferem menos o ecossistema do planeta.

Uma das práticas adotadas é a instalação de uma usina fotovoltaica, onde neste trabalho buscou-se avaliar a viabilidade econômica para instalação de uma usina fotovoltaica nas dependências do prédio da Câmara Municipal de Cascavel.

Os estudos efetuados levaram em consideração a irradiação solar, localização geográfica e o consumo médio mensal de energia fora de ponta da Câmara onde se constatou que seria inviável a instalação da usina no telhado, optando-se pelo dimensionamento na área destinada ao estacionamento, onde é possível suprir 100% da demanda por energia do prédio, que para o período analisado foi de 148.500 kWh/ano, através de simulação feita no *software* PVsyst.

O cálculo do *payback* foi feito pelo prestador de serviços *Master Solar Energy* Ltda pelo método do *payback* simples, que resultou em um período de retorno do investimento de 5 anos e 8 meses, e pelo autor método do *payback descontado*, onde foram demonstrados os cálculos em todos os anos até o pagamento total do investimento que foi de 10 anos.

Considerando-se o exposto nos quesitos de sustentabilidade e retração econômica mundial, pode-se concluir que a instalação de uma usina fotovoltaica no prédio da câmara municipal de Cascavel torna-se viável por suprir toda a demanda por energia do prédio e por se tratar de uma fonte de energia renovável com baixo impacto ambiental, dando solução à hipótese levantada nesta pesquisa.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugestão a)

Com base na pesquisa exposta sugere-se a elaboração de um programa específico sobre o sistema implantado para divulgação para outros municípios e outros prédios municipais visando assim que a consciência da geração de energia limpa seja difundida no ambiente público, ocasionando assim economia aos cofres públicos e exemplo de responsabilidade ambiental para o resto do país.

Sugestão b)

Analisar se o sistema possui capacidade suficiente para suprir a demanda necessária de energia para suprir eletricamente um sistema que faça o transporte, armazenamento e distribuição das águas geradas pelos aparelhos de ar condicionado de todos os gabinetes e espaços que possuem o aparelho no prédio, tendo em vista a grande quantidade gerada de água em todo o prédio.

Sugestão c)

Fazer levantamentos financeiros para implantação de luminárias equipadas com painéis fotovoltaicos (existentes no mercado) nas áreas externas do prédio, estudar viabilidade de colocar em funcionamento o chafariz existente no espaço externo na frente do prédio usando a energia gerada pela usina fotovoltaica.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Antônio. **Economia e realidade:** Economia, Investimentos, tecnologia, viagens e tudo que vier na cabeça!. 2014. Disponível em: <<http://www.economiaerealidade.com/2010/08/custo-de-oportunidade.html>>. Acesso em: 11 out. 2017.

BRASIL. ANEEL. . **ENERGIA SOLAR: ENERGIA SOLAR.** 2002. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acesso em: 09 maio 2017.

BRASIL. BANCO CENTRAL DO BRASIL. . **Remuneração dos depósitos de poupança.** 2017. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/poupanca/poupanca.asp>>. Acesso em: 09 out. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. . **BEN.** 2016. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/02/capacidade-instalada-de-geracao-de-energia-eletrica-atinge-141-684-mw-em-janeiro>>. Acesso em: 10 maio 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. . **BEN.** 2017. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal.aspx?anoColeta=2017&anoFimColeta=2016>>. Acesso em: 09 outubro 2017.

BRASIL, Portal. **Matriz energética.** 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

CASA CONSTRUÇÃO & DECORAÇÃO: **Energia fotovoltaica o futuro energético do nosso planeta.** Cascavel: Casa & Construção, v.3, n.1, 22 maio 2017. Autor Gilson Debastiani.

CHEMISTRY, Royal Society Of. **Solar photovoltaics & solar fuels.** 2017. Disponível em: <<http://www.rsc.org/campaigning-outreach/global-challenges/energy>>. Acesso em: 03 maio 2017.

CRESESB. **Atlas solarimétrico do Brasil.** 2014. Disponível em: <www.cresesb.cepel.br/index.php?section=publicacoes&task=livro&cid=2>. Acesso em: 26 abr. 2017

ECYCLE. **O que é energia solar:** como funciona radiação solar. 2017. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/2890-o-que-e-energia-solar-como-funciona-radiacao-solar-painel-residencial-fotovoltaica-csp-heliotermica-nuclear-eolica-biomassa-desvantagens-vantagens-eletricidade.html>>. Acesso em: 22 maio 2017.

JABUR, Ana Clara; ROCHA, Francisco. **ENERGIA HELIOTÉRMICA: CSP.** 2017. Disponível em: <<http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/glossario/csp>>. Acesso em: 11 out. 2017.

MESQUITA, Renato (Ed.). **O que é e como calcular o payback da sua empresa.** 2017. Disponível em: <<https://saiadolugar.com.br/payback/>>. Acesso em: 05 out. 2017.

PRATES, Wr (Ed.). **Qual a diferença entre payback simples e descontado?** 2016. Elaborado por Wladimir Prates. Disponível em: <<http://www.wrprates.com/qual-e-a-diferenca-entre-payback-simples-e-descontado/>>. Acesso em: 05 out. 2017.

SCALZARETTO, Demétrio Magnoli Reinaldo. **Geografia, espaço, cultura e cidadania.** São Paulo: Moderna, 1998.

SCHIFFER, **Manual do conforto térmico.** 7.ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003

SOLAR, Portal. **Energia solar fotovoltaica: a revolução energética já começou no Brasil.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/energia-solar-fotovoltaica-a-revolucao-energetica-ja-comecou-no-brasil.html>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

SOUZA, Ronilson di. **SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE (ON GRID): O GUIA 100% COMPLETO.** 2017. Disponível em: <<http://blog.bluesol.com.br/sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede-on-grid>>. Acesso em: 10 maio 2017.

TECSOLAR, Energia. **COMO FUNCIONA O SISTEMA FOTOVOLTAICO COM BACK-UP DE BATERIAS.** Disponível em: <<http://energiatecsolar.com.br/tag/fotovoltaica/#sthash.C8qRfW77.dpbs>>. Acesso em: 20 maio 2017.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael (Ed.). **ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA:: CONCEITOS E APLICAÇÕES.** São Paulo: Érica Ltda, 2012. 224 p.

APÊNDICE A - RESULTADOS SIMULAÇÃO PÁGINA 1

PVSYST V6.64		11/10/17		Página 1/3				
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación								
Proyecto : cvel								
Lugar geográfico		Cascavel	País		Brazil			
Ubicación		Latitud -24.97° S	Longitud		-53.45° W			
Hora definido como		Hora Legal Huso hor. UT-3	Altitud		760 m			
Datos climatológicos:		Albedo 0.20	Meteonorm 7.1 (1900-1900), Sat=100% - Síntesis					
Variante de simulación : Câmara de Vereadores de Cascavel								
Fecha de simulación 10/10/17 15h03								
Parámetros de la simulación								
Orientación Plano Receptor		Inclinación 30°	Acimut		0°			
Modelos empleados		Transposición Perez	Difuso		Perez, Meteonorm			
Perfil obstáculos		Sin perfil de obstáculos						
Sombras cercanas		Sin sombreado						
Características generador FV								
Módulo FV		Si-poly	Modelo		C33U - 330P 1500V			
Original PVsyst database		Fabricante	Canadian Solar Inc.					
Número de módulos FV		En serie	7 módulos	En paralelo	42 cadenas			
N° total de módulos FV		N° módulos	294	Phom unitaria	330 Wp			
Potencia global generador		Nominal (STC)	97.0 kWp	En cond. funciona.	87.6 kWp (50°C)			
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	239 V	I mpp	367 A			
Superficie total		Superficie módulos	583 m²	Superf. célula	520 m²			
Inversor		Modelo	IG 390					
Original PVsyst database		Fabricante	Fronius International					
Características		Tensión Funciona.	210-420 V	Phom unitaria	29.9 kWac			
Banco de Inversores		N° de Inversores	3 unidades	Potencia total	90 kWac			
Factores de pérdida Generador FV								
Factor de pérdidas térmicas		U ₀ (const)	20.0 W/m²K	U _v (viento)	0.0 W/m²K / m/s			
Pérdida Óhmica en el Cableado		Res. global generador	11 mOhm	Fración de Pérdidas	1.5 % en STC			
Pérdida Calidad Módulo				Fración de Pérdidas	-0.4 %			
Pérdidas Mismatch Módulos				Fración de Pérdidas	1.0 % en MPP			
Strings Mismatch loss				Fración de Pérdidas	0.10 %			
Efecto de Incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): User defined IAM profile								
10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000
Necesidades de los usuarios : Carga Ilimitada (red)								

APÊNDICE B - RESULTADOS SIMULAÇÃO PÁGINA 2

PVSYST V8.64 | 11/10/17 | Página 2/3

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : cvel

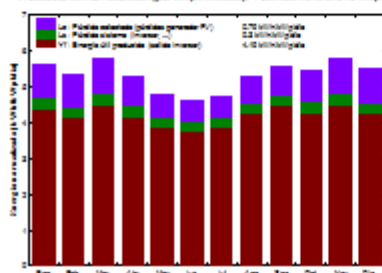
Variante de simulación : Câmara de Vereadores de Cascavel

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Orientación Campos FV	Inclinación	30° acimut 0°
Módulos FV	Modelo	CS3U - 330P 1500V Pnom 330 Wp
Generador FV	N° de módulos	294 Pnom total 97.0 kWp
Inversor	Modelo	IG 390 Pnom 29.90 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0 Pnom total 89.7 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

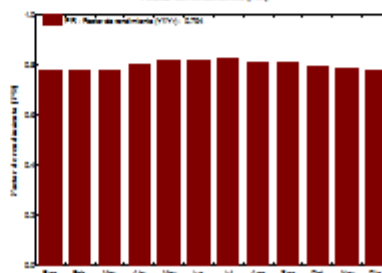
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	148.5 MWh/año	Producción específica	1531 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	79.39 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 97.0 kWp



Factor de rendimiento (PR)

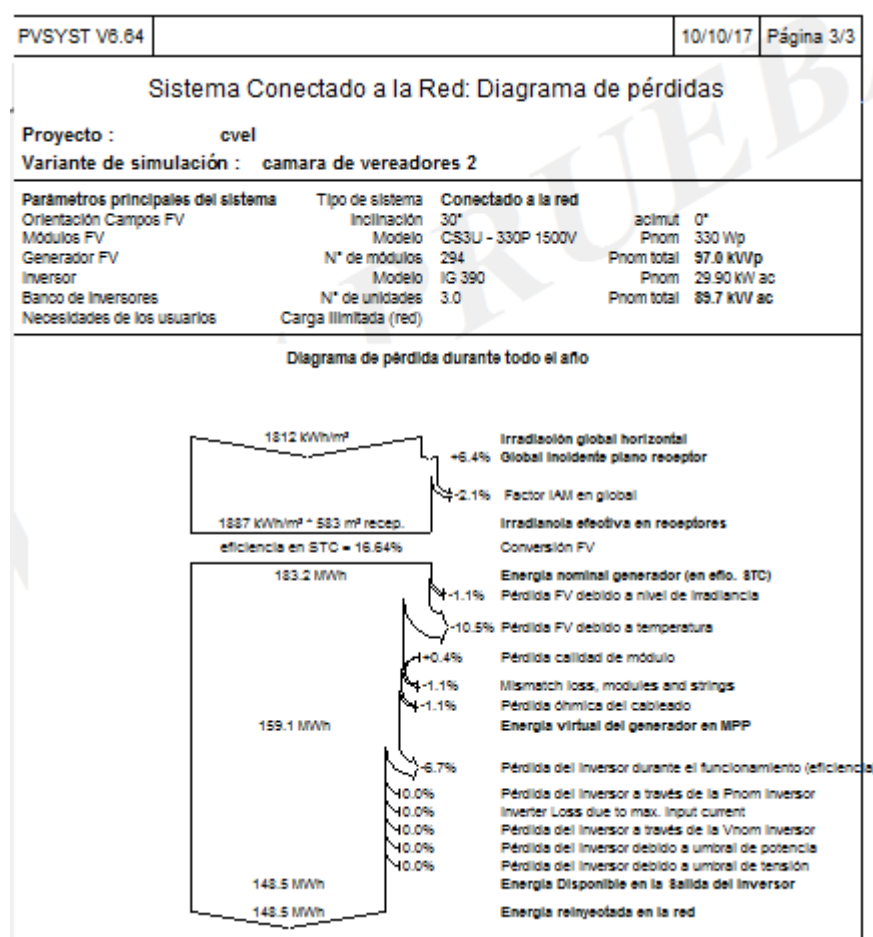


Câmara de Vereadores de Cascavel Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	197.6	87.50	26.47	174.1	169.4	14.08	13.15	0.778
Febrero	156.1	74.81	26.05	148.2	144.3	11.99	11.20	0.779
Marzo	168.0	65.76	26.14	179.5	175.8	14.43	13.46	0.773
Abril	131.7	61.64	23.08	157.3	154.1	13.01	12.15	0.796
Mayo	112.3	43.13	18.40	147.5	145.2	12.45	11.61	0.811
Junio	96.9	38.29	17.58	137.6	135.3	11.71	10.93	0.819
Julio	107.1	42.62	16.73	145.4	143.0	12.43	11.60	0.822
Agosto	128.7	52.18	19.30	162.4	159.5	13.68	12.77	0.811
Septiembre	149.2	64.94	19.93	166.6	163.1	13.92	13.00	0.804
Octubre	172.7	77.47	23.62	168.0	164.1	13.77	12.85	0.788
Noviembre	191.8	76.60	24.32	172.6	168.2	14.04	13.10	0.782
Diciembre	198.4	75.86	26.02	169.3	164.8	13.64	12.73	0.775
Año	1812.5	760.80	22.28	1928.5	1886.8	159.14	148.55	0.794

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
 DiffHor Irradiación difusa horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador
 T Amb Temperatura Ambiente E_Grid Energía reinyectada en la red
 GlobInc Global incidente plano receptor PR Factor de rendimiento

APÊNDICE C - RESULTADOS SIMULAÇÃO PÁGINA 3



ANEXO 1 – CÁLCULO DO PAYBACK SIMPLES FEITO PELA EMPRESA MASTER SOLAR ENERGY LTDA

ANEXO 2 – PROPOSTA COMERCIAL PÁGINA 1



PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO DE GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA

PAULO HENRIQUE VIANI + THIAGO CARVALHO
Fone: (45) 99108 7479 + (45) 99930 3330
Cidade: Cascavel - Pr
Data: 10/10/2017

Proposta Comercial PC000500A-2017

Master Solar Energy Ltda | (45) 3035-5030
Avenida Tancredo Neves N°824, Cascavel/PR
www.mastersolar.com.br

ANEXO 3 – PROPOSTA COMERCIAL PÁGINA 2



Escopo excluído

- Obras de reforço ou adaptação civil e/ou elétrica, que não as consideradas nesta proposta para acomodação do Sistema Fotovoltaico.

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 (sete) anos para inversor (es) de frequência, contra defeitos de fabricação;
- 01 (um) ano para Quadros CC/CA, demais componentes e instalação.

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

4. CONDIÇÕES COMERCIAIS

Detalhamento dos materiais e serviços incluídos

ITEM	DESCRIÇÃO	PREÇOS
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	294 módulos fotovoltaicos Canadian Solar CS3U 330P - 1500. 003 Inversor(es) de frequência marca/modelo FRONIUS IG 39D - 30 kW 210 a 420volts kit de fixação em Alumínio (trilhos) e terminais fixadores. Cabos solares e quadros de proteção CC/CA.	R\$ 419.742,86
DIVERSOS	Miscelâneas e demais materiais elétricos necessários para instalação do sistema. Malha de aterramento para proteção das instalações.	
SERVIÇOS TÉCNICOS Mão de Obra	Elaboração dos projetos necessários à instalação e conexão do sistema a rede da Concessionária Local. Aprovação dos projetos junto a Concessionária Local. Mão de obra para instalação do Sistema. Entrega técnica e FRETE até o local de instalação.	
TOTAL	Quatrocentos e dezenove mil, setecentos e quarenta e dois reais e oitenta e seis centavos.	

INCLUSO DE TODOS OS IMPOSTOS

5. FORMAS DE PAGAMENTO:

- 20% na assinatura do contrato.
- 70% no faturamento dos equipamentos
- 10% na entrega da obra concluída.

ANEXO 4 – PROPOSTA COMERCIAL PÁGINA 3



5.1 OBSERVAÇÕES

Proposta válida por 30 dias a partir da data de apresentação.

Nota: Valores sujeitos à variação cambial para prazos que excedam a data de validade ou mês da negociação da proposta.

Nota: Os valores apresentados nesta proposta são valores prévios, considerando apenas as informações de consumo médio mensal de energia elétrica no período de setembro de 2016 à agosto de 2017.

MASTER SOLAR ENERGY ENERGIA SUSTENTÁVEL

Sistemas instalados em Cascavel, Toledo, Corbélia, Guarapuava, Foz do Iguaçu, Palotina, Realeza, Capitão Leônidas Marques, Nova Olímpia, Maringá, Londrina, Tapejara, Matelândia, Loanda, Assis Chateaubriand, Mundo Novo (MS) e em breve em Quedas do Iguaçu, Mandaguari, Cafelândia e Sede Alvorada.

Missão

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

Visão

Ser reconhecida como a melhor empresa de implantação de sistemas de geração de energias limpas e renováveis.

Valores

Fé, seriedade, competência, e atitude.

Cascavel 10 de Outubro de 2017

Rafael Candido da Silva
rafael@mastersolar.com.br
(45) 99971 1910
(45) 3035 5030

Visite as nossas redes sociais



Master Solar Energy



mastersolarenergy



Master Solar Energy



master_solar