



ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONOMICO-FINANCEIRA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO: UM ESTUDO DE CASO EM TOLEDO-PR

Larissa Tayná Rockenbach¹

Ana Claudia Bergmann²

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar a viabilidade econômico-financeira na implantação de um sistema de geração de energia elétrica através da utilização da luz solar, tecnicamente conhecida como geração de energia solar fotovoltaica em uma empresa do ramo agrícola, localizada na cidade de Toledo, Paraná. O estudo de caso tem como propósito a apresentação de índices quantitativos que irão oferecer informações de custo, benefícios e retorno de investimento na implantação de um sistema fotovoltaico, além do dimensionamento do sistema para sua implantação. Para tanto, foram utilizados dados de incidência solar, obtidos através do Atlas de Energia Solar do Paraná, a radiação solar presente na edificação em estudo, retirado do software RADIASOL 2, o dimensionamento do sistema fotovoltaico através das equações apresentadas, métodos de cálculo para levantamento de dados por meio do VLP (Valor Presente Líquido) o TIR (Taxa interna de retorno) e o *Payback* (Período de retorno de investimento). Por fim, obteve-se resultado positivo para a implantação do sistema, uma vez que os três métodos retornaram análise favorável para locação do sistema fotovoltaico.

Palavras-chave: Incidência solar. Energia solar. Custos Energéticos.

ABSTRACT

The present study has the objective of analyzing the economic and financial viability in the implantation of a system of electric energy generation using sunlight, technically known as photovoltaic solar energy generation in a company of the agricultural branch, located in the city of Toledo, Paraná. The purpose of the case study is the presentation of quantitative indexes that will offer information on cost, benefits and return on investment in the implementation of a photovoltaic system, in addition it brings the sizing of the system for its implementation. Thus, solar radiation data, was obtained through the Solar Energy Atlas of Paraná, solar radiation was taken from the RADIASOL 2 software, and the sizing of the photovoltaic system was calculated by equations through the VLP (Net Present Value), the Internal Rate of Return (IRR) and the payback information. Finally, a positive result was obtained for the implantation of the system, once the three methods returned favorable analysis for the lease of the photovoltaic system.

Keywords: Solar incidence. Solar Energy. Energy Costs.

¹ Acadêmico (a) de Engenharia Civil, da Universidade Paranaense, Campus Toledo. E-mail: Larissa.t.r@hotmail.com

² Prof.(a) Orientador(a), Especialista, do curso de Engenharia Civil, da Universidade Paranaense, Campus Toledo. E-mail: anacbergmann@prof.unipar.br

1. INTRODUÇÃO

A utilização de fontes renováveis para produção de energia elétrica, vem ganhando importância ao decorrer dos anos em função das discussões ambientais. Neste contexto a necessidade de reduzir os impactos ambientais e os gases poluentes gerados por energias não renováveis tem incentivado a procura por meios sustentáveis.

A energia renovável que provem de recursos naturais como o sol, vento, chuva, marés e do calor do solo, são consideradas energias “limpas”, ou seja, dispõem da capacidade de reduzir os impactos causados ao meio ambiente, através do aperfeiçoamento de tecnologias capazes de regenerar e reutilizar as fontes ambientais (DUTRA et. al, 2014).

Segundo dados das Centrais Elétricas do Brasil - Eletrobrás (2015), o Brasil é caracterizado pela grande variedade de fontes renováveis, sendo na matriz energética a sua participação em renováveis entre 80 a 90%. Em 2016, segundo os dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2017), a repartição de energias renováveis no setor nacional era de 43,5%, sendo: hidroelétricas (12,6%); lenha e carvão vegetal (8,0%); derivados de cana-de-açúcar (17,5%); eólica (1,0%); solar (0,0%) e outras renováveis (4,4%).

Neste cenário, verifica-se que a energia solar é pouco utilizada em comparação com as demais fontes alternativas de energia. Contudo, segundo o Plano Nacional de Energia – PNE 2050, estima-se que a energia solar de mini e micro geração distribuída, chegue a 9% da geração elétrica no ano de 2050 (MME, 2016).

Ao que se observa, ações governamentais estão focadas no incentivo de utilização das chamadas energias limpas. Um exemplo disso, é a aprovação de duas resoluções normativas, a nº 482/2012 e a nº 517/2013 pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, onde se viabiliza a micro geração e a compensação de energia elétrica. No caso da energia excedente produzida, realiza-se o retorno à distribuidora elétrica local, sendo a unidade instaladora compensada em forma de crédito para abater o posto tarifário ou a fatura no próximo mês. Esse benefício, pode ser utilizado pela própria unidade consumidora ou por outra unidade de mesma titularidade (MME, 2016).

Analizados os parâmetros apresentados, prevê-se que a energia solar possui um promissor potencial de produção elétrico, podendo ser explorado e aproveitado pela população.

Diante disto, o presente estudo tem como objetivo a análise econômico-financeira na instalação de um sistema fotovoltaico, tendo como propósito de compreender a viabilidade de implantação em função da redução de custos. O estudo de caso tem como objeto uma empresa

do ramo agrícola em Toledo, Paraná.

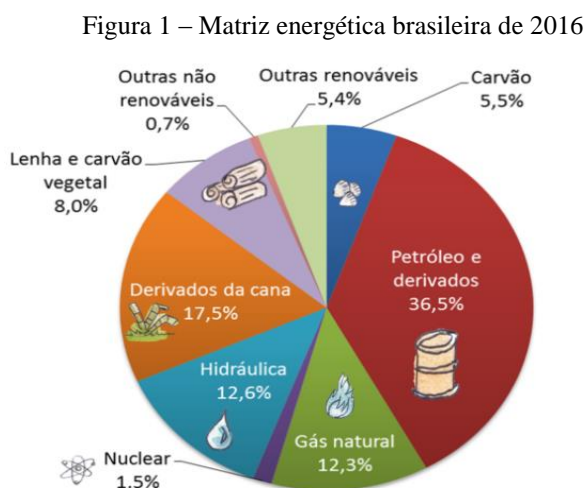
Justifica-se o projeto pela crescente busca por meios sustentáveis e renováveis de utilização e implantação de energias “limpas”, tendo em foco a crescente procura por sistemas fotovoltaicos. Além disso, expor os resultados econômicos encontrados nesse trabalho, sendo eles viáveis ou inviáveis, trazem uma contribuição social influenciando a tomada de decisão de empresas e indivíduos perante a implantação de um sistema fotovoltaico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS

A sustentabilidade em seus mais diversos aspectos, é o grande desafio da sociedade tecnológica atual. A necessidade de substituir energias fósseis por recursos naturais renováveis, vem sendo destacada com relevância quando se trata de energia mundial.

Nesse contexto, a busca por fontes alternativas de energia levou a melhorias tecnológicas e aprofundamentos para uma maior demanda ao que refere-se ao seu uso (RODRIGUES, 2017; WODIHY, 2017; GONÇALVES, 2017). A Figura 1, demonstra através da matriz energética brasileira de 2016 que o Brasil gera 43,5% de energia renovável e 56,5% de energia não renovável.



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2016)

Entre as energias renováveis, tem-se a energia solar como destaque, por tratar-se de uma fonte inesgotável e o seu recurso de extração, o sol, estando presente em quase todos os lugares habitáveis do planeta (DIENSTMANN, 2009).

Acerca do uso de energia solar, a mesma pode ser aproveitada tanto de forma direta quanto de forma indireta. A energia térmica utilizada para aquecimento de água e ambientes,

é um exemplo de utilização direta da energia solar, enquanto que um exemplo de seu uso indireto pode ser apresentado pela conversão da energia solar em energia elétrica por meio da heliotermia, que armazena o calor do sol, então transforma em energia mecânica logo, transforma-se em energia elétrica através do efeito fotovoltaico (NOGUEIRA, 2016).

2.2 RADIAÇÃO SOLAR

A energia total incidente sobre a superfície terrestre, ou radiação solar, depende, além das condições atmosféricas (nebulosidade, umidade relativa do ar, etc.), da latitude local e da posição no tempo. Isso se deve ao movimento de translação que é a trajetória elíptica inclinada que a terra descreve em torno do sol, e a inclinação do eixo imaginário em que a terra gira diariamente (movimento rotação) (MAGNOLI, D.; SCALZARETTO. R, 1998). O processo de rotação da Terra e torno do Sol, pode ser compreendido por meio do Anexo A, de onde são entendidas as variações de incidência solar nos períodos solstícios e equinócios.

Segundo a CRESESB (2000), apenas parte da radiação solar atinge a superfície terrestre, isto porque há reflexão, absorção (ozônio, vapor da água, oxigênio, dióxido de carbono) e dispersão (partículas de pó, poluição) dos raios solares pela atmosfera. Contudo, estima-se que a radiação solar incidente sobre a superfície seja de cerca de 10 mil vezes o consumo energético mundial.

O Brasil possui altos índices de radiação solar em todo seu território durante o ano, isso, devido a sua localização geográfica, o que o torna um potencial gerador de energia elétrica fotovoltaica (ALMEIDA, 2012). Sabe-se que a média anual de irradiação solar é de 2.001 kWh/m².ano, sendo observado as áreas de incidência solar no Brasil no Anexo B.

2.3 MICRO E MINIGERAÇÃO DE ENERGIA DISTRIBUÍDA

Em 17 de abril de 2012, a ANEEL promoveu a Consulta Pública nº 15/2010 e a Audiência Pública nº 42/2011 que visou debater a legalidade de dispositivos de geração distribuída de pequeno porte na rede de distribuição. A partir destes, foi criada a Resolução Normativa de nº482, que concede a regularização de micro e minigeração nos sistemas de distribuição, além de criar o sistema de compensação (ANEEL, 2014).

A Resolução nº482 define microgeração distribuída, como uma central de geração de energia elétrica com uma potência instalada menor ou igual a 100 KW, sendo esta, conectada na rede através de instalações de unidades consumidoras e minigeração, como uma central geradora de energia elétrica com uma potência instalada menor ou igual a 100 KW ou menor

ou igual a 1 MW, sendo esta conectada à rede elétrica por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2014).

2.4 SISTEMA FOTOVOLTAICO

O sistema fotovoltaico é constituído de módulos ou painéis fotovoltaicos, que fazem o papel de conduzir a energia para o sistema. Podem ser um ou mais painéis, sendo dimensionados conforme a demanda de energia, sendo responsáveis pela transformação de energia solar em eletricidade. Os painéis são complementados por um conjunto de equipamentos, tais como controladores de carga, baterias, inversores e acessórios de proteção (BRAGA, 2008).

Módulos ou painéis fotovoltaicos, são constituídos por um conjunto de células fotovoltaicas, sendo estas eletricamente interligadas, produzindo tensão e corrente adequadas para sua utilização (BRAGA, 2008).

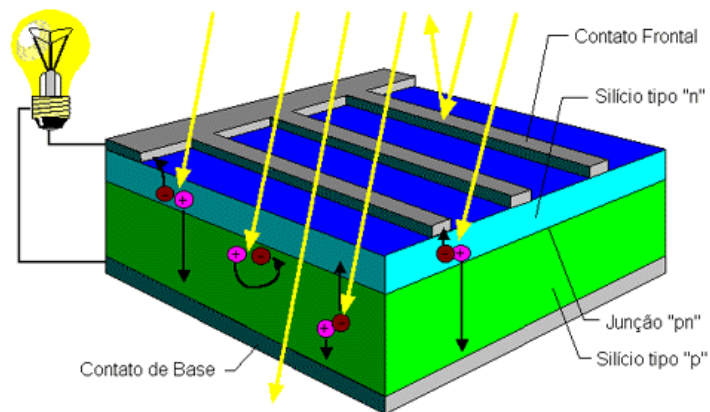
As células fotovoltaicas são formadas por materiais semicondutores, - sendo o Silício o mais utilizado - tais materiais possuem bandas de energia onde é concedida a existência de elétrons ou banda de valência e outras completamente vazias chamadas de bandas de condução. Os átomos do silício se caracterizam por conter quatro elétrons de ligação, formando uma rede cristalina. Ao utilizar o fósforo, por exemplo, que possui cinco elétrons de ligação, ficará um elétron restante. Este elétron de sobra, pela fraca ligação ao seu átomo de origem, é induzido a banda de condução. Desta forma, se diz que o Fósforo é um dopante doador de elétrons, sendo identificado como dopante n ou impureza n (CRESESB, 2008).

Se juntar o Silício com materiais como o Alumínio ou Boro, que possuem átomos com três elétrons de ligação, faltará um elétron na criação da ligação covalente. Este buraco ou lacuna, se comportará como carga positiva, já que na ausência de energia térmica, um elétron vizinho se deslocará para este buraco, deixando um buraco onde estava, fazendo assim uma movimentação entre eles. Este tipo de impureza é chamado de dopante p (SOUZA, 2016).

Ao fazer-se a junção do Silício com o Boro, ou seja, a justaposição do material do tipo p com o material do tipo n, tem-se a junção do tipo p-n, formando assim, um campo elétrico permanente na região da junção. Tal campo se origina devido ao fluxo de elétrons livres no lado n (carregado negativamente) com o lado p (carregado positivamente), transformando o lado n carregado positivamente e o lado p negativamente. Ao ser exposto a luz, alguns materiais da célula ficam mais energéticos. Com essa energia os elétrons são acelerados, gerando assim uma corrente através da junção. Conceitua-se dessa forma o efeito fotovoltaico que define-se pela diferença de potencial entre as duas faces da junção p-n. Neste sentido,

para que a energia gerada seja coletada, são conectados filamentos condutores nas duas extremidades da célula, fechando assim o circuito, tornando a eletricidade gerada aproveitável (MACHADO, 2015; MIRANDA, 2015). A Figura 3 demonstra através de um corte transversal o funcionamento do efeito fotovoltaico.

Figura 3 – Corte transversal de uma célula fotovoltaica

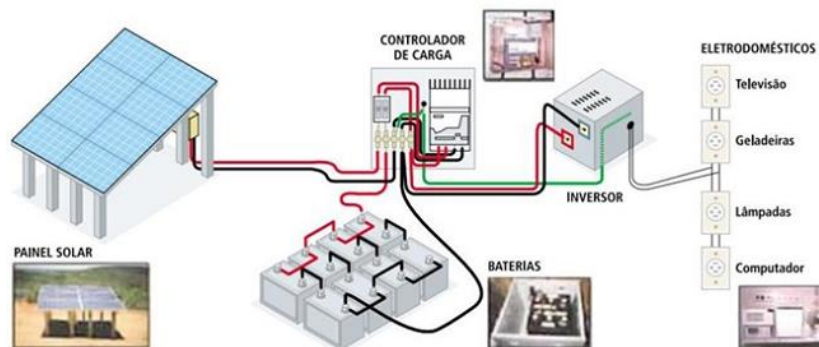


Fonte: CRESESB (2008)

Entendendo o sistema de geração de energia pelos painéis fotovoltaicos, destaca-se que tal energia possa ser operada de duas formas: isolada da rede (*off-grid*) ou conectada à rede (*on-grid*) (INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 1999).

O sistema *off grid*, destacado na Figura 4, é caracterizado por não se conectar à rede elétrica. Desta forma, este tipo de sistema possui armazenagem de energia, constituído por um conjunto de baterias que necessitam de controladores de carga e inversores CC-CA (convertem tensão contínua em tensão alternada) (BORTOLOTO, 2017).

Figura 4 – Diagrama de um sistema *off grid* de geração de energia elétrica



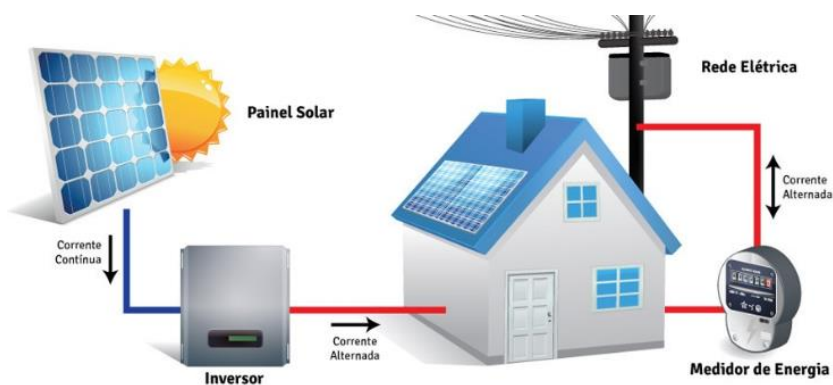
Fonte: CRESESB (2014)

O segundo modelo, *on-grid* ou *grid-tie*, conforme verificado na Figura 5, não necessita de baterias pois opera conectado à rede elétrica, o que faz com que o equipamento tenha um menor valor de implantação.

Este sistema é composto basicamente por painéis fotovoltaicos, inversores e medidor bidimensional. Sendo a função do medidor bidimensional, medir a energia que está sendo destinada à rede e a energia que está sendo consumida da rede.

Os sistemas *on-grid* possuem inversores com a função CC-CA e a função de sincronizar o sistema com a rede de distribuição.

Figura 5 – Sistema *on-grid* de geração de energia elétrica



Fonte: REAL SOLAR (2017)

2.5 INDICADORES PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

2.5.1 Valor Presente Líquido (VPL)

Segundo Brigham e Houston (1999), o VPL se baseia em técnicas de fluxo de caixa descontado. Sendo calculado da seguinte forma: encontra-se o valor presente do fluxo de caixa, desconta-se o custo de capital do projeto assim, somam-se estes fluxos de caixa descontados, obtendo desta forma o VPL de projeto, conforme apresentado na Equação 1. Caso o VPL seja positivo, significa que o projeto é rentável, desta forma, há uma decisão favorável em função de sua implantação, contudo, se o VPL for negativo, a realização do projeto se torna inviável.

$$VPL = -l_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo o I_0 , o investimento inicial, o FC_t como fluxo de caixa do projeto em um período t, o r é a taxa de desconto, o t é o período em questão e o n é o horizonte de análise de fluxo de caixa (BREALEY; MYERS; ALLEN, 2011).

2.5.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para Evangelista (2006), a definição de TIR representa o lucro de um projeto gerado internamente, obtido através do desconto do fluxo de caixa - ferramenta de cálculo de valor de uma empresa, projeto ou de um ativo -, anulando o valor do investimento inicial.

A taxa interna de retorno consiste na taxa de desconto, que faz com que o VPL inicial de investimento seja igual a \$0. Isso porque o valor presente das entradas de caixa é igualado ao investimento inicial (SANTOS, 2006).

Desta forma, tem-se a Equação 2 de TIR apresentada por Camargos (2013):

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - FC_0 \quad \text{Equação 2}$$

Sendo FC_0 o investimento realizado no momento zero (R\$); FC_t a entrada ou fluxo de caixa de cada período t (R\$); o k é a TIR (% ao período); n é o período estimado para o projeto.

2.5.3 Payback

Segundo Eick (2010), o *Payback* é o indicador utilizado para calcular o tempo necessário de retorno do investimento de um projeto. É importante considerar para os cálculos, a vida útil dos equipamentos fotovoltaicos, tendo em vista uma média de 25 anos, sendo assim, qualquer retorno acima desta quantidade de anos é inviável à implantação do sistema (ZILLES, et al.,2012).

Deve ser considerado que os valores economizados em média anual, precisam ser levados ao tempo presente, com as taxas de juros do mercado. Sendo que, no momento em que este valor se igualar ao investimento inicial, será considerado do valor de retorno financeiro.

Da mesma forma, deve-se considerar os aumentos tarifários, que geralmente ocorrem anualmente, variando de acordo com os investimentos e gastos da distribuidora de energia elétrica. Assim, a Equação 3 a seguir, demonstra como é possível calcular o tempo de retorno do investimento (n):

$$n = \frac{\log(\frac{c}{b^{12}})}{\log(\frac{a}{b^{12}})} \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

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

Sendo r o valor tarifário médio anual; i a taxa de juros do mercado ao mês; VP o valor inicial do investimento; v_1 a estimativa de valor economizado médio mensal no primeiro ano.

3 METODOLOGIA

O presente estudo se caracteriza como pesquisa exploratória, sendo realizada através do estudo de caso em uma empresa do ramo agrícola em Toledo, Paraná, seguindo a metodologia abordada neste capítulo.

3.1 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Para a instalação da central geradora fotovoltaica, será considerada a área disponível de um estabelecimento comercial, que consiste na sede da empresa do estudo de caso, localizada no lote rural nº 106.8, Linha Marreco, 8º Perímetro, Fazenda Britânia, Toledo – Paraná, de coordenadas geográficas 24°41'02.06" S e 53°46'43.34" O. A edificação possui 750 m² de área construída e suas dimensões são de 30 m x 25 m. Nota-se que a edificação possui um único pavimento, sendo este, composto por depósito de agrotóxico, área de tratamento de sementes e escritórios (APENDICÊ A).

Para se obter um melhor desempenho dos módulos fotovoltaicos, calcula-se o ângulo de inclinação do telhado, utilizando a razão entre a base e a altura da cobertura (CERVI, BINS e DECKERT, 20-). Tem-se desta forma a seguinte Equação 4:

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{h}{l}\right) \quad \text{Equação 4}$$

Sendo:

β o ângulo de inclinação do módulo fotovoltaico (°); h a altura do telhado (m); l o comprimento do telhado (m).

Uma vez que o telhado da edificação em questão, possui altura de 2,85 metros e comprimento de 10,76 metros partindo da Equação 4, define-se o ângulo de inclinação do módulo fotovoltaico em 15°.

3.2 DETERMINAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR

Um dos pontos favoráveis no cenário atual da geração fotovoltaica no Brasil é a vasta disponibilidade de informações da estimativa de irradiação para qualquer local de necessidade do usuário, isso, usando levantamentos de recurso primário, como o Atlas Brasileiro de Energia Solar, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (GONCHOROVSKI, 2016).

Em 1977, foram instaladas duas estações no estado do Paraná, uma em Curitiba e outra em Foz do Iguaçu, denominadas Rede Solarimétrica Nacional, que tinham por objetivo estudos técnico-científicos no campo da energia solar. Mais tarde, após a vigência da Resolução 482/2012 da ANEEL, houve um impulso no uso da fonte de energia renovável, que se fez necessário a busca por informações mais precisas e atualizadas de estimativas de radiação solar diária, mensal e anual. Foi assim que, em parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), o Parque Tecnológico de Itaipu (PTI), o Centro Internacional de Hidroinformática (CIH) e o INPE, foi criado o Atlas de Energia Solar do Estado do Paraná, com o objetivo de disponibilizar informações por meio de uma ferramenta de consulta e análise do potencial de radiação solar e de geração de energia solar no estado. (CIH, 2017). Para calcular a potência gerada no sistema fotovoltaico, as informações referentes a irradiação solar diária média em kWh/m². dia da posição da edificação na cidade de Toledo/PR, são essenciais, sendo as mesmas apontadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Irradiação solar na localização da empresa de estudo de caso.

Irradiação Global Horizontal (kWh/m². dia)			
Mês	Média	Max	Min
Jan	5,8	6,53	4,52
Fev	5,6	6,11	4,47
Mar	5,08	5,57	3,9
Abr	4,28	4,83	3,28
Mai	3,38	3,82	2,79
Jun	3,00	3,49	2,36
Jul	3,22	3,71	2,42
Ago	4,19	4,66	3,09
Set	4,36	4,84	3,01
Out	5,07	5,54	3,40
Nov	5,88	6,26	4,29
Dez	6,18	6,77	4,63
Anual	4,67	5,07	3,56
Primavera	5,10	5,53	3,58

Verão	5,87	6,45	4,56
Outono	4,25	4,70	3,34
Inverno	3,48	3,94	2,66

Fonte: Atlas de Energia Solar do Estado do Paraná, 2018.

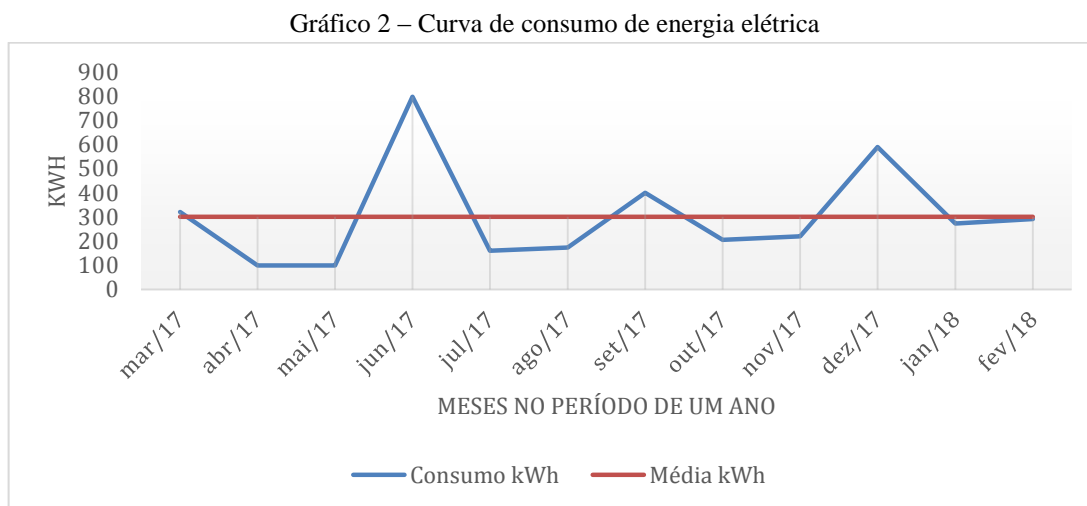
Com a obtenção dos valores de irradiação global horizontal média apresentada acima e com a inclinação ideal do telhado, calculam-se os valores de radiação com inclinação, sendo esta a melhor configuração para dar continuidade ao projeto em estudo.

Para isto, fora utilizado o software RADIASOL 2, como mostra o Anexo C, programa desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, que realiza o cálculo da intensidade da radiação solar em superfícies inclinadas.

3.3 CONSUMO MENSAL

Para dimensionar o sistema gerador, é necessário ter conhecimento da potência de carga na edificação em estudo da qual, conforme sugerido Gonchorovski (2016), é levantada através das curvas de carga a partir do histórico registrado na fatura de energia elétrica.

Assim sendo, o gráfico 2 apresenta os valores de consumo mensal que foram obtidos através da fatura de energia elétrica no período de março de 2017 a fevereiro de 2018.



Fonte: Autoria própria.

Através do gráfico 2, observa-se que a média mensal de consumo de energia foi de 301 kWh. A partir deste dado, realiza-se um cálculo baseado no consumo mensal médio, sendo calculado o consumo médio diário durante o mês, considerado 30 dias em determinado mês (OLIVEIRA, 2016; SOUZA, 2016).

3.4 DIMENSIONAMENTO DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Segundo Coelho (2016), para saber a geração de energia de cada módulo, é necessário a utilização do método da isolação. Este método será descrito na Equação 5:

$$E_{fv} = E_{sol} \cdot A \cdot \eta \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

E_{fv} é a energia produzida pelo módulo fotovoltaico (Wh); E_{sol} é a radiação solar média diária no local; A area do módulo fotovoltaico m², varia conforme modelo utilizado; η o rendimento do módulo (%), varia conforme o modelo utilizado.

A fim de dar continuidade ao trabalho apresentado, surge a necessidade de conhecer os dados técnicos de produção de um módulo fotovoltaico, assim, para o presente trabalho foi definido o módulo que apresentou melhor custo benefício. O modelo de módulo fotovoltaico adotado foi do fornecedor Yiangli que possui avançada tecnologia, além de alta eficiência das células. O modelo deste módulo é da série Yangli YL275D-30b 275 W Monocristalino. Seguindo a sugestão de Melo (2014), foi dada a prioridade para os módulos que apresentam células monocristalinas, ou seja, possui apenas um grande cristal no substrato de silício composto na célula fotovoltaica, enquanto a policristalina possui vários cristais, as células solares maiores possuem uma eficiência de 10 a 15% maior que pequenas células.

Sabendo que a radiação solar média do local de estudo é de 4800 kW, a area do módulo fotovoltaico escolhido é de 1,63 m² e o rendimento do módulo de 0,169 como demonstrado no Anexo D, partindo da Equação 5, obteve-se a energia produzida pelo módulo fotovoltaico de 1322,3 Wh.

Partindo da Equação 5, com o valor de energia produzida pelo módulo fotovoltaico de 1322,3 Wh, vezes 30 dias do mês, obteve-se na Equação 6 a quantidade de 39,7 kWh de energia produzida durante o mês.

$$E_{FVmês} = E_{FV} \cdot 30 \quad \text{Equação 6}$$

Com o valor individual de cada módulo, é possível assim, calcular o número de módulos necessários para produzir os 201 kWh/mês que o edifício consome de energia elétrica, sendo 100 kWh/mês descontado, devido a tarifa básica para sistemas trifásicos.

Através da Equação 7, se obtém o número de módulos:

$$N_{mód} = \frac{E_{consumo}}{E_{FVmês}} \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

$N_{mód}$ o número de módulos fotovoltaicos; $E_{consumo}$ a energia consumida em um mês (kWh); $E_{FVmês}$ a energia produzida pelo módulo fotovoltaico no mês (kWh).

Uma vez que a energia média consumida em um mês é de 201 kWh/mês e a energia produzida pelo módulo fotovoltaico no mês é de 39,7 kWh, partindo da Equação 7, define-se o número de módulos fotovoltaicos em 5.

Após a determinação do número de módulos fotovoltaicos e a potência individual, é calculado o valor da potência fotovoltaica que será entregue ao sistema elétrico. A Equação 8, demonstra a potência de geração elétrica da instalação:

$$P_{PV} = N_{mód} \cdot P_{mód} \quad \text{Equação 8}$$

Sendo:

P_{PV} a potência produzida pelo módulo fotovoltaico (kWp); $N_{mód}$ o número de módulos fotovoltaicos; $P_{mód}$ a potência de cada módulo fotovoltaico (kW).

Visto que o número de módulos fotovoltaicos é de 5 e a potência de cada módulo é de 275 W, obteve-se a partir da Equação 8, a potência produzida pelo módulo de 13,75 kWh. Observa-se no Quadro 2 o Resultado do dimensionamento do sistema fotovoltaico visto anteriormente.

Quadro 2 – Detalhe dos módulos fotovoltaicos

RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO	
Produção de Energia	1322,3 Wh
Produção de Energia durante o mês	39,7 kWh
Módulo Fotovoltaico	5 (275 W)
Capacidade total instalada	13,75 kWh

Fonte: Autoria Própria.

4 ORÇAMENTO PARA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Após a realização do dimensionamento do sistema fotovoltaico do estudo de caso, foi feito uma descrição detalhada dos componentes necessários para o orçamento da futura

instalação deste sistema gerador conforme observado no Quadro 3. Para a realização deste orçamento, foram realizadas pesquisas e cotações com 3 fornecedores da região. Nota-se que o valor de implantação resultou no custo de R\$14.287,00.

Quadro 3 – Detalhes dos componentes do sistema fotovoltaico

ORÇAMENTO ESTUDO DE CASO	
Sistema	<i>Grid Tie</i>
Capacidade total instalada	13,75 kWh
Módulo Fotovoltaico	5 (275 W)
Inversor	3 kWp
Estrutura de suporte	Alumínio
Complementos	Cabos e proteções
TOTAL ORÇAMENTO	R\$ 14.287,00

Fonte: Autoria própria.

Tanto a potência quanto a quantidade dos inversores, foram escolhidas as opções que atendessem a demanda necessária. Sendo possível fazer uma ampliação na geração, caso haja um aumento na unidade consumidora.

5 CÁLCULO DO FATOR ECONÔMICO

Como já abordado no item 2.5 deste artigo, a análise de viabilidade econômica da instalação de um sistema fotovoltaico será baseada nos métodos *Payback*, Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

Parte-se da análise das faturas da unidade em estudo, utilizando, para efeitos de cálculo, o consumo mensal médio anual do edifício, sendo este de 301 kWh. O Anexo E demonstra a fatura utilizada com o consumo de energia e a decomposição tarifária.

Nota-se que a determinação do potencial de geração de energia elétrica anual, foi baseada no consumo médio mensal estimado ao longo do ano, gerando uma produção estimada de 3.612 kWh/ano.

Levando em consideração os valores de tarifa de energia do Anexo E, e que a implantação do sistema fotovoltaico muda a modalidade da bandeira tarifária, ou seja, impostos como o ICMS, PIS, COFINS são isentos, o custo médio do kWh se torna R\$ 0,77.

Com intuito de representar fielmente os valores serão adotados os seguintes critérios: reajuste médio anual no valor de energia de 10% e vida útil do sistema fotovoltaico de 25 anos, o Quadro 4 apresenta a economia anual com a implantação do sistema, sendo esta de R\$2781,24.

Quadro 4 – Economia anual estimada.

ECONOMIA ESTIMADA	
Sistema Solar Fotovoltaico	13.750 Wp
Investimento total(R\$)	14.287,00
Energia gerada anual	3.612 kWh
Economia anual(R\$)	2781,24

Fonte: Autoria própria.

5.1 CÁLCULO DO *PAYBACK*

Para este método não foi considerado o reajuste monetário ao longo do tempo, sendo apenas verificado o tempo de retorno do investimento inicial e o lucro obtido durante o período de vida útil do sistema.

Observa-se no Quadro54 o fluxo de caixa livre em um período de 25 anos.

Quadro 5 – *Payback* Simples

Ano	Fluxo de Caixa Livre (FCL)
0	-R\$ 14.287,00
1	-R\$ 11.505,76
2	-R\$ 8.724,52
3	-R\$ 5.943,28
4	-R\$ 3.162,04
5	-R\$ 380,80
6	R\$ 2.400,44
7	R\$ 5.181,68
8	R\$ 7.962,92
9	R\$ 10.744,16
10	R\$ 13.525,40
11	R\$16.306,64
12	R\$19.087,88
13	R\$21.869,12
14	R\$24.650,36
15	R\$27.431,60
16	R\$30.212,84

17	R\$32.994,08
18	R\$35.775,32
19	R\$38.556,56
20	R\$ 41.337,80
21	R\$ 44.119,04
22	R\$ 46.900,28
23	R\$ 49.681,52
24	R\$ 52.462,76
25	R\$ 55.244,00

Fonte: Autoria própria.

Percebe-se que para este cenário o tempo de retorno de investimento do sistema fotovoltaico é de 5 anos e 2 meses.

5.2 MÉTODO VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

Para a realização do cálculo, foi considerado uma taxa mínima de atratividade de 8% ao ano e um reajuste médio anual de energia de 10%, conforme tabela de reajustes da concessionária do estado (Copel). Observa-se que no quadro 6 o valor do VPL foi positivo, desta forma, afirma-se que o valor de investimento é recuperável.

Quadro 6 – Valores do VPL

Taxa de Retorno:		8,00%
Alteração Tarifária:		10,00%
VPL =		R\$ 78.076,65
Período	Ano	Fluxo de Caixa (CF)
0	2018	-14.287,00
1	2019	2.781,24
2	2020	3.059,36
3	2021	3.365,30
4	2022	3.701,83
5	2023	4.072,01
6	2024	4.479,21
7	2025	4.927,14
8	2026	5.419,85
9	2027	5.961,83
10	2028	6.558,02
11	2029	7.213,82
12	2030	7.935,20
13	2031	8.728,72
14	2032	9.601,59
15	2033	10.561,75
16	2034	11.617,93

17	2035	12.779,72
18	2036	14.057,69
19	2037	15.463,46
20	2038	17.009,81
21	2039	18.710,79
22	2040	20.581,87
23	2041	22.640,06
24	2042	24.904,06
25	2043	27.394,47

Fonte: Autoria própria.

5.3 MÉTODO TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

O Quadro 7 demonstra os resultados da TIR, considerando os valores do quadro 5. Através dos resultados da TIR, percebe-se que como a taxa ficou 29,11%, ou seja, acima da taxa mínima de atratividade de 8% do projeto, pode-se afirmar que é economicamente viável o investimento.

Quadro 7 – Resultados da TIR.

TIR =		29,11%
Ajuste Tarifário:		10,00%
Período	Ano	Fluxo de Caixa (CF)
0	2018	-14.287,00
1	2019	2.781,24
2	2020	3.059,36
3	2021	3.365,30
4	2022	3.701,83
5	2023	4.072,01
6	2024	4.479,21
7	2025	4.927,14
8	2026	5.419,85
9	2027	5.961,83
10	2028	6.558,02
11	2029	7.213,82
12	2030	7.935,20
13	2031	8.728,72
14	2032	9.601,59
15	2033	10.561,75
16	2034	11.617,93
17	2035	12.779,72
18	2036	14.057,69
19	2037	15.463,46
20	2038	17.009,81
21	2039	18.710,79

22	2040	20.581,87
23	2041	22.640,06
24	2042	24.904,06
25	2043	27.394,47

Fonte: Autoria própria.

6 CONCLUSÃO

Destaca-se a importância em buscar novos meios de energia, uma vez que se depara com acirradas discussões ambientais. Assim, a energia renovável que provem de recursos naturais como o sol, vento, chuva, marés e do calor do solo, são consideradas energias “limpas”, ou melhor, dispõem da capacidade de reduzir os impactos causados ao meio ambiente, através do aperfeiçoamento de tecnologias capazes de regenerar e reutilizar as fontes ambientais (Dutra et al, 2014).

Dessa forma, destaca-se o uso da energia solar em função com as demais fontes alternativas de energia, em função de sua disponibilidade ao longo de todas as regiões. Nesse sentido, o presente trabalho teve como principal objetivo analisar a viabilidade econômica na implantação do sistema fotovoltaico e, através desta análise, dimensionar um sistema de geração solar conectado à rede elétrica de um edifício comercial, fazendo o cálculo de investimento e retorno.

No primeiro cenário, através do *Payback*, os cálculos de retorno de investimento resultaram em 5 anos e 2 meses. Este resultado mostrou-se satisfatório, pois se considerado para um sistema com vida útil de 25 anos, o retorno se torna presente abaixo da metade da vida útil do sistema.

No segundo cenário, o Valor Presente Líquido ficou com saldo positivo, sendo este de R\$ 78.076,65, o que demonstra um investimento resgatável. E a análise para Taxa Interna de Retorno se demonstrou bem expressiva, pois a Taxa Mínima Atrativa simulada para este cenário de 8% a.a., está bem abaixo do 29,11% a.a. calculado.

Pode-se concluir que a implantação deste sistema é economicamente viável, sendo seu tempo de retorno curto e o seu investimento inicial baixo. Percebe-se através disso que o investimento do poder público é necessário para a diversificação da matriz energética, utilizando fontes renováveis de energia para o desenvolvimento de nosso país.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Eliane et al. **Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica**. Belo Horizonte: [s.n.], 2016. 18 p.
- ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa N°482/2012**. Brasília, 2012.
- _____. **Resolução Normativa n°. 547/2013**. Brasília, 2013.
- BRAGA, Renata Pereira. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações**. 2008. 80 p. Monografia (Graduação: Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008
- BRITO, Miguel C.; SILVA, José A. Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em eletricidade. **O instalador**, p. 1-4, jun. 2006.
- CERVI, A.; BINS, R.; DECKERT, T.; **A modelagem matemática na construção de telhados com diferentes tipos de telhas**. Disponível em:<
https://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/modelagem/Modelagem_Tesouras_Web/modelagem_tesouras.htm>. Acesso 19 mar. 2018.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 22., 2015, Foz do Iguaçu. **Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil...** Santa Catarina: Unochapecó, 2015. 16 p.
- CRESESB. **Centro de Referências para Energias Solar e Eólica**. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=321>. Acesso em: 19 mar. 2018.
- DIENSTMANN, Gustavo. **Energia solar uma comparação de energias**. 2009. 92 p. Monografia (Graduação: Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009
- DUTRA, J. C. D. N.; BOFF, V. Â.; SILVEIRA, J. S. T.; ÁVILA, L. V. Uma Análise do Panorama das Regiões Missões e Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul sob o Prisma da Energia Eólica e Solar Fotovoltaica como Fontes Alternativas de Energia. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, v. 34, n. 124, p. 225-243, 2013.
- DUPONT, et al. Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável. **Santa Maria: Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM**, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/19195/pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

EICK, Guilherme. **Viabilidade econômica e financeira de uma pequena central hidrelétrica no Brasil**. 2010. 70 p. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A, “Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015 – Plano 2015”, Rio de Janeiro, Eletrobrás, 1994.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional**. Rio de Janeiro, EPE 2017. Disponível em:
 <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>. Acesso em: 19 de março de 2018.

EVANGELISTA, M. L. S. Estudo comparativo de análise de investimento em projetos entre o método VPL e o de opções reais: o caso da cooperativa de crédito – Sicredi Noroeste. 163 f. 2006. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOLDEMBERG, J., & Oswaldo, L. (Dezembro/janeiro de 2006-2007). **Energias renováveis: um futuro sustentável**. *Revista USP*, 6-15.

GONCHOROVSKI, G. J. **Análise de Viabilidade Técnica e Financeira Para Implantação de Microgeração Fotovoltaica em Edificação Comercial, com Sistema Conectado à Rede de Distribuição**. 2016. 119f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Santa Rosa, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos, INPE 2006. Disponível em:
http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil_solar_atlas_R1.pdf. Acesso em: 19 de março de 2018.

MARQUEZAN, L. H. F. Análise de Investimentos. **Revista Eletrônica de Contabilidade Curso de Ciências Contábeis**, Santa Maria, v.3, n.1 jan./jun. 2006. Disponível em:
<https://periodicos.ufsm.br/index.php/contabilidade/article/view/21>. Acesso em 29 mar. 2018.

MARTINAZZO, Michel. **Análise Econômica da Implantação e Utilização de Sistemas de Aproveitamento de Energia Solar e de Águas Pluviais em uma Residência Unifamiliar**. 2014. 104f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2014.

MELO, Danilo de Freitas. **Estudo de um Sistema Fotovoltaico Integrado à Construção e Ligado à Rede Elétrica em uma Edificação Comercial**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, p. 107 f. 2010. 104

MELO, Olívia Bonfim. **Análise da Viabilidade Técnica Econômica de Painéis Fotovoltaicos Instalados no Setor Residencial**. Universidade de São Paulo. São Carlos - SP, p. 89 f. 2014.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Energia solar no Brasil e Mundo**. Distrito Federal, MME 2015. Disponível em:
 <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/17+-+Energia+Solar+-+Brasil+e+Mundo+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/4b03ff2d-1452-4476-907d-d9301226d26c?jsessionid=41E8065CA95D1FABA7C8B26BB66878C9.srv154>>. Acesso em: 20 de março de 2018.

MIRANDA, Arthur Biagio Canedo Montesano. **Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede**. 2014. 98 p. Monografia (Graduação: Engenharia Elétrica), UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

NOGUEIRA, Paula Comarella. **Estudo de viabilidade econômica da instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica de energia do rio de janeiro: um estudo de caso**. 2016. 60 p. Monografia (Graduação: Engenharia de Produção) - UFRJ/ Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2016.

RADIASOL 2, UFRGS. Laboratório de Energia Solar - LABSOL. www.solar.ufrgs.br, 16 junho 2018. Disponível em: <<http://www.solar.ufrgs.br/>>.

RODIGUES, Fabricio; WODIHY, Juliano; GONÇALVES, Alexandro. **Energias Renováveis: Buscando por uma Matriz Energética Sustentável**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 2, Vol. 13. pp 167-180 janeiro de 2017.

SANTOS, L. M.; FERREIRA, M. A. M.; FARIA, E. R. Gestão Financeira de Curto Prazo: Características, Instrumentos e Práticas Adotados por Micro e Pequenas Empresas. **Revista de Administração da UNIMEP**. Piracicaba, v. 7, n. 3, p. 70-92, set./dez. 2009.

SANTOS, P. R. G. et al. Fontes renováveis e não renováveis geradoras de energia elétrica no Brasil. In: **Mostra nacional de iniciação científica e tecnológica interdisciplinar**, 8., 2015, Santa Rosa do Sul. São Francisco do Sul: IFC, 2015. 5 p.

SIQUEIRA, Lucas Matias. **Estudo do Dimensionamento e da Viabilidade Econômica de Microgerador Solar Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica**. 2015. 52 p. Monografia (Graduação: Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

OLIVEIRA, B.G.; SOUZA, L.P. Estudo de Viabilidade Econômica da Implantação de um Sistema Fotovoltaico Associado à Rede Convencional em uma Residência em Brasília – DF.

REVISTA ELETRONICA DE EDUCAÇÃO DA FACULDADE ARAGUAIA. Brasília,
n. 9, p. 74-93, 2016.

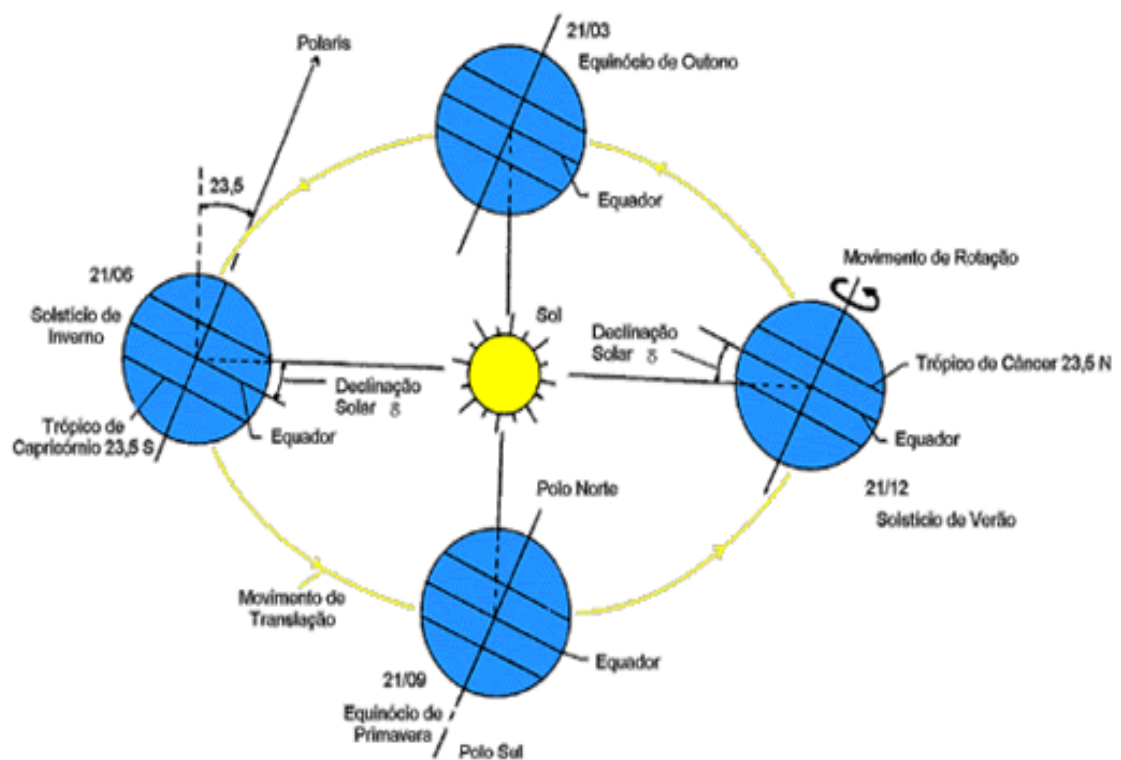
APÊNDICES

APÊNDICE A –EMPRESA DE ESTUDO DE CASO



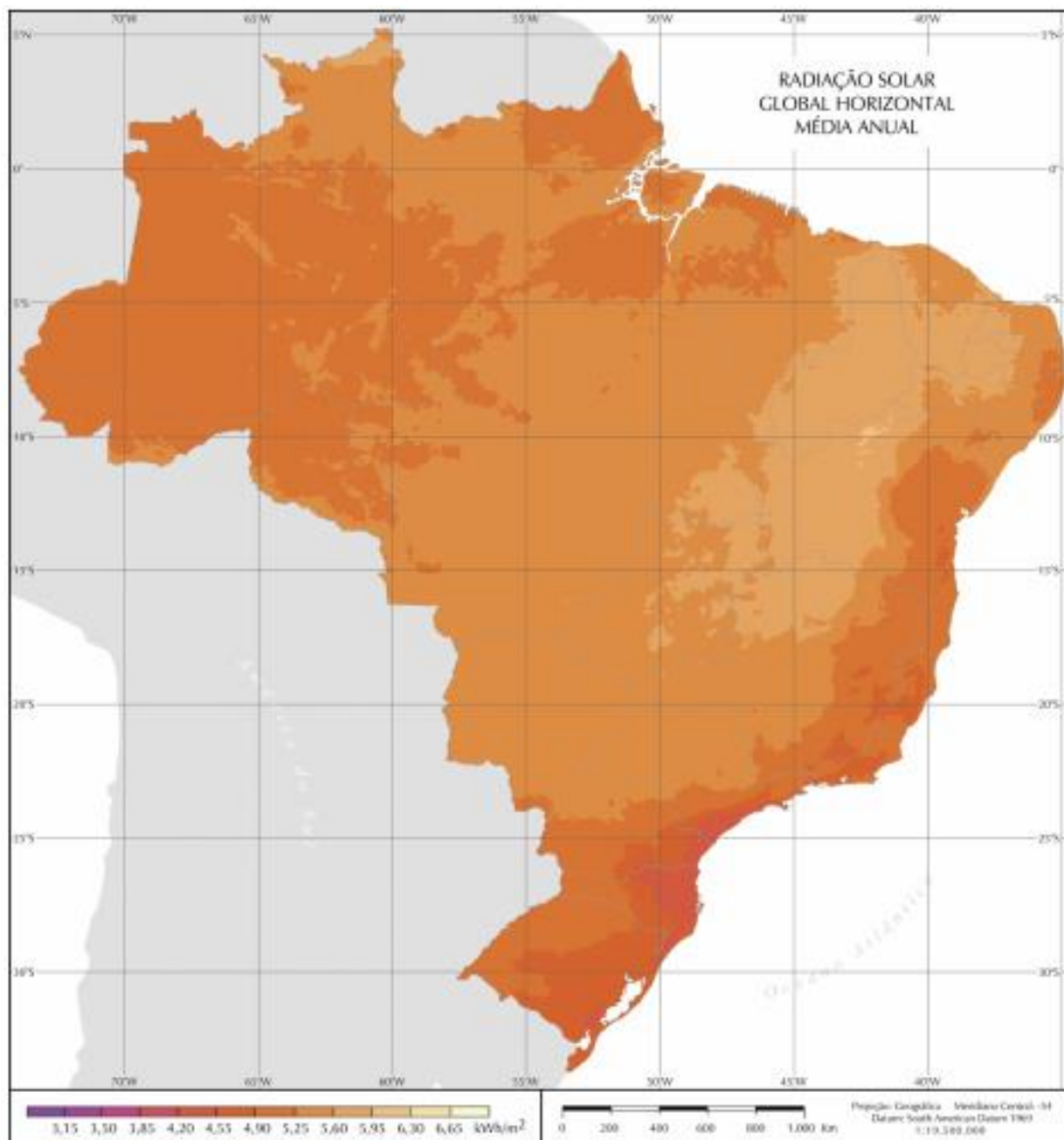
ANEXOS

ANEXO A - Posição da terra durante a rotação em torno do sol



Fonte: CRESESB (2008)

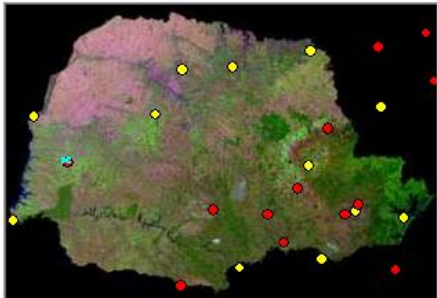
ANEXO B - Radiação solar global média anual




Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2006)

ANEXO C – Software RADIASOL 2

RadiaSol 2 - Escolher Localidade




Desvio Azimutal




0

Inclinação do Módulo



45

Albedo Local



20

Origem do Dados

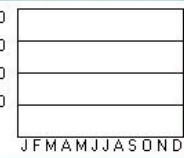
☒ Mapas (SWERA)

☐ Interpolação do Banco de Dados


Cidade: Toledo

Opções: Mapa do Brasil Sugerir Inclinação Entrada manual de Dados


Temperatura Média



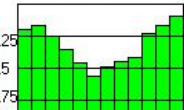
Temperatura Mínima



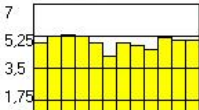
Temperatura Máxima



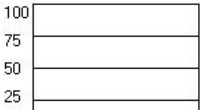
Radiação



Radiação Inclinada



Umidade Relativa



Confirmar

Cancelar

?

Fonte: UFRGS

Anexo D – Especificações técnicas do painel solar Yingli YL275D-30b

YLM 60 CELL 40mm SERIES

ELECTRICAL PERFORMANCE

Electrical parameters at Standard Test Conditions (STC)

Module type			YLM60D-30b (xxx=P _{mpo})				
Power output	P _{max}	W	290	285	280	275	270
Power output tolerances	ΔP _{max}	W	0 / + 5				
Module efficiency	η _m	%	17.9	17.6	17.2	16.9	16.6
Voltage at P _{max}	V _{mpo}	V	31.9	31.7	31.4	31.2	30.9
Current at P _{max}	I _{mpo}	A	9.08	9.00	8.91	8.82	8.73
Open-circuit voltage	V _{oc}	V	39.9	39.6	39.3	38.9	38.6
Short-circuit current	I _{sc}	A	9.45	9.41	9.38	9.34	9.31

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3.
Average relative efficiency reduction of 3.0% at 200W/m² according to EN 60904-1.

Electrical parameters at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)

Power output	P _{max}	W	211.5	207.9	204.2	200.6	196.9
Voltage at P _{max}	V _{mpo}	V	29.1	28.9	28.7	28.4	28.2
Current at P _{max}	I _{mpo}	A	7.26	7.20	7.13	7.06	6.98
Open-circuit voltage	V _{oc}	V	36.8	36.6	36.3	35.9	35.6
Short-circuit current	I _{sc}	A	7.64	7.61	7.58	7.55	7.53

NOCT: open-circuit module operation temperature at 800W/m² irradiance, 20°C ambient temperature, 1m/s wind speed.

THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	46 +/- 2
Temperature coefficient of P _{max}	γ	%/°C	-0.42
Temperature coefficient of V _{oc}	β _{oc}	%/°C	-0.32
Temperature coefficient of I _{sc}	α _{sc}	%/°C	0.05

OPERATING CONDITIONS

Max. system voltage	1000V _{oc}
Max. series fuse rating	15A
Limiting reverse current	15A
Operating temperature range	-40°C to 85°C
Max. static load, front (e.g., snow)	5400Pa
Max. static load, back (e.g., wind)	2400Pa
Max. hailstone impact (diameter / velocity)	25mm / 23m/s

CONSTRUCTION MATERIALS

Front cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2mm
Cell (quantity / material / dimensions / number of busbars)	60 / monocrystalline silicon / 156mm x 156mm / 3 or 4
Frame (material)	anodized aluminum alloy
Junction box (protection degree)	≥ IP65
Cable (length / cross-sectional area)	1000mm / 4mm ²
Plug connector (type / protection degree)	MC4 / IP68 or YT08-1 / IP67 or Amphenol H4 / IP68

* Due to continuous innovation, research and product improvement, the specifications in this product information sheet are subject to change without prior notice. The specifications may deviate slightly and are not guaranteed.
* The data do not refer to a single module and they are not part of the offer, they only serve for comparison to different module types.

QUALIFICATIONS & CERTIFICATES

IEC 61215, IEC 61730, CE, MCS, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, BS
OHSAS 18001:2007, PV Cycle, SA 8000



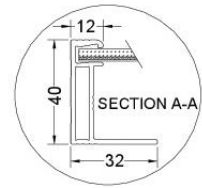
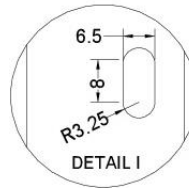
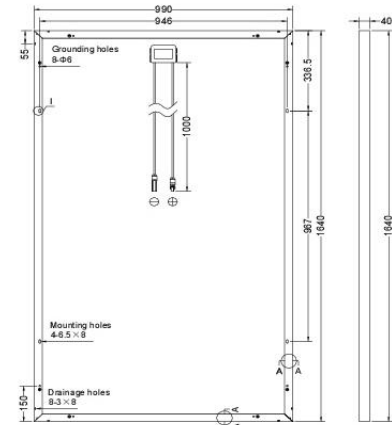
GENERAL CHARACTERISTICS

Dimensions (L / W / H)	1640mm / 990mm / 40mm
Weight	18.5kg

PACKAGING SPECIFICATIONS

Number of modules per pallet	26
Number of pallets per 40' container	28
Packaging box dimensions (L / W / H)	1700mm / 1160mm / 1165mm
Box weight	514kg

Unit: mm



Warning: Read the Installation and User Manual in its entirety before handling, installing, and operating Yingli Solar modules.

Yingli Partners:

Yingli Green Energy Holding Co., Ltd.


service@yingli.com

Tel: +86-312-2188055

YINGLISOLAR.COM



Anexo E – Fatura de energia elétrica da unidade consumidora



COPEL

Copel Distribuição S.A.
José Inácio Roberto, 158 bl.C - Mossangá - Curitiba PR - CEP 81200-280
CNPJ: 04.368.898/0001-06 - E 90.232.073-99 - IM 423.993-6

www.copel.com
0800 51 00 116

ROD PR 163, 0 - KM 8 5 LINHA MARRECO
DISTRITO DE XAXIM - TOLEDO - PR - CEP: 85900-000

Mês de referência
Março/2018

Vencimento
24/03/2018

Nº de Identificação
100449085

VALOR A PAGAR
R\$ 403,18

FAT-01-2018013556324-25

Responsabilidade da Manutenção de Ilumina Pública: Município 153

Informações Técnicas

Reside/Residencial

Leitura Anterior	Leitura Atual	Medido	Constante de Multiplicação	Total Faturado	Consumo Médio Diário	Data de Apresentação	Próxima Leitura Prevista
05/02/2018 20392	06/03/2018 20917	29 dias 525 kWh	1	525 kWh	18,10 kWh	16/03/2018	05/04/2018

Nº Medidor: MD 0244440060 - TRIFÁSICO

Histórico de Consumo e Pagamento

Mês	kWh	DL Pgto.	Valor
02/2018	292	22/02/2018	244,90
01/2018	273	11/01/2018	239,45
12/2017	569	26/12/2017	480,33
11/2017	220	24/11/2017	204,58
10/2017	206	24/10/2017	187,06
09/2017	400	25/09/2017	338,96
08/2017	174	24/08/2017	154,57
07/2017	160	24/07/2017	135,16
06/2017	798	26/06/2017	588,33
05/2017	100	24/05/2017	61,80
04/2017	100	24/04/2017	65,50
03/2017	321	24/03/2017	237,98

Valores Faturados

NOTA FISCAL/CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA Nº 010.800.893- SÉRIE B
Emitida em 06/03/2018

Produto	Un.	Consumo	Valor Unitário	Valor Total	Base Cál.	Aliq. ICMS
ENERGIA ELÉTRICA CONSUMO	kWh	525	0,679752	356,87	356,87	29,00%
CONT ILUMEN PUBLICA MUNICIPIO				46,31		

Indicadores de Qualidade

Conjunto: TOLEDO
Mês Ref.: 01/2018

	DIC	FC	DMC	DICRI	EUSD (R\$)
Realizado:	0,00	0,00	0,00	-	52,20
Limite Mensal:	5,07	3,30	2,96	12,22	
Limite Trimestral:	10,15	6,60	-	-	
Limite Anual:	20,30	13,20	-	-	

Tensão Controlada: 137/020 volts
Limite Adequado Tensão: 117 a 133/020 a 221 volts

O não cumprimento dos indicadores DIC, FC, DMC e DICRI refletirá na ANEL, resultando em compensação financeira ao consumidor pela concessionária no futuro. É direito do consumidor solicitar a apuração destes indicadores a qualquer tempo.

Base de Cálculo do ICMS	Valor ICMS	Valor Total de Nota Fiscal
356,87	103,49	460,36

Composição dos Valores	Reservado ao Fisco
Distribuição 72,92	7484.D82B.2AFF.26B7.D084.9EC3.0D82.8DAA
Enc. Setorial 14,74	
Energia 130,91	
Transmissão 12,72	
Tributos 125,58	
Total 356,87	

INCLUI NA FATURA PIS/PASEP E COFINS R\$15,15 CONFORME RES. ANEEL 130/2005. A PARTIR DE 01/03/2018 - PIS/PASEP 0,89% e COFINS 4,11%. Abaixo superior a 45dias sujeita inclusão no cadastro de inadimplentes CADINPR. Agora é possível recorrer à Ouvidoria da Copel pelo Site ou Mobile. A qualquer tempo pode ser solicitado o cancelamento de valores não relacionados à prestação do serviço de energia elétrica, como créditos e doações. Período Band Tarif.: Verde 06/02-06/03

Aviso de Vencimento

Autenticação Mecânica


IDENTIFICAÇÃO
100449085

Mês
03/2018

Vencimento
24/03/2018

Valor a Pagar
403,18

Autenticação Mecânica

 **COPEL**

83600000004 9 03180111000 3 00101020185 9 01355632425 2

