

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANILSO BUCCO  
GUSTAVO SZLAPAK

**SISTEMA FOTOVOLTAICO DE ENERGIA ELÉTRICA: ESTUDO  
SOBRE VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

MEDIANEIRA

2016

ANILSO BUCCO  
GUSTAVO SZLAPAK

**SISTEMA FOTOVOLTAICO DE ENERGIA ELÉTRICA: ESTUDO  
SOBRE VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Medianeira.

Orientador: Profº Drº Leandro Antônio Pasa

MEDIANEIRA

2016

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**SISTEMA FOTOVOLTAICO DE ENERGIA ELÉTRICA: ESTUDO  
SOBRE VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO**

Por  
ANILSO BUCCO  
GUSTAVO SZLAPAK

Este Trabalho de conclusão de curso apresentado às 10h30min do dia 09 de Junho de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel ao Curso Superior de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Msc. Cidmar Ortiz dos Santos  
(UTFPR)

---

Prof. Msc. Neron Alipio Cortes Berghauser  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Leandro Antônio Pasa  
Orientador

A versão assinada deste termo encontra-se na secretaria do curso.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante dos meus olhos” (Isaac Newton)

## RESUMO

BUCCO, Anilso. SZLAPAK, Gustavo. **SISTEMA FOTOVOLTAICO DE ENERGIA ELÉTRICA: ESTUDO SOBRE VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) apresentado à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

O setor energético nacional, mais do que nunca, neste momento de dificuldade do setor, quem cobre o prejuízo são os consumidores. Como medida para aliviar o uso de termoelétricas para a geração complementar de eletricidade, o governo decidiu liberar a geração distribuída, assim consumidores passam a produzir energia e compartilhar o excedente através da rede de baixa tensão. Com esse incentivo, o governo espera até o ano 2024 alcançar 700 mil usuários que passariam a ser pequenos produtores, e uma expectativa de que a produção fotovoltaica supere a energia gerada pelas usinas nucleares Angra 1 e 2. Para ocorrer a implementação do sistema, torna-se necessário um estudo da viabilidade financeira através dos indicadores Payback, Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL). No presente trabalho, o estudo realizado tomou como referência dois cenários distintos, um comercial com consumo médio mensal de 2000 kW (orçado em R\$ 94.182,40) e um residencial de 750 kW (orçado em R\$ 38.290,00), que tiveram sua geração estimada conforme dados de irradiância coletados para a cidade de Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Após a execução dos cálculos financeiros, foi possível perceber que o investimento para todos os cenários se mostraram viáveis, porém o tempo de retorno diminuiu consideravelmente quando não houve a incidência de impostos, demonstrando que um dos fatores determinantes para a implementação de sistemas fotovoltaicos foi a desoneração dos impostos incidentes sob a energia gerada pelo sistema, assim como já acontece em alguns estados.

Palavras-chave: Energia Renovável, Simulação de Custos, Sistema de Compensação.

## ABSTRACT

BUCCO, Anilso. SZLAPAK, Gustavo. **SYSTEM PHOTOVOLTAIC ELECTRICITY : STUDY ON ECONOMIC FEASIBILITY OF DEPLOYMENT**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) apresentado à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

More than ever, the national energy sector is experiencing the results of bad administration and we, the consumers, are paying the costs. In order to alleviate the use of thermoelectric to complement the energy generation, the government decided to permit the distributed generation, where consumers start to generate and share the exceeding energy through the low tension grid. With this incentive, the government expects to reach 700.000 users until 2024, where those users are small producers, generating an amount of photovoltaic energy that is greater than the sum of Nuclear plants Angra 1 and Angra 2 together. During this thesis, we try to evaluate the financial availability to implement a photovoltaic system interconnected to the grid (on-grid), and in order to accomplish that, a superficial analysis of the elements responsible for the system was required, along with statistical analysis of the consumption scenario in study to create the correct sizing of the system. After this first part, the simulation part start (second part), where data such as the amount of sun present in the region (collected by the university) will be used to determine the amount of energy that the system in study is able to produce, here referred as the number. With this number in hand, the part begins, with an analysis of ROI (Return of Investment) through the economy of energy that the user will have (energy produced by the system versus energy consumed by the user).

Keywords: Photo Voltaic System, Economic Viability to Setup, Compensation System

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das fontes de energia mundiais.....	17
Figura 2 - Evolução da capacidade fotovoltaica instalada no período de 2000 a 2013 .....	17
Figura 3 - Etapas e prazos dos procedimentos de acesso.....	24
Figura 4 - Irradiação solar média mensal. ....	32
Figura 5 - Energia gerada mensalmente .....	32
Figura 6 - Energia gerada mensalmente. ....	33
Figura 7 - Payback do sistema residencial sem considerar os impostos .....	38
Figura 8 - Payback do sistema residencial considerando os impostos .....	39
Figura 9 - Remuneração do valor de implantação do sistema fotovoltaico se investido na poupança ao longo de 15 anos considerando a taxa histórica de juros de 6.5% para este investimento .....	40
Figura 10 - Gráfico do payback para um sistema comercial sem impostos .....	41
Figura 11 - Fluxo de caixa para o sistema residencial com impostos e manutenção ao longo de 15 anos.....	42
Figura 12 - Fluxo de caixa para o sistema comercial com manutenção ao longo de 15 anos .....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Irradiação solar média registrada na região Oeste do Paraná .....	31
Tabela 2 - Reajuste das tarifas de energia da concessionária Copel no período de 2000-2015 .....	34
Tabela 3 - Custos de instalação para um cenário residencial .....	35
Tabela 4 - Custos de instalação para um cenário comercial .....	36
Tabela 5 - Remuneração anual do sistema residencial ao longo de 15 anos considerando custo de manutenção de 3% sobre o valor gerado, e sem considerar os impostos (ICMS, PIS/COFINS).....	37
Tabela 6 - Remuneração anual do sistema residencial com impostos ao longo de 15 anos considerando custo de manutenção de 3% sobre o valor gerado. ....	37
Tabela 7 - Remuneração do sistema comercial ao longo de 15 anos sem impostos e considerando taxa de manutenção de 3% ao ano .....	40



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

APAC	Pacífico Asiático
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEM	Balanço Energético Nacional
CAE	Computer Aided Engineering
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
EOL	Central Geradora Eolielétrica
GW	Gigawatt ( $10^9\text{W}$ )
IEA	<i>International Energy Agency</i>
kW	kilowatt ( $10^3\text{W}$ )
MEA	Oriente Médio e África
MW	Megawatt ( $10^6\text{W}$ )
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
RoW	Resto do Mundo
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia
UTE	Usina Termelétrica de Energia
UTN	Usina Termonuclear

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
3.1 CENÁRIO ENERGÉTICO ATUAL .....	14
3.2 ENERGIA SOLAR .....	15
3.3 PRODUÇÃO E DEMANDA ENERGÉTICA – FONTES DE ENERGIAS ALTERNATIVAS .....	16
3.4 SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	19
3.4.1 Painel Solar Composto por Células Monocristalinas .....	20
3.4.2 Painel Solar Composto por Células Policristalinas .....	20
3.4.3 Painel Solar Composto por Células de Silício Amorfo .....	21
3.4.4. Tecnologia do Concentrador Fotovoltaico .....	21
3.5 PROGRAMAS DE TARIFAÇÃO E DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR .....	21
3.5.1. Tarifação <i>Net Metering</i> .....	22
3.5.2 Mecanismo <i>Feed in Tariff</i> (FIT) .....	22
3.5.3 Sistema de Compensação Brasileiro .....	23
3.6 ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA .....	24
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	25
4.1 INCIDÊNCIA DE RADIAÇÃO SOLAR E DEFINIÇÃO DO CENÁRIO EM DISCUSSÃO .....	25
4.2 CÁLCULO DA QUANTIDADE DE ENERGIA SOLAR GERADA .....	26
4.3 DEFINIÇÃO DOS CONCEITOS APLICADOS NA ANÁLISE FINANCEIRA .....	27
4.3.1 Custo .....	27
4.3.2 <i>Payback</i> .....	28
4.3.3 Ponto de Equilíbrio .....	28
4.3.4 Fluxo de Caixa .....	29
4.3.5 Valor Presente Líquido (VPL) .....	29
4.3.6 Taxa Interna de Retorno .....	30
4.3.7 Taxa Mínima de Atratividade (TMA) .....	30
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
5.1 INCIDÊNCIA DE RADIAÇÃO SOLAR .....	31
5.2 AVALIAÇÃO E SIMULAÇÃO FINANCEIRA .....	33
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	44
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

Descoberto por Wiloughby Smith em 1873, o efeito fotovoltaico ganhou destaque após 1923, ano em que Albert Einstein ganhou seu primeiro prêmio Nobel com a explanação da geração energética a partir da luz solar. Em 1954 a primeira célula de silício entrou em produção em Nova Jérsei – Estados Unidos, garantindo energia elétrica para as primeiras estações espaciais, porém a regulamentação política a respeito da energia solar, se deu apenas quase um século depois, na década de 1980 em Israel.

Com o agravamento da crise hídrica no Brasil, a matriz energética nacional, que depende de mais de 70% de fontes hidráulicas passa por um colapso, visto que todos os reservatórios operam abaixo da margem de segurança; entretanto o consumo tem sido inversamente proporcional devido a ondas de calor e a acessibilidade dos cidadãos aos aparelhos eletrodomésticos, principalmente ar condicionados.

A diminuição da produção de energia elétrica pelas de fontes hídricas fez com que as distribuidoras recorressem a termoelétricas capazes de gerar energia por meio de fontes não renováveis. Dentre essas fontes de energia utilizadas pelas termoelétricas estão o carvão mineral e petróleo, entretanto desta forma a energia tem se tornando muito mais cara e poluidora, fazendo com que o reajuste chegue ao consumidor final, vindo a crescer substancialmente em poucos anos.

No cenário atual, 80 % da matriz energética mundial é derivada de carvão, petróleo e gás natural, combustíveis fósseis que quando queimados geram poluentes atmosféricos nocivos à camada de ozônio, contribui assim para o aquecimento global. Em pleno desenvolvimento, todo o setor industrial mundial tem aumentado a dependência por equipamentos elétricos, porém, esta necessidade não é suprida pelo setor de geração de energia e distribuição, gerando assim, grandes problemas, como queda de produtividade e competitividade.

As vantagens da adoção de um sistema de energia fotovoltaico vão além de diminuir a demanda de eletricidade das distribuidoras, visto que em muitos casos os usuários deste sistema além de suprirem o próprio consumo estão contribuindo com a geração distribuída, minimizam drasticamente a geração de gases poluentes com

o dióxido de carbono, responsáveis pelo aquecimento global, amenizando a necessidade de investimentos em construções de usinas; diminuindo o risco de falta de energia; dentre outras vantagens que abordaremos no decorrer do trabalho.(VILLALVA, 2012).

Caracterizada por ser uma fonte de energia inesgotável, abundante, limpa e segura, a energia solar captada a partir de sistemas fotovoltaicos é tida como uma das alternativas interessante nos próximos anos para suprir a demanda energética sem recorrer a outras fontes não renováveis.

Tendo esta necessidade em vista, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criou como incentivo a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, que estabeleceu as condições gerais para o acesso de micro e mini geração distribuída através da rede de energia elétrica, e criou o sistema de compensação de energia elétrica correspondente, o qual possibilita a qualquer pessoa produzir e distribuir a eletricidade derivada de fontes renováveis, podendo adotar regimes de compensação onde o excedente é despendido em uma rede de baixa tensão e gerando crédito de consumo futuro para a unidade geradora.

Com foco em facilitar o entendimento bem como a viabilidade da instalação de um sistema fotovoltaico interligado à rede de distribuição, este trabalho visa com pesquisa e simulação, auxiliar aos interessados na implantação deste sistema.

A escolha deste tema foi inspirada pelo atual cenário energético nacional, que vem enfrentando dificuldades tanto pelo aumento do consumo quanto pela diminuição das fontes geradoras; esta geração demonstra que a matriz energética nacional é suscetível ao esgotamento dos recursos naturais ou até mesmo da diminuição da oferta de matéria prima para a produção de energia, no caso das sucroalcooleiras ou usinas de biodiesel.

## **2 OBJETIVOS**

Abordar a atual situação dos sistemas fotovoltaicos de geração de energia no Brasil, bem como a viabilidade da implementação de sistemas fotovoltaicos,

verificando a eficiência deste sistema e os respectivos resultados na minimização dos custos com energia elétrica.

## 2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a viabilidade econômica de implantação e regulamentação de um sistema de energia elétrica fotovoltaica.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analisar economicamente a viabilidade da adoção de um sistema de energia fotovoltaico;
- b) Planejar os processos de implantação deste sistema em um projeto;
- c) Determinar o melhor benefício financeiro no dimensionamento de um sistema fotovoltaico integrado à rede de distribuição.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 CENÁRIO ENERGÉTICO ATUAL

As fontes de energia renováveis podem ser consideradas como infinitas se considerado o padrão humano de necessidade de consumo, sendo assim não há explicação para o contínuo uso de fontes não renováveis (PALZ, 1981). A principal fonte de energia renovável do nosso planeta é o sol, anualmente a superfície terrestre recebe energia solar necessária para suprir milhares de vezes a real demanda (McVEIGH, 1977).

Se considerar todas as fontes energéticas, tanto as convencionais como as renováveis, a que mais tem possibilidade de crescimento e tem recebido maior destaque é a energia fotovoltaica, sendo esta adequada para qualquer região do planeta, pois seu potencial é derivado do sol e abrange totalmente a superfície terrestre até mesmo os locais mais remotos, além de ser extremamente abundante e limpa (PALZ, 1995).

O sistema de produção de energia fotovoltaica é caracterizado por captar a luz solar e produzir corrente elétrica (COMETTA, 1992). Dentre as vantagens deste sistema têm-se a modularidade, a baixa manutenção, baixo impacto ambiental e facilidade de integração com as construções, podendo assim ser produzida em centros urbanos de qualquer cidade do mundo, viabilizando a distribuição através das redes de baixa tensão (VILLALVA, 2012).

O fornecimento de energia elétrica por geradores que não pertencem as distribuidoras de energia, também conhecidos como geradores descentralizados, fornecem energia para as unidades consumidoras próximas e caracterizam a geração distribuída de energia (VILLALVA, 2012).

Os estímulos à geração distribuída (geralmente localizada próxima aos centros de carga) justificam-se pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico, como a postergação de investimentos em expansão nos sistemas de distribuição e transmissão, o baixo impacto ambiental, a

redução no carregamento das redes, a redução de perdas e a diversificação da matriz energética, entre outros (ANEEL, 2015).

Segundo a ANEEL, micro geração é definida por potências instaladas inferiores a 100 kW, mini geração é definida sobre potência instaladas entre 100 kW e 1 MW e usinas de eletricidade com potência acima de 1 MW.

Em diversos países desenvolvidos, um deles a Alemanha, onde as unidades consumidoras que adotam os incentivos do governo para contribuir no sistema de geração distribuída, ao contrário do Brasil, são estimuladas a produzir mais energia do que consomem, e como recompensa podem vender este excedente com o mesmo valor que a concessionária cobra por kW usado, tornando assim este modelo mais atraente e sustentável. (MONTROYA, 2013)

Se estes sistemas de geração distribuída de energia elétrica no Brasil, tivessem maiores estímulos e fossem adotados em larga escala, os investimentos em infraestruturas de geração de energia através de fontes convencionais bem como a distribuição seriam minimizados, auxiliando assim na diminuição do custo do Quilowatt para a sociedade em geral (VILLALVA, 2012).

Se fossem adotadas micro usinas fotovoltaicas em todas as residências e prédios das maiores cidades brasileiras, para diminuir a dependência do sistema convencional de distribuição, o crescimento da demanda energética sustentável, pois ajudaria diretamente no consumo industrial, maior fornecedor de postos de trabalho hoje no Brasil, visto que durante o dia, quando é possível produzir energia elétrica através do sol, é justamente o período em que o consumo residencial é menor e as indústrias demandam mais energia (VILLALVA, 2012).

A energia solar possui algumas vantagens em relação a outras formas disponíveis quanto ao aproveitamento. As principais são: a não produção de poluentes químicos e nem poluição térmica; a disponibilidade em grande escala (na extensão da superfície terrestre) e a simplicidade de implantação (mesmo em regiões de difícil acesso) (ADIR, 1985).

### 3.2 ENERGIA SOLAR

A energia solar é a fonte de energia mais antiga disponível na terra, sendo uma fonte não poluente e praticamente inesgotável (ADIR, 1985). A energia solar fotovoltaica é obtida pela conversão direta da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico), sendo a célula fotovoltaica um dispositivo fabricado com material semicondutor, a unidade fundamental desse processo (GTES, 2014).

A radiação solar direta está associada aos raios recebidos inteiramente do sol, e pode ser medida a um plano perpendicular aos raios do sol. Por sua vez, a radiação difusa atinge toda a superfície passando por refrações pela atmosfera sendo uniforme e sem direção definida, podendo ainda ser refletida pelo terreno (McVEIGH, 1977).

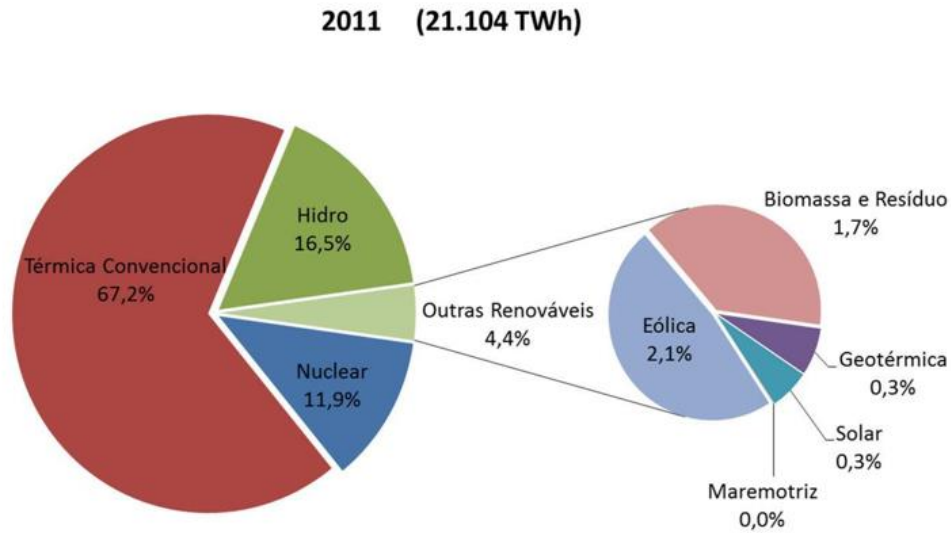
Devido à inclinação dos raios solar, a energia solar é amplamente disponível para os países tropicais do mundo, sendo o Brasil o país com maior extensão dentre os países tropicais, possuindo desta forma, maior disponibilidade de energia solar (ADIR, 1985).

Dentre os fatores que interferem na produção de energia por aproveitamento da radiação solar, estão as condições atmosféricas como a nebulosidade e a disponibilidade de radiação solar, se tem também a latitude local e do tempo (hora do dia e dia do ano). Acrescentando ainda fatores como a “inclinação do eixo imaginário em torno do qual a Terra gira diariamente (movimento de rotação) e a trajetória elíptica que a Terra descreve ao redor do Sol (translação ou revolução)” (ANEEL, 2014).

### 3.3 PRODUÇÃO E DEMANDA ENERGÉTICA – FONTES DE ENERGIAS ALTERNATIVAS

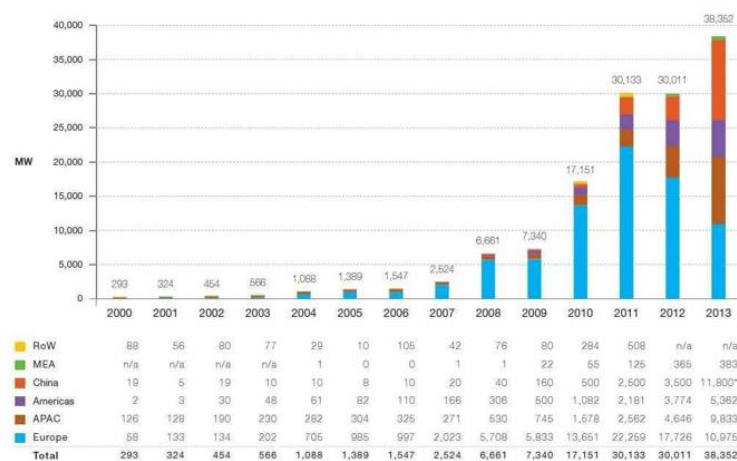
Segundo a *US Energy Information Administration* (IEA, 2014), mais de 60% do investimento global em energia entre 2014 e 2035 será em energias renováveis, 30% em fontes fósseis e 10% em fontes nucleares. Dentre as energias renováveis a do vento corresponde sua maioria em 34%, seguida da água em 26% e por painéis fotovoltaicos com 22%.





**Figura 1 - Distribuição das fontes de energia mundiais**  
**Fonte: US Energy Information Administration (2014)**

O mercado global de energia fotovoltaica alcançou em 2013 o recorde de 38 GW instalado, superando a marca estável de 30 GW que vinha por dois anos (Figura 2). Esse crescimento se deve ao rápido desenvolvimento e aumento de participação no mercado pela Ásia, ao considerar a instalação da China de 1,1 GW em 2013 a capacidade mundial instalada chega a 40 GW (EPIA, 2014).



**Figura 2 - Evolução da capacidade fotovoltaica instalada no período de 2000 a 2013**  
**Fonte: EPIA (2014)**

O cenário atual contribui para a expansão na geração de energias renováveis em mais de 7000 TWH entre 2011 e 2035. Isso equivale a um terço da atual geração de energia mundial e metade da projeção total do aumento em geração de energia para 2035, com a participação mundial de renováveis passando dos 20% de 2011 para 31% em 2035, tendo rápida expansão as energias provenientes do vento e solar com participação de 19% da capacidade energética instalada (IEA, 2013).

Na última década, a participação do setor de painéis solares mostrou uma expansão de 50% ao ano chegando a 29,4 GW em 2013, representando um crescimento total de 15% em capacidade de geração de energia mundial (IEA, 2013). No Brasil a principal fonte de geração de energia elétrica é a hidráulica, seguida da térmica, sendo as fontes renováveis, com crescimento no uso como a biomassa, e a dos ventos. Além disso, há perspectivas de expansão da energia solar fotovoltaica, que representou apenas 0.01% do total com aproximadamente 15000 kW de potência (ANEEL, 2015).

Em 2013, a capacidade total instalada de geração de energia elétrica do Brasil (centrais de serviço público e autoprodutoras) alcançou 126.743 MW, acréscimo de aproximadamente 5,8 GW. Já o consumo, pelo setor residencial apresentou crescimento de 6,2%, o setor industrial registrou uma alta de 0,2% em relação ao ano anterior, os demais setores – público, agropecuário, comercial e transportes – quando analisados em bloco apresentaram variação positiva de 4,8% em relação ao ano anterior também, totalizando o setor energético cresceu 12,6% (BEN, 2014).

O território brasileiro possui irradiação solar em qualquer região muito superior a outros países que já aproveitam este recurso, sendo esta radiação praticamente constante ao longo da sua extensão geográfica, com a região nordeste apresentando uma maior incidência (PEREIRA, 2012).

Para o aproveitamento desta fonte energética e de forma a acompanhar a tendência mundial a ANEEL por meio da Resolução Normativa número 482 de Abril de 2012, permite que os sistemas de micro e mini geração de energia elétrica oriundos de fontes renováveis sejam conectadas a rede de baixa tensão, fazendo que qualquer cidadão ou empreendedor possa usufruir o sistema de compensação que permite a exportação de energia.

Dentre as dificuldades encontradas para a expansão desta forma de aproveitamento de recurso e produção de energia, está o alto custo dos painéis utilizados para captação da radiação solar. Representando um grande desafio para as indústrias e um empecilho para a difusão do sistema fotovoltaico em larga escala (GTES, 2014).

### 3.4 SISTEMA FOTOVOLTAICO

A energia fotovoltaica é a conversão direta da luz em eletricidade, em nível atômico. Alguns materiais exibem uma propriedade conhecida como o efeito fotoelétrico, que faz com que eles absorvem fótons de luz e liberam elétrons. Quando estes elétrons livres são capturados, é gerada uma corrente elétrica que pode ser utilizada como energia (GREENPRO, 2004).

O efeito fotoelétrico foi observado pela primeira vez pelo físico francês, Edmund Becquerel, em 1839, que descobriu que certos materiais produziam pequenas quantidades de corrente elétrica quando expostos à luz. Em 1905, Albert Einstein descreveu a natureza da luz e o efeito fotoelétrico, no qual a tecnologia fotovoltaica se baseia (CRESESB, 2006)

A célula fotovoltaica é o dispositivo básico do sistema fotovoltaico. Pelo fato de que uma célula sozinha produz pouca eletricidade, são necessárias várias delas agrupadas para produção dos painéis, placas ou módulos, sendo que esses termos tem o mesmo significado e são usados indistintamente na literatura para descrever um empacotamento de células montadas sobre uma estrutura rígida e conectada eletricamente. Normalmente as células são conectadas em série para produzir tensões maiores (GTES, 2014).

Um conjunto de células associadas em paralelo forma um painel fotovoltaico, e juntamente com outros dispositivos como conversores e inversores constituem um sistema fotovoltaico de geração de energia elétrica.

A confiabilidade desse sistema é uma das características mais importantes, pois não apresenta partes móveis e apresenta baixo nível de complexidade (NASCIMENTO, 2004).

O sistema no geral é normalmente composto em três partes: bloco gerador (módulos), bloco de condicionamento de potência (subsistema de conversão) e opcionalmente o bloco de armazenamento, sendo as baterias no caso para sistemas isolados (off-grid), mas hoje em dia grande parte dos sistemas se utiliza da possibilidade de conexão à rede elétrica (on-grid), principalmente após o sistema de compensação de 2012 (GTES, 2014).

No sistema solar fotovoltaico, a transformação da radiação solar em eletricidade é direta, para tanto, é necessário um material semicondutor (geralmente o silício), na medida em que é estimulado pela radiação, permite o fluxo eletrônico (partículas positivas e negativas) (CRUZ, 2012).

#### 3.4.1 Painel Solar Composto por Células Monocristalinas

Estes tipos de células representam a primeira geração. O seu rendimento elétrico é relativamente elevado (aproximadamente 16%, podendo subir até cerca de 23% em laboratório), mas as técnicas utilizadas na sua produção são complexas e caras, por necessitar de grande quantidade de energia no seu fabrico, devido à exigência de utilizar materiais em estado muito puro e com uma estrutura de cristal perfeita (VILLALVA, 2012)

#### 3.4.2 Painel Solar Composto por Células Policristalinas

Produzido a partir de blocos de silício, sendo obtidos por fusão do silício puro em moldes especiais. Após o silício esfriar lentamente e solidificam-se, os átomos não se organizam em um único cristal formando assim uma estrutura policristalina, com superfícies de separação entre os vários cristais. Sua eficiência na conversão de luz solar em eletricidade é ligeiramente menor do que nas de silício monocristalino (NASCIMENTO, 2004).

Segundo o Portal Energia (PE) as células policristalinas têm um custo de produção inferior por necessitarem de menos energia no seu fabrico, mas apresentam um rendimento elétrico inferior (entre 11% e 13%, obtendo-se até 18% em laboratório). Esta redução de rendimento é causada pela imperfeição do cristal, devido ao sistema de fabrico.

#### 3.4.3 Painel Solar Composto por Células de Silício Amorfo

As células de silício amorfo são as que apresentam o custo mais reduzido, mas em contrapartida o seu rendimento elétrico é também o menor (aproximadamente 8% a 10%, ou 13% em laboratório). Tais células são películas muito finas, o que permite serem utilizadas como material de construção, tirando ainda o proveito energético (PORTAL ENERGIA, 2015).

#### 3.4.4. Tecnologia do Concentrador Fotovoltaico

Os módulos que utilizam esta tecnologia alcançam eficiência em torno de 32,8%, sendo quase o dobro de painéis fotovoltaicos convencionais. Esta alta eficiência resulta em menos módulos a serem instalados, reduzindo o gasto com estrutura, diminuindo assim o custo geral do projeto. O *Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems* é uma cooperação entre França-Alemanha e obteve em dezembro de 2014 o recorde mundial em eficiência, alcançando o valor de 46% (SOITEC, 2015).

### 3.5 PROGRAMAS DE TARIFAÇÃO E DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR

### 3.5.1. Tarifação *Net Metering*

A tarifação *net metering*, é um sistema de medição adotado em alguns países que já utilizam os sistemas fotovoltaicos residenciais conectados à rede de distribuição, caracterizado por possuir um medidor eletrônico que registra a diferença entre a energia consumida da rede e a gerada pelo sistema fotovoltaico, sendo essa diferença paga pelo consumidor, quando o consumo é superior a geração. Como o sistema fotovoltaico gera mais energia durante o dia, acaba por gerar créditos de energia que podem ser utilizados durante a noite quando não há sol, assim a rede elétrica funciona como uma bateria que armazena energia gerada (VILLALVA, 2012).

Segundo a *Solar Energy Industries Association* (SEIA) o sistema *net metering* permite que consumidores residenciais e comerciais que geram sua própria eletricidade através dos painéis solares alimentem a rede de distribuição com a energia não utilizada. Como exemplo apresenta-se uma residência com o sistema fotovoltaico no telhado, que produz mais eletricidade do que o consumidor usa durante as horas de sol, assim ela pode injetar energia na rede e gerar um crédito, desta maneira, o medidor registra a geração e o consumo, já durante a noite ou outros períodos em que a utilização de eletricidade da casa exceda a saída do sistema, atualizando assim o crédito gerado.

### 3.5.2 Mecanismo *Feed in Tariff* (FIT)

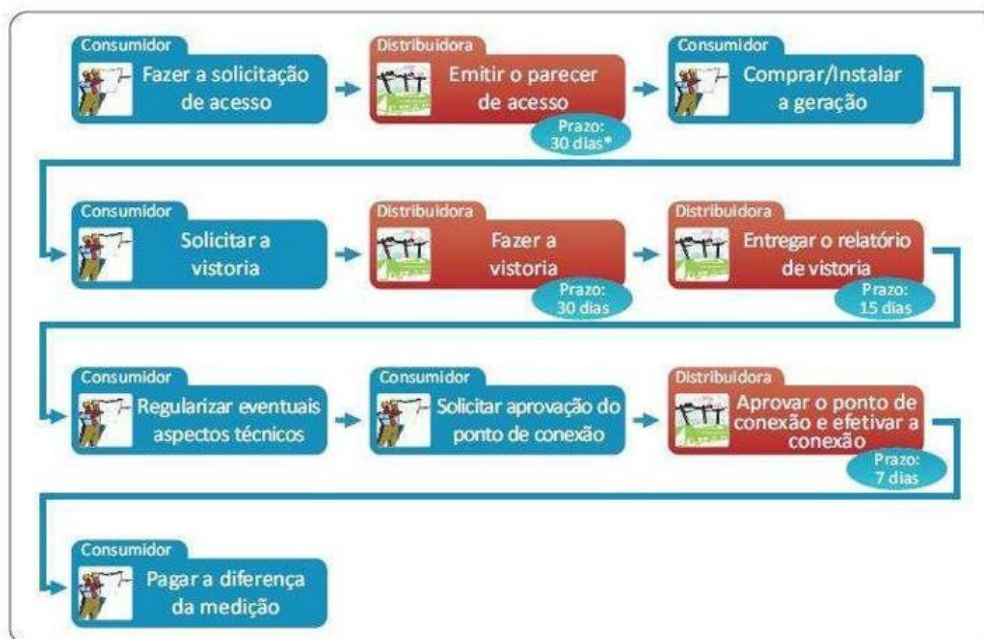
Este sistema foi criado na Europa para incentivar o uso de energias renováveis, semelhante ao sistema *net metering*, porém o consumidor recebe um pagamento pela energia gerada pelo sistema fotovoltaico excedente para a rede, o mesmo é maior que o valor pago pela energia recebida da rede, por isso o sistema fotovoltaico é muito vantajoso e viável. Este sistema foi aperfeiçoado em alguns países, chegando a pagar por toda a energia gerada por fontes alternativas e não somente o excedente, tornando o sistema ainda mais rentável (VILLALVA, 2012).

Tarifas FIT são as partes de eletricidade que algumas pessoas chamam de Energia Limpa, um esquema que paga as pessoas para a criação de sua própria "eletricidade verde". De acordo com o *World Future Council* (WFC) a legislação coloca uma obrigação legal em empresas de serviços públicos a comprar eletricidade a partir de produtores de energia renováveis a um valor prêmio, geralmente ao longo de um período garantido. Essa medida garante a instalação de sistemas de energia renovável viável e um investimento seguro para o produtor.

### 3.5.3 Sistema de Compensação Brasileiro

No Brasil o sistema de composição segue os moldes do *net metering* com medidores eletrônicos, com capacidade de medir o fluxo de energia nos dois sentidos. O consumidor que deseja adotar o sistema de compensação deve atender às exigências da concessionária, após todo o processo de instalação e com o sistema em funcionamento, o consumidor recebe na conta de eletricidade a energia consumida e gerada, pagando somente a diferença, vale ressaltar que caso a geração seja maior que a energia consumida é gerada um crédito que pode ser utilizado por um prazo de 36 meses. O proprietário não recebe pelo excedente, caso não utilize durante o período, o proprietário não recebe um pagamento pela energia (VILLALVA, 2012).

Na Figura 3 as etapas e prazos do procedimento de acesso que devem ser seguidos pelo consumidor brasileiro e pela distribuidora.



**Figura 3 - Etapas e prazos dos procedimentos de acesso**  
**Fonte: Palmas Energia Solar (2015)**

### 3.6 ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA

A palavra administração tem sua origem do latim, e significa subordinação e aquele que presta um serviço. A administração tem como uma das principais tarefas, a definição dos objetivos da empresa, e transformar em ação empresarial, ou seja, essa ação é feita pelo planejamento, organização, direção e controle, a fim de alcançar seus objetivos de uma forma eficiente, devendo ser implantado em todas as áreas e níveis da empresa (CHIAVENATO, 2011).

A função da administração financeira abrange de forma geral duas áreas: gerência financeira e controladoria. Em geral os administradores financeiros devem gerir os assuntos financeiros de qualquer tipo de empresa, sendo amplo e tomando decisões fundamentais como: decisão de investimento, decisão de financiamento e decisão de resultados (LEMES et al., 2010).

A administração financeira procura responder três questões essenciais: quais investimentos de longo prazo fazer; onde conseguirá os financiamentos para viabilizar esses investimentos e como obterá os objetivos que atendam às



exigências dos acionistas (LEMES et al., 2010). Podendo estas se restringir a um ramo específico ou abranger vários setores, sempre contribuindo para o sucesso dos negócios empresariais obtendo respostas adequadas a tais questões. A análise marginal custo-benefício é o principal princípio econômico, o qual decisões financeiras devem ser tomadas e atos devem ser praticados somente quando os benefícios somados superam os custos adicionais (GITMAN, 2010).

A utilização de conceitos administrativos e de análise financeira se tornam úteis ferramentas para avaliação da viabilidade de instalação e custeio de implantação de sistemas alternativos de energia, uma vez que avaliam se a mobilização financeira se reverterá em benefícios, bem como o prazo necessário para que haja o retorno financeiro. Sendo a sua confiabilidade relacionada com o detalhamento de todas as informações necessárias para as conclusões e decisões.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Os procedimentos técnicos empregados neste trabalho foram de caráter exploratório, baseados em estudos de casos, que proporcionaram um amplo e detalhado conhecimento sobre o assunto em questão.

Após o levantamento de dados pelos estudos de casos, foi realizada a pesquisa quantitativa, que transformou os dados coletados através de fórmulas financeiras, que então foram discutidos e a análise de viabilidade finalizada (SILVA & MENEZES, 2005).

### **4.1 INCIDÊNCIA DE RADIAÇÃO SOLAR E DEFINIÇÃO DO CENÁRIO EM DISCUSSÃO**

A coleta de dados da radiação solar foi utilizada do município de Foz do Iguaçu da região oeste do Paraná (Latitude: 25°32'52"S/ Longitude: 54° 35' 17" W), através do *software* Radiasol 2 para a determinação da irradiação ( $W.m^{-2}$ ), onde os

parâmetros fixados foram azimute igual a zero, latitude -25.55, longitude 54.57 e inclinação dos painéis fotovoltaicos de 38° graus.

Segundo o desenvolvedor, o *software* RADIASOL 2 utiliza internamente modelos matemáticos, e os cálculos são realizados através de rotinas que determinam o efeito da inclinação da superfície receptora e da anisotropia da radiação solar em suas componentes direta e difusa. O cálculo da intensidade de radiação solar em superfícies inclinadas é um procedimento trabalhoso devido ao elevado número de operações aritméticas envolvidas. Além de cálculos trigonométricos são necessários modelos de distribuição temporal e espacial da radiação solar (LABSOL, 2015).

Após a quantificação do potencial energético da radiação incidente na região, os dados foram utilizados na simulação, visando revelar a viabilidade do investimento nos sistemas de energia fotovoltaicos.

Foram definidos dois cenários distintos, um comercial, representado por uma estação de rádio, com consumo principal representado pelo transmissor de sinal, que fica ligado continuamente, sendo assim linear durante as 24 horas do dia, gerando um consumo médio de 12 MW/mês, onde o sistema representou um sexto do consumo total. Já o outro foi definido por uma residência com consumo médio de 750 kW/mês, foram considerados 50% do consumo durante o pico de insolação e os 50% restantes foram enviados a rede de transmissão, gerando crédito para consumo posterior.

Para Gil (2009), um estudo de caso, como o encontrado neste trabalho, tem por objetivo descrever detalhadamente o cenário em estudo, bem como definir hipóteses e teorias a respeito de um mesmo tema.

## 4.2 CÁLCULO DA QUANTIDADE DE ENERGIA SOLAR GERADA

O cálculo da quantidade de energia solar gerada por cada sistema foi definido pela Equação 1, considerando as mesmas placas para ambos os cenários de estudos, sendo a potência uma constante de (255 Wp). Desta maneira, foi possível estimar a geração de energia para os sistemas durante o período de estudo.

$$G = \sum_{T=0}^N . M . I_0 . P \quad (1)$$

Onde:

G = Quantidade de energia gerada

I = Incidência média de luz solar (kW.m-2/dia)

N= Número de dias do mês

P= Potência da placa (W)

M= Número de placas

### 4.3 DEFINIÇÃO DOS CONCEITOS APLICADOS NA ANÁLISE FINANCEIRA

Através das ferramentas de análise financeira, foi avaliada a viabilidade da instalação de sistemas fotovoltaicos nos cenários descritos no tópico anterior. A seguir serão definidos alguns conceitos aplicados para a avaliação dos dados e para os estudos de caso.

#### 4.3.1 Custo

Custo é um gasto relativo a bens ou serviços utilizados na produção de outros bens e serviços e a despesa é bem ou serviço consumido direto ou indiretamente para gerar receita (HOJI, 2009). Uma das formas mais fáceis de otimizar o lucro de um determinado projeto é minimizando os seus custos (GITMAN ,2010)

Existem diversas formas de se definir o custo, para que fique claro, é preciso entender separadamente as etapas de sua definição; Para Guimarães Neto (2012) o custo vai além dos gastos de fabricação, eles incluem a depreciação, despesas gerais do processo, e até mesmo investimentos, que são gastos necessários para agregar valor ao bem ou serviço. Para Scheir (2006), as despesas são valores

gastos com a manutenção de um negócio, ou seja, gastos com o objetivo de aumentar as vendas como despesas de marketing, assim gastos básicos como despesas de escritório e até mesmo com folha de pagamento. Já as perdas são consideradas gastos não programados que impactam negativamente no lucro do projeto, a exemplo de perda por acidentes de trabalho, incêndio, greves.

Os custos fixos são todos aqueles relacionados ao total produzido, aquele que não pode ser relacionado a apenas uma unidade de produto ou a apenas um serviço específico, é uma despesa conjunta que dificilmente é fracionada, por exemplo, o projeto de instalação. (VASCONCELLOS, 2009).

Por sua vez, custos variáveis são todos aqueles que tem em seu total afetado pelo volume, ou seja, são custos relacionados a fração unitária do produto o serviço, a exemplo dos painéis fotovoltaicos que tem sua manutenção variável conforme a idade e tamanho do sistema. (ORTEGA, 2006).

#### 4.3.2 *Payback*

O período de *payback* é o tempo necessário para a recuperação do investimento inicial, calculado a partir das entradas, no caso de anuidade o período de *payback* pode ser encontrado dividindo-se o investimento inicial pela entrada anual. A principal fragilidade do período de *payback* está no fato de que o período adequado de *payback* nada mais é que um número determinado de forma subjetiva. Outro ponto fraco desta técnica é não levar totalmente em conta o valor do dinheiro no tempo (GITMAN, 2010).

#### 4.3.3 Ponto de Equilíbrio

A análise do ponto de equilíbrio visa conhecer o volume monetário necessário para cobrir todos os custos e despesas e analisar o lucro, informando o volume de atividades necessárias para que o resultado operacional da empresa ou

projeto seja igual a zero, ou seja cubra todos os custos e despesas operacionais (NETO & LIMA, 2010).

#### 4.3.4 Fluxo de Caixa

Fluxo de caixa é a apreciação das contribuições monetárias (entradas e saídas de dinheiro) ao longo do tempo a uma caixa simbólica já constituída. Pode ser representado de forma analítica ou gráfica (HIRSCHFELD 2011).

Para elaboração do planejamento financeiro, uma das principais ferramentas disponível é o fluxo de caixa, o qual “serve como ponto de partida para a avaliação de uma empresa como uma demonstração dinâmica” (SCHVEITZER, 2009).

Com base nos fluxos de caixa, as organizações podem planejar o investimento de excedentes de caixa ou se prevenir no caso de carências. Além disso, ao elaborarem os fluxos de caixa, as organizações podem visualizar se o projeto de investimento é ou não viável (GITMAN, 2010).

#### 4.3.5 Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido (VPL) considera explicitamente o valor do dinheiro no tempo, sendo assim é considerado uma técnica sofisticada de orçamento de capital, todas as técnicas deste tipo descontam de alguma maneira o fluxo de caixa a uma taxa específica. Essa taxa de desconto, consiste no retorno mínimo que um projeto precisa proporcionar para manter o valor de mercado (GITMAN, 2010).

O VPL é encontrado subtraindo-se o investimento inicial de um projeto ( $FC_0$ ) do valor presente de suas entradas de caixa ( $FC_t$ ), descontadas à taxa e custo de capital ( $r$ ) (Equação 2).

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} - FC_0 \quad (2)$$

Na utilização do VPL, tanto as entradas como as saídas de caixa são medidas em termos de dinheiro presente. Na tomada de decisões VPL segue os critérios, caso for maior que \$ 0 (zero reais), o projeto poderá ser aceito, caso contrário será rejeitado. Assim o VPL maior que zero significa que o investimento poderá ser iniciado, pois valorizará o investimento ao longo do tempo, respeitando as premissas da análise marginal custo-benefício.

#### 4.3.6 Taxa Interna de Retorno

A taxa interna de retorno (TIR) de um fluxo de caixa é definida como a taxa para a qual o VPL do fluxo é nulo (CASAROTTO & KOPITTKKE, 2006).

A TIR talvez seja a técnica mais utilizada de orçamento de capital, consiste da taxa de desconto que iguala o VPL de uma oportunidade de investimento a \$ 0 (zero reais), então o valor presente das entradas de caixa se iguala ao investimento inicial. A TIR é a taxa composta de retorno anual que a empresa obterá, se aceitar o projeto e receber as entradas de caixa previstas. Sua aceitação ou rejeição depende de dois critérios: Caso seja maior do que o custo de capital, o projeto será aceito, caso seja menor do que o custo de capital, o projeto será rejeitado (GITMAN, 2010).

#### 4.3.7 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Na análise de uma proposta o investidor deve levar em consideração o fato de estar deixando de obter retornos pela aplicação do mesmo capital em outro investimento, sendo assim a proposta para ser atrativa deve render no mínimo a taxa de retorno de aplicações de baixo risco, no Brasil para pessoas físicas é comum a taxa mínima de atratividade (TMA) ser igual da caderneta de poupança ou aplicações que apresentam baixo risco e alta liquidez (CASAROTTO & KOPITTKKE, 2006).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 INCIDÊNCIA DE RADIAÇÃO SOLAR

A partir dos dados coletados e analisados, obteve-se a irradiação média para a região estudada (Tabela 1), nota-se a diferença entre a geração de energia com as placas inclinadas em 38° voltadas ao norte quando comparadas às placas instaladas na horizontal; tal diferença é devida a inclinação da terra em certas partes do ano; o ângulo de 38° indicado pelo software otimizou a faixa de incidência de luz sobre os painéis, influenciando diretamente na geração de energia.

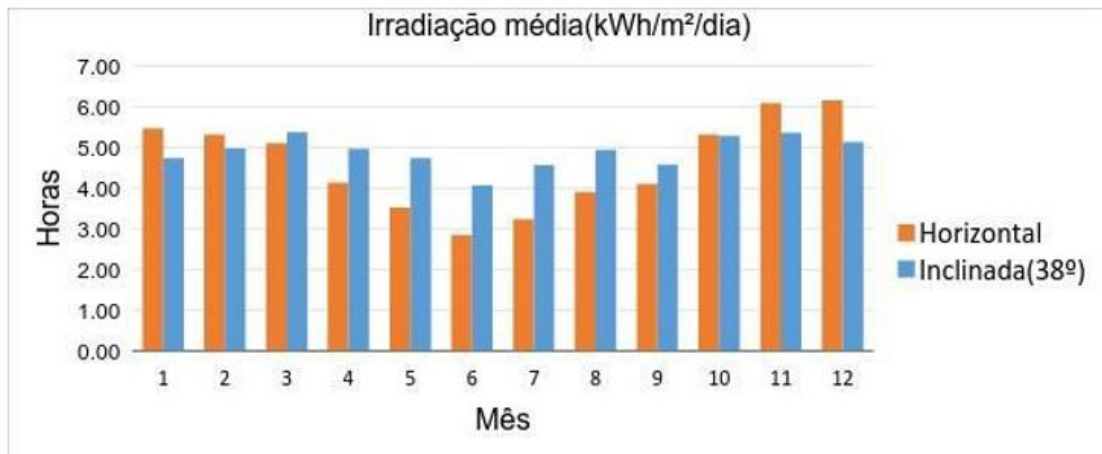
**Tabela 1 - Irradiação solar média registrada na região Oeste do Paraná**

Irradiação média (kWh.m <sup>-2</sup> /dia)		
Mês	Horizontal	Inclinada (38°)
1	5,46	4,74
2	5,32	4,97
3	5,1	5,37
4	4,13	4,96
5	3,52	4,74
6	2,85	4,06
7	3,24	4,57
8	3,91	4,94
9	4,1	4,58
10	5,32	5,28
11	6,09	5,36
12	6,16	5,13
<b>Média Mensal</b>	<b>4,62</b>	<b>4,95</b>

Fonte: Adaptado do software Radiasol 2 (2015)

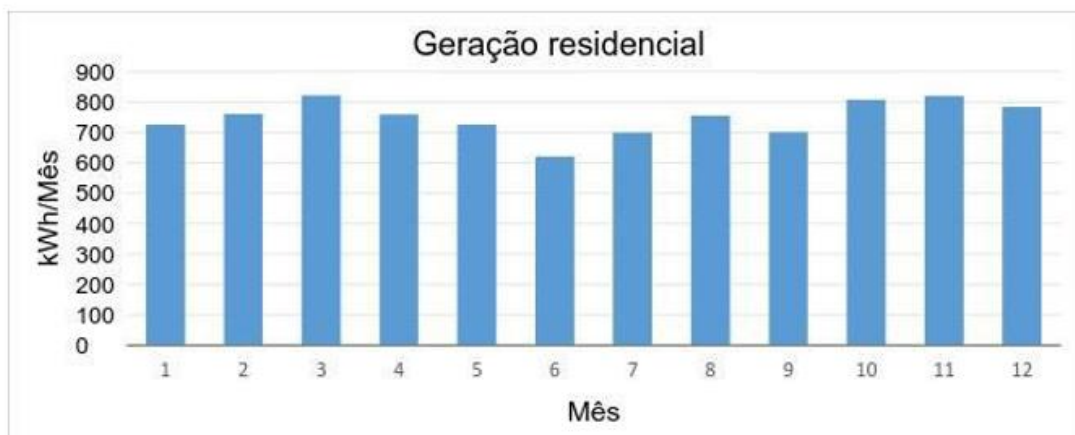
Foi possível verificar que nos meses de outubro à fevereiro, a incidência solar foi maior considerando a montagem horizontal, isto ocorre devido à proximidade da Terra com o Sol, havendo menos sombreamento neste período. Entretanto, nos demais meses quando a Terra se encontra mais longe do Sol, a incidência solar é menor, por isso, foi indicado a inclinação de 38° afim de minimizar o sombreamento, resultando em média/mês superior no sistema inclinado, outra

vantagem é a maior padronização na geração evitando déficit e picos como acontece no sistema horizontal entre o inverno e o verão (Figura 4).



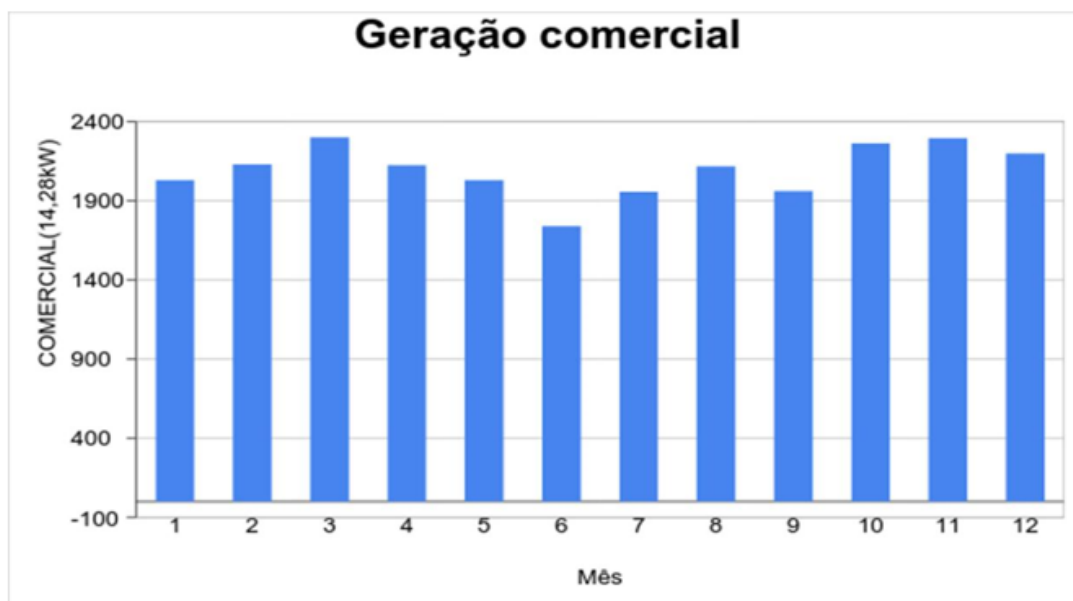
**Figura 4 - Irradiação solar média mensal.**  
Fonte: Dados da pesquisa.

A avaliação da incidência de radiação possibilitou definir os sistemas utilizados para os cenários residenciais (Figura 5), dimensionado para gerar 750 kWp por mês através de um sistema de 20 placas de 255 Wp; e comercial (Figura 6) representada por um sistema fotovoltaico comercial dimensionado para gerar aproximadamente 2 MW por mês através de um sistema com 56 placas de 255 Wp.



**Figura 5 - Energia gerada mensalmente**  
Fonte: Dados da pesquisa.





**Figura 6 - Energia gerada mensalmente.**  
**Fonte: Dados da pesquisa.**

## 5.2 AVALIAÇÃO E SIMULAÇÃO FINANCEIRA

Para aplicação nos cálculos de análise de simulação financeira, foi considerado que o consumidor residencial de 750 kW, encaixou-se na classe de tarifação b1 convencional, pela resolução ANEEL número 1897 de 16 de junho de 2015 a tarifa em R\$/kWh utilizada pela COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA é de 0,74592 (COPEL, 2015). No caso do consumidor comercial, a classe de tarifação estabelecida foi a comercial b3 com custo de 0,74592 R\$/kWh. Pelo fato de que o custo de energia elétrica vem sofrendo reajustes constantes e por se tratar de um trabalho com objetivo de estudar a viabilidade financeira de um sistema à longo prazo, foi imprescindível a estimação do valor futuro da tarifa energética, para isso foram considerados alguns fatores, afim de dar confiabilidade ao estudo.

Segundo a ANEEL (2015) O mecanismo de reajuste tarifário anual tem como objetivo restabelecer o poder de compra com a receita obtida por meio das tarifas praticadas pela concessionária, o reajuste anual é calculado mediante a aplicação do Índice de Reajuste Tarifário (IRT) sobre as tarifas homologadas na data de

referência anterior. A receita da concessionária de distribuição é composta por duas parcelas: a parcela A representada pelos custos não-gerenciáveis da empresa (encargos setoriais, encargos de transmissão e compra de energia para revenda), e a parcela B, que agrega os custos gerenciáveis (despesas com operação e manutenção, despesas de capital).

Segundo o PORTAL BRASIL (2015) o IGP-M quando foi concebido teve como princípio ser um indicador para balizar as correções de alguns títulos emitidos pelo Tesouro Nacional e Depósitos Bancários, posteriormente passou a ser o índice, e indexador de algumas tarifas como a energia elétrica.

Segundo o INSTITUTO ACENDE BRASIL (2015) a ANEEL já indicou que, haverá um aumento na remuneração do serviço de distribuição. Isto é, o custo médio ponderado de capital (WACC, na sigla em inglês) deverá ser entre 7,3% e 7,8% para novos projetos de transmissão de energia em leilões, atualmente, o WACC praticado é de 5,5%.

Na Tabela 2 obteve-se os reajustes das tarifas b1 residencial e b2 comercial da distribuidora Copel ao longo dos últimos 15 anos.

**Tabela 2 - Reajuste das tarifas de energia da concessionária Copel no período de 2000-2015**

<b>Distribuidora/Tarifa</b>	<b>Ano</b>	<b>Reajuste</b>
Copel b1 e b3	2015	15,32%
Copel b1 e b3	2015	36,79%
Copel b1 e b3	2014	24,86%
Copel b1 e b3	2013	9,55%
Copel b1 e b3	2013	-19,28%
Copel b1 e b3	2012	-0,65%
Copel b1 e b3	2011	2,99%
Copel b1 e b3	2010	2,46%
Copel b1 e b3	2009	12,98%
Copel b1 e b3	2008	0,04%
Copel b1 e b3	2008	-1,27%
Copel b1 e b3	2007	3,30%
Copel b1 e b3	2006	4,40%
Copel b1 e b3	2005	2,20%
Copel b1 e b3	2004	14,43%
Copel b1 e b3	2003	25,27%
Copel b1 e b3	2002	10,98%
Copel b1 e b3	2002	17,31%
Copel b1 e b3	2001	15,43%
Copel b1 e b3	2000	-1,41%
Copel b1 e b3	1999	7,37%
Copel b1 e b3	1999	11,01%
Copel b1 e b3	1999	12,65%

**Fonte: Copel (2015)**

A média de reajuste tarifário para o período abordado na Tabela 2 foi de 12,13% com a variação total de 194,08%. Considerando os indicadores de reajuste da tarifa energética no Brasil, bem como a média real de reajuste no estado do Paraná, seguindo o WWCC atual, foi estimado um valor de reajuste de 5,5 % ao ano.

Para o projeto de instalação dos sistemas residencial e comercial, é possível relacionar os seguintes custos, conforme as Tabelas 3 e 4.

Nas simulações utilizadas neste trabalho, foi fixado como custo de projeto e instalação do sistema residencial um valor de 4 mil reais, sendo 3 mil reais foram referentes ao projeto e o restante à instalação.

**Tabela 3 - Custos de instalação para um cenário residencial**

<b>Equipamento</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Modelo</b>	<b>Potência (kW)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo (R\$)</b>
Inversor	Fronius	IG Plus 50V-1	5.1	1	
Painel	Canadian	CSI CS6P-255P	5.1	20	
Kit Montagem		Thesan Inclinado		5	
Kit Cabos		60 M Prysmian		1	34.290,00
Quadro		Quadro de proteção			
Elétrico				1	
Conectores		MC4		20	
Projeto de instalação	Enerluz			1	4.000,00
<b>Total</b>					<b>38.290,00</b>

**Fonte: Os autores (2015), baseado em orçamento fornecido pela empresa Neosolar**

No sistema comercial este custo ficou em 10 mil reais, sendo 7 mil reais foram referentes ao projeto e o restante à instalação.

Tabela 4 - Custos de instalação para um cenário comercial

Equipamento	Fabricante	Modelo	Potência (kW)	Quantidade	Custo (R\$)
Inversor	Fronius	Symo 12.5-3-M	14,3	1	
Painel	Canadian	CSI CS6P-255P	14,3	56	
Kit Montagem		Thesan Inclinado		14	
Kit Cabos		60 M Prysmian		1	84.182,40
Quadro Elétrico		Quadro de proteção MC4		1	
Conectores				56	
Projeto de instalação	Enerluz			1	10.000,00
<b>Total</b>					<b>94.182,40</b>

Fonte: Os autores (2015), baseado em orçamento fornecido pela empresa Neosolar

Para ter uma visibilidade das entradas e saídas de capital, a Tabela 5 representa anualmente o retorno do sistema considerando o reajuste estimado da tarifa energética ao longo de um período de 15 anos.

Conforme a equação 1 (página 29), com base na irradiação e potência do sistema foi estimado a geração bruta de energia, porém visando aproximar de um sistema real a geração líquida de energia nas Tabelas 5 e 6, incluem as perdas de 18%.

**Tabela 5 - Remuneração anual do sistema residencial ao longo de 15 anos considerando custo de manutenção de 3% sobre o valor gerado, e sem considerar os impostos (ICMS, PIS/COFINS)**

Ano	Geração Líquida (R\$) *	Tarifa (R\$/kWh) **	Receita Bruta (R\$)	Manutenção (R\$)	Receita Líquida (R\$)
0	-	-	-	-	-38.290,00
1	7364,5	0,75	5.493,33	-164,8	5.328,53
2	7358,61	0,79	5.790,83	-173,72	5.617,10
3	7352,72	0,83	6.104,43	-183,13	5.921,30
4	7346,84	0,88	6.435,03	-193,05	6.241,98
5	7340,96	0,92	6.783,52	-203,51	6.580,02
6	7335,09	0,97	7.150,89	-214,53	6.936,36
7	7329,22	1,03	7.538,15	-226,14	7.312,01
8	7323,36	1,09	7.946,39	-238,39	7.708,00
9	7317,5	1,14	8.376,73	-251,3	8.125,43
10	7311,65	1,21	8.830,38	-264,91	8.565,47
11	7305,8	1,27	9.308,60	-279,26	9.029,34
12	7299,95	1,34	9.812,72	-294,38	9.518,34
13	7294,11	1,42	10.344,14	-310,32	10.033,81
14	7288,28	1,5	10.904,33	-327,13	10.577,20
15	7282,45	1,58	11.494,87	-344,85	11.150,02

\* Geração Líquida em kW considerando perdas de 18% e diminuição anual de eficiência de 0,8% ao ano

\*\* Reajuste de 5,5 % ao ano na tarifa (previsões IGPM)

**Fonte: os autores (2015)**

**Tabela 6 - Remuneração anual do sistema residencial com impostos ao longo de 15 anos considerando custo de manutenção de 3% sobre o valor gerado.**

Ano	Geração Líquida (R\$) *	Tarifa (R\$/kWh) **	Receita Bruta (R\$)	Manutenção (R\$)	Receita Líquida (R\$)
0	7364,5	-	-	-	-38.290,00
1	7358,61	0,7459	5.493,33	-164,8	4.394,71
2	7352,72	0,7869	5.790,83	-173,72	4.684,03
3	7346,84	0,8302	6.104,43	-183,13	4.988,98
4	7340,96	0,8759	6.435,03	-193,05	5.310,40
5	7335,09	0,9241	6.783,52	-203,51	5.649,18
6	7329,22	0,9749	7.150,89	-214,53	6.006,27
7	7323,36	1,0285	7.538,15	-226,14	6.382,66
8	7317,5	1,0851	7.946,39	-238,39	6.779,40
9	7311,65	1,1448	8.376,73	-251,3	7.197,57
10	7305,8	1,2077	8.830,38	-264,91	7.638,36
11	7299,95	1,2741	9.308,60	-279,26	8.102,97
12	7294,11	1,3442	9.812,72	-294,38	8.592,70
13	7288,28	1,4181	10.344,14	-310,32	9.108,92
14	7282,45	1,4961	10.904,33	-327,13	9.653,05
15	7364,5	1,5784	11.494,87	-344,85	10.226,61

\* Geração Líquida em kW considerando perdas de 18% e diminuição anual de eficiência de 0,8% ao ano

\*\* Reajuste de 5,5 % ao ano na tarifa (previsões IGPM)

**Fonte: os autores (2015)**

O *payback* é uma ferramenta financeira muito requisitada para análise de investimentos devido a sua facilidade de compreensão. Para o módulo residencial (Figuras 7 e 8), a rentabilidade do sistema sem imposto passaria a ocorrer no sexto ano, enquanto que no sistema considerando 50% de imposto o retorno passaria para o sétimo ano. Entretanto muitos profissionais da área financeira discordam que apenas com o *payback* é possível determinar se tal investimento é ou não rentável, pois o mesmo não considera o real valor do dinheiro no tempo, ou seja, ele não considera que a mesma quantia de dinheiro no presente terá valor financeiro reduzido no futuro.

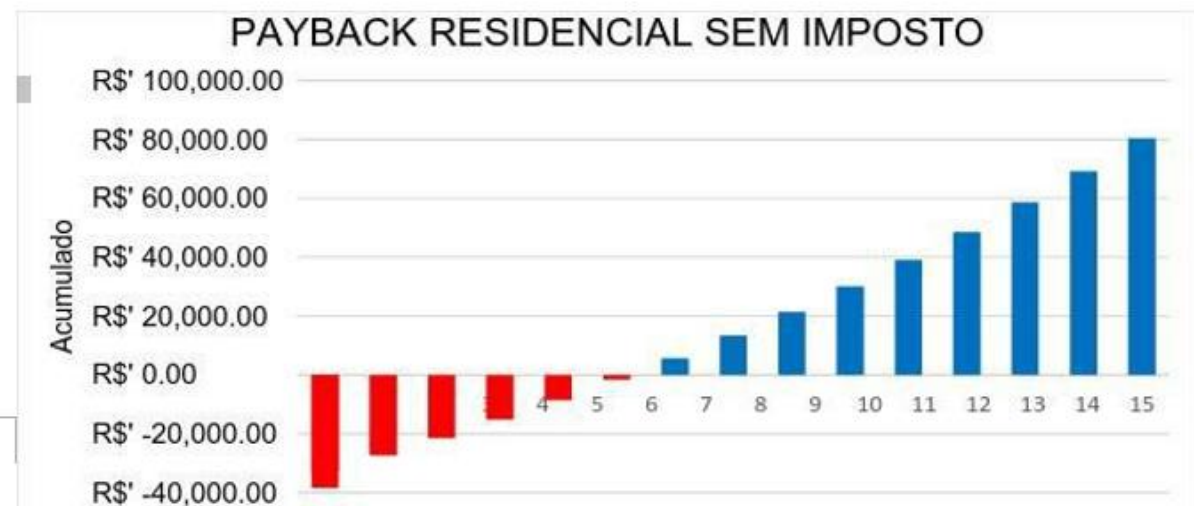
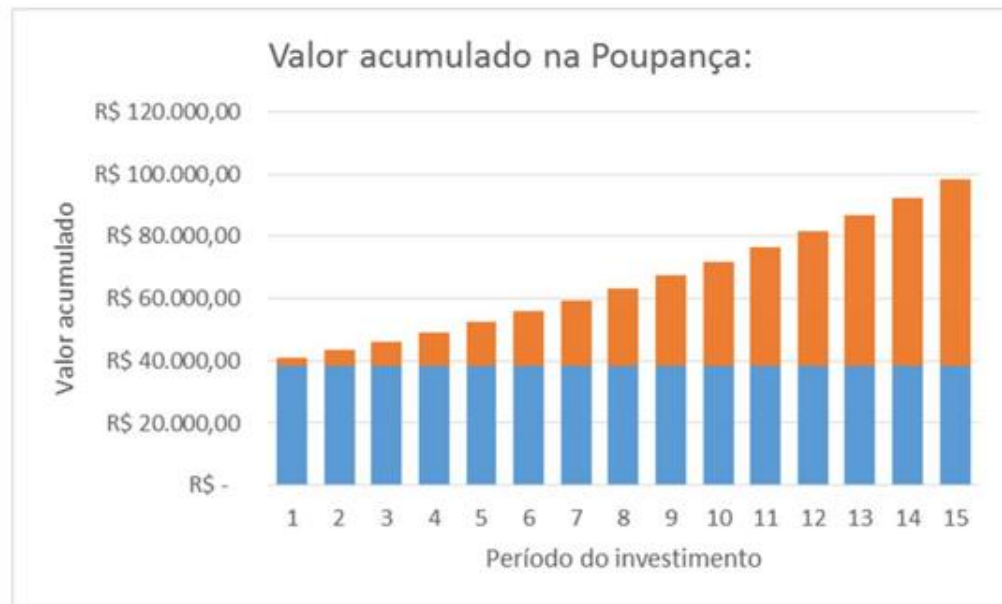


Figura 7 - *Payback* do sistema residencial sem considerar os impostos  
 Fonte: Os autores (2015)



**Figura 8 - Payback do sistema residencial considerando os impostos**  
**Fonte: os autores (2015)**

Para meios de comparação, se o valor de R\$ 38.290,00 fosse gasto para implementar o sistema fotovoltaico residencial e todas as despesas economizadas com tarifa de energia ao longo de igual período fossem acumuladas na caderneta de poupança o acúmulo de capital seria de R\$ 66.425,80 (Figura 9) já considerando o desconto dos gastos iniciais de implementação. Entretanto não é possível concluir a viabilidade financeira deste sistema sem avaliar os demais parâmetros de análise financeira, tais como TIR e VPL, os quais serão analisados separadamente.



**Figura 9 - Remuneração do valor de implantação do sistema fotovoltaico se investido na poupança ao longo de 15 anos considerando a taxa histórica de juros de 6.5% para este investimento**

Fonte: os autores (2015)

Quando o cenário comercial foi analisado, considerando que o consumo fosse uniforme ao longo do dia, o sistema fotovoltaico de 2 MW seria capaz de gerar energia para suprir todo o consumo do local em estudo sem injetar o excedente na rede, sendo assim, consideramos que não existe a incidência de impostos sobre o uso de créditos (Tabela 7).

**Tabela 7 - Remuneração do sistema comercial ao longo de 15 anos sem impostos e considerando taxa de manutenção de 3% ao ano**



Ano	Geração Líquida (R\$) *	Tarifa (R\$/kWh) **	Receita Bruta (R\$)	Manutenção (R\$)	Receita Líquida (R\$)
0	-	-	-	-	-94.182,40
1	20620,61	0,75	15.381,32	-461,44	14.919,88
2	20604,11	0,79	16.214,31	-486,43	15.727,88
3	20587,63	0,83	17.092,42	-512,77	16.579,64
4	20571,16	0,88	18.018,07	-540,54	17.477,53
5	20554,7	0,92	18.993,86	-569,82	18.424,04
6	20538,26	0,97	20.022,49	-600,67	19.421,82
7	20521,82	1,03	21.106,83	-633,2	20.473,62
8	20505,41	1,09	22.249,89	-667,5	21.582,39
9	20489	1,14	23.454,85	-703,65	22.751,21
10	20472,61	1,21	24.725,08	-741,75	23.983,32
11	20456,23	1,27	26.064,09	-781,92	25.282,16
12	20439,87	1,34	27.475,61	-824,27	26.651,35
13	20423,52	1,42	28.963,58	-868,91	28.094,68
14	20407,18	1,5	30.532,13	-915,96	29.616,17
15	20390,85	1,58	32.185,63	-965,57	31.220,06

\* Geração Líquida em kW considerando perdas de 18% e diminuição anual de eficiência de 0,8% ao ano

\*\* Reajuste de 5,5 % ao ano na tarifa (previsões IGPM)

Fonte: os autores (2015)

Através do gráfico de *payback* (Figura 10), é possível visualizar que o retorno de investimento do cenário comercial ocorreria entre o quinto e sexto ano devido a não incidência de impostos sobre a energia gerada pelo sistema fotovoltaico.

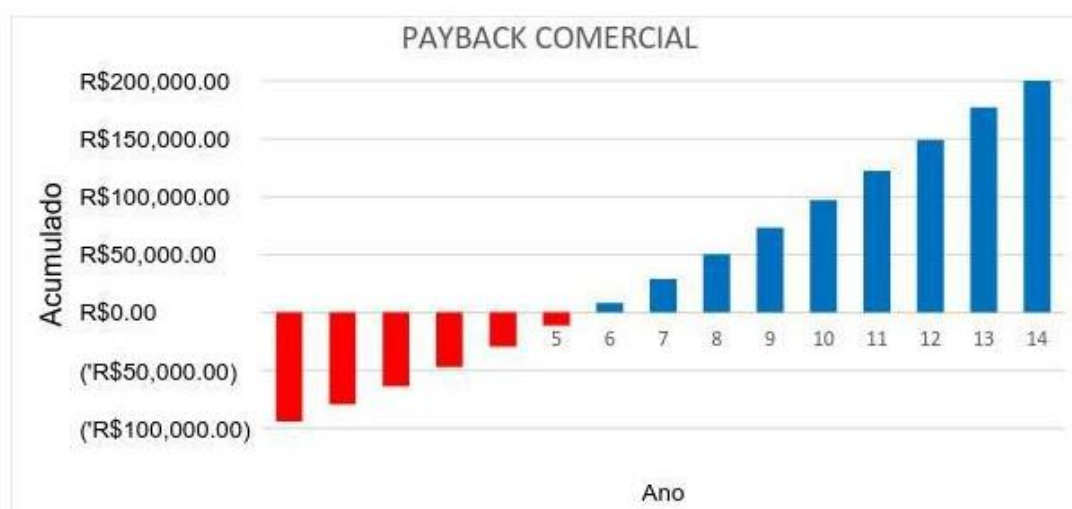


Figura 10 - Gráfico do *payback* para um sistema comercial sem impostos  
Fonte: os autores (2015)

Nos gráficos de *payback* (Figuras 8 e 10), o ponto de equilíbrio para o cenário residencial sem impostos ocorreu no início do sétimo ano, o mesmo sistema considerando os impostos sobre 50% do consumo alcançou o ponto de equilíbrio apenas no início do oitavo ano. O imposto sobre a energia excedente enviada a rede diminui a atratividade do investimento, haja visto que para o sistema se pagar, neste cenário, levaria aproximadamente um ano a mais. Por sua vez, o cenário comercial, considerando não haver impostos pelo consumo de créditos, o ponto de equilíbrio foi alcançado entre o sexto e sétimo ano, mostrando que quanto maior o sistema, menor o tempo de retorno, visto que os custos fixos se dissipam.

Resultados parecidos foram encontrados no estudo de MIRANDA (2014), o mesmo demonstrou que o sistema de maior produção alcançou o ponto de equilíbrio antes, demonstrando que quanto maior a capacidade instalada do sistema, menor o tempo para o sistema se tornar viável.

A partir dos dados obtidos para o fluxo de caixa, verifica-se que no início, a maior saída de capital corresponde ao investimento inicial e nos anos subsequentes, foram obtidas entradas de capital provenientes da economia das tarifas energéticas e periódicas saídas referentes a manutenção e impostos enquanto que o sistema comercial não apresentou as saídas periódicas referentes ao impostos (Figuras 11 e 12).



**Figura 11 - Fluxo de caixa para o sistema residencial com impostos e manutenção ao longo de 15 anos**  
**Fonte: os autores (2015)**



**Figura 12 - Fluxo de caixa para o sistema comercial com manutenção ao longo de 15 anos**

**Fonte: os autores**

Com o auxílio do *software* Excel (*Microsoft Corporation*, Redmond, Washington, EUA) foram calculadas, com base nos fluxos de caixa apresentados para cada cenário em estudo, as respectivas de Valor Presente Líquido (VPL), *Payback* e Taxa internas de retorno (TIR); afim de se obter uma simulação realmente viável, optamos por usar a taxa mínima de atratividade um pouco superior à da poupança, porém inferior ao rendimento de renda fixa, ficando então fixada em 8% ao ano para calcular a TIR.

Considerando primeiramente os dois cenários residenciais em estudo com uma taxa de atualização monetária de 8% sobre a dívida inicial, chegou-se a TIR de 16% para o sistema residencial sem impostos, o que significa que ao fim da vida útil do sistema além dele ter se pago integralmente, ainda seria possível obter um retorno deste capital investido na ordem de 16% ao ano. Considerando a mesma taxa de atualização monetária de 8%, o cenário residencial com impostos, após pagar-se ainda assim teria possibilidade de render 14% ao ano de lucro sobre o capital investido.

Para o sistema fotovoltaico do cenário comercial, o qual não seria considerado a incidência de impostos e teria uma produção maior de energia, o indicador TIR indicou que após o retorno do capital investido, o mesmo ainda teria potencial de render 19% ao ano de lucro.

Quanto ao Valor Presente Líquido (VPL) para o cenário Residencial sem impostos foi possível verificar um valor de R\$ 24.518,45, para o cenário Residencial

com imposto R\$ 16.561,11 e para o comercial R\$ 81.681,25. Para os 3 cenários obteve-se valor positivo, comprovando que haveria retorno do capital utilizado para o projeto.

## 6 CONCLUSÃO

Como foi constatado no decorrer do trabalho com auxílio das ferramentas de análise de viabilidade financeira, o cenário com maior custo-benefício foi o que considerou a instalação de um sistema fotovoltaico em um ambiente comercial, com o retorno esperado é de aproximadamente 19%, ou seja, cerca de 2,5 vezes mais rentável que a poupança para igual período, lembrando que neste cenário não houve a incidência de impostos. O cenário com menor rentabilidade foi o residencial considerando a incidência de impostos, onde o retorno esperado, ainda assim foi de 14%, aproximadamente o mesmo retorno do que o tesouro nacional. Apesar de ser um cenário menos rentável, ainda assim é possível verificar a viabilidade, pois o seu VPL foi positivo.

Os sistemas propostos para os cenários de estudo possuem potência suficiente para atender a demanda de inúmeros ambientes comerciais e residenciais de pequeno e médio porte, podendo assim o estudo vir a servir de referência para pessoas com real interesse de implantação, facilitando a compreensão do retorno financeiro deste investimento. Outro ponto que merece destaque é a possibilidade de adaptação deste sistema com as novas tecnologias de armazenagem de energia através de baterias de *Lithium Íon*, podendo tornar o consumidor independente da rede de transmissão, evitando taxas de distribuição e riscos de apagão.

Com tantas características positivas, é esperado que nos próximos anos estes sistemas passem a ser fabricados em larga escala no Brasil, assim mais viável a implantação devido aos custos de produção estarem cotados em moeda local. São imensuráveis os benefícios socioambientais da implantação em larga escala desta fonte de energia no Brasil, que além de poder livrar a matriz energética do uso de

termoelétricas que são fontes de energia caras e poluidoras, passará a gerar empregos ligados a fabricação, venda, instalação e manutenção destes sistemas.

Apesar do alto custo de implantação, as características positivas desse sistema acrescidas a viabilidade financeira demonstrada anteriormente, comprovam que para ser aplicado em larga escala, seria necessária uma linha de crédito específica com um longo prazo para que o dinheiro economizado com a tarifa energética fosse usado para pagar o sistema implantado, ou então uma espécie de leasing operacional, onde investidores fornecem o sistema a consumidores em troca de uma mensalidade pelo uso.

## REFERÊNCIAS

ADIR M., Luiz. **Como aproveitar a energia solar**. São Paulo: Edgard Blucher, 1985.  
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Energia Solar**: radiação solar.  
Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia\\_solar/3\\_2.htm](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia_solar/3_2.htm)>  
Acesso em: 07 abr. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Banco de Informações Gerenciais**: Capacidade de geração no Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acesso em: 15 abr. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Informações Técnicas: Reajuste Tarifário Anual**. 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=95>> Acesso em: 05 Out. 2015, 15:32.

ASSAF NETO, Alexandre; GUSTI LIMA, Fabiano. **Fundamentos de Administração Financeira**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2014.

BEN - **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL**. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2014.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf)> Acesso em: 06 de fev de 2016 às 14:25.

BISQUERRA, Rafael et al. **Introdução à Estatística**: Enfoque informático com o pacote estatístico SPSS. 1. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CASAROTTO, Nelson Filho; KOPITKE, Bruno H. **Análise de Investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 9. ed. 6 reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução a Teoria Geral da Administração**. 8. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Tarifa**. 2015. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F3a5cb971ca23bf503257488005939ba>> Acesso em: 20 Out. 2015, 15:42.

COMETA, Emilio. **Energia Solar: Utilização e empregos práticos**. 1. Ed. São Paulo: Hemus, [1992]

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário estatístico de energia elétrica 2014**: ano base 2013. 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20EI%C3%A9trica%202014.pdf>> Acesso em: 15 mai. 2015, 08:50.

EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION. **Global Market outlook: for photovoltaics 2014-2018**. 2014. Disponível em: <[http://www.epia.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/EPIA\\_Global\\_Market\\_Outlook\\_for\\_Photovoltaics\\_2014-2018\\_-\\_Medium\\_Res.pdf](http://www.epia.org/fileadmin/user_upload/Publications/EPIA_Global_Market_Outlook_for_Photovoltaics_2014-2018_-_Medium_Res.pdf)> Acesso em: 01 abr. 2015, 10:03.

LABORATÓRIO DE ENERGIA SOLAR. Desenvolvimento de softwares: Radiasol 2. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre: 2015. Disponível em: <<http://www.solar.ufrgs.br/>> Acesso em: 05 de Out. de 2015, 12:31.

LEMES JUNIOR, Antonio Barbosa; RIGO, Claudio Miessa; SZABO CHEROBIM, Ana Paula Mussi. **Administração Financeira: Princípios, Fundamentos e Práticas Brasileiras**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

GREENPRO - **Energia Fotovoltaica, manual sobre tecnologias, projetos e instalação**. Disponível em: <<http://www.greenpro.de/po/fotovoltaico.pdf>> Acesso em : 03 de abr de 2016 às 19:40.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas. 2010.

GITMAN, Lawrence Jeffrey. **Princípios de administração Financeira**. 12. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GRUPO DE TRABALHO DE ENERGIA SOLAR. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB, 2014. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_FV\\_2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf)> Acesso em: 07 abr. 2015, 15:45.

GOITIA, Vladimir. Dívida enfraquece caixa das empresas: A capacidade de investimento das distribuidoras esta comprometida. Recomposicao vai pesar no bolso do consumidor. Valor Setorial Energia, 2015.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia econômica e análise de custos**: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

HOJI, Masakazu. **Administração financeira na prática**: guia para educação financeira corporativa e gestão financeira pessoal. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

INSTITUTO ACENDE BRASIL: **Cadernos da Política Tarifária**. Disponível em: <[http://www.acendebrasil.com.br/br/sala-de-imprensa/cadernos\\_de\\_pol%C3%ADtica\\_tarifaria](http://www.acendebrasil.com.br/br/sala-de-imprensa/cadernos_de_pol%C3%ADtica_tarifaria) > . Acesso em: 13 Jan. 2016, 15:00.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World energy investment outlook 2014 factsheet Power sector**. Disponível em: <<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2014/weio/WEIO2014FactSheet3Power.pdf>> Acesso em: 01 abr. 2015, 10:05.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World energy outlook 2013**. Franca: International energy agency, 2013.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica**: Teoria da ciência e inicialização à pesquisa. 29. Ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

MCVEIGH, J. C. **Energia Solar**: Introdução as aplicações de energia. CETOP, 1977.

MONTOYA, Marco A. et al. **As relações intersetoriais do setor energético no crescimento da economia brasileira: Uma abordagem insumo-produto**. São Paulo: TD Nereus, 2013.

NASCIMENTO, Cássio Araújo do. **Princípio de funcionamento da célula Fotovoltaica**. 2004. Monografia (Especialização em Fontes alternativas de energia) - Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, lavras, 2004.

NETO, O.G. **Análise de Custo**. 1Ed. Curitiba. IESDE Brasil S.A. 2008.



ORTEGA, Lisbeth Lúcia Martinez. **Conversão Fotovoltaica: Comparação de Modelos de Desempenho**. Dissertação (Mestrado) Metrologia, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro 2013.

PALMAS ENERGIA SOLAR. **Como solicitar o acesso para conexão de um sistema fotovoltaico utilizando o método de compensação de energia com a concessionária**. 2015. Disponível em:

<<https://palmasenergiasolar.wordpress.com/2015/01/29/como-solicitar-o-acesso-para-conexao-do-sistema-fotovoltaico-utilizando-o-metodo-de-compensacao-de-energia-com-a-concessionaria/>> acesso em: 07 nov de 2015, 16:50.

PALZ, Wolfgang. **Energia Solar: E fontes alternativas**. 1. Ed. São Paulo: Hemus, 1981.

PALZ, Wolfgang. **Energia Solar: E fontes alternativas**. 2.Ed. São PauloHemus, 1995.

PEREIRA CRUZ, Arthur Augusto. **Usina solar fotovoltaica de juiz de fora**. 2012. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

PORTAL BRASIL. Índice geral de preços do mercado - IGP-M: O que compoem o IGP-M. Disponível em:<<http://www.portalbrasil.net/igpm.htm>> Acesso em: 05 Out. 2015, 15:06.

PORTAL ENERGIA. **Energias renováveis**. Disponível em: <<http://www.portal-energia.com/principais-tipos-de-celulas-fotovoltaicas-constituintes-de-paineis-solares/>> Acesso em: 22 abr. 2015, 12:27.

SCHIER, Carlos Ubiratan da Costa. **Gestão de Custos**. 2 Ed. Curitiba. Ibpex, 2011.

SCHVEITZER, Rafael Diego. **Análise das demonstrações contábeis na implantação e reestruturação das filiais de uma empresa de refeições coletivas**. (TCC) Ciências Contábeis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2009.

SEGUEL, Júlio Igor López. **Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de**

**suprimento de energia usando técnica MPPT e controle digital.** 2009.  
Dissertação (Pós-Graduação) - Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2009.

SILVA, E.L e MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e Elaboração de dissertação.** Apostila - Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SOLAR ENERGY INDUSTRIES ASSOCIATION. **Net Metering.** Disponível em: <<http://www.seia.org/policy/distributed-solar/net-metering>> Acesso em: 08 jun. 2015, 09:58.

SOITEC. **Leading the solar energy revolution with Concentrator Photovoltaic**

**(CPV) technology.** Disponível em: <<http://www.soitec.com/en/markets/solar-energy/>> Acesso em: 10 abr. 2015, 15:03.

SPENCE, M. **Energia Solar: S.O.S Planeta Terra.** 12.Ed. São Paulo: Melhoramentos, 1992.

VASCONCELOS, Yumara L. **Importância Gerencial da Contabilidade de Custos.** Disponível em: <<http://yvasc.blogspot.com/>>. Acesso em: 18 Fev. 2016, 14:30.

VILLALVA Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações.** 1. Ed. São Paulo: Érica, 2012.

WORLD FUTURE COUNCIL. **Feed-In Tariffs – Boosting Energy for our Future: A guide to one of the world’s best environmental policies.** Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CGIQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.worldfuturecouncil.org%2Ffileadmin%2Fuser\\_upload%2FMaja%2FFeed-in\\_Tariffs\\_WFC.pdf&ei=DJJ1VcTmDYmiNq-kgeAH&usg=AFQjCNF7QWFiUMBzy2CA-iYPTA8e72eeJw&sig2=9epdmJAYhKn2SwnMkyloUQ&bvm=bv.95039771,d.eXY&cad=rja](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CGIQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.worldfuturecouncil.org%2Ffileadmin%2Fuser_upload%2FMaja%2FFeed-in_Tariffs_WFC.pdf&ei=DJJ1VcTmDYmiNq-kgeAH&usg=AFQjCNF7QWFiUMBzy2CA-iYPTA8e72eeJw&sig2=9epdmJAYhKn2SwnMkyloUQ&bvm=bv.95039771,d.eXY&cad=rja)> Acesso em: 08 jun. 2015, 10:12.