

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
ENGENHARIA ELÉTRICA

ELVIRA HONDA TEM-PASS  
MURIELE BESTER DE SOUZA  
THAIS IATSKIU

**ESTUDO ECONÔMICO PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FO-  
TOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA DE ENERGIA NO  
ESTADO DO PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA  
2016

ELVIRA HONDA TEM-PASS  
MURIELE BESTER DE SOUZA  
THAIS IATSKIU

**ESTUDO ECONÔMICO PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA DE ENERGIA NO ESTADO DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de TCC 2 do curso Superior de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica – DAELT - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Gerson Maximo Tiepolo

CURITIBA  
2016

Elvira Honda Tem-Pass  
Muriele Bester de Souza  
Thais Iatskiu

## Estudo econômico para implantação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica de energia no estado do Paraná

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheira Eletricista, do curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 16 de junho de 2016.

---

Prof. Emerson Rigoni, Dr.  
Coordenador de Curso  
Engenharia Elétrica

---

Profa. Annemarlen Gehrke Castagna, Mestre  
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso  
de Engenharia Elétrica do DAELT

### **ORIENTAÇÃO**

---

Gerson Maximo Tiepolo, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Orientador

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Annemarlen Gehrke Castagna, Ma.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Gerson Maximo Tiepolo, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Jair Urbanetz Junior, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Obs.: A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

A Deus que iluminou nossos caminhos durante esta jornada.

Aos nossos familiares que sempre nos ofereceram apoio, dedicação e fé em nosso trabalho.

Aos professores que nos apoiaram durante a vida acadêmica e também no desenvolvimento deste projeto.

A todos os trabalhadores que constituem essa nação e colaboram através de tributos para a nossa formação acadêmica nesta instituição de ensino público.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus que permitiu que chegássemos até aqui, sempre nos guiando ao longo de nossas vidas, e não somente nestes anos de universidade, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Agradecemos a todos que de alguma forma contribuíram com essa pesquisa, especialmente ao nosso Professor Orientador Gerson Máximo Tiepolo que disponibilizou de seu tempo, paciência e vasto conhecimento na área.

Também agradecemos imensamente aos Professores Andréa de Souza e Ricardo Lobato Torres que com todo conhecimento e dedicação nos direcionaram e auxiliaram na construção e obtenção dos resultados neste trabalho.

Agradeço à minha família, que apesar dos altos e baixos sempre estiveram lá por mim, principalmente aos meus pais João Batista e Marcia Elisabete por me apoiarem tanto financeira quanto moralmente. Graças ao esforço e amor deles eu fui capaz de chegar até aqui, nem todos têm a sorte de ter pessoas tão especiais em suas vidas como eu tenho.

E por fim, quero agradecer às minhas colegas Thaís Iatskiu e Elvira Honda Tem-Pass por participarem e trilharem comigo essa jornada, com muita paciência e companheirismo conseguimos construir não apenas este projeto tão importante para nós, como também laços de amizade e afeto.

Agradeço aos meus pais Tereza e Jeberson, pelo amor incondicional, pois sem eles muitos de meus sonhos não se realizariam. Obrigada pela educação e pelo apoio constante em toda a minha vida.

Agradeço à minha nona Elvira (in memoriam), pelo nome e pelo exemplo de força e persistência.

Agradeço ao meu namorado Nicolas, pelo amor e paciência, por ser meu melhor amigo e pelo companheirismo nos momentos de alegrias e tristezas. Obrigada por acreditar em mim e não me deixar desistir!

Agradeço à minha tia Izabel, pelo carinho e pela ajuda nos momentos difíceis.

Agradeço à todas as voluntárias do Beco da Esperança, por salvarem tantas vidas e me fazer acreditar nas pessoas e em um mundo melhor.

Agradeço ao meu amigo Bruno, pelos conselhos e por dividir comigo as alegrias e angústias da faculdade.

Agradeço às minhas amigas de infância Alexandra, Laís, Letícia, Milena e Stephany, por todos os anos de amizade e cumplicidade.

Agradeço às minhas amigas Muriele e Thais, por fazerem parte da minha formação e pela dedicação a este projeto.

Agradeço Primeiramente a Deus por sempre me guiar pelos caminhos do sucesso, tanto na vida acadêmica quanto pessoal. Se não fosse por ele hoje eu não estaria aqui.

Agradeço ao minha mãe por sempre ter acreditado no meu potencial e no meu futuro, pois todo apoio moral e financeiro e todo amor e carinho despendido durante toda vida.

Agradeço ao meu conjuge por sempre estar ao meu lado e por aguentar todas as crises e sempre tentar me mostrar a luz no fim do túnel.

Agradeço a minha filha por toda compreensão e paciência em dividir e até perder a mãe para a universidade e trabalho. Filha é por você que eu tenho sempre vontade de seguir em frente, quero que você tenha orgulho em me chamar de mãe e para isto que me esforço todos os dias. Você é minha luz, minha vida, meu universo, meu tudo, a minha eterna Lalinha.

Agradeço aos meus avós, Roque e Romilda, que mesmo de longe me dão todo apoio necessário para seguir em frente.

E finalmente, agradeço as minhas companheiras e amigas Elvira e Muriele por estarem de mãos dadas comigo nesta caminhada até o fim e por sermos sempre apoio uma para outra nesta dura e longa jornada que trilhamos juntas.

É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota (Roosevelt, Theodore).

## RESUMO

TEM-PASS, Elvira H.; SOUZA, Muriele B.; IATSKIU, Thais. Estudo econômico para implantação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica de energia no estado do Paraná. 2016. **130** f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

Com o aumento da demanda e do consumo da energia elétrica, a busca por fontes que sejam sustentáveis tem sido cada vez mais importante na atualidade. Uma das fontes renováveis em destaque são os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede – SFVCR, que em frente a outras soluções, é a tecnologia com maior taxa de crescimento e queda nos custos. Este trabalho estuda a viabilidade econômica a longo prazo dos SFVCR, afim de se constatar o tempo de retorno do investimento inicial da instalação de um sistema. Para tanto, foram analisados todos os gastos provenientes da instalação e manutenção do sistema e também foram projetadas as tarifas de energia elétrica considerando três cenários diferentes (A, B e C) que levam em consideração possíveis situações econômicas diferentes. Com o propósito de averiguar a viabilidade e o prazo de retorno do investimento inicial, foram utilizados os indicadores econômicos: Payback Simples, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno. Além disso, foi feita uma simulação da aplicação do dinheiro economizado nas contas de energia elétrica, em poupança, certificado de depósito bancário – CDB e Letra de Crédito Imobiliário – LCI. Também simulou-se a hipótese de se aplicar o dinheiro do capital inicial diretamente nos três tipos de investimento. Através da comparação das simulações, se conclui que mesmo com um investimento inicial alto, a instalação de um sistema fotovoltaico conectado a rede é viável a longo prazo e também com possível rentabilidade.

**Palavras-chave:** Energia renovável. Sistema fotovoltaico. Viabilidade econômica. Irradiação.



## ABSTRACT

TEM-PASS, Elvira H.; SOUZA, Muriele B.; IATSKIU, Thais. Economic research for implementation of grid-connected photovoltaic systems in the state of Paraná. 2016. 130 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

The increases in the electric energy demand and the electric power consumption have motivated to seek for sources that are sustainable and increasingly important nowadays. One of the featured renewable sources is the grid-connected photovoltaic systems (grid-connected PV systems), which over other solutions, it is the technology with the highest growth rate and the highest decreased in the costs. This work studies the economic viability of grid-connected photovoltaic systems in a long term, in order to determine the return-on-initial-investment time of an installation of a system. Therefore, it was analyzed all of the expenses from the installation and maintenance of the system and also, it was designed the electric energy rates considering three different scenarios (A, B and C) that take into account possible different economic situations. In order to ascertain the viability and the payback period of the initial investment, it was used the following economic indicators: Payback Simple, Net Present Value and Internal Rate of Return. In addition, it was made a simulation of the application of the money saved on electricity bills, in the "poupança", Bank Deposit Certificate and Real Estate letter of Credit. Also, it was simulated the hypothesis of applying the money of the initial capital directly into three types of investment. By comparing the simulations, it is concluded that even with a high initial investment, the installation of a grid-connected photovoltaic systems in a long term is viable and with possible profitability.

**Keywords:** Renewable energy. Photovoltaic system. Economic Viability. Irradiation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Geração de Energia Elétrica Global.....	23
Figura 2 - Crescimento da Energia Renovável no Mundo por Tipo de Fonte.....	23
Figura 3 - Empregos Gerados na Área de Energias Renováveis Global .....	24
Figura 4 – Percentual da participação das fontes de energia na Capacidade Instalada na Matriz Elétrica Brasileira .....	25
Figura 5 - Capacidade Mundial do Sistema Fotovoltaico .....	26
Figura 6 – Produção Mundial de Células Fotovoltaicas .....	27
Figura 7 – Estimativa da Capacidade Instalada até 2019 .....	28
Figura 8 – Configuração de SFVCR Tradicional .....	29
Figura 9 – Estrutura da Receita Tarifária em 2015.....	32
Figura 10 – Ranking Mundial de Custo de Energia Elétrica Industrial.....	36
Figura 11 – Custo de Investimento em Sistemas Fotovoltaicos – Referência no Brasil (R\$/kWp) .....	39
Figura 12 – Trajetória de Redução de Custos.....	40
Figura 13 – Mapa Solar do Brasil no Plano Inclinado.....	44
Figura 14 – Mapa Fotovoltaico do Estado do Paraná .....	46
Figura 15 – Mapa Solar da Alemanha.....	46
Figura 16 – Consumo de Energia Elétrica no Paraná .....	49
Figura 17 – Dimensionamento do SFVCR .....	54
Figura 18 - Preço Médio por Região (< 5kWp).....	55
Figura 19 – Trajetória de Redução de Custos do Sistema Fotovoltaico.....	56
Figura 20 – Tarifa Convencional – Subgrupo B1 (Residencial).....	58
Figura 21 – Representação Gráfica das Medidas Estatísticas .....	61
Figura 22 – Curva de Aprendizado Tecnológico para Módulos Fotovoltaicos.....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo Anual de Energia Residencial (nacional) - 1999-2014 (Apuração até 2003 - Eletrobrás; a partir de 2004 – EPE).....	34
Tabela 2 - Alterações Tarifária sem impostos no período de 2004 – 2015 da área abrangida pela COPEL .....	35
Tabela 3 - Média Anual com Valores Ajustados de um Consumidor Residencial no Paraná.....	50
Tabela 4 – Percentual de Custos de Investimento em Sistemas Fotovoltaicos .....	56
Tabela 5 – Alterações Tarifárias sem Impostos no período de 2004 – 2015 na área abrangida pela COPEL .....	59
Tabela 6 – Série Histórica do IPCA.....	60
Tabela 7– Série Histórica do IPCA.....	62
Tabela 8 – Tarifas de Energia Elétricas Reajustadas a 7,99% em 25 Anos para o Cenário A .....	63
Tabela 9 – Séries Históricas do IPCA (Cenário B).....	64
Tabela 10 – Tarifas de Energia Elétricas Reajustadas a 6,66% em 25 Anos para o Cenário B .....	65
Tabela 11 – Séries Históricas do IPCA (Cenário C).....	66
Tabela 12– Tarifas de Energia Elétricas Reajustadas a 5,57% em 25 Anos para o Cenário C .....	67
Tabela 13 – Parâmetros da Análise de Investimento do SFVR.....	69
Tabela 14 – <i>Payback</i> Simples Cenário A .....	71
Tabela 15 – <i>Payback</i> Simples Cenário B .....	73
Tabela 16 – <i>Payback</i> Simples Cenário C .....	75
Tabela 17 – <i>Payback</i> Descontado Cenário A.....	77
Tabela 18 – <i>Payback</i> Descontado Cenário B.....	79
Tabela 19 – <i>Payback</i> Descontado Cenário C.....	81
Tabela 20 – VPL para Caso 1: com Taxa de Desconto de 14,25% .....	84
Tabela 21 – VPL para Caso 2: com Taxa de Desconto de 12,50% .....	85
Tabela 22 – VPL para Caso 3: com taxa de Desconto de 12,50%.....	86
Tabela 23 – TIR do Projeto de SFVCR .....	87
Tabela 24 – Valor Total Pago em Tarifas sem SFVCR .....	89
Tabela 25 – Tarifas Descontadas do Rendimento da Poupança .....	90

Tabela 26 – Tarifas Descontadas do Rendimento do CDB.....	92
Tabela 27 – Tarifas Descontadas do Rendimento do LCI.....	93
Tabela 28 – Valor Economizado na Tarifa de EE no Período de 25 anos .....	94
Tabela 29 – Lucro Líquido do Investimentos Escolhidos .....	96

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Consumo Anual de Energia Residencial (nacional) - 1999-2014 (Apuração até 2003 - Eletrobrás; a partir de 2004 – EPE) .....	34
Gráfico 2 - Média Anual com Valores Ajustados de um Consumidor Residencial no Paraná Fonte: Autoria Própria.....	50
Gráfico 3 – Fluxo de Caixa Livre Cenário A .....	70
Gráfico 4 – <i>Payback</i> Simples Cenário A .....	72
Gráfico 5– Fluxo de Caixa Livre Cenário B .....	72
Gráfico 6 – <i>Payback</i> Simples Cenário B .....	74
Gráfico 7 – Fluxo de Caixa Livre Cenário C .....	74
Gráfico 8 – <i>Payback</i> Simples Cenário C .....	76
Gráfico 9 – <i>Payback</i> Descontado Cenário A .....	78
Gráfico 10– <i>Payback</i> Descontado Cenário B .....	80
Gráfico 11 – <i>Payback</i> Descontado Cenário C .....	82
Gráfico 12 – Rendimento Poupança. ....	89
Gráfico 13 – Rendimento CDB .....	91
Gráfico 14 – Rendimento LCI .....	93
Gráfico 15 – Rendimento do Economizado Aplicado em LCI (Cenário A) .....	95
Gráfico 16 – Rendimento do Economizado Aplicado em LCI (Cenário B) .....	95
Gráfico 17 – Rendimento do Economizado Aplicado em LCI (Cenário C) .....	96
Gráfico 18 – Lucro Líquido Cenário A .....	97
Gráfico 19 – Lucro Líquido Cenário B .....	97
Gráfico 20 – Lucro Líquido Cenário C .....	98

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABENS - Associação Brasileira de Energia Solar

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;

ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica;

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica;

BCB – Banco Central do Brasil;

BEN - Balanço Energético Nacional;

BRIC - Brasil, Rússia, Índia e China;

CDB - Certificados de Depósito Bancário;

CEF - Caixa Econômica Federal;

CET - Custo Efetivo Total;

COFINS – Contribuição para Financiamento da Seguridade Social;

COPEL – Companhia Paranaense de Energia;

DEA - Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais;

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

EPIA – European Photovoltaic Industry Association;

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo;

FIRJAN – Federação das Indústrias do Rio de Janeiro;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços;

IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo;

IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados;

IR – Imposto de Renda

LCI – Letras de Crédito Imobiliário;

MME - Ministério de Minas e Energia;

MW/h – Mega Watt por hora;

NBR - Norma Brasileira;

PBDA – Portal Brasileiro de Dados Abertos;

PIS – Programa Integração Social;

PRI – Período de Retorno do Investimento;

PRID – Período de Retorno de Investimento Descontado;

SEE - Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos;

SELIC – Sistema Especial de Liquidação de Custódia;

SFVCR - Sistema fotovoltaico conectado à rede;

TIR - Taxa Interna de Retorno;

TR – Taxa Referencial;

VPL - Valor Presente Líquido;

Wp – Watt-Pico;

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1 TEMA .....	17
1.1.1 Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede .....	17
1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS .....	18
1.3 OBJETIVOS.....	19
1.3.1 Objetivo Geral.....	19
1.3.2 Objetivos específicos .....	19
1.4 JUSTIFICATIVA.....	19
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	20
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	20
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
2.1 GERAÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL .....	22
2.2 MATRIZ ELÉTRICA NO BRASIL .....	24
2.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	26
2.4 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS .....	27
2.4.1 Indústria Fotovoltaica.....	27
2.4.2 Tipos de Sistemas Fotovoltaicos .....	28
2.4.3 Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede .....	28
2.5 ALTERAÇÕES TARIFÁRIAS NO BRASIL E PARANÁ.....	30
2.6 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E DE ENERGIA ELÉTRICA FOTOVOLTAICA.....	37
2.6.1 Preço do Watt-Pico .....	37
2.6.2 Custo de Produção de Sistemas Fotovoltaicos.....	38
2.6.3 Custo de Implantação de SFVCR.....	39
2.7 ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL E PARANÁ .....	40
<b>3 PREMISSAS PARA O ESTUDO ECONÔMICO DO SFVCR.....</b>	<b>48</b>
3.1 DESCRIÇÃO DE CONSUMO BASE.....	48
3.2 ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE NO ESTADO DO PARANÁ .....	51
3.3 TIPO DE LIGAÇÃO DA RESIDÊNCIA.....	51
3.4 ORIENTAÇÃO DOS MÓDULOS SOLARES.....	52
3.5 VIDA ÚTIL DO PROJETO.....	52
3.6 PERDAS NO SISTEMA .....	52
3.7 DIMENSIONAMENTO DO SFVCR.....	53



3.8 INVESTIMENTOS NO SFVCR .....	54
3.8.1 Custos de Implantação do SFVCR .....	54
3.8.2 Custos de Operação e Manutenção .....	55
3.8.3 Custos de Reposição do Inversor .....	55
3.8.4 Custo de Oportunidade .....	56
3.8.5 Tarifa de Energia Elétrica .....	57
3.9 ANÁLISE DE RETORNO DO INVESTIMENTO .....	58
3.9.1 Estimativa da Tarifa de Energia Elétrica para 25 Anos .....	58
3.9.1.1. Cenário A .....	62
3.9.1.2. Cenário B .....	64
3.9.1.3. Cenário C .....	65
3.9.2 Estimativa de Custos de SFVCR .....	67
3.9.3 Parâmetros da Análise de Investimento do SFVCR .....	68
3.9.4 Fluxo de Caixa .....	69
3.9.5 <i>Payback</i> Simples .....	70
3.9.6 <i>Payback</i> Descontado .....	76
3.9.7 Valor Presente Líquido .....	82
3.9.8 Taxa Interna de Retorno .....	86
3.10 APLICAÇÃO DOS CAPITAIS .....	88
3.10.1 Aplicação do Capital de Investimento na Poupança .....	88
3.10.2 Certificado de Depósito Bancário .....	90
3.10.3 Letras de Crédito Imobiliário .....	92
3.10.4 Aplicação do Saldo Economizado após Instalação SFVCR .....	94
3.11 FORMAS DE AQUISIÇÃO DO INVESTIMENTO INICIAL PARA SFVCR .....	98
3.11.1 Empréstimo Financeiro .....	99
3.11.2 Construcard .....	99
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>101</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>128</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As fontes renováveis de energia têm se destacado cada vez mais, pois com o desenvolvimento da sociedade e aumento do poder aquisitivo da população, ocorreu também um aumento da demanda e do consumo da energia elétrica e a busca por fontes que sejam sustentáveis (TIEPOLO *et al*, 2014).

No ano de 2015 os consumidores brasileiros sentiram as consequências relacionadas à crise de energia elétrica no país. Entrou efetivamente em vigor a bandeira tarifária, que transfere de imediato para as contas de energia os custos com a geração térmica e a compensação para as empresas do setor pelas perdas dos últimos anos (ANEEL, 2015). Levando em conta os fatores de crise econômica, energética e ambiental, as fontes renováveis e sustentáveis são imprescindíveis para o país no momento e também no futuro, como fontes complementares na matriz elétrica brasileira essencialmente hidrotérmica.

Apesar do grande potencial hídrico apresentado no estado do Paraná, a geração de energia hidroelétrica está em declínio tanto pelo seu esgotamento, quanto pela dificuldade de expansão na matriz elétrica devido aos impactos ambientais (TIEPOLO *et al.*, 2014).

Conforme o Mapa Fotovoltaico do Estado do Paraná, a energia fotovoltaica é uma solução viável, onde a média anual de irradiação no estado é aproximadamente 58% maior que a média anual de irradiação na Alemanha (TIEPOLO *et al.*, 2015), que é o país com o maior potencial instalado na Europa.

No Brasil a Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, permite aos consumidores, através de fontes geradoras de energia elétrica conectadas à rede de distribuição, gerar parte ou toda a energia elétrica que consomem no modelo de compensação de energia (ANEEL, 2012).

### 1.1 TEMA

#### 1.1.1 Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede

Uma grande aposta para o futuro em vários países é o uso dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede – SFVCR -, que em frente a outras soluções, é a

tecnologia com maior taxa de crescimento de instalação e queda nos custos, sem contar os efeitos de aprendizado e avanços tecnológicos que visam novas e promissoras descobertas para baratear ainda mais os custos (VARELLA, 2009).

Segundo Tiepolo *et al.* (2014), no Brasil a geração de energia por fonte fotovoltaica ainda é pequena se comparada com outras fontes renováveis, pois, apesar da ótima incidência de radiação solar no país a capacidade instalada atualmente não é relevante na matriz elétrica brasileira. Um dos aspectos importantes na decisão pela geração fotovoltaica é referente ao prazo de retorno deste investimento.

O potencial fotovoltaico do estado do Paraná, assim como no Brasil, é elevado, devendo esta fonte ser alvo de investimento nos próximos anos, e para tanto, deve-se verificar e demonstrar a viabilidade econômica de projetos de sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFVCR, objetivo deste trabalho de pesquisa.

## 1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS

Uma das dificuldades encontradas quanto a decisão na implantação de um SFVCR é quanto aos valores estimados do investimento necessário a ser feito, em função da potência necessária para se gerar a energia desejada ou consumida, e o prazo de retorno deste capital investido, visto os aumentos das tarifas de energia elétrica ocorridas nos últimos anos, e dos aumentos futuros que deverão acontecer.

Analisando vários aspectos econômicos e energéticos que envolvem a implantação de um SFVCR e os cenários envolvidos, será estimada a correção da tarifa de energia elétrica para o estado do Paraná dos consumidores do Grupo B1 – Residencial para os próximos 25 anos como base da avaliação que foi realizada, admitindo compensação de energia PIS/ COFINS e ICMS iguais a zero.

Esse período de 25 anos foi determinado devido ao tempo de vida útil do SFVCR, visto que: em um sistema fotovoltaico conectado à rede a maioria dos módulos fotovoltaicos tem garantia de 25 anos conforme instrução dos fabricantes.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Determinar a viabilidade econômica do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede de energia elétrica no estado do Paraná estimando o prazo para retorno do capital investido.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Elaborar revisão bibliográfica sobre o tema pesquisado;
- Estudar o potencial fotovoltaico do Paraná;
- Estimar a quantidade de energia elétrica gerada pelo SFVCR;
- Estimar os valores de investimento para instalação e manutenção do SFVCR;
- Estimar o tempo necessário para retorno do investimento inicial;
- Fazer a análise de indicadores econômicos para determinar viabilidade do SFVCR;
- Analisar os tipos de investimentos para os valores inicial e economizados ano a ano com a instalação do SFVCR;
- Comparar os resultados referentes aos valores investidos em cada caso;
- Elaborar uma planilha com o tempo de retorno conforme o tipo de investimento, que futuramente poderá ser disponibilizada para processos de simulação.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

A principal fonte de geração de energia elétrica no Brasil é hidráulica, porém houve redução de 5,9% comparando com o ano anterior devido às condições hidrológicas desfavoráveis observadas ao longo do período (BEN, 2015).

A maior parte da geração de energia elétrica no país provém de hidroelétricas devido às grandes bacias hidrográficas brasileiras. Além da fonte hidráulica,

também tem participação na geração os derivados de petróleo, biomassa, gás natural e outras formas de geração (BEN, 2014).

A energia fotovoltaica não aparece expressivamente nos dados de geração de energia elétrica total do país, pois os investimentos em SFVCR ficaram por muito tempo restritos às universidades e centros de pesquisas. No entanto, conhecendo-se o potencial de geração fotovoltaica no Paraná e os possíveis avanços tecnológicos na área, o uso desta energia está cada vez mais promissor (TIEPOLO *et al.*, 2014).

## 1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para determinação do tempo necessário para recuperação do capital investido, foram consideradas as tarifas de energia conforme cenários determinados ao longo de 25 anos de operação de um SFVCR, levando em consideração fatores como: vida útil do sistema, vida útil dos inversores, perda de eficiência dos módulos, irradiação e produtividade nas diversas regiões do Paraná, custos de manutenção prevista, taxa de desempenho (*performance ratio*), investimento necessário, taxas de juros de empréstimos e financiamentos, comparação com a análise de rendimento da poupança, entre outros fatores definidos.

Portanto, serão pesquisadas determinadas potências padrão a serem utilizadas em cada uma das regiões do Mapa Fotovoltaico do Estado do Paraná, de acordo com a energia elétrica prevista em Quilowatt-hora (kWh – é uma medida da energia elétrica consumida por um aparelho durante um determinado período de funcionamento), e feita uma análise estimando o tempo necessário para recuperação do capital investido e o valor da energia gerada pelo SFVCR, a fim de demonstrar a vantagem ou não da sua instalação.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este Trabalho de Conclusão de Curso está composto dos seguintes capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: apresentação da proposta de trabalho, explicando o propósito, os objetivos e procedimentos metodológicos.

Capítulo 2 – Referencial teórico: revisão bibliográfica da pesquisa, abordando temas relevantes referentes a geração sustentável enfatizando o SFVCR e também aspectos econômicos para implantação do mesmo.

Capítulo 3 – Levantamento de dados: verificada a estimativa de geração de energia elétrica de acordo com cenários pré-definidos, estimado o valor de investimento para instalação e manutenção do mesmo para o estado do Paraná tendo como base o mapa fotovoltaico do estado. Também são estimados valores para as tarifas de energia elétrica para os próximos 25 anos.

Capítulo 4 – Análise dos dados: estimativa do tempo de retorno do investimento inicial através dos dados apresentados no capítulo 3.

Capítulo 5 – Conclusão: são mostradas as conclusões a respeito do trabalho, a importância dos resultados dessa pesquisa e dos trabalhos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

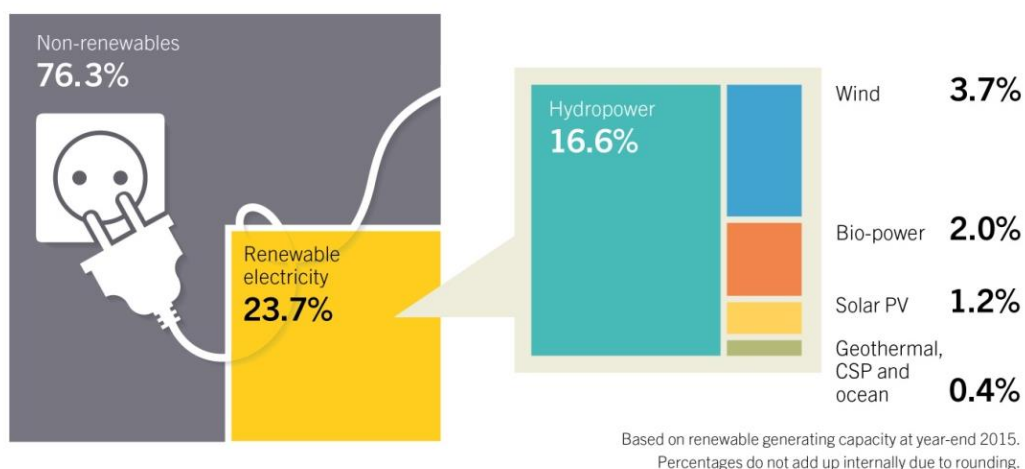
### 2.1 GERAÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL

Os sistemas ambientais estão sendo ameaçados pelas ações humanas, como por exemplo a geração de energia através de combustíveis fósseis ou outras fontes não renováveis. Por isso um dos grandes desafios para a humanidade neste século é o de fazer a transição para um futuro de energia sustentável. Ao estimular a transição para energia sustentável, também poderia ajudar a reduzir a probabilidade de disputas por reservas de gás e petróleo, que são finitas e distribuídas de forma desigual (FAPESP, 2010).

O maior poder aquisitivo da população e a melhoria da qualidade de vida resultantes do aumento significativo da renda per capita previsto até 2030 devem fazer com que o consumo de eletricidade aumente. Tendo em vista este aumento do consumo, é muito importante que a continuidade de abastecimento de energia à sociedade seja assegurada ao menor custo e ao menor risco contra o desabastecimento, e também com os menores impactos social, econômico e ambiental (TIEPOLO *et al.*, 2012).

Atualmente, 76,3% da energia elétrica mundial é gerada através de fontes não renováveis, como mostra a Figura 1. Também pode-se observar que entre as fontes renováveis, a hidrelétrica é a maior, com 16,6%. A energia solar aparece com 1,2% da geração total mundial.

### Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2015



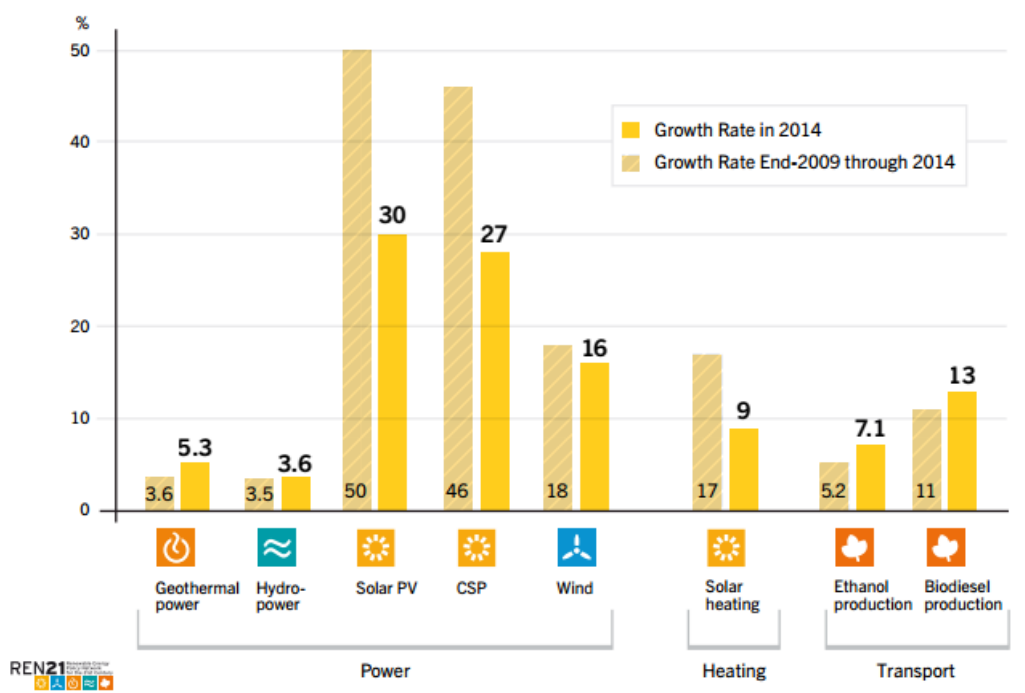
REN21 *Renewables 2016 Global Status Report*



### Figura 1 - Geração de Energia Elétrica Global.

Fonte: REN 21 (2016).

Na Figura 2 pode-se visualizar o crescimento da energia renovável no mundo, por tipo de fonte.

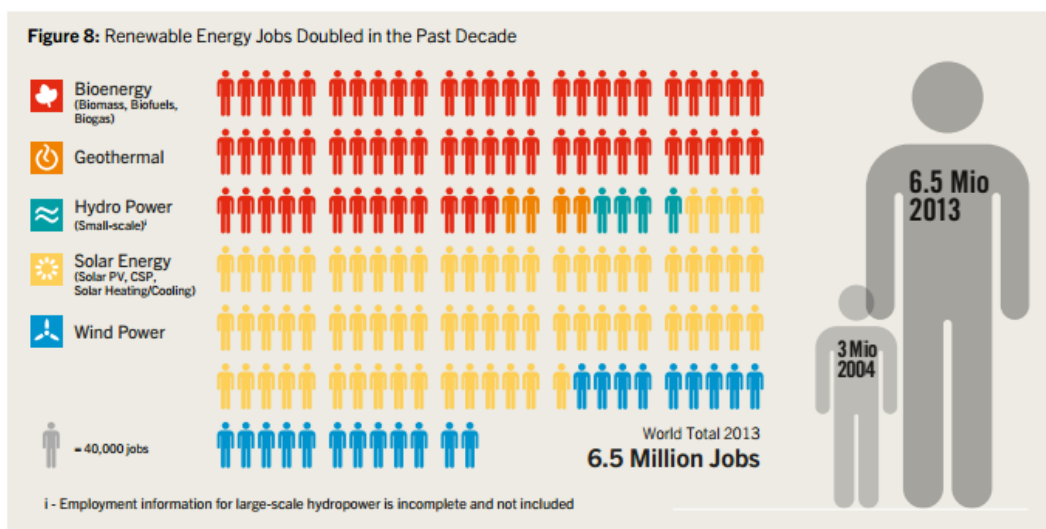


### Figura 2 - Crescimento da Energia Renovável no Mundo por Tipo de Fonte

Fonte: REN 21 (2015, p. 28)



Além dos investimentos em energias renováveis terem crescido globalmente, é importante ressaltar também a geração de empregos no setor. Na Figura 3 está representada a quantidade de empregos globais gerados por tipo de energia renovável e pode-se observar que os empregos na área mais que dobraram, passando de 3 milhões em 2004 para 6,5 milhões em 2013.



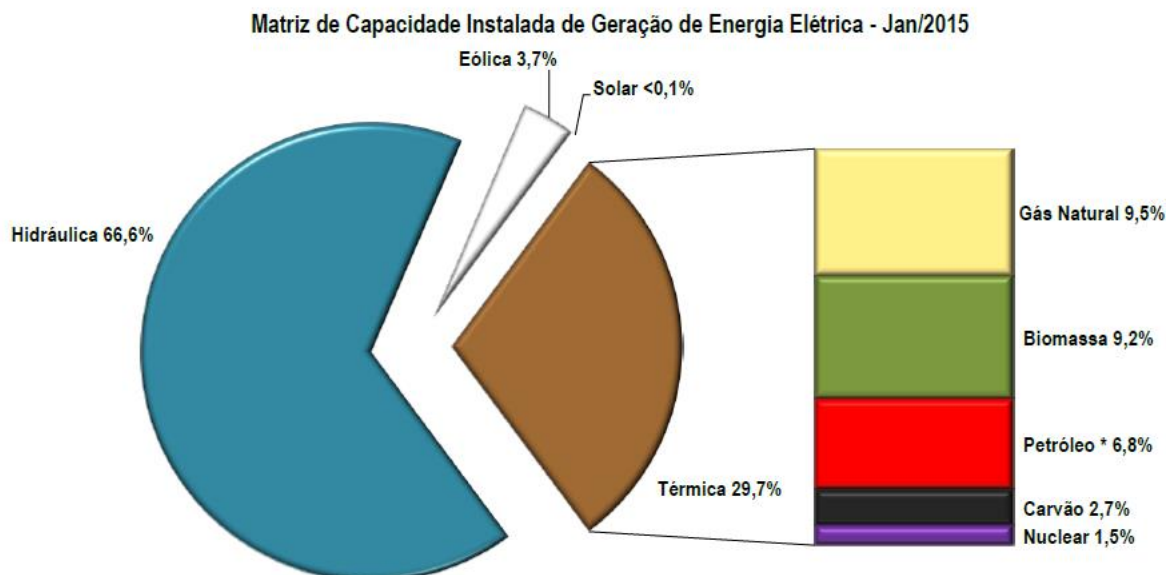
**Figura 3 - Empregos Gerados na Área de Energias Renováveis Global**

Fonte: REN 21 (2015, p. 37)

## 2.2 MATRIZ ELÉTRICA NO BRASIL

De acordo com o relatório Energia no Bloco dos BRIC's (Brasil, Rússia, Índia e China) (2015), o Brasil é o que tem maior percentual de geração de energia renovável. Em 2014, 73% da geração de energia elétrica do Brasil foi por fontes renováveis (não inclui importação) sendo que esta porcentagem varia de 2% na África do Sul a 22% no caso da China (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - BRASIL, 2014).

A Figura 4 mostra o percentual da capacidade instalada na matriz elétrica do Brasil sem importação contratada:



**Figura 4 – Percentual da participação das fontes de energia na Capacidade Instalada na Matriz Elétrica Brasileira**

**Fonte: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2015)**

No mês de dezembro de 2014 a capacidade instalada total de geração de energia elétrica do Brasil atingiu 133.913 MW. Em comparação com o mesmo mês em 2013, houve expansão de 3.174 MW de geração de fonte hidráulica, de 1.288 MW de fontes térmicas e de 2.686 MW de geração eólica (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - BRASIL, 2014).

Segundo TIEPOLO *et al.* (2014), o estado do Paraná, que possui uma grande bacia hidrográfica, é um dos maiores produtores brasileiros de energia elétrica através de hidrelétricas. No entanto, devido aos impactos ambientais causados pelos alagamentos nas construções de usinas hidrelétricas e pela poluição gerada no uso de energia derivada de combustíveis fósseis, cada vez mais se buscam soluções sustentáveis de geração de energia elétrica e em particular a energia solar fotovoltaica tem potencial para contribuir de forma significativa (URBANETZ, 2010).

## 2.3 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O processo de conversão direta da luz em eletricidade, da qual obtém-se a energia solar fotovoltaica, chama-se efeito fotovoltaico. Este efeito foi relatado em 1839 por Edmond Becquerel, que observou que placas metálicas mergulhadas num eletrólito poderiam produzir uma pequena diferença de potencial se expostas à luz. O primeiro aparato fotovoltaico foi montado em 1876. Já a produção industrial de células iniciou-se em 1956 acompanhando o desenvolvimento da microeletrônica (CRESESB, 2006).

O desenvolvimento da tecnologia no início foi motivado pela busca de fontes de energia para sistemas instalados em locais remotos por empresas de telecomunicações. Logo em seguida, a “corrida espacial” impulsionou o estudo, assim como a necessidade de energia para satélites já que a célula solar é a melhor forma de fornecer a energia necessária para longos períodos de permanência no espaço. Assim, a produção de células fotovoltaicas atingiu a marca de 60MWp em 1993, sendo o silício o material mais utilizado na fabricação (CRESESB, 2006).

Mesmo em momentos de crises econômicas, a produção e o mercado do sistema fotovoltaico estão em constante crescimento como mostra a Figura 5, onde atingiu-se a marca de 177 GW em 2014 (REN21, 2015 p. 58).

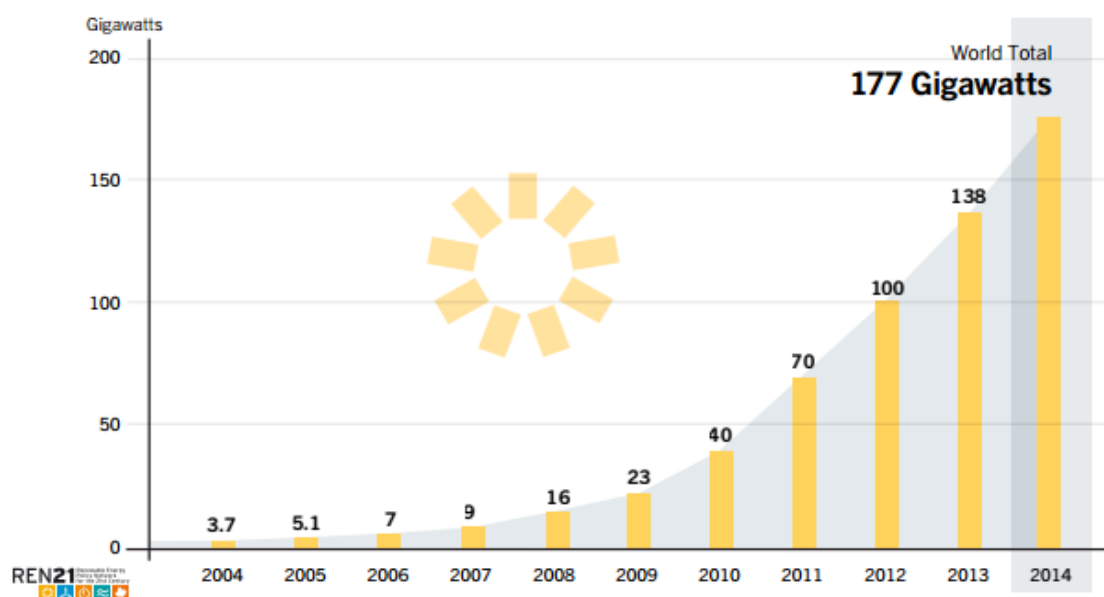


Figura 5 - Capacidade Mundial do Sistema Fotovoltaico

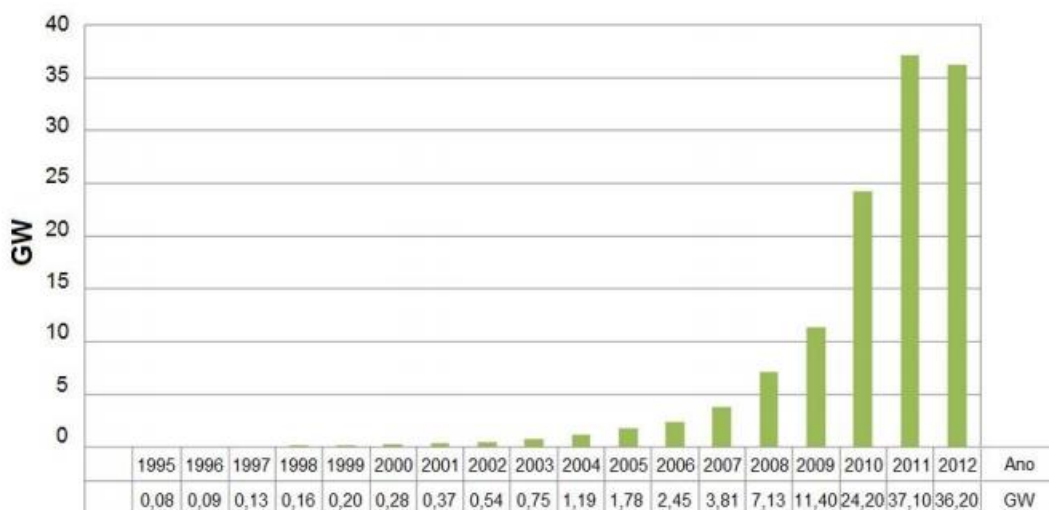
Fonte: REN 21 (2015, p. 59)

## 2.4 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

### 2.4.1 Indústria Fotovoltaica

De acordo com CRESESB (2014), nos últimos onze anos, o crescimento anual médio da indústria de células e módulos fotovoltaicos foi de 54,2%. A China contribui de forma significativa neste crescimento, pois incentiva o uso da tecnologia através de programas governamentais voltados para a produção e exportação de células e módulos fotovoltaicos. Em 2012, a China fabricou 23 GWp em módulos fotovoltaicos, o que equivale a 64% da produção mundial desse ano. As indústrias instaladas em países asiáticos dominam o mercado, com cerca de 85% da produção mundial, enquanto que na Europa foram produzidos 11% dos módulos fotovoltaicos e nos Estados Unidos 3%.

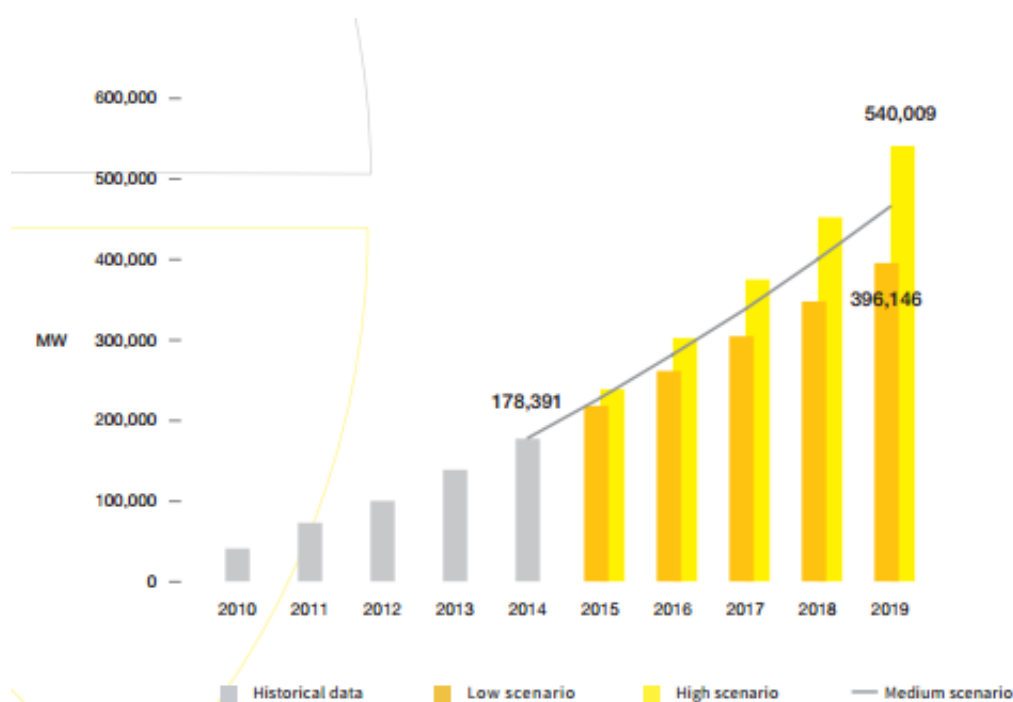
A Figura 6 apresenta a produção mundial de células fotovoltaicas, tendo sido produzidos cerca de 36,2 GWp em 2012, o que equivale a mais de duas vezes e meia a potência da usina hidroelétrica de Itaipu.



**Figura 6 – Produção Mundial de Células Fotovoltaicas**

Fonte: RONEY (2013)

Dependendo da evolução do mercado nos próximos anos, a capacidade instalada total em 2019 pode chegar a atingir entre 396 e 540 GW, como pode ser observado na Figura 7 (EPIA, 2015).



**Figura 7 – Estimativa da Capacidade Instalada até 2019**

Fonte: EPIA (2015)

#### 2.4.2 Tipos de Sistemas Fotovoltaicos

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas Norma Brasileira 11704, ABNT NBR 11704, os sistemas fotovoltaicos podem ser divididos quanto à interligação com o sistema público de fornecimento de energia elétrica (isolados ou conectados à rede elétrica), e quanto à configuração (puros ou híbridos).

Os sistemas isolados não são conectados ao sistema público de fornecimento de energia, e os sistemas conectados à rede são conectados ao sistema público de fornecimento de energia.

No quesito configuração, os sistemas puros são os que têm apenas o sistema fotovoltaico como gerador de energia. Já os sistemas híbridos, além do sistema fotovoltaico, também utilizam algum outro tipo de gerador de energia elétrica.

#### 2.4.3 Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede

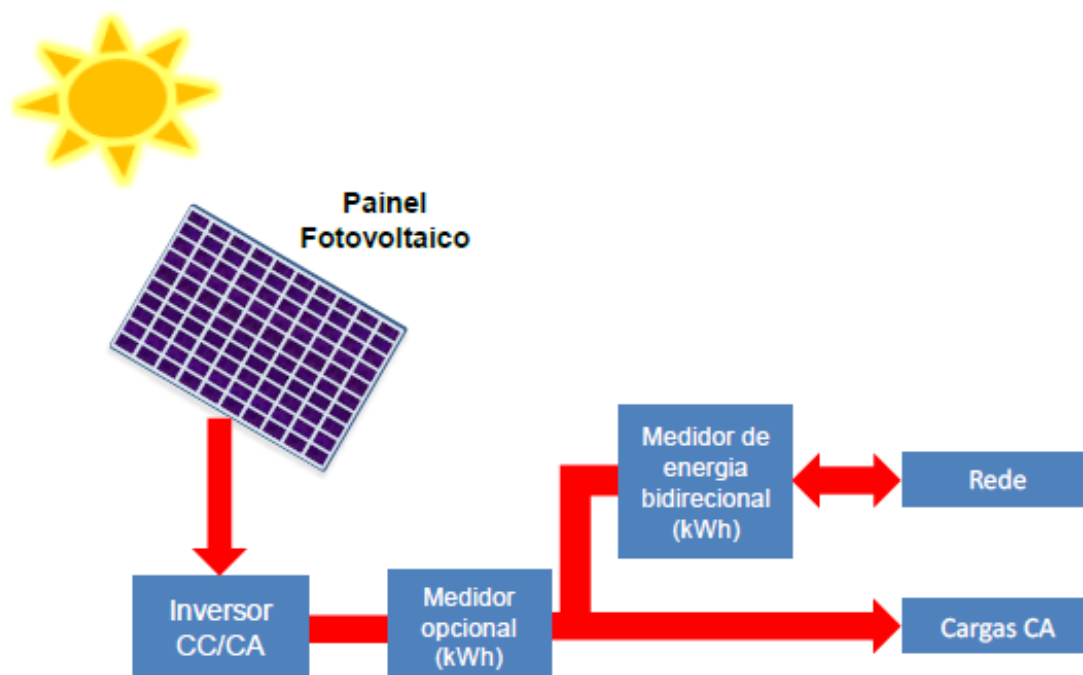
Em alguns países, muitos incentivos foram dados para que as pessoas pudessem instalar sistemas que gerassem energia elétrica a partir de suas residências, utilizando SFVCR por motivos de questões ambientais, segurança energética, gera-

ção de empregos, desenvolvimento de tecnologia e de uma cadeia produtiva (NAKABAYASHI, 2015).

De acordo com Câmara (2011), os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica (SFVCR) podem ser de grande porte (as centrais fotovoltaicas) ou de pequeno porte (descentralizada e instalada em edificações urbanas).

Os SFVCRs são constituídos por: painel fotovoltaico e inversor. Não são utilizados elementos para armazenar a energia elétrica. Basicamente, a rede elétrica da concessionária é vista como o elemento armazenador, pois toda a energia gerada é colocada em paralelo com a energia da rede (URBANETZ, 2010).

A Figura 8 mostra todos os elementos que são utilizados em uma instalação fotovoltaica interligada à rede.



**Figura 8 – Configuração de SFVCR Tradicional**

Fonte: TIEPOLO (2015)

O SFVCR dispensa o uso de baterias e injeta energia de forma sincronizada, diretamente à rede elétrica, a partir de um inversor que realiza a conversão de tensão corrente CC produzidas pelo painel fotovoltaico para tensão/corrente compatíveis com a rede elétrica (CONCEIÇÃO, 2011).

## 2.5 ALTERAÇÕES TARIFÁRIAS NO BRASIL E PARANÁ

O consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade atualmente (ANEEL, 2012). As pessoas sentem a importância desse consumo diariamente em praticamente qualquer atividade que exerça, seja em qualquer setor atuado: industrial, comercial, de serviços, na utilização de automóveis (que demandam combustíveis), eletrodomésticos, eletroeletrônicos e toda tecnologia que dependa da utilização de energia elétrica. Essa inter-relação foi o principal motivo do acentuado crescimento no consumo mundial de energia verificado ao decorrer dos anos (ANEEL, 2012).

Para compreender o que é a tarifa de energia, é necessário saber o que ela significa. De acordo com a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADDEE, tarifa de energia é o preço cobrado por unidade de energia (R\$/kWh). O preço da energia elétrica é formado pelos custos desde o processo de geração até a distribuição chegando no consumidor final, logo, os consumidores não pagam tanto pelo consumo propriamente dito mas também por sua disponibilidade – 24 horas por dia, 7 dias por semana (ABRADDEE, 2015).

Dessa forma, espera-se que o preço da energia elétrica supra os custos de operação e expansão de todos os elementos elétricos componentes de um sistema elétrico, desde a geração até o consumo, cobrindo os investimentos realizados (ANEEL, 2014).

Além dos custos acima citados, existem encargos e impostos a serem cobrados para uso da energia elétrica. De acordo com a ABRADDEE, em 2012, os consumidores cativos brasileiros (são aqueles que só podem comprar energia elétrica de sua distribuidora local – residencial, por exemplo) e que pagavam 10 tipos de encargos setoriais e 4 impostos e contribuições destinados aos governos federal, estadual e municipal. Mas em setembro de 2012 o Governo Federal eliminou os encargos setoriais da Eletrobrás, a Conta de Consumo de Combustíveis – CCC, encargo criado originalmente pelo Decreto nº 73.102, de 1973, e alterado pelas Leis nº 8.631, de 1993, e a Lei nº 12.111, de 2009, foi extinto pela Lei nº 12.783, de 2013 (ANEEL, 2014), e a Reserva Global de Reversão - RGR, encargo criado pelo Decreto n.º 41.019, de 26 de fevereiro de 1957 (ANEEL, 2014), assim como reduziu a conta de

Desenvolvimento Energético – CDE, criada pela Lei nº 10.438, de 2002, suas funções e formação foram alteradas pela Lei nº 12.783, de 2013 (ANEEL, 2014).

Logo, pode-se dizer que a tarifa de energia elétrica dos consumidores cativos é constituída por (ABRADEE,2015):

- Custos com a Aquisição de Energia Elétrica;
- Custos Relativos ao uso do Sistema de Distribuição;
- Custos Relativos ao uso do Sistema de Transmissão;
- Perdas Técnicas e não Técnicas;
- Encargos Diversos e Impostos.

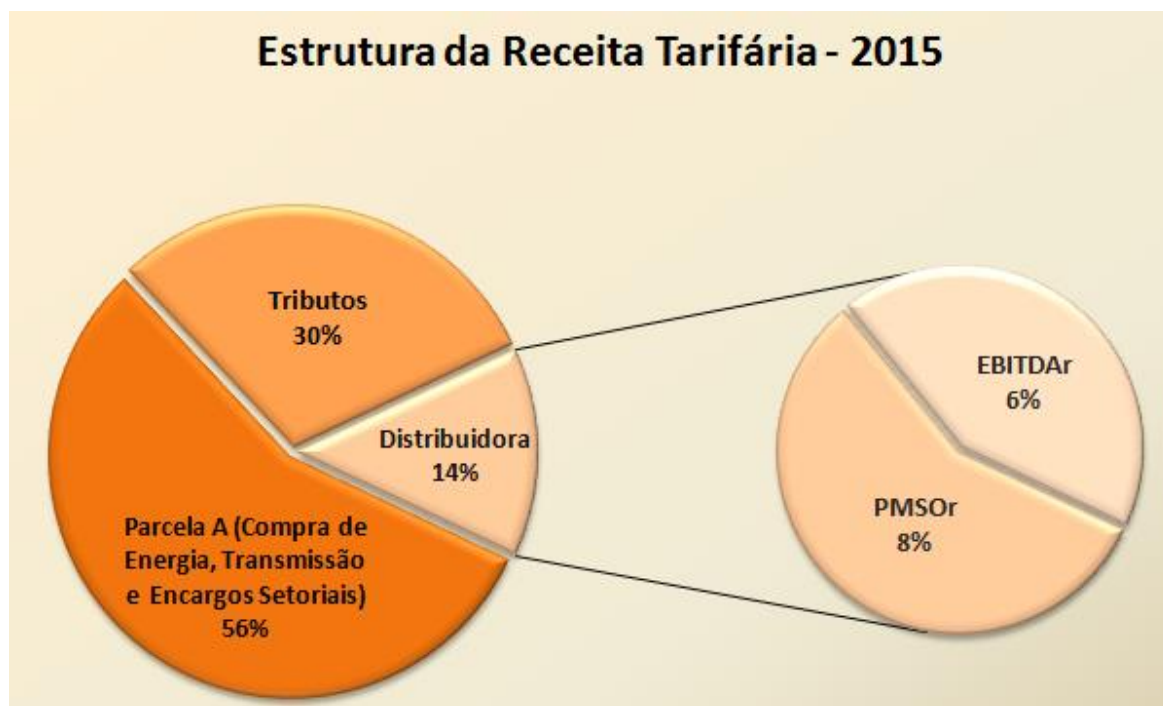
A ABRADEE (2015) diz também, que existem custos com aquisição de energia que são os decorrentes da contratação de montantes de energia que considera suficiente para o atendimento do seu mercado cativo. Os custos com energia são chamados Tarifa de Energia – TE e repassados integralmente aos consumidores, sem obter margens de lucro e custos relativos ao uso do sistema de distribuição na Tarifa de Distribuição – TUSD, como as despesas de capital e os custos de operação e manutenção das redes de distribuição.

Na Administração Pública brasileira, o Ministério de Minas e Energia (MME) é a instituição responsável por formular os princípios básicos e definir as diretrizes da política energética nacional. Por meio de órgãos e empresas vinculadas o MME, em 2004, criou a Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

A EPE é uma empresa pública, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, e do Decreto nº 5.184, de 16 de agosto de 2004. Sua finalidade é prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinados a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras. A Lei nº 10.847, em seu Art. 4º, inciso II, estabelece entre as competências da EPE a de elaborar e publicar o Balanço Energético Nacional (BEN).

A Figura 9 é uma elaboração da ABRADEE (2015), que identifica e mostra a composição tarifária média do Brasil nos dias atuais, onde inclui todos os tipos de consumidores brasileiros no ano de 2015. Onde PMSOr indica Pessoal, Material Serviços de Terceiros e outros Custos Operacionais (regulatório) e EBITDAr indica a Remuneração de Reintegração de Capital (regulatório).





**Figura 9 – Estrutura da Receita Tarifária em 2015**

Fonte: ABRADDEE (2015)

Analisando a Figura 9, nota-se que apenas 6% proporcionam a remuneração do capital investido, ou seja, o lucro pelo setor de distribuição, ainda assim, de acordo com a ABRADDEE (2015), o setor investe por ano, a média de 12,3 bilhões de reais em ampliação de redes, contratação de empregados, manutenção, pesquisa, etc.

Com a seca, as usinas hidrelétricas passaram a gerar menos energia e as térmicas, cujo custo de geração é mais caro, foram acionadas. Com isto, a energia ficou mais cara no país (COPEL, 2015).

Em janeiro de 2015 foi implementado o Sistema de Bandeiras Tarifárias em todo Território Nacional, criado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. As bandeiras verde, amarela e vermelha indicam se a energia custará mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade. A medida vale para todos os consumidores de energia do país, com exceção do Amazonas, Amapá e Roraima (que ainda não estão interligados com o sistema nacional de energia elétrica) (COPEL 2015).

De acordo com a ANEEL (2016), o sistema possui três bandeiras: verde, amarela e vermelha e possuem a seguinte indicação:

- ***Bandeira verde***: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;

- Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,015 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- Bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais difíceis de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,030 para cada quilowatt-hora kWh consumido.
- Bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,045 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

O sistema de bandeiras é aplicado por todas as concessionárias conectadas ao Sistema Interligado Nacional – SIN e permissionárias de distribuição de energia.

O relatório consolidado do BEN documenta e divulga, anualmente, extensa pesquisa e a contabilidade relativas à oferta e consumo de energia no Brasil, onde o mesmo indica as atividades de extração de recursos energéticos primários, sua conversão em formas secundárias, a importação e exportação, a distribuição e o uso final da energia (BEN, 2015).

Em adição a EPE publica o Relatório Síntese no primeiro semestre posterior ao ano base, que apresenta um resumo dos dados acerca da contabilização da oferta, transformação e consumo final de produtos energéticos no Brasil (BEN, 2015).

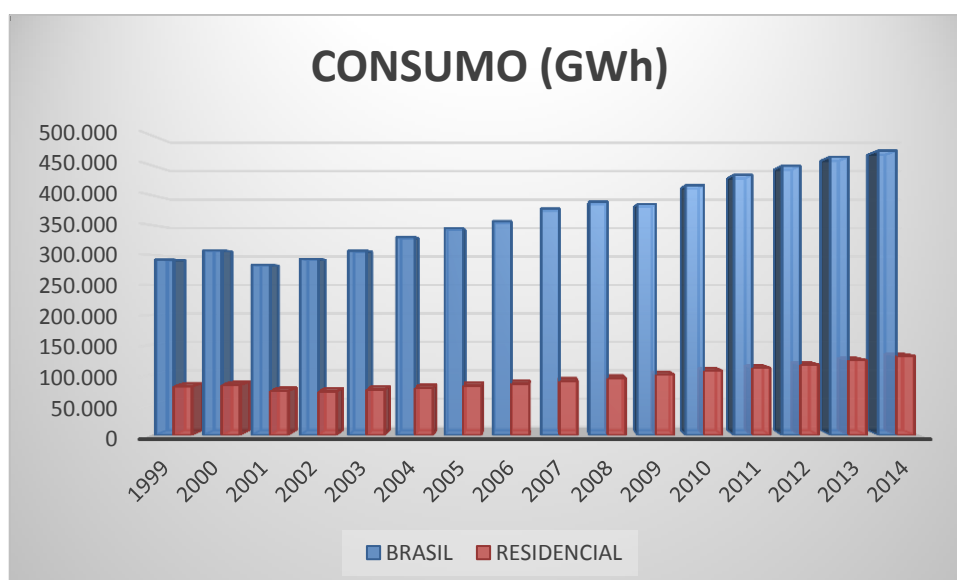
A Tabela 1 mostra o histórico anual dos últimos 15 anos do consumo nacional de energia elétrica residencial (em Giga Watt-hora - GWh) disponibilizado pela EPE. Os dados são atualizados pela Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos – SEE da Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais – DEA e nos permite uma análise sobre o consumo e as alterações sofridas ao longo dos anos no setor residencial em todo Brasil.

Analisando o Gráfico 1 pode-se verificar um grande aumento do consumo da energia elétrica ao longo dos anos. Ao comparar-se o ano de 1999 com o ano de 2004, por exemplo, o aumento foi de 38,44%.

**Tabela 1 - Consumo Anual de Energia Residencial (nacional) - 1999-2014 (Apuração até 2003 - Eletrobrás; a partir de 2004 – EPE)**

ANO	CONSUMO NO BRASIL (GWh)	CONSUMO RESIDENCIAL (GWh)
1999	292.188	81.291
2000	307.529	83.613
2001	283.257	73.622
2002	293.226	72.718
2003	306.987	76.162
2004	329.707	78.470
2005	344.284	82.644
2006	356.129	85.784
2007	377.030	89.885
2008	388.472	94.746
2009	384.306	100.776
2010	415.683	107.215
2011	433.034	111.971
2012	448.105	117.646
2013	463.122	124.896
2014	473.393	132.049

Fonte: Adaptado de EPE – Empresa de Energia Elétrica, 2015



**Gráfico 1 - Consumo Anual de Energia Residencial (nacional) - 1999-2014 (Apuração até 2003 - Eletrobrás; a partir de 2004 – EPE)**

Fonte: Adaptado de EPE – Empresa de Energia Elétrica, 2015

Uma análise feita dos últimos 11 anos (até o ano atual de 2015) feito a partir de dados fornecidos pela ANEEL (2015) mostra as alterações tarifárias sofridas no preço do kWh (Quilowatt-hora, que é a unidade de medida de energia elétrica consumida por hora) está indicada na Tabela 2:

**Tabela 2 - Alterações Tarifária sem impostos no período de 2004 – 2015 da área abrangida pela COPEL**

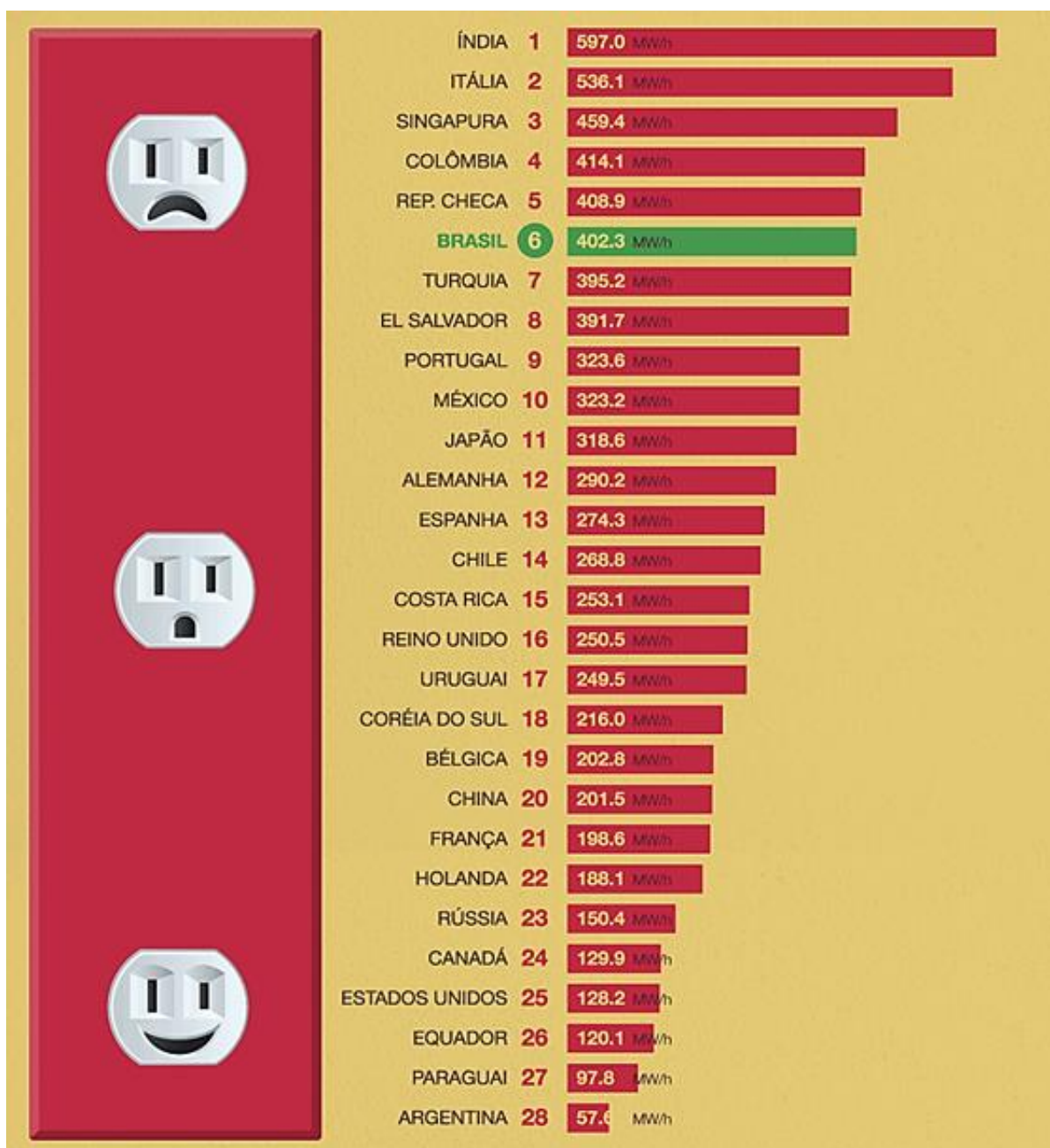
<b>Ano</b>	<b>Descrição</b>	<b>Resolução Homologatória</b>	<b>R\$/kWh*</b>
<b>2004</b>	B1 – Residencial	Nº 146 Publicada em 24/06/2004	0,3004
<b>2005</b>	B1 – Residencial	Nº 130 Publicada em 23/06/2005	0,2988
<b>2006</b>	B1 – Residencial	Nº 345 Publicada em 22/06/2006	0,2608
<b>2007</b>	B1 – Residencial	Nº 479 Publicada em 22/06/2007	0,2556
<b>2008</b>	B1 – Residencial	Nº 663 Publicada em 24/06/2008	0,2607
<b>2009</b>	B1 – Residencial	Nº 839 Publicada em 24/06/2009	0,2894
<b>2010</b>	B1 – Residencial	Nº 1015 Publicada em 24/06/2010	0,3000
<b>2011</b>	B1 – Residencial	Nº 1158 Publicada em 24/06/2011	0,3093
<b>2012</b>	B1 – Residencial	Nº 1296 Publicada em 22/06/2012	0,2963
<b>2013</b>	B1 – Residencial	Nº 1421 Publicada em 24/01/2013	0,2426
<b>2014</b>	B1 – Residencial	Nº 1763 Publicada em 25/07/2014	0,3264
<b>2015</b>	B1 – Residencial	Nº 1858 Publicada em 02/03/2015	0,4304
<b>2015</b>	B1 – Residencial	Nº 1897 Publicada em 23/06/2015	0,4923

**Fonte: Adaptado de EPE – ANEEL, 2015**

Através dos dados da Tabela 2, verificou-se que o aumento da tarifa de 2014 para março de 2015 foi de 31,86%. Apenas no ano de 2015, foram publicadas duas resoluções de reajuste, cujo percentual de aumento entre elas foi de 14,38%. Em comparação com o ano de 2004, a tarifa aumentou 63,88%. Esses dados comprovam que no ano de 2015 a tarifa foi a mais cara até então, mas deve-se levar em consideração que os cenários são diferentes em cada ano, e que o aumento da tarifa neste ano deve-se em grande parte ao aumento de geração de energia térmica e também pela dificuldade de expansão hídrica devido aos impactos ambientais e pressões da sociedade para novos investimentos em outras fontes para geração de energia (TIEPOLO, 2015).

No ano de 2015 o Brasil encontrava-se no ranking dos países com Custo de Energia Elétrica mais cara do mundo (Revista Veja, 2015). Sua posição foi de 6º (sexto) lugar de acordo com valores divulgados pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN), ficando atrás apenas para República Checa, Colômbia, Singapura, Itália e Índia, que possuía o custo mais alto de Energia Elétrica no mun-

do. No ano de 2014 o Brasil ocupava o 11º lugar no ranking (FIRJAN, 2015), logo, pode-se perceber um grande aumento neste curto período de tempo. O ranking pode ser conferido na Figura 10, que mostra os valores atuais por MWh:



**Figura 10 – Ranking Mundial de Custo de Energia Elétrica Industrial**

Fonte: Revista Veja (2015)

A situação do Brasil mediante o cenário internacional hoje já é preocupante, e a perspectiva da evolução futura do custo da energia elétrica implica em perda de competitividade para as indústrias nacionais (REVISTA VEJA, 2015). A observação

da condição atual e da perspectiva do encarecimento estrutural do custo da energia elétrica torna claro que este assunto não pode sair da pauta nacional (SISTEMA FIRJAN, 2015).

## 2.6 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E DE ENERGIA ELÉTRICA FOTOVOLTAICA

Com a situação atual da economia brasileira e os custos de energia elétrica vistos anteriormente, tomar decisões financeiras tem se tornado um processo comum e importante na rotina da população pois os recursos financeiros são finitos.

Alguns especialistas acreditam que nos próximos 40 anos a energia solar deve estar consolidada no cenário energético mundial, podendo os governos começarem a tornar a instalação de painéis fotovoltaicos obrigatórios nos novos edifícios governamentais (TIEPOLO *et al.*, 2015).

No contexto de análise de viabilidade econômico-financeira de empreendimentos energéticos deve-se analisar todos fatores que compõem o custo do mesmo. Para o planejamento e análise do custo de Energia Fotovoltaica, deve-se considerar o empreendimento, a vida útil do sistema, a energia elétrica gerada pelo mesmo, de modo a analisar se a geração é suficiente para cobrir as despesas operacionais e o investimento (NAKABAYASHI, 2014).

Para estimar os gastos de instalação de um SFVCR é preciso analisar os valores de cada parte envolvendo o sistema. Entre elas encontram-se: preços de módulos, inversores, equipamentos (estruturas metálicas para fixação dos módulos, cabos, disjuntores, quadros elétricos), serviços (projeto básico e executivo de engenharia, autorização na ANEEL, licenciamento, taxas, tarifas e instalação do projeto) e preço do Watt-Pico nacionalizado (ABINEE,2012).

### 2.6.1 Preço do Watt-Pico

Watt-Pico é a máxima potência gerada pelo painel solar em uma condição ideal (SUNLAB POWER, 2001). Nakabayashi (2014) diz que para definir e estimar os investimentos necessários, deve-se tomar como base os preços internacionais dos equipamentos (módulos e inversores), adicionando custos com frete, seguro,

taxas, tributos e importação, de onde se obtém o preço nacionalizado para os equipamentos.

Além dos custos anteriormente citados, deve-se incluir, também, custos de cabos, materiais extras, projeto e instalação, para resultar no preço por Watt-pico instalado (NAKABAYASHI, 2014).

A Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE criou em 2012 um documento chamado “Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira” que apresenta um estudo do panorama da geração fotovoltaica no mundo e a potencialidade de implantação efetiva no Brasil, por meio de políticas específicas para o segmento (ABINEE, 2012). O estudo propõe um método onde as premissas adotadas para o custo nacionalizado são:

- Incidência de Imposto de Importação (II) sobre módulos de 12% e 14% para inversores importados;
- Considera-se a alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), incidente sobre módulos fotovoltaicos, de 0%;
- Incidência de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para inversores em 12% (embora a alíquota varie por estado);
- Incidência de Programa Integração Social (PIS) (1,65%) e Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) (7,6%) sobre os módulos e inversores;
- Utilização de valores representativos de serviços aduaneiros.

### 2.6.2 Custo de Produção de Sistemas Fotovoltaicos

O custo de produção (CP) de um sistema fotovoltaico, expresso em R\$ por kWh produzido pode ser calculado pela equação (01) (ABINEE, 2012):

$$CP = \frac{[CAPEX + VP(OPEX)]}{VP(EP)} \quad (1)$$

Onde:

- CP: Custo de produção (R\$/kWh);
- CAPEX: Custos de investimento do sistema fotovoltaico (R\$);

- VP (OPEX) Valor presente de custos de operação e manutenção ao longo da vida útil da instalação (R\$);
- VP (EP) Valor presente da energia produzida ao longo da vida útil da instalação (kWh).

O cálculo do custo de produção considera tanto os investimentos iniciais quanto uma previsão sobre custos de operação e manutenção ao longo da vida útil da instalação (ABINEE, 2012). Os seguintes parâmetros típicos serão utilizados na análise do custo de produção:

- Vida útil da usina: 25 anos;
- O custo de investimento (CAPEX): parametrizado;
- Custo de O&M (OPEX): estimado como sendo 1% do CAPEX ao ano;
- Eficiência das células: redução de 0,75%/ano sobre valor original (100%);
- Taxa de desconto (i.e., valor ponderado do custo de capital): 7,5%;
- A irradiação solar e sua conversão em energia elétrica foram combinadas no fator de capacidade da usina, parametrizado entre 12% e 20%.

### 2.6.3 Custo de Implantação de SFVCR

Para identificar a viabilidade econômica, deve-se comparar por vários fatores: distribuidora, ano a ano, custo nivelado da fonte e a tarifa final da distribuidora para as classes de consumo avaliada (EPE, 2014).

Na Figura 11, pode-se ver uma análise do valor de investimento em sistemas de geração fotovoltaica no Brasil para o ano de 2012, com taxa de câmbio de US\$1.00 = R\$1,75.

Potência	Painéis (2)	Inversores	Instalação & Montagem	TOTAL
Residencial (4-6kW <sub>p</sub> )	4,88	1,25	1,53	7,66
Residencial (8-10kW <sub>p</sub> )	4,42	1,09	1,38	6,89
Comercial (100kW <sub>p</sub> )	3,81	0,92	1,18	5,91
Industrial (≥1.000kW <sub>p</sub> )	3,50	0,66	1,04	5,20

**Figura 11 – Custo de Investimento em Sistemas Fotovoltaicos – Referência no Brasil (R\$/kW<sub>p</sub>)**

Fonte: EPE (2012)



No cenário atual, com a taxa de câmbio a aproximadamente US\$1.00 = R\$3,58 o investimento necessário é superior ao de 2012, mas com a projeção otimista da melhora da economia brasileira nos próximos anos e consequente diminuição do valor do dólar, os custos deverão ser menores.

A Figura 12 mostra a projeção linear da trajetória de redução de custos estimados a partir do valor de referência do ano de 2012 para instalações fotovoltaicas (EPE, 2014).

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Residencial (R\$/Wp)	7,7	7,2	6,7	6,3	5,9	5,5	5,1	4,8	4,5	4,4	4,2	4,1
Comercial (R\$/Wp)	6,9	6,5	6,1	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5	4,2	4,1	3,9	3,8

**Figura 12 – Trajetória de Redução de Custos**

**Fonte: EPE (2014)**

## 2.7 ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL E PARANÁ

Hoje em dia, uma das questões fundamentais para o desenvolvimento sustentável está no planejamento energético e na geração de energia elétrica com maior número de fontes renováveis, e que tenham menos impacto no meio ambiente. Com o aprimoramento e o desenvolvimento de novas tecnologias para a geração de energia elétrica e utilização desta tecnologia em um sistema integrado e distribuído pode se ter um ganho nos aspectos financeiros, sociais e ambientais (TIEPOLO, 2015).

Agregado a esta necessidade de fontes renováveis, mediante o ascendente valor da energia hidroelétrica no Brasil (COPEL,2015) e os rumores de racionamento, ter uma opção de energia renovável a disposição pode ser um bom investimento para o futuro.

No Brasil, devido às grandes bacias hidrográficas existentes em praticamente toda a extensão do território, a principal fonte geradora de energia elétrica é a hidráulica (64,1%) seguida do gás natural (13%), biomassa (7,3%), derivados de petróleo (6,9%), carvão e seus derivados (3,2%), nuclear (2,5%) e por fim eólico

(2,0%), sendo ainda desprezível a participação da energia solar na matriz elétrica. (TIEPOLO *et al.*, 2014) (BEN, 2015).

Existe uma tendência que a participação da energia hidroelétrica diminua, de forma que outras fontes devem ter aumento na participação da matriz elétrica, afim de atender à crescente demanda de energia (BEN, 2015) (TIEPOLO, 2015).

Com a dificuldade de expansão da fonte hidrotérmica devido aos impactos ambientais, sociais e econômicos ocasionados para formar os grandes reservatórios, aliado às perdas de energia elétrica (EE) que ocorrem no sistema interligado nacional, levando em conta que o aumento na participação das usinas térmicas alimentadas por combustíveis fósseis contribui para o aumento da tarifa, a partir de 2011 o governo federal criou alguns projetos para fomentar este mercado e incentivar a geração distribuída, principalmente no que diz respeito a questão solar, pois o Brasil tem um grande potencial, pouco utilizado nesta fonte de energia (TIEPOLO, 2015).

O Primeiro incentivo que a ANEEL emitiu foi a Chamada N°13/2011, (Projeto Estratégico: “Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira”) tem uma premissa de apoio a pesquisas e desenvolvimentos afim de coordenar e integrar novos conhecimentos tecnológicos, exigindo um esforço de múltiplas empresas de EE e entidades executoras. Este projeto tem desde a intenção de facilitar a inserção da energia solar fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira até propiciar a capacitação para esta tecnologia em escolas técnicas, universidades e empresas nacionais (ANEEL, 2011).

No Projeto Estratégico é visada também redução de custos da geração solar fotovoltaica afim de promover a competição com as demais fontes de energia e também propor e justificar aperfeiçoamentos regulatórios tributários que favoreçam a viabilidade econômica da geração solar fotovoltaica e também o aumento da segurança e confiabilidade do suprimento de energia (ANEEL, 2011).

Nesta chamada foram aprovadas e cadastradas 18 propostas de pesquisa e desenvolvimento de energia solar, o que totalizou investimentos em torno de R\$ 400 milhões e 24,5 MWp (TIEPOLO, 2015).

Outro documento de incentivo à energia solar fotovoltaica foi a RESOLUÇÃO NORMATIVA (REN) N° 482 de 17 de abril de 2012 que é um documento da ANEEL que estabelece as condições para microgeração e minigeração através de fontes alternativas de energia conectados aos sistemas de distribuição de energia elétrica e estabelece o sistema de compensação da energia elétrica.

Conforme a REN 482 as fontes de energia utilizadas devem ser as seguintes: hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada. Os sistemas devem atender a regulamentação da ANEEL e devem estar conectadas à rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. A microgeração é definida como uma central geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 100kW, enquanto os sistemas de minigeração distribuída são definidos como centrais geradoras de energia elétrica com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW.

O sistema de compensação funciona da seguinte maneira: a energia ativa injetada pelas unidades consumidoras com centrais de microgeração ou minigeração é cedida a distribuidora local por meio de empréstimo gratuito e compensada com o consumo de energia ativa da mesma unidade consumidora ou de outra unidade de mesma titularidade da unidade que os créditos foram gerados (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.).

No capítulo II da resolução normativa N°482 encontram-se as informações referentes ao acesso aos sistemas de distribuição. Originalmente da resolução N°482 tem-se no Art. 3º que as distribuidoras devem adequar seus sistemas comerciais e elaborar ou revisar normas técnicas, utilizando o PRODIST como referência, para o acesso dos Micro e Minigeradores, da data da publicação da resolução as empresas tinham 240 dias corridos para postar as normas e efetuar as alterações no que se tratava do *caput* e após o prazo deveria atender as solicitações de acesso distribuídos nos termos da seção 3.7 do módulo 3 do PRODIST (REN ANEEL 482).

Foi criada a RESOLUÇÃO NORMATIVA (REN) N° 517, de 11 de dezembro de 2012, que altera a resolução normativa N° 482 em alguns aspectos visando aperfeiçoar o ato regulamentar e facilitar a aderência de microgeradores e minigeradores no sistema de compensação financeira e nos créditos de energia, nos custos eventuais para recapacitar a rede elétrica durante a instalação de um SFVCR, nas questões de contratos envolvendo consumidor e distribuidora, e na readequação dos medidores capazes de medir a energia consumida e a energia injetada da rede de distribuição (REN ANEEL 517).

A fim de revisar a REN 482 foi publicada a RESOLUÇÃO NORMATIVA REN N° 687, de 24 de novembro de 2015, que no geral veio facilitar, que as pessoas e empresas instalem sistemas que produzam energia a partir de fontes renováveis. A

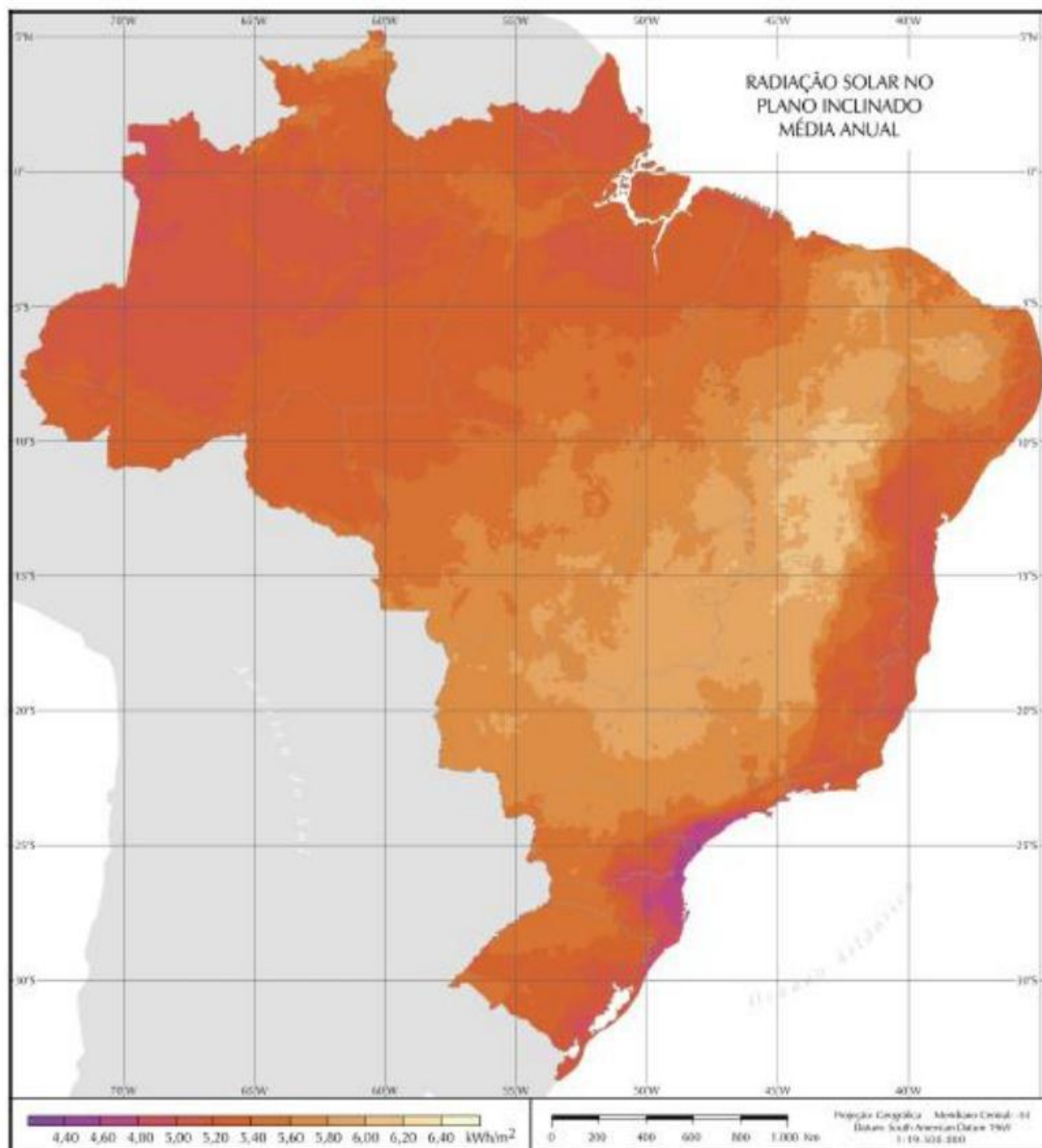
microgeração teve alteração na capacidade para até 75 kW e a minigeração é uma central geradora com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada (REN ANEEL 687), entre elas a fotovoltaica.

A REN 687 também estabelece modalidades de autoconsumo remoto e geração compartilhada, dando opção de geração em terrenos afastados do local de consumo, tanto que mesma distribuidora de energia opere nos dois locais, e para sociedade entre vizinhos para participar do sistema de compensação de energia. Com relação aos créditos de energia surge a possibilidade de compensação entre matrizes e filiais de grupos empresariais e ampliação da duração dos créditos de 36 para 60 meses (REN ANEEL 687).

Outra facilidade apresentada foi a redução dos prazos de tramitação de pedidos junto as distribuidoras e também a padronização e acompanhamento dos pedidos pela internet a partir de 2017 (REN ANEEL 687).

No Brasil em 1978 foi criada a Associação Brasileira de Energia Solar- ABENS- com o objetivo de divulgar e incentivar os estudos da Energia Solar no país, neste mesmo ano foi publicado o trabalho “Estudo da distribuição de radiação solar incidente sobre o Brasil” que mostrava através de mapas mensais a radiação incidente. Após este estudo e os que se seguiram foram feitos incentivos pelo governo em equipamentos para medir a radiação solar na totalidade do território brasileiro, porém mais tarde com a falta de recursos para manter os funcionários e os equipamentos, os mesmo foram sendo desativados ao longo do tempo (TIEPOLO, 2015).

Como pode-se ver no Mapa Brasileiro de Energia Solar – 2006, que mostra a média anual do total diário de irradiação solar incidente sobre o território, o Brasil tem grande potencial fotovoltaico e de irradiação solar. No mapa (Figura 13) pode-se verificar que valor máximo de irradiação ocorre no norte do estado da Bahia, próximo à fronteira do Piauí em contrapartida a menor irradiação ocorre no litoral norte de Santa Catarina (TIEPOLO, 2015).



**Figura 13 – Mapa Solar do Brasil no Plano Inclinado**

**Fonte: PEREIRA et al. (2006)**

Pode-se ver na Figura 13 que no território brasileiro os valores de irradiação solar global incidente são superiores aos da maioria dos países da União Europeia onde existe grande potencial fotovoltaico instalado, e onde os projetos para aproveitamento dos recursos solares foram impulsionados e mantidos por incentivos governamentais, diferente da maioria dos investimentos brasileiros que acabaram sucumbindo à falta de verba.

O Estado do Paraná, em termos de Brasil, é um dos maiores produtores de energia elétrica através de hidrelétricas, o estado também tem uma pré-disposição para implantação de outras fontes como biomassa, eólica e fotovoltaica, neste último caso em sistemas isolados em sua maioria (TIEPOLO, 2015).

Com a crise hidráulica surge esta necessidade de gerar energia com baixo impacto ambiental, de forma limpa e de preferência próxima aos centros urbanos de maior consumo, que pode ser sanada através da geração por módulos solares fotovoltaicos (URBANETZ, 2010).

As iniciativas de incentivo a implantação de SVFCR ainda estão muito aquém do potencial existente no Paraná, pois a média de anual de radiação no Paraná é aproximadamente 58% maior que a média anual de irradiação na Alemanha, que é país com maior potencial instalado globalmente até 2014 (TIEPOLO, 2015).

As Figuras 14 e 15 mostram os mapas fotovoltaicos do estado do Paraná e da Alemanha aonde pode ser observada a informação acima.

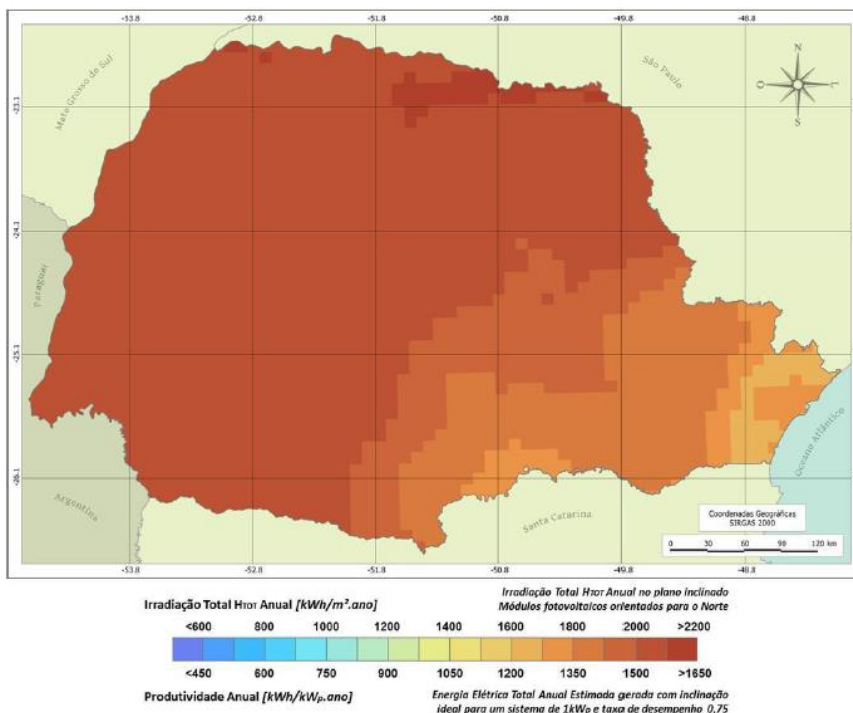


Figura 14 – Mapa Fotovoltaico do Estado do Paraná

Fonte: TIEPOLO *et al.* (2015)



Figura 15 – Mapa Solar da Alemanha

Fonte: EUROPEAN COMISSION (2012)

Em relação a SFVCR até dezembro de 2014 no Paraná, haviam dois sistemas oficialmente instalados, um na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, de 2,1kWp), e outro de 8,64 kWp na empresa ELCO sendo esta a primeira ligação à rede elétrica de distribuição de sistema de microgeração de energia fotovoltaica no Paraná seguindo a Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL. Dados obtidos em 27/01/2015 mostram que o estado do Paraná apresentava 24 SFVCR em operação que juntos totalizaram 122 kWp de potência instalada (TIEPOLO, 2015).

Apesar do grande potencial das fontes renováveis de energia, os custos desta tecnologia são relativamente elevados no Brasil, porém estes custos apresentam tendência a queda principalmente na geração fotovoltaica de acordo com a tendência mundial (BRASIL, 2013). Porém no Brasil, atualmente não existe uma cadeia produtiva consolidada de sistemas fotovoltaicos, apesar do país deter uma das maiores reservas de Silício, que é a matéria prima para a fabricação destes componentes (MME, 2009).

Através da análise de fatores como o preço da energia elétrica, o preço do SFVCR e possíveis aplicações, será feito um estudo de viabilidade econômica a fim de comprovar a vantagem ou desvantagem de se investir na instalação de um SFVCR.



### 3 PREMISSAS PARA O ESTUDO ECONÔMICO DO SFVCR

Neste capítulo, foram abordados e estudados conceitos básicos para a realização de estudos sobre viabilidades para implantação de sistemas fotovoltaicos que, de acordo com Miranda (2014) devem-se sempre recorrer à legislação aplicada no local, que no caso proposto é a Companhia Paranaense de Energia - COPEL, pois a análise econômica que representa ganhos financeiros do projeto deve possuir conhecimento da remuneração, prevista em lei.

A importância na tomada de decisões de investimento de capital e os métodos de avaliação das propostas de investimentos possuem algumas premissas que são de suma relevância e fizeram parte da análise para simular o retorno do investimento de um SFVCR.

De acordo com a Via Solar (2016) Sistemas Solares Fotovoltaicos podem ser instalados em qualquer superfície como telhados e áreas abertas. Porém o mais importante é se atentar para 3 fatores essenciais que irão viabilizar a instalação do sistema:

- Radiação solar ao nível do arranjo fotovoltaico na região;
- Custo global do sistema (instalação + custo em vida útil);
- Valor da tarifa de energia na concessionária local (no caso COPEL).

Analisando todos os fatores, definiram-se as premissas para o estudo da viabilidade feito aqui. Os principais indicadores econômicos para análise de projetos, como esse em caso, são o *Payback*, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

#### 3.1 DESCRIÇÃO DE CONSUMO BASE

As tendências de variações no consumo em sistemas domésticos são bem menores se comparados ao setor comercial e industrial. Com isso, não foi necessário estimar as variações no consumo médio de energia elétrica e utilizou-se a média de consumo residencial no Paraná no ano de 2015.

A média de consumo por residência utilizada foi calculada dividindo o consumo total residencial no estado do Paraná em 2015, visto na Figura 16 pela quantidade de unidades residenciais do estado, que era de 3.548.796 (EPE, 2015).

	2010	2011	2012	2013	2014	Δ% (2014/2013)	Part. % (2014)	
<b>Consumo (GWh)</b>	<b>25.355</b>	<b>26.554</b>	<b>27.790</b>	<b>29.029</b>	<b>30.387</b>	<b>4,7</b>	<b>100</b>	<b>Consumption (GWh)</b>
Residencial	6.019	6.315	6.654	6.986	7.363	5,4	24,2	Residential
Industrial	10.649	11.058	11.356	11.879	12.108	1,9	39,8	Industrial
Comercial	4.569	4.912	5.262	5.494	5.953	8,3	19,6	Commercial
Rural	1.805	1.898	2.062	2.119	2.290	8,1	7,5	Rural
Poder público	626	646	672	684	711	3,9	2,3	Public Sector
Iluminação pública	829	858	892	935	981	4,9	3,2	Public lighting
Serviço público	629	657	690	702	736	4,9	2,4	Public service
Consumo próprio	230	209	203	229	245	6,9	0,8	Own use
<b>Consumidores (unidades)</b>	<b>3.874.555</b>	<b>4.035.378</b>	<b>4.160.532</b>	<b>4.308.666</b>	<b>4.458.132</b>	<b>3,5</b>	<b>100</b>	<b>Consumers (units)</b>
Residencial	3.062.165	3.189.850	3.300.819	3.428.226	3.548.796	3,5	79,6	Residential
Industrial	71.048	82.693	88.817	95.649	93.220	-2,5	2,1	Industrial
Comercial	317.473	328.397	336.147	347.663	378.504	8,9	8,5	Commercial
Rural	373.114	381.333	379.168	379.414	379.170	-0,1	8,5	Rural
Poder público	35.726	37.071	38.199	39.542	40.455	2,3	0,9	Public Sector
Iluminação pública	10.052	10.808	12.117	12.916	12.306	-4,7	0,3	Public lighting
Serviço público	4.313	4.353	4.374	4.373	4.820	10,2	0,1	Public service
Consumo próprio	664	873	891	883	861	-2,5	0,0	Own use

**Figura 16 – Consumo de Energia Elétrica no Paraná**

Fonte: EPE (2015)

Assim a média aproximada de consumo de energia elétrica no estado do Paraná foi de 172,9kWh ao mês por residência. Este foi o consumo base utilizado para os cálculos de análise de investimento.

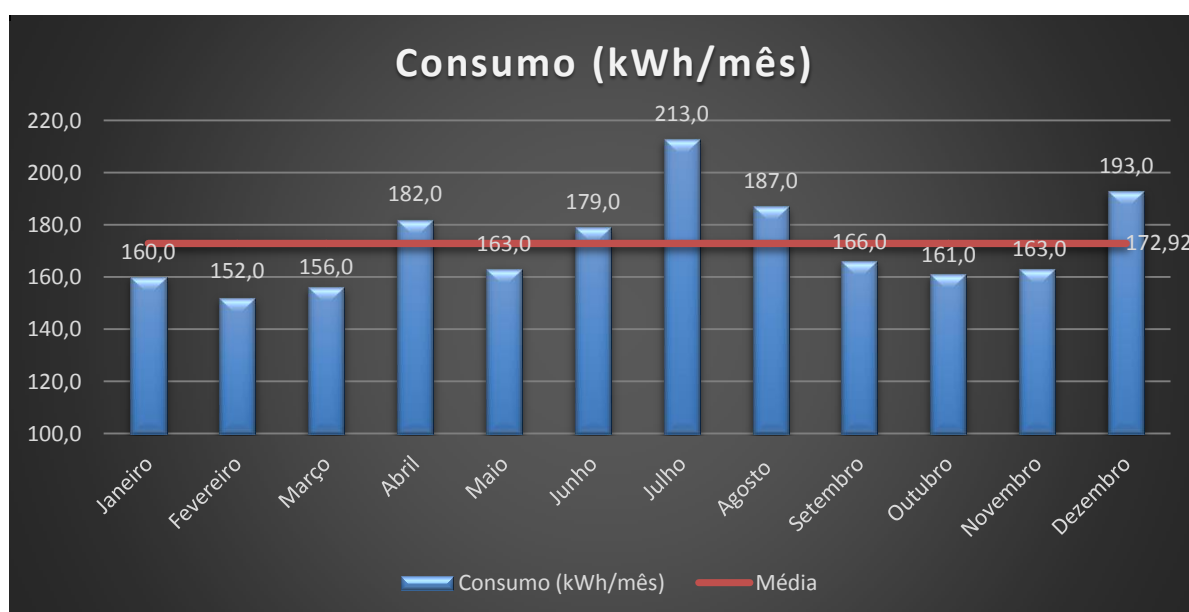
Para cálculos da média do consumo de energia elétrica, foram adotados valores com base em uma fatura de energia elétrica de um consumidor residencial que mora em Curitiba no estado do Paraná. A Tabela 3 mostra esse consumo mensalmente, utilizando dados adaptados de um consumidor real da cidade de Curitiba. Essa média de consumo da energia elétrica (em kWh/mês) é importante na utilização para o cálculo do dimensionamento do Sistema Fotovoltaico realizado mais a frente neste trabalho.

**Tabela 3 - Média Anual com Valores Ajustados de um Consumidor Residencial no Paraná**

Mês	Consumo (kWh/mês)
Janeiro	160,0
Fevereiro	152,0
Março	156,0
Abril	182,0
Mai	163,0
Junho	179,0
Julho	213,0
Agosto	187,0
Setembro	166,0
Outubro	161,0
Novembro	163,0
Dezembro	193,0
<b>Média Anual de Consumo</b>	<b>172,9</b>

Fonte: Autoria Própria

O Gráfico 2 demonstra como esse consumo se comporta ao longo do ano onde, devido às estações e mudanças de temperaturas, existem meses de maior e outros de menor consumo de energia.



**Gráfico 2 - Média Anual com Valores Ajustados de um Consumidor Residencial no Paraná**  
Fonte: Autoria Própria

### 3.2 ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE NO ESTADO DO PARANÁ

Os valores da produtividade gerada estimada total anual no plano inclinado nos 399 municípios do estado do Paraná, conforme descrito por Tiepolo (2015) foram divididos por 12 (meses) com o propósito de se encontrar os valores mensais de produtividade estimada por município do estado, conforme apresentado no APÊNDICE A.

Para esta análise considerou-se a cidade de Curitiba, capital do estado, como exemplo para o cálculo do retorno no investimento, sendo que a produtividade média mensal de Curitiba é de 114,33 kWh/kWp.mês.

### 3.3 TIPO DE LIGAÇÃO DA RESIDÊNCIA

Segundo a ANEEL (2014), terá o pagamento referente ao custo de disponibilidade para unidades consumidoras conectadas em baixa tensão, mesmo que a energia injetada na rede seja superior ao consumo. Este custo é o valor em reais equivalente a 30kWh para ligação monofásica, 50kWh para bifásico ou 100kWh para ligação trifásica.

Levou-se em conta essa informação para o dimensionamento do sistema, subtraindo o custo de disponibilidade da média de consumo da residência, para que o sistema não ficasse superdimensionado e conseqüentemente, mais caro que o necessário, além de gerar em média mais energia do que o consumidor irá utilizar, sendo que no modelo de compensação de energia não há venda do excedente, e sim créditos de energia que devem ser utilizados num prazo determinado de tempo conforme definido na regulamentação 687/2015.

Para a finalidade de dimensionar o Sistema, foi considerada uma residência com ligação bifásica, ou seja, o consumo mínimo equivalente do consumidor de 50kWh, sendo por esta quantidade mínima que o cliente será faturado (consumidor do Grupo B).

### 3.4 ORIENTAÇÃO DOS MÓDULOS SOLARES

Adotou-se a orientação do sistema para o norte geográfico, que maximiza a quantidade de radiação solar captada por um SFVCR ao longo do ano, e inclinação dos módulos igual a latitude do local, que no caso de Curitiba é de 25°, condições estas consideradas ideais, ou seja, onde ocorre a máxima produtividade ao longo do ano.

A produtividade é uma forma de analisar o desempenho de um SFVCR, o qual representa a energia elétrica gerada em kWh para um sistema fotovoltaico de 1 kWp é capaz de gerar com uma determinada taxa de desempenho.

Foi adotada *performance ratio* ou taxa de desempenho igual a 0,75 (ou 75%) que é a taxa de desempenho adotada na elaboração do Atlas Fotovoltaico do estado do Paraná, que é a taxa média encontrada em sistemas fotovoltaicos instalados na Europa, notadamente na Alemanha, e que é utilizada na elaboração de Mapas Fotovoltaicos de países europeus.

### 3.5 VIDA ÚTIL DO PROJETO

Estes sistemas solares fotovoltaicos possuem vida útil estimada de 25 anos, de forma que quanto mais aumentos ocorrer na tarifa de energia, mais rápido será o *payback* do seu sistema instalado (VIA SOLAR, 2016).

### 3.6 PERDAS NO SISTEMA

As perdas são geradas por diversos motivos, sendo os principais: a queda de tensão no lado DC (corrente contínua), queda no lado de AC (corrente alternada), eficiência do inversor, diodos e conexões, degradação por incidência inicial da luz, transformadores de isolamento, sombreamento, dados incorretos de placa (remete à confiabilidade do fornecedor) e perdas devido à temperatura (MIRANDA, 2015) (TI-EPOLO, 2015).

Como parâmetro técnico fornecido pela EPE (2012) a perda de eficiência dos painéis é de 0,65% ao ano, com correspondente decréscimo da energia produ-

zida ao longo dos 20 primeiros anos, sendo que nos 5 anos seguintes as perdas são tão pequenas que podem ser consideradas desprezíveis e estáveis, mantendo a quantidade de energia elétrica gerada a partir do 20º ano.

Esta perda de eficiência foi considerada como um custo adicional na conta de energia.

### 3.7 DIMENSIONAMENTO DO SFVCR

A energia gerada pelo SFVCR deve ser igual à média de consumo de energia elétrica menos a energia relativa ao custo de disponibilidade:

$$\text{Energia Gerada SFVCR} = \text{Média Consumo} - \text{Energia custo de disponibilidade} \quad (2)$$

Para o caso deste trabalho:

$$\text{Energia gerada SFVCR} = 172,9k - 50k = 122,9kW \quad (3)$$

Através dos dados consolidados anteriormente, calculou-se a potência do SFVCR, diminuindo o consumo relativo ao custo de disponibilidade do valor da média de consumo mensal e dividindo-se o resultado pela produtividade local.

$$\text{Capacidade do Sistema} = \frac{\text{Energia Gerada SFVCR} - \text{Energia (disponibilidade)}}{\text{Geração esperada}} \quad (4)$$

No caso em estudo, foi adotado que o SFVCR será implantado nas condições ideais de geração. Neste caso, para um sistema de 1kWp, ele deverá gerar 114,33 kWh/mês na cidade de Curitiba.

Logo, para gerar a energia de 122,9 kWh/mês, serão necessários 1,1 kWp:

$$\text{Capacidade do Sistema} = \frac{172,9k - 50k}{114,3333k} = 1,1kWp \quad (5)$$

A Figura 17 mostra as informações utilizadas para o cálculo do dimensionamento do Sistema Fotovoltaico utilizado neste trabalho.

<b>Dimensionamento do SFV:</b>		
<b>Média Anual de Consumo da E.E. (kWh):</b>	<b>172,9167</b>	
<b>Cidade onde o SFV será instalado:</b>	<b>Curitiba</b>	
<b>Produtividade local (kWh):</b>	<b>114,3333</b>	
<b>Tipo de ligação do cliente (kWh):</b>	<b>Bifásico</b>	<b>50</b>
<b>Capacidade do sistema (kWp):</b>	<b>1,1</b>	

Figura 17 – Dimensionamento do SFVCR

Fonte: Aatoria Própria

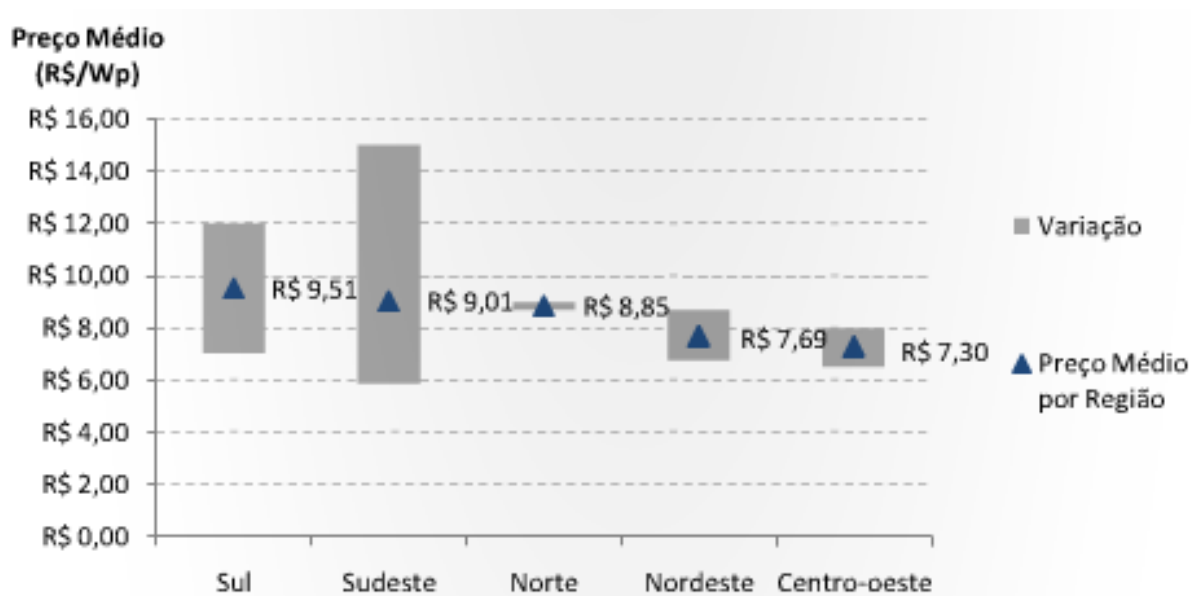
### 3.8 INVESTIMENTOS NO SFVCR

#### 3.8.1 Custos de Implantação do SFVCR

Dados fornecidos pela América do Sol afirmam que, em 2014 o preço médio cobrado por instaladores no Brasil foi de R\$ 8,81 por Watt pico (Wp) instalado, segundo estudo anual do Instituto Ideal chamado “O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica – Edição 2015”.

Segundo o estudo do Instituto Ideal (2015), a região Sul apresenta os maiores preços para sistemas fotovoltaicos. De acordo com Figura 18, verifica-se que o preço médio é de R\$9,51/Wp, acima da média nacional indicada acima. Este foi o valor utilizado para determinar o custo do sistema neste trabalho.

Para o sistema de 1,1kWp, o preço do sistema instalado ao custo de R\$9,51/Wp é de aproximadamente R\$10.222,60.



**Figura 18 - Preço Médio por Região (< 5kWp)**

Fonte: INSTITUTO IDEAL (2015)

### 3.8.2 Custos de Operação e Manutenção

A partir do valor obtido para o custo do investimento inicial de cada sistema estimou-se quais seriam os valores necessários para os gastos com a operação e a manutenção dos mesmos. Para isso, foi considerado o valor de 1% ao ano sobre o valor do investimento inicial retirados do EPE 2012, p.30 (TOYAMA *et. al.*,2015). Esses valores de custos de Operação e Manutenção sofreram um reajuste anual com a mesma proporção que a projeção da Tarifa de Energia Elétrica ao longo de 25 anos a ser melhor detalhado em uma próxima seção neste trabalho.

### 3.8.3 Custos de Reposição do Inversor

Segundo a EPE (2012), a vida útil dos inversores é de aproximadamente 10 anos, portanto, é necessário um investimento extra para reposição dos mesmos. De acordo com Toyama *et al.* (2015) espera-se que o custo destes inversores caia futuramente.

Analisando a Figura 11 (Custo de investimento em sistemas fotovoltaicos) do Capítulo 2, seção 2.8 (EPE, 2012) e fazendo uma média dos valores, pode-se verificar na Tabela 4 que o custo dos inversores é de aproximadamente 16,32% do custo



do investimento total do sistema. Este valor percentual foi utilizado como base na análise do projeto.

**Tabela 4 – Percentual de Custos de Investimento em Sistemas Fotovoltaicos**

	Painéis (%)	Inversores (%)	Instalação e Montagem (%)
<i>Residencial</i>	63,7076	16,3185	19,9739

Fonte: Adaptado de EPE (2012)

Através da estimativa de custos do sistema fotovoltaico apresentada na Tabela 4 e considerando a cotação do dólar em 2012 sendo US\$1,00 = R\$1,75, pode-se observar na Figura 19 que em 2012 o sistema custava R\$7,7/Wp = US\$4,4/Wp. Proporcionalmente, em 2023 teríamos o custo de R\$4,1/Wp = US\$2,34/Wp.

Considerando a taxa de câmbio atual como sendo US\$1,00 = R\$3,58, encontrou-se o valor de R\$8,4/Wp para o ano de 2023. O custo estimado do inversor é de 16,3% do valor total do SFVCR, que pode ser calculado multiplicando-se o tamanho do sistema (1,1kWp) pelo preço estimado do Wp (8,4R\$/Wp). Assim, cada troca de inversor custará cerca de R\$1.502,00.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Residencial (R\$/Wp)</b>	7,7	7,2	6,7	6,3	5,9	5,5	5,1	4,8	4,5	4,4	4,2	4,1
<b>Comercial (R\$/Wp)</b>	6,9	6,5	6,1	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5	4,2	4,1	3,9	3,8

**Figura 19 – Trajetória de Redução de Custos do Sistema Fotovoltaico**

Fonte: EPE, 2014

#### 3.8.4 Custo de Oportunidade

O custo de oportunidade se define pela perda que o investidor tem se, ao invés de investir em um SFVCR, colocasse o recurso utilizado como investimento inicial, por exemplo, em uma instituição financeira com rendimentos mínimos (TOYAMA *et al.*, 2014). A base escolhida foi o Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC), através da Taxa SELIC, que de acordo com o Banco Central do Brasil –

BCB, é definida como a taxa média ajustada dos financiamentos diários pelo próprio SELIC para títulos federais.

A Taxa SELIC é também conhecida como taxa básica de juros da economia brasileira e serve para definir o piso dos juros no país, e é usada nos empréstimos feitos entre os bancos e também nas aplicações feitas por estas instituições bancárias em títulos públicos federais (SUA PESQUISA, 2016).

Neste trabalho, foram propostas 3 taxas retiradas do histórico das taxas SELIC para os diferentes cenários, levando em consideração possíveis modificações na economia brasileira. São elas: 14,25% (taxa atual), 12,50% (considerando uma economia um pouco mais favorável para a população brasileira) e 10,00% (um cenário muito otimista no ponto de vista econômico).

### 3.8.5 Tarifa de Energia Elétrica

Para estudo da competitividade da geração fotovoltaica, o custo dessa geração deve ser nivelado com o valor da tarifa final que o consumidor paga (TOYAMA, *et al.*, 2014).

Nos valores de tarifas de energia elétrica estão inclusos os tributos federais (PIS/COFINS) e estadual (ICMS) especificados pela concessionária de energia, que em Curitiba é representada pela COPEL. Na cobrança também está inclusa a arrecadação da contribuição de iluminação pública, que neste estudo foi desconsiderada por ser um valor definido cujo a cobrança é fixa, ou seja, ela é feita com ou sem a implantação do sistema e, portanto, não influenciará na decisão de investir no SFVCR.

A COPEL especifica o valor a ser cobrado do consumidor através da seguinte equação:

$$Tarifa\ com\ impostos = \frac{Valor\ da\ tarifa\ publicada\ pela\ ANEEL\ (sem\ impostos)}{1 - (ICMS + PIS + CONFINS)} \quad (6)$$

A Figura 20 mostra os valores atuais de tarifas cobradas para o subgrupo B1 – Residencial pela COPEL:

CONVENCIONAL	Resolução ANEEL Nº 1.897, de 16 de junho de 2015	
Tarifa em R\$/kWh	Resolução ANEEL	com Impostos: ICMS e PIS/COFINS
B1 - Residencial	0,49231	0,76683
Vigência em 24/06/2015		

**Figura 20 – Tarifa Convencional – Subgrupo B1 (Residencial)**

Fonte: COPEL (2016)

### 3.9 ANÁLISE DE RETORNO DO INVESTIMENTO

#### 3.9.1 Estimativa da Tarifa de Energia Elétrica para 25 Anos

Para estimar os valores das tarifas de energia elétrica nos próximos 25 anos foram definidos alguns cenários avaliando possíveis situações nas quais o consumidor é o foco principal. Esses cenários são inversamente proporcionais para quem investe em sistemas em um SFVCR, pois quanto maior for o reajuste da tarifa de energia elétrica, mais rápido será o retorno do investimento inicial.

Para tanto, foram utilizadas como base as alterações do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) que de acordo com o Portal Brasileiro de Dados Abertos (PBDA) tem o objetivo de medir a inflação de um conjunto de produtos e serviços comercializados no varejo. O indicador reflete o custo de vida de famílias com renda mensal de 1 a 40 salários mínimos, residentes nas regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba, Salvador, Recife, Fortaleza e Belém, além do Distrito Federal e do município de Goiânia (PBDA, 2016).

O IPCA é produzido pelo IBGE desde 1979 e desde junho de 1999, é o índice utilizado pelo BCB para o acompanhamento dos objetivos estabelecidos no sistema de metas de inflação, sendo considerado o índice oficial de inflação do país (PBDA, 2016).

A escolha do IPCA para análise do estudo foi adotada pois, durante a análise de reajustes das tarifas nos últimos 10 anos fornecidos pela ANEEL encontrados

na Tabela 2, Seção 2.5 do Capítulo 2 (EPE, 2015), levantaram-se os dados da Tabela 5:

**Tabela 5 – Alterações Tarifárias sem Impostos no período de 2004 – 2015 na área abrangida pela COPEL**

<b>Ano Reajuste:</b>	<b>Tarifas Reajustadas</b>	<b>% Variação</b>
<b>2004</b>	0,3004	<b>10,60%</b>
<b>2005</b>	0,2988	<b>-0,53%</b>
<b>2006</b>	0,2608	<b>-12,72%</b>
<b>2007</b>	0,2556	<b>-1,99%</b>
<b>2008</b>	0,2607	<b>2,00%</b>
<b>2009</b>	0,2894	<b>11,01%</b>
<b>2010</b>	0,3000	<b>3,66%</b>
<b>2011</b>	0,3093	<b>3,10%</b>
<b>2012</b>	0,2963	<b>-4,20%</b>
<b>2013</b>	0,2426	<b>-18,12%</b>
<b>2014</b>	0,3264	<b>34,54%</b>
<b>2015</b>	0,4304	<b>31,86%</b>
<b>2015</b>	0,4923	<b>14,38%</b>

**Fonte: Adaptado de EPE – ANEEL, 2015**

Analisando a Tabela 5 percebeu-se deflação em certos períodos como 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2011-2012 e 2012-2013. Essa incompatibilidade pode ser comprovada com os dados da Série Histórica do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo no mesmo período analisado dos reajustes de 2004-2015 conforme Tabela 6.

Observando a Tabela 6 só é possível encontrar deflação apenas nos meses de junho em 2005 e junho de 2006 ao longo de 148 meses. Com isso, percebeu-se a tendência de apenas aumentar a inflação, o que também influencia na elevação dos valores de tarifa de energia elétrica. No estudo foram analisados três cenários: Cenário A, Cenário B e Cenário C onde para projetar os valores de energia elétrica foram utilizadas ferramentas da estatística chamadas de quartis para os cenários A e C, e a média para o cenário B.

Tabela 6 – Série Histórica do IPCA

SÉRIE HISTÓRICA DO IPCA (Variação % no Ano)							
Mês/Ano	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
JAN	1,34	1,18	0,71	0,70	0,62	0,57	0,52
FEV	2,38	1,69	1,17	1,76	0,75	1,03	0,88
MAR	2,74	2,21	1,52	2,88	0,97	1,42	1,49
ABR	4,04	3,10	1,76	3,45	1,40	2,00	2,30
MAI	5,31	3,53	2,27	3,76	1,41	2,42	2,51
JUN	6,56	4,09	2,29	3,96	1,64	2,96	2,94
JUL	7,74	4,31	2,17	5,09	3,28	4,32	4,17
AGO	8,22	4,29	1,65	5,68	4,63	5,06	4,85
SET	8,38	4,36	1,42	6,01	4,87	5,35	5,60
OUT	8,70	4,60	1,44	7,27	5,02	6,22	6,98
NOV	9,05	4,77	1,32	8,29	5,35	6,98	10,22
DEZ	9,56	5,22	1,65	8,94	5,97	7,67	12,53

Mês/Ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
JAN	2,25	0,76	0,58	0,59	0,44	0,54	0,48
FEV	3,86	1,37	1,17	1,00	0,88	1,03	1,03
MAR	5,13	1,85	1,79	1,44	1,26	1,52	1,23
ABR	6,15	2,23	2,68	1,65	1,51	2,08	1,72
MAI	6,80	2,75	3,18	1,75	1,79	2,88	2,20
JUN	6,64	3,48	3,16	1,54	2,08	3,64	2,57
JUL	6,85	4,42	3,42	1,73	2,32	4,19	2,81
AGO	7,22	5,14	3,59	1,78	2,80	4,48	2,97
SET	8,05	5,49	3,95	2,00	2,99	4,76	3,21
OUT	8,37	5,95	4,73	2,33	3,30	5,23	3,50
NOV	8,74	6,68	5,31	2,65	3,69	5,61	3,93
DEZ	9,30	7,60	5,69	3,14	4,46	5,90	4,31

Mês/Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
JAN	0,75	0,83	0,56	0,86	0,55	1,24	1,27
FEV	1,54	1,64	1,01	1,47	1,24	2,48	2,18
MAR	2,06	2,44	1,22	1,94	2,18	3,83	2,62
ABR	2,65	3,23	1,87	2,50	2,86	4,56	3,25
MAI	3,09	3,71	2,24	2,88	3,33	5,34	
JUN	3,09	3,87	2,32	3,15	3,75	6,17	
JUL	3,10	4,04	2,76	3,18	3,76	6,83	
AGO	3,14	4,42	3,18	3,43	4,02	7,06	
SET	3,60	4,97	3,77	3,79	4,61	7,64	
OUT	4,38	5,43	4,38	4,38	5,05	8,52	
NOV	5,25	5,97	5,01	4,95	5,58	9,62	
DEZ	5,91	6,50	5,84	5,91	6,41	10,67	

Fonte: Adaptado do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índices de Preços, Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (2016)

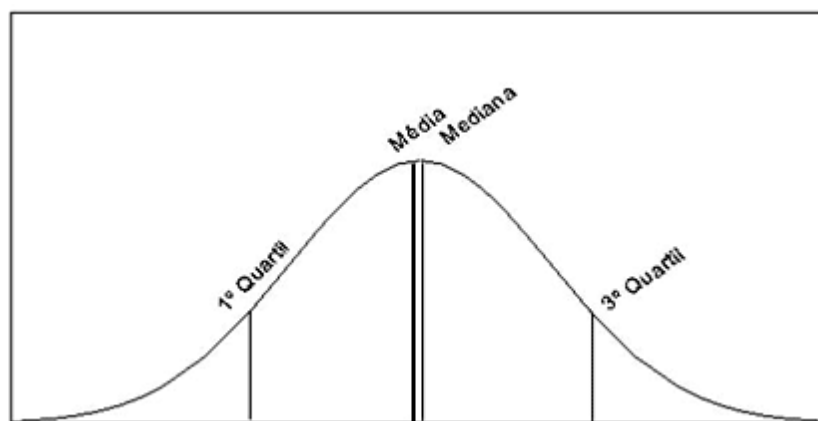
Os quartis são valores que dividem os dados ordenados em quatro partes iguais (CARDOSO, 2016), onde:

Primeiro Quartil (Q1): valor que deixa 25% das observações à sua esquerda.

Segundo Quartil (Q2 – mediana): valor que deixa 50% das observações à sua esquerda.

Terceiro Quartil (Q3): valor que deixa 75% das observações à sua esquerda.

A Figura 21 representa graficamente as medidas estatísticas utilizadas para calcular os percentuais de reajustes neste trabalho.



**Figura 21 – Representação Gráfica das Medidas Estatísticas**

**Fonte: LCA Recursos Humanos e Consultoria (2005)**

Os quartis inferior e superior, Q1 e Q3, são definidos como os valores abaixo dos quais estão um quarto e três quartos, respectivamente, dos dados. Estes três valores são frequentemente usados para resumir os dados juntamente com o mínimo e o máximo. Eles são obtidos ordenando-se os dados do menor para o maior e, então, contando-se o número apropriado de observações ( $n$ ). Inicialmente encontramos o termo e depois localizamos nos dados ordenados os seus respectivos valores (CARDOSO, 2016).

Os dados utilizados para definir os quartis e a média foram retirados da série histórica do IPCA entre os anos de 1996 a 2015 encontrados no Anexo I, onde o percentual da variação foi selecionado apenas nos meses de dezembro de cada ano, representando a inflação acumulada.

Os anos de 1994 e 1995 não foram incluídos nesse trabalho pois, em 1º de julho de 1994 houve a culminância do programa de estabilização, com o lançamento da nova moeda, o Real (R\$). Toda a base monetária brasileira foi trocada de acordo com a paridade legalmente estabelecida: CR\$2.750,00 para cada R\$1,00 e a inflação acumulada até julho de 1994 foi de 815,60%, e a primeira inflação registrada sob efeito da nova moeda foi de 6,08%, mínima recorde em muitos anos (CARVA-

LHO, 2009). Portanto, apesar dos reajustes terem sido menores ao longo de muitos anos, ainda eram muito altos comparados com os de 1996 até os dias atuais.

### 3.9.1.1. Cenário A

Nesse caso foi feita uma estimativa considerando que a média da tarifa de energia elétrica seja maior que a média dos últimos 10 anos. Foi utilizada a média dos valores contidos no terceiro quartil (Q3) da amostra selecionada. A Tabela 7 mostra os valores:

**Tabela 7– Série Histórica do IPCA  
(Cenário A)**

Ano	Acumulado de 12 meses (%)
1996	9,56
1997	5,22
1998	1,65
1999	8,94
2000	5,97
2001	7,67
2002	12,53
2003	9,30
2004	7,60
2005	5,69
2006	3,14
2007	4,46
2008	5,90
2009	4,31
2010	5,91
2011	6,50
2012	5,84
2013	5,91
2014	6,41
2015	10,67
<b>3º Quartil</b>	<b>7,99</b>

**Fonte: Adaptado de Série Histórica do IPCA**

Neste cenário, utilizando a função “QUARTIL.INC” do software Excel do software Excel utilizado neste trabalho e escolhendo o 3º quartil, o valor que fornece o reajuste tanto da tarifa elétrica quanto dos custos de operação e manutenção do

SFVCR é de 7,99% ao ano. A Tabela 8 mostra as tarifas de energia elétrica reajustadas para os próximos 25 anos.

**Tabela 8 – Tarifas de Energia Elétricas Reajustadas a 7,99% em 25 Anos para o Cenário A**

<b>CENÁRIO A</b>	
<b>Período</b>	<b>Valor de Tarifas de E.E. Projetadas pelo IPCA do kWh (em R\$)</b>
Ano 1	0,7668
Ano 2	0,8098
Ano 3	0,8551
Ano 4	0,9030
Ano 5	0,9536
Ano 6	1,0070
Ano 7	1,0634
Ano 8	1,1229
Ano 9	1,1858
Ano 10	1,2522
Ano 11	1,3223
Ano 12	1,3964
Ano 13	1,4746
Ano 14	1,5571
Ano 15	1,6443
Ano 16	1,7364
Ano 17	1,8337
Ano 18	1,9364
Ano 19	2,0448
Ano 20	2,1593
Ano 21	2,2802
Ano 22	2,4079
Ano 23	2,5428
Ano 24	2,6852
Ano 25	2,8355

Fonte: Autoria Própria



## 3.9.1.2. Cenário B

Nesse caso foi feita uma estimativa considerando que a média da tarifa de energia elétrica seja igual a média dos últimos 10 anos, sendo utilizada a média amostral. A Tabela 9 mostra os valores:

**Tabela 9 – Séries Históricas do IPCA  
(Cenário B)**

<b>Ano</b>	<b>Acumulado de 12 meses (%)</b>
1996	9,56
1997	5,22
1998	1,65
1999	8,94
2000	5,97
2001	7,67
2002	12,53
2003	9,30
2004	7,60
2005	5,69
2006	3,14
2007	4,46
2008	5,90
2009	4,31
2010	5,91
2011	6,50
2012	5,84
2013	5,91
2014	6,41
2015	10,67
<b>Média</b>	<b>6,66</b>

**Fonte: Autoria Própria**

Neste cenário, utilizando a função “MÉDIA” do software Excel, o valor que fornece o reajuste tanto da tarifa elétrica quanto dos custos de operação e manutenção do SFVCR é de 6,66% ao ano. A Tabela 10 mostra as tarifas de energia elétrica reajustadas para os próximos 25 anos.

**Tabela 10 – Tarifas de Energia Elétricas Reajustadas a 6,66% em 25 Anos para o Cenário B**

<b>CENÁRIO B</b>	
<b>Período</b>	<b>Valor de Tarifas de E.E. Projetadas pelo IPCA do kWh (em R\$)</b>
Ano 1	0,7668
Ano 2	0,8174
Ano 3	0,8714
Ano 4	0,9289
Ano 5	0,9902
Ano 6	1,0556
Ano 7	1,1252
Ano 8	1,1995
Ano 9	1,2787
Ano 10	1,3631
Ano 11	1,4530
Ano 12	1,5489
Ano 13	1,6511
Ano 14	1,7601
Ano 15	1,8763
Ano 16	2,0001
Ano 17	2,1321
Ano 18	2,2729
Ano 19	2,4229
Ano 20	2,5828
Ano 21	2,7532
Ano 22	2,9349
Ano 23	3,1287
Ano 24	3,3351
Ano 25	3,5553

Fonte: Autoria Própria

### 3.9.1.3. Cenário C

Nesse caso foi feita uma estimativa considerando que a média da tarifa de energia elétrica é menor do que a média dos últimos 10 anos. Foi utilizada a média dos valores contidos no primeiro quartil (Q1) da amostra selecionada. A Tabela 11 mostra esses valores.

**Tabela 11 – Séries Históricas do IPCA  
(Cenário C)**

<b>Ano</b>	<b>Acumulado de 12 meses (%)</b>
1996	9,56
1997	5,22
1998	1,65
1999	8,94
2000	5,97
2001	7,67
2002	12,53
2003	9,30
2004	7,60
2005	5,69
2006	3,14
2007	4,46
2008	5,90
2009	4,31
2010	5,91
2011	6,50
2012	5,84
2013	5,91
2014	6,41
2015	10,67
<b>1º Quartil</b>	<b>5,57</b>

**Fonte: Autoria Própria**

Neste cenário, utilizando a função “QUARTIL.INC” do software Excel e escolhendo o 1º quartil, o valor que fornece o reajuste tanto da tarifa elétrica quanto dos custos de operação e manutenção do SFVCR é de 5,57% ao ano. A Tabela 12 mostra as tarifas de energia elétrica reajustadas para os próximos 25 anos.

**Tabela 12– Tarifas de Energia Elétricas Reajustadas a 5,57% em 25 Anos para o Cenário C**

<b>CENÁRIO C</b>	
<b>Período</b>	<b>Valor de Tarifas de E.E. Projetadas pelo IPCA do kWh (em R\$)</b>
Ano 1	0,76683
Ano 2	0,82810
Ano 3	0,89426
Ano 4	0,96572
Ano 5	1,04288
Ano 6	1,12620
Ano 7	1,21619
Ano 8	1,31336
Ano 9	1,41830
Ano 10	1,53162
Ano 11	1,65400
Ano 12	1,78615
Ano 13	1,92886
Ano 14	2,08298
Ano 15	2,24941
Ano 16	2,42914
Ano 17	2,62323
Ano 18	2,83282
Ano 19	3,05916
Ano 20	3,30359
Ano 21	3,56755
Ano 22	3,85260
Ano 23	4,16042
Ano 24	4,49284
Ano 25	4,85181

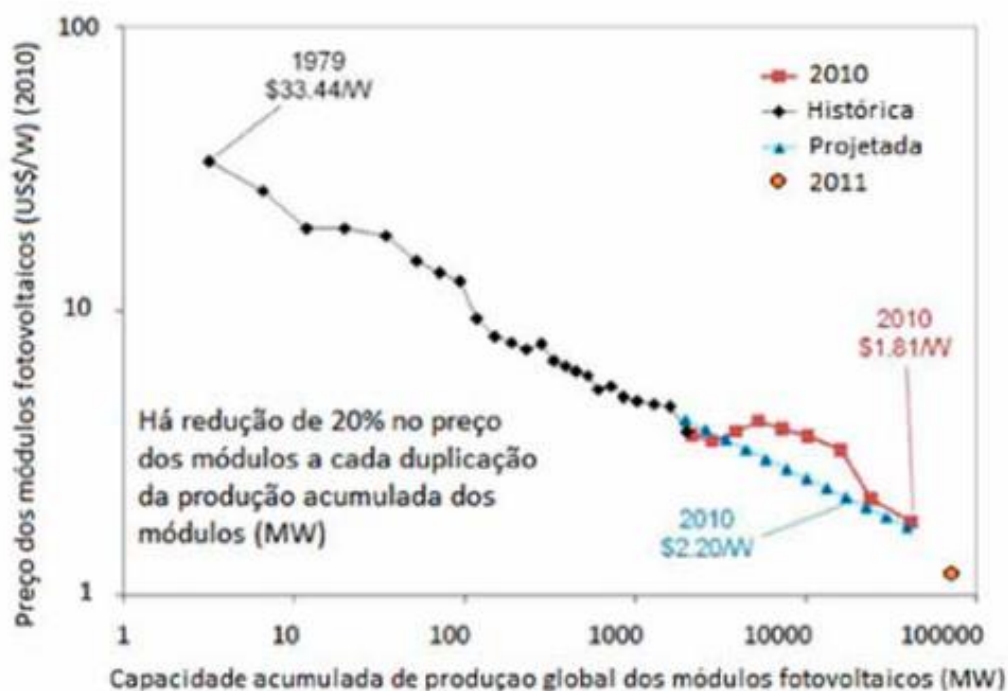
**Fonte: Autoria Própria**

### 3.9.2 Estimativa de Custos de SFVCR

Segundo dados da ABINEE (2012), nos últimos 30 anos o preço dos módulos fotovoltaicos tem diminuindo a uma taxa média de 8% ao ano, isso devido a relação linear entre pontos de um gráfico (cada ponto corresponde a fotografia de um ano, de 1979-2010) com escala logarítmica para o preço unitário dos módulos contra escala logarítmica da quantidade acumulada produzida.

Relacionando estas grandezas, é possível verificar a chamada taxa da curva de aprendizado tecnológico: a cada duplicação da capacidade global produzida

(produção acumulada), o preço dos módulos diminui em cerca 20% (ABINEE, 2012), como pode se observar na Figura 22:



**Figura 22 – Curva de Aprendizado Tecnológico para Módulos Fotovoltaicos**

Fonte: ABINEE (2012)

Esses valores para módulos são informações exclusivas para conhecimento neste trabalho, visto que não possui influência nos cálculos de viabilidade econômica do sistema pois não foram utilizados.

### 3.9.3 Parâmetros da Análise de Investimento do SFVCR

Os parâmetros especificados anteriormente podem ser resumidos e mostrados de acordo com a Tabela 13, cujos valores de entrada são a Tarifa de Energia Elétrica com Impostos dados em R\$/kWh fornecidos pela COPEL e os Valores de Mercado do Wp instalado em R\$/Wp.

O dimensionamento foi calculado, assim como as especificações de prazo de troca dos inversores, vida útil do sistema, percentuais de custos para a troca dos inversores, custos de manutenção e as perdas de eficiência dos painéis. Outro ponto importante é chegar na produtividade total anual do sistema a ser instalado. Para encontrar esse valor basta multiplicar a Potência do Sistema a ser instalado pela Produtividade Local Anual onde será instalado o SFVCR.

No caso proposto:

1 kWp - 114,333 kWh/kWp

1,1kWp - Produtividade a ser determinada de acordo com a Potência do SFVCR a ser implantado.

Produtividade SFVCR = 122,92 kWh/kWp

$$1,1k(Wp) \times 114,3333\left(\frac{kWh}{kWp}\right) = 122,92kWh \quad (7)$$

Tabela 13 – Parâmetros da Análise de Investimento do SFVR

DADOS DO INVESTIMENTO DO SFVCR	
Custo Aproximado do Sistema (R\$)	<b>10223,9</b>
Potência do Sistema a ser Instalado (kWp)	<b>1,1</b>
Produtividade Total Anual Média do Sistema (kWh/kWp)	<b>122,92</b>
Valor de mercado do Wp instalado (R\$)	<b>9,51</b>
Valor da Tarifa de Energia Elétrica com Impostos (R\$/kWh)	<b>0,76683</b>
Vida Útil do Sistema (anos)	<b>25</b>
Prazo para Troca de Inversores (anos)	<b>10</b>
Custo de Troca de Inversores em relação ao custo total do SFVCR (%)	<b>16,32</b>
Custo de Manutenção em relação ao custo total do SFVCR (% ao ano)	<b>1</b>
Perda de Eficiência dos Painéis (% ao ano)	<b>0,65</b>
DADOS DE ENTRADA DO SISTEMA	
Valor de mercado do Wp instalado (R\$) na região Sul	<b>9,51</b>
Valor da Tarifa de Energia Elétrica Atual, 2016 (R\$/kWh)	<b>0,76683</b>

Fonte: Autoria Própria

### 3.9.4 Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa representa o volume de recursos colocados no investimento ou que poderiam ser retirados do investimento ao longo dos anos. Para construção da estimativa de fluxos de caixa, basta analisar as entradas e saídas de recursos (BRUNI & FAMÁ, 2007).

No fluxo de caixa estão inclusos os valores de investimento, custos de disponibilidade do sistema, custos com manutenção, as trocas de inversores, o custo

adicional pela ineficiência da produtividade dos módulos fotovoltaicos e as economias geradas pela implantação do SFVCR.

### 3.9.5 Payback Simples

Para análise do tempo de retorno do capital investido, foi utilizado o *payback* simples, ou Período de Retorno do Investimento (PRI), pelo qual é possível determinar o tempo necessário para que o fluxo de caixa operacional do projeto seja igual ao valor do investimento líquido realizado (LEMES *et al.*, 2015).

Algebricamente, tem-se:

$$PRI = n^{\circ} \text{ anos completos de recuperação} + \frac{\text{Saldo a recuperar do investimento}}{\text{Fluxo de caixa livre do ano seguinte}} \quad (8)$$

O cálculo do PRI foi realizado para os três cenários, através da subtração das economias anuais obtidas pela instalação do sistema, do investimento inicial. Quando o resultado deste cálculo iguala a zero, é o momento em que o sistema foi pago e então a economia que se tem na fatura de energia elétrica passa a ser o lucro.

- Cenário A

O fluxo de caixa livre por ano e o fluxo de caixa livre acumulado podem ser vistos no Gráfico 3.

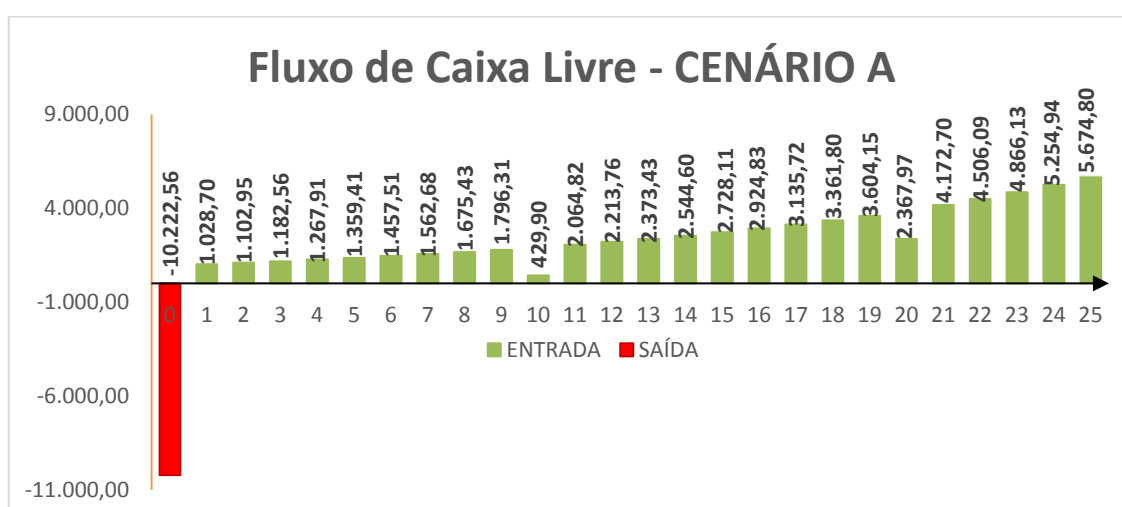


Gráfico 3 – Fluxo de Caixa Livre Cenário A

Fonte: Autoria Própria

Para o cenário A o tempo de 7 anos e 9 meses para recuperação do investimento inicial como indica a Tabela 14, que fornece o fluxo de caixa livre acumulado anualmente a partir do fluxo de caixa livre.

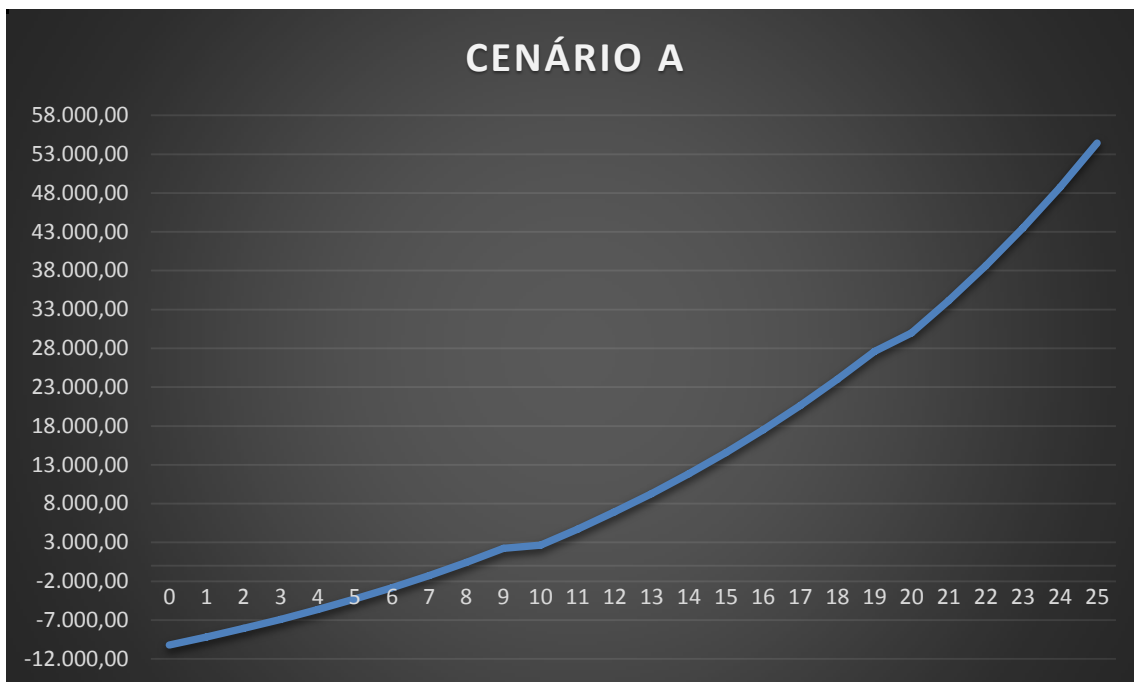
**Tabela 14 – Payback Simples Cenário A**

<b>CENÁRIO A</b>		
<b>ANO</b>	<b>FLUXO DE CAIXA LIVRE</b>	<b>FCL ACUMULADO</b>
0	-10.222,56	-10.222,56
1	1.028,70	-9.193,86
2	1.102,95	-8.090,91
3	1.182,56	-6.908,35
4	1.267,91	-5.640,45
5	1.359,41	-4.281,04
6	1.457,51	-2.823,53
7	1.562,68	-1.260,85
8	1.675,43	414,58
9	1.796,31	2.210,89
10	429,90	2.640,78
11	2.064,82	4.705,61
12	2.213,76	6.919,37
13	2.373,43	9.292,80
14	2.544,60	11.837,40
15	2.728,11	14.565,51
16	2.924,83	17.490,33
17	3.135,72	20.626,05
18	3.361,80	23.987,85
19	3.604,15	27.592,00
20	2.367,97	29.959,97
21	4.172,70	34.132,66
22	4.506,09	38.638,76
23	4.866,13	43.504,89
24	5.254,94	48.759,82
25	5.674,80	54.434,63

***O payback simples ocorre em 7 ano(s) e 9 mês(es)***

Fonte: Autoria própria



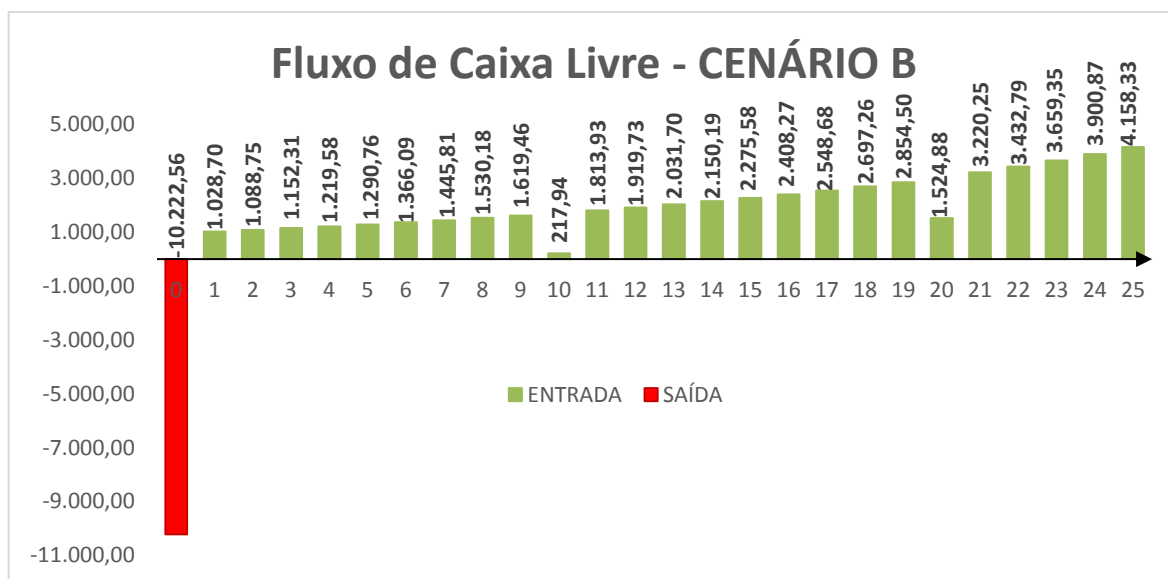


**Gráfico 4 – Payback Simples Cenário A**

Fonte: Autoria Própria

- Cenário B

O fluxo de caixa livre do Cenário B por ano e o fluxo de caixa livre acumulado podem ser vistos no Gráfico 5.



**Gráfico 5– Fluxo de Caixa Livre Cenário B**

Fonte: Autoria Própria

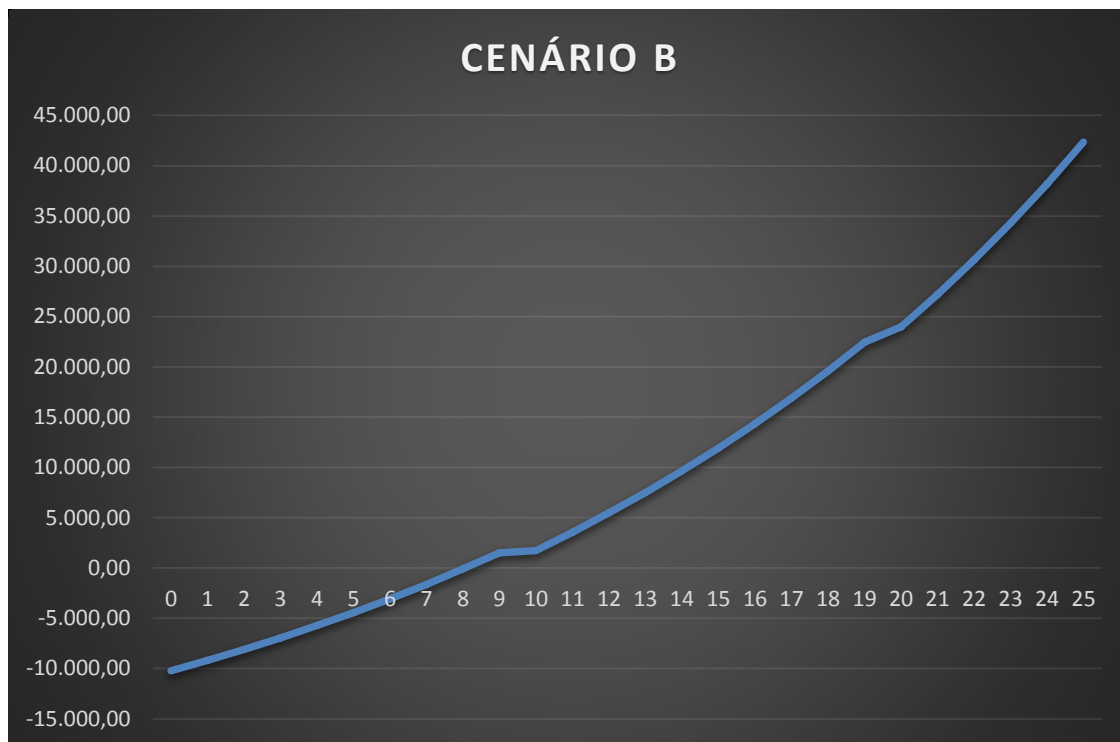
Para o cenário B, o tempo é de 8 anos e 1 mês para recuperação do investimento inicial como indica a Tabela 15, que fornece o fluxo de caixa livre acumulado anualmente a partir do fluxo de caixa livre.

**Tabela 15 – Payback Simples Cenário B**

<b>CENÁRIO B</b>		
<b>ANO</b>	<b>FLUXO DE CAIXA LIVRE</b>	<b>FCL ACUMULADO</b>
0	-10.222,56	-10.222,56
1	1.028,70	-9.193,86
2	1.088,75	-8.105,11
3	1.152,31	-6.952,80
4	1.219,58	-5.733,22
5	1.290,76	-4.442,46
6	1.366,09	-3.076,37
7	1.445,81	-1.630,56
8	1.530,18	-100,38
9	1.619,46	1.519,08
10	217,94	1.737,02
11	1.813,93	3.550,94
12	1.919,73	5.470,68
13	2.031,70	7.502,38
14	2.150,19	9.652,57
15	2.275,58	11.928,16
16	2.408,27	14.336,43
17	2.548,68	16.885,11
18	2.697,26	19.582,37
19	2.854,50	22.436,87
20	1.524,88	23.961,74
21	3.220,25	27.182,00
22	3.432,79	30.614,79
23	3.659,35	34.274,14
24	3.900,87	38.175,01
25	4.158,33	42.333,34

***O payback simples ocorre em 8 ano(s) e 1 mês(es)***

Fonte: Autoria Própria

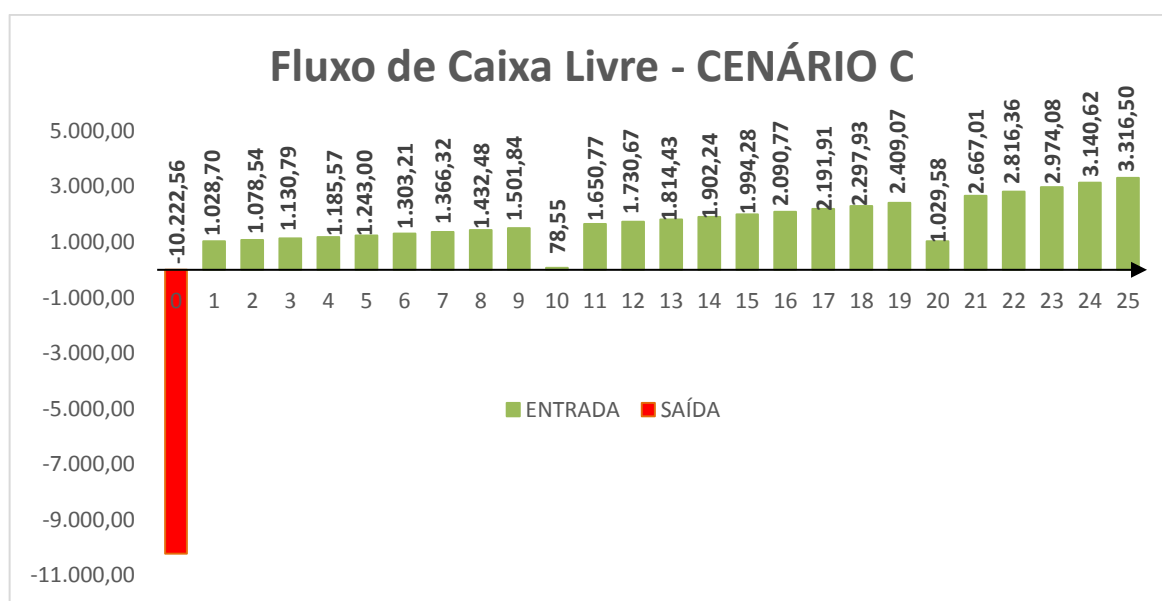


**Gráfico 6 – Payback Simples Cenário B**

Fonte: Autoria própria

- Cenário C

O fluxo de caixa livre do Cenário C por ano e o fluxo de caixa livre acumulado podem ser vistos no Gráfico 7.



**Gráfico 7 – Fluxo de Caixa Livre Cenário C**

Fonte: Autoria Própria

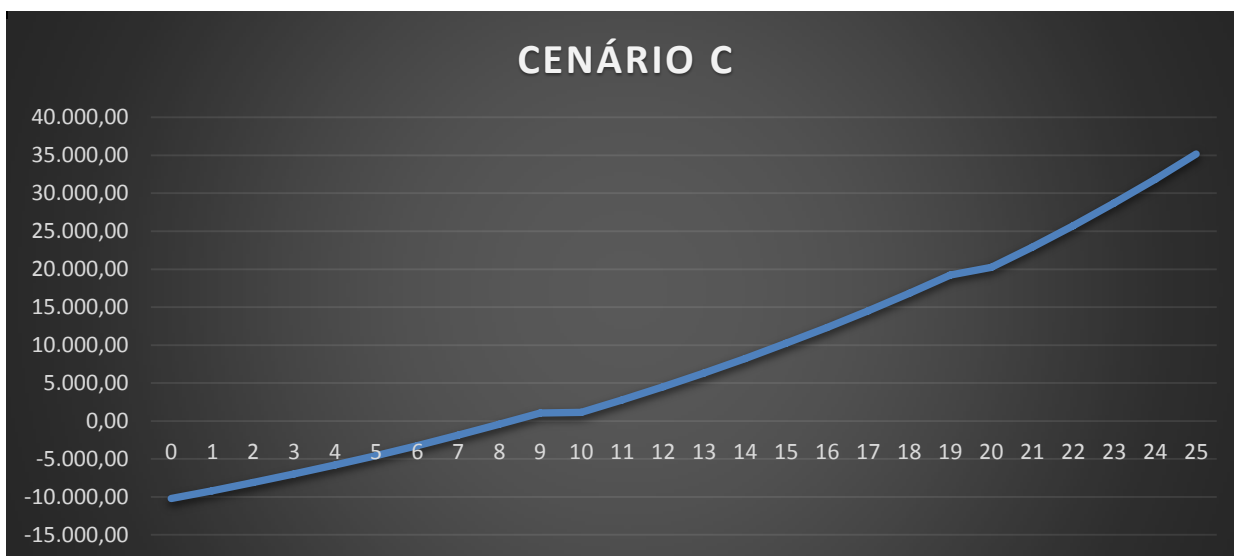
Para o cenário C o tempo de retorno do investimento aplicado é de 8 anos e 4 meses para recuperação do investimento inicial como indica a Tabela 16, que fornece o fluxo de caixa livre acumulado anualmente a partir do fluxo de caixa livre.

**Tabela 16 – Payback Simples Cenário C**

<b>CENÁRIO C</b>		
<b>ANO</b>	<b>FLUXO DE CAIXA LIVRE</b>	<b>FCL ACUMULADO</b>
0	-10.222,56	-10.222,56
1	1.028,70	-9.193,86
2	1.078,54	-8.115,32
3	1.130,79	-6.984,53
4	1.185,57	-5.798,95
5	1.243,00	-4.555,95
6	1.303,21	-3.252,75
7	1.366,32	-1.886,43
8	1.432,48	-453,95
9	1.501,84	1.047,89
10	78,55	1.126,44
11	1.650,77	2.777,21
12	1.730,67	4.507,89
13	1.814,43	6.322,32
14	1.902,24	8.224,56
15	1.994,28	10.218,84
16	2.090,77	12.309,61
17	2.191,91	14.501,52
18	2.297,93	16.799,45
19	2.409,07	19.208,53
20	1.029,58	20.238,10
21	2.667,01	22.905,11
22	2.816,36	25.721,47
23	2.974,08	28.695,55
24	3.140,62	31.836,17
25	3.316,50	35.152,67

***O payback simples ocorre em 8 ano(s) e 4 mês(es)***

**Fonte: Autoria própria**



**Gráfico 8 – Payback Simples Cenário C**

Fonte: Autoria própria

### 3.9.6 Payback Descontado

Para análise do tempo de retorno do capital investido, foi utilizado também, o *payback* descontado, ou Período de Retorno do Investimento Descontado (PRID), com o propósito de eliminar a principal ineficiência do método PRI, que desconsidera os efeitos do valor do dinheiro no tempo (Lemes *et al.*, 2015).

Utilizando a fórmula de cálculo do Valor Presente – VP, tem-se:

$$VP = \frac{VF}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^n}$$

Onde:

VP = Valor Presente;

VF = Valor Futuro;

*i* = Custo de Capital;

*n* = Número de Períodos.

Utilizando os valores presentes do fluxo de caixa, então se aplica a fórmula do Período de Retorno do Investimento Descontado:

$$PRID = n^{\circ} \text{ anos completos de recuperação} + \frac{\text{Saldo a recuperar do investimento}}{\text{Fluxo de caixa livre do ano seguinte}} \quad (9)$$

O cálculo do PRID foi realizado para os três cenários, através da subtração das economias anuais obtidas pela instalação do sistema, do investimento inicial e inseridas as variáveis de custo de capital.

O cálculo indica que os projetos com PRID igual ou menor que o limite estabelecido podem ser aprovados. Se forem maiores, deverão ser rejeitados.

Nessa análise, é necessário inserir a variável custo de capital, que por método didático, foi escolhido 10,88% que é a aplicação de melhor rentabilidade.

- Cenário A

**Tabela 17 – Payback Descontado Cenário A**

<b>CENÁRIO A</b>			
<b>ANO</b>	<b>FLUXO DE CAIXA LIVRE</b>	<b>VALOR PRESENTE DO FCL</b>	<b>VP DO FCL ACUMULADO</b>
	<b>Taxa de desconto:</b>		<b>10,88%</b>
0	-10.222,56	-10.222,56	-10.222,56
1	1.028,70	927,76	-9.294,80
2	1.102,95	897,12	-8.397,68
3	1.182,56	867,49	-7.530,20
4	1.267,91	838,83	-6.691,37
5	1.359,41	811,12	-5.880,25
6	1.457,51	784,32	-5.095,93
7	1.562,68	758,40	-4.337,53
8	1.675,43	733,33	-3.604,20
9	1.796,31	709,09	-2.895,11
10	429,90	153,05	-2.742,06
11	2.064,82	662,98	-2.079,08
12	2.213,76	641,05	-1.438,03
13	2.373,43	619,85	-818,19
14	2.544,60	599,34	-218,84
15	2.728,11	579,51	360,67
16	2.924,83	560,34	921,00
17	3.135,72	541,79	1.462,80
18	3.361,80	523,86	1.986,65
19	3.604,15	506,51	2.493,17
20	2.367,97	300,13	2.793,30
21	4.172,70	476,98	3.270,28
22	4.506,09	464,55	3.734,83
23	4.866,13	452,44	4.187,26
24	5.254,94	440,65	4.627,91
25	5.674,80	429,16	5.057,07

***O payback descontado ocorre em 14 ano(s) e 5 mês(es)***

Fonte: Autoria própria

Para o cenário A o tempo de retorno do investimento aplicado é de 14 anos e 5 meses para recuperação do investimento inicial como indica a Tabela 17, que fornece o fluxo de caixa livre acumulado anualmente a partir do mesmo fluxo de caixa livre utilizado no *Payback* Simples.

O Gráfico 9 mostra a curva de recuperação do investimento inicial analisado através do *Payback* Descontado.



**Gráfico 9 – *Payback* Descontado Cenário A**

**Fonte: Autoria própria**

- Cenário B

A Tabela 18 e o Gráfico 10 mostram o tempo de retorno do capital investido de 16 anos e 1 mês para o Cenário B e a curva que mostra o comportamento o PRID, respectivamente, utilizando o mesmo fluxo de caixa livre utilizado no *Payback* Simples do Cenário B.

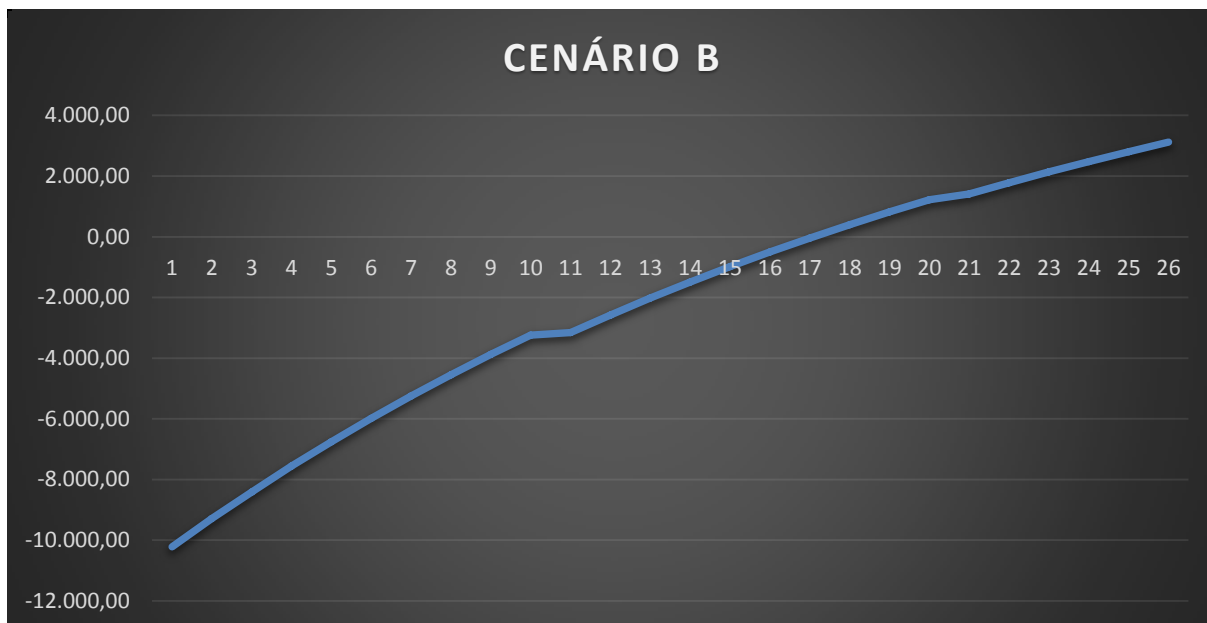
Tabela 18 – Payback Descontado Cenário B

CENÁRIO B			
ANO	FLUXO DE CAIXA LIVRE	VALOR PRESENTE DO FCL	VP DO FCL ACUMULADO
	<b>Taxa de desconto:</b>		<b>10,88%</b>
0	-10.222,56	-10.222,56	-10.222,56
1	1.028,70	927,76	-9.294,80
2	1.088,75	885,57	-8.409,23
3	1.152,31	845,30	-7.563,93
4	1.219,58	806,86	-6.757,08
5	1.290,76	770,16	-5.986,92
6	1.366,09	735,12	-5.251,80
7	1.445,81	701,68	-4.550,12
8	1.530,18	669,76	-3.880,36
9	1.619,46	639,28	-3.241,08
10	217,94	77,59	-3.163,49
11	1.813,93	582,42	-2.581,08
12	1.919,73	555,91	-2.025,17
13	2.031,70	530,60	-1.494,57
14	2.150,19	506,45	-988,12
15	2.275,58	483,39	-504,73
16	2.408,27	461,37	-43,36
17	2.548,68	440,36	397,00
18	2.697,26	420,31	817,31
19	2.854,50	401,16	1.218,47
20	1.524,88	193,27	1.411,74
21	3.220,25	368,11	1.779,85
22	3.432,79	353,90	2.133,74
23	3.659,35	340,24	2.473,98
24	3.900,87	327,10	2.801,08
25	4.158,33	314,48	3.115,56

***O payback descontado ocorre em 16 ano(s) e 1 mês(es)***

Fonte: Autoria própria





**Gráfico 10– Payback Descontado Cenário B**

Fonte: Autoria própria

- Cenário C

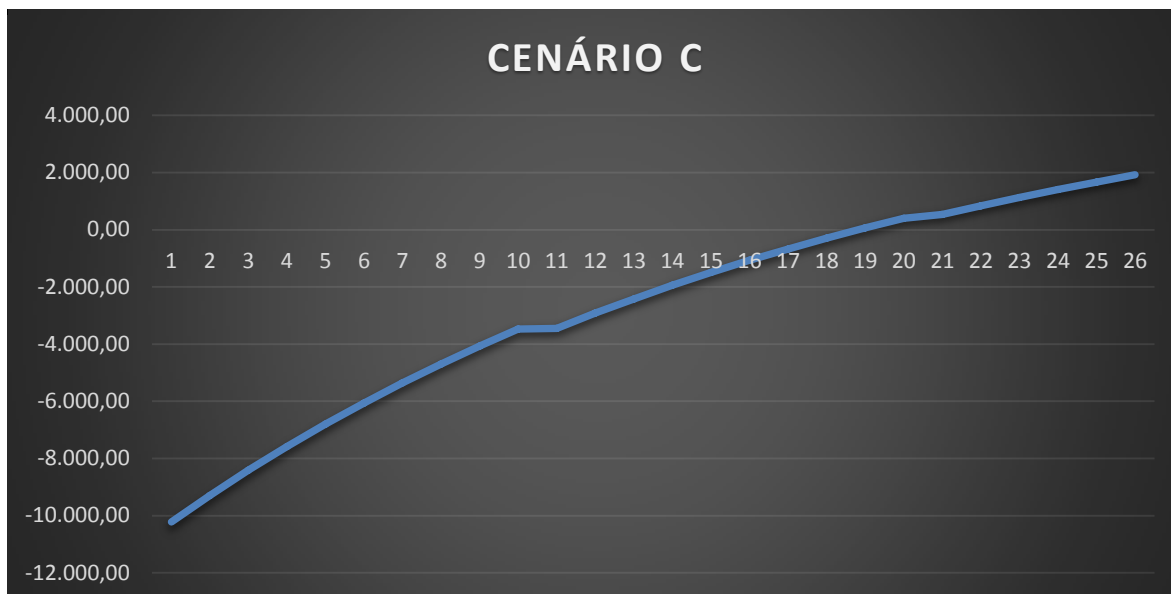
A Tabela 19 e o Gráfico 11 mostram o tempo de retorno do capital investido de 17 anos e 10 meses para o Cenário C e a curva que mostra o comportamento o PRID, respectivamente, utilizando o mesmo fluxo de caixa livre utilizado no *Payback* Simples do Cenário C.

Tabela 19 – Payback Descontado Cenário C

CENÁRIO C			
ANO	FLUXO DE CAIXA LIVRE	VALOR PRESENTE DO FCL	VP DO FCL ACUMULADO
	<b>Taxa de desconto:</b>		<b>10,88%</b>
0	-10.222,56	-10.222,56	-10.222,56
1	1.028,70	927,76	-9.294,80
2	1.078,54	877,26	-8.417,54
3	1.130,79	829,51	-7.588,02
4	1.185,57	784,36	-6.803,66
5	1.243,00	741,66	-6.062,00
6	1.303,21	701,28	-5.360,72
7	1.366,32	663,10	-4.697,62
8	1.432,48	626,99	-4.070,62
9	1.501,84	592,85	-3.477,77
10	78,55	27,96	-3.449,81
11	1.650,77	530,03	-2.919,78
12	1.730,67	501,16	-2.418,62
13	1.814,43	473,86	-1.944,76
14	1.902,24	448,04	-1.496,72
15	1.994,28	423,63	-1.073,09
16	2.090,77	400,55	-672,54
17	2.191,91	378,72	-293,82
18	2.297,93	358,08	64,26
19	2.409,07	338,56	402,82
20	1.029,58	130,50	533,32
21	2.667,01	304,86	838,18
22	2.816,36	290,35	1.128,53
23	2.974,08	276,52	1.405,05
24	3.140,62	263,35	1.668,41
25	3.316,50	250,81	1.919,22

***O payback descontado ocorre em 17 ano(s) e 10 mês(es)***

Fonte: Autoria própria



**Gráfico 11 – Payback Descontado Cenário C**

Fonte: Autoria própria

### 3.9.7 Valor Presente Líquido

Na análise de viabilidade de investimento no projeto, foi utilizado o Valor Presente Líquido (VPL), que segundo Bruni (2007), representa os recebimentos futuros trazidos e somados na data zero, subtraídos do investimento inicial, sendo assim, um VPL do investimento inicial que pode ser calculado pela fórmula:

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (10)$$

Onde:

- $FC_n$  é o fluxo de caixa no período  $n$ ;
- $i$  é o custo de capital (taxa de juros);
- $n$  é o prazo.

Se o VPL tem valor maior que zero, indica que os fluxos futuros trazidos e somados a valor presente superam o investimento inicial e consequentemente, o investimento é viável (BRUNI, 2007).

Foram analisados 3 casos para cada um dos 3 cenários propostos, cada caso possuindo uma taxa de juros diferente para verificar a viabilidade. As 3 taxas retiradas do histórico das taxas SELIC foram utilizadas para comparar a viabilidade dos

diferentes cenários, levando em consideração possíveis modificações na economia brasileira.

Ressaltando as escolhas anteriormente comentadas no tópico 3.8.4 Custos de Oportunidade, foram: para o Caso 1 - 14,25% (taxa Selic atual), para o Caso 2 – taxa Selic de 12,50% (considerando uma economia um pouco mais favorável para a população brasileira) e para o Caso 3 – taxa Selic de 10,00% (um cenário muito otimista no ponto de vista econômico).

Os valores de VPL neste trabalho foram obtidos utilizando o *software* Excel, que disponibiliza a função “VPL”, onde dados os valores de investimento, taxa de juros (taxa Selic) e os valores de fluxo de caixa no período de 25 anos, é fornecida a viabilidade do projeto.

- Caso 1

A Tabela 20 mostra o indicador econômico VPL aplicado no projeto em estudo sobre o valor do investimento inicial, as economias geradas nos cenários A,B e C com uma taxa de desconto aplicada de 14,25% que é o custo de capital atualmente aplicado pela Selic.

Neste caso observou-se que com uma taxa de desconto de 14,25% apenas o Cenário A superaria o investimento inicial e seria um investimento viável pois é o único positivo. Já os cenários B e C, por serem negativos, teriam um retorno menor do que se fosse feita uma aplicação do dinheiro sob a mesma taxa de juros em outros investimentos financeiros (taxas com valor de 14,25%).

Tabela 20 – VPL para Caso 1: com Taxa de Desconto de 14,25%

CASO 1						
ANO	Cenário	A	B	C		
	Investimento	-10222,56	Investimento	-10222,56	Investimento	-10222,56
Ano 1		1.028,70		1.028,70		1.028,70
Ano 2		1.102,95		1.088,75		1.078,54
Ano 3		1.182,56		1.152,31		1.130,79
Ano 4		1.267,91		1.219,58		1.185,57
Ano 5		1.359,41		1.290,76		1.243,00
Ano 6		1.457,51		1.366,09		1.303,21
Ano 7		1.562,68		1.445,81		1.366,32
Ano 8		1.675,43		1.530,18		1.432,48
Ano 9		1.796,31		1.619,46		1.501,84
Ano 10		429,90		217,94		78,55
Ano 11		2.064,82		1.813,93		1.650,77
Ano 12		2.213,76		1.919,73		1.730,67
Ano 13		2.373,43		2.031,70		1.814,43
Ano 14		2.544,60		2.150,19		1.902,24
Ano 15		2.728,11		2.275,58		1.994,28
Ano 16		2.924,83		2.408,27		2.090,77
Ano 17		3.135,72		2.548,68		2.191,91
Ano 18		3.361,80		2.697,26		2.297,93
Ano 19		3.604,15		2.854,50		2.409,07
Ano 20		2.367,97		1.524,88		1.029,58
Ano 21		4.172,70		3.220,25		2.667,01
Ano 22		4.506,09		3.432,79		2.816,36
Ano 23		4.866,13		3.659,35		2.974,08
Ano 24		5.254,94		3.900,87		3.140,62
Ano 25		5.674,80		4.158,33		3.316,50
	Taxa de desconto	<b>14,25%</b>	Taxa de desconto	<b>14,25%</b>	Taxa de desconto	<b>14,25%</b>
	VPL do projeto	939,11	VPL do projeto	-284,68	VPL do projeto	-1048,56
	Status	<b>Viável</b>	Status	<b>Não Viável</b>	Status	<b>Não Viável</b>

Fonte: Autoria própria

- Caso 2

A Tabela 21 mostra o indicador econômico VPL aplicado no projeto em estudo sobre o valor do investimento inicial, as economias geradas nos cenários A, B e C com uma taxa de desconto aplicada de 12,50% que é um custo de capital que se acredita chegar para a melhoria da economia no país.

Tabela 21 – VPL para Caso 2: com Taxa de Desconto de 12,50%

CASO 2						
ANO	Cenário	A	B	C		
	Investimento	-10222,56	Investimento	-10222,56	Investimento	-10222,56
Ano 1		1.028,70		1.028,70		1.028,70
Ano 2		1.102,95		1.088,75		1.078,54
Ano 3		1.182,56		1.152,31		1.130,79
Ano 4		1.267,91		1.219,58		1.185,57
Ano 5		1.359,41		1.290,76		1.243,00
Ano 6		1.457,51		1.366,09		1.303,21
Ano 7		1.562,68		1.445,81		1.366,32
Ano 8		1.675,43		1.530,18		1.432,48
Ano 9		1.796,31		1.619,46		1.501,84
Ano 10		429,90		217,94		78,55
Ano 11		2.064,82		1.813,93		1.650,77
Ano 12		2.213,76		1.919,73		1.730,67
Ano 13		2.373,43		2.031,70		1.814,43
Ano 14		2.544,60		2.150,19		1.902,24
Ano 15		2.728,11		2.275,58		1.994,28
Ano 16		2.924,83		2.408,27		2.090,77
Ano 17		3.135,72		2.548,68		2.191,91
Ano 18		3.361,80		2.697,26		2.297,93
Ano 19		3.604,15		2.854,50		2.409,07
Ano 20		2.367,97		1.524,88		1.029,58
Ano 21		4.172,70		3.220,25		2.667,01
Ano 22		4.506,09		3.432,79		2.816,36
Ano 23		4.866,13		3.659,35		2.974,08
Ano 24		5.254,94		3.900,87		3.140,62
Ano 25		5.674,80		4.158,33		3.316,50
	Taxa de desconto	<b>12,50%</b>	Taxa de desconto	<b>12,50%</b>	Taxa de desconto	<b>12,50%</b>
	VPL do projeto	2827,58	VPL do projeto	1281,62	VPL do projeto	323,10
	Status	<b>Viável</b>	Status	<b>Viável</b>	Status	<b>Viável</b>

Fonte: Autoria própria

Neste caso observou-se que com uma taxa de desconto de 12,50% todos os cenários- A, B e C – são positivos e superariam o investimento inicial, tornando-se investimentos viáveis para quem implantar um SFVCR.

- Caso 3

A Tabela 22 mostra o indicador econômico VPL aplicado no projeto em estudo sobre o valor do investimento inicial, as economias geradas nos cenários A,B e C com uma taxa de desconto aplicada de 10,00% que seria um custo de capital esperançoso para a grande melhoria na economia brasileira.

Tabela 22 – VPL para Caso 3: com taxa de Desconto de 12,50%

CASO 3								
ANO	Cenário	A	B	C				
	Investimento	-10222,56	Investimento	-10222,56	Investimento	-10222,56		
Ano 1		1.028,70		1.028,70		1.028,70		
Ano 2		1.102,95		1.088,75		1.078,54		
Ano 3		1.182,56		1.152,31		1.130,79		
Ano 4		1.267,91		1.219,58		1.185,57		
Ano 5		1.359,41		1.290,76		1.243,00		
Ano 6		1.457,51		1.366,09		1.303,21		
Ano 7		1.562,68		1.445,81		1.366,32		
Ano 8		1.675,43		1.530,18		1.432,48		
Ano 9		1.796,31		1.619,46		1.501,84		
Ano 10		429,90		217,94		78,55		
Ano 11		2.064,82		1.813,93		1.650,77		
Ano 12		2.213,76		1.919,73		1.730,67		
Ano 13		2.373,43		2.031,70		1.814,43		
Ano 14		2.544,60		2.150,19		1.902,24		
Ano 15		2.728,11		2.275,58		1.994,28		
Ano 16		2.924,83		2.408,27		2.090,77		
Ano 17		3.135,72		2.548,68		2.191,91		
Ano 18		3.361,80		2.697,26		2.297,93		
Ano 19		3.604,15		2.854,50		2.409,07		
Ano 20		2.367,97		1.524,88		1.029,58		
Ano 21		4.172,70		3.220,25		2.667,01		
Ano 22		4.506,09		3.432,79		2.816,36		
Ano 23		4.866,13		3.659,35		2.974,08		
Ano 24		5.254,94		3.900,87		3.140,62		
Ano 25		5.674,80		4.158,33		3.316,50		
Taxa de desconto		<b>10,00%</b>	Taxa de desconto		<b>10,00%</b>	Taxa de desconto		<b>10,00%</b>
VPL do projeto		6517,21	VPL do projeto		4309,51	VPL do projeto		2953,69
Status		<b>Viável</b>	Status		<b>Viável</b>	Status		<b>Viável</b>

Fonte: Autoria própria

Assim como o caso 2, no caso 3 também foi observado que com uma taxa de desconto de 10,00% para todos os cenários- A, B e C –, eles se tornam positivos e superarão o investimento inicial, tornando-se investimentos viáveis para a implantação de um SFVCR.

### 3.9.8 Taxa Interna de Retorno

Segundo Lemes *et al.* (2015), ao utilizar o método da Taxa Interna de Retorno (TIR), é definida uma taxa de retorno, que aplicada às entradas de caixa do projeto deduzem a sua soma em valor igual ao do investimento, ou seja, tornam o VPL igual a zero.

A TIR é utilizada na análise de investimentos, onde o mesmo será economicamente atraente, se o valor da TIR for maior do que a taxa de retorno esperada pelo investimento.

A Tabela 23 apresenta os valores das taxas internas de retorno para os cenários A,B e C dados o investimento inicial e as economias geradas ao longo de 25 anos, esses cálculos foram resolvidos utilizando o *software* Excel que disponibiliza a função “TIR” sobre os dados fornecidos.

**Tabela 23 – TIR do Projeto de SFVCR**

ANO	Cenário	A	B	C	
	Investimento	-10.222,56	Investimento	-10.222,56	Investimento
1		1.028,70	1.028,70	1.028,70	
2		1.102,95	1.088,75	1.078,54	
3		1.182,56	1.152,31	1.130,79	
4		1.267,91	1.219,58	1.185,57	
5		1.359,41	1.290,76	1.243,00	
6		1.457,51	1.366,09	1.303,21	
7		1.562,68	1.445,81	1.366,32	
8		1.675,43	1.530,18	1.432,48	
9		1.796,31	1.619,46	1.501,84	
10		429,90	217,94	78,55	
11		2.064,82	1.813,93	1.650,77	
12		2.213,76	1.919,73	1.730,67	
13		2.373,43	2.031,70	1.814,43	
14		2.544,60	2.150,19	1.902,24	
15		2.728,11	2.275,58	1.994,28	
16		2.924,83	2.408,27	2.090,77	
17		3.135,72	2.548,68	2.191,91	
18		3.361,80	2.697,26	2.297,93	
19		3.604,15	2.854,50	2.409,07	
20		2.367,97	1.524,88	1.029,58	
21		4.172,70	3.220,25	2.667,01	
22		4.506,09	3.432,79	2.816,36	
23		4.866,13	3.659,35	2.974,08	
24		5.254,94	3.900,87	3.140,62	
25		5.674,80	4.158,33	3.316,50	

TIR 15%

TIR 14%

TIR 13%

Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos na Tabela 23, é possível comparar com as taxas de descontos utilizadas para a análise do VPL e concluir que: a uma taxa de desconto (taxa Selic) de 14,25%, apenas o Cenário A se tornaria viável, pois a TIR do projeto é de 15% ao ano, superando a taxa Selic.



Analogamente, para taxas de desconto (taxa Selic) de 12,50% e 10,00%, todos os projetos se tornariam economicamente viáveis por possuírem TIR's atrativas.

### 3.10 APLICAÇÃO DOS CAPITAIS

Afim de avaliar qual a melhor rentabilidade foram simuladas, em três tipos de investimentos bancários, as aplicações ou do valor inicial para a instalação do SFVCR ou o valor que é economizado anualmente nas faturas de EE.

#### 3.10.1 Aplicação do Capital de Investimento na Poupança

A Conta Poupança é um tipo de investimento tradicional que os bancos realizam. É um investimento financeiro com baixo risco e, conseqüentemente, baixa rentabilidade, geralmente garantido pelo governo até um determinado valor, independentemente de qual casa bancária é a sua depositária. Este tipo de investimento é largamente utilizado devido a segurança, mas a desvantagem vem com sua baixa rentabilidade, pois quanto maior o risco, menos seguro o investimento e provavelmente mais rentável.

Além da segurança, a poupança tem outra característica que pode ser considerada uma vantagem: a rentabilidade da poupança é definida pelo Banco Central e sendo assim, todos os bancos são obrigados a praticar a mesma correção para esse investimento.

Conforme o BCB a poupança tem as seguintes condições de rendimento:

I - Remuneração básica, dada pela Taxa Referencial (TR)

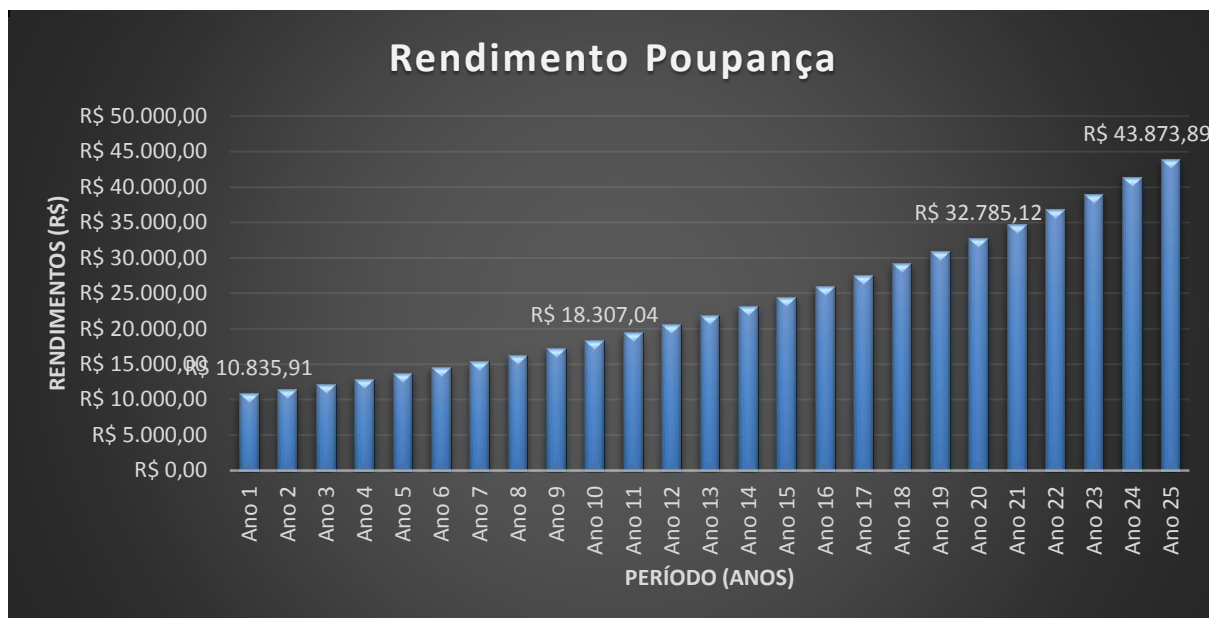
II - Remuneração adicional, correspondente a:

a) 0,5% ao mês, enquanto a meta da taxa SELIC ao ano for superior a 8,5%; ou

b) 70% da meta da taxa SELIC ao ano, vigente na data de início do período de rendimento, enquanto a meta da taxa SELIC ao ano for igual ou inferior a 8,5% (Caixa Econômica Federal, 2016a)

Como a taxa Selic atual está em 14,25%, o rendimento é previsto conforme o item a) citado, o que significa um rendimento de 6,0% ao ano, sendo que com esta taxa ao investir o dinheiro na poupança tem-se uma perda do poder de compra, devido ao rendimento estar abaixo da inflação.

Simulou-se o rendimento da poupança com esta taxa de rendimento de 6,0% ao ano aplicando o investimento inicial de R\$10.222,55 do SFVCR do caso base e encontrou-se a projeção do Gráfico 12 que mostra o rendimento ao final do primeiro ano da aplicação até o final do período de 25 anos:



**Gráfico 12 – Rendimento Poupança.**

Fonte: Autoria própria

Ao final dos 25 anos tem-se um montante final de R\$ 43.873,89. Nos cálculos de projeção das tarifas encontrou-se um montante de quanto se pagará em tarifa ao final dos 25 anos projetando um aumento conforme os cenários A, B e C visto na Tabela 24:

**Tabela 24 – Valor Total Pago em Tarifas sem SFVCR**

Valor Gasto com Fatura sem Sistema em 25 Anos	
<b>Cenário A</b>	<b>R\$ 116.143,18</b>
<b>Cenário B</b>	<b>R\$ 95.034,73</b>
<b>Cenário C</b>	<b>R\$ 82.528,21</b>

Fonte: Autoria própria

Analisando o Gráfico 12 e a Tabela 24 chega-se ao resultado que descontando do valor do rendimento da poupança, ao final do período, o gasto com tarifas de EE tem-se um déficit em qualquer um dos cenários, ou seja, paga-se mais em energia do que se rentabiliza o dinheiro aplicado nesta modalidade.

Tabela 25 – Tarifas Descontadas do Rendimento da Poupança

Tarifas Descontadas do Rendimento da Poupança	
Cenário A	-R\$ 72.269,29
Cenário B	-R\$ 51.160,84
Cenário C	-R\$ 38.654,32

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 25 pode-se observar o valor do déficit em cada um dos cenários analisados, concluindo que o rendimento da poupança não segue o aumento da inflação e dos índices utilizados para os reajustes tarifários, então tem-se um gasto maior em EE que o rendimento do investimento inicial na poupança.

### 3.10.2 Certificado de Depósito Bancário

Os Certificados de Depósito Bancário (CDB) são títulos de renda fixa que os bancos emitem afim de captar dinheiro para que realizar suas transações financeiras. É um título emitido pelos bancos em que a remuneração e o prazo são negociados no momento da aplicação. Funciona como um depósito que permite receber o dinheiro mais o juro ao final do prazo predeterminado. É um investimento considerado de baixo risco pois nas aplicações até R\$ 250 mil, pois tem a garantia do fundo garantidor de crédito (FGC) uma entidade privada, sem fins lucrativos, que administra o mecanismo de proteção aos correntistas, poupadores e investidores, contra instituições financeiras em caso de intervenção, liquidação ou falência ( Banco do Brasil, 2016a).

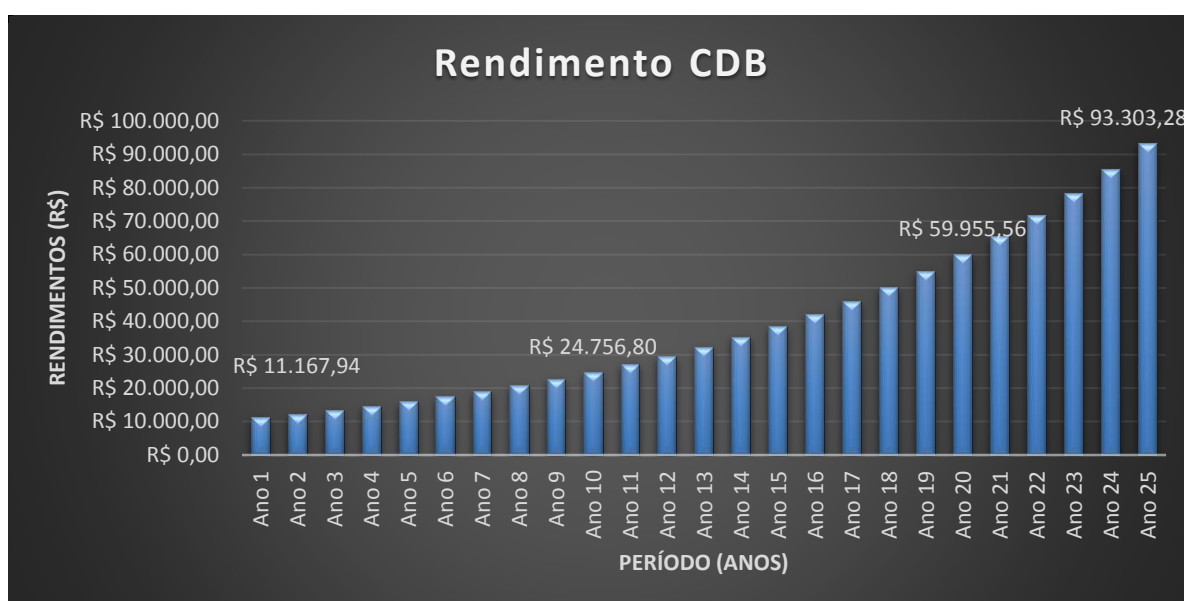
Nesta modalidade tem-s dois tipos de aplicações:

- Pré-fixados: Neste caso a taxa de juros que será paga pelo dinheiro emprestado é fixada no ato do contrato, ou seja, já se tem uma previsão do valor que será resgatado no vencimento pois a taxa de juros é mantida durante todo o prazo contratado seja qual for o comportamento do mercado financeiro.
- Pós-fixados: Nos títulos pós-fixados o ganho é estabelecido após o vencimento, a partir da variação do índice ao longo do período de investimento. As taxas do CDB geralmente são baseadas no chamado Certificado de Depósito Interfinanceiro (CDI), operação feita entre as instituições financeiras. Dependendo do valor aplicado, é possível garantir melhor remuneração.

ração (maior percentual sobre o CDI). A taxa do CDI, via de regra, acompanha de perto a variação da taxa Selic.

De acordo com informações do Banco Central, o valor mínimo de aplicação depende da modalidade disponível em cada banco. Sobre o investimento, há cobrança de Imposto de Renda (IR), cuja alíquota varia conforme o tempo investido. Não há incidência do Imposto sobre Operação Financeira (IOF) para aplicações que ultrapassem 30 dias. Também não é cobrada taxa de administração.

Foi simulado uma aplicação em CDB com o investimento inicial, como é difícil acertar as tendências do mercado ao longo dos anos, escolheu-se um CDB pré-fixado, considerando o CDI atual de 14,13% a.a. e um rendimento de 77% da CDI que é a taxa de juros que CEF paga atualmente para este tipo aplicação. Então o investimento será feito com um rendimento de 10,88% a.a. Para aplicações com prazo maior que 24 meses se tem um desconto de 15% de IR sobre a rentabilidade. Foi encontrado como resultado os rendimentos do Gráfico 13 que mostra o rendimento ao final do primeiro ano da aplicação até o final do período de 25 anos:



**Gráfico 13 – Rendimento CDB**

Fonte: Autoria própria

Ao final dos 25 anos tem-se um montante final de R\$ 93.303,28. Utilizando o mesmo desconto do valor das tarifas da Tabela 24, conforme os cenários A,B e C, do rendimento obteve-se o se valores da Tabela 26:

Tabela 26 – Tarifas Descontadas do Rendimento do CDB

Tarifas Descontadas do Rendimento do CDB	
Cenário A	-R\$ 22.839,90
Cenário B	-R\$ 1.731,45
Cenário C	R\$ 10.775,07

Fonte: Autoria própria

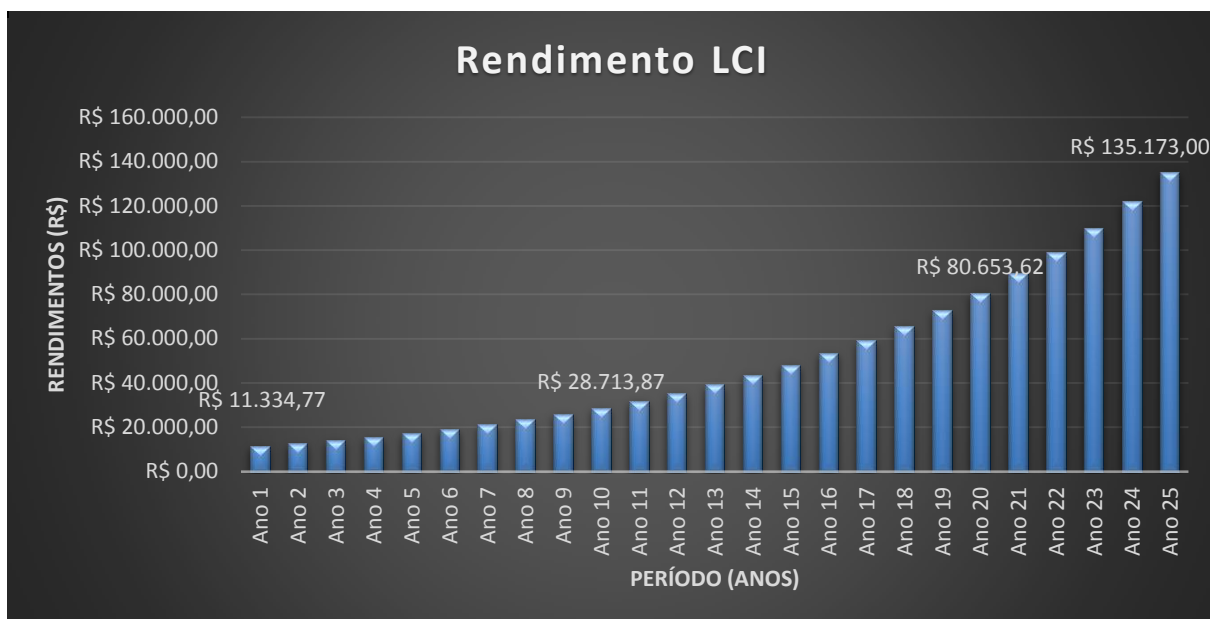
Neste tipo de aplicação a rentabilidade é mais elevada que no caso da poupança, porém as faturas ao longo dos 25 anos somente são pagas no cenário em que a projeção das tarifas está com a menor taxa de juros estudada, então talvez o dinheiro nem renda o valor da simulação se os juros chegarem a taxa do aumento do cenário C.

### 3.10.3 Letras de Crédito Imobiliário

Letras de Crédito Imobiliário (LCI) são títulos de crédito lastrados por créditos imobiliários, garantidos por hipoteca ou por alienação fiduciária da coisa imóvel, ou seja, é um empréstimo de dinheiro do cliente à instituição financeira afim de financiar o mercado imobiliário em específico. O LCI também é conhecido como CBD imobiliário, pois é um investimento que segue os mesmos moldes do CDB (Banco do Brasil, 2016b).

A grande diferença entre eles está no desconto do IR que não é realizado na modalidade de investimento LCI. A segurança, como de outros ativos de Renda Fixa, é dada pelo FGC.

Conforme a CEF para investir em LCI é necessário um investimento mínimo de R\$ 30.000,00. Porém em dados encontrados no Banco do Brasil (BB) a aplicação mínima é de R\$1.000,00. Como o BB é uma instituição financeira de grande renome continua-se com a simulação nos mesmo parâmetros do CDB, ou seja, o investimento inicial de R\$ 10.222,55, como é difícil acertar as tendências do mercado ao longo dos anos, escolheu-se um LCI pré-fixado, considerando o CDI atual de 14,13% a.a. e um rendimento de 77% da CDI. Então será feito o investimento com um rendimento de 10,88% a.a. Desta vez não descontando os 15% de IR sobre os rendimentos. Chegando-se aos resultados do Gráfico 14 que mostra o rendimento ao final do primeiro ano da aplicação até o final do período de 25 anos:



**Gráfico 14 – Rendimento LCI**

Fonte: Autoria própria

Ao final dos 25 anos tem-se um montante final de R\$ 135.173,00 Utilizando o mesmo desconto do valor das tarifas da Tabela 24, conforme os cenários A, B e C, do rendimento obteve-se o se valores da 27:

**Tabela 27 – Tarifas Descontadas do Rendimento do LCI.**

Tarifas Descontadas do Rendimento do LCI	
<b>Cenário A</b>	<b>R\$ 19.029,82</b>
<b>Cenário B</b>	<b>R\$ 40.138,28</b>
<b>Cenário C</b>	<b>R\$ 52.644,80</b>

Fonte: Autoria própria

Este é tipo de investimento foi o que mais demonstrou rentabilidade devido taxa de juros aplicada e ao fato do IR não ser descontado do lucro, portanto com este investimento é possível pagar as faturas de EE reajustadas nos três cenários e obter o maior lucro sobre o valor aplicado inicialmente. Portanto utilizou-se esta aplicação para simular um investimento daquilo que não é gasto com a tarifa nos 25 anos em que o SFVCR opera, afim de comparar a lucratividade do mesmo em relação a não instalar o sistema e apenas aplicar o dinheiro.

### 3.10.4 Aplicação do Saldo Economizado após Instalação SFVCR

Com a instalação do SFVCR tem-se os gastos com compra do sistema, instalação, manutenção e troca de inversores, porém com a energia que o sistema gera é possível economizar consideravelmente nas faturas de EE. É tendência o valor da energia transmitida pelas concessionárias aumentar conforme o histórico dos anos passados demonstrado neste trabalho e o SFVCR uma vez instalado gera energia sem custos fixos mensalmente, transformando a energia limpa gerada em economia na conta.

Na análise de *Payback* chegou-se aos valores de economia anuais, somando estes valores tem-se um montante ao final do período considerado conforme demonstrado na Tabela 28:

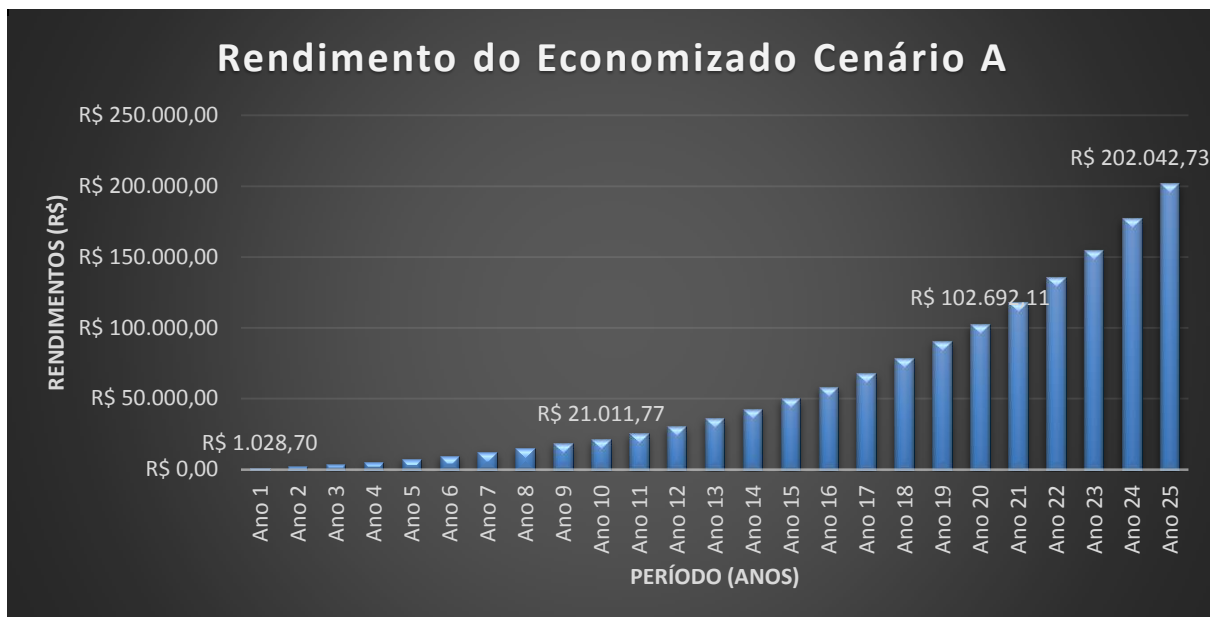
**Tabela 28 – Valor Economizado na Tarifa de EE no Período de 25 anos**

Total Economizado em 25 anos	
Cenário A	R\$ 64.657,19
Cenário B	R\$ 52.555,90
Cenário C	R\$ 45.375,23

Fonte: Aatoria própria

Porém para que a análise do investimento seja completa foi necessário fazer uma simulação do investimento deste valor anualmente. Dentre os investimentos que foram apresentados o de maior rentabilidade foi o LCI, então considerou-se a aplicação do valor economizado no ano, e no ano seguinte ocorreu a reaplicação do valor passado e da rentabilidade do mesmo somado a economia do ano que passou. Por exemplo aplicou-se o valor do ano 1 durante todo ano 2, ao final do ano 2 somamos todo o montante da aplicação do ano 1 ao valor economizado no ano 2 e reaplica-se o valor as mesmas taxas utilizadas pela simulação de LCI.

Chegando-se a resultante demonstrada nos Gráficos 15, 16 e 17 conforme cenários A, B e C, respectivamente:



**Gráfico 15 – Rendimento do Economizado Aplicado em LCI (Cenário A)**

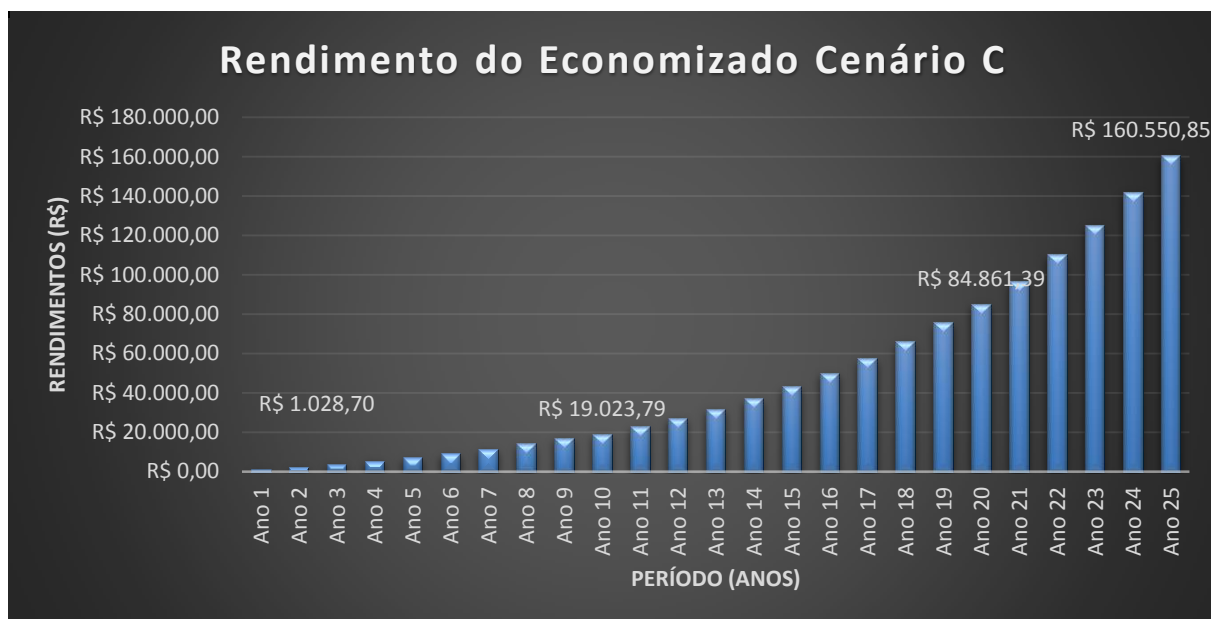
Fonte: Autoria própria



**Gráfico 16 – Rendimento do Economizado Aplicado em LCI (Cenário B)**

Fonte: Autoria própria





**Gráfico 17 – Rendimento do Economizado Aplicado em LCI (Cenário C)**

Fonte: Autoria própria

No Cenário A foi encontrado maior retorno financeiro pois neste caso tem-se a projeção de uma taxa de juros maior que nos outros dois casos, ou seja, a tarifa neste caso é mais alta, então a economia é maior, conseqüentemente o valor investido também é maior, e o retorno se dá sobre um valor mais elevado.

Para encontrar o montante final desconta-se do valor final do investido em LCI o valor do investimento inicial no SFVCR, neste caso R\$ 10.222,55.

Para encontrar o lucro líquido das aplicações feitas com o investimento inicial (casos que o SFVCR não foi instalado) descontou-se do montante final o valor que foi pago pelas tarifas de EE ao longo dos 25 anos, que são os valores demonstrados na Tabela 24. Pode-se verificar pela Tabela 29 e Gráficos 18,19 e 20 qual tipo de investimento possui melhor Lucro Líquido:

**Tabela 29 – Lucro Líquido do Investimentos Escolhidos**

<b>Lucro Líquido dos Investimentos</b>				
	<b>Poupança</b>	<b>CDB</b>	<b>LCI</b>	<b>SFVCR</b>
<b>Cenário A</b>	-R\$ 72.269,29	-R\$ 22.839,90	R\$ 19.029,82	R\$ 191.820,17
<b>Cenário B</b>	-R\$ 51.160,84	-R\$ 1.731,45	R\$ 40.138,28	R\$ 166.147,54
<b>Cenário C</b>	-R\$ 38.654,32	R\$ 10.775,07	R\$ 52.644,80	R\$ 150.328,30

Fonte: Autoria própria



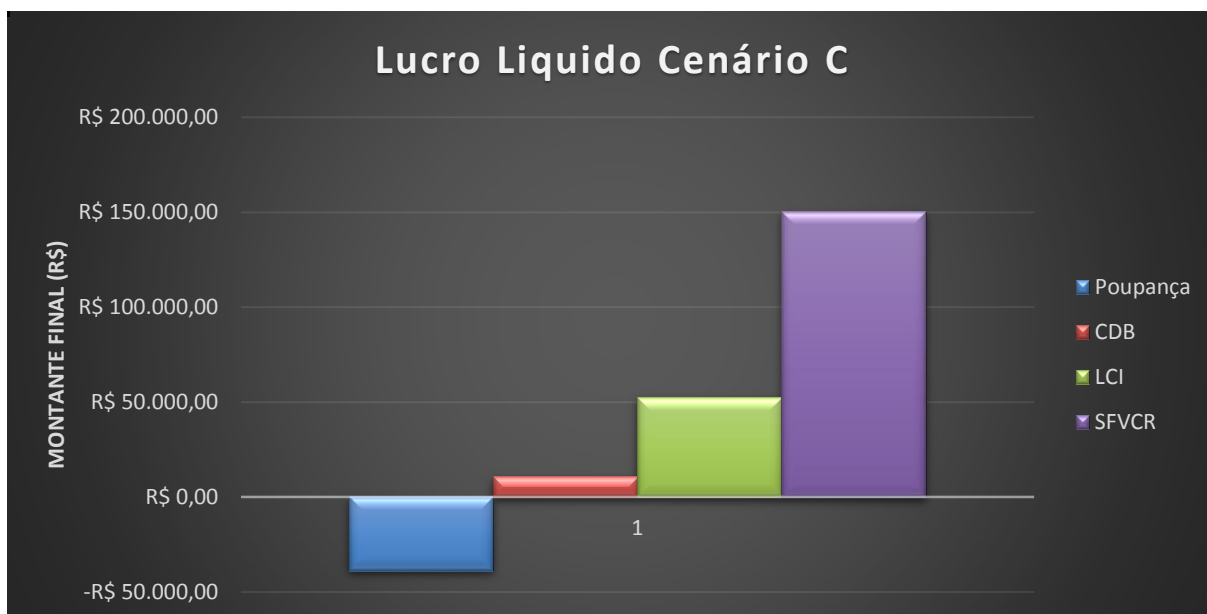
**Gráfico 18 – Lucro Líquido Cenário A**

Fonte: Autoria própria



**Gráfico 19 – Lucro Líquido Cenário B**

Fonte: Autoria própria



**Gráfico 20 – Lucro Líquido Cenário C**

**Fonte: Autoria própria**

Analisando os gráficos 18,19 e 20 percebe-se que investir no SFVCR, em qualquer um dos cenários traz um lucro maior ao final do período que apenas investir o valor em alguma aplicação bancária. No início é necessário desembolsar uma quantia relevante de dinheiro, porém ao longo do período o valor é recuperado e superado, e o valor que não é gasto com tarifa supera a rentabilidade que o investimento inicial traria, ou seja o dinheiro que não é gasto em fatura devido ao sistema instalado rende valores altos ao ser aplicada em um título de crédito adequado.

### 3.11 FORMAS DE AQUISIÇÃO DO INVESTIMENTO INICIAL PARA SFVCR

Caso haja o interesse na instalação do SFVCR, porém se não possuir o capital inicial para a instalação do sistema os bancos fornecem algumas opções de aquisição de dinheiro. Porém os juros que os bancos oferecem são elevados e não foi encontrado nenhum caso, atualmente, em que é possível pagar mensalmente a prestação do valor emprestado com valor economizado de tarifa de EE.

### 3.11.1 Empréstimo Financeiro

Empréstimo é um contrato entre cliente e instituição financeira (cooperativa, banco, etc) em que é liberada uma quantidade de dinheiro, que não possui destinação específica, que deverá ser paga em um prazo e a uma taxa de juros determinados. (Banco Central do Brasil,2016a)

As instituições financeiras estabelecem critérios próprios para a concessão ou não de empréstimos financeiros. As taxas de juros variam de banco para banco, não havendo limites para as taxas cobradas, porém é obrigatório que as mesmas informem o Custo Efetivo Total (CET) da operação.

Realizou-se uma consulta a Caixa Econômica Federal (CEF) as seguintes informações foram obtidas sobre empréstimo pessoal: para fazer um empréstimo no valor de R\$10.222,60 a taxa de Juros é de 5,5% ao mês e 90,12% ao ano com pagamento em 36x R\$664,84 paga-se um CET de R\$ 23.934,24.

Não foi encontrado um tipo de empréstimos que pudesse ser pago mensalmente com o valor economizado nas tarifas e como os juros são muito altos contar com esta alternativa para instalar o sistema é inviável.

### 3.11.2 Construcard

É a modalidade de financiamento da CEF para adquirir qualquer tipo de material de construção, além de armários embutidos, piscinas, elevadores, aquecedores solares, aerogeradores e equipamentos de energia fotovoltaica. O financiamento tem duas fases: utilização e amortização.

Nesta modalidade de empréstimo é criada uma conta com um cartão específico que somente é aceito em instituições credenciadas pela CEF, tem um período de 2 até 6 meses para utilizar o saldo, e durante este período paga somente os juros do valor utilizado (Caixa Econômica Federal, 2016b).

Após o período de compra tem um período de até 238 meses para pagar as prestações (amortização), não podendo o prazo de utilização e de amortização ultrapassar os 240 meses (Caixa Econômica Federal,2016b).

Em uma consulta ao gerente da CEF constatou-se que esta modalidade de empréstimo pode ser utilizada para compra de sistemas Fotovoltaicos, ou seja em-

presas que fornecem este tipo de equipamento estão credenciadas na caixa para pagamento através do cartão construcard.

Uma simulação para esta modalidade de financiamento é realizada no próprio site da caixa conforme anexo II.

Através da simulação foi utilizada uma taxa de Juros é de 3,1% ao mês e 44,25% ao ano com pagamento em 36x R\$475,24 paga-se um CET de R\$ 17.108,64.

Esta taxa de juros se mostra mais atrativa que a taxa de juros que um empréstimo pessoal, porém ainda se entra no problema que o economizado da tarifa não consegue pagar o valor da parcela sendo assim não é aconselhado fazer o investimento desta maneira.

## 4 CONCLUSÃO

A conjuntura hidrológica atual e as crises que englobam a matriz energética brasileira demonstram a grande importância de estudar e incluir fontes renováveis na matriz elétrica. Uma das fontes renováveis de grande potencial neste cenário é a fotovoltaica, uma energia limpa e que pode ser utilizada de forma complementar a outras fontes.

O SFVCR pode ser amplamente instalado em residências como geração distribuída, mas que ainda é pouco difundido no país, pelo fato de ainda ser visto como um investimento de alto custo. O fator econômico, no entanto, pode se tornar uma vantagem ao consumidor que opte pela instalação do sistema, tendo em vista as economias na fatura de energia elétrica e o possível investimento do dinheiro economizado.

Seguindo todas as premissas adotadas, foi possível dimensionar o SFVCR através da irradiação média da cidade escolhida, no caso Curitiba, e também do tipo de ligação da residência (monofásica, bifásica ou trifásica). Foi obtido também o custo do sistema, utilizando a média do custo do Wp instalado no sul do país através de sites especializados na área.

A situação econômica atual brasileira vem causando grandes preocupações para a toda a população que depende de seus salários e de estabilidade econômica e política para ter uma vida digna e de qualidade. Essas preocupações vêm fazendo com que empresários, novos empreendedores e até mesmo consumidor comum aguardem para tomar decisões de investimentos e iniciar projetos ou abrir negócios.

As taxas de juros atualmente são altas, a inflação vem tomando conta do bolso da população e a gravidade econômica não deixa margem para dúvidas em relação a esta preocupante realidade no Brasil.

Portanto, analisar os cenários e os riscos do investimento do capital é uma importante e delicada decisão a ser tomada. É necessário levantar dados, números que passam por uma criteriosa avaliação de viabilidade econômica, realizando um estudo minucioso com base no fluxo de caixa e nos indicadores financeiros.

Estipulados três cenários (A, B e C) com projeções de reajustes de tarifas de energia elétrica diferentes e embasados na economia brasileira, foram escolhidas três taxas Selic como critério de avaliação da viabilidade do SFVCR proposto para

cada um deles. As três taxas SELIC escolhidas foram: 14,25% pois é a taxa Selic aplicada na economia atual, 12,50% considerando a melhora da economia daqui para a frente e 10,00% para uma projeção muito otimista no ponto de vista econômico.

Os indicadores financeiros estudados *Payback* Simples, *Payback* Descontado Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno, na grande parte dos cenários propostos, mostraram resultados positivos para a implantação de um SFVCR, um incentivo para investidores que pretendem utilizar a energia renovável como fonte de energia elétrica em sua residência.

Através do fluxo de caixa livre estudado, chegou-se em um *Payback* Simples onde o prazo de retorno do investimento no cenário A seria de 7 anos e 9 meses, para o cenário B de 8 anos e 1 mês e para o cenário C o tempo de retorno seria 8 anos e 4 meses.

Pelo mesmo fluxo de caixa livre e utilizando uma variável custo de capital com a melhor rentabilidade de 10,88%, obteve-se o *Payback* Descontado onde o prazo de retorno do investimento para o cenário seria de 14 anos e 5 meses, para o Cenário B sendo de 16 anos e 1 mês e para o Cenário C seria de 17 anos e 10 meses.

Analisando os indicadores econômicos acima, verificou-se um aumento significativo do prazo de retorno do investimento do *Payback* Simples para o *Payback* Descontado, isso ocorre pois, o PRID apresenta uma variável custo de capital que representa a taxa de rentabilidade do capital caso o investidor colocasse seu capital em outra aplicação financeira que não fosse o projeto do SFVCR.

O estudo do VPL do projeto mostrou resultados positivos na maioria dos casos. Para os casos onde a taxa Selic é menor, como em 12,50% e 10,00%, observou-se a viabilidade na implantação de um SFVCR. Entretanto, aplicando uma taxa Selic de 14,25%, apenas o Cenário A se torna viável, os Cenários B e C seriam inviáveis, pois comparados a outros investimentos na mesma taxa (14,25%) seria mais interessante investir o capital em aplicações do que na implantação do sistema.

Os resultados obtidos pela TIR foram as seguintes taxas anuais para o projeto: para o Cenário A foi encontrado 15% ao ano, para o Cenário B foi encontrado 14% ao ano e para o Cenário C foi obtido 13% ao ano. Esses dados significam que para cada uma das taxas obtidas, o investidor deverá analisar a economia e as pos-

síveis alternativas de aplicações do capital para saber qual retorno será mais interessante.

Neste trabalho foram estudados três tipos de aplicações bancárias: Poupança, Crédito de Depósito Bancário e Letras de Crédito Imobiliário. Chegando ao montante final da aplicação e descontadas os valores das tarifas pagas em energia ao longo dos 25 anos foram poucos os casos que o dinheiro da aplicação rendeu de forma significativa.

Porém quando se aplica o valor economizado pelas tarifas do ano foi possível perceber que foi excluído um gasto mensal, que anualmente gera um novo montante para ser aplicado, e a soma do economizado do ano mais o que já está aplicado leva a um montante final quase que inacreditável. Mostrando ser muito mais vantajoso investir um capital num SFVCR que em uma aplicação bancária.

Mas se for necessário um empréstimo ou financiamento para instalação os indicadores econômicos reagem de forma negativa a instalação do sistema e o fato de não encontrar um meio de conseguir o investimento inicial, com uma taxa de juros atrativa, sem que seja preciso desembolsar mensalmente valores, com parcelas, que a economia do sistema não cobre chegou-se à conclusão que o projeto fica inviável. O ideal seria um tipo de financiamento amigo que partisse do governo com taxas reduzidas e parcelas que seguissem o histórico de economia das faturas de energia elétrica.

Visto que no Brasil os custos para a implantação desse tipo de sistema ainda são muito altos, o que restringe os níveis sociais dos possíveis investidores, seria interessante que o governo brasileiro criasse programas de incentivo para a instalação do SFVCR nas residências. Dessa maneira a utilização dessa fonte de energia renovável seria amplamente difundida no país, trazendo grandes benefícios por ser uma fonte considerada inesgotável, de menor impacto ambiental e uma promissora alternativa para enfrentar os desafios existentes atualmente no aumento da oferta de energia elétrica.



## REFERÊNCIAS

ABINEE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. “**Proposta para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**”, 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>. Acesso em novembro de 2015.

ABNT **NBR 11704:2008** – Sistemas Fotovoltaicos – Classificação. Disponível em: <<https://energypedia.info/images/temp/d/d2/20140508124638!phpU5v7IA.pdf>>. Acesso em novembro de 2015.

ABRADEE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifas de Energia**. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/tarifas-de-energia>> Acesso em novembro de 2015.

AMÉRICA DO SOL - **Benefícios e Custos da Energia Solar**. Disponível em: <<http://americadosol.org/beneficios-e-custos-da-energia-solar/>>. Acesso em maio de 2016.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Micro e Minigeração Distribuída**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/caderno-tematico-microeminigeracao.pdf>> Acesso em maio de 2016.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em maio de 2015.

BANCO DO BRASIL; 2016a. **BB CDB DI**. Disponível em: <[http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/voce/produtos-e-servicos/investimentos/investimentos-de-pouco-risco-e-retorno-a-longo-prazo/bb-cdb-di#](http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/voce/produtos-e-servicos/investimentos/investimentos-de-pouco-risco-e-retorno-a-longo-prazo/bb-cdb-di#/)>. Acesso em maio de 2016.

BANCO DO BRASIL; 2016b. **Letra de Crédito Imobiliário**: LCI. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/voce/produtos-e-servicos/investimentos/investir-no-curto-prazo-com-baixo-risco/letra-de-credito-imobiliario#/>>. Acesso em maio de 2016.

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxa SELIC**. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pt-br/#!/n/selictaxa>>. Acesso em maio de 2016.

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL ; 2016a. Empréstimos e Financiamentos. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pre/portalcidadao/bcb/emprestFinanc.asp?idpai=PORTALBCB>> .Acesso em maio de 2016.

BRASIL. “**Plano Decenal de Expansão de Energia 2022**. Ministério de Minas e Energia - MME. Empresa de Pesquisa Energética – EPE”. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme/menu/pde2022.html>>. Acesso em novembro de 2015.

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. “**As decisões de Investimentos**”. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL; 2016a. Disponível em <<http://www.caixa.gov.br/voce/poupanca-e-Investimentos/poupanca/Paginas/default.aspx>>. Acesso em Maio de 2016.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2016b. Simulação Construcard. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/voce/cartoes/casa/construcard/Paginas/default.aspx>>. Acesso em Maio de 2016.

CÂMARA, Carlos F. “**Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede elétrica**”. Monografia de Especialização em Fontes Alternativas de Energia. Universidade Federal de Lavras, MG. 2011.

CARDOSO, Fábio; MAIANI, Thalita. **ESTATÍSTICA - Variáveis Quantitativas** (Medidas de Dispersão). Universidade Anhembi Morumbi. Disponível em: <[http://www2.anhembi.br/html/ead01/estatistica\\_aplicada/lu06/lo2/index.htm](http://www2.anhembi.br/html/ead01/estatistica_aplicada/lu06/lo2/index.htm)>. Acesso em maio de 2016.

**CHAMADA Nº 013/2011 PROJETO ESTRATÉGICO:** “Arranjos técnicos e comerciais para inserção da geração solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira.” – ANEEL, 2011. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PeD\\_2011-ChamadaPE13-2011.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PeD_2011-ChamadaPE13-2011.pdf)>. Acesso em novembro 2015.

CONCEIÇÃO, L. A. da. “**Proposta de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede para Eficientização do Uso da Energia Elétrica no CT/UFRJ**”, Universidade do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10003882.pdf>>. Acesso em novembro de 2015.

COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. “**Alterações Tarifárias**”, Paraná, 2015. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagco-pel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F04afb43850ca33c503257488005939b7>> Acesso em setembro de 2015.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. “**Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira**”, Nota técnica, 2012. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em novembro de 2015.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. “**Anuário Estatístico de Energia Elétrica**”, 2015. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>> Acesso em abril de 2016.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. “**Consumo anual de energia elétrica por classe (nacional)**”, 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em outubro de 2015.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. “**Inserção da geração fotovoltaica distribuída no Brasil – condicionantes e impactos**”, Nota técnica DEA 19/14, 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em novembro de 2015.

EPIA - EUROPEAN PHOTOVOLTAIC INDUSTRY ASSOCIATION. **Global Market Outlook For Photovoltaics 2015-2019**. Disponível em: <<http://www.solarpowereurope.org/insights/global-market-outlook/>>. Acesso em novembro de 2015.

FAPESP – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. “**Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho.**” São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>>. Acesso em novembro de 2015.

CARVALHO, Henrique. **HC INVESTIMENTOS**: Inteligência Financeira. IPCA e IGP-M: Dados históricos, Sazonalidade, Metas de Inflação no Brasil e muito mais. Maio de 2009. Disponível em: <<http://hcinvestimentos.com/2011/02/21/ipca-igpm-inflacao-historica/?hvid=NcSFP>>. Acesso em maio de 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados do Estado do Paraná, 2015**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=41&search=parana>> Acesso em abril de 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor – Séries Históricas: IPCA**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc\\_ipca/defaultseriesHist.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultseriesHist.shtm)>. Acesso em maio de 2016.

INSTITUTO IDEAL – INSTITUTO PARA O DESENSOLVIMENTO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA. “**O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica** – Edição 2015.” Disponível em: <[https://issuu.com/idealeco\\_logicas/docs/2015\\_ideal\\_mercadogdfv\\_150901\\_final](https://issuu.com/idealeco_logicas/docs/2015_ideal_mercadogdfv_150901_final)>. Acesso em maio de 2015.

LEMES, A. B. Jr.; CHEROBIM, A. P. M; RIGO, C. M. **Fundamentos de Finanças Empresariais**: Técnicas e Práticas Essenciais. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. Convênio ICMS 6, de 03 de Abril de 2009. Disponível em: <[http://www1.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/ICMS/2013/..%5C2009%5CCV006\\_09.htm](http://www1.fazenda.gov.br/confaz/confaz/convenios/ICMS/2013/..%5C2009%5CCV006_09.htm)> Acesso em outubro de 2015.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Protocolo ICMS 6**, de 10 de Abril de 2015. Disponível em: <<https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/protocolos/protocolos%20icms/2015/protocolo-icms-6-15>> Acesso em outubro de 2015.

MIRANDA, A. B. C. N. “**Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede.**” Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

MME, “**Balanco Energético Nacional 2014**: ano base 2013”, Ministério de Minas e Energia. Disponível em <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal.aspx?anoColeta=2014&anoFimColeta=2013>> Acesso em maio de 2015.

MME, “**Balanco Energético Nacional 2015**: ano base 2014”, Ministério de Minas e Energia. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/balanco-energetico-nacional>> Acesso em junho de 2016.

NAKABAYASHI, R. K. “**Microgeração Fotovoltaica no Brasil**: Condições atuais e perspectivas futuras”. Instituto de Energia e Ambiente da USP – Universidade de São Paulo Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/mifoto.pdf>>. Acesso em novembro de 2015.

PBDA – PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS. **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo** – IPCA. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo-ipca>> Acesso em maio de 2016.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, 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 novembro de 2015.

REN 21. **Renewables 2015 Global Status Report**. Disponível em: <<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report-draft/renewables-2015-global-status-report/>> Acesso em maio de 2016.

REN 21. **Renewables 2016 Global Status Report**. Disponível em: <<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>> Acesso em junho de 2016.

REVISTA VEJA. Impávido Colosso – “**Brasil piora em Ranking e passa a ser o 6º com energia mais cara do mundo**”. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/blog/impavido-colosso/brasil-piora-em-ranking-e-passa-a-ser-o-6-com-a-energia-mais-cara-do-mundo/>> Acesso em novembro de 2015.

RONEY, J. M. **World Solar Power Topped 100,000 Megawatts in 2012**. Earth Policy Institute (EPI). Disponível em: <[http://www.earth-policy.org/indicators/C47/solar\\_power\\_2013](http://www.earth-policy.org/indicators/C47/solar_power_2013)> Acesso em novembro de 2015.

RÜTHER, R. **Edifícios Solares Fotovoltaicos**: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. 1. ed. Florianópolis: Editora UFSC - LABSOLAR, v. Único, 2004.

SISTEMA FIRJAN – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE JANEIRO. Nota Técnica. **Perspectivas do Custo da Energia Elétrica para a Indústria no Brasil em 2014 e 2015**. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8F4EBC426A014EC083B76C35AD&inline=1>>. Acesso em novembro de 2015

SUA PESQUISA – **Taxa Selic, 2016**. Disponível em: <[http://www.suapesquisa.com/economia/taxa\\_selic.htm](http://www.suapesquisa.com/economia/taxa_selic.htm)>. Acesso em maio de 2016.

SUNLAB POWER, 2001. **Dimensionamento do Sistema Solar**. Disponível em: <[http://www.sunlab.com.br/Dimensionamento\\_solar\\_fotovoltaico.htm](http://www.sunlab.com.br/Dimensionamento_solar_fotovoltaico.htm)>. Acesso em novembro de 2015.

LCA RECURSOS HUMANOS E CONSULTORIA. **Tabulação de Dados**, 2005. Disponível em: <<http://www.lcarh.com.br/ps/metodologia.php>>. Acesso em maio de 2016.

TIEPOLO, G. M.; CANGIOLIERI JR, O.; URBANETZ JR, J.; VIANA, T. PEREIRA, E. B. **Comparação entre o potencial de geração fotovoltaica no Estado do Paraná com Alemanha, Itália e Espanha**. V Congresso Brasileiro de Energia Solar. Recife, 2014.

TIEPOLO, G. M.; CANGIOLIERI JR, O.; URBANETZ JR. **Estudo do potencial de participação das fontes renováveis de energia na matriz elétrica do estado do Paraná**. IX Congresso Brasileiro de Planejamento Energico. Florianópolis, 2014.

TIEPOLO, G.M. **"Estudo do potencial de geração de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos conectados à rede no Estado do Paraná"**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas – PPGEPS. Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC-PR, Curitiba, 2015.

TOYAMA, A.H.; JUNIOR, N.N; ALAMEIDA, N.G. "**Estudo de viabilidade econômica da implantação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica de Energia para diferentes regiões no estado do Paraná**". Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, Curitiba, 2014.

URBANETZ Junior, Jair. "**Sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição urbanas: Sua influência da qualidade de energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade**". 2010. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

VARELLA, Fabiana K. de O. M.; GOMES, Rodolfo Dourado Maia. "**Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica no Brasil: Panorama da Atual Legislação**". Relatório Final – International Energy Initiative, Campinas, São Paulo, 2009.

VIA SOLAR: **Soluções Energéticas**. Disponível em: <<http://www.viasolarse.com/#!como-funciona/prwsg>>. Acesso em abril de 2016.



**APÊNDICE A** - Valores de irradiação total ( $h_{tot}$ ) e de produtividade gerada estimada total anual no plano inclinado nos 399 municípios do estado do Paraná

(continua)

<b>Município</b>	<b>Produtividade Total Anual Média em kWh/kWp.ano para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>	<b>Produtividade Total Mensal Média em kWh/kWp.mês para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>
Abatiá	1563	130,2500
Adrianópolis	1348	112,3333
Agudos do Sul	1360	113,3333
Almirante Tamandaré	1380	115,0000
Altamira do Paraná	1526	127,1667
Alto Paraíso	1543	128,5833
Alto Paraná	1563	130,2500
Alto Piquiri	1540	128,3333
Altônia	1533	127,7500
Alvorada do Sul	1570	130,8333
Amaporã	1553	129,4167
Ampére	1522	126,8333
Anahy	1529	127,4167
Andirá	1573	131,0833
Ângulo	1557	129,7500
Antonina	1294	107,8333
Antônio Olinto	1359	113,2500
Apucarana	1549	129,0833
Arapongas	1557	129,7500
Arapoti	1522	126,8333
Arapuã	1540	128,3333
Araruna	1546	128,8333
Araucária	1379	114,9167
Ariranha do Ivaí	1540	128,3333
Assaí	1554	129,5000
Assis Chateaubriand	1534	127,8333
Astorga	1562	130,1667
Atalaia	1562	130,1667
Balsa Nova	1401	116,7500
Bandeirantes	1568	130,6667
Barbosa Ferraz	1541	128,4167
Barra do Jacaré	1570	130,8333
Barracão	1510	125,8333
Bela Vista da Caroba	1524	127,0000
Bela Vista do Paraíso	1578	131,5000
Bituruna	1422	118,5000
Boa Esperança	1539	128,2500
Boa Esperança do Iguaçu	1523	126,9167
Boa Ventura de São Roque	1514	126,1667

(continuação)

<b>Município</b>	<b>Produtividade Total Anual Média em kWh/kWp.ano para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>	<b>Produtividade Total Mensal Média em kWh/kWp.mês para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>
Boa Vista da Aparecida	1518	126,5000
Bocaiúva do Sul	1351	112,5833
Bom Jesus do Sul	1515	126,2500
Bom Sucesso	1527	127,2500
Bom Sucesso do Sul	1541	128,4167
Borrazópolis	1547	128,9167
Braganey	1527	127,2500
Brasilândia do Sul	1540	128,3333
Cafeara	1569	130,7500
Cafelândia	1530	127,5000
Cafezal do Sul	1541	128,4167
Califórnia	1549	129,0833
Cambará	1573	131,0833
Cambé	1573	131,0833
Cambira	1546	128,8333
Campina da Lagoa	1527	127,2500
Campina do Simão	1517	126,4167
Campina Grande do Sul	1315	109,5833
Campo Bonito	1525	127,0833
Campo do Tenente	1368	114,0000
Campo Largo	1378	114,8333
Campo Magro	1376	114,6667
Campo Mourão	1541	128,4167
Cândido de Abreu	1514	126,1667
Candói	1519	126,5833
Cantagalo	1523	126,9167
Capanema	1515	126,2500
Capitão Leônidas Marques	1515	126,2500
Carambeí	1463	121,9167
Carlópolis	1562	130,1667
Cascavel	1523	126,9167
Castro	1426	118,8333
Catanduvas	1521	126,7500
Centenário do Sul	1571	130,9167
Cerro Azul	1377	114,7500
Céu Azul	1514	126,1667
Chopininho	1527	127,2500
Cianorte	1545	128,7500
Cidade Gaúcha	1556	129,6667
Clevelândia	1519	126,5833

(continuação)

<b>Município</b>	<b>Produtividade Total Anual Média em kWh/kWp.ano para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>	<b>Produtividade Total Mensal Média em kWh/kWp.mês para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>
Colombo	1371	114,2500
Colorado	1567	130,5833
Congonhinhas	1540	128,3333
Conselheiro Mairinck	1551	129,2500
Contenda	1380	115,0000
Corbélia	1528	127,3333
Cornélio Procópio	1564	130,3333
Coronel Domingos Soares	1484	123,6667
Coronel Vivida	1527	127,2500
Corumbataí do Sul	1539	128,2500
Cruz Machado	1398	116,5000
Cruzeiro do Iguaçu	1520	126,6667
Cruzeiro do Oeste	1552	129,3333
Cruzeiro do Sul	1566	130,5000
Cruzmaltina	1546	128,8333
Curitiba	1372	114,3333
Curiúva	1513	126,0833
Diamante do Norte	1575	131,2500
Diamante do Sul	1526	127,1667
Diamante d`Oeste	1522	126,8333
Dois Vizinhos	1523	126,9167
Douradina	1551	129,2500
Doutor Camargo	1536	128,0000
Doutor Ulysses	1404	117,0000
Enéas Marques	1526	127,1667
Engenheiro Beltrão	1540	128,3333
Entre Rios do Oeste	1486	123,8333
Esperança Nova	1544	128,6667
Espigão Alto do Iguaçu	1520	126,6667
Farol	1546	128,8333
Faxinal	1541	128,4167
Fazenda Rio Grande	1371	114,2500
Fênix	1543	128,5833
Fernandes Pinheiro	1402	116,8333
Figueira	1517	126,4167
Flor da Serra do Sul	1511	125,9167
Floraí	1550	129,1667
Floresta	1541	128,4167
Florestópolis	1574	131,1667
Flórida	1562	130,1667

(continuação)

<b>Município</b>	<b>Produtividade Total Anual Média em kWh/kWp.ano para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>	<b>Produtividade Total Mensal Média em kWh/kWp.mês para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>
Formosa do Oeste	1535	127,9167
Foz do Iguaçu	1467	122,2500
Foz do Jordão	1525	127,0833
Francisco Alves	1533	127,7500
Francisco Beltrão	1523	126,9167
General Carneiro	1395	116,2500
Godoy Moreira	1542	128,5000
Goioerê	1539	128,2500
Goioxim	1526	127,1667
Grandes Rios	1544	128,6667
Guaira	1512	126,0000
Guairaçá	1562	130,1667
Guamiranga	1442	120,1667
Guapirama	1558	129,8333
Guaporema	1551	129,2500
Guaraci	1573	131,0833
Guaraniaçu	1523	126,9167
Guarapuava	1473	122,7500
Guaraqueçaba	1277	106,4167
Guaratuba	1271	105,9167
Honório Serpa	1523	126,9167
Ibaiti	1530	127,5000
Ibema	1522	126,8333
Ibiporã	1562	130,1667
Icaraíma	1548	129,0000
Iguaraçu	1556	129,6667
Iguatu	1529	127,4167
Imbaú	1508	125,6667
Imbituva	1437	119,7500
Inácio Martins	1413	117,7500
Inajá	1570	130,8333
Indianópolis	1546	128,8333
Ipiranga	1467	122,2500
Iporã	1536	128,0000
Iracema do Oeste	1532	127,6667
Irati	1408	117,3333
Iretama	1537	128,0833
Itaguajé	1565	130,4167
Itaipulândia	1530	127,5000
Itambaracá	1577	131,4167

(continuação)

<b>Município</b>	<b>Produtividade Total Anual Média em kWh/kWp.ano para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>	<b>Produtividade Total Mensal Média em kWh/kWp.mês para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>
Itambé	1542	128,5000
Itapejara d` Oeste	1530	127,5000
Itaperuçu	1371	114,2500
Itaúna do Sul	1571	130,9167
Ivaí	1469	122,4167
Ivaiporã	1542	128,5000
Ivaté	1552	129,3333
Ivatuba	1538	128,1667
Jaboti	1545	128,7500
Jacarezinho	1571	130,9167
Jaguapitã	1578	131,5000
Jaguariaíva	1482	123,5000
Jandaia do Sul	1544	128,6667
Janiópolis	1545	128,7500
Japira	1540	128,3333
Japurá	1542	128,5000
Jardim Alegre	1543	128,5833
Jardim Olinda	1564	130,3333
Jataizinho	1559	129,9167
Jesuítas	1533	127,7500
Joaquim Távora	1565	130,4167
Jundiá do Sul	1554	129,5000
Juranda	1529	127,4167
Jussara	1540	128,3333
Kaloré	1545	128,7500
Lapa	1380	115,0000
Laranjal	1529	127,4167
Laranjeiras do Sul	1525	127,0833
Leópolis	1576	131,3333
Lidianópolis	1547	128,9167
Lindoeste	1513	126,0833
Loanda	1563	130,2500
Lobato	1564	130,3333
Londrina	1550	129,1667
Luiziana	1533	127,7500
Lunardelli	1544	128,6667
Lupionópolis	1565	130,4167
Mallet	1356	113,0000
Mamborê	1534	127,8333
Mandaguaçu	1551	129,2500

(continuação)

<b>Município</b>	<b>Produtividade Total Anual Média em kWh/kWp.ano para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>	<b>Produtividade Total Mensal Média em kWh/kWp.mês para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>
Mandaguari	1548	129,0000
Mandirituba	1369	114,0833
Manfrinópolis	1517	126,4167
Mangueirinha	1521	126,7500
Manoel Ribas	1533	127,7500
Marechal Cândido Rondon	1492	124,3333
Maria Helena	1552	129,3333
Marialva	1543	128,5833
Marilândia do Sul	1546	128,8333
Marilena	1569	130,7500
Mariluz	1540	128,3333
Maringá	1548	129,0000
Mariópolis	1522	126,8333
Maripá	1531	127,5833
Marmeleiro	1512	126,0000
Marquinho	1531	127,5833
Marumbi	1544	128,6667
Matelândia	1514	126,1667
Matinhos	1265	105,4167
Mato Rico	1532	127,6667
Mauá da Serra	1544	128,6667
Medianeira	1520	126,6667
Mercedes	1530	127,5000
Mirador	1551	129,2500
Miraselva	1580	131,6667
Missal	1528	127,3333
Moreira Sales	1547	128,9167
Morretes	1290	107,5000
Munhoz de Melo	1566	130,5000
Nossa Senhora das Graças	1568	130,6667
Nova Aliança do Ivaí	1552	129,3333
Nova América da Colina	1559	129,9167
Nova Aurora	1532	127,6667
Nova Cantu	1529	127,4167
Nova Esperança	1558	129,8333
Nova Esperança do Sudoeste	1525	127,0833
Nova Fátima	1555	129,5833
Nova Laranjeiras	1526	127,1667
Nova Londrina	1568	130,6667
Nova Olímpia	1558	129,8333

(continuação)

<b>Município</b>	<b>Produtividade Total Anual Média em kWh/kWp.ano para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>	<b>Produtividade Total Mensal Média em kWh/kWp.mês para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>
Nova Prata do Iguaçu	1519	126,5833
Nova Santa Bárbara	1548	129,0000
Nova Santa Rosa	1530	127,5000
Nova Tebas	1537	128,0833
Novo Itacolomi	1546	128,8333
Ortigueira	1528	127,3333
Ourizona	1540	128,3333
Ouro Verde do Oeste	1525	127,0833
Paçandu	1541	128,4167
Palmas	1461	121,7500
Palmeira	1415	117,9167
Palmital	1530	127,5000
Palotina	1534	127,8333
Paraíso do Norte	1548	129,0000
Paranacity	1568	130,6667
Paranaguá	1283	106,9167
Paranapoema	1568	130,6667
Paranavaí	1561	130,0833
Pato Bragado	1452	121,0000
Pato Branco	1526	127,1667
Paula Freitas	1330	110,8333
Paulo Frontin	1329	110,7500
Peabiru	1541	128,4167
Perobal	1545	128,7500
Pérola	1542	128,5000
Pérola d'Oeste	1445	120,4167
Piên	1358	113,1667
Pinhais	1363	113,5833
Pinhal de São Bento	1521	126,7500
Pinhalão	1528	127,3333
Pinhão	1465	122,0833
Piraí do Sul	1478	123,1667
Piraquara	1350	112,5000
Pitanga	1528	127,3333
Pitangueiras	1571	130,9167
Planaltina do Paraná	1555	129,5833
Planalto	1520	126,6667
Ponta Grossa	1429	119,0833
Pontal do Paraná	1281	106,7500
Porecatu	1566	130,5000



(continuação)

<b>Município</b>	<b>Produtividade Total Anual Média em kWh/kWp.ano para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>	<b>Produtividade Total Mensal Média em kWh/kWp.mês para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>
Porto Amazonas	1412	117,6667
Porto Barreiro	1523	126,9167
Porto Rico	1563	130,2500
Porto Vitória	1359	113,2500
Prado Ferreira	1580	131,6667
Pranchita	1464	122,0000
Presidente Castelo Branco	1555	129,5833
Primeiro de Maio	1579	131,5833
Prudentópolis	1458	121,5000
Quarto Centenário	1535	127,9167
Quatiguá	1557	129,7500
Quatro Barras	1331	110,9167
Quatro Pontes	1528	127,3333
Quedas do Iguaçu	1519	126,5833
Querência do Norte	1553	129,4167
Quinta do Sol	1543	128,5833
Quitandinha	1372	114,3333
Ramilândia	1522	126,8333
Rancho Alegre	1574	131,1667
Rancho Alegre d'Oeste	1535	127,9167
Realeza	1520	126,6667
Rebouças	1379	114,9167
Renascença	1520	126,6667
Reserva	1510	125,8333
Reserva do Iguaçu	1505	125,4167
Ribeirão Claro	1567	130,5833
Ribeirão do Pinhal	1554	129,5000
Rio Azul	1370	114,1667
Rio Bom	1547	128,9167
Rio Bonito do Iguaçu	1523	126,9167
Rio Branco do Ivaí	1541	128,4167
Rio Branco do Sul	1373	114,4167
Rio Negro	1356	113,0000
Rolândia	1568	130,6667
Roncador	1531	127,5833
Rondon	1550	129,1667
Rosário do Ivaí	1538	128,1667
Sabáudia	1562	130,1667
Salgado Filho	1517	126,4167
Salto do Itararé	1548	129,0000

(continuação)

<b>Município</b>	<b>Produtividade Total Anual Média em kWh/kWp.ano para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>	<b>Produtividade Total Mensal Média em kWh/kWp.mês para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>
Salto do Lontra	1525	127,0833
Santa Amélia	1563	130,2500
Santa Cecília do Pavão	1552	129,3333
Santa Cruz de Monte Castelo	1556	129,6667
Santa Fé	1565	130,4167
Santa Helena	1474	122,8333
Santa Inês	1568	130,6667
Santa Isabel do Ivaí	1557	129,7500
Santa Izabel do Oeste	1523	126,9167
Santa Lúcia	1517	126,4167
Santa Maria do Oeste	1526	127,1667
Santa Mariana	1573	131,0833
Santa Mônica	1556	129,6667
Santa Tereza do Oeste	1519	126,5833
Santa Terezinha de Itaipu	1570	130,8333
Santana do Itararé	1542	128,5000
Santo Antônio da Platina	1566	130,5000
Santo Antônio do Caiuá	1567	130,5833
Santo Antônio do Paraíso	1547	128,9167
Santo Antônio do Sudoeste	1500	125,0000
Santo Inácio	1568	130,6667
São Carlos do Ivaí	1544	128,6667
São Jerônimo da Serra	1535	127,9167
São João	1525	127,0833
São João do Caiuá	1569	130,7500
São João do Ivaí	1543	128,5833
São João do Triunfo	1387	115,5833
São Jorge do Ivaí	1542	128,5000
São Jorge do Patrocínio	1537	128,0833
São Jorge d'Oeste	1519	126,5833
São José da Boa Vista	1529	127,4167
São José das Palmeiras	1524	127,0000
São José dos Pinhais	1328	110,6667
São Manoel do Paraná	1544	128,6667
São Mateus do Sul	1346	112,1667
São Miguel do Guaçu	1519	126,5833
São Pedro do Guaçu	1521	126,7500
São Pedro do Ivaí	1542	128,5000
São Pedro do Paraná	1565	130,4167
São Sebastião da Amoreira	1555	129,5833

(conclusão)

<b>Município</b>	<b>Produtividade Total Anual Média em kWh/kWp.ano para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>	<b>Produtividade Total Mensal Média em kWh/kWp.mês para SFVCR com inclinação igual a latitude, orientação norte e TD 75%</b>
São Tomé	1542	128,5000
Sapopema	1523	126,9167
Sarandi	1545	128,7500
Saudade do Iguaçu	1526	127,1667
Sengés	1480	123,3333
Serranópolis do Iguaçu	1513	126,0833
Sertaneja	1580	131,6667
Sertanópolis	1573	131,0833
Siqueira Campos	1552	129,3333
Sulina	1527	127,2500
Tamarana	1537	128,0833
Tamboara	1553	129,4167
Tapejara	1551	129,2500
Tapira	1554	129,5000
Teixeira Soares	1434	119,5000
Telêmaco Borba	1505	125,4167
Terra Boa	1539	128,2500
Terra Rica	1568	130,6667
Terra Roxa	1531	127,5833
Tibagi	1489	124,0833
Tijucas do Sul	1333	111,0833
Toledo	1528	127,3333
Tomazina	1545	128,7500
Três Barras do Paraná	1519	126,5833
Tunas do Paraná	1361	113,4167
Tuneiras do Oeste	1549	129,0833
Tupãssi	1531	127,5833
Turvo	1504	125,3333
Ubiratã	1528	127,3333
Umuarama	1549	129,0833
União da Vitória	1357	113,0833
Uniflor	1564	130,3333
Uraí	1563	130,2500
Ventania	1512	126,0000
Vera Cruz do Oeste	1520	126,6667
Verê	1528	127,3333
Virmond	1521	126,7500
Vitorino	1521	126,7500
Wenceslau Braz	1538	128,1667
Xambrê	1545	128,7500

**ANEXO I - Série histórica do IPCA**

SÉRIE HISTÓRICA DO IPCA							
(continua)							
ANO	MÊS	NÚMERO ÍNDICE (DEZ 93 = 100)	VARIÇÃO (%)				
			NO MÊS	3 MESES	6 MESES	NO ANO	12 MESES
1994	JAN	141,31	41,31	162,13	533,33	41,31	2.693,84
	FEV	198,22	40,27	171,24	568,17	98,22	3.035,71
	MAR	282,96	42,75	182,96	602,93	182,96	3.417,39
	ABR	403,73	42,68	185,71	648,92	303,73	3.828,49
	MAI	581,49	44,03	193,36	695,71	481,49	4.331,19
	JUN	857,29	47,43	202,97	757,29	757,29	4.922,60
	JUL	915,93	6,84	126,87	548,17	815,93	4.005,08
	AGO	932,97	1,86	60,44	370,67	832,97	3.044,89
	SET	947,24	1,53	10,49	234,76	847,24	2.253,15
	OUT	972,06	2,62	6,13	140,77	872,06	1.703,17
	NOV	999,37	2,81	7,12	71,86	899,37	1.267,54
	DEZ	1016,46	1,71	7,31	18,57	916,46	916,46
1995	JAN	1033,74	1,70	6,35	12,86	1,70	631,54
	FEV	1044,28	1,02	4,49	11,93	2,74	426,83
	MAR	1060,47	1,55	4,33	11,95	4,33	274,78
	ABR	1086,24	2,43	5,08	11,75	6,87	169,05
	MAI	1115,24	2,67	6,80	11,59	9,72	91,79
	JUN	1140,44	2,26	7,54	12,20	12,20	33,03
	JUL	1167,35	2,36	7,47	12,92	14,84	27,45
	AGO	1178,91	0,99	5,71	12,89	15,98	26,36
	SET	1190,58	0,99	4,40	12,27	17,13	25,69
	OUT	1207,37	1,41	3,43	11,15	18,78	24,21
	NOV	1225,12	1,47	3,92	9,85	20,53	22,59
	DEZ	1244,23	1,56	4,51	9,10	22,41	22,41
1996	JAN	1260,90	1,34	4,43	8,01	1,34	21,97
	FEV	1273,89	1,03	3,98	8,06	2,38	21,99
	MAR	1278,35	0,35	2,74	7,37	2,74	20,55
	ABR	1294,46	1,26	2,66	7,21	4,04	19,17
	MAI	1310,25	1,22	2,85	6,95	5,31	17,49
	JUN	1325,84	1,19	3,71	6,56	6,56	16,26
	JUL	1340,56	1,11	3,56	6,32	7,74	14,84
	AGO	1346,46	0,44	2,76	5,70	8,22	14,21
	SET	1348,48	0,15	1,71	5,49	8,38	13,26
	OUT	1352,53	0,30	0,89	4,49	8,70	12,02
	NOV	1356,86	0,32	0,77	3,56	9,05	10,75
	DEZ	1363,24	0,47	1,09	2,82	9,56	9,56
1997	JAN	1379,33	1,18	1,98	2,89	1,18	9,39
	FEV	1386,23	0,50	2,16	2,95	1,69	8,82
	MAR	1393,30	0,51	2,21	3,32	2,21	8,99
	ABR	1405,56	0,88	1,90	3,92	3,10	8,58
	MAI	1411,32	0,41	1,81	4,01	3,53	7,71
	JUN	1418,94	0,54	1,84	4,09	4,09	7,02
	JUL	1422,06	0,22	1,17	3,10	4,31	6,08
	AGO	1421,78	-0,02	0,74	2,56	4,29	5,59
	SET	1422,63	0,06	0,26	2,11	4,36	5,50
	OUT	1425,90	0,23	0,27	1,45	4,60	5,42
	NOV	1428,32	0,17	0,46	1,20	4,77	5,27
	DEZ	1434,46	0,43	0,83	1,09	5,22	5,22
1998	JAN	1444,64	0,71	1,31	1,59	0,71	4,73
	FEV	1451,29	0,46	1,61	2,08	1,17	4,69
	MAR	1456,22	0,34	1,52	2,36	1,52	4,52
	ABR	1459,71	0,24	1,04	2,37	1,76	3,85
	MAI	1467,01	0,50	1,08	2,71	2,27	3,95
	JUN	1467,30	0,02	0,76	2,29	2,29	3,41
	JUL	1465,54	-0,12	0,40	1,45	2,17	3,06
	AGO	1458,07	-0,51	-0,61	0,47	1,65	2,55
	SET	1454,86	-0,22	-0,85	-0,09	1,42	2,27
	OUT	1455,15	0,02	-0,71	-0,31	1,44	2,05
	NOV	1453,40	-0,12	-0,32	-0,93	1,32	1,76
	DEZ	1458,20	0,33	0,23	-0,62	1,65	1,65

SÉRIE HISTÓRICA DO IPCA							
(continuação)							
ANO	MÊS	NÚMERO ÍNDICE (DEZ 93 = 100)	VARIACÃO (%)				
			NO MÊS	3 MESES	6 MESES	NO ANO	12 MESES
1999	JAN	1468,41	0,70	0,91	0,20	0,70	1,65
	FEV	1483,83	1,05	2,09	1,77	1,76	2,24
	MAR	1500,15	1,10	2,88	3,11	2,88	3,02
	ABR	1508,55	0,56	2,73	3,67	3,45	3,35
	MAI	1513,08	0,30	1,97	4,11	3,76	3,14
	JUN	1515,95	0,19	1,05	3,96	3,96	3,32
	JUL	1532,47	1,09	1,59	4,36	5,09	4,57
	AGO	1541,05	0,56	1,85	3,86	5,68	5,69
	SET	1545,83	0,31	1,97	3,05	6,01	6,25
	OUT	1564,23	1,19	2,07	3,69	7,27	7,50
	NOV	1579,09	0,95	2,47	4,36	8,29	8,65
	DEZ	1588,56	0,60	2,76	4,79	8,94	8,94
2000	JAN	1598,41	0,62	2,19	4,30	0,62	8,85
	FEV	1600,49	0,13	1,36	3,86	0,75	7,86
	MAR	1604,01	0,22	0,97	3,76	0,97	6,92
	ABR	1610,75	0,42	0,77	2,97	1,40	6,77
	MAI	1610,91	0,01	0,65	2,02	1,41	6,47
	JUN	1614,62	0,23	0,66	1,64	1,64	6,51
	JUL	1640,62	1,61	1,85	2,64	3,28	7,06
	AGO	1662,11	1,31	3,18	3,85	4,63	7,86
	SET	1665,93	0,23	3,18	3,86	4,87	7,77
	OUT	1668,26	0,14	1,68	3,57	5,02	6,65
	NOV	1673,60	0,32	0,69	3,89	5,35	5,99
	DEZ	1683,47	0,59	1,05	4,26	5,97	5,97
2001	JAN	1693,07	0,57	1,49	3,20	0,57	5,92
	FEV	1700,86	0,46	1,63	2,33	1,03	6,27
	MAR	1707,32	0,38	1,42	2,48	1,42	6,44
	ABR	1717,22	0,58	1,43	2,93	2,00	6,61
	MAI	1724,26	0,41	1,38	3,03	2,42	7,04
	JUN	1733,23	0,52	1,52	2,96	2,96	7,35
	JUL	1756,28	1,33	2,27	3,73	4,32	7,05
	AGO	1768,57	0,70	2,57	3,98	5,06	6,41
	SET	1773,52	0,28	2,32	3,88	5,35	6,46
	OUT	1788,24	0,83	1,82	4,14	6,22	7,19
	NOV	1800,94	0,71	1,83	4,45	6,98	7,61
	DEZ	1812,65	0,65	2,21	4,58	7,67	7,67
2002	JAN	1822,08	0,52	1,89	3,75	0,52	7,62
	FEV	1828,64	0,36	1,54	3,40	0,88	7,51
	MAR	1839,61	0,60	1,49	3,73	1,49	7,75
	ABR	1854,33	0,80	1,77	3,70	2,30	7,98
	MAI	1858,22	0,21	1,62	3,18	2,51	7,77
	JUN	1866,02	0,42	1,44	2,94	2,94	7,66
	JUL	1888,23	1,19	1,83	3,63	4,17	7,51
	AGO	1900,50	0,65	2,28	3,93	4,85	7,46
	SET	1914,18	0,72	2,58	4,05	5,60	7,93
	OUT	1939,26	1,31	2,70	4,58	6,98	8,45
	NOV	1997,83	3,02	5,12	7,51	10,22	10,93
	DEZ	2039,78	2,10	6,56	9,31	12,53	12,53
2003	JAN	2085,68	2,25	7,55	10,46	2,25	14,47
	FEV	2118,43	1,57	6,04	11,47	3,86	15,85
	MAR	2144,49	1,23	5,13	12,03	5,13	16,57
	ABR	2165,29	0,97	3,82	11,66	6,15	16,77
	MAI	2178,50	0,61	2,84	9,04	6,80	17,24
	JUN	2175,23	-0,15	1,43	6,64	6,64	16,57
	JUL	2179,58	0,20	0,66	4,50	6,85	15,43
	AGO	2186,99	0,34	0,39	3,24	7,22	15,07
	SET	2204,05	0,78	1,32	2,78	8,05	15,14
	OUT	2210,44	0,29	1,42	2,09	8,37	13,98
	NOV	2217,96	0,34	1,42	1,81	8,74	11,02
	DEZ	2229,49	0,52	1,15	2,49	9,30	9,30

SÉRIE HISTÓRICA DO IPCA							
(continuação)							
ANO	MÊS	NÚMERO ÍNDICE (DEZ 93 = 100)	VARIACÃO (%)				
			NO MÊS	3 MESES	6 MESES	NO ANO	12 MESES
2009	JAN	2906,74	0,48	1,12	2,13	0,48	5,84
	FEV	2922,73	0,55	1,32	2,40	1,03	5,90
	MAR	2928,57	0,20	1,23	2,34	1,23	5,61
	ABR	2942,63	0,48	1,23	2,37	1,72	5,53
	MAI	2956,46	0,47	1,15	2,48	2,20	5,20
	JUN	2967,10	0,36	1,32	2,57	2,57	4,80
	JUL	2974,22	0,24	1,07	2,32	2,81	4,50
	AGO	2978,68	0,15	0,75	1,91	2,97	4,36
	SET	2985,83	0,24	0,63	1,96	3,21	4,34
	OUT	2994,19	0,28	0,67	1,75	3,50	4,17
	NOV	3006,47	0,41	0,93	1,69	3,93	4,22
	DEZ	3017,59	0,37	1,06	1,70	4,31	4,31
2010	JAN	3040,22	0,75	1,54	2,22	0,75	4,59
	FEV	3063,93	0,78	1,91	2,86	1,54	4,83
	MAR	3079,86	0,52	2,06	3,15	2,06	5,17
	ABR	3097,42	0,57	1,88	3,45	2,65	5,26
	MAI	3110,74	0,43	1,53	3,47	3,09	5,22
	JUN	3110,74	0,00	1,00	3,09	3,09	4,84
	JUL	3111,05	0,01	0,44	2,33	3,10	4,60
	AGO	3112,29	0,04	0,05	1,58	3,14	4,49
	SET	3126,29	0,45	0,50	1,51	3,60	4,70
	OUT	3149,74	0,75	1,24	1,69	4,38	5,20
	NOV	3175,88	0,83	2,04	2,09	5,25	5,63
	DEZ	3195,89	0,63	2,23	2,74	5,91	5,91
2011	JAN	3222,42	0,83	2,31	3,58	0,83	5,99
	FEV	3248,20	0,80	2,28	4,37	1,64	6,01
	MAR	3273,86	0,79	2,44	4,72	2,44	6,30
	ABR	3299,07	0,77	2,38	4,74	3,23	6,51
	MAI	3314,58	0,47	2,04	4,37	3,71	6,55
	JUN	3319,55	0,15	1,40	3,87	3,87	6,71
	JUL	3324,86	0,16	0,78	3,18	4,04	6,87
	AGO	3337,16	0,37	0,68	2,74	4,42	7,23
	SET	3354,85	0,53	1,06	2,47	4,97	7,31
	OUT	3369,28	0,43	1,34	2,13	5,43	6,97
	NOV	3386,80	0,52	1,49	2,18	5,97	6,64
	DEZ	3403,73	0,50	1,46	2,54	6,50	6,50
2012	JAN	3422,79	0,56	1,59	2,95	0,56	6,22
	FEV	3438,19	0,45	1,52	3,03	1,01	5,85
	MAR	3445,41	0,21	1,22	2,70	1,22	5,24
	ABR	3467,46	0,64	1,31	2,91	1,87	5,10
	MAI	3479,94	0,36	1,21	2,75	2,24	4,99
	JUN	3482,72	0,08	1,08	2,32	2,32	4,92
	JUL	3497,70	0,43	0,87	2,19	2,76	5,20
	AGO	3512,04	0,41	0,92	2,15	3,18	5,24
	SET	3532,06	0,57	1,42	2,51	3,77	5,28
	OUT	3552,90	0,59	1,58	2,46	4,38	5,45
	NOV	3574,22	0,60	1,77	2,71	5,01	5,53
	DEZ	3602,46	0,79	1,99	3,44	5,84	5,84
2013	JAN	3633,44	0,86	2,27	3,88	0,86	6,15
	FEV	3655,24	0,60	2,27	4,08	1,47	6,31
	MAR	3672,42	0,47	1,94	3,97	1,94	6,59
	ABR	3692,62	0,55	1,63	3,93	2,50	6,49
	MAI	3706,28	0,37	1,40	3,69	2,88	6,50
	JUN	3715,92	0,26	1,18	3,15	3,15	6,70
	JUL	3717,03	0,03	0,66	2,30	3,18	6,27
	AGO	3725,95	0,24	0,53	1,93	3,43	6,09
	SET	3738,99	0,35	0,62	1,81	3,79	5,86
	OUT	3760,30	0,57	1,16	1,83	4,38	5,84
	NOV	3780,61	0,54	1,47	2,01	4,95	5,77
	DEZ	3815,39	0,92	2,04	2,68	5,91	5,91

SÉRIE HISTÓRICA DO IPCA							
(conclusão)							
ANO	MÊS	NÚMERO ÍNDICE (DEZ 93 = 100)	VARIACÃO (%)				
			NO MÊS	3 MESES	6 MESES	NO ANO	12 MESES
2014	JAN	3836,37	0,55	2,02	3,21	0,55	5,59
	FEV	3862,84	0,69	2,18	3,67	1,24	5,68
	MAR	3898,38	0,92	2,18	4,26	2,18	6,15
	ABR	3924,50	0,67	2,30	4,37	2,86	6,28
	MAI	3942,55	0,46	2,06	4,28	3,33	6,37
	JUN	3958,32	0,40	1,54	3,75	3,75	6,52
	JUL	3958,72	0,01	0,87	3,19	3,76	6,50
	AGO	3968,62	0,25	0,66	2,74	4,02	6,51
	SET	3991,24	0,57	0,83	2,38	4,61	6,75
	OUT	4008,00	0,42	1,24	2,13	5,05	6,59
	NOV	4028,44	0,51	1,51	2,18	5,58	6,56
	DEZ	4059,86	0,78	1,72	2,57	6,41	6,41
2015	JAN	4110,20	1,24	2,55	3,83	1,24	7,14
	FEV	4160,34	1,22	3,27	4,83	2,48	7,70
	MAR	4215,26	1,32	3,83	5,61	3,83	8,13
	ABR	4245,19	0,71	3,28	5,92	4,56	8,17
	MAI	4276,60	0,74	2,79	6,16	5,34	8,47
	JUN	4310,39	0,79	2,26	6,17	6,17	8,89
	JUL	4337,11	0,62	2,17	5,52	6,83	9,56
	AGO	4346,65	0,22	1,64	4,48	7,06	9,53
	SET	4370,12	0,54	1,39	3,67	7,64	9,49
	OUT	4405,95	0,82	1,59	3,79	8,52	9,93
	NOV	4450,45	1,01	2,39	4,07	9,62	10,48
	DEZ	4493,17	0,96	2,82	4,24	10,67	10,67
2016	JAN	4550,23	1,27	3,27	4,91	1,27	10,71
	FEV	4591,18	0,90	3,16	5,63	2,18	10,36
	MAR	4610,92	0,43	2,62	5,51	2,62	9,39
	ABR	4639,05	0,61	1,95	5,29	3,25	9,28

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índices de Preços, Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor.



**ANEXO II - Simulação construcard**

(continua)

Simulador Habitacional CAIXA

www8.caixa.gov.br/siopiinternet/simulaOperacaoInternet.do?sessionid=9C9000C5043B3840E938254444176C8E?method=enquadrarProdutos

Início > Produtos para você > Habitação >

# Simulador Habitacional CAIXA

Faça uma simulação de financiamento e saiba mais detalhes sobre prazos e condições. Depois, basta visitar uma agência da Caixa e continuar o processo.

- 1 Dados iniciais**

Este financiamento é para uma pessoa: Pessoa Física  
 Qual o tipo de financiamento você deseja? Residencial  
 Em qual destas categorias o imóvel se enquadra? Material de Construção  
 Valor aproximado do imóvel: R\$ 180.000,00  
 Onde está localizado o imóvel? CURITIBA-PR  
 Valor da obra ou reforma? R\$ 10.222,55  
 Possui imóvel nesta cidade: Sim
- 2 Seus dados**

Qual é a renda bruta familiar? R\$ 10.000,00  
 Qual é a data de nascimento do participante de maior idade? 04/06/1992  
 Possui 3 anos de trabalho sob regime do FGTS, somando-se todos os períodos trabalhados? Não  
 Já foi beneficiado, ou o imóvel objeto do financiamento, com subsídio concedido pelo FGTS/União? Não  
 Mais de um comprador ou dependente?? Não

Simulador Habitacional CAIXA

www8.caixa.gov.br/siopiinternet/simulaOperacaoInternet.do?method=enquadrarProdutos

- 3 Opções**

CONSTRUCARD CAIXA - DEMAIS CLIENTES SEM RELACIONAMENTO
- 4 Resultados**

Confira o resultado da simulação. Se desejar, imprima a simulação e leve a uma agência.

CONSTRUCARD CAIXA - DEMAIS CLIENTES SEM RELACIONAMENTO

Valor do imóvel	R\$ 180.000,00
Prazo máximo	60 meses
Cota máxima financiamento	100%
Valor da entrada	R\$ 0,00 <a href="#">Alterar</a>
Prazo desejável	36 meses <a href="#">Alterar</a>
Valor do financiamento	R\$ 10.222,55
Sistema de amortização	PRICE <a href="#">Alterar</a>

(conclusão)

Simulador Habitacional C x

www8.caixa.gov.br/siopiinternet/simulaOperacaoInternet.do?method=enquadrarProdutos

### Confira as Opções

**SEM SEGURADORA**  
Clique para detalhar

Juros Nominais (taxas de juros a.a. + TR)	3,1000% a.m. + TR%
Juros Efetivos (taxas de juros a.a. + TR)	44,2461% a.a. + TR%
1ª Prestação	R\$ 475,24 Demais prestações
Última Prestação	R\$ 475,24
CET (Custo Efetivo Total a.a.)	Calcular
CESH (Custo Efetivo de Seguro Habitacional)	

[← Volte à etapa anterior](#) [↻ Refazer simulação](#)

Simulador Habitacional C x

www8.caixa.gov.br/siopiinternet/simulaOperacaoInternet.do?method=enquadrarProdutos

Os resultados obtidos representam apenas uma simulação e não valem como proposta, pois estão sujeitos a alterações de acordo com a apuração da capacidade de pagamento e à aprovação da análise de crédito a ser efetuada pela CAIXA. Poderá haver alterações das taxas, dos prazos máximos e das demais condições, sem aviso prévio. A contratação está condicionada à disponibilidade de recursos para sua região e ao atendimento das exigências do programa.

Demonstração dos fluxos referente aos pagamentos e recebimentos considerados no cálculo do CET nas condições vigentes na data da simulação correspondente à fase de amortização. Nos casos de construção, o CET poderá variar em função do cronograma de cada obra.

[Imprimir simulação](#)

### Outras opções para compra de imóveis

**Financiamento com FGTS**  
Você pode sacar seu Fundo de Garantia para comprar ou construir seu imóvel.

**Consórcio Imobiliário**  
O consórcio é a uma das formas mais populares de compra de imóvel.

**Minha Casa Minha Vida**  
Você pode sacar seu Fundo de Garantia para comprar ou construir seu imóvel.