

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS**

CARLOS EDUARDO TEIXEIRA DAS NEVES

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UM
SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A REDE ELÉTRICA EM UM
COMPLEXO POLIESPORTIVO DE CURITIBA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2016**

CARLOS EDUARDO TEIXEIRA DAS NEVES

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UM
SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A REDE ELÉTRICA EM UM
COMPLEXO POLIESPORTIVO DE CURITIBA**

Monografia de Especialização apresentada ao Curso de Pós Graduação em Energias Renováveis da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Energias Renováveis.

Orientador: Prof. Dr. Jair Urbanetz Junior

CURITIBA
2016

TERMO DE APROVAÇÃO

CARLOS EDUARDO TEIXEIRA DAS NEVES

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A REDE ELÉTRICA EM UM COMPLEXO POLIESPORTIVO DE CURITIBA

Esta Monografia de Especialização foi apresentada no dia 29 de novembro de 2016, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Energia Renováveis – Departamento Acadêmico de Eletrotécnica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Jair Urbanetz Junior

Coordenador de Curso de Especialização em Energias Renováveis

Prof. Dr. Paulo Cícero Fritzen

Chefe do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jair Urbanetz Junior
Orientador - UTFPR

Prof. Esp. Carlos Henrique Karan Salata
UTFPR

Prof. Dr. Gerson Máximo Tiepolo
UTFPR

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso

RESUMO

NEVES, Carlos Eduardo Teixeira. Estudo da Viabilidade Econômica da Instalação de um Sistema Fotovoltaico Conectado a Rede Elétrica em um Complexo Poliesportivo de Curitiba 2016. 47 P. **MONOGRAFIA (ESPECIALIZAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS) – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA, UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. CURITIBA 2016.**

Esta monografia apresenta o estudo de viabilidade econômica para a instalação de um sistema fotovoltaico conectado a rede elétrica de Curitiba. A base científica das informações sobre o tema é fundamentada com base em: literaturas, internet, Relatório da Pesquisa Energética (EPE), monografias e/ou dissertações. Utiliza-se no estudo de viabilidade econômica os dados do estudo de viabilidade técnica, realizado no mesmo local. Para a tomada de decisão para implementação do projeto, o estudo de viabilidade utilizou-se de três ferramentas da Engenharia Econômica: Valor Presente Líquido, Payback e TIR (Taxa Interna de Retorno). A análise de viabilidade econômica conta com o uso de programa de computador, gráficos, históricos de consumo. Cenários existentes na realidade econômica do país são considerados a fim de confrontar os resultados obtidos. Para o retorno de investimento considerou-se os custos de implementação do projeto, observando-se o tempo de retorno. No caso da análise de viabilidade considerando as ferramentas Valor Presente Líquido e TIR, foram consideradas as mesmas premissas anteriormente, porém, observado nesta situação, o valor apresentado após a execução dos cálculos. Por fim, após a divulgação dos resultados obtidos, o estudo demonstrou-se em condições econômicas favoráveis à execução do projeto.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica. Geração de energia. Viabilidade econômica. Sistema Solar Conectado à Rede. Energia Renovável.

ABSTRACT

NEVES, Carlos Eduardo Teixeira. Study of the Economic Feasibility of the Installation of a Photovoltaic System Connected to the Electrical Network in a Poliesportivo Complex of Curitiba 2016. 47 P. MONOGRAFIA (SPECIALIZATION IN RENEWABLE ENERGIES) - PROGRAM OF POST-GRADUATION IN TECHNOLOGY, UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. CURITIBA 2016.

This monograph presents the economical feasibility study for the installation of a photovoltaic system connected to the electric grid of Curitiba. The scientific basis of the information on the subject is based on: Literatures, Internet, Energy Research Report (EPE), monographs and / or dissertations. The data of the technical feasibility study, carried out in the same place, is used in the economic feasibility study. For the decision-making process for the implementation of the project, the feasibility study used three tools of Economic Engineering: Net Present Value, Payback and TIR (Internal Rate of Return). The economic viability analysis relies on the use of computer programs, graphs, consumption histories. Existing scenarios in the economic reality of the country are considered in order to confront the results obtained. For the return on investment, we considered the costs of implementing the project, observing the time of return. In the case of the feasibility analysis considering the Net Present Value and IRR tools, the same assumptions were considered previously, but, observed in this situation, the value presented after the calculation. Finally, after the disclosure of the results obtained, the study was demonstrated under economic conditions favorable to the execution of the project.

Keywords: Photovoltaic Solar Energy. Power generation. Economic viability. Connected to the network. Renewable Energy.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo de energia.	28
Tabela 2 – Histórico de média da taxa SELIC.....	29
Tabela 3 – Histórico de metas para inflação no Brasil.	30
Tabela 4 – Alterações tarifárias.....	31
Tabela 5 – Análise VPL e TIR.	32
Tabela 6 – Análise VPL e TIR, sem ICMS.	33
Tabela 7 – Análise <i>payback</i> , cenário IPCA com ICMS.....	35
Tabela 8 – Análise <i>payback</i> , cenário taxa Selic, com ICMS.....	37
Tabela 9 – Análise <i>payback</i> , cenário IPCA, sem ICMS.....	39
Tabela 10 – Análise <i>payback</i> , cenário taxa Selic, sem ICMS.	40

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tipos de sistemas fotovoltaicos.	16
Figura 2 – Sistema solar fotovoltaico isolado.	16
Figura 3 – Sistema solar fotovoltaico conectado a rede.	17
Figura 4–Capacidade Mundial de Energia Solar Fotovoltaica e acréscimos anuais de 2005 à 2015.	19
Figura 5 – Capacidade Mundial de Energia Solar País/Região de 2005 à 2015.....	19
Figura 6 – Estados brasileiros e suas respectivas instalações.	22
Figura 7 – Diagrama do fluxo de caixa no tempo.	23
Figura 8 – Valores de Energia Elétrica para Consumidores do Grupo B.	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	<i>Ampere</i>
AT	Alta Tensão
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
BACEN	Banco Central do Brasil
BF	Baixa-frequência
CA	Corrente-Alternada
CC	Corrente-Contínua
CDE	Conta do Desenvolvimento Energético
CdTe	Telureto de Cádmio
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
COPOM	Comitê de Política Monetária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPIA	<i>European Photovoltaic Industry Association</i>
FV	Fotovoltaico
GWp	<i>Giga Watt pico</i>
HF	<i>High-frequency</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto Sobre Mercadorias e Serviços
In	Corrente Nominal
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
kWh	<i>Kilo Watt hora</i>
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>
PLL	<i>Phase locked loop</i>
PRODIST	Procedimentos de Distribuição
P _n	Potência Nominal
REN21	<i>Renewable Energy Policy Network for the 21st Century</i>
Si	Silício
SFI	Sistema Fotovoltaico Isolado
SFVCR	Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Rede Elétrica

TL	<i>Transformerless</i>
V	<i>Volts</i>
Vn	Tensão nominal
VPFC	Valor do Payback Considerando o Fluxo de Caixa
Wp	<i>Watt pico</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA.....	11
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	11
1.3 PROBLEMAS E PREMISSAS	12
1.4 OBJETIVOS	12
1.4.1 Objetivo Geral.....	12
1.4.2 Objetivos específicos.....	12
1.5 JUSTIFICATIVA.....	13
1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	13
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.....	15
2.2 PANORAMA MUNDIAL DA ENERGIA FOTOVOLTAICA	18
2.3 RESOLUÇÕES NORMATIVAS E CENÁRIO BRASILEIRO	20
2.4 FLUXO DE CAIXA DE UM PROJETO.....	23
2.5 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS	24
2.5.1 Método do Valor Presente Líquido ou Método do Valor Atual	24
2.5.2 Taxa interna de retorno	25
2.5.3 Payback simples e Payback descontado.....	25
3 ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA.....	27
3.1 HISTÓRICO DE CONSUMO	27
3.2 TAXAS DE CORREÇÃO E REAJUSTE DA ENERGIA ELÉTRICA.....	29
3.2.1 Taxa SELIC	29
3.2.2 IPCA	29
3.2.3 Correção da Energia Elétrica.....	30
3.3 ANÁLISE DE VPL E TIR.....	31
3.4 ANÁLISE DO PAYBACK	34
4 DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	45

INTRODUÇÃO

A geração própria de energia elétrica através de SFVCR (SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A REDE) resulta na diminuição do uso de energia da concessionária e sendo assim diminui o custo da fatura de energia elétrica. Atualmente os custos com energia elétrica representam uma parte significativa no montante de gastos de uma empresa, a busca por soluções para reduzir essa despesa torna-se necessário.

A inserção do uso de SFVCR passa por um momento de crescimento significativo no Brasil. Segundo a Revista Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (2016) “ o número de instalações cresceu mais de cem por cento nos primeiros meses, passando de 1.675 sistemas(final de 2015) para 3.494” sistemas em maio de 2016.

O marco introdutório que regulamentou a micro e mini geração distribuída e criação de um sistema de compensação de energia elétrica foi a homologação da Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL (AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA) em breve, a norma, foi aprimorada em 2015 com a edição da Resolução Normativa 687/2015.

O país já possui 21 estados signatários do convênio ICMS (IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS) 16 o qual isenta a tributação da alíquota sobre a diferença da energia consumida e a energia injetada no mês. O estado do Paraná ainda não aderiu o convênio, logo a tributação do ICMS que incide sobre energia elétrica consumida, impacta em 29% sobre o consumo de energia elétrica nas instalações do estado. Além da cobrança excessiva do imposto, para a instalação de um SFVCR, o país possui carência de incentivo de políticas públicas e tributação excessiva para facilitar a aquisição dos sistemas e tornar o investimento ainda mais atrativo.

Diante desse contexto, o uso de ferramentas da Engenharia Econômica facilita o entendimento do investidor quanto à viabilidade econômica de um projeto de SFVCR para a instalação. É possível avaliar o tempo que se recupera o investimento e a taxa de retorno que o projeto apresenta no decorrer dos anos.

O estudo viabilidade econômica para a instalação de SFVCR evidencia o custo evitado com energia elétrica no decorrer dos anos e facilita a tomada de decisão do investidor quanto ao uso da tecnologia de geração própria de energia.

1.1 TEMA

Nos últimos anos, houve a necessidade de expansão e diversificação de fontes geradoras de energia elétrica no Brasil e no mundo.

Segundo Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (2016, p.7), observou-se um recuo da oferta da energia hídrica devido às condições hidrológicas desfavoráveis, mas mesmo assim, houve o avanço da participação de energias renováveis como: eólica, biomassa e fotovoltaica.

A Resolução Normativa ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) nº 482/2012, criou a geração distribuída, em que possibilita a oportunidade para o consumidor gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada, resultando em economia financeira, consciência sócio ambiental (ANEEL, 2016).

Segundo Fundo Mundial para a Natureza e Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (2015), para haver maior visibilidade quanto às vantagens da geração distribuída é importante fomentar incentivos tributários e estímulos criação de linhas de financiamento favoráveis para aquisição de sistemas fotovoltaicos.

Segundo Portal Solar (2016) o Brasil possui iniciativas que contribuem favoravelmente à dissiminação da energia solar fotovoltaica, porém o custo de aquisição da tecnologia sofre um impacto negativo, devido à cobrança de impostos.

A análise de viabilidade econômica utiliza ferramentas da Engenharia Econômica para avaliação de investimento e/ou projeto. O uso de técnicas de análise para a viabilidade econômica resulta em informações quantitativas as quais servem de tomada de decisão para aprovação de um projeto.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Análise da viabilidade econômica para a instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica, em um complexo poliesportivo na cidade de Curitiba. O estudo baseia-se na análise de retorno do investimento ao longo dos anos de operação do sistema.

1.3 PROBLEMAS E PREMISSAS

Atualmente o investimento necessário para a implantação de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica é elevado, portanto é importante que o sistema esteja adequadamente dimensionado para atender a demanda de energia do consumidor. Este dimensionamento adequado favorece a minimização do investimento com o sistema de geração, resultando em menor tempo de retorno desse investimento.

Levando-se em consideração os valores da energia elétrica atual e a tendência de crescimento ao longo dos anos, torna-se atrativo para o consumidor realizar investimentos em sistemas de geração distribuída, como por exemplo, a solar fotovoltaica.

1.4 OBJETIVOS

Nos subitens seguintes, apresentam-se o objetivo geral e os específicos para a realização deste trabalho:

1.4.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade econômica para a instalação de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica em um complexo poliesportivo em Curitiba.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar um levantamento bibliográfico sobre sistemas fotovoltaicos;
- Realizar um levantamento bibliográfico sobre metodologia de análise de investimentos;
- Realizar o estudo de viabilidade econômica para a instalação de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede;
- Discorrer sobre a viabilidade econômica para a instalação do Sistema Fotovoltaico.

1.5 JUSTIFICATIVA

Em 2015 a Agencia Nacional de Energia Eletrica (ANEEL), aprovou a revisão tarifária extraordinária e reajustes de taxas extras de bandeiras tarifárias. Observou-se também no período, o aumento da tarifa em 58 das 63 distribuidoras do país. Para os consumidores das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, o aumento do valor na conta de energia foi maior que em outros estados como das regiões: Norte e Nordeste. Em março de 2015 o reajuste das tarifas foi em média 23,4% (GLOBO, 2016).

Segundo O GLOBO, em 2016, está previsto o aumento do custo de energia elétrica em até 15%, devido a fatores como: alta do dólar, incertezas relacionadas ao leilão de usinas hidrelétricas e impactos do fenômeno *El Nino* sobre o regime de chuvas no país. Portanto percebe-se que existe uma tendência ao aumento do custo de energia elétrica no país.

Os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFVCR) são capazes de produzir eletricidade diretamente junto ao ponto de consumo, contribuindo assim para a redução da energia demandada da concessionária e por consequência, atenua os custos mensais com energia elétrica. Porém os investimentos para a instalação deste sistema devem ser avaliados quanto ao seu tempo de retorno.

O estudo de viabilidade econômica para uma instalação do sistema solar fotovoltaico conectado a rede elétrica em Curitiba, evidenciará a análise de Engenharia Econômica levando em consideração informações obtidas do estudo de viabilidade técnica do local. Em suma, o estudo, contribuirá para o fomento de novos projetos de geração de energia elétrica e para o aumento da diversificação de fontes de energia elétrica da matriz energética do país.

1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O propósito da pesquisa é analisar fatos, e por meio de um caso de estudo interpretá-los, verificando a sua viabilidade ou não, e por fim verificando as causas para isso (CLEMENTE E SOUZA, 2008).

Com base no consumo de energia elétrica dos últimos doze meses, será estimado o consumo ao decorrer dos anos, considerando a vida útil do sistema. O estudo utilizará a análise de viabilidade técnica realizada por (KESSLER, 2016).

As informações obtidas no estudo de viabilidade técnica por Kessler (2016) servirão como base para o levantamento do valor do investimento para a aquisição e execução do projeto. Com os valores obtidos, será realizada a análise de viabilidade econômica, utilizando ferramentas da Engenharia Econômica: VPL, *payback* e TIR.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este documento de trabalho de conclusão está organizado da seguinte maneira:

- Capítulo 1 - Introdução: tema, delimitação do tema, problemas e premissas, objetivos, justificativa, procedimentos metodológicos, estrutura do trabalho;
- Capítulo 2 - Teoria: embasamento teórico sobre os Sistemas Fotovoltaicos e Engenharia Econômica;
- Capítulo 3 - Estudo de Viabilidade Econômica;
- Capítulo 4 – Considerações finais: conclusões sobre o estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Serão apresentados a seguir, alguns dos principais elementos que constituem o sistema solar fotovoltaico, resoluções que determinam as regras para micro geração, e os principais critérios de decisão que podem ser adotados para avaliação do investimento de uma instalação de um SFVCR.

2.1 SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Um Sistema Solar Fotovoltaico pode ser definido como um conjunto de equipamentos que possuem a função de gerar energia a partir do Sol (URBANETZ, 2015).

Um sistema solar fotovoltaico pode ser classificado em: sistema solar fotovoltaico isolado (SFI) da rede elétrica e o sistema solar fotovoltaico conectado à rede elétrica (SFVCR) (TIEPOLO, 2015). As figuras 2 e 3 ilustram os sistemas e seus equipamentos associados.

Urbanetz (2015, p.12) afirma que “um SFI é destinado ao atendimento de locais sem o acesso a energia elétrica fornecida pelo sistema público, já um SFVCR por sua vez, a energia gerada pode ser consumida no local ou injetada na própria rede de energia elétrica.”

No que se referem à configuração, os SFVCR recebem outra classificação:

- Sistemas puros: apenas o gerador fotovoltaico como único gerador de energia elétrica;
- Sistema híbrido: instalação associado ao gerador fotovoltaico outras fontes de geração de energia.

A Norma Brasileira: NBR 11704:2008 define equipamentos e classificação dos sistemas fotovoltaicos (TIEPOLO, 2015).

Quanto à aplicação dos sistemas solares fotovoltaicos apresenta-se figura 1.

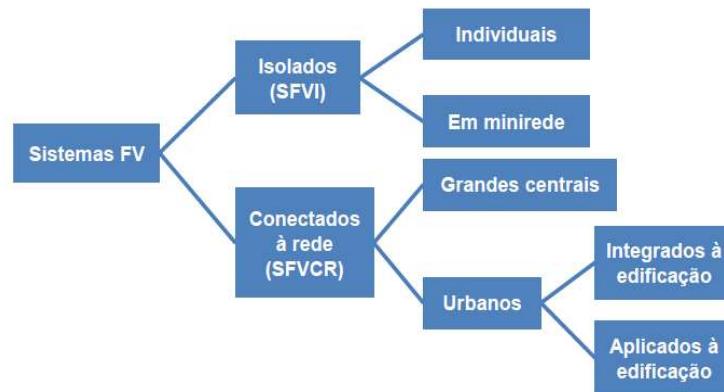


Figura 1 – Tipos de sistemas fotovoltaicos.

Fonte: Urbanetz (2010).

Para exemplificar o Sistema Solar Fotovoltaico Isolado e seus equipamentos associados, tem-se a figura 2.

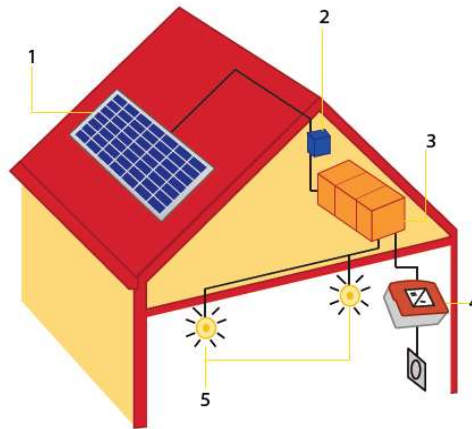


Figura 2 – Sistema solar fotovoltaico isolado.

Fonte: Souza (2010).

Os principais elementos que constituem o SFVCR são elencados a seguir:

1. Módulos Solares Fotovoltaicos;
2. Controlador de Carga;
3. Banco de Baterias;
4. Inversor;
5. Consumidores da Instalação.

Na Figura 2 tem-se a conexão de um Sistema Solar Fotovoltaico Isolado da rede elétrica. Os módulos solares fotovoltaicos são responsáveis por captar a irradiação solar e transforma-la em energia elétrica. Durante o período noturno, o uso da energia elétrica provem do banco de baterias e o uso do controlador de carga se faz necessário pois realiza o controle de tensão para a instalação e o carregamento do banco de baterias durante o dia. O banco de baterias armazena a energia fotogerada para o uso em períodos onde não existe produção de energia solar fotovoltaica. O inversor é o equipamento responsável por adequar a tensão gerada pelos módulos para os consumidores da instalação.

Para ilustrar o SFVCR e seus equipamentos associados, tem-se a figura 3.

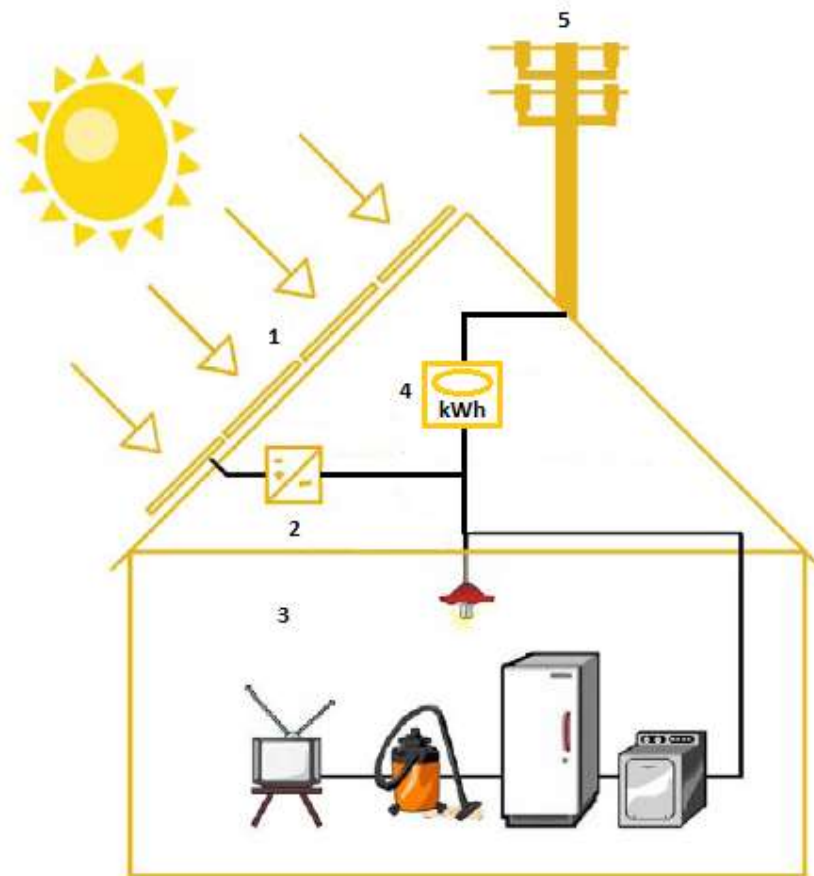


Figura 3 – Sistema solar fotovoltaico conectado a rede.

Fonte: Adaptado de Ruther (2004).

Os principais elementos que constituem o SFVCR são elencados a seguir:

1. Módulos Solares Fotovoltaicos;
2. Inversor;
3. Consumidores de energia;
4. Medidor bidirecional;
5. Rede elétrica da concessionária.

Na Figura 3 ilustram-se inicialmente os módulos solares fotovoltaicos recebendo a irradiação solar. A energia gerada em Corrente Contínua (CC) é direcionada para o equipamento eletrônico, inversor, que a transforma para a forma de Corrente Alternada (CA), obedecendo dessa maneira às condições necessárias para operacionalidade aos consumidores de energia e características da rede elétrica da concessionária como: frequência, forma de onda e conteúdo harmônico. Durante o dia, o SFVCR pode suprir a necessidade de energia da instalação em sua totalidade, mas no caso de sobra de energia produzida, a mesma é injetada para a rede elétrica da concessionária.

O medidor bidirecional contabiliza em quilowatt hora (kWh) a energia injetada pelo inversor para rede elétrica, como a energia fornecida pela concessionária para a instalação (Ruther, 2004).

2.2 PANORAMA MUNDIAL DA ENERGIA FOTOVOLTAICA

O mercado mundial do seguimento de energia solar fotovoltaica merece destaque por apresentar números expressivos quanto ao crescimento de instalações e investimentos no setor.

Segundo REN 21 (2016), no ano de 2015 a capacidade adicionada de energia solar foi 25% superior a adicionada em 2014, representando mais de 50GWp adicionados à capacidade mundial do setor. A Figura 4 ilustra a adição de energia fotovoltaica ao longo de uma década e potência total acumulada no cenário mundial.

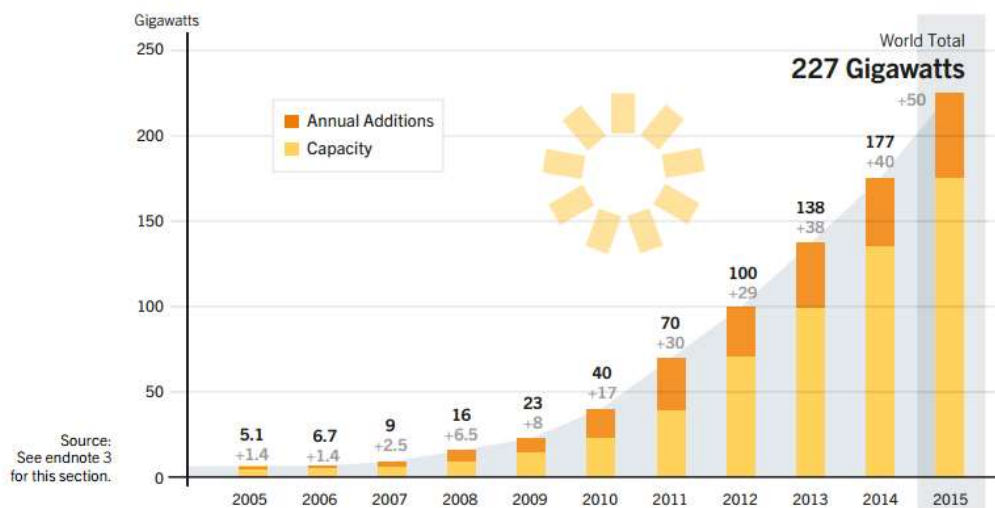


Figura 4—Capacidade Mundial de Energia Solar Fotovoltaica e acréscimos anuais de 2005 à 2015.

Fonte: (REN21, 2016).

O aumento da expansão do seguimento fotovoltaico deve-se à programas de incentivo ao setor aliado à busca de geração de energia por fontes renováveis.

Segundo REN21 (2016), do total adicionado em 2015, 60% refere-se aos países do bloco asiático, seguido pelos Estados Unidos da América. Os países com maior capacidade instalada são: China, Alemanha, Japão, Estados Unidos e Itália (Figura 5).

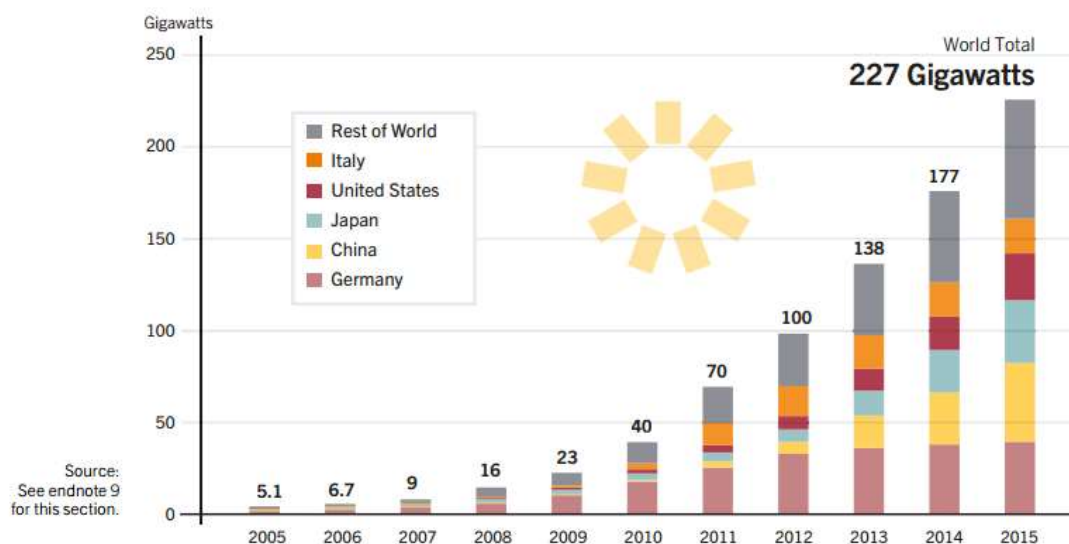


Figura 5 – Capacidade Mundial de Energia Solar País/Região de 2005 à 2015.

Fonte: (REN21, 2016).

Pode-se observar nas informações apresentadas que existe uma tendência significativa na expansão do mercado de energia fotovoltaica no cenário mundial.

2.3 RESOLUÇÕES NORMATIVAS E CENÁRIO BRASILEIRO

Em abril de 2012 entrou em vigor Resolução Normativa 482/2012 a qual permitiu que o consumidor brasileiro gerasse sua própria energia elétrica através de fontes renováveis ou congeração de energia (AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016).

Segundo Tiepolo, (2015, p. 54) a Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL publicada em abril de 2012, estabeleceu: “as condições gerais para o acesso de micro geração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, através do modelo de compensação”. O sistema de compensação de energia elétrica é denominado como modelo *net metering*. Contudo, houve anecessidade de aprimorar a Resolução 482/2012, e em específico melhorar as informações na fatura de energia e aumentar número de consumidores. Portanto, realizou-se a Audiência Pública nº26/2015 que resultou a publicação da Resolução Normativa ANEEL: 687/2015 que modifica a Resolução Normativa 482/2012 e também a seção 3.7 do Módulo 3dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST) (AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016).

Quando se injeta energia na rede elétrica superior a consumidaobtem-se créditos de energia. O crédito obtido não pode ser entendido como crédito monetário, mas como um crédito adquirido em unidade de consumo de energia: kWh (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016).

A Resolução Normativa 687/2015 destaca:“deve ser cobrado, no mínimo, o valor referente ao custo de disponibilidade para o consumidor do grupo B, ou da demanda contratada para o consumidor do grupo A, conforme o caso”. A parcela da energia fatura pode ser zerada ao se tratar de consumidores que se enquadram no grupo A (AT), caso a diferença entre a energia injetada seja maior ou igual à quantidade de energia consumida, porém esse tipo de consumidor continua sendo faturado pela demanda de energia contratada (CADERNOS TEMÁTICOS ANEEL..., 2016).

A cobrança de impostos, tributos federais e estaduais está sob a competência da Receita Federal do Brasil e as Secretarias de Fazenda Estaduais. A seguir relacionam-se os impostos e tributos que incidem na fatura de energia elétrica.

- a. ICMS: O Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços aplica-se a energia elétrica. No que tange a micro e minigeração distribuída, o Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), aprovou em cinco de abril de 2013, o convênio ICMS 6, em que a alíquota aplica-se sobre o total de energia produzida no mês. Em vinte e dois de abril de 2015, o CONFAZ publicou o convênio ICMS 16, que revoga o convênio ICMS 6. Na prática a nova forma de convênio autoriza as unidades federadas a conceder injeção do imposto. O estado que optar pela adesão do Convênio ICMS 16, realiza a cobrança do imposto ICMS sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada no mês (CADERNOS TEMÁTICOS ANEEL..., 2016).
- b. PIS/COFINS: Após a publicação da Lei nº 13.169/2015, de seis de outubro de 2015, o Programa de Integração Social e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social, passaram a ser cobrados “sobre a diferença entre energia consumida e a energia injetada pela unidade consumidora com micro ou minigeração distribuída.” (CADERNOS TEMÁTICOS ANEEL..., 2016, p. 14).

Segundo ABSOLAR (2016), 21 estados brasileiros mais o Distrito Federal que são signatários á adesão ao ICMS16. Entre os estados participantes do convênio não está relacionado o Paraná.

Mesmo que alguns estados brasileiros ainda não realizaram o convênio para retirada do tributo, o Brasil demonstra valores significativos relacionados ao número de instalações ENOVA SOLAR (2016). A Figura 6 mostra os estados brasileiros e seus respectivos números de instalações.



Figura 6 – Estados brasileiros e suas respectivas instalações.

Fonte: ENOVA SOLAR apud. ANEEL (2016).

Segundo Enova Solar (2016), o mapa de geração distribuída apresentado expressa o número de instalações com SFVCR publicado pela ANEEL. As instalações indicadas representam em número contabilização contida em base de dados da ANEEL. As instalações que ainda não foram conectadas ou estão em processo de conexão, não estão contabilizadas pelo mapa.

O estado do Paraná é o estado da região Sul do país com melhor potencial para implantação de sistemas fotovoltaicos. O litoral do estado paranaense, apesar de apresentar um dos menores valores de irradiação da região, estes são maiores que os valores apresentados pela Alemanha (TIEPOLO, 2015).

2.4 FLUXO DE CAIXA DE UM PROJETO

Para Gonçalves e Neves, (2009, p.135) o fluxo de caixa é a disposição estruturada desenvolvida para se poder avaliara viabilidade econômica de um investimento.

Cavalcante e Zeppelini, (2016, p.4) afirma: ao se construir um fluxo de caixa, deve-se considerar os seguintes elementos:

- Programa de investimento;
- Capital e o custo do capital utilizado para realizar o investimento;
- Benefícios estimados do investimento;
- A vida útil do projeto;
- O valor residual do investimento ao término da vida útil do projeto;

A representação de contribuições monetárias (entradas e saídas de dinheiro) é expressa ao longo do tempo pela representação gráfica do fluxo de caixa. Pode-se representar a entrada e saída de um valor de investimento, projeto, ou um fluxo financeiro em sua totalidade (TORRES, 2004).

Apresenta-se a Figura 7 o diagrama do fluxo de caixa na forma genérica.

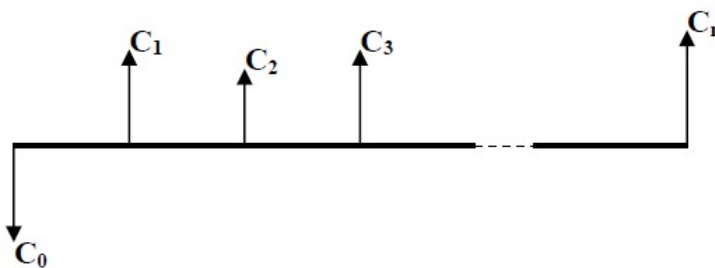


Figura 7–Diagrama do fluxo de caixa no tempo.

Fonte: (Pamplona e Montevechi, 2005).

O tempo pode ser expresso em dias, meses ou anos. Na extremidade da esquerda considera-se o início do investimento, instante inicial, depois se projeta o tempo para direita em direção ao futuro. Os valores das despesas ou saídas monetárias são considerados negativos quando a seta está orientada para baixo, e positivos quando a seta está orientada para cima. Convencionou-se na Figura 7:

C_0 : investimento inicial;

C_1 ao C_n : valores monetários de entrada.

2.5 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS

A compreensão do conceito do fluxo de caixa abordado anteriormente se faz necessário para o avanço no estudo de viabilidade econômica de um projeto.

2.5.1 Método do Valor Presente Líquido ou Método do Valor Atual

O método do Valor Presente Líquido (VPL) consiste em transferir todas as variações de caixa para o instante presente, descontadas a Taxa Mínima de Atratividade¹ (TMA). Na prática, transporta-se para o instante zero, em um diagrama de fluxo de caixa no tempo, todas as despesas e quantias recebidas esperadas, descontando-se a taxa de juros considerada (TORRES, 2004).

Pamplona e Montevechi, (2005, p.5) comenta que para que uma proposta seja considerada aceita, o Valor Presente Líquido deve ser positivo.

Para o cálculo do VPL de cada um dos termos do fluxo de caixa considera-se a Equação 01:

$$VPL = \sum_{j=0}^n C_j x(1 + i)^{-j} \quad \text{Eq. (01)}$$

Onde:

VPL: valor presente líquido;

n: índice final;

C: fluxo de caixa;

i: taxa de juros considerada;

j: índice do somatório.

Logo, obtém-se o VPL a partir dos descontos dos fluxos de caixa para o momento inicial, instante igual à zero, momento em que ocorre a primeira despesa.

¹Taxa Mínima de Atratividade: taxa de juros básica adotada em uma análise de investimento. Representa a mínima rentabilidade pretendida em um investimento (TORRES, 2004).

2.5.2 Taxa interna de retorno

Segundo Gonçalves e Neves (2009, p.153) a taxa interna de retorno (TIR) de um projeto é definida como à taxa de desconto que zera o valor presente líquido de um projeto. O VPL a uma taxa de desconto *é* zero, gerando apenas a taxa. A TIR é a taxa que expressa o valor do projeto, ou seja, “corresponde ao rendimento do projeto em termos de uma taxa de juros”.

Para um investidor, quando se calcula a TIR para um projeto e/ou financiamento, se expressa o percentual do ganho oferecido (TORRES, 2004).

Considerando por definição que ao se calcular a TIR, admite-se VPL igual a zero, tem-se a Equação 02 expressa em termos gerais:

$$VPL = 0 = C_0 + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} \quad \text{Eq. (02)}$$

Considera-se:

C_0 : investimento inicial;

F_t : fluxo de caixa de cada período

t : período;

N : índice final;

A equação exprime como resultado um determinado valor de taxa de juros à qual deve ser comparada com a TMA definida.

2.5.3 Payback simples e Payback descontado

No mundo contemporâneo dos negócios, na escolha de uma tomada de decisão ao se investir em um projeto, as empresas utilizam-se além das ferramentas apresentadas anteriormente, o método para análise conhecido como: *payback*.

Cavalcante e Zeppelini (2016, p.6) explicam que o método *payback* expressa o tempo necessário para que os fluxos de caixas acumulados se igualem a quantia inicial investida. Condidera-se que esse método como: *payback* simples, pois se ignora as taxas de descontos ao decorrer do tempo.

O cálculo do *payback* descontado é expresso pela Equação 03:

$$VP_{fc} = \frac{FC_t}{(1 + TMA)^t} \quad \text{Eq. (03)}$$

As variáveis da Equação 03 definem-se como:

VP_{fc} : valor do *payback* considerando o fluxo de caixa;

FC : fluxo de caixa;

T :tempo considerado;

TMA: Taxa Mínima de Atratividade.

Segundo Gonçalves e Neves (2009, p.148) define como o *payback* descontado, considerado-se o uso do fluxo de caixa e descontando-se uma taxa. O *payback* descontado demonstra o momento em que o fluxo de caixa chega á zero e ainda relata o tempo “a partir do qual há resultado positivo e geração de valor em comparação a taxa de desconto empregado”.

3 ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA

A partir de Kessler (2016), obteve-se como sendo R\$ 120.468,50 o valor de investimento necessário para a instalação de um SFVCR de 19,24kWp no centro poliesportivo em estudo, isto representa um investimento de 6,26 R\$/Wp. A partir deste valor são realizadas as análises de viabilidade econômica da implantação deste sistema através das ferramentas VPL, TIR e *Payback*.

3.1 HISTÓRICO DE CONSUMO

Para se realizar o estudo de viabilidade econômica de um SFVCR deve-se considerar primeiramente o histórico de consumo da instalação. No período considerado tem-se a disposição da variação da energia consumida ao longo de um ano.

Cada consumidor enquadra-se em um grupo específico e dividido quanto ao nível de tensão da rede e tipo de instalação. Para o estudo em questão, a instalação enquadra-se no grupo B. Para a composição do preço de uma conta de energia elétrica, são considerados: a estrutura da tarifa, sazonalidade no uso de energia, valores relativos à tarifa de energia elétrica, tributos federais e estaduais (COPEL, 2016).

O tributo estadual que mais impacta sobre o valor da energia elétrica é o ICMS. Desde 1º de abril de 2009 a alíquota foi fixada em 29,00% (vinte e nove por cento).

A base de cálculo do ICMS é obtida através da Equação 04.

$$BC = A \times T \times \left(1 + \frac{ALIQ}{100 - ALIQ} \right) \quad \text{Eq. (04)}$$

Onde:

BC : base de cálculo;

A : consumo, demanda, demanda da ultrapassagem, excedente de reativo e encargo de capacidade emergencial.

T: Tarifa sem ICMS

ALIQ: alíquota 29,00% (vinte e nove por cento).

Os valores da energia elétrica com e sem tributos para um consumidor do grupo B são apresentados na Figura 8.

CONVENCIONAL	Resolução ANEEL Nº 2.096, de 21 de junho de 2016	
Tarifa em R\$/kWh	Resolução	com Impostos:
	ANEEL(*)	ICMS e PIS/COFINS
B3 - Demais Classes	0,42147	0,64543
Vigência em 24/06/2016		

Figura 8 –Valores de Energia Elétrica para Consumidores do Grupo B.

Fonte: COPEL (2016).

Segundo COPEL (2016), o consumidor em estudo pertence ao Grupo B e subgrupo B3 convênção com alimentação de energia trifásica em 127v por fase.

Observa-se que a incidência dos tributos tem um impacto forte sobre o valor final da tarifa, isto interfere diretamente no tempo de retorno de um SFVCR quando na compensação de energia. O ICMS é o tributo com maior peso, sendo que para a energia compensada o governo federal isentou PIS e COFINS, já o ICMS permanece vigente sobre a energia compensada em apenas 5 estados brasileiros, entre eles o estado do Paraná.

Ainda de acordo com Kessler (2016), o consumo mensal de energia ao longo dos últimos 12 meses é apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Consumo de energia.

Mês	04/16	03/16	02/16	01/16	12/15	11/15	10/15	09/15	08/15	07/15	06/15	05/15	Média
Consumo (kWh)	2047	1617	1650	734	2348	2189	2107	2236	2488	2522	2418	2527	2073

Fonte: Kessler(2016).

O consumo de energia da instalação deve-se na maior parte aos sistemas de iluminação constituídos lâmpadas fluorescentes compactas de alta potência. O uso dessa iluminação é exclusivamente para as quadras poliesportivas e para o estacionamento, somente em períodos noturnos, horário de funcionamento do estabelecimento. Sendo assim, considerando o perfil da instalação pode-se considerar que o consumo médio de 2073 kWh/mês, nesse trabalho, está associado à um cenário onde 10% do consumo será de uso concomitante com a geração, e

90% será de uso não concomitante com a geração. Portanto, o custo mensal evitado será de:

$$C_{evitado} = \left(2073 \times \frac{10}{100} \times 0,64543R\$\right) + \left(2073 \times \frac{90}{100} \times 0,42147 R\$\right) = \frac{920,13R\$}{mês} \text{ Eq. (05)}.$$

Isto representa um custo evitado anual de R\$ 11.041,56.

3.2 TAXAS DE CORREÇÃO E REAJUSTE DA ENERGIA ELÉTRICA

A seguir serão apresentados os índices de correção envolvidos no estudo de viabilidade econômica do projeto em estudo.

3.2.1 Taxa SELIC

A taxa SELIC é divulgada pelo Comitê de Política Monetária (COPOM). Ela é de suma importância para a economia do Brasil, pois as taxas de juros cobradas pelo mercado financeiro são balizadas pela mesma.

A Tabela 2, apresenta o histórico das taxas de juros definidas pelo COPOM e evolução da taxa Selic no período de 2012 à 2016.

Tabela 2 – Histórico de média da taxa SELIC.

Ano	Média da taxa Selic
2016	14,25%
2015	13,21%
2014	10,71%
2013	7,93%
2012	8.83%

Fonte: Adaptado, BACEN (2016)

A média anual da taxa Selic para os anos apresentados na Tabela 2 é igual 10,98%.

3.2.2 IPCA

O IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo) é um índice elaborado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a mais de três

décadas. Desde 1999, seu valor é utilizado pelo Governo Federal como referência para a aferição de metas inflacionárias, desde então é considerado como índice oficial da inflação do país (ADVFN, 2016).

Segundo IBGE (2016), o IPCA utiliza a população em pesquisa como: famílias que apresentem uma renda entre 1 e 40 salários-mínimos, residentes em áreas urbanas.

O Brasil possui diversas instituições bancárias que fazem do uso do IPCA como correção de títulos de renda fixa: pré ou pós-fixados.

Apresenta-se na Tabela 3, o histórico do IPCA entre 2012 e 2016.

Tabela 3 – Histórico de metas para inflação no Brasil.

Ano	Inflação acumulada
2016	9,34%
2015	9,01%
2014	6,41%
2013	5,91%
2012	5,84%

Fonte: Adaptado, BACEN (2016).

A média para os anos apresentados na Tabela 3 é igual 7,302%.

3.2.3 Correção da Energia Elétrica

O reajuste tarifário de energia elétrica é um mecanismo de correção da tarifa de energia elétrica autorizado pela ANEEL em resoluções homologadas anualmente. Tem como objetivo assegurar aos prestadores de serviços receitas necessárias para manter os gastos operacionais e manutenção da qualidade de atendimento (ANEEL, 2016).

A Companhia Paranaense de Energia é a empresa responsável para distribuição da energia elétrica no estado do Paraná em 393 municípios, entre estes está o município de Curitiba, capital do estado.

Nos últimos cinco anos, 2012 a 2016, o reajuste médio nos valores da tarifa de energia elétrica representou uma média de 10,744% (COPEL, 2016). A Tabela 4 apresenta os reajustes anuais neste período

Tabela 4 – Alterações tarifárias.

Portaria/Resolução	Vigência	Varição Percentual
2096/2016	24/06/2016	- Reajuste médio aplicado de menos 12,87%
1897/2015	24/06/2015	- Reajuste médio aplicado de 15,32%
1858/2015	02/03/2015	- Reajuste médio aplicado de 36,79%
1763/2014	24/06/2014	- Reajuste médio aplicado de 24,86%
1565/2013	24/06/2013	- Reajuste médio aplicado de 9,55%
1431/2013	24/01/2013	- Reajuste médio aplicado de menos 19,28%
1296/2012	24/06/2012	- Reajuste médio aplicado de menos 0,65%

Fonte: COPEL (2016).

O valor médio de elevação da tarifa de energia elétrica aplicado pela concessionária ao longo dos últimos cinco anos, será utilizado como índice de correção no estudo de viabilidade econômica.

3.3 ANÁLISE DE VPL E TIR

A análise por meio de VPL e TIR é realizada para os dois índices de correção: valor médio do IPCA e valor médio da taxa Selic. Os índices considerados pela análise representam a média dos últimos cinco anos.

Primeiramente considera-se a análise do VPL no cenário com a tributação do ICMS, sendo assim, considera-se o cenário de consumo de energia sendo 10% do uso concomitante com a geração, e 90% com uso não concomitante com a geração. A Tabela 5 demonstra a análise considerando o tempo de trinta anos.

Adotou-se-se o investimento de R\$120.468,50 para o Ano “0” (zero) e para o cálculo considera-se o custo anual evitado de R\$11.041,56 representando assim o fluxo de caixa para o Ano 1, aplicado a correção anual de cada índice correspondente: IPCA (7,30% a.a) e Taxa Selic (10,98% a.a). Os valores do VPL para os índices, IPCA e Taxa Selic tem-se respectivamente os valores:

- R\$ 385.766,17;
- R\$168.831,17;

Observa-se então que todas as entradas/fluxo de caixa trazidas para o Ano “0” à uma taxa considerada apresentam um valor maior que o investimento do projeto.

A TIR, para a análise, representa a taxa interna do projeto, e para ambos os casos valores obtidos são: 19%.

Tabela 5 – Análise VPL e TIR.

VPL com ICMS			
Investimento - R\$ 120.468,50			
Custo Evitado Anual - R\$ 11.041,56			
Correção da Energia			10,74%
IPCA	7,30%	SELIC	10,98%
TIR	19%	TIR	19%
VPL	R\$ 385.766,17	VPL	R\$ 168.831,17
Ano	Valor	Ano	Valor
0	-R\$ 120.468,50	0	-R\$ 120.468,50
1	R\$ 11.041,56	1	R\$ 11.041,50
2	R\$ 12.227,42	2	R\$ 12.227,36
3	R\$ 13.540,65	3	R\$ 13.540,58
4	R\$ 14.994,91	4	R\$ 14.994,83
5	R\$ 16.605,37	5	R\$ 16.605,28
6	R\$ 18.388,78	6	R\$ 18.388,68
7	R\$ 20.363,74	7	R\$ 20.363,63
8	R\$ 22.550,81	8	R\$ 22.550,68
9	R\$ 24.972,76	9	R\$ 24.972,63
10	R\$ 27.654,84	10	R\$ 27.654,69
11	R\$ 30.624,97	11	R\$ 30.624,80
12	R\$ 33.914,09	12	R\$ 33.913,90
13	R\$ 37.556,46	13	R\$ 37.556,26
14	R\$ 41.590,03	14	R\$ 41.589,80
15	R\$ 46.056,79	15	R\$ 46.056,54
16	R\$ 51.003,29	16	R\$ 51.003,02
17	R\$ 56.481,05	17	R\$ 56.480,74
18	R\$ 62.547,11	18	R\$ 62.546,77
19	R\$ 69.264,67	19	R\$ 69.264,30
20	R\$ 76.703,70	20	R\$ 76.703,28
21	R\$ 84.941,67	21	R\$ 84.941,21
22	R\$ 94.064,41	22	R\$ 94.063,90
23	R\$ 104.166,93	23	R\$ 104.166,36
24	R\$ 115.354,46	24	R\$ 115.353,83
25	R\$ 127.743,53	25	R\$ 127.742,83
26	R\$ 141.463,18	26	R\$ 141.462,41
27	R\$ 156.656,33	27	R\$ 156.655,47
28	R\$ 173.481,21	28	R\$ 173.480,27
29	R\$ 192.113,10	29	R\$ 192.112,05
30	R\$ 212.746,04	30	R\$ 212.744,89

Fonte: O autor.

Analisa-se também, o VPL para a situação com isenção do ICMS, sendo assim, considera-se o cenário em 100% de injeção de energia sem tributação.

Tabela 6 – Análise VPL e TIR, sem ICMS.

VPL sem ICMS			
Investimento - R\$ 120.468,50			
Custo Evitado Anual - R\$ 16.055,72			
Correção da Energia		10,74%	
IPCA	7,30%	SELIC	10,98%
TIR	24%	TIR	24%
VPL	R\$ 615.655,79	VPL	R\$ 300.209,26
Ano	Valor	Ano	Valor
0	-R\$ 120.468,50	0	-R\$ 120.468,50
1	R\$ 16.055,72	1	R\$ 16.055,72
2	R\$ 17.780,10	2	R\$ 17.780,10
3	R\$ 19.689,68	3	R\$ 19.689,68
4	R\$ 21.804,36	4	R\$ 21.804,36
5	R\$ 24.146,14	5	R\$ 24.146,14
6	R\$ 26.739,44	6	R\$ 26.739,44
7	R\$ 29.611,25	7	R\$ 29.611,25
8	R\$ 32.791,50	8	R\$ 32.791,50
9	R\$ 36.313,31	9	R\$ 36.313,31
10	R\$ 40.213,36	10	R\$ 40.213,36
11	R\$ 44.532,28	11	R\$ 44.532,28
12	R\$ 49.315,04	12	R\$ 49.315,04
13	R\$ 54.611,48	13	R\$ 54.611,48
14	R\$ 60.476,75	14	R\$ 60.476,75
15	R\$ 66.971,95	15	R\$ 66.971,95
16	R\$ 74.164,74	16	R\$ 74.164,74
17	R\$ 82.130,03	17	R\$ 82.130,03
18	R\$ 90.950,80	18	R\$ 90.950,80
19	R\$ 100.718,92	19	R\$ 100.718,92
20	R\$ 111.536,13	20	R\$ 111.536,13
21	R\$ 123.515,11	21	R\$ 123.515,11
22	R\$ 136.780,63	22	R\$ 136.780,63
23	R\$ 151.470,87	23	R\$ 151.470,87
24	R\$ 167.738,84	24	R\$ 167.738,84
25	R\$ 185.753,99	25	R\$ 185.753,99
26	R\$ 205.703,97	26	R\$ 205.703,97
27	R\$ 227.796,58	27	R\$ 227.796,58
28	R\$ 252.261,93	28	R\$ 252.261,93
29	R\$ 279.354,86	29	R\$ 279.354,86
30	R\$ 309.357,57	30	R\$ 309.357,57

Fonte: O autor.

A Tabela 6 demonstra a análise considerando o tempo de trinta anos. Manteve-se o investimento de R\$120.468,50 para o Ano “0” (zero) e para o cálculo considera-se o custo anual evitado de R\$16.055,72 representando assim o fluxo de caixa para o Ano 1. Logo depois, aplica-se a correção anual de cada índice correspondente: IPCA (7,30% a.a) e Taxa Selic (10,98% a.a). Os valores do VPL para os índices, IPCA e Taxa Selic tem-se respectivamente os valores:

- R\$ 615.655,79;

- R\$ 300.209,26;

Observa-se então que todas as entradas/fluxo de caixa trazidas para o Ano “0” à uma taxa considerada, apresentam um valor maior que o investimento do projeto.

A TIR, para a análise, representa a taxa interna do projeto, e para ambos os casos valores obtidos são de 24%.

3.4 ANÁLISE DO PAYBACK

A análise do investimento utilizando o *payback* simples é desconsiderada no estudo, pois não considera um fluxo de caixa corrigido no tempo não representando dessa maneira a realidade econômica. Em vista disso, para a análise do *payback* descontado, primeiramente é analisado o cenário em que 10% do consumo será de uso concomitante com a geração, e 90% será de uso não concomitante com a geração, considerando a correção dos índices: IPCA (7,30% a.a) e Taxa Selic (10,98% a.a). Outra premissa a ser considerada para a análise é o tempo de trinta anos, o custo evitado anual de R\$11.041,56 e o investimento inicial de R\$ 120.468,50. Em cada ano os fluxos de caixa de entrada sofrem a correção de 10,74%, média da correção de energia dos últimos cinco anos. A Tabela 7 descreve a projeção do *payback* no tempo considerando a correção do índice IPCA (7,30% a.a).

Tabela 7 – Análise *payback*, cenário IPCA com ICMS.

Payback - Cenário IPCA			
Custo Evitado com ICMS / 10% Concessionária e 90% Injetado			
Investimento		R\$	120.468,50
Custo Evitado Anual		R\$	11.041,56
Correção de energia			10,74%
Índice de correção - IPCA			7,30%
Ano	Fluxo de Caixa	VPFC	Aplicação
1	R\$ 11.041,56	R\$ 11.041,56	R\$ 120.468,50
2	R\$ 12.227,87	R\$ 24.075,46	R\$ 129.262,70
3	R\$ 13.541,63	R\$ 39.374,59	R\$ 138.698,88
4	R\$ 14.996,54	R\$ 57.245,48	R\$ 148.823,90
5	R\$ 16.607,77	R\$ 78.032,17	R\$ 159.688,04
6	R\$ 18.392,11	R\$ 102.120,62	R\$ 171.345,27
7	R\$ 20.368,15	R\$ 129.943,58	R\$ 183.853,47
8	R\$ 22.556,51	R\$ 161.985,97	R\$ 197.274,77
9	R\$ 24.979,98	R\$ 198.790,93	R\$ 211.675,83
10	R\$ 27.663,83	R\$ 240.966,49	R\$ 227.128,17
11	R\$ 30.636,03	R\$ 289.193,08	R\$ 243.708,53
12	R\$ 33.927,57	R\$ 344.231,74	R\$ 261.499,25
13	R\$ 37.572,74	R\$ 406.933,40	R\$ 280.588,69
14	R\$ 41.609,56	R\$ 478.249,10	R\$ 301.071,67
15	R\$ 46.080,09	R\$ 559.241,37	R\$ 323.049,90
16	R\$ 51.030,93	R\$ 651.096,93	R\$ 346.632,54
17	R\$ 56.513,70	R\$ 755.140,70	R\$ 371.936,72
18	R\$ 62.585,53	R\$ 872.851,50	R\$ 399.088,10
19	R\$ 69.309,72	R\$ 1.005.879,38	R\$ 428.221,53
20	R\$ 76.756,36	R\$ 1.156.064,93	R\$ 459.481,70
21	R\$ 85.003,06	R\$ 1.325.460,73	R\$ 493.023,87
22	R\$ 94.135,79	R\$ 1.516.355,15	R\$ 529.014,61
23	R\$ 104.249,74	R\$ 1.731.298,81	R\$ 567.632,67
24	R\$ 115.450,33	R\$ 1.973.133,95	R\$ 609.069,86
25	R\$ 127.854,31	R\$ 2.245.027,04	R\$ 653.531,96
26	R\$ 141.590,98	R\$ 2.550.505,00	R\$ 701.239,79
27	R\$ 156.803,51	R\$ 2.893.495,38	R\$ 752.430,30
28	R\$ 173.650,48	R\$ 3.278.371,02	R\$ 807.357,71
29	R\$ 192.307,49	R\$ 3.709.999,60	R\$ 866.294,82
30	R\$ 212.969,01	R\$ 4.193.798,58	R\$ 929.534,34

Fonte: O Autor.

É observado que no decorrer do Ano 9, o valor VPFC (Valor do Payback Considerando o Fluxo de Caixa) atingido, supera o valor do investimento aplicado á correção IPCA (7,30% a.a).

A análise levando-se em conta Taxa Selic (10,98% a.a), para o mesmo cenário, têm-se as mesmas premissas consideradas anteriormente: tempo de trinta anos, investimento inicial R\$11.041,56, fluxo de caixa sob a correção da média de correção de energia elétrica dos últimos cinco anos de 10,74%.

O valor do investimento inicial é o mesmo adotado nas análises anteriores. Observa-se então que, no décimo primeiro ano, o VPFC supera o montante do investimento aplicado à Taxa Selic (10,98% a.a). Tem-se a Tabela 8 considerando o *paybackdescontato* considerando a Taxa Selic (10,98% a.a).

Tabela 8 – Análise *payback*, cenário taxa Selic, com ICMS.

Payback - Cenário Taxa Selic			
Custo Evitado com ICMS / 10% Concessionária e 90% Injetado			
Investimento		R\$	120.468,50
Custo Evitado Anual		R\$	11.041,56
Correção de energia			10,74%
Índice de correção - Selic			10,98%
Ano	Fluxo de Caixa	VPFC	Aplicação
1	R\$ 11.041,56	R\$ 11.041,56	R\$ 120.468,50
2	R\$ 12.227,87	R\$ 24.481,79	R\$ 133.695,94
3	R\$ 13.541,63	R\$ 40.711,52	R\$ 148.375,76
4	R\$ 14.996,54	R\$ 60.178,18	R\$ 164.667,41
5	R\$ 16.607,77	R\$ 83.393,51	R\$ 182.747,90
6	R\$ 18.392,11	R\$ 110.942,23	R\$ 202.813,61
7	R\$ 20.368,15	R\$ 143.491,84	R\$ 225.082,55
8	R\$ 22.556,51	R\$ 181.803,75	R\$ 249.796,61
9	R\$ 24.979,98	R\$ 226.745,78	R\$ 277.224,28
10	R\$ 27.663,83	R\$ 279.306,29	R\$ 307.663,51
11	R\$ 30.636,03	R\$ 340.610,16	R\$ 341.444,96
12	R\$ 33.927,57	R\$ 411.936,72	R\$ 378.935,62
13	R\$ 37.572,74	R\$ 494.740,11	R\$ 420.542,75
14	R\$ 41.609,56	R\$ 590.672,14	R\$ 466.718,34
15	R\$ 46.080,09	R\$ 701.608,03	R\$ 517.964,02
16	R\$ 51.030,93	R\$ 829.675,52	R\$ 574.836,46
17	R\$ 56.513,70	R\$ 977.287,59	R\$ 637.953,51
18	R\$ 62.585,53	R\$ 1.147.179,30	R\$ 708.000,80
19	R\$ 69.309,72	R\$ 1.342.449,31	R\$ 785.739,29
20	R\$ 76.756,36	R\$ 1.566.606,60	R\$ 872.013,47
21	R\$ 85.003,06	R\$ 1.823.623,06	R\$ 967.760,55
22	R\$ 94.135,79	R\$ 2.117.992,66	R\$ 1.074.020,65
23	R\$ 104.249,74	R\$ 2.454.797,99	R\$ 1.191.948,12
24	R\$ 115.450,33	R\$ 2.839.785,14	R\$ 1.322.824,02
25	R\$ 127.854,31	R\$ 3.279.447,86	R\$ 1.468.070,10
26	R\$ 141.590,98	R\$ 3.781.122,22	R\$ 1.629.264,20
27	R\$ 156.803,51	R\$ 4.353.092,95	R\$ 1.808.157,41
28	R\$ 173.650,48	R\$ 5.004.713,04	R\$ 2.006.693,09
29	R\$ 192.307,49	R\$ 5.746.538,02	R\$ 2.227.027,99
30	R\$ 212.969,01	R\$ 6.590.476,90	R\$ 2.471.555,67

Fonte: O Autor.

Analiza-se também mais dois cenários considerando a isenção do ICMS sobre a energia compensada, fato que eleva o valor do custo evitado anualmente, dos R\$ 11.041,56 para R\$ 16.055,72.

Considerando o novo custo evitado (R\$ 16.055,72) com a isenção do ICMS, mantendo-se o mesmo valor do investimento (R\$ 120.468,50), fluxo de caixa sob a correção da média de correção de energia elétrica dos últimos cinco anos (10,74%) e aplicação pelo índice IPCA (7,30% a.a), tem-se o payback descontado, para cenário de isenção do tributo ICMS, expresso na Tabela 9.

Observa-se na Tabela 9 que ao longo do sexto ano, o Valor do *Payback* Considerando o Fluxo de Caixa (VPFC), supera o valor da aplicação que está sendo corrigida pelo índice IPCA (7,30% a.a).

Tabela 9 – Análise *payback*, cenário IPCA, sem ICMS.

Payback - Cenário IPCA			
Custo Evitado com isenção do ICMS / 100% injetado			
Investimento			R\$ 120.468,50
Custo Evitado Anual			R\$ 16.055,72
Correção de energia			10,74%
Índice de correção - IPCA			7,30%
Ano	Fluxo de Caixa	VPFC	Aplicação
1	R\$ 16.055,72	R\$ 16.055,72	R\$ 120.468,50
2	R\$ 17.780,74	R\$ 35.008,53	R\$ 129.262,70
3	R\$ 19.691,11	R\$ 57.255,26	R\$ 138.698,88
4	R\$ 21.806,72	R\$ 83.241,61	R\$ 148.823,90
5	R\$ 24.149,63	R\$ 113.467,88	R\$ 159.688,04
6	R\$ 26.744,27	R\$ 148.495,30	R\$ 171.345,27
7	R\$ 29.617,67	R\$ 188.953,13	R\$ 183.853,47
8	R\$ 32.799,80	R\$ 235.546,50	R\$ 197.274,77
9	R\$ 36.323,81	R\$ 289.065,20	R\$ 211.675,83
10	R\$ 40.226,44	R\$ 350.393,40	R\$ 227.128,17
11	R\$ 44.548,36	R\$ 420.520,48	R\$ 243.708,53
12	R\$ 49.334,64	R\$ 500.553,12	R\$ 261.499,25
13	R\$ 54.635,15	R\$ 591.728,65	R\$ 280.588,69
14	R\$ 60.505,15	R\$ 695.429,99	R\$ 301.071,67
15	R\$ 67.005,83	R\$ 813.202,21	R\$ 323.049,90
16	R\$ 74.204,93	R\$ 946.770,91	R\$ 346.632,54
17	R\$ 82.177,51	R\$ 1.098.062,69	R\$ 371.936,72
18	R\$ 91.006,66	R\$ 1.269.227,93	R\$ 399.088,10
19	R\$ 100.784,42	R\$ 1.462.665,99	R\$ 428.221,53
20	R\$ 111.612,70	R\$ 1.681.053,31	R\$ 459.481,70
21	R\$ 123.604,37	R\$ 1.927.374,57	R\$ 493.023,87
22	R\$ 136.884,42	R\$ 2.204.957,33	R\$ 529.014,61
23	R\$ 151.591,28	R\$ 2.517.510,50	R\$ 567.632,67
24	R\$ 167.878,25	R\$ 2.869.167,01	R\$ 609.069,86
25	R\$ 185.915,09	R\$ 3.264.531,30	R\$ 653.531,96
26	R\$ 205.889,81	R\$ 3.708.731,89	R\$ 701.239,79
27	R\$ 228.010,61	R\$ 4.207.479,92	R\$ 752.430,30
28	R\$ 252.508,07	R\$ 4.767.134,02	R\$ 807.357,71
29	R\$ 279.637,53	R\$ 5.394.772,33	R\$ 866.294,82
30	R\$ 309.681,79	R\$ 6.098.272,50	R\$ 929.534,34

Fonte: O Autor

A análise do payback descontado, levando-se em conta o custo evitado (R\$ 16.055,72) com a isenção do ICMS, no cenário Taxa Selic (10,98% a.a) é demonstrada pela Tabela 10.

Tabela 10 – Análise *payback*, cenário taxa Selic, sem ICMS.

Payback - Cenário taxa Selic			
Custo Evitado com isenção do ICMS / 100% injetado			
Investimento		R\$ 120.468,50	
Custo Evitado Anual		R\$ 16.055,72	
Correção de energia		10,74%	
Índice de correção - Selic		10,98%	
Ano	Fluxo de Caixa	VPFC	Aplicação
1	R\$ 16.055,72	R\$ 16.055,72	R\$ 120.468,50
2	R\$ 17.780,74	R\$ 35.599,38	R\$ 133.695,94
3	R\$ 19.691,11	R\$ 59.199,29	R\$ 148.375,76
4	R\$ 21.806,72	R\$ 87.506,10	R\$ 164.667,41
5	R\$ 24.149,63	R\$ 121.263,90	R\$ 182.747,90
6	R\$ 26.744,27	R\$ 161.322,94	R\$ 202.813,61
7	R\$ 29.617,67	R\$ 208.653,87	R\$ 225.082,55
8	R\$ 32.799,80	R\$ 264.363,86	R\$ 249.796,61
9	R\$ 36.323,81	R\$ 329.714,82	R\$ 277.224,28
10	R\$ 40.226,44	R\$ 406.143,94	R\$ 307.663,51
11	R\$ 44.548,36	R\$ 495.286,91	R\$ 341.444,96
12	R\$ 49.334,64	R\$ 599.004,06	R\$ 378.935,62
13	R\$ 54.635,15	R\$ 719.409,86	R\$ 420.542,75
14	R\$ 60.505,15	R\$ 858.906,21	R\$ 466.718,34
15	R\$ 67.005,83	R\$ 1.020.219,94	R\$ 517.964,02
16	R\$ 74.204,93	R\$ 1.206.445,03	R\$ 574.836,46
17	R\$ 82.177,51	R\$ 1.421.090,20	R\$ 637.953,51
18	R\$ 91.006,66	R\$ 1.668.132,57	R\$ 708.000,80
19	R\$ 100.784,42	R\$ 1.952.077,95	R\$ 785.739,29
20	R\$ 111.612,70	R\$ 2.278.028,80	R\$ 872.013,47
21	R\$ 123.604,37	R\$ 2.651.760,73	R\$ 967.760,55
22	R\$ 136.884,42	R\$ 3.079.808,48	R\$ 1.074.020,65
23	R\$ 151.591,28	R\$ 3.569.562,73	R\$ 1.191.948,12
24	R\$ 167.878,25	R\$ 4.129.378,97	R\$ 1.322.824,02
25	R\$ 185.915,09	R\$ 4.768.699,87	R\$ 1.468.070,10
26	R\$ 205.889,81	R\$ 5.498.192,92	R\$ 1.629.264,20
27	R\$ 228.010,61	R\$ 6.329.905,11	R\$ 1.808.157,41
28	R\$ 252.508,07	R\$ 7.277.436,76	R\$ 2.006.693,09
29	R\$ 279.637,53	R\$ 8.356.136,85	R\$ 2.227.027,99
30	R\$ 309.681,79	R\$ 9.583.322,46	R\$ 2.471.555,67

Fonte: O Autor

O valor do investimento para a instalação (R\$ 120.468,50) é mantido assim como: fluxo de caixa sob a correção da média de correção de energia elétrica dos últimos cinco anos (10,74%) e aplicação do investimento pelo índice Taxa Selic (10,98% a.a).

Observa-se que ao longo do sétimo ano, o Valor do *Payback* Considerando o Fluxo de Caixa (VPFC), supera o valor da aplicação que está sendo corrigida pela Taxa Selic (10,98% a.a),

4 DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia solar fotovoltaica está em constante expansão. No cenário mundial percebe-se que a cada ano a tecnologia fotovoltaica contribui expressivamente para potência instalada na matriz energética. O crescimento da tecnologia solar fotovoltaica é evidente no Brasil. Fatores como o nível de irradiação e clima favorecem a expansão desse tipo de tecnologia no país. No estado do Paraná, onde possui um dos menores índices de irradiação solar do Brasil, apresenta maiores níveis de irradiação em comparação à países onde a produção de energia via SFVCR já estão consolidadas.

Diante de fatores favoráveis a instalação de SFVCR, este trabalho teve o objetivo de analisar a viabilidade econômica para a instalação de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica em um Complexo Poliesportivo em Curitiba por meio do uso de ferramentas de engenharia econômica: *payback*, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Neste sentido, a análise proposta da instalação estudada considerou-se o cenário de consumo de energia sendo 10% do uso concomitante com a geração, e 90% com uso não concomitante com a geração.

O resultado do estudo, considerando-se que o VPL foi positivo, demonstra que existe viabilidade econômica para o projeto. Quando se considerou a taxa de correção do investimento como sendo o IPCA (7,30% a.a), obteve-se um VPL de R\$ 385.766,17 isto representa uma Taxa Interna de Retorno (TIR) no intervalo considerado (30 anos) igual a 19%. Considerando-se a taxa de correção do investimento como sendo a SELIC (10,98% a.a), obteve-se um VPL de R\$ 168.131,17, isto representa uma Taxa Interna de Retorno (TIR) no intervalo considerado (30 anos) igual a 19%.

Com relação à análise de retorno de investimento, *opayback* simples, não representa a realídade econômica principalmente em cenários cuja taxa de correção/inflação encontra-se na casa de dois dígitos ao ano, portanto optou-se apenas pela análise do *payback* descontado. Para a análise do *payback* descontado foram considerados dois cenários, um como sendo a taxa de correção do investimento o IPCA (7,30% a.a), e outro como sendo a taxa de correção do investimento a SELIC (10,98% a.a). Em ambos os cenários, considerou-se como a média das correções de energia elétrica dos últimos 5 anos realizada pela concessionária de energia do estado (COPEL), que representou 10,74% a.a.

No primeiro cenário do *payback* descontado, foi considerado a taxa de correção de 10,74% a.a. sobre o valor da energia elétrica, e o montante acumulado do custo evitado foi sendo corrigido pelo IPCA (7,30% a.a). Quanto ao investimento no SFVCR o mesmo também foi corrigido pelo IPCA. Este cenário resultou em um retorno do investimento no decorrer do Ano 9, neste ano o valor do custo evitado superou ao valor do investimento quando aplicado isoladamente ao índice de correção IPCA (7,30% a.a).

No segundo cenário também foi considerada a taxa de correção de 10,74% a.a. sobre o valor da energia elétrica, e o montante acumulado do custo evitado foi sendo corrigido pela Selic (10,98% a.a). Quanto ao investimento no SFVCR o mesmo também foi corrigido pela Selic. Este cenário resultou em um retorno do investimento no decorrer do décimo primeiro ano. Ainda neste ano, o valor do custo evitado superou ao valor do investimento quando aplicado isoladamente ao índice de correção Selic (10,98% a.a). Este cenário é menos favorável que o anterior visto que a taxa de juros que corresponde à correção do montante de investimento é superior.

Foram analisados também mais dois cenários considerando a isenção do ICMS sobre a energia compensada, fato que eleva o valor do custo evitado anualmente, dos R\$ 11.041,56 para R\$ 16.055,72 o que reduz o tempo de retorno do investimento.

Considerando-se no *payback* descontado o mesmo caso do primeiro cenário (IPCA – 7,30% a.a.), agora sem ICMS, chega-se a um retorno do investimento no decorrer do sexto ano. Considerando-se o mesmo caso do segundo cenário (Selic – 10,98% a.a.) também sem ICMS, chega-se a um retorno do investimento no decorrer do sétimo ano. Isto demonstra que a cobrança do ICMS sobre a energia compensada é um fator que impacta negativamente no retorno do investimento.

Considerando ainda a isenção do ICMS sobre o ponto de vista do VPL chegou-se em ambos os cenários com o VPL positivo, o que novamente demonstra ser viável. No primeiro cenário (IPCA – 7,30% a.a.) obteve-se um VPL de R\$ R\$ 615.655,79 isto representa uma Taxa Interna de Retorno (TIR) no intervalo considerado (30 anos) igual a 24%. No segundo cenário (Selic – 10,98% a.a.) obteve-se um VPL de R\$ 300.209,26 isto representa uma Taxa Interna de Retorno (TIR) no intervalo considerado (30 anos) igual a 24%.

A análise econômica realizada neste trabalho demonstrou ser viável a implantação do SFVCR com potência de 19.240 Wp em ambos os cenários avaliados. Ficou evidente também que taxas de juros elevadas diminuem a atratividade do investimento, além de que a incidência de ICMS sobre a energia compensada também prejudica o tempo de retorno, logo a inserção em larga escala de SFVCR seria facilitada em um cenário de juros baixos com a adesão do convênio ICMS16 do CONFAZ.

O Brasil ainda possui programas e formas de incentivo limitadas ao fomento e expansão de SFVCR, tem-se o exemplo o estado do Paraná, caso em estudo, onde o convênio ICMS16 ainda não apresenta adesão. Mesmo diante de uma realidade econômica agressiva em que, quase um terço corresponde a tributos no preço da energia elétrica, o estudo mostra-se positivo.

O país pode se tornar uma referência mundial em número de instalações da tecnologia de SFVCR, mas para isso acontecer se faz necessário realizar algumas medidas como: isenção de impostos sobre produtos e energia elétrica, aumentar de forma massiva o investimento em pesquisa e desenvolvimento em energia solar fotovoltaica.

Os resultados das análises de viabilidade econômica favorecem a implementação do projeto em oito cenários distintos apresentados. Para futuros estudos é sugerido utilizar outras taxas/índices para comparativo de viabilidade econômica, considerar a depreciação de produção de energia dos módulos e inversores e por fim, estudos de viabilidade econômica para a criação de cooperativas de energia com uso de energia via Sistemas Solares Conectados a Rede Elétrica.

REFERÊNCIAS

ADVFN Disponível em: <<http://br.advfn.com/indicadores/ipca>> - Acesso em: 22 set. 2016.

ABSOLAR Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/brasil-avanca-em-incentivos-a-micro-e-minigeracao-distribuida-solar-fotovoltaica.html>>. Acesso em: 27 out. 2016.

ABSOLAR Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/geracao-de-energias-alternativas-e-considerado-decisiva-para-o-pr-.html>>. Acesso em: 28 out. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/destaques-distribuicao/-/asset_publisher/zRFisxBAsbz9/content/geracaodistribuidaintroduc1/656827?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fdestaquesdistribuicao%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_zRFisxBAsbz9%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn2%26p_p_col_pos%3D2%26p_p_col_count%3D6>. Acesso em: 22 agost 2016.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/Pec/Copom/Port/taxaSelic.asp#notas>> – acesso em 19 set. 2016.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/Pec/metas/TabelaMetaseResultados.pdf>> - acesso em 22 set. 2016.

BRADESCO Disponível em: <<http://corretora.bradesco/SiteBradescoCorretora/Produtos/Tesouro-Direto>> - Acesso em 22 set. 2016.

CADERNOS TEMÁTICOS ANEEL MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA: SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14913578/Caderno+tematico+Micro+e+Minigera%C3%A7%C3%A3o+Distribuida+-+2+edicao/716e8bb2-83b8-48e9-b4c8-a66d7f655161>> Acesso em: 05 set. 2016.

CAVALCANTE ASSOCIADOS. Disponível em: <<http://www.cavalcanteassociados.com.br/utd/UpToDate146.pdf>> - acesso em: 16 de agost. 2016.

CAVALCANTE E ASSOCIADOS. Disponível em: <<http://www.cavalcanteassociados.com.br/utd/UpToDate324.pdf>> - acesso em: 31 agost. 2016.

CAVALCANTE E ASSOCIADOS. Disponível em: <<http://www.cavalcanteassociados.com.br/utd/UpToDate147.pdf>> - acesso em: 31 agost. 2016.

CLEMENTE, Ademir; SOUZA, Alceu. **Decisões financeiras e análise de investimentos**: fundamentos técnicos e aplicações. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

COPEL. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F8c04fbf11f00cc5703257488005939be>> - acesso em 23 set. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2016**. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioSintese.aspx?anoColeta=2016&anoFimColeta=2015>>. Acesso em: 05 set 2016.

GLOBO.COM. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/03/contas-de-luz-sobem-em-media-234-no-pais-partir-desta-segunda.html>> acesso em: 30 agost. 2016.

GUIA PARA EMPREENDEDORES FOTOVOLTAICOS. Disponível em: <<http://www.enovasolar.com.br/e-book-guia-para-empresendedores-fotovoltaicos/>> Acesso em: 28 de out. 2016.

KESSLER, Rômulo Hoffmann, **Estudo da Viabilidade Técnica da Instalação de um Sistema Fotovoltaico Conectado a Rede Elétrica em um Complexo Poliesportivo de Curitiba**, Curitiba 2016.

O GLOBO. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/luz-pode-subir-ate-15-em-2016-com-novas-fontes-de-pressao-17833006>> acesso em: 30 agost. 2016.

PORTAL SOLAR. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar.html>>acesso em: 27 agost. 2016.

RBS: Revista Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. Disponível em:<https://issuu.com/rbsmagazine/docs/rbs_magazine_ed_11_low>acesso em: 5 de dez. 2016.

REN 21. Disponível em: <http://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report_REN21.pdf> - acesso em 22 set. 2016.

RENERGY SOLAR. Disponível em: <<http://renergy-solar.com.br/servicos/>> acesso em: 30 agost. 2016.

RUTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos**: O potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligadas à rede elétrica pública no Brasil. 1. ed. Florianópolis: LABSOLAR, 2004.

SOUZA, Ronilson. **Introdução a sistemas solares**. Brasil. 1 ed. Ribeirão preto: Bluesol, 2014.

TIEPOLO, Gerson Máximo. **Estudo do Potencial de Geração de Energia Elétrica Através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados À Redes no Estado do Paraná** Curitiba, 2015.

URBANETZ, Jair. **Energia solar fotovoltaica**. II Curso de especialização em energias renováveis. Curitiba, p.4 , 2015.

URBANETZ, Jair. **Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas**: sua influencia na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade. Florianópolis, 2010.

WR PRATES. Disponível em: <<http://www.wrprates.com/o-que-e-tir-taxa-interna-de-retorno/>> - acesso em: 15 set. 2016.

WWF – Brasil. Disponível em: http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/15_6_2015_wwf_energ_solar_final_web_3.pdf - acesso em: 25 out. 2016.