

## ANÁLISE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA DE ENERGIA NO ESTADO DO PARANÁ

### ECONOMIC ANALYSIS FOR DEPLOYMENT OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS CONNECTED TO THE ELECTRICAL POWER NETWORK IN PARANÁ STATE

MURIELE BESTER DE SOUZA; THAÍS IATSKIU; ELVIRA HONDA TEM-PASS; GERSON MAXIMO TIEPOLO; ANDREA DE SOUZA; RICARDO LOBATO TORRES  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
*murielebester@gmail.com; thais.iatskiu@gmail.com; elvira.honda@hotmail.com; tiepolo@utfpr.edu.br; asouza70@gmail.com; rltorres@utfpr.edu.br*

**Resumo** – Com os aumentos da demanda e do consumo da energia elétrica no Brasil, fontes de energia renováveis como os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede – SFVCR estão se destacando. Neste artigo é mostrado o estudo da viabilidade econômica em longo prazo dos SFVCR, a fim de se constatar o tempo de retorno do investimento inicial da instalação de um sistema. Dentre os fatores analisados destacam-se: despesas com o SFVCR, projeções das tarifas de energia elétrica considerando três cenários diferentes de reajustes, utilização de indicadores econômicos como, Payback Descontado, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno, simulações de aplicação do dinheiro economizado nas contas de energia elétrica em poupança, Certificado de Depósito Bancário e Letra de Crédito Imobiliário e considerando aplicação do dinheiro do capital inicial diretamente nesses investimentos. Como resultado desta pesquisa, a avaliação se mostrou plenamente favorável economicamente à implantação desses sistemas, gerando um incentivo a mais para a disseminação desta fonte renovável de energia.

**Palavras-chave:** Energia Renovável. Sistema Fotovoltaico. Viabilidade Econômica. Irradiação.

**Abstract** - With increasing demand and consumption of electricity in Brazil, renewable energy sources such as grid-connected photovoltaic systems (SFVCR) are becoming more prominent. In this paper the study of the long-term economic viability of the SFVCR is shown, in order to verify the time of return of the initial investment of the installation of a system. Among the analyzed factors, we highlight: SFVCR expenses, projections of electric energy tariffs considering three different scenarios of readjustments, use of economic indicators such as Discounted Payback, Net Present Value and Internal Rate of Return, Savings accounts, Certificate of Bank Deposit and Letter of Mortgage and considering the application of the money of the initial capital directly in these investments. As a result of this research, the evaluation proved to be economically favorable to the implementation of these systems, generating an additional incentive for the dissemination of this renewable source of energy.

**Keywords:** Renewable Energy. Photovoltaic System. Economic Viability. Irradiation.

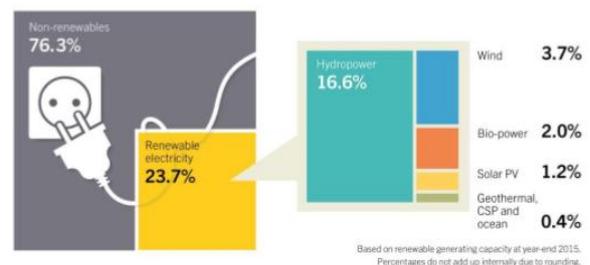
## I. INTRODUÇÃO

Em 2015 os consumidores brasileiros sentiram as consequências relacionadas à crise de energia elétrica no país (TEM-PASS *et al.*, 2016).

Mesmo com o grande potencial hídrico do estado do Paraná, a expansão da fonte hídrica tem encontrado dificuldades devido aos impactos ambientais e sociais que ocorrem com a sua implantação (TIEPOLO *et al.*, 2014).

De acordo com o REN 21 (2016), 76,3% da energia elétrica mundial é gerada através de fontes não renováveis, como mostra a Figura 1. A energia proveniente de hidrelétricas é a maior entre as renováveis com 16,6%, enquanto a energia solar aparece com 1,2% da geração total mundial.

Figura 1 – Geração de Energia Elétrica Global.  
Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2015

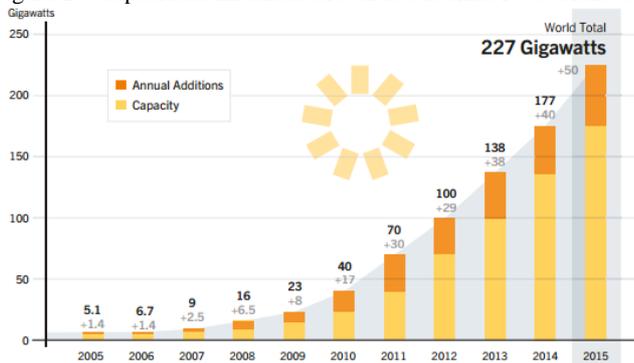


REN21 Renewables 2016 Global Status Report

Fonte: REN 21, 2016.

Mesmo em momentos de crise econômica, a produção e o mercado do sistema fotovoltaico tanto de SFVCR quanto de Sistemas Fotovoltaicos – SFV - isolados estão em constante crescimento como mostra a Figura 2, onde se atingiu a marca de 227 GW em 2015 de capacidade instalada Global (REN21, 2016).

Figura 2 – Capacidade Instalada Global de Sistemas Fotovoltaicos.



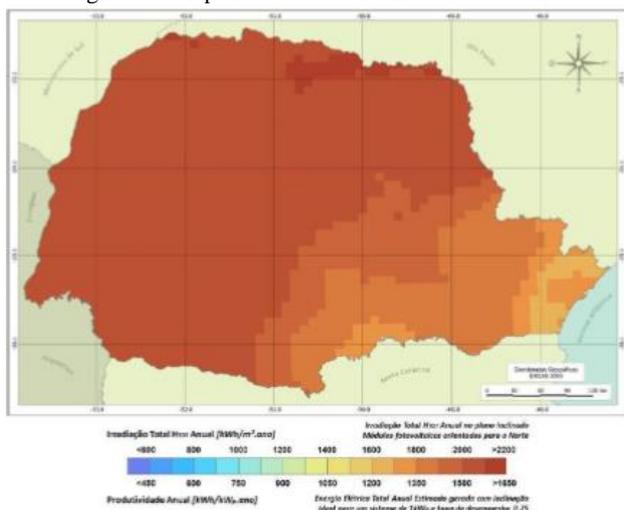
Fonte: REN 21, 2016.

A Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, permite aos consumidores brasileiros, 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).

A energia fotovoltaica ainda não aparece expressivamente nos dados de geração de energia elétrica total do Brasil, 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 do país e os possíveis avanços tecnológicos na área, o uso desta energia está cada vez mais promissor (TEM-PASS *et al.*, 2016).

Em relação ao estado do Paraná, pesquisas recentes mostram o grande potencial existente no estado. A Figura 3 mostra o Mapa Fotovoltaico do Estado do Paraná (TIEPOLO, 2015).

Figura 3 – Mapa Fotovoltaico do Estado do Paraná.



Fonte: TIEPOLO, 2015.

Entretanto, apesar do grande potencial existente, muitas dúvidas persistem em relação à viabilidade econômica para a implantação de um SFVCR no estado.

## II. PROCEDIMENTOS

Neste artigo foram considerados reajustes de tarifa da energia elétrica a partir dos dados dos últimos 11 anos feitos pela Companhia Paranaense de energia – COPEL e o valor de custo de implantação do SFVCR. Para tanto, foram utilizadas como base as alterações do Índice Nacional de

Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Essa escolha foi feita, pois durante análise do reajuste da tarifa de energia elétrica foram notadas deflações em alguns períodos. No estudo foram analisados três cenários: Cenário A, onde foi feita uma estimativa considerando que a média da tarifa de energia elétrica seja maior que a média dos últimos 10 anos, ou seja, teve um reajuste de 7,99% ao ano; Cenário B onde a estimativa seria igual a média dos últimos 10 anos, tendo um reajuste de 6,66% ao ano no custo da tarifa da energia elétrica; e Cenário C, cuja estimativa do custo da tarifa de EE seja menor que a média dos reajustes nos últimos 10 anos, sendo de 5,57% ao ano. 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.

Os dados utilizados para o estudo foram: média aproximada de consumo de energia elétrica no estado do Paraná de 172,9kWh ao mês por residência, considerando o consumo no ano de 2015 no estado; escolhida a cidade de Curitiba, capital do estado, como exemplo para o cálculo do retorno no investimento; produtividade média mensal de Curitiba de 114,33 kWh/kWp.mês (TIEPOLO, 2015); residência com ligação bifásica (o consumo mínimo pago pelo consumidor é de 50kWh que é o custo de disponibilidade do sistema para consumidores do Grupo B).

A orientação dos módulos fotovoltaicos é um fator importante e foi adotado neste trabalho 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 que 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 mesma taxa de desempenho adotada na elaboração do Atlas Fotovoltaico do estado do Paraná.

De acordo com a VIA SOLAR (2016) os SFVCR fotovoltaicos possuem vida útil estimada de 25 anos, de forma que quanto mais aumentos ocorrer na tarifa de energia durante este tempo, mais rápido será o *payback* do sistema instalado.

Também foram consideradas as perdas do sistema durante sua vida útil, cujo parâmetro técnico fornecido pela EPE (2012) para a perda de eficiência dos painéis fotovoltaicos é de 0,65% ao ano nos primeiros 20 anos, sendo que nos anos seguintes as perdas podem ser consideradas desprezíveis e estáveis, mantendo a mesma quantidade de energia elétrica gerada a partir do 20º ano. Esta perda de eficiência foi considerada como um custo adicional na conta de energia.

O cálculo de dimensionamento do sistema é dado pela Equação (1):

$$\text{Energia Gerada SFVCR} = \text{Consumo médio mensal} - \text{Energia a ser paga pelo custo de disponibilidade} \quad (1)$$

Neste caso tem-se, para um consumidor bifásico:

$$\begin{aligned} \text{Energia Gerada SFVCR} &= 172,9kWh - 50kWh \\ &= 122,9kWh/mês \end{aligned}$$

Para se obter a potência do sistema, utiliza-se a Equação (2):

$$\text{Potência do SFVCR} = \frac{\text{Energia a ser Gerada SFVCR}}{\text{Produtividade Média Mensal do Local (Município)}} \quad (2)$$

Logo:

$$\text{Potência do SFVCR} = \frac{122,9 \text{ kWh/mês}}{114,33 \text{ kWh/mês}} = 1,1 \text{ kWp}$$

Outro dado importante para a análise é o custo de implantação do SFVCR, que segundo o estudo do Instituto Ideal (2015), a região Sul apresenta os maiores preços para sistemas fotovoltaicos, onde o preço médio é de R\$9,51/Wp.

Logo, 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.

Custos de operação e de manutenção também foram considerados, para isso, foi considerado o valor de 1% ao ano sobre o valor do investimento inicial (EPE, 2012, p.30).

Segundo a EPE (2012), a vida útil dos inversores é de aproximadamente 10 anos, portanto, é necessário um investimento extra para reposição dos mesmos. Segundo relatório, o custo dos inversores é de aproximadamente 16,32% do custo do investimento total do sistema.

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.

Para este 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 utilizada em julho/2016), 12,50% (considerando uma economia mais favorável para a população brasileira) e 10,00% (um cenário muito otimista no ponto de vista econômico).

Ao fim, para análise do retorno do investimento, foi realizada uma análise através de indicadores econômicos comumente utilizados nesse tipo de estudo: *Payback* Simples, *Payback* Descontado, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno, a partir de um fluxo de caixa feito para os cenários citados com base nos dados coletados.

A fim de avaliar qual a melhor rentabilidade, foram simuladas, em três tipos de investimentos bancários (poupança, Certificado de Depósito Bancário – CDB e Letras de Crédito Imobiliário – LCI), as aplicações ou do valor inicial para a instalação do SFVCR ou o valor que é economizado anualmente nas faturas de energia elétrica.

### III. RESULTADOS

Foram estimados valores de aumento de energia elétrica e aumento no custo de operação e manutenção do SFVCR, conforme o IPCA e o terceiro quartil das amostras, em três cenários de reajuste: cenário A com um aumento de 7.99% a.a. (ao ano), cenário B com aumento de 6.66% a.a. e cenário C com aumento de 5.57% a.a.

A Tabela 1 especifica os parâmetros para o caso proposto, cujos valores de entrada são a Tarifa de Energia Elétrica com impostos dados em R\$/kWh, e os valores de mercado do Wp instalado em R\$/Wp. Foram calculados: a potência do SFVCR, prazo de troca dos inversores, a vida útil do sistema, percentuais de custo para troca dos inversores, custos de manutenção e as perdas de eficiência dos painéis.

Tabela 1- Dados do Investimento do SFVCR .

DADOS DO INVESTIMENTO DO SFVCR	
Custo Aproximado do Sistema (R\$)	10.223,9
Potência do Sistema a ser Instalado (kWp)	1,1
Energia elétrica média mensal a ser gerada (kWh)	122,92
Valor de mercado do Wp instalado (R\$)	9,51
Valor da Tarifa de Energia Elétrica com Impostos (R\$/kWh)	0,76683
Vida Útil do Sistema (anos)	25
Prazo para Troca de Inversores (anos)	10
Custo de Troca de Inversores em relação ao custo total do SFVCR (%)	16,32
Custo de Manutenção em relação ao custo total do SFVCR (% ao ano)	1
Perda de Eficiência dos Painéis (% ao ano)	0,65

#### 3.1 - Fluxo de Caixa e Payback Descontado

No fluxo de caixa são representados os volumes de recursos investidos que poderiam ser retirados do investimento ao longo dos anos. Para estimar o fluxo de caixa analisamos as entradas e saídas de recursos (BRUNI & FAMÁ, 2007).

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

Foi realizado o cálculo do PRID para os três cenários propostos, que é a subtração das economias anuais causadas pelo SFVCR do investimento inicial, sendo que quando este valor chega a zero o sistema foi pago e a economia na fatura de energia vira lucro. Nas análises de *Payback* Descontado encontrou-se no cenário A o pagamento do sistema com 14 anos e 5 meses, no cenário B o pagamento ocorre com 16 anos e 1 mês, e no cenário C ocorre em 17 anos e 10 meses.

#### 3.2 - Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL foi utilizado para a análise de viabilidade do investimento, que segundo Bruni (2007) representa os recebimentos futuros trazidos e somados na data zero, subtraindo então o valor do investimento inicial. Quando o VPL possui valor maior que zero, significa que os fluxos trazidos e somados ao valor presente superam o investimento, e sendo assim é viável instalar o sistema (Bruni, 2007). O cálculo é representado na Equação (3).

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (3)$$

Onde:

- FC<sub>n</sub> é o fluxo de caixa no período n;
- I é o custo de capital (taxa de juros);
- n é o prazo.

Foram realizadas análises dos três cenários propostos, sendo que foi utilizado para cada caso uma taxa de juros diferentes, baseada na taxa SELIC, e levando em consideração possíveis modificações na economia brasileira, afim de analisar a viabilidade em cada uma delas.

As taxas escolhidas foram: Caso 1: 14,25% (taxa Selic em 07/2016; caso 2: taxa Selic de 12,50%; e para o Caso 3: taxa Selic de 10,00%.

### 3.2.1 - Caso 1 (SELIC 14,25%)

Calculando 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. 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 com um VPL positivo (VPL= 939,11). Já os cenários B e C, por serem negativos (-284,68 e -1048,56 respectivamente), 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%).

### 3.2.2 - Caso 2 (SELIC 12,5%)

Calculado o indicador econômico VPL no projeto em estudo sobre o valor do investimento inicial, com as economias geradas nos cenários A, B e C, e 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.

Neste caso pode-se observar que todos os cenários A, B e C o VPL foi positivo (2827,58, 1281,52 e 323,10 respectivamente) e superariam o investimento inicial, tornando viável para quem implantar um SFVCR.

### 3.2.3 - Caso 3 (SELIC 10,0%)

Calculando o VPL aplicado no projeto sobre o valor do investimento inicial, com as economias geradas nos cenários A, B e C para uma taxa de desconto aplicada de 10,00% que seria um custo de capital esperançoso para a grande melhoria na economia brasileira. Neste caso tem-se um índice de VPL positivo para todos os cenários- A, B e C (6517,21; 4309,51 e 2953,69 respectivamente), sendo assim o investimento no SFVCR é considerado viável.

### 3.3 - Taxa Interna de Retorno (TIR)

Esta taxa é largamente utilizada na análise de investimentos. Se o valor da TIR for maior que a taxa de retorno esperada pelo investimento, o mesmo será economicamente atraente. Conforme Lemes *et al.* (2015), no método da 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.

Dado o valor do investimento inicial e as economias geradas ao longo dos 25 anos com a utilização do software Excel que disponibiliza a função "TIR", foram obtidos os valores de taxa interna de retorno de 15%, 14% e 13% para os cenários A, B e C respectivamente.

Comparando as taxas de desconto utilizadas para o cálculo do VPL e a taxa TIR encontrada, pode-se 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.

Para as taxas de descontos (taxa Selic) de 12,50% e 10,00% dos casos 2 e 3, todos os projetos se tornariam economicamente viáveis por possuírem TIR's maiores que a taxa de desconto em todos os cenários.

### 3.4 - Análise do Investimento

#### 3.4.1- Investimento do Capital Inicial na Poupança

Conta Poupança é um investimento financeiro com baixo risco e consequentemente baixa rentabilidade, pois quanto maior o risco, menos seguro o investimento e provavelmente mais rentável, geralmente garantida pelo governo até um determinado valor. Hoje o rendimento da poupança gira em torno de 6,0% ao ano. Simulou-se a aplicação do investimento inicial de R\$10.222,55 do SFVCR do caso base (custo do investimento para implantação do sistema) e encontrou-se a projeção que ao final dos 25 anos ter-se-ia um montante final de R\$ 43.873,89.

Nas projeções das faturas de energia elétrica a pagar ao longo de 25 anos (considerando apenas a energia consumida, sem iluminação pública) encontrou-se um montante conforme os cenários A, B e C visto na Tabela 2:

Tabela 2 – Valor Total Pago em Energia Elétrica sem SFVCR.

Cenário	Valor Gasto com Fatura sem Sistema em 25 Anos (R\$)
A	R\$116.143,18
B	R\$ 95.034,73
C	R\$ 82.528,21

Descontando do montante final do rendimento da poupança os valores da Tabela 2 chegaram ao resultado que ao final do período, o gasto com faturas 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.

#### 3.4.2 - Investimento do Capital Inicial em Certificado de Depósito Bancário (CDB)

São títulos de renda fixa que os bancos emitem para captar dinheiro a fim de realizar suas transações financeiras, onde a remuneração e o prazo são negociados no momento da aplicação, sendo que ao final do prazo se recebe o valor investido mais os juros. É um investimento considerado de baixo risco pois nas aplicações até R\$ 250 mil, 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).

Os ganhos podem ser pré-fixados, aonde a taxa de juros paga é combinada no ato do contrato, ou pós-fixado, onde o ganho é estabelecido conforme a 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 (maior percentual sobre o CDI). A taxa do CDI, via de regra, acompanha de

perto a variação da taxa Selic. Nesta modalidade tem-se a cobrança do imposto de renda.

Simulando uma aplicação do investimento inicial em 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 a Caixa Econômica Federal paga atualmente para este tipo aplicação. Então se investira 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, encontrando nestas condições um montante final de R\$ 93.303,28.

Nesta aplicação tem-se uma melhor rentabilidade, porém as faturas de EE ao longo dos 25 anos somente são pagas no cenário em que a projeção das tarifas está com a menor taxa de juros estudada.

### 3.4.3 - Investimento do Capital Inicial em Letras de Crédito Imobiliário (LCI)

Nesta modalidade de investimento, o dinheiro que o cliente do banco aplica deve financiar o mercado imobiliário em específico. O LCI também é conhecido como CBD imobiliário, pois é um investimento que possui as mesmas regras do CDB. A grande diferença entre eles está no desconto do IR que não é realizado na modalidade de investimento LCI.

Para esta aplicação considerou-se 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 se investira com um rendimento de 10,88% a.a. Ao final dos 25 anos obteve-se um montante de R\$ 135.173,00. Descontando o valor da fatura de energia elétrica da Tabela 2 do montante final do rendimento LCI, nota-se que é possível pagar as faturas de EE reajustadas ao longo dos 25 anos e obter lucro sobre o valor inicial aplicado.

### 3.4.4 - Aplicação do Saldo Economizado após Instalação do SFVCR

Para instalação de um SFVCR são necessários gastos com a compra do sistema, instalação, manutenção e troca de inversores. Porém a energia gerada é convertida em economia considerável na fatura de energia elétrica. O valor da energia transmitida pelas concessionárias tem histórico de aumentos anuais, e o SFVCR uma vez instalado gera energia sem custos fixos mensais.

Na análise de *Payback* chegou-se aos valores de economia anuais. Somando estes valores, obteve-se um montante ao final do período elevado conforme demonstrado na Tabela 3:

Tabela 3 – Valor Economizado na Tarifa de EE no Período de 25 anos.

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

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, sendo que no ano seguinte ocorreu a reaplicação do valor anterior 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 somou-se todo o montante da aplicação do ano 1 ao valor economizado no ano 2, e reaplicou-se o valor com as mesmas taxas utilizadas pela simulação de LCI consideradas para aplicação do investimento inicial.

Com isto, chegou-se ao montante final de aplicação do economizado, já descontado do valor final do investido em LCI, o valor do investimento inicial no SFVCR, neste caso de R\$ 10.222,55, conforme mostrado na Tabela 4:

Tabela 4 – Rendimento do valor economizado com a instalação do SFVCR aplicado em LCI.

Cenário	Rendimento do Economizado (R\$)
A	R\$ 202.042,73
B	R\$ 176.370,10
C	R\$ 160.550,85

Pode-se observar que os valores obtidos com a aplicação do rendimento do economizado são maiores que a aplicação do investimento inicial de um SFVCR, ou seja, o lucro líquido é maior com a instalação do sistema e a economia nas faturas de EE.

## IV. CONCLUSÃO

A realização deste estudo possibilitou através do embasamento nos indicadores econômicos, projeções de aumento da tarifa da energia elétrica, e análise de investimentos financeiros, que com as taxas de juros atuais é viável e rentável instalar um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica no estado do Paraná, que além de trazer um lucro econômico para o consumidor, também gera energia limpa e renovável.

Isto mostra que o investimento em SFVCR é viável economicamente, o que deverá impulsionar ainda mais este mercado que cresce a cada ano.

Este trabalho contribui com a expansão de instalação de SFVCR's pois demonstra que é viável e economicamente rentável além de demonstrar que se bem investido o valor da economia feita com a instalação pode trazer altos lucros futuros. As limitações ficam na parte de entendimento dos métodos utilizados para análise da viabilidade e na complexidade em estimar um ganho real para os investimentos.

## V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BANCO DO BRASIL; 2016a. 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.

- BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **As decisões de Investimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007.
- COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Alterações Tarifárias**, Paraná, 2015. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpa%2Fgcpel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F04afb43850ca33c50325748%2F8005939b7>> Acesso em outubro de 2016.
- 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 outubro de 2016.
- EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **“Anuário Estatístico de Energia Elétrica”, 2015**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>> Acesso em outubro 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 2016.
- 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 outubro de 2016.
- 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 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&sear=parana>> Acesso em outubro 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 outubro 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 outubro 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.
- MME, **“Balanço Energético Nacional 2015: ano base 2014”**, Ministério de Minas e Energia. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-eindicadores/balanco-energetico-nacional>> Acesso em outubro de 2016.
- 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 outubro de 2016.
- REN 21. **Renewables 2015 Global Status Report**. Disponível em: <<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report-draft/renewables2015-global-status-report/>> Acesso em outubro de 2016.
- REN 21. **Renewables 2016 Global Status Report**. Disponível em: <<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>> Acesso em outubro de 2016.
- 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 outubro de 2016.
- 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 outubro de 2016.
- TEM-PASS, Elvira Honda; SOUZA, Muriele Bester de; IATSKIU, Thaís. **Estudo Econômico para Implantação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica de Energia no Estado do Paraná**. Curitiba, 2016.
- 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 Energético**. Florianópolis, 2014.
- TIEPOLO, G. M., URBANETZ JR, J., CANGIOLIERI JR, O., VIANA, T. **Photovoltaic Generation Potential of Paraná State, Brazil—A Comparative Analysis with European Countries**. Energy Procedia, ISES, Trondheim, Norway, 2013. Disponível em: <<http://labens.ct.utfpr.edu.br/wp-content/uploads/2016/06/Tiepolo-et-al-ISES-2013.pdf>>. Acesso em novembro de 2016.
- 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.

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

#### VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.