

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE SACRAMENTO - MG

Luiz Gustavo Sarmiento Araujo (UFTM) - luiz.sarmientoaraujo@gmail.com

Resumo:

Com a crescente demanda de energia juntamente com o modelo atual da matriz energética, aumenta-se o questionamento sobre os meios de produção atuais, e como esses impactam a sociedade e o meio ambiente. Uma das possíveis alternativas seria a geração de energia fotovoltaica, por ser oriunda de uma fonte renovável, limpa e com grande potencial de exploração no país. Nem sempre existe o retorno financeiro ao investir nesse método de geração, por isso, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade econômica da implantação do sistema fotovoltaico para a cidade de Sacramento-MG, para diferentes perfis de consumo, com três diferentes situações de taxas de juros, e três diferentes bandeiras de consumo. A fim de atingir o objetivo proposto, foram utilizados métodos de investigação de viabilidade econômica, a saber: o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Payback Simples e o Payback Descontado. Os resultados obtidos, mostram que para um cenário da taxa básica de juros em 5% a.a, independente do perfil de consumo e da bandeira vigente, o investimento é viável. Porém com um aumento na taxa de juros de 9,63% a viabilidade só foi possível a partir de 180 kWh e para um cenário de taxa de juros de 14,25% recomenda-se o investimento para consumidores a partir de 300 kWh, ou seja, o cenário político econômico influenciam diretamente na viabilidade dos investimentos em painéis fotovoltaicos.

Palavras-chave: Sistema Fotovoltaico, Viabilidade Econômica, Taxa Básica de Juros.

Área temática: Mercado, economia, política e aspectos sociais

Subárea temática: Impactos sociais, econômicos e ambientais de energias renováveis

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE SACRAMENTO – MG

Luiz Gustavo Sarmiento Araujo – luiz.sarmientoaraujo@gmail.com

Gustavo Otero Prado – webgop@gmail.com

Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Departamento de Engenharia de Produção

7. Mercado, economia, política e aspectos sociais

Resumo. Com a crescente demanda de energia juntamente com o modelo atual da matriz energética, aumenta-se o questionamento sobre os meios de produção atuais e como esses impactam a sociedade e o meio ambiente. Uma das possíveis alternativas seria a energia fotovoltaica, por ser oriunda de uma fonte renovável, limpa e com grande potencial de exploração no país. Nem sempre existe o retorno financeiro ao investir nesse método de geração, por isso, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade econômica da implantação do sistema fotovoltaico para a cidade de Sacramento-MG, para diferentes perfis de consumo, com três diferentes situações de taxas de juros, e três diferentes bandeiras de consumo. A fim de atingir o objetivo proposto, foram utilizados métodos de investigação de viabilidade econômica, a saber: o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Payback Simples e o Payback Descontado. Os resultados obtidos, mostram que para um cenário da taxa básica de juros em 5% a.a, independente do perfil de consumo e da bandeira vigente, o investimento é viável. Porém com um aumento na taxa de juros de 9,63% a viabilidade só foi possível a partir de 180 kWh e para um cenário de taxa de juros de 14,25% recomenda-se o investimento para consumidores a partir de 300 kWh, ou seja, o cenário político econômico influenciam diretamente na viabilidade dos investimentos em painéis fotovoltaicos.

Palavras-chave: Sistema Fotovoltaico, Viabilidade Econômica, Taxa Básica de Juros.

1. INTRODUÇÃO

O modelo energético atual, está em constante questionamento em relação aos seus meios de produção. A energia comumente extraída de combustíveis fósseis, que são fontes poluentes e não-renováveis e resultam no aumento da concentração dos Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera (MARINOSKI et al, 2004; CAMIOTO 2013). Com isso, busca-se as fontes energéticas alternativas e renováveis, pois são praticamente inesgotáveis, reduzem a emissão dos GEE e diversificam a matriz energética (CABELLO, 2013).

Assim, a partir dessa busca tem-se a energia solar fotovoltaica. Segundo o CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito / CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, a cada ano, o Sol é capaz de transmitir para a atmosfera terrestre $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia, o que representa aproximadamente 10.000 vezes o consumo mundial anual de energia, e em apenas três semanas, a quantidade de energia solar que incide no planeta, equivale a todas as reservas de combustíveis fósseis que se tem conhecimento (CRESESB, 2014; FONTES et al, 2016).

Ao tratar de disponibilidade de recursos naturais e localização geográfica, o Brasil apresenta um cenário vantajoso por estar situado em uma região tropical, garantindo assim, um enorme potencial para aproveitar durante todo o ano a energia solar. Por exemplo, a região com o menor índice de radiação solar no Brasil apresenta valores em torno de 1642 kWh/m², valores acima dos níveis mais elevados de incidência solar da Alemanha, que recebe cerca de 1300 kWh/m². Assim, o sistema de módulos fotovoltaicos conseguem mesmo em dias não tão favoráveis, funcionar. Além disso, uma outra vantagem que o Brasil apresenta é o fato de ter uma das maiores fontes de silício de grau metalúrgico, que é a matéria prima principal para a fabricação das placas utilizadas na conversão de energia solar em elétrica. E finalmente, a energia solar do tipo fotovoltaica pode ajudar a diversificar a matriz energética do país, podendo resultar em um alívio no uso dos reservatórios hídricos e também no acionamento das termelétricas fósseis, onde atualmente 62% da produção de energia do país aproximadamente está concentrada em usinas hidrelétricas (EPE, 2018; SALAMONI, RÜTHER, 2007).

Com os benefícios apresentados para esse tipo de geração de energia elétrica e com o aumento e a popularização do sistema fotovoltaico, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), estabeleceu em 2012, através da Resolução

Normativa Nº 482, as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração de energia elétrica, bem como a criação do Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Desse modo, agora é possível "estocar energia" com a condição que a energia gerada não consumida seja convertida em créditos que devem ser utilizados em até 60 meses. Com a nova resolução também se tornou possível transferir créditos para quem tem vínculo com os donos dos sistemas fotovoltaicos. Um outro ponto importante é o fato de que existe o autoconsumo remoto, que permite que locais que não possuem espaço para a geração de energia, possam gerar energia em outro local e utilizar o crédito existente. Com a desburocratização e com esses novos benefícios, os sistemas fotovoltaicos se tornam ainda mais interessantes para a geração de energia (ANEEL, 2012).

A cidade de Sacramento é um município do estado de Minas Gerais, situado no Triângulo Mineiro, região Sudeste do país. Apresenta um clima Tropical e Tropical de altitude, com concentração de chuvas maiores no verão, e uma média de incidência por metro quadrado acima de 6,0 kWh. No último censo do IBGE em 2010 a cidade apresentava uma população de aproximadamente 24 mil habitantes e 10 mil domicílios, para o ano de 2018 a população estimada é de aproximadamente 26 mil habitantes (IBGE, 2018).

A fim de verificar a potencialidade de incidência solar da cidade, o objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade econômica da instalação do sistema fotovoltaico em Sacramento, a qual a localização geográfica e o clima apresentam potencial para a implementação dos projetos. Este trabalho também teve como objetivos específicos, implementar três cenários da taxa básica de juros baseado no histórico e na previsão das taxas e diferir os tipos de consumo segundo normativas da CEMIG.

2. MÉTODOS

Segundo Souza e Clemente (2004) o termo "análise" significa refletir sobre características e fatos relativos a uma questão escolhida, o investimento então, é uma aplicação de capital que visa gerar um fluxo de benefícios futuros. Sendo assim, o estudo para a viabilidade econômica, compreende a análise do investimento a ser realizado, as alternativas viáveis, a comparação das mesmas e, finalmente, qual dos resultados são os melhores. Para isso, ao analisar a viabilidade econômica da implantação do sistema fotovoltaico em domicílios de Sacramento, foi aplicado os seguintes métodos: Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* Simples e *Payback* Descontado, por se tratarem de métodos capazes de mensurar resultados tendo como referência as variáveis do tempo, de taxas e também de valor monetário.

Para Vieira (2002), o VPL de um projeto, pode ser definido como a somatória algébrica dos valores descontados ligados ao fluxo de caixa relacionado. A viabilidade do projeto analisado se dá quando tem-se uma relação positiva entre as receitas e os custos, atualizados a uma taxa de juros. Sendo assim, o VPL positivo, resulta em um projeto viável que pode ser aceito, já o VPL negativo, resulta em um projeto que deve ser rejeitado por ser inviável para sua implementação. O VPL pode ser definido pela Eq. (1):

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FCt}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Em que o FC é o fluxo de caixa líquido, i é o custo do capital, t é o período de tempo do projeto e n é o tempo de vida útil do projeto.

Já o segundo método, a Taxa Interna de Retorno (TIR), representa uma taxa de retorno esperada para o investimento. O método TIR não apresenta como objetivo avaliar uma rentabilidade absoluta do custo de capital, como é o caso do VPL, mas apresenta a finalidade de encontrar uma taxa de retorno para o investimento proposto (SAMANEZ, 2001).

A TIR é a taxa de desconto que iguala os valores de entrada em caixa ao investimento inicial do projeto. Ou seja, a TIR é a taxa em que o VPL de um determinado investimento é igualado a zero, pois seus valores atuais de entrada são iguais ao investimento inicial. (GITMAN, 1984). Pode ser representado pela Eq. (2):

$$\sum_{i=1}^n \frac{FCi}{(1+TIR)^i} - Investimento\ inicial = 0 \quad (2)$$

Em que o FC é o fluxo de caixa líquido, i é o período de cada investimento e n é o tempo de vida útil do projeto.

Conforme Samanez (2001), a Taxa Interna de Retorno de um investimento se enquadra em uma das seguintes opções:

- Valores acima da Taxa Mínima de Atratividade (TMA): indica que o investimento é economicamente viável;
- Igual a Taxa Mínima de Atratividade: o investimento é indiferente nessa situação e
- Valores abaixo da Taxa Mínima de Atratividade: o investimento não é economicamente viável, pois o retorno esperado é superado por outros investimentos com riscos menores.

E, por fim, tem-se o *Payback* Simples e o *Payback* Descontado, que são utilizados para investigar em quanto tempo o investimento se pagará e irá trazer ganhos ao investidor. Segundo Abreu Filho (2007), o período de *Payback* é o tempo necessário para que os benefícios obtidos com o investimento totalizem os valores investidos. A diferença entre

os dois é que o *Payback* Simples não leva em consideração o valor do dinheiro em relação ao tempo, já o *Payback* Descontado, leva em consideração o tempo, e assim o valor do dinheiro é variável em relação ao tempo.

Ainda para o cálculo do VPL e TIR, será usado também a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). De acordo com Machado (1997) a TMA é a taxa considerada pelo investidor que a partir da mesma irá obter ganhos financeiros. Para o presente estudo, a TMA usada será a mesma que a Selic, ou seja, a taxa básica de juros da economia regulamentada pelo Banco Central para o controle da inflação. De acordo com o Banco Central (2019), a Selic apresenta valores de 5,0% a.a. em Novembro de 2019, sendo essa a mínima histórica. Esse valor será utilizado como base para a TMA.

Uma variável que deve ser levada em consideração, são as bandeiras tarifárias adotada pela CEMIG, essas bandeiras são divididas em três classes: verde, amarela e vermelha. Sendo que a Bandeira Verde, representa condições favoráveis para geração de energia, e a tarifa não sofre nenhum acréscimo. Para a Bandeira Amarela, acontece a geração de energia em condições menos favoráveis, a tarifa sobre um acréscimo de R\$ 1,50 a cada 100 quilowatt-hora (kWh). E, por fim, a Bandeira Vermelha, que é subdividida em Bandeira Vermelha Patamar 1, com condições mais custosas para geração de energia, e acresce de R\$ 4,00 a cada 100 kWh, e a Bandeira Vermelha de Patamar 2, que é a geração de energia com o custo mais elevado ainda, onde é cobrado um acréscimo de R\$ 6,00 a cada 100 kWh (CEMIG, 2019).

Outro fator que se deve levar em consideração, é a taxa de disponibilidade que é cobrada para os consumidores de baixa tensão, o cálculo desse valor é de acordo com a classe de tensão da rede utilizada, que pode ser: monofásico (30 kWh), bifásico (50 kWh) e trifásico (100 kWh). Assim, a concessionária realiza a cobrança referente as despesas de iluminação pública, leiturista, entre outros fatores, impedindo assim que a fatura seja zerada pelo sistema fotovoltaico (CEMIG, 2019). Para este estudo, foi utilizado como base uma rede bifásica que constitui em sua maioria nas residências da cidade, portanto, o valor mínimo cobrado na fatura de energia elétrica será sobre o consumo de 50 kWh.

Em busca de abranger um maior número de interessados no estudo, será abordado o consumo médio para seis diferentes perfis, a Tab. 1, apresenta os consumos abordados e seus valores médios de implementação, esses foram obtidos através de contatos com três empresas especializadas. Valores abaixo dos 50 kWh por mês não se justificam pois existe a cobrança da taxa de disponibilidade feita pela CEMIG, responsável pelo fornecimento de energia na região, não sendo possível zerar a fatura de energia elétrica. Também através de dados fornecidos da CEMIG, tem-se que o consumo médio estimado de uma residência na cidade de Sacramento é de 180 kWh mensais.

Tabela 1 - Investimento Médio Inicial

Consumo (kWh)	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Investimento Inicial Médio
100	R\$ 7.355,00	R\$ 5.550,00	R\$ 6.040,00	R\$ 6.315,00
150	R\$ 9.900,00	R\$ 9.646,00	R\$ 11.200,00	R\$ 10.248,67
180	R\$ 10.660,00	R\$ 11.700,00	R\$ 11.340,00	R\$ 11.233,33
200	R\$ 11.777,00	R\$ 12.463,00	R\$ 12.345,00	R\$ 12.195,00
300	R\$ 13.800,00	R\$ 14.486,00	R\$ 12.964,00	R\$ 13.750,00
400	R\$ 15.818,00	R\$ 16.072,00	R\$ 15.510,00	R\$ 15.800,00

Levando em consideração então os valores médios iniciais do investimentos fornecidos nos orçamentos feitos pelas empresas especializadas na implementação do sistema fotovoltaico, e utilizando uma vida útil de 25 anos para o equipamento, que é o prazo de garantia concedido, foram estabelecidos os dados necessários para o cálculo da viabilidade econômica conforme apresentado no fluxograma da Fig. 1.

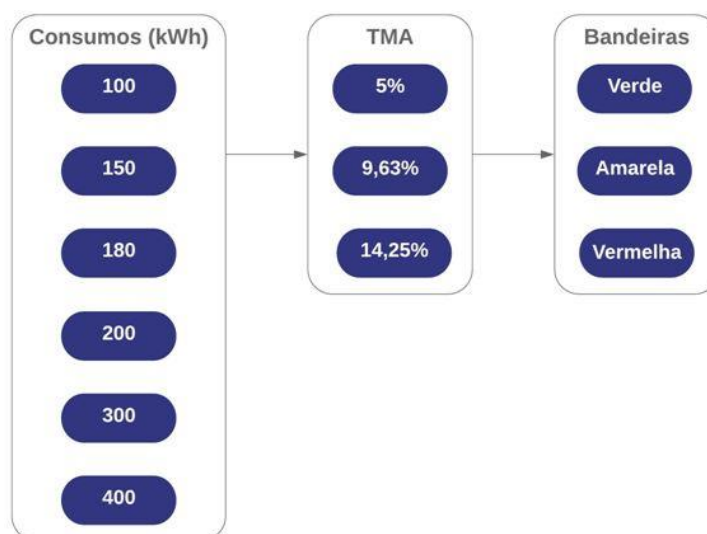


Figura 1 – Fluxograma de Cenários

A análise proposta foi desenvolvida com base num fluxo de caixa incremental que levou em consideração os seguintes dados: horizonte de planejamento de 25 anos, três cenários para a TMA sendo 5% a.a que é a taxa atual e a mínima histórica, 14,25% a.a que é mais alta na última década e 9,63% que é o valor médio entre as duas; os investimentos iniciais dos equipamentos fotovoltaicos; um valor anual de R\$ 100,00 referente a manutenção do equipamento, que se resume a uma limpeza simples das placas, retirando poeira e sujeiras; seis perfis de consumo médio anual de consumo energético das residências abrangendo grande parte das residências da cidade.

A partir dos dados acima, foi montado para cada um dos consumos um cenário com as três taxas de juros e para cada taxa, as bandeiras vigentes, para a bandeira vermelha, foi usada o Patamar 2, que seria o valor mais alto por kWh consumido. Os cenários foram estabelecidos através da geração de números aleatórios usando uma distribuição normal, com a média de cada um dos perfis de consumo, esses valores foram considerados como o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, com isso, calcula-se os valores que seriam pagos com e sem o sistema fotovoltaico instalado, a diferença desses valores anuais foram levados para o fluxo de caixa dos 25 anos de vida útil do projeto.

3. DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Usando então os dados gerados, e os fluxos de caixas, foi possível obter os resultados do VPL, TIR, *Payback* Simples e *Payback* Descontado, para cada um dos cenários. Assim, tem-se os resultados para uma TMA de 5% na Tab. 2 abaixo:

Tabela 2 - Resultados para TMA 5% a.a

Consumo (kWh)	VPL			TIR		
	Verde	Amarela	Vermelha	Verde	Amarela	Vermelha
100	R\$ 226,62	R\$ 347,57	R\$ 710,45	5,36%	5,54%	6,10%
150	R\$ 4.644,45	R\$ 4.892,46	R\$ 5.636,49	9,26%	9,62%	10,20%
180	R\$ 8.628,70	R\$ 8.952,30	R\$ 9.923,11	11,77%	12,00%	12,69%
200	R\$ 10.990,47	R\$ 11.364,63	R\$ 12.487,11	12,83%	13,07%	13,79%
300	R\$ 26.126,47	R\$ 26.754,55	R\$ 28.638,79	20,38%	20,72%	21,72%
400	R\$ 40.822,85	R\$ 41.705,70	R\$ 44.354,23	25,27%	25,75%	26,96%

Nota-se que com a taxa de juros em Novembro de 2019 de 5% a.a em qualquer cenário o investimento se torna viável, pois há apenas valores positivos para o VPL. Já para uma taxa básica de juros média no últimos anos, ou seja, 9,63% tem-se os resultados na Tab. 3:

Tabela 3 - Resultados para TMA 9,63% a.a

Consumo (kWh)	VPL			TIR		
	Verde	Amarela	Vermelha	Verde	Amarela	Vermelha
100	-R\$ 1.975,02	-R\$ 1.894,78	-R\$ 1.654,06	5,36%	5,54%	6,10%
150	-R\$ 368,60	-R\$ 204,08	R\$ 289,49	9,26%	9,62%	10,20%
180	R\$ 1.937,81	R\$ 2.152,40	R\$ 2.796,17	11,77%	12,00%	12,69%
200	R\$ 3.177,97	R\$ 3.426,06	R\$ 4.170,32	12,83%	13,07%	13,79%
300	R\$ 12.691,30	R\$ 13.107,77	R\$ 14.357,17	20,38%	20,72%	21,72%
400	R\$ 21.747,40	R\$ 22.332,83	R\$ 24.089,10	25,27%	25,75%	26,96%

Logo, pode-se notar que para consumos até 150 kWh a viabilidade econômica não é recomendada, e isso ocorre pois existe a cobrança por parte da fornecedora de energia da taxa de disponibilidade, ainda que o sistema seja implantado, a pessoa deve pagar a taxa mínima e também o investimento, tornando-se inviável em alguns casos acima. E, por fim, os resultados para uma TMA de 14,25% a.a, expresso na Tab. 4:

Tabela 4 - Resultados para TMA 14,25% a.a

Consumo (kWh)	VPL			TIR		
	Verde	Amarela	Vermelha	Verde	Amarela	Vermelha
100	-R\$ 3.170,53	-R\$ 3.112,40	-R\$ 2.938,01	5,36%	5,54%	6,10%
150	-R\$ 3.092,43	-R\$ 2.973,27	-R\$ 2.615,78	9,26%	9,62%	10,20%
180	-R\$ 1.696,46	-R\$ 1.541,08	-R\$ 1.074,95	11,77%	12,00%	12,69%
200	-R\$ 1.064,95	-R\$ 885,33	-R\$ 346,49	12,83%	13,07%	13,79%
300	R\$ 5.395,75	R\$ 5.697,30	R\$ 6.601,98	20,38%	20,72%	21,72%
400	R\$ 11.389,20	R\$ 11.813,12	R\$ 13.084,89	25,27%	25,75%	26,96%

Para uma taxa de juros relativamente alta, os investimentos se tornam cada vez menos atrativos, e se justificam apenas para consumidores com um alto consumo de energia elétrica por mês, ou seja, a partir de 300 kWh.

Com a análise da Tab. 5, percebe-se que quanto maior o consumo, menor será o tempo de retorno do investimento, isso ocorre também pelo fato enunciado anteriormente sobre a taxa de disponibilidade cobrada pela companhia energética, a tabela indica os valores do *Payback* Simples para cada uma das bandeiras, esses valores são para quaisquer valores de TMA visto que o *Payback* Simples não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. Considerando um consumo de 100 kWh e bandeira verde, logo um cenário com baixa atratividade de investimento, o *Payback* Simples foi de aproximadamente 12 anos e 6 meses e para um cenário mais atrativo com um consumo de 400 kWh e bandeira vermelha o *Payback* Simples foi de 3 anos e 9 meses.

Tabela 5 - *Payback* Simples - Bandeiras

Consumo (kWh)	Verde	Amarela	Vermelha
100	12,46	12,26	11,61
150	9,59	9,35	8,53
180	7,78	7,69	7,29
200	7,17	7,06	6,73
300	4,88	4,79	4,57
400	3,95	3,89	3,71

Levando em consideração o valor do investimento no tempo, tem-se o *Payback* Descontado, com os resultados detalhados nas Tabelas 6, 7 e 8.

Tabela 6 - *Payback* Descontado - Bandeira Verde

Consumo (kWh)	5%	9,63%	14,25%
100	23,38	-	-
150	13,58	-	-
180	10,41	15,14	-
200	9,50	13,57	-
300	5,71	6,87	8,9
400	4,49	5,20	6,19

Para a Bandeira Verde, o investimento que há o retorno mais rápido é no caso do maior consumo com a TMA em 5%, esse é o valor atual da Selic, que apresenta previsões de continuar abaixando. Para a Bandeira Amarela, os resultados é apresentado na Tab. 7.

Tabela 7 - Payback Descontado - Bandeira Amarela

Consumo (kWh)	5%	9,63%	14,25%
100	22,59	-	-
150	13,26	-	-
180	10,19	15,41	-
200	9,31	13,20	-
300	5,61	6,72	8,61
400	4,42	5,09	6,04

Os resultados obtidos são próximos da Bandeira Verde variando apenas 2,5%, nota-se que para valores altos na taxa de juros, o investimento só é válido para valores de consumo alto, acima dos 300 kWh. E por fim, a Tab. 8, apresenta os resultados do Payback Descontado para a Bandeira Vermelha.

Tabela 8 - Payback Descontado - Bandeira Vermelha

Consumo (kWh)	5%	9,63%	14,25%
100	20,55	-	-
150	12,40	21,43	-
180	9,60	13,84	-
200	8,77	12,08	-
300	5,32	6,31	7,91
400	4,20	4,81	5,66

Nessa situação, tem-se o retorno mais rápido de todos os investimentos, que é uma TMA de 5% e consumo médio de 400 kWh, esse retorno se daria em aproximadamente 4 anos e 3 meses. Um cenário mais realista do que comparado ao Payback Simples.

4. CONCLUSÃO

Fato muito importante que envolve o estudo é a questão ambiental, onde esse modelo de geração de energia apresenta fonte de energia ilimitada, sustentável e limpa, não emitindo dióxido de carbono (CO₂) e ajudando a preservar o meio ambiente. E também a questão de geração de energia que é de extrema importância para o crescimento econômico e desenvolvimento do país.

Com os resultados obtidos, conclui-se que na atual conjuntura econômica do país (Novembro, 2019), onde a taxa básica de juros é de 5% a.a, o sistema fotovoltaico se torna viável para qualquer uma das bandeiras de consumo vigentes no município de Sacramento - MG, sendo uma oportunidade de investimento que pode gerar benefícios, no qual consumos de 300 kWh, o retorno ocorre em aproximadamente 5 anos e 9 meses, e para consumos de 400 kWh o retorno se dá aproximadamente em 4 anos e 6 meses. No entanto, considerando uma variabilidade na economia brasileira, com o aumento da inflação e das taxas de juros, o projeto pode se tornar inviável, por exemplo, para os consumos inferiores a 300 kWh com uma taxa de juros de 14,25% a.a.

Portanto, o projeto de instalação do sistema fotovoltaico ligado a rede, para geração de energia elétrica através da energia solar, é viável economicamente para os moradores da cidade estudada nas faixas apresentadas, sendo favorecidas com a queda das taxas de juros.

Como sugestão de trabalhos futuros, sugere-se a abordagem de outras regiões e/ou novos fatos relevantes na área, e assim, facilitar para que cada vez mais as fontes energéticas renováveis sejam popularizadas, acarretando em benefícios ambientais, econômicos e sociais.

REFERÊNCIAS

- ABREU FILHO, José Carlos de. Finanças corporativas / José Carlos Franco de Abreu Filho, Cristóvão Pereira de Souza, Danilo Américo Gonçalves, Marcus Vinícius Quintella Cury. – reimpressão – Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.
- ANEEL, (2012). Resolução Normativa nº 517, de 11 de Dezembro de 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012517.pdf>> Acesso em: 25/06/2019.
- BANCO CENTRAL, (2019). Taxas de juros básicas - Histórico. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>> Acesso em: 11/08/2019.

- CABELLO, Andrea Felipe; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. Energia fotovoltaica ligada à rede elétrica: atratividade para o consumidor final e possíveis impactos no sistema elétrico. 2013.
- CAMIOTO, F. C. (2013). Consumo energético nos setores industriais brasileiros - Uma avaliação de desempenho e estratégias para a redução da emissão de CO₂. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.
- CEMIG, (2019). Bandeiras Tarifárias. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/Bandeiras_tarif%C3%A1rias.aspx> Acesso em: 15/08/2019.
- CRESESB, (2014). Radiação Solar. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=301> Acesso em: 25/06/2019.
- EPE, (2018). Matriz Energética e Elétrica. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#ENERGETICA>> Acesso em: 02/11/2019.
- FONTES, Pedro Alves et al. Energia solar: alternativa energética e econômica para o Instituto Federal do Maranhão - Campus Bacabal. Revista Univap, v. 22, n. 40, p. 169, 2016.
- GITMAN, Lawrence J. Princípios da Administração Financeira. São Paulo: Editora Harper & Row do Brasil Ltda., 1984.
- IBGE, (2018). Panorama Sacramento. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sacramento/panorama>> Acesso em: 18/08/2019.
- MACHADO, Mardem de Almeida. Ensino de Matemática Financeira por CBT - Uma Abordagem Metodológica. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Curso de Pós-graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- MARINOSKI, Deivis Luis; SALAMONI, Isabel Tourinho; RÜTHER, Ricardo. Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC. In: Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. São Paulo, Brasil. 2004.
- SALAMONI, I.; RÜTHER, R. Potencial Brasileiro da Geração Solar Fotovoltaica conectada à Rede Elétrica: Análise de Paridade de Rede. IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Ouro Preto, 2007.
- SAMANEZ, Carlos Patrício. Matemática Financeira: aplicações à análise e investimentos. São Paulo: Editora Prentice Hall, 2001.
- SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. Decisões Financeiras e Análise de Investimento. São Paulo: Atlas, 2004.
- VIEIRA, João Batista. Avaliação Econômico-Financeira da Implantação de um Consórcio para Exploração de Argilas: Estudo de caso na Cadeia Produtiva Cerâmica de Rondônia. 2002. 223 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Curso de Pós-graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION OF PHOTOVOLTAIC SYSTEM IN RESIDENCES IN THE CITY OF SACRAMENTO – MG

Abstract. With the growing energy demand along with the current model of the energy matrix, the questioning about current means of production and how these impact society and the environment increases. One of the possible alternatives would be photovoltaic energy, since it comes from a renewable, clean source with great exploration potential in the country. Investing in this generation method will not always guarantee a financial return, therefore the objective of this work was to analyze the economic viability of the implementation of the photovoltaic system in the city of Sacramento-MG, for different consumption profiles with three situations of interest rates and three different energy tariffs. In order to achieve the proposed objective, methods of economic feasibility investigation were used, namely: the Net Present Value (NPV), the Internal Rate of Return (IRR), The Simple Payback and the Discounted Payback. The results obtained showed that for a scenario of the basic interest rate of 5%, regardless of the consumption profile and the current tariff, the investment is feasible. However, with an increase in interest rate of 9.63% the viability was only possible from xx kWh and for an interest rate scenario of 14.25% investment for consumers from xx kWh, that is, the economic political scenario directly influences the viability of investments in photovoltaic panels.

Keywords: *Photovoltaic System, Economic Feasibility, Base Interest Rate.*