

## **ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO NA CIDADE DE PORTO VELHO/RO**

Jefferson Camilo de Jesus Carvalho (UNESC) E-mail: jefferson.camilo@hotmail.com  
Francisco Elcimar Monteiro Silva (UNESC) E-mail: elcimar.monteiro.silva@gmail.com  
Alex Gomes Pereira (UFAM) E-mail: alexgp88@hotmail.com

**Resumo:** Atualmente, a utilização da energia fotovoltaica vem se destacando no Brasil, por apresentar significativa redução da poluição e a emissão de tóxicos e, conseqüentemente, a diminuição do uso de combustíveis fósseis, aliado ao baixo custo de manutenção. O presente artigo estuda a viabilidade da utilização de sistemas fotovoltaicos na cidade de Porto Velho/RO. O estudo consiste em apresentar a viabilidade técnica e econômica de implantação do Sistema Fotovoltaico em residências familiares. Observa-se que a utilização do sistema fotovoltaico apresenta redução de 63,76% em comparação a utilização somente da distribuição fornecida pela concessionária.

**Palavras-chave:** Sistemas Fotovoltaicos, Viabilidade, Sustentabilidade.

## **FEASIBILITY STUDY FOR THE IMPLEMENTATION OF THE SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEM IN THE CITY OF PORTO VELHO / RO**

**Abstract:** Currently, the use of photovoltaic energy has been prominent in Brazil, significantly reducing the pollution and the emission of toxic and, consequently, the increase of the use of fossil fuels, together with the low cost of maintenance. The present article studies the viability of the use of photovoltaic systems in the city of Porto Velho / RO. The teaching is in presenting a technical and economical feasibility of implantation of the Photovoltaic System in family residences. It is observed that the use of the photovoltaic system presents a reduction of 63.76% compared to a single participation in the distribution subsidy by the concessionaire.

**Keywords:** Photovoltaic Systems, Feasibility, Sustainability.

### **1. INTRODUÇÃO**

A utilização dos sistemas fotovoltaicos, iniciou-se em 1983 pelo físico francês Edmond Becquerel. A partir de sua descoberta, os sistemas solares apresentaram evolução discreta no decorrer dos anos, em virtude dos altos custos para implantação e falta de conhecimento em razão da complexidade de suas atividades. No início do século XX, sua popularidade aumentou, principalmente pela preocupação constante com o meio ambiente, com a escassez de algumas fontes não renováveis e grandes investimentos dos países em utilização na busca de transicionar suas matrizes energéticas, de fontes poluentes para fontes de energia limpa. No Brasil o percentual de utilização de sistema chega a 0,2%, sendo em Rondônia apenas 0,002%.

Está pesquisa tem como objetivo avaliar uma residência com consumo médio em kW.h/mês, analisando de forma comparativa os custos entre fornecimento de energia elétrica pela rede da concessionária Eletrobras Distribuição Rondônia com o sistema de energia solar implantado, demonstrando a viabilidade técnica e econômica que o sistema oferece em custo Real (R\$) no cenário do município de Porto Velho. O investimento no sistema de energia solar é apresentado na forma de pesquisa em empresas de fornecimento com custos de aquisição mais rentável, conforme constam as normas brasileiras e certificação pelo Inmetro.

## 2. SISTEMA FOTOVOLTAICO

A utilização de placas de silício, iniciou-se na década de 60. Inicialmente, era apenas utilizado para alimentar os circuitos elétricos e eletrônicos dos satélites em órbita ao redor da terra. Posteriormente, foi utilizado em redes de telecomunicações. Durante a década de 80, o produto teve uma depreciação, possibilitando sua utilização como fonte de energia elétrica residencial. No início da década de 90, foi o marco para utilização do sistema em rede isolada (OFF GRID).

Em 1996, o sistema que era predominante isolado passa a ser interligado do sistema convencional (GRID TIE), sendo utilizado até hoje.

A pesquisa realizada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), demonstra o cenário atual do empreendimento em operação (Tabela 1) e não iniciado (Tabela 2) da capacidade de geração em energia elétrica no Brasil.

**Tabela 1** - Empreendimento em operação

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	617	558.544	561.000	0,36
Central Geradora Eólicas	468	11.492.439	11.449.243	7,43
Pequena Central Hidrelétrica	431	4.970.991	4.955.175	3,21
Central Geradora Solar Fotovoltaica	59	356.248	298.184	0,19
Usina Hidrelétrica	219	101.169.128	93.858.334	60,87
Usina Termelétrica	2.930	42.476.122	41.085.157	26,64
Usina Termonuclear	2	1.990.000	1.990.000	1,29
Total	4.726	163.013.472	154.197.093	100

Fonte: Adaptado da ANEEL (2017)

**Tabela 2** - Empreendimento não iniciado

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	37	26.531	0,22
Central Geradora Undi-elétrica	1	50	0
Central Geradora Eólicas	130	2.829.210	23,16
Pequena Central Hidrelétrica	134	1.758.220	14,39
Central Geradora Solar Fotovoltaica	65	1.651.093	13,52
Usina Hidrelétrica	8	731.540	5,99
Usina Termelétrica	180	5.217.993	42,72
Total	555	12.214.637	100

Fonte: Adaptado da ANEEL (2017)

No caso da energia solar fotovoltaica, os números de empreendimentos não iniciados superam os empreendimentos em operação, demonstrando o crescimento do sistema fotovoltaico no mercado de geração de energia elétrica.

### 2.1 Sistema interligado (ON GRID) e isolado (OFF GRID)

#### 2.1.1 On grid

O sistema interligado (ON GRID) quando há geração de energia elétrica, tem o objetivo de alimentar cargas no próprio projeto ou demandar para o Sistema Interligado (SIN). Toda a geração demanda é convertida em pontos ou créditos, que é utilizado para compensar o tempo de utilização da geração fornecida pela concessionária. Os horários de utilização dos pontos se dá pelo aspecto natural em que seu sistema não tem condições de gerar (período noturno, tempo chuvoso ou nublado). Conforme consta na resolução atualizada nº 687/2015, os pontos podem ser utilizados em um prazo máximo de 60 meses e podem ser

utilizados em qualquer propriedade do proprietário do sistema fotovoltaico. A Figura 1 apresenta o esquema do sistema ON GRID.

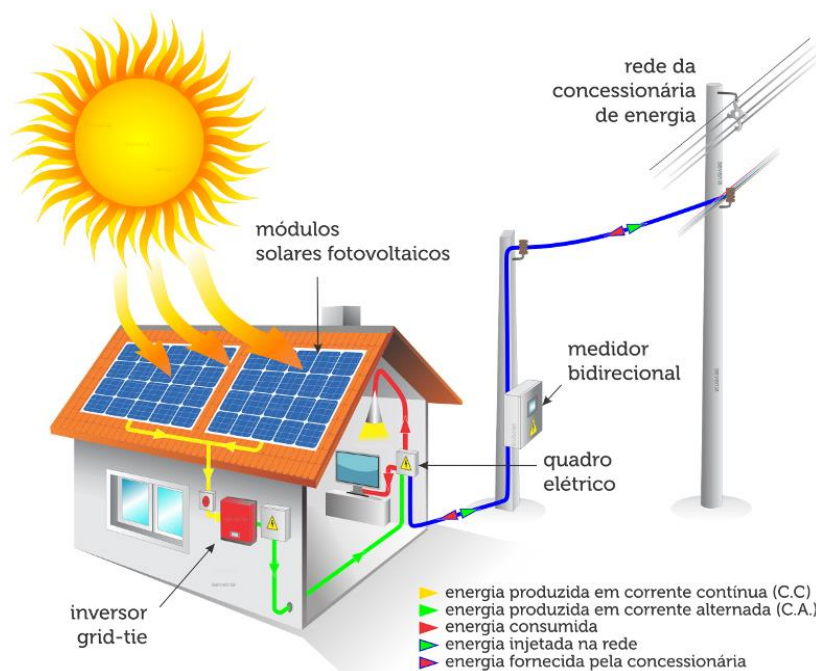


Figura 1 - Esquema do sistema ON GRID

### 2.1.2 Sistema Isolado (OFF GRID)

O método OFF GRID (Figura 2) são utilizados somente para sistemas desconectados do sistema de distribuição com SIN, podem ser classificados em autônomos (PURO) ou híbrido. Além disso, não podem ser interligados, em virtude de gera problemas para o sistema de distribuição. O sistema isolado é utilizado em áreas remotas, por não possuírem o SIN e em casos específicos.

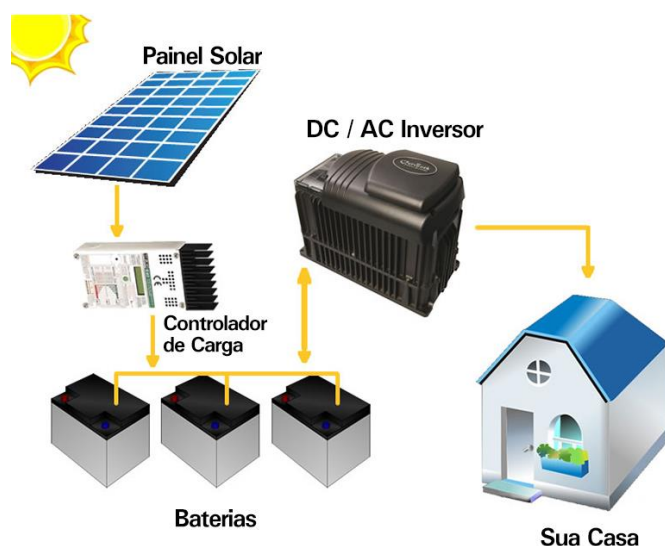


Figura 2 - Esquema do sistema OFF GRID

## 2.2 Resolução Normativa para Micro e Mini geração Distribuídas

De acordo com a Resolução Normativa nº 482/2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade.

Os incentivos à geração energia se dá por proporcionar ao sistema elétrico a redução no carregamento das redes elétricas e suas perdas, diversificação da matriz energética, fornecimento de maiores quantidades de eletricidade nos momentos de maior demanda, bem como o baixo impacto ambiental e a redução de investimentos em linhas de transmissão e distribuição.

A ANEEL, define microgeração distribuída como uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 quilowatts (kW) e minigeração distribuída diz respeito às centrais geradoras com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 megawatt (MW), para a fonte hídrica, ou 5 MW para as demais fontes.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Programa de simulação**

Com o objetivo de facilitar o cálculo do dimensionamento da potência a ser utilizada na usina de microgeração fotovoltaico foi criado o Simulador Solar. A ferramenta é fruto da colaboração entre o Desenvolvimento das Energias Alternativas na América Latina (IDEAL), e Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH e Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), e do Grupo Fotovoltaica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A ferramenta necessita das informações de consumo energético fornecido pela concessionária local, com base nos dados de consumo energético o programa apresenta valores de dimensionamento a ser implantado na potência (kWp) utilizado no consumo residencial atendendo à necessidade energética.

#### **3.2 Dimensionamento**

No cálculo de dimensionamento de uma usina de energia solar, que atenda a necessidade energética de uma residência, no qual será utilizado o sistema de compensação de energia, deve-se verificar:

- A irradiação solar da localidade;
- A média de consumo ao longo de um ano;
- Tipo de ramal de alimentação na entrada.

Conforme resolução normativa 687/2015 da ANEEL, os consumidores atendidos em baixa tensão (grupo B) terão que pagar, no mínimo, o valor referente ao custo de disponibilidade nos meses em que a geração for igual ou maior que o consumo da rede.

Portanto, com o intuito de otimizar os ganhos com a instalação do sistema de geração solar, o dimensionamento sofrerá um decréscimo de potência utilizada em kWh, nos cálculos do dimensionamento.

Considerando que há diversas soluções tecnológicas para geração de eletricidade solar em sistemas de pequeno porte, é necessário conhecer as condições físicas do local de instalação para então definir viabilidade de implantação do SFV e especificar os equipamentos mais adequados a ser utilizados, como:

- Tipo;
- Modelo;
- Quantidade de módulos;
- Capacidade do inversor.

Após definido os equipamentos, o start up do dimensionamento é determinar a forma de interligação dos módulos e posicionamento para obter maior eficiência, analisar estruturalmente o local de fixação dos módulos, definindo se há necessárias de reforço estrutural, por exemplo, suportar o peso do sistema ou para proteger o telhado. A Figura 3 apresenta a localidade de estudo do dimensionamento para implantação do SFV.



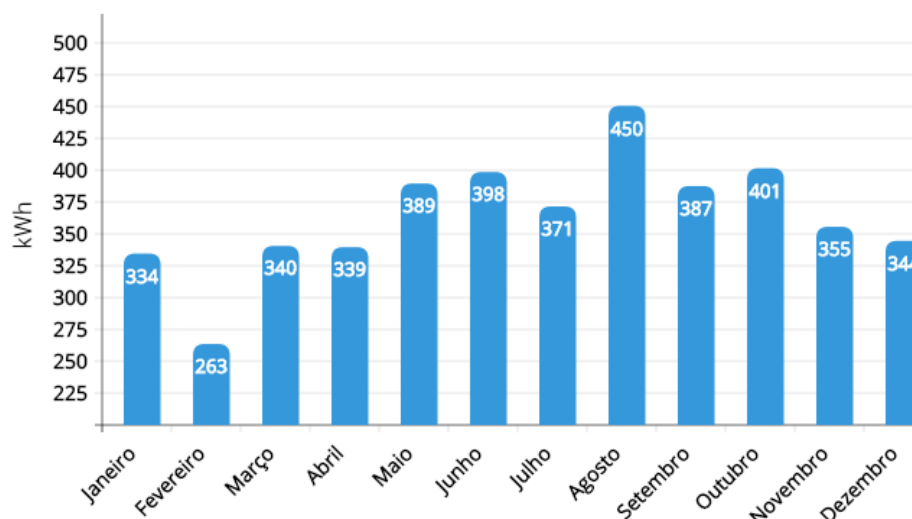
**Figura 3** - Localidade do caso de Estudo

A Tabela 3 demonstra a irradiação mensal da localidade do caso de estudo a ser utilizado no dimensionamento do SFV. A geração solar é estimada segundo a radiação mensal média da do local a ser instalado e a potência instalada do sistema a ser calculado.

**Tabela 3** - Irradiação mensal da localidade do caso estudo

Mês	Irradiação Global	Irradiação Inclinada	Irradiação Direta
Janeiro	4,68 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,46 kWh/m <sup>2</sup> /dia	2,95 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Fevereiro	4,45 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,36 kWh/m <sup>2</sup> /dia	2,35 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Março	4,64 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,67 kWh/m <sup>2</sup> /dia	2,82 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Abril	5,09 kWh/m <sup>2</sup> /dia	5,31 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,17 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Mai	4,97 kWh/m <sup>2</sup> /dia	5,35 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,73 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Junho	4,59 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,99 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,68 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Julho	3,99 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,33 kWh/m <sup>2</sup> /dia	3,99 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Agosto	5,28 kWh/m <sup>2</sup> /dia	5,57 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,70 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Setembro	5,76 kWh/m <sup>2</sup> /dia	5,88 kWh/m <sup>2</sup> /dia	5,15 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Outubro	5,69 kWh/m <sup>2</sup> /dia	5,64 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,88 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Novembro	5,43 kWh/m <sup>2</sup> /dia	5,64 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,03 kWh/m <sup>2</sup> /dia
Dezembro	5,56 kWh/m <sup>2</sup> /dia	5,28 kWh/m <sup>2</sup> /dia	4,66 kWh/m <sup>2</sup> /dia

A Figura 4 apresenta o levantamento energético consumido pela residência, dados de estudo e cálculo.



**Figura 4** - Levantamento do consumo em kWh

A Tabela 4 apresenta a potência recomendada para atender a demanda energética do caso em estudo.

**Tabela 4** - Características do Sistema Fotovoltaico

Características do Sistema Fotovoltaico	
Capacidade do seu sistema (Potência)	2,2 kWp
Área ocupada pelo seu sistema	15 a 19 m <sup>2</sup>
Inclinação aproximada dos módulos	9 <sup>o</sup>
Rendimento anual	1.267 kWh/kWp
Emissões de CO <sub>2</sub> evitadas	819 kg/a
Consumo elétrico anual	
Consumo Total	4,37 MWh
Seu consumo da rede elétrica	1,58 MWh
Sua geração fotovoltaica	2,79 MWh
Fonte: Adaptado do Simulador Solar do Instituto Ideal (2017)	

Analisando o resultado apresentado na Tabela 4, observa-se que com a implementação do SFV, a potência simulada, apresenta diminuição de consumo de energia fornecida pela concessionária. A redução é de aproximadamente 2,17 MWh, produzido pela microgeração SFV.

A simulação considera que o módulo fotovoltaico é instalado em direção ao Norte com inclinação ótima apresentada, a qual corresponde à latitude da localização escolhida. Para instalar o SFV deve analisar a condições de vizinhança quanto aos sombreamentos dos módulos. A Figura 5 apresenta redução na conta de energia elétrica com a instalação do SFV para o caso de estudo. Comparando o consumo atual sem o SFV, a implantação fornece uma redução significativa do consumo disponibilizado pela concessionária.

A fatura de energia nunca será igual à zero, pois conforme ANNEL, consumidores urbanos e rurais, pequenos comércios ou indústrias e alguns edifícios públicos atendidos em baixa tensão (grupo B), devem custear mensalmente, pela disponibilidade oferecida. Devido a interligação do ramal de entrada ser em trifásico, o custo de disponibilidade é de 100kWh, que mesmo não sendo utilizado deverá ser cobrado mensalmente pelo órgão administrador.

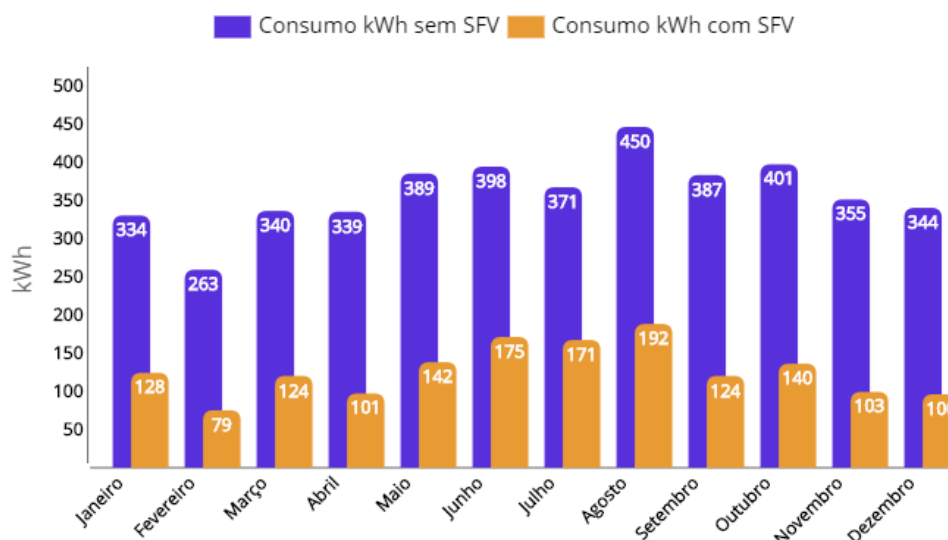


Figura 5 - Comparativo com e sem microgeração

A Figura 6 apresenta comparação do consumo elétrico detalhado no decorrer dos meses do ano de estudo com SFV conectado à rede.

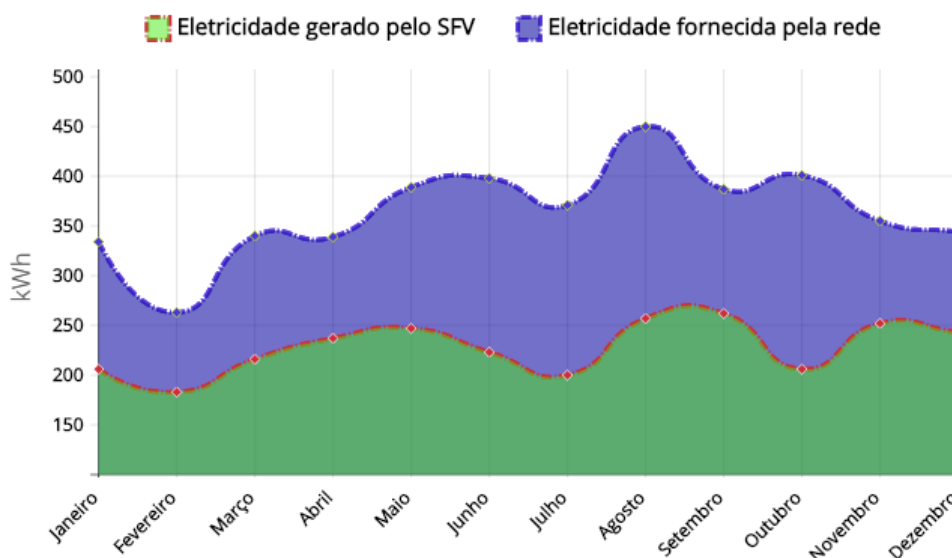


Figura 6 - Consumo detalhado rede e microgeração

A Tabela 5 apresenta os dados em planilha o cenário energético de consumo sem o SFV, geração do SFV e consumo mínimo exigido pela resolução da ANEEL 687/2015.

Os créditos de geração excedente não utilizado, pode ser utilizado para diminuir custo de utilização acima do consumo mínimo, a ser compensado a cada mês pela concessionária, conforme consta na resolução normativa 482/2012 da ANEEL, apresenta o sistema de compensação de energia.

Tabela 5 - Consumo Elétrico

Mês	Eletricidade total consumida	Eletricidade gerada pelo sistema FV	Eletricidade fornecida pela rede
Janeiro	334,00 kWh	205,81 kWh	128,19 kWh
Fevereiro	263,00 kWh	183,34 kWh	79,66 kWh
Março	340,00 kWh	215,73 kWh	124,27 kWh
Abril	339,00 kWh	237,23 kWh	101,77 kWh
Maior	389,00 kWh	246,85 kWh	142,15 kWh

Junho	398,00 kWh	222,76 kWh	175,24 kWh
Julho	371,00 kWh	199,67 kWh	171,33 kWh
Agosto	450,00 kWh	257,33 kWh	192,67 kWh
Setembro	387,00 kWh	262,57 kWh	124,43 kWh
Outubro	401,00 kWh	260,33 kWh	140,67 kWh
Novembro	355,00 kWh	251,93 kWh	103,07 kWh
Dezembro	344,00 kWh	243,62 kWh	100,38 kWh
Total Anual	4.371,00 kWh	2.787,17 kWh	1.583,83 kWh

Fonte: Adaptado do Simulador Solar do Instituto Ideal (2017)

O cálculo aproximado, prevê o abastecimento da demanda elétrica anual informada, descontando o consumo mínimo da rede elétrica referente custo de disponibilidade.

## 6. RESULTADO E DISCUSSÕES

Os resultado obtidos por meio de cálculos do consumo em apresentação deste tópico, em planilha de excel, são com base no consumo de kWh/mês é o preço base de fornecimento da distribuidora local. Com o resultado obtido em um ano de consumo sem e com o SFV, as bases para estimativa durante a vida útil dos equipamentos é de 25 anos. Com base nesses dados e com correção anual das tarifas em média 3% os resultados apresentado na Tabala 6 e 7, apresenta custo com os dois tipos de instalação.

Tabela 6 – Planilha de custo sem o SFV

Planilha orçamentária consumo em 25 anos sem a implantação do sistema fotovoltaico							
Cálculo consumo (2016 e 2017)				Correção de 3% em 25 anos*			
Média de kWh		Preço kWh	Valor pago no ano	Ano	Custo anual	Ano	Custo anual
Mês	Consumo kWh						
set/16	387	0,639	247,39	2018	2.883,86	2034	4.627,75
out/16	401	0,602	241,69	2019	2.970,37	2035	4.766,58
nov/16	355	0,652	231,52	2020	3.059,49	2036	4.909,58
dez/16	344	0,62	213,57	2021	3.151,27	2037	5.056,86
jan/17	334	0,693	231,55	2022	3.245,81	2038	5.208,57
fev/17	263	0,659	173,47	2023	3.343,18	2039	5.364,83
mar/17	340	0,641	218,04	2024	3.443,48	2040	5.525,77
abr/17	339	0,643	218,04	2025	3.546,78	2041	5.691,54
mai/17	389	0,639	248,91	2026	3.653,19	2042	5.862,29
jun/17	398	0,616	245,54	2027	3.762,78	Custo total R\$ sem sistema fotovoltaico	105.143,36
jul/17	371	0,65	241,52	2028	3.875,66		
ago/17	450	0,641	288,62	2029	3.991,93		
Consumo anual	4.371	-	2.799,86	2030	4.111,69		
				2031	4.235,04		
Consumo médio anual	364,25	0,58852	233,32	2032	4.362,09		
				2033	4.492,96		

Com os resultados obtidos pela Tabela 6, em 25 anos de utilização do sistema de distribuição o custo gerado é de R\$105.143,36.

Tabela 7 - Planilha de custo com SFV

Planilha orçamentária consumo em 25 anos com implantação do sistema fotovoltaico	
Cálculo consumo (2016 e 2017)	Correção de 3% em 25 anos*



Média de kWh		Preço kWh	Valor pago no ano	Ano	Custo anual	Ano	Custo anual
Mês	Consumo kWh						
set/16	124,43	0,639	79,54	2018	1.045,05	2034	1.676,99
out/16	140,67	0,602	84,78	2019	1.076,40	2035	1.727,30
nov/16	103,07	0,652	67,22	2020	1.108,69	2036	1.779,12
dez/16	100,38	0,62	62,32	2021	1.141,95	2037	1.832,49
jan/17	128,19	0,693	88,87	2022	1.176,21	2038	1.887,47
fev/17	79,66	0,659	52,54	2023	1.211,49	2039	1.944,09
mar/17	124,27	0,641	79,69	2024	1.247,84	2040	2.002,42
abr/17	101,77	0,643	65,46	2025	1.285,27	2041	2.062,49
mai/17	142,15	0,639	90,96	2026	1.323,83	2042	2.124,36
jun/17	175,24	0,616	108,11	2027	1.363,55	Custo total R\$ com sistema fotovoltaico  38.101,60	
jul/17	171,33	0,65	111,54	2028	1.404,45		
ago/17	192,67	0,641	123,57	2029	1.446,59		
Consumo anual	1.583,83	-	1.014,61	2030	1.489,99		
				2031	1.534,69		
Consumo médio anual	131,98	0,58852	84,55	2032	1.580,73		
				2033	1.628,15		

Com os resultados obtidos pela Tabela 7, em 25 anos de utilização do SFV o custo gerado pela utilização distribuído pela concessionária de energia é R\$38.101,60, redução de 63,76% em comparação a utilização somente da distribuição fornecida.

A Tabela 8 apresenta o retorno do investimento (PAYBACK) para instalação do SFV, com base no resultado da Tabela 8 e orçamento do custo do SFV de R\$13.539,24.

**Tabela 8 - Tempo de retorno do SFV**

PAYBACK		
Ano	% de economia	R\$ de economia
2018	63,76	1838,812538
2019	63,76	1893,976915
2020	63,76	1950,796222
2021	63,76	2009,320109
2022	63,76	2069,599712
2023	63,76	2131,687703
2024	63,76	2195,638334
2025	63,76	2261,507484
2026	63,76	2329,352709
2027	63,76	2399,23329
2028	63,76	2471,210289
2029	63,76	2545,346598
2030	63,76	2621,706995
2031	63,76	2700,358205
2032	63,76	2781,368952
2033	63,76	2864,81002
2034	63,76	2950,754321
2035	63,76	3039,27695
2036	63,76	3130,455259
2037	63,76	3224,368917
2038	63,76	3321,099984
2039	63,76	3420,732984
2040	63,76	3523,354973
2041	63,76	3629,055622
2042	63,76	3737,927291

O PAYBACK para o consumo utilizado no cálculo e base dos dados de dimensionamento do SFV e custo para implantação é de 7 anos. Os resultados obtidos são com estimativas de inflação sofrida anualmente, podendo sofrer variação conforme preço de distribuição e custo de aquisição do SFV, no tempo atual ainda são valores expressivos pela falta de apoio político para facilitar a aquisição, que podem melhorar com os anos.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esse trabalho apresenta estudo sobre viabilidade de instalação do SFV, para obtenção dos resultados e, conseqüentemente, identificar viabilidade, foi utilizado dados de consumo de uma residência com 4 pessoas.

Os resultados apresentaram economia de 63,76% em relação ao custo normal fornecido pela concessionária.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Empresa LUZ Energia pelos dados fornecimentos.

## **REFERÊNCIAS**

**DUTRA, RICARDO MARQUES.** *Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CRESESB). Brasil: CEPEL, 2008.*

**PEREIRA, FILIPE ALEXANDRE DE SOUSA,** Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica. Brasil: Arvato, 2015.

**SOUZA, RONILSON DI.** *Os sistemas de Energia Solar Fotovoltaica. São Paulo: BlueSol.*

**NAKABAYASHI, RENNYO.** *Microgeração Fotovoltaica no Brasil: viabilidade econômica. São Paulo: Abinee, 2015.*

**ANEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA DE ENERGIA ELETRICA.** *Informações Técnicas: Geração distribuída. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas>> Acesso em setembro 2017.*

**ANEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA DE ENERGIA ELETRICA.** *Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em setembro 2017.*

**ANEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA DE ENERGIA ELETRICA.** *Resolução Normativa nº 687, de 17 de abril de 2015. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>> Acesso em setembro 2017.*

**IDEAL, INSTITUTO PARA DESENVOLVIMENTO DE ENERGIA ALTERNATIVA NA AMERICA LATINA.** *Simulador Solar Disponível em: <<http://www.americadosol.org/guiaFV/>> Acesso em setembro de 2017.*

**PORTAL ENERGIA.** *Energias Renováveis. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/>> Acesso em outubro 2017.*

**EPE, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA.** *Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/>> Acesso em outubro 2017.*