

# SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE EM UM PRÉDIO RESIDENCIAL LOCALIZADO EM PORTO ALEGRE

Jocely José Bogoni – jbogoni@hotmail.com

Aline Cristiane Pan – aline.pan@puccrs.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Física

**Resumo.** O consumo excessivo de energia, aliado a possibilidade de redução dos combustíveis fósseis, tem forçado a comunidade científica a buscar novas fontes para suprir a demanda mundial. A utilização da energia proveniente do sol é hoje uma das alternativas mais promissoras. Existe uma variedade de possibilidades para o aproveitamento da energia solar, entre elas, a instalação de sistemas fotovoltaicos em prédios residenciais que apresenta um grande potencial de crescimento. O objetivo geral deste estudo é analisar a viabilidade da instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica em um prédio residencial localizado em Porto Alegre. Foram delimitados como objetivos específicos: conhecer os índices de irradiação do local de instalação, dimensionar os principais equipamentos e analisar a viabilidade econômica do sistema fotovoltaico. Como metodologia para este trabalho, inicialmente, optou-se por softwares livres para simular a irradiação solar e dimensionar o sistema. Em seguida, utilizou-se de pesquisa de mercado entre os diversos fabricantes para escolha dos principais componentes. Por fim, baseou-se em cálculos para analisar os indicadores de viabilidade e retorno do investimento. A estimativa de consumo do prédio ficou em 3.600 kWh, sendo que desse total 2.743 kWh são produzidos pelo sistema fotovoltaico, o equivalente a 76 % do consumo. Os 875 kWh restantes são fornecidos pela rede elétrica da concessionária local. Na análise da viabilidade econômica do sistema, foi considerado inicialmente, um investimento médio de R\$ 20.579,00 com aquisição dos equipamentos, tributos e demais serviços. Em seguida foi calculado o fluxo de caixa do sistema, adotando como parâmetro os valores referentes à produção de energia do sistema fotovoltaico, somados aos créditos gerados pelo sistema mais a inflação média de 2015. Desta forma, pelo cálculo do payback, foi concluído que são necessários entre 6 e 7 anos para recuperar o investimento inicial.

**Palavras-chave:** Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica, Energia Solar Fotovoltaica, Prédio Residencial.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento do consumo de energia mais que triplicou após a Revolução Industrial e estudos recentes mostram uma tendência de crescimento da demanda energética em consequência da recuperação econômica dos países em desenvolvimento (PEREIRA; MARTINS; ABREU; RÜTHER, 2006). Especialistas alertam que até 2030, quando o planeta atingir cerca de 8 bilhões de pessoas, haverá mais de 2 bilhões de pessoas utilizando mais energia (MME, 2007).

O consumo excessivo de energia, aliado a possibilidade de redução na oferta de combustíveis fósseis, tem forçado a comunidade científica a desenvolver novas fontes para suprir a demanda mundial. Nesse sentido, a utilização da energia proveniente do sol é hoje uma das alternativas mais promissoras. Existe uma variedade de possibilidades para o aproveitamento do potencial da energia solar, que vai desde centrais elétricas, veículos elétricos, aquecimento solar, pequenos e grandes sistemas fotovoltaicos, entre outras. Diante dessas diversas possibilidades, os sistemas fotovoltaicos instalados em prédios residenciais conectados à rede elétrica são uma alternativa que apresenta um grande potencial de crescimento. Em geral, o consumo mais significativo de um prédio residencial decorre da iluminação das áreas comuns tais como garagens, escadas, corredores, hall social e jardins, e do uso de equipamentos como elevadores, bombas de água, cerca elétrica, portões eletrônicos, entre outros.

O Brasil se destaca no cenário da energia solar por possuir, condições climáticas favoráveis, boa incidência de irradiação solar em praticamente todo território nacional e por possuir grandes reservas de silício. O silício é um material semicondutor utilizado na produção de eletroeletrônicos, ligas metálicas, cerâmicas, vidros, silicões e células solares (PINHO; GALDINO, 2014). Com o intuito de promover o desenvolvimento de fontes alternativas o governo brasileiro criou incentivos para estimular empreendedores e consumidores a investirem nesse segmento. Em 17 abr. 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criou a Resolução Normativa nº 482 que estabelece as condições para o acesso a micro e minigeração distribuída de energia elétrica. Recentemente, em 24 nov. 2015, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015 revisando a nº 482. As novas regras começaram a vigorar a partir de 1º mar. 2016, com a seguinte redação: “Microgeração Distribuída é caracterizada por uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras” (ANEEL, 2016) e “Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada ou para as

demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras” (ANEEL, 2016).

A legislação prevê, entre outras medidas, o sistema de compensação de energia, em que a eletricidade produzida pelos consumidores seja descontada da conta de luz e o excedente seja injetado no sistema da distribuidora. De acordo com as novas regras, o prazo de validade dos créditos passou de 36 para 60 meses após a data do faturamento. Outra inovação da norma diz respeito à instalação de geração distribuída em condomínios, cuja energia produzida pode ser compartilhada entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores. No Rio Grande do Sul, a Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), lançou em 24 nov. 2014 a IT-81-081, que dá acesso a Micro e Minigeração com Fontes Renováveis e Cogeração Qualificada ao Sistema de Distribuição. A Instrução Técnica estabelece as diretrizes básicas para a conexão de microgeração e minigeração ao sistema de distribuição da Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (CEEE, 2014).

Impulsionadas pelos novos incentivos e os avanços da tecnologia uma grande quantidade de empresas tem se especializado no desenvolvimento de projetos, comercialização, instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Além disso, bancos e cooperativas de crédito passaram a oferecer linhas de financiamentos especiais e facilitados para instalação de equipamentos fotovoltaicos.

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo geral analisar a viabilidade da instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica em um prédio residencial localizado em Porto Alegre. Para consecução desse objetivo, foram delimitados como objetivos específicos: conhecer os índices de irradiação do local de instalação, dimensionar os principais equipamentos do sistema fotovoltaico e analisar a viabilidade econômica do sistema conectado à rede.

## 2. DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE

A energia solar fotovoltaica pode ser facilmente integrada a edificações e interligada à rede de distribuição, como residências, prédios, instalações comerciais e industriais, escolas, hospitais, entre outros. Pois, apresentam uma característica modular com seus módulos fotovoltaicos. Os módulos fotovoltaicos trabalham convertendo a energia solar em eletricidade, injetando a energia produzida pelo sistema fotovoltaico diretamente na rede elétrica de distribuição.

Para que tenha um nível adequado de segurança e confiabilidade, o dimensionamento de um sistema fotovoltaico envolve, entre outros fatores, recurso solar, consumo de energia, disponibilidade de área, qualidade dos componentes e orientação dos módulos. A partir do dimensionamento do sistema é possível identificar os principais equipamentos, ter uma estimativa de custo e estimar a produção de energia (COELHO, 2016). Uma instalação solar fotovoltaica integrada a uma edificação e conectada à rede elétrica é composta por vários itens, incluindo módulos fotovoltaicos, sistema de fixação, inversor, diodos, fusíveis, disjuntores, cabos elétricos, terminais, proteções contra sobretensões e descargas atmosféricas e caixas de conexão (RÜTHER, 2004).

Este trabalho propõe o dimensionamento de um sistema fotovoltaico para suprir a demanda de energia elétrica para as áreas de uso comum de um prédio residencial conectado à rede. A instalação do sistema segue as normas previstas na IT-81-081, que dá acesso de Micro e Minigeração com Fontes Renováveis e Cogeração Qualificada ao Sistema de Distribuição para o Estado do Rio Grande do Sul.

### 2.1 Irradiação Solar

A irradiação solar incidente na região é de fundamental importância para se obter o máximo de rendimento de um sistema fotovoltaico. Por irradiação solar se entende a quantidade de energia solar incidente por unidade de superfície durante um período definido de tempo, normalmente um dia, mês ou ano. Costuma expressar-se em kWh/(m<sup>2</sup>.dia), kWh/(m<sup>2</sup>.mês) ou kWh/(m<sup>2</sup>.ano) (ALONSO; GARCÍA; SILVA, 2013).

O Atlas Brasileiro de Energia Solar (2006) mostra que o valor máximo de irradiação solar global no Brasil - 6,50 kWh/m<sup>2</sup> - ocorre ao norte do estado da Bahia. A menor irradiação solar global - 4,25 kWh/m<sup>2</sup> - acontece no litoral norte de Santa Catarina (PEREIRA; MARTINS; ABREU; RÜTHER, 2006, p. 31). O Brasil recebe mais de 2.200 horas de insolação por ano, um potencial equivalente a 15 trilhões de MWh. Isso corresponde a 50 mil vezes o consumo nacional de eletricidade (PEREIRA; MARTINS; ABREU; RÜTHER, 2006). A duração solar do dia varia em algumas regiões e períodos do ano. Em Porto Alegre, a capital brasileira mais meridional, situada entre as coordenadas geográficas de Latitude: 30° 1' 59" Sul e Longitude: 51° 13' 48" Oeste, a duração solar do dia varia de 10 horas e 13 minutos a 13 horas e 47 minutos, aproximadamente, entre 21 de junho e 22 de dezembro, respectivamente (MME, 2007).

A medição da irradiação pode ser obtida a partir do levantamento de dados efetuados por equipamentos específicos, imagens de satélite ou usar bancos de dados já existentes. No entanto, nada substitui a medição no local de implantação do projeto, e que incorreções podem advir das diferenças entre valores estimados e os valores reais (PINHO; GALDINO, 2014).

O Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB), desenvolveu o *software* livre SunData destinado ao cálculo da irradiação solar em qualquer ponto do território nacional. O programa constitui-se em uma ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. O *software* é baseado no banco de dados *Valores Medios de Irradiacion Solar Sobre Suelo Horizontal* do Centro de Estudios de la Energia Solar (CENSOLAR), contendo valores de irradiação solar média para 350 pontos no Brasil e países limítrofes (CRESESB, 2016).

O sistema de busca de localidades é feito por meio das coordenadas geográficas do ponto de interesse. O programa fornece os dados de irradiação solar para no mínimo três localidades disponíveis próximas do ponto de interesse (CRESESB, 2016). São fornecidos os valores de irradiação solar, em kWh/m<sup>2</sup> dia no plano horizontal, correspondentes às diárias médias mensais para os 12 meses do ano (CRESESB, 2016). Segundo o CRESESB (2016), para cada localidade selecionada o programa fornece também os valores com três diferentes ângulos de inclinação em relação ao plano horizontal: ângulo igual à latitude, ângulo que fornece o maior valor médio diário anual de irradiação solar, e o ângulo que fornece o maior valor mínimo diário anual de irradiação solar. A Tab. 1 detalha os cálculos da irradiação solar no plano inclinado para o município, extraídos do SunData.

Tabela 1 - Irradiação solar no plano inclinado para Porto Alegre.

Ângulo	Inclinação	Irradiação Solar Diária Média Mensal (kWh/m <sup>2</sup> dia)												
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Med
Plano Horizontal	0°	5,97	5,50	4,67	3,86	2,92	<b>2,42</b>	2,83	3,33	4,08	5,25	6,03	<b>6,50</b>	<b>4,45</b>
Ângulo Igual à Latitude	30° N	5,31	5,26	4,94	4,67	3,96	3,46	4,02	4,20	4,51	5,18	5,45	5,65	<b>4,72</b>
Maior Média Anual	24° N	5,52	5,39	4,96	4,58	3,81	3,30	3,84	4,09	4,50	5,28	5,65	5,90	<b>4,74</b>
Maior Mínimo Mensal	50° N	4,38	4,56	4,58	4,68	4,20	3,76	4,34	4,31	4,31	4,59	4,55	4,58	<b>4,40</b>

Fonte: CRESESB (2016).

Segundo a Tab. 1, dezembro é o mês com maior índice de irradiação média mensal com 6,50 kWh/m<sup>2</sup>/dia, quando se compara a inclinação de 0° no plano horizontal. O mês com menor incidência é junho, com 2,42 kWh/m<sup>2</sup>/dia, também com 0° de inclinação no plano horizontal. Quando se compara uma inclinação de 0°, obtém-se uma média anual de 4,45 kWh/m<sup>2</sup>/dia, contra uma média anual de 4,74 kWh/m<sup>2</sup>/dia, obtida com uma inclinação de 24° para o módulo fotovoltaico. Por outro lado, quando se utiliza o ângulo de 30°, igual à latitude do local, a irradiação solar média é de 4,72 kWh/m<sup>2</sup>/dia, o que resulta em uma diferença mínima de 0,02 kWh/m<sup>2</sup>/dia em relação à maior média anual.

Através da Tab 1, comprova-se que os maiores índices de irradiação solar são registrados entre os meses de outubro e março, período em que os módulos fotovoltaicos produzem o máximo de energia elétrica com alto índice de eficiência. Por outro lado, nos meses de abril a setembro a irradiação solar apresenta médias anuais mais baixas, um potencial quase que duas vezes menor que o registrado nos meses de verão. Nesse período os módulos fotovoltaicos passam a operar com baixa eficiência produzindo menos energia. Logo, adota-se para este estudo o ângulo de inclinação de 30°, com suas faces posicionadas para o norte geográfico, tendo em vista que a diferença entre a média de irradiação anual e a média obtida no ângulo igual à latitude são praticamente iguais. Pequenas variações na inclinação não resultam em grandes mudanças na energia produzida anualmente e a inclinação do gerador fotovoltaico pode estar dentro de 10° em torno da latitude local (PINHO; GALDINO, 2014).

Perdas por sombreamento são desprezíveis neste estudo, visto que não há obstruções por outras edificações ou vegetação ao redor do prédio e que todos os módulos estão montados sobre o mesmo plano, com inclinação igual à latitude, constituindo uma superfície única.

## 2.2 Características do Local de Instalação

A área de estudo deste projeto consiste num prédio residencial, denominado “Edifício Solar Valparaiso”, localizado entre as Ruas Valparaiso e Dezoito de Setembro, no município de Porto Alegre/RS. O prédio é composto por quatro pavimentos, subdivididos em nove habitações, com uma população média de vinte moradores. A Fig. 1 apresenta a imagem e a localização do edifício em estudo.



Figura 1 - Edifício Solar Valparaiso.  
Fonte: Autor e Google Earth (2016).

Identificar o consumo de energia elétrica de forma adequada é fundamental para o bom funcionamento do sistema (COELHO, 2016). Por tanto, o primeiro ponto para identificar a demanda é o correto levantamento do consumo de energia elétrica do edifício. Assim sendo, os dados do consumo médio mensal, custos pelo pagamento de energia elétrica e demais informações são levantadas a partir das últimas doze faturas mensais emitidas pela concessionária local. A Tab. 2 descreve a estimativa do consumo médio mensal e do custo médio de energia elétrica.

O prédio consome uma média mensal de 300 kWh de energia elétrica, conforme apresentado na Tab. 2, utilizada para alimentar os equipamentos das áreas de uso comum a um custo médio mensal de R\$ 229,67. Os valores de referência podem sofrer alteração por enquadramento de classe, variação de tributos, ou ainda acionamento do sistema de bandeiras quando comparados com a fatura de energia elétrica (PROCELINFO, 2016).

Tabela 2 - Consumo médio mensal de energia elétrica.

Mês	Consumo Médio (kWh)	Preço kW	Custo Total (R\$)
Outubro/2015	281	0,7136569	200,54
Novembro/2015	310	0,7182903	242,78
Dezembro/2015	266	0,7430827	217,77
Janeiro/2016	338	0,7808579	285,21
Fevereiro/2016	258	0,8168604	232,03
Março/2016	264	0,8037878	228,40
Abril/2016	281	0,7122272	200,14
Mai/2016	303	0,7132394	216,11
Junho/2016	350	0,7136794	249,79
Julho/2016	325	0,7225550	234,83
Agosto/2016	304	0,7155450	217,53
Setembro/2016	320	0,7214979	230,88
<b>Somatório</b>	<b>3.600</b>		<b>2.756,01</b>
<b>Média mensal</b>	<b>300</b>	-	<b>229,67</b>

Fonte: Adaptado de CEEE (2016).

### 2.3 Sistema Fotovoltaico

Como não há padronização de características de saída dos módulos fotovoltaicos, e suas especificações elétricas dependem até mesmo da tecnologia das células, a escolha de uma ferramenta computacional adequada pode ser determinante na análise de viabilidade técnica e econômica de um projeto (PINHO; GALDINO, 2014, p. 341). O simulador solar é uma ferramenta digital, muitos deles com livre acesso, que realiza cálculos da potência de um sistema fotovoltaico. O simulador solar América do Sol, ferramenta utilizada neste trabalho, é um *software* online gratuito que permite realizar uma simulação de um sistema fotovoltaico conectado à rede (AMÉRICA DO SOL, 2016).

Os principais dados de entrada no *software* para a realização do cálculo dos componentes do sistema são a latitude e o consumo mensal de energia elétrica. Conforme mostra a Tab. 2, o consumo médio mensal do prédio é de 300 kWh. Considerou-se a tarifa da última fatura de energia elétrica (setembro/2016), o tipo de conexão (monofásica) e a distribuidora de energia local. A partir dos dados inseridos, o simulador gera uma tabela contendo os resultados das principais características do sistema dimensionado. A Tab. 3 apresenta as principais características para o sistema fotovoltaico conectado à rede. Os dados das simulações disponíveis na Tab. 3 indicam que o sistema proposto consiste na instalação de um sistema fotovoltaico com uma potência de 2,2 kWp. O *software* gera também uma tabela que simula o consumo elétrico detalhado de energia elétrica para o sistema fotovoltaico. A simulação do consumo elétrico em um ano de operação do sistema está retratada na Tab. 4. É importante salientar que o simulador prevê o abastecimento da demanda elétrica anual informada pelo usuário, descontando um consumo mínimo da rede elétrica que corresponde ao custo de disponibilidade. A produção fotovoltaica estimada se refere aos dados para o primeiro ano de operação do sistema fotovoltaico, visto que anualmente há uma pequena perda do rendimento cerca de 0,5% (AMERICA DO SOL, 2016).

Tabela 3 - Características do sistema fotovoltaico.

Características do Sistema Fotovoltaico	
Capacidade do sistema	2,2 kWp
Consumo total de energia	3.600 kWh
Produção fotovoltaica	2.743 kWh
Consumo da rede elétrica	875 kWh
Rendimento anual	1.247 kWh/kWp
Inclinação aproximada dos módulos	30°
Área ocupada pelo sistema	De 15 a 19 m <sup>2</sup>

Fonte: America do Sol (2016).

Tabela 4 - Simulação do consumo elétrico do sistema.

Mês	Energia Total Consumida (kWh)	Energia Produzida pelo Sistema Fotovoltaico (kWh)	Energia Fornecida pela Rede (kWh)	Créditos Produzidos (kWh)
Janeiro	338,00	262,09	75,91	0,00
Fevereiro	258,00	350,25	27,75	0,00
Março	264,00	270,21	0,00	6,21
Abril	281,00	237,32	43,68	0,00
Maio	303,00	198,93	104,07	0,00
Junho	350,00	191,08	158,92	0,00
Julho	325,00	183,37	141,63	0,00
Agosto	304,00	221,60	82,40	0,00
Setembro	320,00	234,15	85,85	0,00
Outubro	281,00	221,92	59,08	0,00
Novembro	310,00	214,76	95,24	0,00
Dezembro	266,00	277,32	0,00	11,32
<b>Total Anual</b>	<b>3.600,00</b>	<b>2.743,00</b>	<b>874,53</b>	<b>17,53</b>

Fonte: America do Sol (2016).

Conforme o previsto na Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL, os créditos aparecem somente quando o sistema produzir mais energia do que o consumido no mês. Dados disponíveis na Tab. 4 indicam que nos meses de março e dezembro, o sistema produz um total de 17,53 kWh além da demanda do prédio. Esses créditos podem ser usados para compensar o consumo da rede nos meses subsequentes. No contexto das simulações apresentadas pelo software América do Sol, demonstrados na Tab. 3 e Tab. 4, a estimativa de consumo do prédio fica em 3.600 kWh para atender à demanda de energia das áreas de uso comum. Desse total, 2.743 kWh ao ano são produzidos pelo sistema fotovoltaico, o equivalente a 76 % da energia consumida pelo prédio. Enquanto que os 875 kWh restantes são fornecidos pela rede elétrica da concessionária local, correspondente a 24 % do consumo.

### 2.3.1 Módulos Fotovoltaicos

Para se estimar a quantidade de módulos fotovoltaicos necessários para suprir a demanda de 2,2 kWp, determina-se primeiramente, o modelo e a tecnologia ser utilizado. As marcas de módulos solares disponíveis no mercado são numerosas, sendo que a maioria ainda é importada. Cada tipo, rígido ou flexível, disponível no mercado tem suas próprias características que variam de acordo com a tecnologia utilizada. Em geral, os módulos são classificados no mercado de acordo com a sua potência elétrica de pico e o tipo de célula, mas existe um conjunto de características a serem consideradas na escolha do modelo adequado (PINHO; GALDINO, 2014). Em linhas gerais, características físicas, mecânicas e elétricas, compatíveis com a aplicação desejada, são algumas informações essenciais que devem ser observadas na escolha do módulo. A escolha de um fabricante também deve levar em consideração a credibilidade da empresa no que diz respeito à garantia dos módulos, e as características do produto em termos dos parâmetros elétricos, eficiência e pós venda (PINHO; GALDINO, 2014, p. 330).

Entre os diversos modelos disponíveis no mercado, foi feita uma pesquisa mais aprofundada entre os modelos CS6X-315P, fabricado pela *Canadian Solar* e o modelo GBR 315P, da marca nacional Globo Brasil. A *Canadian Solar* é uma empresa canadense considerada como uma das maiores fabricantes de módulos fotovoltaicos do mundo. No Brasil a fábrica é representada pela Canadian Solar Brasil Serviços de Consultoria em Energia Solar Ltda, nome fantasia Canadian Solar Brasil (CANADIAN SOLAR, 2016). O modelo GBR 315P, da marca Globo Brasil é fabricado pela Indústria Brasileira de Painéis Solares, considerada a primeira grande indústria de módulos fotovoltaicos do país com sede em Valinhos/SP (GLOBO BRASIL, 2016). A Tab. 5 apresenta um comparativo com as principais especificações técnicas dos módulos fotovoltaicos pesquisados no projeto, segundo a Condição Padrão de Teste (1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C e AM 1.5 G) encontradas nas folhas de dados dos respectivos fabricantes e certificação registrada no Programa Brasileiro de Etiquetagem de Módulos Fotovoltaicos, do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). O banco de produtos registrados informa quais modelos estão devidamente registrados para fabricação, importação e comercialização no País (INMETRO, 2016).

Um ponto importante a ser levado em consideração são as especificações técnicas dos dois modelos de módulos selecionados, entre os diversos disponíveis no mercado. No que diz respeito às informações apresentadas na Tab. 5, o modelo CS6X-315P da *Canadian Solar* é o que melhor atende aos requisitos do sistema proposto devido a garantia de potência mínima do módulo de 25 anos a 80% de sua potência original, respaldada por uma empresa brasileira no caso de falha do equipamento. A quantidade de 72 células de silício multicristalino em cada módulo, o que garante maior produção de energia com menor espaço físico ocupado. A tolerância de  $\pm 5\%$  de potência do módulo de 315 W, que pode produzir de 299 W até 330 W. Também se considera como pontos relevantes, o coeficiente de temperatura operacional das células entre -40 °C até 85 °C, dado de extrema importância para o cálculo de sistemas conectados à rede. A qualidade da moldura, confeccionando com uma estrutura reforçada de alumínio anodizado que dá resistência,

durabilidade e segurança nas instalações. A eficiência nas condições padrão de medida de 16,42 %, comparada aos melhores módulos disponíveis no mercado, é um dos principais atrativos desta tecnologia.

Tabela 5 - Especificações técnicas dos módulos fotovoltaicos.

<b>Especificações Técnicas</b>	<b>CS6X-315P</b>	<b>GBR 315P</b>
Marca	<i>Canadian Solar</i>	Globo Brasil
Fabricante/Fornecedor	Canadian Solar Brasil	Indústria Brasileira de Painéis Solares
País Origem	Canadá	Brasil
Modelo	CS6X-315P	GBR 315P
Potência Máxima	315 W	315 W
Voltagem Máxima do Sistema	1.000 V	1.000 V
Voltagem Máxima Potência (Vmp)	36,6 V	30,80 V
Corrente de Máxima Potência (Imp)	8,16 A	8,61 A
Voltagem de Circuito Aberto (Voc)	45,1 V	45,38 V
Corrente de Curto Circuito (Isc)	9,18 A	9,50 A
Eficiência do Módulo	16,42 %	16,20 %
Tolerância de Potência	0 ± 5 W	0 ± 5 W
Número de Células	72 (6 x 12)	72 (6 x 12)
Tipo de Célula	Silício Multicristalino	Silício Multicristalino
Massa	22 kg	27 kg
Temperatura operacional da célula	-40 °C até 85 °C	-40 °C até 85 °C
Cobertura Frontal	Vidro temperado de 3.2 mm	Não Informado
Material Moldura/Estrutura	Liga de Alumínio Anodizado	Alumínio
Dimensões	1954 x 982 x 40 (mm)	1956 x 992 x 40 (mm)
Área de superfície	1,92 m <sup>2</sup>	1,94 m <sup>2</sup>
Caixa de Derivação	IP67, 3 diodos	Não Informado
Conectores	MC4 ou comparável a MC4	Não Informado
Tempo de Garantia de fabricação	10 anos	5 anos
Tempo de Garantia com 80% eficiência	25 anos	Não Informado
Preço médio no mercado	R\$ 889,00 a 1.099,00	R\$ 999,00 a 1.130,00
Certificação no INMETRO	Classe A	Classe A

Fonte: Adaptado de *Canadian Solar* (2016) e *Globo Brasil* (2016).

No que se refere ao peso, de acordo com a Tab. 5, cada módulo da *Globo Brasil* tem 5 kg a mais do que o modelo da *Canadian Solar*, diferença essa que reduz consideravelmente o peso sobre a laje do prédio. Por fim, no requisito cálculo de potência em relação ao custo, o modelo da *Canadian Solar* apresenta menor preço, diferença que reduz os custos de aquisição do sistema como um todo. O dimensionamento adequado dos módulos contribui para a minimização ou até a eliminação de falhas no sistema, diminuindo os custos de manutenção e operação do sistema. A quantidade de módulos fotovoltaicos necessários para atender a carga dimensionada é calculada dividindo-se a energia que se deseja atender pela energia produzida por cada módulo (COELHO, 2016). Assim, neste trabalho conclui-se que são necessários 7 módulos fotovoltaicos de 315 W, para suprir a demanda necessária.

Os módulos devem ser interligados em uma associação em série, de modo a se obter um aumento da tensão de saída do sistema. Na associação em série, chamada de fileira ou *string*, os módulos tem suas tensões somadas, e a tensão do sistema é a soma das tensões individuais de cada módulo (SOUZA, 2014). Uma das principais vantagens das fileiras reside na menor influência da sombra no sistema, uma vez que o módulo com o maior sombreamento determina a corrente total da fileira. A corrente é a média das correntes de cada módulo, por isso não é aconselhável a associação de módulos de capacidades distintas (SOUZA, 2014). Módulos de correntes diferentes podem causar superaquecimento do sistema. O sistema dimensionado neste projeto deve ser instalado sobre uma laje de 21 m<sup>2</sup>, localizada na parte superior do prédio. A área necessária para a instalação é de aproximadamente 15 m<sup>2</sup>, incluindo módulos, estruturas e demais componentes. Cada módulo possui em média 1,92 m<sup>2</sup> o que perfaz um total de 13,5 m<sup>2</sup>, os outros 1,5 m<sup>2</sup> em média são da estrutura metálica para fixá-lo na laje, acrescido da passagem entre um módulo e outro.

### 2.3.2 Inversor

O inversor tem como principal função converter a corrente contínua fornecida pelos módulos fotovoltaicos para corrente alternada, compatível com a da rede elétrica da concessionária (PORTAL SOLAR, 2016). Seu papel secundário é garantir a segurança do sistema e gerar dados da produção de energia para o monitoramento do desempenho do seu sistema (PORTAL SOLAR, 2016). Para se estimar o inversor apropriado para suprir a demanda de 2,2 kWp, determina-se primeiramente, o modelo a ser utilizado. Assim como na escolha do fabricante dos módulos, a

seleção por um fabricante de inversor deve levar também em consideração a credibilidade da empresa no que diz respeito à garantia do equipamento, capacidade produzida e assistência técnica no território brasileiro (PINHO; GALDINO, 2014). A potência do inversor deve ser igual ou superior à potência máxima dos módulos fotovoltaicos, de forma que consiga suportar a tensão em circuito aberto do sistema (COELHO, 2016).

As marcas e modelos de inversores disponíveis no mercado, assim como dos módulos são numerosas, a grande maioria também é importada. Diante dos diversos modelos pesquisados no mercado, utiliza-se como comparativo o modelo ST2200TL da marca B & B Power e o modelo Fronius Galvo 2.5-1, ambos com potência de 2,5 kWp. Os inversores para sistemas com potência-pico até 5 kWp são, geralmente, monofásicos (PINHO; GALDINO, 2014). A Tab. 6 apresenta um comparativo das principais especificações técnicas dos inversores estudados no projeto, segundo as recomendações dos fabricantes. A partir das informações apresentadas na Tab. 6, conclui-se que o inversor comercial que mais atende a demanda dimensionada é modelo ST2200TL da marca B & B Power, com 2,5 kWp de potência. Assim como na escolha dos módulos, alguns aspectos são levados em consideração no critério de seleção do modelo apropriado. Consideram-se como critérios de qualidade do inversor, a garantia de fábrica de pelo menos 6 anos, operação em faixa ampla de tensão de entrada, boa regulação na tensão de saída, vida útil estimada entre 10 a 15 anos, frequência da tensão de saída de 50/60 Hz, peso de 13,9 kg, baixa emissão de interferência magnética e ruído, alta eficiência de 97,8 %, com melhor aproveitamento da energia produzida pelos módulos. Um diferencial de 1% na eficiência do inversor pode resultar 10% a mais em energia produzida ao longo de um ano (RÜTHER, 2004, p. 31).

O inversor tem sua entrada interligada aos módulos fotovoltaicos associados em série, oferecendo maior segurança na operação e manutenção do sistema. A tensão de entrada é igual à soma das tensões dos módulos, de maneira a garantir a compatibilidade entre as tensões do sistema com a janela de operação do inversor. Fornece três possibilidades de saídas de tensão a partir de 127 V, adequada para alimentar os equipamentos do prédio e a rede da concessionária. O inversor usa um oscilador para sincronizar a sua frequência com a da rede elétrica da distribuidora em 60 Hz e limitar a voltagem para que ela não fique nem acima nem abaixo da rede (127 V, neste caso). Também são projetados para se desconectar rapidamente da rede quando esta deixar de fornecer energia, no caso de desligamentos para reparo ou falhas na rede (PORTAL SOLAR, 2016).

Tabela 6 - Especificações técnicas dos inversores.

<b>Especificações Técnicas</b>		
Marca	B & B Power	Fronius
Modelo	ST2200TL	Galvo 2.5-1
Origem	China	Áustria
Eficiência média	97,8 %	96,1 %
Tempo de garantia	6 anos	5 anos
Vida útil estimada	10 a 15 anos	10 a 15 anos
Potência máxima de entrada	2.350 W	2.650 W
Potência nominal de saída	2.200 W	2.500 W
Máxima alimentação CC	2,5 kW	2,5 kW
Máxima alimentação CA	2,2 kW	2,2 kW
Máxima voltagem CC	550 V	550 V
Voltagem mínima de CC	120 V	165 V
Corrente máxima de entrada	15 A	16,6 A
Faixa de tensão MPP	150 - 500 V	165 - 440 V
Faixa de tensão saída CA	176 - 276 V	Não informado
Voltagem nominal de saída CA	127, 220, 240 V	180 a 270 V
Corrente máxima de saída	11 A	12,1 A
Taxa de harmônicos	< 3 %	Não informado
Frequência	50, 60 Hz	60 Hz
Peso	13,9 kg	16,8 kg
Preço médio no mercado	R\$ 4.900,00 a 7.340,00	R\$ 5.190,00 a 8.690,00
Temperatura de operação	-25 °C ± 60 °C	-25 °C ± 50 °C

### 2.3.3 Dispositivos Eletrônicos

Depois de passar pelo inversor, a eletricidade passa pelo quadro de distribuição e posteriormente é distribuída para as áreas de uso comum do prédio. Outra parte segue para o relógio de medição de energia, com leitura bidirecional, localizado na parte externa do prédio. A distribuidora é responsável por adquirir e instalar o sistema de medição, sem custos para o acessante no caso de microgeração distribuída, assim como pela sua operação e manutenção, incluindo os custos de eventual substituição (ANEEL, 2016).

É utilizado também no sistema, em sincronia com a frequência da rede (60 Hz), um oscilador local que corrige a tensão para que a mesma não seja superior à tensão da rede. Além dos componentes fundamentais descritos, existem outros componentes de grande importância para o correto funcionamento do sistema. Estes componentes englobam

caixa de junção, cabeamento, estrutura de suportes, interruptores, conectores, fusíveis, diodos, dentre outros, que contribuem para qualidade e durabilidade do sistema.

### 3. ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

A partir da análise da viabilidade de implementação técnica dos componentes é possível fazer uma análise econômica do sistema fotovoltaico. Inicialmente é feito um estudo da média mensal de energia elétrica utilizada para alimentar os equipamentos. Considerando a Tab. 2, o consumo médio mensal do prédio é de 300 kWh. No contexto das simulações apresentadas pelo *software* America do Sol, demonstradas na Tab. 3, o projeto consiste na instalação de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede com uma potência de 2,2 kWp mensal.

O investimento médio com aquisição dos equipamentos, serviços de instalação e trâmites burocráticos para o sistema conectado à rede, sem considerar os custos de manutenção, somam um total de R\$ 20.579,00. Com base nos dados coletados, o sistema proposto para o prédio residencial é composto pelos equipamentos descritos na Tab. 7, com a respectiva estimativa dos custos necessários.

Ressalta-se que são valores estimados obtidos durante o período de desenvolvimento deste projeto, a partir de empresas fornecedoras dos equipamentos e instaladoras dos sistemas. Além disso, os preços variam muito de empresa para empresa fornecedora. No valor acima são considerados também, pela maioria das empresas, os custos com horas técnicas de consultoria, leis sociais e de previdência, ferramental de execução, instrumental de verificação técnica, deslocamentos e impostos. Na análise da viabilidade econômica é possível perceber pelas últimas 12 faturas fornecidas pela CEEE, apresentadas na Tab. 2, que o valor médio do kWh/ano pago pela energia fica em R\$ 0,7396066, não tendo distinção de valores em horário de ponta e fora da ponta ou sistema de bandeiras tarifárias. Entretanto, antes de elaborar um fluxo de caixa é preciso avaliar a evolução da tarifa média de energia elétrica ao longo dos últimos anos. A título de ilustração utiliza-se como referência a Fig. 2, constante na Nota Técnica 147/2015, elaborada pelo Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócios Econômicos (DIEESE), que trata da evolução da tarifa de energia elétrica no Brasil no período de jan/2013 a jun/2015.

Tabela 7 - Estimativa de custos dos principais equipamentos.

Material Utilizado	Quantidade	Preço Unitário Médio (R\$)	Preço Total (R\$)
Módulo fotovoltaico	7	994,00	6.958,00
Inversor tipo <i>Grid Tie</i>	1	6.120,00	6.120,00
Caixa de junção com acessórios	1	1.337,00	1.337,00
Relógio de medição de energia	1	652,00	652,00
Cabeamento	-	820,00	820,00
Estrutura de fixação dos módulos	-	1.218,00	1.218,00
Mecanismos de proteção	-	733,00	733,00
Componentes diversos	-	1.659,00	1.659,00
Projeto, Consultoria, Serviços, Legislação e Impostos	-	1.082,00	1.082,00
<b>Total</b>	-	-	<b>20.579,00</b>

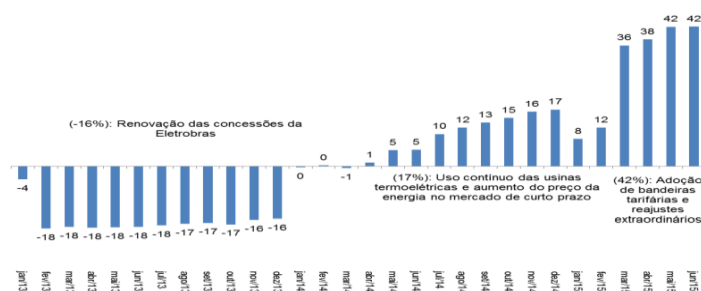


Figura 2 - Evolução da tarifa de energia elétrica no Brasil de jan/2013 a mar/2015.

Fonte: DIEESE (2016).

Como se pode observar na Fig. 2, no ano de 2013 as tarifas foram reduzidas em 16% devido à renovação antecipada das concessões das empresas do grupo Eletrobrás e da diminuição de alguns encargos setoriais (DIEESE, 2016). Em 2014, a tarifa de energia apresentou tendência inversa à verificada em 2013 encerrado o ano com aumento de cerca de 17,0 % a partir do uso contínuo de usinas termoeletricas (DIEESE, 2016). Já em 2015, observa-se uma explosão dos preços da energia, com variação de mais de 36 % somente no primeiro trimestre, fechando o semestre em 42 % devido à adoção de bandeiras tarifárias e reajustes extraordinários (DIEESE, 2016). Todavia não é possível fazer uma previsão da evolução dos índices tarifários de energia elétrica para os próximos anos. Adota-se, portanto, como



cenário padrão para este estudo o acréscimo do percentual de inflação de 10,67 % referente ao ano de 2015, a título de simulação para o valor médio do kWh/ano para cálculo do *payback* considerado. Os dados para o custo da energia e de tempo de retorno do investimento, no cenário padrão, são apresentados na Tab. 8.

São considerados na Tab. 8 os valores médios em kWh referentes à produção de energia simulada do sistema fotovoltaico, mais os valores dos créditos gerados que deixam de serem pagos à distribuidora local de energia. Desta forma, pelo cálculo do *payback*, são necessários entre 6 e 7 anos para recuperar o investimento inicial proposto de R\$ 20.579,00 isto é, antes da meia vida do projeto. Portanto, a partir dos resultados obtidos, em aproximadamente 7 anos o sistema já estará totalmente pago. Porém, é importante salientar que não existe previsão sobre aumento ou redução da tarifa de energia elétrica para os próximos anos. Caso os aumentos sigam as médias registradas em 2014 e 2015, apresentados na Fig. 6, a previsão é que o retorno possa cair para até 5 anos. Assim, conclui-se que os resultados obtidos no estudo mostram que a tecnologia de energia solar fotovoltaica se reflete altamente viável economicamente para os consumidores do prédio em estudo. Os 25 a 30 anos de vida útil estimada se devem ao tempo de funcionamento dos módulos fotovoltaicos, já os inversores possuem uma vida útil estimada de 10 a 15 anos. Durante este período será necessário substituir alguns componentes do sistema como, diodos, conectores, fusíveis, cabeamento e outros componentes com períodos de garantia menores. A manutenção preventiva nesse período é relativamente rápida e simples que podem ser feitas pelo próprio usuário. Consiste basicamente em inspeção visual e limpeza dos módulos, verificação do painel do inversor, fusíveis e disjuntores danificados e cabeamentos frouxos ou oxidados, para garantir o bom funcionamento e a vida útil dos componentes.

Tabela 8 - Custo da energia e de tempo de retorno do investimento.

Ano	kWh Referência	Preço médio kWh (R\$)	+ Inflação 10,67 %	Economia Energia (R\$)	<i>Payback</i> Descontado (R\$) - 20.579,00
1	(2.743) + (17) = 2.760 kWh	0,7396066	0,8185226	2.259,12	- 18.319,87
2		0,8185226	0,9058589	2.500,17	- 15.819,70
3		0,9058589	1,0025140	2.766,93	- 13.052,76
4		1,0025140	1,0192559	2.813,14	- 10.239,61
5		1,0192559	1,1280105	3.113,30	- 7.126,30
6		1,1280105	1,2483692	3.445,49	- 3.680,80
7		1,2483692	1,3815701	3.813,13	+ 132,33

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo objetivou analisar a viabilidade da instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica, como alternativa para produzir energia para as áreas de uso comum de um prédio residencial localizado em Porto Alegre. O ângulo de inclinação de 30°, igual ao da latitude, com suas faces posicionadas para o norte geográfico foi confirmado como a melhor orientação para o sistema. Para dimensionar os dois principais componentes tomou-se como referência a simulação de um sistema de 2,2 kWp. Foi escolhido o módulo fotovoltaico da marca *Canadian Solar* de 315 W e o inversor da marca *B & B Power* de 2,5 kWp. Consequentemente, foi comprovado que são necessários 7 módulos fotovoltaicos de 315 W para compor o sistema, os quais ocupam cerca de 71% da área disponível (15 m<sup>2</sup>). A estimativa de consumo anual do prédio é de 3.600 kWh, sendo que desse total 2.743 kWh são produzidos pelo sistema fotovoltaico, o equivalente a 76 % do consumo. Os 875 kWh restantes são fornecidos pela rede elétrica da concessionária local, correspondente a 24 % do consumo.

Na análise da viabilidade econômica do sistema, foi considerado inicialmente, um investimento médio de R\$ 20.579,00 com aquisição dos equipamentos, tributos e demais serviços. Em seguida foi calculado o fluxo de caixa do sistema, adotando como parâmetro os valores referentes à produção de energia do sistema fotovoltaico, somados aos créditos gerados pelo sistema mais a inflação média de 2015. Desta forma, pelo cálculo do *payback*, foi concluído que são necessários entre 6 e 7 anos para recuperar o investimento inicial. Assim sendo, é possível afirmar que o projeto da implantação de energia solar fotovoltaica se reflete altamente viável economicamente para os consumidores do prédio, dado que a expectativa de vida útil dos módulos varia entre 25 a 30 anos. No entanto, não considerou-se gastos com manutenção e reposição de materiais, pois os custos variam com a empresa de manutenção ou fornecedora de componentes. Este trabalho mostra a importância da utilização desta tecnologia em prédios residenciais, visto que possibilitam tornar praticamente autônomos das fontes tradicionais de energia.

#### REFERÊNCIAS

- Alonso, M.C; García, F.S. e Silva, J.P. Energia Solar Fotovoltaica. Observatório de Energias Renováveis para América Latina e o Caribe. ONUDI, 2013.
- Canadian Solar. Disponível em: <<http://download.aldo.com.br/pdfprodutos/Produto31403IdArquivo3591.pdf>> Acesso em: 28 set. 2016.
- Centro Brasileiro de Informações de Eficiência Energética. - Procel Info. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br>>

- com.br/main.asp?View=%7BE6BC2A5F-E787-48AF-B485-439862B17000%7D> Acesso em: 21 set. 2016.
- Coelho, D., Energia Solar Fotovoltaica: Guia Prático de Dimensionamento - Versão 1.0. Disponível em: <<https://www.escoladaenergia.com>> Acesso em: 09 set. 2016.
- Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE). Disponível em: <[http://www.ceee.com.br/comercial/portal/ceee/component/BTFormService\\_SegundaVia2012.aspx?c=74652720](http://www.ceee.com.br/comercial/portal/ceee/component/BTFormService_SegundaVia2012.aspx?c=74652720)> Acesso em: 24 maio 2016.
- Globo Brasil. Disponível em: <<http://www.paineisglobobrasil.com.br/>> Acesso em: 28 set. 2016.
- Instituto Nacional e Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/tabela\\_fotovoltaico\\_modulo.pdf](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/tabela_fotovoltaico_modulo.pdf)> Acesso em: 29 out. 2016.
- Instrução Técnica (IT-81-081). Acesso de Micro e Minigeração com Fontes Renováveis e Cogeração Qualificada ao Sistema de Distribuição. Versão 3.0: CEEE-D, 2014.
- Inversor ST2000TL. Disponível em: <<http://www.bbpower.cn/hreehasengridnverte/60-68.html>> Acesso em: 15 maio 2016.
- Inversor Fronius. Disponível em: <[http://www.fronius.com/cps/rde/xbr/SID-A5F26CDF-D0B12F10/fronius\\_uk/42\\_0410\\_1984\\_298290\\_snapshot.pdf](http://www.fronius.com/cps/rde/xbr/SID-A5F26CDF-D0B12F10/fronius_uk/42_0410_1984_298290_snapshot.pdf)> 20 out. 2016.
- Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007.
- Micro e Minigeração com Fontes Renováveis e Cogeração Qualificada ao Sistema de Distribuição (IT-81-081). Disponível em: <<http://www.ceee.com.br>> Acesso em: 13 set. 2016.
- Micro e minigeração distribuída: Sistema de compensação de energia elétrica / Agência Nacional de Energia Elétrica. 2. ed - Brasília: ANEEL, 2016.
- Nota Técnica Número 147/DIEESE: Comportamento das tarifas de energia elétrica no Brasil. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/notatecnica/2015/notaTec147eletricidade.pdf>> Acesso em: 22 out. 2016.
- PEREIRA, Enio Bueno; MARTINS, Fernando Ramos; ABREU, Samuel Luna e RÜTHER, Ricardo. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 1ª ed. São José dos Campos: INPE, 2006.
- PINHO, João Tavares e GALDINO, Marco Antônio. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos (MESF). 1ª ed. Rio de Janeiro: CEPEL/CRESESB, 2014.
- Portal Solar: Inversor solar. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/o-inversor-solar.html>> Acesso em: 20 out. 2016.
- Professional Map and Data Products. Disponível em: <<http://solargis.com/products/maps-and-gis-data/free/overview/>> Acesso em: 08 out. 2016.
- RÜTHER, Ricardo; Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: LABSOLAR, 2004.
- Simulador Solar. Disponível em: <<http://www.americadosol.org/simulador/>> Acesso em: 26 set. 2016.
- SOUZA, Ronilson di. Introdução a Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica. 1ª ed. Ribeirão Preto. Blue Sol Energia Solar, 2014.
- SunData. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>> Acesso em: 26 set. 2016.

## **GRID-CONNECTED PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM IN A RESIDENTIAL BUILDING LOCATED IN PORTO ALEGRE**

---

**Abstract.** *The excessive energy consumption, associate with the possibility of reducing fossil fuels, has forced the scientific community to research new sources to supply the worldwide demand. The use of energy from the sun is now one of the most promising alternatives. There are a variety of possibilities for the use of solar energy, including the installation of photovoltaic systems in residential buildings has a great growth potential. The general objective of this study is to analyze the viability of installing a grid-connected photovoltaic power system connected to the grid in a residential building located in Porto Alegre. Were delimited as specific objectives: to know the irradiation levels of the installation location, to dimension the main equipment and analyze the economic viability of the photovoltaic system. The methodology for this work, initially, we opted for free software to simulate solar irradiation and scale out the system. Then we used market research among the several manufacturers to choose the main components. Finally, based on calculations to analyze the viability of indicators and return of the investment. The estimated consumption of the building was 3,600 kWh, and that total 2,743 kWh is produced by the photovoltaic system, equivalent to 76 % of consumption. The remaining 875 kWh is provided by the grid of the power distribution company, corresponding to 24 % of consumption. In the analysis of the economic viability of the system, it was considered initially an average investment of R\$ 20,579.00 with an acquisition of equipment, taxes and other services. Then was calculated, the system of cash flows, adopting as parameter values relative to the energy production of the photovoltaic system, added to the credits generated by the system plus the average inflation of 2015. Thus, by calculating the payback, it was concluded that are needed between 6 and 7 years to recover the initial investment.*

### **Key words:**

*Grid-Connected Photovoltaic Power System, Solar Photovoltaic Energy, Residential Building.*

---