

PROPOSTA DE UM PROJETO FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL CONECTADO À REDE ELÉTRICA: CASO DE ESTUDO

Eduardo Vivacqua Vieira – eduardovivacqua@totalsolarenergia.com.br
Annabell D.R. Tamariz – annabell_pos@pq.uenf.br

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Departamento de Engenharia de Produção

Resumo: *Este trabalho apresenta o dimensionamento, projeto e a geração de energia injetada na rede de um Sistema Fotovoltaico de Geração Distribuída Conectado à Rede Elétrica da Concessionária. Demonstra-se de forma detalhada a execução do projeto e o sistema de compensação da energia injetada pelo gerador fotovoltaico.*

Palavras-chave: *Sistemas Fotovoltaicos Residenciais, Sistemas Fotovoltaicos de Geração Distribuída, Energia Fotovoltaica, Sistemas Fotovoltaicos Conectados À Rede Elétrica.*

1. INTRODUÇÃO

A energia gerada pelo Sol é inesgotável e apresenta-se como fonte de calor e luz. A maioria das formas de energia existentes são derivadas do Sol, e esta fonte é responsável pela evaporação que inicia o ciclo da água, possibilitando-se o represamento e conseqüentemente a geração de energia elétrica nas hidroelétricas. A radiação solar induz a circulação atmosférica, originando os ventos e é responsável pela fotossíntese. Os combustíveis fósseis, carvão e gás foram gerados a partir da decomposição de matérias orgânicas através da energia oriunda da radiação solar (Pinho, Galdino, 2014).

A utilização da energia solar tem crescido consideravelmente em aplicações de processos de aquecimento de água, através dos coletores solares térmicos instalados no telhado e o boiler para manter a água aquecida termicamente isolada. Pode-se classificar este tipo de energia como energia solar térmica, onde os coletores solares absorvem uma quantidade de energia sob a forma de calor a partir da radiação solar incidente no mesmo (Pinho, Galdino, 2014).

A energia fotovoltaica é originada pelo processo do efeito fotovoltaico gerado pela transformação da energia contida na radiação luminosa solar em energia elétrica, através de materiais semicondutores como o silício monocristalino, policristalino e amorfo, entre outros (Zilles, Macêdo, Galhardo, Oliveira, 2016).

Este artigo tem por objetivo apresentar um estudo de caso de um projeto fotovoltaico instalado numa residência e a demonstração do sistema de compensação de energia gerada mensal a partir da data de homologação. Na época da execução e homologação do projeto fotovoltaico, a residência estava em fase de construção no Condomínio Atenas, localizado na cidade de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro. A classificação de consumo é residencial normal e o ponto de conexão com a rede é trifásico, de acordo com as especificações da concessionária Enel. Em decorrência de não haver habitação e consumo de cargas, para fins de dimensionamento, estimou-se o consumo médio da residência de 850 kWh/ mês para os 400 m² de área construída.

2. PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

Os módulos fotovoltaicos são formados por células de materiais semicondutores que absorvem a energia contida nos fótons presentes na radiação luminosa, quebrando-se as ligações químicas entre as moléculas presentes na sua estrutura e liberando cargas elétricas para realização de trabalho (Zilles, Macêdo, Galhardo, Oliveira, 2016). A energia produzida pelos módulos em corrente contínua é enviada ao inversor, ligado ao quadro geral de distribuição elétrica ou padrão de entrada da edificação, realizando a conversão em corrente alternada para utilização das cargas existentes e o excedente da geração será enviado à rede elétrica da concessionária por meio do medidor bidirecional, gerando-se créditos de energia para utilização durante à noite ou meses posteriores (Portal Solar).

O medidor bidirecional substitui o medidor convencional, onde mede a energia que o cliente consome da rede elétrica e também a energia gerada em excesso pelo sistema fotovoltaico injetada na rede, ou seja, mede a entrada e a saída de energia respectivamente (Portal Solar).

A homologação, os créditos gerados e o sistema de compensação de energia são regulamentados pela Resolução Normativa N° 482, de 17 de Abril de 2012, emitida pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL) de acordo com as particularidades das classes de consumo residencial, comercial e industrial.

3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

O dimensionamento do Sistema Fotovoltaico foi realizado de acordo com a sequência das subseções 3.1, 3.2 e 3.3. Todos os métodos e cálculos de projeto demonstrados nesta seção foram obtidos pela empresa TOTAL SOLAR Energia Infinita.

Na subseção 3.1 é apresentado o cálculo da geração estimada para o consumo de energia através do simulador solar America do Sol.

Na subseção 3.2, tem-se o layout de acordo com a quantidade de módulos dimensionados, e a subseção 3.3 demonstra o dimensionamento de cabos.

3.1 Cálculo da produção anual

Utilizou-se o simulador solar America do Sol (America do Sol, 2017) para fazer o dimensionamento da potência de geração do sistema fotovoltaico, onde foram utilizados os dados da Tab. 2 para simular o dimensionamento.

Tabela 1 – Dados do projeto. Fonte: TOTAL SOLAR.

Cidade	Campos dos Goytacazes
Estado	Rio de Janeiro
Consumo (estimado)	850 kWh/ mês
Valor da Fatura (estimado)	R\$ 629,00
Conexão	Trifásica
Concessionária	Enel

De acordo com a Tab. 3, estimou-se uma demanda mensal média de 850 kWh/ mês, simulou-se e obteve-se o consumo total anual de 10200 kWh, sendo que 2351,19 kWh é referente à rede elétrica da concessionária e 7848,81 kWh é a geração fotovoltaica (Simulador Solar – America do Sol, 2017).

Sequencialmente, obteve-se os dados obtidos pelo Projeto SWERA (Solar and Wind Energy Resource Assessment) e visualizados na Tab. 2, onde a irradiação global média diária incidente é de 5.125 kWh/ m²/ dia no Parque Rodoviário, localizado na cidade de Campos dos Goytacazes.

Tabela 2 – Especificações da irradiação global horizontal incidente na região do projeto executado. Fonte: INPE.

Meses	Irradiação (Kwh/ m ² / dia)
Janeiro	6.992
Fevereiro	5.808
Março	5.018
Abril	4.918
Mai	4.071
Junho	3.37
Julho	3.604
Agosto	4.437
Setembro	4.84
Outubro	5.732
Novembro	5.608
Dezembro	6.64
Média Anual	5.125

A potência do sistema calculada através do Simulador Solar foi de 5,8 kWp com capacidade de geração média mensal de aproximadamente 654 Kwh, conforme o cálculo da geração baseado na média durante o período de 12 meses da energia gerada pelo sistema fotovoltaico apresentado na Tab. 3.

Tabela 3 – Simulação da Geração Fotovoltaica. Fonte: America do Sol.

Mês	Eletricidade total consumida	Eletricidade gerada pelo sistema FV	Eletricidade fornecida pela rede
Janeiro	850,00 kWh	768,60 kWh	81,40 kWh
Fevereiro	850,00 kWh	644,85 kWh	205,15 kWh
Março	850,00 kWh	648,84 kWh	201,16 kWh
Abril	850,00 kWh	677,61 kWh	172,39 kWh
Maio	850,00 kWh	622,55 kWh	227,45 kWh
Junho	850,00 kWh	514,60 kWh	335,40 kWh
Julho	850,00 kWh	577,15 kWh	272,85 kWh
Agosto	850,00 kWh	651,15 kWh	198,85 kWh
Setembro	850,00 kWh	623,32 kWh	226,68 kWh
Outubro	850,00 kWh	703,61 kWh	146,39 kWh
Novembro	850,00 kWh	680,91 kWh	169,09 kWh
Dezembro	850,00 kWh	735,62 kWh	114,38 kWh
Total Anual	10.200,00 kWh	7.848,81 kWh	2.351,19 kWh

3.2 Layout do posicionamento dos módulos fotovoltaicos

Na elaboração do layout, foi utilizado o software sketchup, realizando-se um estudo sobre o posicionamento mais adequado para geração mais eficiente de energia de acordo com a incidência da radiação solar e a presença de sombreamento (Sketchup, 2017).

Para se chegar a capacidade de geração ou potência do sistema de 5,8 kWp, foram dimensionados 22 módulos de 265 Wp e um inversor de 4600 W para composição do sistema.

Figura 1 – Layout do posicionamento dos módulos fotovoltaicos. Fonte: TOTAL SOLAR.



3.3 Bitola dos cabos

Para o dimensionamento dos cabos, de acordo com a Norma NBR 5410, foram observados os critérios de corrente e de queda de tensão relativos à escolha da seção de um condutor e do seu respectivo dispositivo de proteção. Calculou-se a corrente do projeto através da Eq. (1).

$$I_{proj} = \frac{I_{circ}}{FCT \times FCNC} = \frac{8,67}{0,71 \times 2} = 6,11A \quad (1)$$

A seção do condutor foi selecionada a partir da corrente do projeto calculada na Eq. (1). A corrente de circulação foi calculada com as Eq. (2) e Eq. (3).

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \text{ (Monofásico)} \quad (2)$$

$$I = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \cdot \cos \phi} \text{ (Trifásico)} \quad (3)$$

Onde:

- I - Corrente Circulante (A);
- P - Potência Total (W);
- V - Tensão de Alimentação (V).
- Cos ϕ - Fator de Potência

Tabela 4 – Especificações elétricas do circuito fotovoltaico. Fonte: TOTAL SOLAR.

Origem	Destino	Pot. Max (KW)	Corrente (Ah)	Tensão (V)	Nº de Mod. Série (Unit)	Seção Nominal (mm ²)	Comprimento (m)	Queda de Tensão (%)	Perdas Cabeamento (W)
Série 1.1	Junção CC	2,04	8,43	241,6	8	6	12	0,3015	6,14
Junção CC	Inversor	2,04	8,43	241,6	-	6	2	0,0502	1,02
Inversor	Q.G.B.T	2	8,7	220	-	6	12	0,3417	6,54
Q.G.B.T	Padrão de Entrada	18	63	220	-	16	-	-	-

Tabela 5 – Especificações elétricas do quadro de proteção do circuito fotovoltaico. Fonte: TOTAL SOLAR.

Origem	Destino	Proteção		
		Fusível	DPS	Seccionadora CC
SÉRIE 1.1	JUNÇÃO CC	1000Vcc/ 15A	1000Vcc/ 40 kA	1000Vcc/ 32A
		-	-	-
JUNÇÃO CC	INVERSOR	-	-	-
INVERSOR	Q.G.B.T	DTM	DPS	-
		BIPOLAR 50A	275 Vca/ 50 KA	-
Q.G.B.T	PADRÃO DE ENTRADA	DTM	-	-
		BIPOLAR 63A	-	-

4. DESCRIÇÃO TÉCNICA DO PROJETO FOTOVOLTAICO

O sistema fotovoltaico para geração distribuída é composto pelos seguintes equipamentos:

- 22 Módulos fotovoltaicos de 265 Wp;
- 1 Inversor DC/AC de 4600 W;
- String Box CC e CA;
- Cabos elétricos fotovoltaicos e conectores do tipo MC4;
- Estrutura metálica de suporte e fixação dos módulos fotovoltaicos;
- Aterramento.

4.1 Módulos fotovoltaicos

O módulo fotovoltaico fabricado pela CANADIAN SOLAR INC. é constituído de células de silício policristalino. Possui robustas esquadrias de alumínio resistente à corrosão e independentemente testado para suportar altas cargas de vento e cargas de neve.

Conforme o datasheet dos módulos da Canadian Solar modelo CS6P-260/ 265/ 270P, tem-se as principais certificações internacionais de qualidade, como (Datasheet CS6P-P):

- ISO 9001: 2008 - “Quality Management System;
- ISO/ TS 16949: 2009 - “The Automotive Industry Quality Management System;
- ISO 14001: 2004 – “ Standards for Environmental Management System;
- OSHAS 18001: 2007 – “International Standards for Occupational Health & Safety.

Apresentam elevada eficiência e classificação “A” pelo INMETRO (TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA - MÓDULOS - Edição 2017). A garantia do produto é de 10 anos contra defeitos de fabricação diretamente com o fabricante. Os módulos têm vida útil de no mínimo 25 anos (Datasheet CS6P-P). Na Tabela 6 estão listadas as especificações elétricas do módulo instalado ou usado no caso de estudo:

Tabela 6 – Especificações Elétricas do Módulo. Fonte: Adaptada do Datasheet CS6P-P pela TOTAL SOLAR.

Modelo	CS6P-265P
Tecnologia	Policristalino
Potência Nominal	265 Wp
Tensão Operacional	30.6 V
Corrente Operacional	8.66 A
Tensão de Circuito Aberto	37.7 V
Corrente de Circuito Aberto	9.23 A
Eficiência	16.47 %
Range da Temperatura Operacional	-40°C ~+85°C
Máxima Série do Fusível	15 A
Classificação	Classe A

4.2 Inversor

O inversor é o equipamento responsável por transformar a corrente contínua (DC) gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente alternada (AC), ligado diretamente à String Box, e através da mesma, ligado no Quadro de Distribuição de Cargas da residência (Portal Solar).

Os inversores supervisionam a tensão e a frequência da rede, entrando em operação a partir do momento em que os valores estão dentro da faixa de regime normal de operação. O conjunto de proteção de conexão dos inversores não permite que o equipamento funcione de forma ilhada, ou seja, em caso de queda da rede elétrica, o sistema para de funcionar

Em casos de perda ou anormalidades de tensão e frequência na rede AC, o inversor deixa de fornecer energia AC, evitando o funcionamento, garantindo-se a segurança para os trabalhadores numa eventual rotina de manutenção da rede elétrica da companhia. Voltando os valores de tensão e frequência a sua normalidade, o inversor se conecta à rede automaticamente. Este tipo de proteção é o anti-ilhamento. Há outras, como o DPS (dispositivo de proteção contra surto), proteção contra Sobre e Sub Tensão/ frequência (Pinho, Galdino, 2014).

Os inversores aplicados em sistemas fotovoltaicos devem atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR IEC 62116. Funcionará também como dispositivo de monitoramento de isolamento, para desconexão automática da instalação fotovoltaica, no caso de perda da resistência de isolamento.

O lado de corrente contínua (DC) do inversor, será conectado aos módulos fotovoltaicos, pelo lado CC da String Box, e o lado de corrente alternada (AC), será conectado à entrada da rede de distribuição elétrica pelo lado CA da String Box, com tensão trifásica de saída 220 Vca.

O inversor é especialmente projetado para perseguir o ponto de máxima transferência de potência do gerador fotovoltaico (MPPT), e entregar esta potência a rede com o mínimo de perda possível.

Ele atua como uma fonte de corrente sincronizado com a rede, do tipo auto-comutação, por meio de bandas de histerese de operação. Tem a função de anti-ilhamento, através da medição da impedância da rede.

Tabela 7 – Especificações Elétricas do Inversor. Fonte: Adaptada do Inversor Solar 4600W On-Grid. - PHB4600-SS pela TOTAL SOLAR.

Modelo	PHB 4600-SS
Potência Máxima	5400 W
Potência Nominal AC	4600 W
Tensão Máxima DC	580 V
Tensão Mínima DC	125 V
Faixa de Operação MPPT	125~550 V
Tensão de Circuito Aberto	37.7 V
Corrente Máxima DC	20 A
Corrente Máxima AC	25 A
Saída Nominal AC	220 V
Range da Temperatura Operacional	-20°C ~+60°C
Frequência	60 Hz
Conexão AC	Monofásico 220 V
Grau de Proteção	IP-65

Figura 2 – Inversor Fotovoltaico ON-GRID. Fonte: PHB Solar.

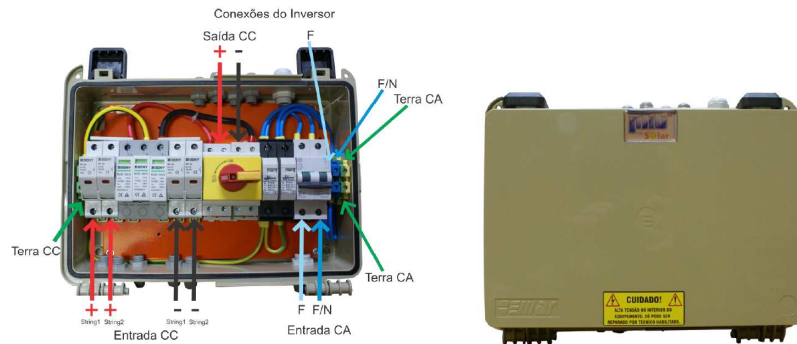


4.3 String box

A String Box, como mostrado na Figura 3, é o quadro de proteção e isolamento do sistema fotovoltaico. Possui as seguintes dimensões: 320 (largura) x 260 (altura) x 140 (profundidade) mm. Serão incorporados aos circuitos CC (Corrente Contínua) e CA (Corrente Alternada) os dispositivos de proteção do circuito para (STRING BOX CC+CA-PHB-2 STRINGS-1000V):

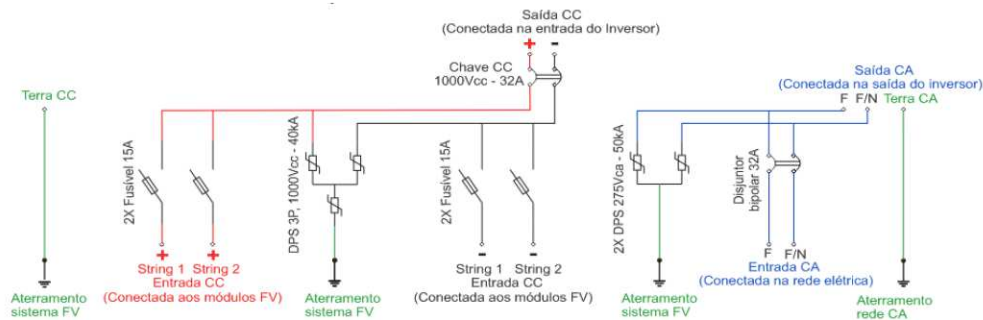
- Corrente Contínua (CC):
 - o DPS (Dispositivo de Proteção Contra Surto) para proteção contra descargas atmosféricas;
 - o Fusíveis;
 - o Chave Seccionadora de corte dos módulos fotovoltaicos (1000 Vcc/ 32 A).
- Corrente Alternada (CA):
 - o DPS (Dispositivo de Proteção Contra Surto) para proteção contra descargas atmosféricas;
 - o Disjuntor Bipolar (275 Vca/ 32 A).

Figura 3 – STRINGBOX CC/ CA. Fonte: PHB Solar.



Na entrada CC da STRINGBOX chega-se a String 1 e 2 oriunda dos módulos fotovoltaicos e para cada string tem-se os fusíveis (Polos Positivos e Negativos), onde também são conectados os DPS que são interligados ao aterramento fotovoltaico. A chave CC localizada na saída CC tem a função de seccionar o circuito fotovoltaico da rede elétrica (STRING BOX CC+CA-PHB-2 STRINGS-1000V).

Figura 4 – Diagrama Elétrico da STRINGBOX. Fonte: PHB Solar.



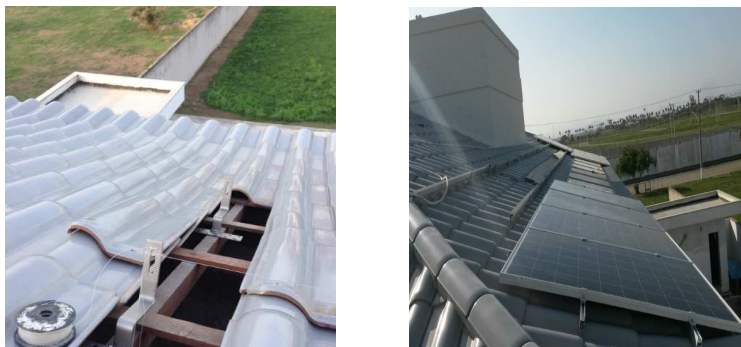
Todos os componentes elétricos de proteção serão condicionados em uma caixa com grau de proteção IP65, contra intempéries, devidamente sinalizados, para a proteção e instrução de pessoal autorizado a realizar manobras de operação dos dispositivos de proteção, em caso de manutenções futuras. Caso o inversor apresente alguma destas proteções descritas, será dispensado o uso de equipamento externo (STRING BOX CC+CA-PHB-2 STRINGS-1000V).

4.4 Estrutura de suporte e fixação

A instalação será equipada com uma estrutura baseada em perfis de alumínio e hookies de aço galvanizado para evitar corrosão por conta de intempéries. Estas estruturas de apoio para módulos fotovoltaicos são calculadas considerando-se o peso da carga do vento para a área em questão, e a altitude da instalação. Os pontos de fixação para o módulo fotovoltaico são calculados para uma perfeita distribuição do peso na estrutura, seguindo todas as recomendações do fabricante (Estruturas Metálicas para Sustentação de Módulos Fotovoltaicos em Telhados).

A estrutura deve ser construída de modo que os módulos fotovoltaicos sejam orientados para o Norte. Os módulos serão prestados fora das sombras das paredes e fixados na própria estrutura. O modelo adotado para esta instalação será conforme as imagens apresentadas na figura 5.

Figura 5 – Fixação dos ganchos e perfis. Fonte: TOTAL SOLAR.



4.5 Padrão de entrada

O padrão de entrada deverá ser montado conforme a norma GED 15303-Conexão de Micro e Mini Geração Distribuída sob o sistema de Compensação de Energia Elétrica. No padrão de entrada será colocada placa de advertência, confeccionada em aço inoxidável ou alumínio anodizado, afixando-se de forma permanente na tampa da caixa de medição do padrão de entrada com os dizeres “CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA”, com gravação indelével, conforme ilustrado na Fig. 6.

Figura 6 – Placa de sinalização. Fonte: TOTAL SOLAR.



4.6 Condutores

Todos os condutores serão de cobre com proteção ultravioleta, resistentes às intempéries, e sua seção será suficiente para assegurar que a queda de tensão no cabeamento seja inferior a 4%, conforme a norma ABNT NBR 5410.

O circuito entre a série de módulos (string) e a entrada DC do inversor, será composto por cabos solares vermelho e preto (respectivamente positivo e negativo) com seção de 4 mm². Para o aterramento do sistema fotovoltaico, foi utilizado o cabo verde com seção de 6 mm². Serão utilizados conectores do tipo MC4 para interligação entre os módulos em série e da saída CC da String Box à entrada CC do Inversor. Os módulos fotovoltaicos possuem dois cabos com conectores MC4 macho/ fêmea, e a entrada DC do inversor é adequada para este tipo de conector. Os cabos serão acondicionados em tubos rígidos e eletrodutos.

Figura 7 – Eletrodutos dos cabos fotovoltaicos. Fonte: TOTAL SOLAR.



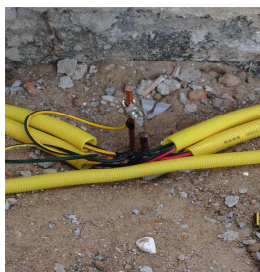
4.7 Aterramento

A instalação de aterramento está de acordo com a norma ABNT NBR 5419, constituindo-se da proteção da estrutura contra descargas atmosféricas. Toda parte condutora de corrente elétrica, apesar de não fazer parte diretamente do circuito fotovoltaico, podem eventualmente ou acidentalmente ficar sob tensão, devendo ser aterrada, desde que

esteja em local acessível a contatos. A estrutura de suporte e fixação dos geradores fotovoltaicos e o borne de aterramento do inversor estarão ligados ao aterramento do sistema fotovoltaico, e, o mesmo deve ser interligado ao sistema de aterramento principal da residência.

A norma brasileira de proteção contra descargas atmosféricas (NBR 5419) recomenda uma resistência de terra com valor máximo de 10 ohms, para isto é necessário conhecer o tipo, a resistividade do solo e as opções de aterramento.

Figura 8 – Aterramento do Sistema Fotovoltaico. Fonte: TOTAL SOLAR.



4.8 Medidor Bidirecional

O sistema de medição de energia utilizado pelo usuário será do tipo bidirecional. Em outras palavras, este medidor instalado na caixa de medição de entrada, será capaz de registrar o consumo e a geração de energia excedente injetada na rede. Este medidor bidirecional certificado pelo INMETRO é fornecido e instalado pela AMPLA, mediante emissão do Parecer de Acesso.

O medidor do tipo bidirecional terá dois registradores, com numerações distintas, um para o consumo e outro para a geração de eletricidade. Isso permitirá a apresentação de dois valores, um de geração e outro de consumo, nas faturas de eletricidade dos usuários que possuem um sistema fotovoltaico registrado junto à concessionária.

A instalação será realizada conforme a norma GED 15303 – Conexão de Micro e Mini Geração Distribuída sob Sistema de Compensação de Energia. O circuito é composto por 2 fileiras de módulos paralelas interligadas ao inversor. Cada fileira é composta por 11 módulos ligados em série, que são instalados sobre a estrutura metálica de suporte e fixação. A área do telhado utilizada para o sistema foi de aproximadamente 40 m². A inclinação dos módulos é de 22°.

5. GERAÇÃO REAL DISTRIBUÍDA

De acordo com o Quadro Resumo Faturamento, referente ao mês de Dezembro/ 2017, mediante ao cadastro com os critérios de geração Distribuída e em conformidade com a Resolução 482/ 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, demonstra-se nas Tab. 8 e Tab. 9, todas informações referentes à fatura da unidade consumidora, evidenciando-se os históricos de energia injetada e utilizada da rede, além do crédito do mês vigente da fatura.

A Resolução 482/ 2012 regulamenta a compensação de energia de acordo com a diferença entre energia injetada e consumida, ou seja, se a energia injetada for maior que a consumida da rede, tem-se créditos, caso contrário, paga-se a diferença.

Tabela 8 – Histórico da Energia kWh Injetada. Fonte: ENEL.

Meses	Histórico da Energia KWh Injetada
Janeiro	474
Fevereiro	523
Março	671
Abril	691
Maió	0
Junho	1107
Julho	570
Agosto	566
Setembro	609
Outubro	693
Novembro	383
Dezembro	422

Tabela 9 – Histórico do Consumo kWh Distribuidora. Fonte: ENEL.

Meses	Histórico do Consumo KWh Distribuidora
Janeiro	16
Fevereiro	20
Março	9
Abril	16
Maiο	0
Junho	4
Julho	7
Agosto	18
Setembro	126
Outubro	230
Novembro	254
Dezembro	340

6. CONCLUSÕES

De acordo com o estudo referente ao projeto executado, foi possível analisar e entender detalhadamente todo o processo do dimensionamento da potência fotovoltaica, utilizando-se o Simulador Solar da America do Sol e dados fornecidos pela TOTAL SOLAR. A instalação do sistema foi finalizada e homologada em Dezembro de 2016. Como a obra residencial foi entregue apenas em Agosto de 2017, o cliente fez a mudança neste mês e passou a ter consumo a partir de Setembro de 2017, conforme Tab. 9.

Observa-se que a partir Setembro, o cliente passou a ter consumo da rede de 126 Kwh, e para os meses de Outubro, Novembro e Dezembro, respectivamente de 230, 254 e 340 kWh.

Os dados de geração fotovoltaica apresentados na Tab.8, demonstram a energia excedente injetada mensal durante o ano de 2017, totalizando-se 6709 kWh, que superam a energia consumida da rede, gerando-se créditos. A energia gerada pelo sistema de forma mensal chega-se em média 680 kWh, que não é demonstrada no quadro de faturamento da conta de energia. Para obter esta média, pegou-se no inversor o registro da geração acumulada de 8140 kWh durante este período, comprovando esta média mensal. Desta forma, com os dados reais de geração durante o período de um ano, certifica-se que o Simulador Solar – America do Sol, apresenta precisão para o dimensionamento da potência de geração, onde o cliente teve uma geração satisfatória mediante o projeto.

REFERÊNCIAS

Zilles, R., Macêdo, W.N., Galhardo, M.A.B., Oliveira, S.H.F., 2016. Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica.

Junior, J. U, 2010. Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade

Jucá, S., Carvalho, P., 2013. Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade

<https://www.portalsolar.com.br/sistema-fotovoltaico--como-funciona.html>

https://www.canadiansolar.com/fileadmin/user_upload/downloads/datasheets/en/new/Canadian_Solar-Datasheet-CS6P-P_en.pdf

http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/tabela_fotovoltaico_modulo.pdf

<http://www.phb.com.br/PDFs/Produtos/Solar/Inversores/Inversores%20PHB.pdf>

<http://www.phb.com.br/PDFs/Produtos/Solar/StringBox/StringBoxPHBCC-CA02xStrings1000V.pdf>

Sketchup, 2017, link para download: <http://arquiteturacomsketchup.blogspot.com.br/2011/12/skelion-plugin-para-projetos-de-energia.html>