

ATENDIMENTO A NORMA ABNT SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE VERSUS PRÁTICAS DE MERCADO PARA LIBERAR A PRODUÇÃO DE ENERGIA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Vinicius Braga Santos¹

Fabiana Florian²

Fernando Augusto Baptistini Pestana³

Resumo: Este trabalho tem o objetivo de comparar as práticas de mercado para geração de energia fotovoltaica com a norma Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaio de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho de um sistema fotovoltaico após a conexão com rede elétrica de distribuição. Foi realizada pesquisa bibliográfica com foco em energia solar fotovoltaica e foi executada uma inspeção em um sistema fotovoltaico residencial no município de Araraquara – SP, já em conexão com à rede, para identificar se houve atendimento aos requisitos propostos pela norma para a aprovação e liberação do sistema. Conclui-se que a aplicação da norma Sistemas fotovoltaicos conectados à rede auxiliou na identificação de pendencias, agilizando os processos para liberar a produção de energia.

Palavras-chave: Sistema fotovoltaico; Inspeção; Conexão com a rede.

¹ Graduando em Engenharia Elétrica da Universidade de Araraquara - UNIARA - Araraquara – SP.
E-mail: 23vinicius.vs@gmail.com

² Coorientadora, Docente do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Araraquara - UNIARA - Araraquara – SP. E-mail: fflorian@uniara.com.br

³ Orientador, Docente do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Araraquara - UNIARA - Araraquara – SP. E-mail: fernando@rhafer.com.br

ATTENDANCE THE ABNT STANDARD PHOTOVOLTAIC SYSTEMS CONNECTED TO THE NETWORK VERSUS MARKET PRACTICES TO RELEASE THE ENERGY PRODUCTION OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

***Abstract:** The objective of this work is to compare market practices for photovoltaic energy generation with the standard grid-connected photovoltaic systems - Minimum requirements for documentation, commissioning, inspection and performance evaluation of a photovoltaic system after the grid connection distribution. A bibliographic research was carried out focusing on photovoltaic solar energy and an inspection was carried out in a residential photovoltaic system in the city of Araraquara - SP, already in connection with the network, in order to identify whether the requirements proposed by the standard for the approval and release of the system. It is concluded that the application of the standard Photovoltaic systems connected to the grid helped to identify slopes, speeding up processes to release energy production.*

***Keywords:** Photovoltaic system; Inspection; Connecting to the network.*

1 INTRODUÇÃO

Apesar do Brasil estar situado em um território onde incide uma das maiores concentrações de irradiação solar, seu desenvolvimento e tecnologia em sistemas fotovoltaicos estão muito atrasados em relação aos demais países. “O maior mercado de módulos fotovoltaicos tem sido a Alemanha, seguido da Itália, sendo que, apenas na Europa, encontram-se instalados aproximadamente 74% da produção mundial” (PINHO e GALDINO, 2014, p.55).

Com o passar dos anos o mercado mundial de energia fotovoltaica vem demonstrando um grande avanço, contudo em abril de 2012 o governo Brasileiro através da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a resolução normativa nº 482/2012, que possibilitou a conexão de sistemas fotovoltaicos à rede de distribuição. Essa resolução foi um grande marco regulatório no território nacional, abriu espaço no mercado para implementação de sistemas fotovoltaicos, viabilizando a instalação em residências e proporcionando redução na conta de energia elétrica dos consumidores.

Após esse avanço, em 2013 com o auxílio das Comissões de Estudo (CE) a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou duas normas, sendo elas a Sistemas fotovoltaicos – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição (NBR 16149) e a de Sistemas fotovoltaicos – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimentos de ensaio de conformidade (NBR 16150).

Em 2014 foi elaborada a norma Sistemas fotovoltaicos conectados à rede (NBR 16274), com o intuito de garantir que toda a instalação esteja em conformidade com os requisitos mínimos para documentação, ensaio de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho de um sistema fotovoltaico, após ser conectado à rede da concessionária de energia elétrica.

Com o passar do tempo, a disseminação dessa tecnologia de geração solar a cada dia se tornado mais frequente, portanto obter conhecimento mais amplo sobre a ABNT NBR 16274:2014 se torna fundamental para garantir a qualidade, eficiência e a segurança dos produtos/serviços, resultando em menores custos e prolongando a vida útil do sistema fotovoltaico.

“Até o final de 2017, o setor solar, como um todo, instalou 20.794 sistemas de energia solar fotovoltaica, com previsão de chegar ao final de 2018 com mais de 50 mil sistemas instalados” (COLAFERRO, 2018).

Apesar da importância da ABNT NBR 16274:2014 e do avanço que ela promoveu para a implantação de boas práticas, para que os sistemas fotovoltaicos tornem-se confiáveis, seguros e se consolidem com um bom investimento, é de extrema importância analisar se a norma é aplicada corretamente e se ainda continua satisfazendo as necessidades e as demandas do mercado atual, uma vez que a mesma já possui 4 anos desde sua publicação.

No mercado atual, para atender a norma ABNT NBR 16274:2014, o sistema fotovoltaico precisa passar por 4 etapas: a documentação, ensaio de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho. No presente trabalho foi analisada a etapa de inspeção e sua compatibilidade com a norma.

Ainda complementarmente, para uma melhor compreensão sobre essa energia e seu mercado, foi feita uma pesquisa bibliográfica e em seguida uma inspeção em um sistema fotovoltaico residencial já operando em conexão com a rede elétrica. Esse sistema está localizado na cidade de Araraquara – SP e todas as etapas descritas pela Companhia Paulista

de Força e Luz (CPFL) já foram executadas e devidamente aprovadas para a conexão com à rede. O objetivo deste trabalho é comparar as práticas de mercado para liberar a geração de energia fotovoltaica com a norma ABNT NBR 16274:2014, sendo executado uma inspeção para identificar se houve atendimento a todos os itens descritos na norma para a aprovação e liberação do sistema.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Considerando que a geração fotovoltaica em conexão com à rede ainda é uma atividade pouco conhecida no país, torna-se necessário esclarecer aos consumidores quais são os processos de implantação desse sistema, os cuidados a serem seguidos e as demais vantagens proporcionadas por essa geração de energia limpa.

Como alternativa para facilitar a compreensão sobre os prazos e os procedimentos, a CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz desenvolveu uma norma, a qual apresenta uma verificação denominada “Acesso à Rede Elétrica de Distribuição” (Quadro 1), contendo todas as etapas a serem cumpridas para o acesso à rede elétrica de média tensão (1KV a 36 KV) e baixa tensão (50 V a 1 KV).

No município de Araraquara – SP, a CPFL trabalha com as tensões de 11,9 KV e 13,8 KV nas redes primárias e disponibiliza 127/220 V e 220/380 V nas redes secundárias. A microgeração em estudo está conectada com a rede secundária oferecendo a residência tensões de 127/220 V. O quadro 1 apresenta uma adaptação da norma para sistemas de microgeração, que é o caso em estudo.

Quadro 1: Acesso à Rede Elétrica de Distribuição

ETAPA	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO
1) Solicitação de Acesso	(a) Formalização, com encaminhamento de documentação, dados e informações pertinentes, bem como estudos realizados	Acessante	–
	(b) Recebimento da Solicitação de Acesso	CPFL	–
	(c) Solução de pendências	Acessante	–

2) Parecer de Acesso	(a) Emissão do Parecer com as condições de acesso	CPFL	i) Para microgerador sem obra na rede da CPFL, até 15 dias após ação 1(b) ou 1(c)
			ii) Para microgerador com obra na rede da CPFL, até 30 dias após ação 1(b) ou 1(c)
3) Implantar conexão	(a) Solicitação de Vistoria	Acessante	Até 120 dias após a ação 2(a)
	(b) Execução de Vistoria	CPFL	Até 7 dias após a ação 3(a)
	(c) Entrega ao acessante do Relatório de Vistoria se houver pendências	CPFL	Até 5 dias após a ação 3(b)
4) Aprovar conexão	(a) Adequação dos condicionantes do Relatório de Vistoria	Acessante	A cargo do Acessante
	(b) Aprovação da conexão, adequação da medição e início da compensação de energia, liberando o acesso da micro para efetiva conexão	CPFL	Até 7 dias após a ação 3(b), se não forem encontradas pendências
5) Contratos	(a) Relacionamento Operacional ou Acordo Operativo	Acessante e CPFL	Relacionamento Operacional até ação 2(a) e Acordo Operativo até ação 4(b)

Fonte: Adaptado de CPFL ENERGIA, 2016.

Segundo a CPFL ENERGIA (2016) para ser considerado um acessante de microgeração de energia fotovoltaica, a instalação deve possuir uma carga instalada menor ou igual a 7,5 KW. Apesar da norma da CPFL tratar de sistemas de média e baixa tensão (rede primária e secundária), a norma ABNT NBR 16274:2014 somente é aplicada para instalações de baixa tensão, englobando a instalação em corrente alternada e corrente contínua.

Ainda complementarmente, mesmo que sejam seguidas todas as etapas (Quadro 1), a CPFL responsável por executar a vistoria e a aprovação, reitera que:

A aludida aprovação e liberação da conexão da central microgeradora restringir-se-á unicamente à comprovação de que os requisitos exigíveis estão sendo observados e aplicados ao projeto e construção, no sentido de que as características próprias da conexão não venham a criar à CPFL e aos demais consumidores qualquer situação de risco operativo e de segurança. A CPFL não responderá por danos causados a pessoas ou bens, decorrentes de defeitos nas instalações internas do acessante, da má utilização e conservação das mesmas ou do uso inadequado da energia, ainda que tenha procedido vistoria. Ao contrário, o acessante poderá ser responsabilizado se, ante tais ocorrências indesejadas, infligir prejuízo a outros consumidores e à CPFL (CPFL ENERGIA, 2016).

Importante frisar ainda que, visando evitar futuros problemas, todos os SFV – Sistemas Fotovoltaicos precisarão de no mínimo alguma documentação. “Esta documentação mínima irá garantir que os principais dados do sistema sejam facilmente acessados pelo cliente, pelo operador do sistema, pelo inspetor ou pelo engenheiro de manutenção” (ABNT NBR 16274, 2014, p.9).

A ABNT NBR 16274:2014 descreve que o SFV após ser conectado à rede de distribuição, deve fornecer no mínimo a seguinte documentação, com as respectivas informações:

- Os dados do sistema com as informações básicas e as informações do projetista e do instalador;
- Os diagramas com as especificações gerais do arranjo fotovoltaico, informações da série fotovoltaica, detalhes elétricos do arranjo fotovoltaico, aterramento, proteção contra sobretensão e o diagrama do sistema de corrente alternada;
- As folhas de dados técnicos;
- Informações de operação, manutenção e projeto mecânico e;
- Os resultados dos ensaios de comissionamento e da avaliação de desempenho.

Sendo assim deve-se dar a devida atenção a documentação mínima, pois é nela que estão contidos os dados que asseguram os direitos do proprietário e da empresa contratada, garantindo o ressarcimento do sistema devido a defeitos e isentando a responsabilidade do contratado de defeitos causado por mau uso e falta de manutenção.

Quanto ao conjunto, todos os sistemas de geração fotovoltaica devem possuir equipamentos e dispositivos duráveis, portanto cabe ao INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) a missão de certificar se todos os equipamentos e dispositivos estão cumprindo as normas e os padrões de qualidade (INMETRO, 2018).

Quanto ao correto funcionamento do SFV, o mesmo se verificará após dois tipos de ações a saber: a verificação inicial que ocorre logo após a conclusão de uma nova instalação, acréscimos ou modificações da instalação existente e a verificação periódica onde é conferido se todos os equipamentos permanecem em condições satisfatórias para o uso (ABNT NBR 16274, 2014, p.14).

Sobre o SFV em estudo, o mesmo já se encontra instalado e devidamente conectado à rede elétrica de distribuição da CPFL há 1 ano e 7 meses, sendo assim, a verificação inicial já foi executada.

A verificação periódica é iniciada com a inspeção no sistema em c.c. (corrente contínua), em seguida a proteção contra sobretensão/choques elétricos, o sistema em c.a. (corrente alternada), as etiquetagens e identificações e finalizando na inspeção da instalação mecânica, esta etapa torna a verificação mais precisa, facilitando a localização de defeitos nos componentes e erros não identificados na implantação do sistema (ABNT NBR 16274, 2014, p.15).

A inspeção consiste em verificar visualmente o sistema quanto à qualidade e quantidade de seus componentes e equipamentos, sendo muito importante confirmar que os equipamentos instalados conferem, em números e características, com os informados no projeto. Quaisquer danos que possam vir a interferir no funcionamento adequado e seguro da instalação devem ser registrados e solucionados antes dos testes operacionais (ABNT NBR 16274, 2014, p.15).

Quanto às normas de segurança, ainda convém ressaltar que para uma verificação bem sucedida é primordial garantir a segurança dos envolvidos, portanto se faz necessário o uso das Normas Regulamentadoras NR-6, NR-10 e NR-35, do Ministério do Trabalho.

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) são definidos pela NR-6 (2015), sua finalidade é minimizar ou eliminar o risco inerente da atividade, protegendo a integridade física de todos os envolvidos. A NR-10 (2016) estabelece os requisitos e condições mínimas para a implementação de sistemas preventivos e medidas de controle que resguardem a segurança e a saúde de trabalhadores que interajam, direta ou indiretamente, com serviços em eletricidade, instalações elétricas e/ou em suas proximidades; a NR-35 (2014) estabelece os requisitos mínimos de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com a atividade.

3 DESENVOLVIMENTO

O Sistema Fotovoltaico (SFV) residencial a ser inspecionado (Quadro 2), contém 10 placas com capacidade de produzir cerca de 265 Wp cada, em dias ensolarados. No Quadro da inspeção estão contidas a localização da residência, uma referência da localização, data da inspeção, a quantidade de circuitos verificados e o nome do inspetor responsável por executar a inspeção.

Quadro 2: Inspeção do Sistema Fotovoltaico

Relatório de inspeção	Verificação periódica
Endereço da instalação Rua Quaresmeira rosa, N° 97 LT 7 - QD G Residencial Vila Damha II Araraquara - SP	Referência Condomínio Village Damha II
	Data 06 de outubro de 2018
Circuitos inspecionados 1	Inspetor Vinicius Braga Santos

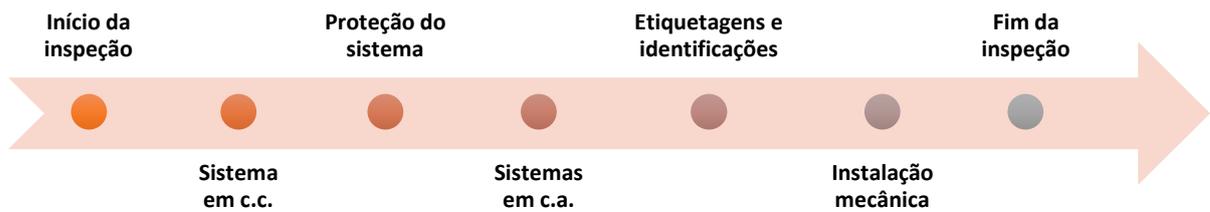
Fonte: ABNT NBR 16274 com adaptações, 2014.

Segundo descrições do fabricante, esse SFV terá vida útil de aproximadamente 25 a 30 anos, sendo fundamental cumprir com as manutenções e quando necessário efetuar a limpeza das placas. Painéis fotovoltaicos bem limpos viabilizam a produção de energia de maneira mais eficiente possível (NEOSOLAR, 2018).

O SFV foi submetido a uma inspeção com o auxílio de uma lista de verificação, conforme descrito na Quadro 3. O experimento foi composto de uma inspeção visual desconsiderando o uso de equipamentos de medição e testes, somente ferramentas para abrir tampas e caixas de passagem; considerando-se os riscos em subir no telhado e os riscos de choques elétricos, alguns cuidados foram adotados conforme a NR-35 a NR-10, respectivamente. Além da necessidade em utilizar a escada devido à altura da residência, foi indispensável o uso de alguns EPIs como luvas, botas, óculos escuro, protetor solar, capacete e cinto trava quedas.

Para início da inspeção, a instalação foi dividida em cinco partes. A primeira divisão corresponde ao sistema em c.c., seguido das proteções contra sobretensão e choques elétricos, o sistema em c.a., as etiquetas e respectivas identificações e finalizando na inspeção da instalação mecânica.

Figura 1 – Processo de desenvolvimento da Inspeção



Fonte: Própria, 2018.

O sistema c.c. representa a maior parcela de toda a inspeção, pois é nele que estão os cabos que interligam as placas ao inversor, sendo deste modo redobrado os cuidados nesse componente, já que ele fica exposto a intempéries e mesmo como o seccionamento das chaves ou do inversor o circuito continuará energizado, uma vez que os módulos fotovoltaicos permanecem convertendo energia solar em elétrica; mesmo com o sistema desligado, existem tensões perigosas sendo geradas no lado c.c. do sistema fotovoltaico.

A inspeção do sistema c.c. teve o objetivo em verificar toda a trajetória dos cabos c.c. em busca de conexão com defeito causada por utilização de plugues de fabricantes distintos, rompimento na isolação dos cabos gerado nos processos de lançamento e garantir que todos os cabos de aterramento estão conectados e são a prova de corrosão. Além disso o sistema c.c. deve dotar de componentes com características para suportar a máxima tensão e a máxima corrente, segundo os requisitos pré-estabelecidos no projeto.

Segundo o manual do fabricante a etapa de proteção contra sobretensão e choques elétricos foi provida pelo inversor, portanto o inversor possui em seus parâmetros as opções de supervisionar o isolamento do arranjo fotovoltaico, detectar corrente residual de fuga e alertar os moradores através de sinal sonoro e luminoso (SUN PLUS, 2018).

A inspeção no sistema c.a. embasa-se em conferir se o sistema está corretamente ligado com a rede elétrica da CPFL, observando os dispositivos de seccionamento do lado c.a., as entradas e saídas dos cabos e se todos os parâmetros essenciais do inversor estão devidamente programados.

A etapa de etiquetagem e identificação é considerada a mais importante para a segurança dos moradores, sendo responsável por alertar sobre os perigos de todos os componentes e dispositivos da instalação. Essa inspeção consistiu em identificar se os alertas estão bem localizados, possui durabilidade e se eles são de fácil compreensão.

Já na inspeção da instalação mecânica foram analisados a resistência da estrutura de suporte dos módulos, a composição dos materiais utilizados, o espaço delimitado para a ventilação das placas e verificada se as entradas dos cabos estão com a devida vedação, para não permitir a passagem de água.

4 RESULTADOS

Conforme citado no tópico anterior, a partir da ABNT NBR 16274:2014, foram realizadas as inspeções do sistema em c.c., das proteção contra sobretensão e choques elétricos, do sistema em c.a., das etiquetagens e respectivas identificações, finalizando na inspeção da instalação mecânica. Através da utilização do Quadro 3, adaptado da ABNT NBR 16274:2014 foi possível reduzir o tempo de duração da inspeção, facilitando o processo de execução, viabilizando a coleta de dados e possibilitando a identificação de possíveis falhas no sistema fotovoltaico.

O quadro 3 apresenta os resultados da inspeção realizada.

Quadro 3 – Resultados da inspeção do sistema fotovoltaico

Item inspecionado	O sistema atende à especificações?
Inspeção do sistema c.c.	
a) Todos os componentes c.c. são classificados para operação contínua em c.c., sob a máxima tensão c.c. do sistema e a máxima corrente c.c. de falta.	SIM
b) Proteção por isolamento classe II ou equivalente foi adotado no lado c.c.	SIM
c) Os cabos das séries fotovoltaicas, os cabos dos arranjos fotovoltaicos e o cabo c.c. principal foram selecionados e montados de forma a minimizar os riscos de faltas à terra e a curtos-circuitos.	SIM
d) Todos os cabos foram selecionados e montados para resistir às influências externas esperadas, como vento, a formação de gelo, a temperatura e a radiação solar.	SIM
e) Nos sistemas sem dispositivo de proteção contra sobrecorrente nas séries fotovoltaicas, o valor máximo de sobrecorrente do módulo fotovoltaico (I_t) é maior do que a corrente reversa possível, e os cabos das séries fotovoltaicas foram dimensionados para acomodar a corrente de falta máxima combinada das séries fotovoltaicas em paralelo.	NÃO FOI ANALISADO

f) Nos sistemas com dispositivo de proteção contra sobrecorrente nas séries fotovoltaicas, este dispositivo foi corretamente posicionado e especificado conforme as instruções do fabricante para a proteção dos módulos fotovoltaicos.	NÃO SE APLICA
g) Meio de desconexão foram instalados na série fotovoltaicas e subarranjos fotovoltaicos segundo os requisitos da IEC 60364-7-712.	SIM
h) Uma chave c.c. está instalada no lado c.c. do inversor.	SIM
i) Nos sistemas com diodos de bloqueio, a tensão reversa destes componentes está em conformidade com IEC 60364-7-712.	NÃO SE APLICA
j) Se um dos condutores c.c. está ligado à terra, há pelo menos separação simples entre os lados c.a. e c.c. e as ligações à terra foram construídas de modo a evitar a corrosão.	SIM
k) Plugues e soquetes conectados entre si são do mesmo tipo e do mesmo fabricante.	SIM
l) Quando um sistema fotovoltaico possuir conexão direta à terra no lado c.c. (aterramento funcional), um dispositivo de interrupção de falta à terra deve estar instalado segundo os requisitos da IEC 60364-7-712.	NÃO FOI ANALISADO
Proteção contra sobretensão/choque elétrico	
a) Um dispositivo supervisor de isolamento do arranjo fotovoltaico e sistema de alarme estão instalados segundo as especificações da IEC 60364-7-712.	NÃO FOI ANALISADO
b) Um dispositivo de detecção de corrente residual de fuga para a terra e sistema de alarme estão instalados segundo as especificações da IEC 60364-7-712.	NÃO FOI ANALISADO
c) Quando um DR estiver instalado no circuito c.a. alimentando um inversor, este foi selecionado de acordo com os requisitos da IEC 60364-7-712.	NÃO FOI ANALISADO
d) Para minimizar tensões induzidas por raios, a área de todos os laços na fiação deve ser mantida tão pequena quanto possível.	SIM
e) Os condutores de aterramento da armação do arranjo fotovoltaico e/ou dos módulos foram corretamente instalados e estão ligados à terra.	SIM
f) Quando condutores de aterramento de proteção e/ou condutores de ligação equipotencial estão instalados, estes estão paralelos e juntos aos cabos c.c.	SIM
Inspeção do sistema c.a.	
a) Um meio de seccionamento do inversor foi fornecido no lado c.a.	SIM
b) Todos os dispositivos de isolamento e seccionamento foram ligados de tal forma que a instalação fotovoltaica foi conectada ao lado “carga” e a rede elétrica ao lado “fonte”.	SIM
c) Os parâmetros operacionais do inversor foram programados conforme a ABNT NBR 16149 e/ou regulamentações locais.	NÃO FOI ANALISADO

Etiquetagem e identificação	
a) Todos os circuitos, dispositivos de proteção, chaves e terminais estão devidamente identificados e etiquetados.	SIM
b) Todas as caixas de junção c.c. dos arranjos fotovoltaicos possuem uma etiqueta de aviso indicando que as partes vivas no interior das caixas são alimentadas a parte do arranjo fotovoltaico e permanecem vivas mesmo depois do seccionamento do inversor da rede elétrica.	NÃO SE APLICA
c) Etiquetas de advertência estão fixadas no ponto de interconexão com a rede.	SIM
d) Um diagrama unifilar é exibido no local.	NÃO
e) As configurações de proteção do inversor e informações do instalador são exibidas no local.	NÃO
f) Os procedimentos de desligamento de emergência são exibidos no local.	NÃO
g) Todos os sinais e etiquetas estão devidamente afixados e são duráveis.	SIM
Instalação mecânica	
a) Há ventilação possível por trás do arranjo fotovoltaico para evitar o risco de superaquecimento/incêndio.	SIM
b) A armação e os materiais do arranjo fotovoltaico são à prova de corrosão.	SIM
c) A armação do arranjo fotovoltaico está corretamente fixada e é estável, e as fixações no telhado são à prova de intempéries.	SIM
d) As entradas de cabos são à prova de intempéries.	SIM

Fonte: ABNT NBR 16274 com adaptações, 2014.

Segundo as especificações do projeto, todos os componentes apresentam capacidade de suportar a máxima corrente e a máxima tensão c.c. do sistema, pois todos os componentes passaram por testes e conseqüentemente adquiriram o selo do INMETRO.

Os cabos do sistema c.c. são providos de um isolamento classe II, onde o material condutor é revestido por duas isolações com secção nominal de 6 mm² e capacidade de suportar até 57 amperes, sendo que este sistema poderá gerar uma corrente de até 7,2 amperes. A dupla camada de isolamento deste cabo provoca aumento na condutibilidade, promovendo uma maior durabilidade, aumentando a resistência contra intempéries, diminuindo os riscos de curtos-circuitos e aumentando a proteção contra choques elétricos.

Os cabos c.c. externos estão presos nos suportes embaixo dos módulos com abraçadeiras, impedindo que os cabos fiquem batendo no telhado devido aos ventos, protegendo contra os raios solares, melhorando a estética e os acabamentos.

Todos os cabos de aterramento estão conectados nos suportes através de terminais, parafusos e porcas, descendo na mesma tubulação dos cabos c.c. em direção ao aterramento da residência.

Já nas interligações dos módulos foi utilizado a menor quantidade possível de cabos, barateando os custos e minimizando sua exposição. Não sendo permitido emendas nos cabos que interligam as séries fotovoltaicas, fez necessário utilizar os plugues modelo MC4, possibilitando uma conexão segura e uma desconexão prática, respeitando as normas internacionais.

Ainda convém lembrar que após a junção das séries fotovoltaicas, os cabos c.c. adentraram no telhado pelo sentido contrário do escoamento da água, sendo utilizado calhas e silicone especial para garantir a total vedação da entrada.

Figura 2 – Vista lateral das séries fotovoltaicas

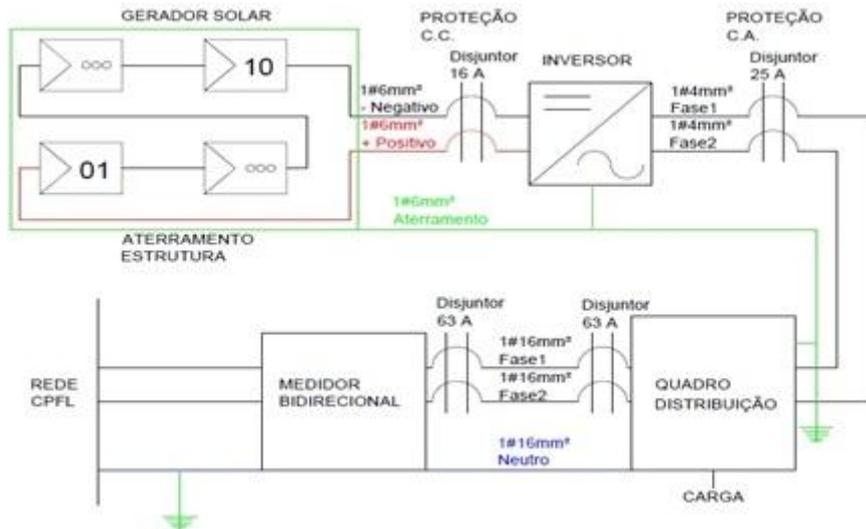


Fonte: Própria, 2018.

Para fornecer possibilidade de manutenção segura do inversor foi adotado uma chave de seccionamento c.c. em sua entrada, com capacidade de suportar uma corrente de até 16 amperes e em sua saída foi instalado um minidisjuntor bipolar de 25 amperes.

Através do diagrama unifilar (Figura 3), foram identificadas as conexões entre os equipamentos e a capacidade de proteção de cada dispositivo. As interligações entre o gerador solar, inversor, quadro de distribuição e o ponto de conexão com a rede da CPFL, respeitaram as condições exigida pela ABNT NBR 16274:2014.

Figura 3 – Diagrama unifilar de Interligação do Sistema Fotovoltaico



Fonte: Própria, 2018.

As dimensões das placas fotovoltaicas deste sistema são de 1,6 m x 1,0m (comprimento x largura) e sua espessura corresponde a 35 milímetros. A inclinação das placas formou um ângulo de 6 graus com abertura máxima nas extremidades de 15 centímetros, proporcionando a correta circulação do ar para resfriar os módulos, reduzindo a temperatura de operação, aumentando a eficiência dos módulos.

Figura 4 – Vista superior das séries fotovoltaicas



Fonte: Própria, 2018.

O alinhamento dos suportes mantiveram todas as placas fotovoltaicas com as mesmas capacidades de captação dos raios solares. Para minimizar os esforços no telhado, foi utilizado como armação dos arranjos fotovoltaico materiais compostos por alumínio, material leve de fácil manuseio, oferecendo uma melhor fixação nas treliças de madeira do telhado. Na etapa de etiquetagem e identificação foi possível visualizar que todos os circuitos, chaves e terminais foram devidamente identificados e etiquetados, confeccionados por um plástico durável de fácil

localização. Para diferenciar e indicar que a residência dispõe de um sistema de geração de energia solar, a CPFL fixou no poste de entrada de energia duas plaquetas, uma no topo do poste próximo aos conectores dos cabos e a outra logo acima do medidor de energia.

Figura 5 – Vista interna e externa do quadro de proteção



Fonte: Própria, 2018.

Por outro lado a inspeção identificou que a instalação não exibe as informações do instalador, não está disponibilizado ao cliente o diagrama unifilar do sistema, o manual de operação do inversor e nem tampouco os procedimentos de desligamento de emergência. A falta dessa documentação não disponibiliza informação suficiente ao cliente (no caso o morador) sobre os procedimentos a serem seguidos em caso de defeitos no sistema, gerando riscos desnecessários ao sistema e seus usuários quando da necessidade de manuseio do mesmo, seja para manutenção de rotina ou para reparos.

5 CONCLUSÃO

Os sistemas fotovoltaicos residenciais conectados à rede tendem a se tornar cada vez mais frequentes no Brasil, portanto os processos de conexão com a rede elétrica devem ser cada vez mais eficientes visando sempre a obtenção de resultados sejam eles de produção de energia ou de segurança dos usuários. Nesse sentido, este trabalho verificou procedimentos de uma inspeção direcionada para sistemas fotovoltaicos residenciais com o objetivo de averiguar a qualidade dos serviços, baseado na ABNT NBR 16274:2014.

O trabalho apresentou os procedimentos utilizados pela CPFL para conectar o sistema fotovoltaico com a rede, em seguida foi feita uma comparação com os procedimentos descritos na ABNT NBR 16274:2014 para a inspeção periódica. O estudo comparativo identificou ainda

que o sistema permanecia no momento da análise, em produção de energia e conexão à rede de distribuição sem estar atendendo plenamente as recomendações da ABNT NBR 16274:2014 ou seja, as informações do instalador, o diagrama unifilar do sistema, o manual de operação do inversor e os procedimentos de desligamento de emergência. Verificou-se porém que a concessionária de energia adotou medidas referentes aos itens que promovem a segurança de seus funcionários.

REFERENCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16274:2014 – **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede** – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho. Rio de Janeiro, ABNT, 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 06 – **Equipamento de Proteção Individual** – EPI¹. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nrs.htm>. Acesso em: 29 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10 – **Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2016. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nrs.htm>. Acesso em: 29 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 35 – **Trabalho em Altura**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2014. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nrs.htm>. Acesso em: 29 out. 2018.

COLAFERRO, L. – **Energia Solar no Brasil: Um panorama para [Você] entender tudo**. Disponível em: <http://blog.bluesol.com.br/energia-solar-no-brasil-panorama/>. Acesso em: 04 Jun. 2018.

CPFL ENERGIA – GED 15303:2016 – **Conexão de Micro e Minigeração Distribuída sob Sistema de Compensação de Energia Elétrica**. Disponível em: <https://www.cpfl.com.br/atendimento-a-consumidores/orientacoes-tecnicas/publicacoes-tecnicas/Paginas/normas-tecnicas.aspx>. Acesso em: 15 Set. 2018.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-
Certificados dos Dispositivos e Equipamentos da Geração de Energia Fotovoltaica.

Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inmetro/>. Acesso em: 09 Nov. 2018.

NEOSOLAR – **Risen Solar Technology**. Disponível em:

<https://www.neosolar.com.br/neosolar-energia/fornecedores/risen-solar>. Acesso em: 09 Nov. 2018.

SUN PLUS – **Inversor Solar – BB Power 3 KWP**. Disponível em: <http://www.sunplus-energy.com/on-grid>

[system_c23?gclid=CjwKCAiArK_fBRABEiwA0gOOc0RY9b9N3IfLmnbjuaukE1fX6_Dtm_jHmVD-n8LzRiSFJYeVrX0MxoC0jQQAvD_BwE](http://www.sunplus-energy.com/on-grid/system_c23?gclid=CjwKCAiArK_fBRABEiwA0gOOc0RY9b9N3IfLmnbjuaukE1fX6_Dtm_jHmVD-n8LzRiSFJYeVrX0MxoC0jQQAvD_BwE). Acesso em: 14 Nov. 2018.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. – **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.**

Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES. CEPEL. DTE. CRESESB. Edição

Revisada e Atualizada. Rio de Janeiro, Mar. 2014.