

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica  
ODS: 7 - Energia Acessível e Limpa

## COMISSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL<sup>1</sup>

### COMMISSIONING OF A RESIDENTIAL PHOTOVOLTAIC SYSTEM

**Lucas Gabriel da Rosa<sup>2</sup>, Iron Svick Kumm<sup>3</sup>, Caroline Socolhoski Costa<sup>4</sup>, Diomar Adonis Copetti Lima<sup>5</sup>, Francisco Gasparin Fabrin<sup>6</sup>, George Andrei Santos de Moura<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisa realizada para avaliação multidisciplinar das disciplinas do Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual 25 de Julho: Ensaio de Máquinas, Projetos e Instalações Elétricas.

<sup>2</sup> Aluno(a) do Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual 25 de Julho, lucas5rosa@outlook.com

<sup>3</sup> Aluno(a) do Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual 25 de Julho, ironsk1999@gmail.com

<sup>4</sup> Aluno(a) do Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual 25 de Julho, costacarolinecaroline@outlook.com

<sup>5</sup> Professor Mestre do Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual 25 de Julho, Orientador, diomar-copetti@educar.rs.gov.br

<sup>6</sup> Professor Engenheiro do Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual 25 de Julho, Orientador, francisco-gfabrin@educar.rs.gov.br

<sup>7</sup> Professor Engenheiro do Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual 25 de Julho, Orientador, george-asdmoura@educar.rs.gov.br

#### 1. Introdução

A energia solar fotovoltaica é considerada uma fonte renovável e vem ganhando espaço no setor de geração de energia, seu custo de implantação vem diminuindo nos últimos anos, como demonstra a comparação entre o sistema dimensionado por [4] e os valores encontrados atualmente no mercado. Sua viabilidade está diretamente ligada ao bom funcionamento e continuidade da operação. Isso pode ser garantido com o comissionamento correto do sistema fotovoltaico, o qual garante sua produção e seu funcionamento eficiente.

Comissionamento é o processo de técnicas que garantem que a planta do projeto opere com valores regulares em pleno funcionamento, permitindo a verificação de possíveis falhas, melhorias na estrutura e manutenção dos equipamentos como um todo.

#### 2. Comissionamento de um Sistema Fotovoltaico

Antes de realizar o comissionamento, deve-se conhecer o seu funcionamento e suas peculiaridades. Como será descrito a seguir.

##### 2.1. Como funciona o sistema fotovoltaico

O sistema fotovoltaico é um sistema de geração de energia, que converte energia solar em energia elétrica, ou seja, os painéis absorvem irradiação solar e com isso geram eletricidade. Estes sistemas podem ser constituídos de placas solares, conversor, bateria, transformador e dispositivos de proteção, além dos condutores de energia. Normalmente estes sistemas são aplicados no bombeamento de água e dessalinização de água salgada em locais onde não possuem rede elétrica próxima, ou ainda, em domicílios urbanos como microgeração distribuída.

Os sistemas fotovoltaicos podem utilizar 2 tipos de conversores: conversor CC-CC e conversor CC-CA. O conversor CC-CC, é aplicado quando se necessita de elevação e/ou redução da tensão

**Evento:** XXVIII Seminário de Iniciação Científica

**ODS:** 7 - Energia Acessível e Limp

continua; exemplos de utilização desse conversor é o controle da carga de uma bateria, ou um acionamento de uma bomba que é constituído de um motor CC. O conversor CC-CA é utilizado para converter a energia gerada de corrente contínua em corrente alternada a fim de conectar na rede de distribuição. Os painéis solares podem ser conectados entre si sendo a conexão série e/ou paralela. Estes tipos de conexões são usados para se obter a corrente e a tensão específicas para cada conversor.

A partir dos painéis a energia gerada é conduzida diretamente ao conversor, onde este pode ser ligado de três formas, que são: 1ª forma é a conexão do sistema direto à rede de distribuição da concessionária. Atualmente esta forma de conexão tem mostrado grande viabilidade a consumidores que desejam produzir sua própria energia, sendo disponibilizada à residência/comércio/indústria para ser consumida instantaneamente. O excedente da energia é disponibilizado (injetada) à rede da concessionária, que fará a medição, e o cálculo de compensação da energia na Unidade Consumidora (UC). Na 2ª forma, a energia gerada no painel é conduzida para o conversor CC/CC para carregar uma ou mais baterias. Os equipamentos CCs, conectados ao sistema, são alimentados diretamente pelo conversor, podendo utilizar a energia vinda dos painéis, ou a armazenada nas baterias durante a noite. Este processo é chamado de sistema fotovoltaico isolado ou autônomo, sendo a forma mais utilizada quando não há rede de distribuição perto do local de consumo. A 3ª forma é uma mistura entre os dois processos, ou seja, o local de consumo de energia pode ser alimentado por placas solares, baterias e/ou rede de distribuição da concessionária, sendo chamado de sistema fotovoltaico híbrido.

Os circuitos de geração fotovoltaica devem ser protegidos por dispositivos de seccionamento e protetores de surtos nos trechos em Corrente Contínua (CC) e Corrente Alternada (CA). Seu aterramento deve ser equipotencializado ao aterramento da edificação. O aterramento deve ser conectado na base das placas solares, na carcaça do(s) conversor(es), nos DPS's de fase e de neutro anteriores (DPS CC) e posteriores (DPS CA). Isso garantirá que não haja choque por contato através de partes que possam estar energizadas acidentalmente, como por exemplo, a carcaça do conversor.

## 2.2 O que é um comissionamento de um sistema fotovoltaico

Comissionamento de um sistema fotovoltaico consiste na verificação para saber se a execução do SFV seguiu corretamente o projeto de implantação, assim como a constatação da existência de componentes danificados. Além disto, deve-se comprovar se este sistema está de acordo com normas e regulamentações técnicas vigentes. O comissionamento deste sistema é dividido em 4 partes que são: 1ª parte - checagem da estrutura civil, 2ª - verificação do circuito CC, 3ª parte - averiguação do circuito CA, e a 4ª parte - realização da checagem dos painéis solares. No decorrer desses quatro tópicos serão realizadas três etapas: checagem visual, verificação eletromecânica e a checagem normativa.

A checagem visual, busca verificar se há problemas nas conexões ou dano em algum componente, ou seja, problemas que são facilmente percebidos visualmente, podendo ser auxiliada pela câmera térmica. A checagem eletromecânica é feita visando as conexões, se estão bem afixadas, não existência de folgas ou pontos de alta impedância entre os cabos e os componentes do sistema. Para isso é o utilizado o multímetro no modo continuidade e para a verificação do sistema de aterramento o terrômetro.

**Evento:** XXVIII Seminário de Iniciação Científica

**ODS:** 7 - Energia Acessível e Limpa

A verificação normativa é aquela que se baseia nas normas e regulamentações técnicas que regem a instalação dos componentes do sistema fotovoltaico. As normas e regulamentos desta etapa são a NBR 16274, NBR 5410, IEC 61215.

### 3. Comissionamento de um sistema fotovoltaico

Na data de 2 de abril de 2019, foi realizado o comissionamento de uma UC com microgeração fotovoltaica com potência instalada de 1,56 kW. Seguindo os procedimentos realizados no comissionamento por [6], foram executadas as seguintes etapas pertinentes.

Foram checadas as conexões eletromecânicas e visuais a partir da câmera térmica nos circuitos CC/CA, conversor CC/CA e o sistema de aterramento. Além da verificação física e visual do sistema de aterramento, a partir da utilização de um terrômetro, obteve-se os valores da resistência nos seguintes pontos: aterramento dos painéis, barra de equipotencialização e aterramento da UC. Os testes foram realizados seguindo as normas [1] e [2], e além destas foi utilizado também como base [5].

#### 3.1. Checagem dos painéis

Foi realizada a verificação visual dos painéis solares e de suas bases de fixação, para examinar se há algo danificado, se as conexões estão enferrujadas ou deterioradas, como mostra a Figura 1.



Figura 1. Sistema de Fixação e conexões.

**Checagem da estrutura civil:** nesta etapa foi realizada a verificação da estrutura civil. A Figura 1 apresenta a estrutura civil íntegra e sem danos.

**Checagem visual:** nesta etapa foi realizada uma verificação visual com o uso da câmera térmica. Verificou-se que a conexão entre os painéis e o circuito CC estão em ordem, sem ferrugem ou estragos aparentes. As Figuras 2 e 3 demonstram que o sistema de proteção está em perfeita ordem, sem nenhum dano aparente. Com o uso da câmera térmica percebe-se um aquecimento nos condutores, no entanto o mesmo é esperado devido a passagem de corrente da energia gerada.

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica  
ODS: 7 - Energia Acessível e Limpa

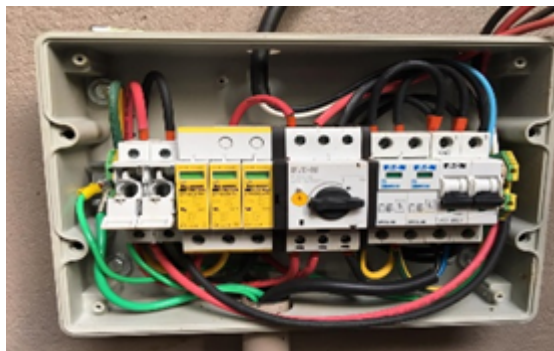


Figura 2. Sistema de proteção CC e CA.



Figura 3. Foto térmica do circuito CC e CA.

Checagem eletromecânica: Nesta parte da verificação foi realizada uma checagem eletromecânica dos condutores, dos fusíveis CC, chave seccionadora e dos DPS's. Houve a necessidade de reaperto dos conectores pertencentes aos circuitos CC e CA.

### 3.2. Checagem do conversor

Checagem visual: Nesta parte foi realizado uma observação dos conectores externos do conversor, com o objetivo de verificar se há aquecimento aparente de alguma conexão. Constatou-se que as conexões não apresentam sinais de danos. A Figura 4 apresenta a imagem térmica do conversor, nota-se que não está ocorrendo um aquecimento anormal do conversor.

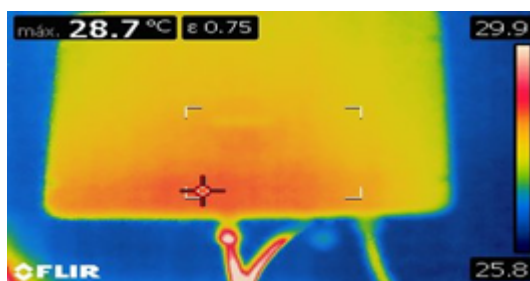


Figura 4. Foto térmica do conversor.

Checagem eletromecânica: verificou-se que as conexões estão bem fixas, e também foi checado se o conversor está funcionando corretamente.

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica  
 ODS: 7 - Energia Acessível e Limpas

### 3.3. Checagem do circuito CA

Checagem visual: Foi verificado nesta etapa se os disjuntores estão com boa integridade, se os DPS's CA estão em bom estado de conservação, se os condutores apresentam danos, ou há algum conector estragado, derretido ou queimado. Após a checagem percebe-se que os componentes se encontram em bom estado.

Verificação eletromecânica: nesta etapa foi averiguado se algum componente do circuito CA apresenta algum problema na sua conexão ou sua isolação. Todos os itens estão em perfeito estado.

### 3.4. Checagem do aterramento

Checagem visual: Nesta etapa foram observados as conexões e os condutores, não apresentando deterioração da isolação. Podemos visualizar na Figura 5 a presença de água de água na caixa de inspeção, recomenda-se que seja melhorado o sistema de drenagem da mesma.



Figura 5. Caixa de inspeção do aterramento do SFV.

Por meio do terrômetro verificou-se a resistência dos eletrodos de aterramento. Segundo [3], a resistência de uma UC deve ser menor ou igual a 25 ohms. O valor da resistência do aterramento foi mensurada três vezes, com o objetivo de se obter a média dos valores. foram verificados os valores de resistência do aterramento dos painéis fotovoltaicos, do barramento de equipotencialização e do aterramento da entrada de energia. Os dados estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores das resistências obtidas durante as medições.

| Pontos de medição                 | Medição 01    | Medição 02    | Medição 03    | Valor Médio   |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Aterramento do SFV                | 6,68 $\Omega$ | 7,35 $\Omega$ | 7,25 $\Omega$ | 7,09 $\Omega$ |
| Medição                           | 1,60 $\Omega$ | 1,60 $\Omega$ | 1,60 $\Omega$ | 1,60 $\Omega$ |
| Barramento de equipotencialização | 2,14 $\Omega$ | 2,68 $\Omega$ | 2,48 $\Omega$ | 2,43 $\Omega$ |

## 4. Conclusão

O comissionamento é um processo importante para todo SFV, garantindo produção satisfatória e a

**Evento:** XXVIII Seminário de Iniciação Científica

**ODS:** 7 - Energia Acessível e Limpa

detecção preventiva de problemas. A verificação da adequação técnica às normas e regulamentações priorizam a segurança das instalações, equipamentos e usuários.

Durante o comissionamento verificou-se que os equipamentos encontram-se funcionando corretamente e sua execução seguiu as especificações das normas balizadoras. A recomendação que se faz é o aperfeiçoamento do sistema de drenagem na caixa de inspeção do aterramento, a qual apresenta uma falha de escoamento da água.

## Agradecimentos

Agradecemos a Escola Estadual 25 de Julho pela oportunidade de realizar o Curso de Eletrotécnica, em especial, aos professores do curso pelos conhecimentos passados. Cabe agradecimentos também a Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI pela oportunidade de participar do Salão do Conhecimento, reconhecemos que a apresentação deste trabalho é um passo importante para nossa carreira acadêmica.

## Referências

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR16274: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho. Rio de Janeiro, 2014. 52 p.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004. 209 p.
- [3] Departamento Municipal de Energia de Ijuí. Regulamentação de Instalações Consumidoras. Ijuí, 2017. 126.
- [4] Lima, DAC, “Análise da possível instalação de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede – SFCR em Ijuí”, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijui, Agosto 27, 2010. [Online]. Available: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/5205>.
- [5] Pinho, João Tavares e GALDINO, Marco Antonio. Manual de engenharia para sistema fotovoltaico. 2014, 350f. GTES- grupo de trabalho de energia solar. Rio de Janeiro.
- [6] Oliveira, Geodam Barcellar de. Comissionamento da usina solar fotovoltaica da UFJF. 2014, 72f. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora.

**Parecer CEUA:** 2208566