

# SEGURANÇA DO TRABALHO E PROTOCOLOS DE SEGURANÇA NA INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE

## *WORK SAFETY AND SAFETY PROTOCOLS IN THE INSTALLATION OF GRID-CONNECTED PHOTOVOLTAIC SYSTEMS*

JEFERSON DOS SANTOS SANTANA<sup>1</sup>; MÜLLER JÂNIO SILVA SOUSA<sup>2</sup>; THAIS  
GABRIELLA SOUSA BARBOSA<sup>3</sup>; WELISVALDO VIEIRA DOS SANTOS<sup>4</sup>; JULLIANA  
NAZARETH VIEIRA DA PAIXÃO<sup>5</sup>

### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar e apresentar um estudo sobre a implementação dos protocolos de segurança do trabalho para as atividades de instalação de SFVCR numa empresa de instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede que está instalada em Goiânia – GO. Por meio de uma pesquisa científica aplicada e exploratória, foram realizadas observações *in loco* no ambiente de trabalho para avaliar as condições de segurança e saúde dos trabalhadores e feito um levantamento utilizando registros fotográficos. A partir das observações e informações obtidas, ficou evidente a ausência do cumprimento dos protocolos de segurança e inconformidades no processo de instalação dos sistemas fotovoltaicos. Deve-se desenvolver um plano de ações com a finalidade de mitigar e controlar os riscos, conforme proposto em tabela de avaliação das atividades.

**Palavra-chave:** Protocolos de segurança do trabalho. Sistemas fotovoltaicos. Normas regulamentadoras. Saúde dos trabalhadores. Plano de ações.

### ABSTRACT

*The present work aims to analyze and present a study on the implementation of work safety protocols for the installation activities of SFVCR in a company that installs photovoltaic systems connected to the grid that is installed in Goiânia - GO. Through an applied and exploratory scientific research, observations were carried out in loco in the work environment to assess the health and safety conditions of workers and a survey was carried out using photographic records. From the observations and information obtained, it was evident the lack of compliance with safety protocols and nonconformities in the installation process of photovoltaic systems. An action plan must be developed in order to mitigate and control risks, as proposed in the activity evaluation table.*

**Keywords:** Occupational safety protocols. Photovoltaic systems. Regulatory norms. Workers health. Action plan.

---

<sup>1</sup>Acadêmico do 10º Período do Curso de Engenharia de Produção – FACUNICAMPS. *E-mail:* jefersondocdoc@gmail.com

<sup>2</sup>Acadêmico do 10º Período do Curso de Engenharia de Produção – FACUNICAMPS. *E-mail:* mullerjanios@gmail.com

<sup>3</sup>Acadêmico do 10º Período do Curso de Engenharia de Produção – FACUNICAMPS. *E-mail:* ella.thaiss@gmail.com

<sup>4</sup>Acadêmico do 10º Período do Curso de Engenharia de Produção – FACUNICAMPS. *E-mail:* wellisvaldo@gmail.com

<sup>5</sup>Professora orientadora Graduada em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2005); Pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2010); MBA em Gestão de Projeto pelo Instituto de Pós-Graduação - IPOG (2014); Mestre em Engenharia Química pela UFG (2018). *E-mail:* julliana.paixao@facunicamps.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, os processos produtivos passaram por grandes transformações, houve uma época em que a manufatura era predominante, e os meios para realização do trabalho eram feitos de modo manual, apenas no ano 1750, meados do século XVIII, caracterizado também pela primeira Revolução Industrial que foi inserida a primeira máquina, uma lançadeira criada por John Kay em 1733, que era uma espécie de volante para tear.

No século XIX e XX, houve a divisão e organização do trabalho pós primeira revolução industrial, a partir daí foi se introduzindo a denominada maquinofatura que é a inserção de máquinas no chão de fábrica a fim de potencializar o capitalismo.

De acordo com Chagas (2020), a industrialização criou formas, hierarquias organizacionais, jornadas e escalas de trabalho além do controle e tempo de execução das atividades que estão evidentes até os dias atuais. Por abranger várias vertentes diferentes, aumenta-se o interesse pelo estudo das condições com que se realiza o trabalho e seus processos.

Em 1919, foi criada a OIT (Organização Internacional do Trabalho). No Brasil, nesse mesmo ano, por meio da lei de nº 3724, surgiram as primeiras regulamentações sobre acidentes de trabalho no País.

A partir daí foram sendo criadas algumas entidades, órgãos, normas e leis trabalhistas, como a CLT - Consolidação das Leis do Trabalho (1943). Em 1977, por meio da lei nº 6.514, foram criadas as (NRs) Normas Regulamentadoras.

Segundo Chagas (2020), “a Segurança do Trabalho é a ciência, que atua na prevenção dos acidentes de trabalho decorrentes dos fatores de riscos ocupacionais”. A SST - Saúde e Segurança do Trabalho - é formada por um conjunto de normas e meios legais que exigem das empresas e organizações, além dos colaboradores o cumprimento de medidas que venham garantir a integridade física do trabalhador, contra eventuais doenças ocupacionais.

Dados do Observatório Brasileiro de Segurança no Trabalho apontam que, o período entre 2012 e 2022, foram notificados 6.774.543 acidentes, sendo que as lesões mais frequentes são: 15,89% corte, laceração, ferida contusa e punctura. 13,78% corresponde a fratura. 11,17% contusão, esmagamento (superfície cutânea I). 6,84% Distensão e torção. 6,55% Lesão Imediata (Nic). O número de óbitos é de 25.492 o que corresponde a 0,38% do total de acidentes notificados neste período. O observatório é atualizado em tempo real e fornece informações com o intuito de subsidiar políticas públicas de prevenção de acidentes e doenças do trabalho.

Nessa perspectiva, diante do enorme número de acidentes que ocorrem no ambiente de trabalho, percebe-se a necessidade de se avaliar os efeitos da aplicação na prática das normas voltadas para a segurança e saúde do trabalhador, mais especificamente será realizado uma pesquisa em uma empresa de instalação de sistemas fotovoltaicos instalada na cidade de Goiânia – GO. Portanto, indaga-se: Como são implementadas as normas de segurança do trabalho na instalação de um SFVCR na cidade de Goiânia, tem se cumprido as normas e regulamentações?

Para isso, o objetivo Geral da presente pesquisa é analisar os protocolos de segurança do trabalho para as atividades de instalação de SFVCR numa empresa em Goiânia. Para tanto, foram delineados os seguintes objetivos específicos: desenvolver uma pesquisa sobre a instalação de SFVCR, realizar o levantamento das Normas Regulamentadoras condicionadas a SFVCR e analisar a aplicabilidade das Normas Regulamentadoras na SFVCR na cidade de Goiânia.

As empresas se estruturam de forma a otimizar a produção e potencializar seus lucros, investindo em maquinários e recursos humanos. Há nos processos produtivos uma nítida interface homem máquina, nesse ínterim, esta pesquisa busca avaliar e compreender como se dá o processo de implementação e realização das práticas de aplicação das normas de saúde e segurança do trabalho em uma empresa de instalação de equipamentos e dispositivos fotovoltaicos.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. A evolução da segurança do trabalho**

A segurança do trabalho é um campo de estudo que evoluiu ao longo do tempo, com o objetivo de garantir que os trabalhadores tenham um local de trabalho seguro e saudável. Dessa forma, a segurança do trabalho visa minimizar os riscos ocupacionais, acidentes e tem o intuito de proteger a integridade e capacidade do profissional (PEIXOTO, 2011; VIEIRA; BRAHAN, 2020).

De acordo com perspectiva legal, um acidente de trabalho é caracterizado quando um colaborador reduz ou perde sua capacidade de trabalho, de forma temporária, definitiva ou até mesmo quando morrem, assim sendo, os estudos tem como objetivo prevenir as ocorrências e

ou fatalidades em um ambiente de trabalho. São inúmeras as situações de risco passivo que pode originar acidente no local de trabalho, logo, é essencial para a prevenção que os fatores de risco sejam incluídos em todas as tarefas e operações processuais (SALIBA; DE FREITAS LANZA, 2019).

Segundo Barbosa (2018), os índices de acidentes e doenças estão aumentando de forma exponencial, pode-se concluir que é absolutamente necessário manter um ambiente seguro e protegido tanto para o empregado quanto para o empregador, garantindo seu bem-estar físico, mental e financeiro.

Segundo Manus (2015), a Tabela 1 apresenta a evolução da segurança do trabalho ao longo das 4 grandes Revoluções Industriais.

**Tabela 1:** Segurança do Trabalho nas 4 Revoluções Industriais.

1° Revolução Industrial (XVIII)	As condições de trabalho eram insalubres e perigosas, sendo, 80 horas de trabalho semanais para suprir a grande escala de produção. O grande marco foi o surgimento do Direito do Trabalho, como por exemplo, a diminuição da carga horária semanal e a proibição de menores/ mulheres na linha de produção.
2° Revolução Industrial (XIX)	A segurança do trabalho começou a ser considerada uma questão importante, e as primeiras leis de segurança do trabalho foram promulgadas. A ênfase estava na prevenção de acidentes, e foram criadas medidas de proteção como equipamentos de proteção individual (EPI) e procedimentos de segurança.
3° Revolução Industrial (XX)	A segurança do trabalho passou a ser vista como uma responsabilidade das empresas e dos governos. As leis foram aprimoradas e se tornaram mais rigorosas, e foram criadas agências governamentais para regulamentar a segurança do trabalho. A gestão de segurança do trabalho também passou a ser um aspecto importante da administração de empresas.
4° Revolução Industrial (ATUAL)	Na atualidade, a segurança do trabalho é vista como uma questão de saúde ocupacional. A ênfase está na prevenção de doenças relacionadas ao trabalho e na promoção da saúde e do bem-estar dos trabalhadores. A gestão de segurança do trabalho envolve a identificação de riscos e a implementação de medidas preventivas, bem como a educação e treinamento dos trabalhadores para evitar acidentes e doenças no ambiente de trabalho.

**Fonte:** Adaptado Manus (2023).

## 2.2. Sistemas fotovoltaicos conectados à Rede

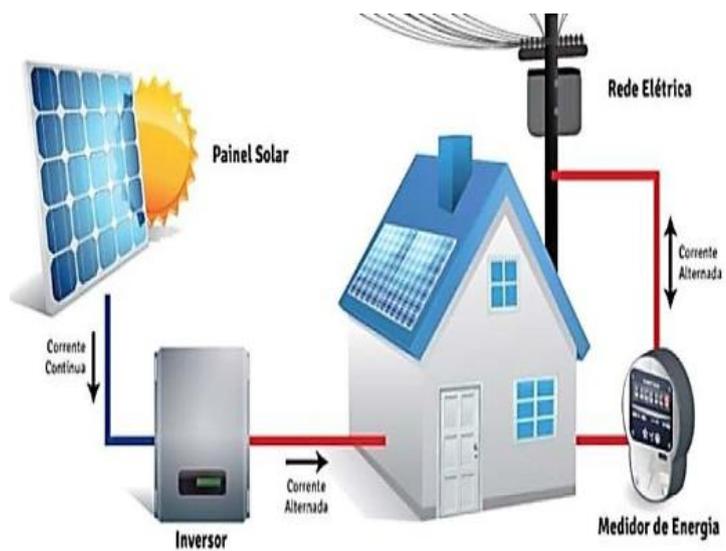
A energia solar é um tipo de energia renovável, que utiliza os raios solares para sua produção. Por outro lado, a energia solar fotovoltaica se refere a um tipo de energia solar específica que pode ser obtida através do processo que faz a conversão de radiação solar em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico (NEOSOLAR, 2022).

A energia produzida por sistemas fotovoltaicos é a maior e mais segura fonte de energia renovável da humanidade, produzindo eletricidade limpa com impacto ambiental mínimo e alta disponibilidade. Segundo Sultherm (2022), a palavra “foto-voltaica” possui origem grega, sendo constituída por duas palavras, foto que significa “luz”, e “volt”, é a unidade da força eletromotriz.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser divididos em isolados ou distribuídos. No Sistema Fotovoltaico Isolado (SFVI), é necessária a utilização de baterias para armazenar a energia produzida, enquanto no Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFVCR) possui um eixo inversor conectado diretamente a uma rede elétrica sem uso de baterias. Ao funcionar de forma conjunta com a rede elétrica, reduz ou elimina o consumo da rede pública, ademais, produzindo uma reserva de energia, podendo ser acumulada (VILLALVA, 2015).

A Figura 1, demonstra o arranjo da associação de equipamentos para o SFVCR.

**Figura 1:** Gerador Solar Fotovoltaico Conectado à rede.



**Fonte:** Togawa Engenharia (2018).

Os painéis solares absorvem a luz solar e convertem em energia elétrica de corrente contínua (CC), a CC é conduzida para o inversor e será transformada em corrente alternada (CA). Essa energia CA pode ser utilizada diretamente pelos consumidores para alimentar seus equipamentos eletrônicos ou injetá-la na rede elétrica (JMSSOLAR, 2022).

Por fim, a eficiência e a segurança dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede, segundo a lei 2427/96, dependem do cumprimento de normas técnicas e orientações do órgão regulador Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (MIRANDA, 2022). Aconselha-se também que os sistemas sejam instalados por profissionais qualificados e que as empresas responsáveis pelo fornecimento e instalação dos sistemas ofereçam garantia e suporte técnico aos seus clientes.

### **2.3. Normativas e técnicas regulamentadoras na instalação de sistemas fotovoltaicos**

As Normas Regulamentadoras (NR) relacionadas à segurança e medicina do trabalho são elaboradas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, que são obrigatórias nas empresas de segmento público, privado e órgãos públicos de administração direta ou indireta, tendo como objetivo a proteção da capacidade, integridade e saúde do trabalhador, sendo assegurados pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT (ATLAS, 2017).

#### **2.3.1. NR 10 e NBR 5410**

As Normas Técnicas e Regulamentadoras NR 10 e a NBR 5410 são importantes para a segurança do trabalho com eletricidade. Conforme determina o MTE a NR 10, se aplica em trabalhos que envolvam eletricidade seja de forma direta ou indireta, sendo aplicável às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo também rege projetos, manutenção, operação e montagem das instalações elétricas, sendo assim, estabelece requisitos e condições mínimas para a segurança e saúde dos colaboradores (BRASIL, 2019).

Nesse contexto, o princípio básico é claro, garantir a segurança de todos os trabalhadores que trabalham com instalações elétricas e serviços que consomem energia elétrica, independente das regras da atividade laboral.

Em termos de instalações elétricas, a NR 10 estabelece princípios gerais de segurança (caráter compulsório), mas dependendo do ambiente de aplicação, alguns documentos complementares, como a NBR 5410 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que trata as instalações elétricas de baixa tensão (até 1kV em CA ou 1,5kV em CC) e a NBR 14039 para instalações elétricas de média tensão (1kV até 36,2kV), também podem ser aplicáveis (CRUZ, 2022).

De acordo com a NR 10 descrita no MTE, todas as ações de manutenção no setor elétrico devem priorizar o trabalho com circuitos desenergizados (BRASIL, 2019). No entanto, alguns cuidados devem ser tomados para evitar a reenergização acidental do circuito, como circuitos paralelos, eletricidade indutiva (eletromagnética) e a sinalização insuficiente que alerta para falta de energização da linha e funcionamento em condições climáticas adversas (incidência de interrupções) (CRUZ, 2022).

### **2.3.1.1 Choque elétrico**

Choque elétrico é um fenômeno provocado pelo fluxo de corrente elétrica em movimento circular através do corpo humano como resultado da diferença de potencial (ddp) entre o condutor e o elemento energizado. Em outras palavras, o corpo humano se torna um condutor de eletricidade. A intensidade da corrente elétrica (medida em ampères ou por miliampères), bem como a magnitude do choque elétrico, determinarão a diferença de potencial (tensor), assim como a reduzida resistência do corpo à terra (KURATA, 2016; DOS SANTOS, 2013).

Segundo Júnior (2023), quando a corrente flui através do corpo humano, gera efeitos

como: formigamento leve, dor, espasmos musculares, alterações na frequência cardíaca, insuficiência respiratória, queimadura e morte, ademais, a lesão acontece porque o movimento muscular e a transmissão do sinal nervoso acontecem através da passagem de pequenas correntes elétricas.

Alguns fatores determinam a gravidade de um choque elétrico, que são: a intensidade da corrente elétrica, o percurso da corrente elétrica, a duração da corrente elétrica e a frequência da corrente elétrica (DOS SANTOS, 2013).

### **2.3.1.2 Arco elétrico**

Quando uma corrente elétrica rompe uma barreira dielétrica em um meio isolante, incluindo seções de condutores que não estão em contato direto é o fenômeno conhecido como arco elétrico, ademais, eles normalmente duram apenas algumas horas e transformam energia elétrica em energia luminosa, acústica e térmica (CAMPOS, 2016).

Para Mardegan e Parise (2018), o arco elétrico pode ocorrer quando o isolamento de um ponto energizado à terra, à estrutura física de um dispositivo ou outra fase é rompida, além disso, pode ocorrer quando a corrente é interrompida pela desconexão de dois terminais energizados de uma carga, sobrecarga ou circuito de falha.

### **2.3.2 NR 35 E NBR 16325**

O objetivo da norma NR 35 que foi introduzida em março de 2012, e atualizada pela Portaria MTE nº 915 em 30 de julho de 2019, está relacionada a atividades que são realizadas em altura de forma direta ou indireta, sendo primordial para garantir proteger a saúde dos colaboradores. Ele descreve os requisitos mínimos e as precauções de segurança para trabalhos em altura, incluindo planejamento, organização e execução de tarefas (BRASIL, 2019). A norma estabelece que existe um risco de queda em qualquer atividade executada acima de 2 metros do nível anterior.

A ABNT (2014), norma NBR 16325 regulamenta os dispositivos de ancoragem, que são locais onde se pode levar ou guardar equipamentos de segurança contra incêndio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014). As recomendações da NR

35 devem ser seguidas para instalação de sistemas fotovoltaicos em edificações; caso contrário, um instalador pode realizar a tarefa de forma acidental ou descuidada, desrespeitando as instruções da norma.

Os principais fatores que levam a quedas no local de trabalho são: a ausência de guardacostas; a perda de equilíbrio; passo em falso; uso de escada, ralos e táticas questionáveis, trabalhador inapto para a atividade devido a condições físicas ou efeitos de substâncias. (MENDES, 2013).

Para trabalhos que envolvam manuseio de painéis de distribuição, instalação de cabos condutores de correntes ou outras atividades de energia elétrica, não utilizar escadas ou andaimes de metal. Além disso, os trabalhos devem ser feitos por pessoas qualificadas que se submeteram a testes teóricos e práticos (MENDES; SOUZA, 2021).

### **2.3.3 NR 18**

A NR 18 trata das condições do trabalho na área da construção civil, sendo capaz de introduzir as precauções de segurança para os ambientes, assim, tem como propósito determinar instruções de gestão, como por exemplo o planejamento, gerenciamento de riscos e outros (BRASIL, 2021). Abrange também trabalhos de demolição, escavação, fundações, estruturas metálicas, soldagem instalações elétricas, movimentação e transporte de materiais e pessoas, sinalização de segurança etc (GIZONI; MARCO, 2018).

Segundo a NR 18, o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) é uma prática obrigatória em canteiros de obras. Ela tem o objetivo de prever os riscos ocupacionais e traçar as medidas preventivas para os mesmos. O PGR é um trabalho realizado por um profissional qualificado em segurança do trabalho e executado sob responsabilidade da empresa (BRASIL, 2021). O Anexo 1 mostra, conforme a Norma Regulamentadora 18, quais são as medidas que devem ser tomadas para evitar acidentes de trabalho, dessa forma, garantindo a segurança no local de trabalho.

### **2.3.4 Uso de equipamentos de proteção individual e coletiva**

A NR 6 trata da regulação de equipamentos de proteção individual (EPI), ou seja, dispositivos de uso pessoal do empregado a fim de prevenir acidentes de trabalho. A norma

também assegura que esses equipamentos devem ser entregues em perfeitas condições para a máxima eficácia (GIZONI; MARCO, 2018).

Conforme a Portaria 3217/78 da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho, a NR 6 aborda direitos e deveres aos colaboradores e contratantes. Sendo assim, cabe ao contratante:

- Observar e fazer cumprir as disposições das leis e regulamentos sobre segurança e saúde ocupacional;
- Fornecer gratuitamente aos funcionários EPI adequado ao risco, completo e funcional;
- Uso obrigatório de EPI;
- Substituir imediatamente um EPI danificado ou perdido;
- Higienizar e fazer manutenção periódica nos EPIs.

Por fim, cabe ao colaborador:

- Cumprir as normas de segurança do trabalho;
- Utilizar o EPI fornecido pela empresa, apenas no local de trabalho;
- Responsabilidade pelo armazenamento seguro e prevenção;
- Avisar a área de segurança pessoalmente ou através do seu encarregado caso o EPI não seja mais adequado para utilização (BRASIL, 2022).

De acordo com o regulamento, também é responsabilidade do empregador manter os registros da entrega de equipamentos de proteção individual e uniformes aos funcionários. Isso requer o uso de arquivos, livros ou sistemas eletrônicos contendo informações importantes, como nomes de empresas, nomes de funcionários, cargos, datas e outros (PEINADO, 2019).

É importante ressaltar que o Equipamento de Proteção Coletiva (EPC) como dispositivo ou sistema de uso coletivo destinado a proteger a integridade física e a saúde dos trabalhadores, como por exemplo, a sinalização de escadas, corrimões etc. (RESENDE, 2019).

O formulário de EPI pode ser apresentado como uma declaração a ser lida e assinada pelo empregado sobre o fornecimento gratuito do EPI e o treinamento sobre seu uso, além de assumir responsabilidade pelo equipamento e a utilização de forma correta do mesmo. O empregador deve garantir a assinatura do funcionário na declaração assim que receber o EPI (PEINADO, 2019).

Segundo a NR 6, são diversos dispositivos que podem estar associados a um ou mais riscos que colocam a saúde e segurança dos trabalhadores em perigo. Esses equipamentos só podem ser vendidos com o certificado de registro emitido pela autoridade nacional competente (BRASIL, 2022).

Os EPIs, segundo a Norma Regulamentadora 6 (2022), são:

- a) Proteção da cabeça: capacete e capuz;
- b) Proteção olhos e face: óculos, protetor facial e máscara de solda;
- c) Proteção auditiva: protetor auditivo;
- d) Proteção respiratória: respirador purificador de ar motorizado ou não motorizado, respirador de adução de ar tipo linha de ar comprimido ou máscara autônoma, respirador de fuga;
- e) Proteção do tronco: vestimentas, colete a prova de balas;
- f) Proteção dos membros superiores: luvas, creme protetor contra agentes químicos, mangas, braçadeiras e dedeira;
- g) Proteção dos membros inferiores: calçados, meia para proteção dos pés contra baixas temperaturas, perneira e calça.
- h) Proteção do corpo inteiro: macacão e vestimenta de corpo inteiro;
- i) Proteção contra quedas: cinturão de segurança com talabarte.

Já os EPC são: sinalização (cones, placas e outros), iluminação de emergência, cavaletes, sensores de presença, sistema de combate a incêndio e corrimões.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia é a parte do trabalho científico que descreve os métodos e técnicas utilizados para a coleta, análise e interpretação dos dados. É um conjunto de procedimentos sistemáticos que permitem que o pesquisador alcance seus objetivos de maneira organizada e rigorosa. Segundo Gil (2017), a elaboração de um projeto de pesquisa envolve a definição da metodologia que será utilizada, bem como a escolha dos instrumentos de coleta de dados e dos procedimentos analíticos.

Lakatos e Marconi (2017) destacam a importância da metodologia científica para a produção do conhecimento. Segundo as autoras, a escolha de uma metodologia adequada é essencial para a realização de uma pesquisa rigorosa e confiável. A metodologia científica inclui a descrição dos procedimentos adotados para a coleta de dados, a seleção dos participantes da pesquisa, a análise dos resultados e a discussão das conclusões. Dessa forma, a metodologia é um aspecto crucial de qualquer trabalho científico, que deve ser abordado de forma clara e detalhada para que o leitor possa compreender a lógica do estudo e avaliar a qualidade dos resultados obtidos.

A metodologia adotada para este trabalho de conclusão de curso foi uma pesquisa científica aplicada e exploratória com o objetivo de avaliar os protocolos de segurança na instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede em uma empresa de Goiânia-GO, seguindo as etapas de revisão bibliográfica do assunto, observação *in loco*, registros fotográficos, análise de conformidades e análise de dados.

#### **3.1 Revisão bibliográfica**

Será realizada uma revisão bibliográfica sobre as normas e protocolos de segurança voltados para um estudo em campo na área de instalação de sistemas fotovoltaicos, utilizando referências bibliográficas relevantes. As normas regulamentadoras (NRs) 6,10,18, e 35 também serão consideradas nesta revisão.

#### **3.2 Observações *in loco***

Serão realizadas observações diretas e sem contato com os funcionários no ambiente de trabalho da empresa de instalação de sistemas fotovoltaicos com o objetivo de avaliar as condições de segurança e saúde dos trabalhadores. Durante essas observações, serão registradas as práticas adotadas, o uso de equipamentos de proteção individual e coletiva, entre outros aspectos relevantes.

### **3.3 Registros fotográficos**

Serão utilizadas câmeras fotográficas ou smartphones para capturar registros fotográficos que evidenciem as condições de segurança e saúde no ambiente de trabalho. Essas fotografias servirão como evidências visuais para análise posterior.

### **3.4 Análise de conformidades**

Será realizada uma análise das conformidades ou não conformidades em relação às normas regulamentadoras (NRs) 6,10,18, 35 e NBRs do setor com base nos registros disponíveis. Serão observadas medidas de proteção adotadas, treinamento realizados, utilização correta de EPIs e EPCs, entre outros aspectos relacionados a segurança do trabalho na instalação de sistemas fotovoltaicos.

### **3.5 Análise de dados**

A partir dos dados coletados, será realizada uma análise objetiva e clara dos resultados obtidos. Serão destacadas as principais conclusões e identificadas as áreas de maior risco e as principais lacunas em relação a aplicação dos protocolos de segurança.

Quanto às ferramentas de análise, é importante considerar a natureza dos dados coletados. A análise pode incluir métodos estatísticos para quantificar respostas obtidas nas observações realizadas e identificar padrões ou tendências. Além disso, a análise qualitativa será empregada para compreender e interpretar os dados coletados, destacando as percepções ou entendimento relevantes e relacionando-os com a literatura existente.

No geral, a combinação desses instrumentos e ferramentas de análise permitirá avaliar os protocolos de segurança na instalação de sistemas fotovoltaicos e fornecer subsídios para a proposição de recomendações visando o aprimoramento desses protocolos.

#### **4. RESULTADO E DISCUSSÃO**

A respeito dos textos vigentes das Normas Regulamentadoras - NR 06, NR 10, NR 18 e NR 35, foram avaliadas as adequações das mesmas em relação ao processo de instalação de placas fotovoltaicas. Os registros fotográficos irão mostrar o ambiente de trabalho desses colaboradores e as respectivas inconformidades no processo.

A Figura 2 registra as discordâncias com a NR 06 durante o serviço de instalação, uma vez que, é responsabilidade do empregador fornecer os EPI em perfeito estado de conservação e fiscalizar o seu uso, consegue-se observar na imagem a ausência dos equipamentos, por exemplo, os trabalhadores não tinham capacetes para evitar que objetos impactam o crânio e choques elétricos. Observou-se que tinham luvas para proteger as mãos contra a eletrocussão causada pelo uso da furadeira e uniformes adequados com a ressalva dos calçados, além disso, não estavam utilizando cinto e talabarte.

**Figura 2:** Serviço de instalação das placas fotovoltaicas.



**Fonte:** Autoria própria (2023).

Ainda a respeito da Figura 2, conforme a NR 06, nota-se a ausência de óculos de proteção, que tem a finalidade de proteger os colaboradores de possíveis partículas volantes. Outro fato, é referente a NR 18, já que não estão utilizando cinturões e talabartes, dispositivos para segurança contra queda.

O cenário da Figura 3, no telhado onde as atividades estão sendo executadas, é obrigatório instalar sinalização de advertência e isolar a área para evitar a ocorrência de acidentes devido à eventual queda de materiais, ferramentas e equipamentos, portanto a irregularidades na aplicação da NR 18.

**Figura 3:** Panorama geral do processo de instalação das placas fotovoltaicas.



**Fonte:** Autoria própria (2023).

Ademais, quanto a Figura 3 e a NR 18, a escada não está apropriada para o trabalho, pois a norma proíbe a utilização de escadas onde há risco de queda de objetos ou materiais. Esse risco está associado ao fato de a escada estar apoiada em um chão irregular, não possui nenhum fixador inferior ou superior e ou algum dispositivo para impedir o escorregamento. Contudo, também é necessário enfatizar a condição física da escada, a mesma não é recomendada para este tipo de trabalho, sendo que seria necessária uma escada de madeira em condições perfeitas para uso, ou seja, sem nenhuma rachadura. Ainda sobre a NR 18, os trabalhadores estão concentrando carga na mesma viga do telhado, o que é proibido, pois pode existir risco de queda.

Com base na Figura 3, contempla o trabalho em altura, pois o telhado da instalação das placas fotovoltaicas está a mais de 2 metros do chão, criando o risco de queda dos colaboradores. Dessa forma, existem irregularidades quando diz respeito a NR 35, visto que, todo trabalho deve acontecer com uma supervisão, o que não está acontecendo na situação apresentada. A Norma Regulamentadora 35 ainda prevê que qualquer trabalho em altura deve passar por uma análise de risco, porém isso não tem sido aplicado pela empresa estudada.

Após a instalação dos painéis acontece a instalação do inversor, como podemos observar

na Figura 4. O inversor tem o objetivo de converter a corrente contínua em alternada e também ligar essa geração à rede elétrica da rua.

**Figura 4:** Processo de instalação do inversor.



**Fonte:** Autoria própria (2023).

A Figura 4 mostra o trabalhador manipulando a fiação do inversor para ligar a energia gerada pelas placas solares à rede, utilizando apenas uma luva, ou seja, além de estar utilizando o EPI de maneira errada, corre o risco de sofrer um choque elétrico. Vale destacar também que não há o uso de óculos de proteção contra os efeitos de partículas voadoras em caso de curto-circuito. Em relação a NR 10, é importante ressaltar que o trabalho desenvolvido fere a norma, pois qualquer serviço em instalações em sistemas elétricos exige que sejam tomadas precauções para controlar os riscos elétricos e outros riscos adicionais, em outras palavras, é necessário ter uma análise de riscos.

Mediante os defeitos apresentados nas figuras anteriores, relacionados ao processo de instalação de energia solar, conseguimos observar na Tabela 2 as causas, consequências e medidas de ação para contenção dos erros. Considerando que o trabalho envolve o fornecimento de energia, transporte de mercadorias, movimento em altura, uso de equipamentos elétricos, deve-se ter cuidado ao realizar a instalação dos painéis fotovoltaicos. Foram identificados três tipos de erros: falha humana, erro estrutural e falta de equipamentos EPI e EPC.

**Tabela 2:** Avaliação do ambiente de trabalho e suas possíveis alternativas de solução.

<b>Tipo de Erro</b>	<b>Modo do Erro</b>	<b>Causa do Erro</b>	<b>Consequência do Erro</b>	<b>Medida de Controle</b>	<b>Ação Corretiva</b>
Falha Humana	Ambiente de Trabalho desorganizado	Impacto sobre a ferramenta e máquina	Acidente que requer primeiros socorros	Visual	Acontecer inspeções e realizar um planejamento prévio
Erro Estrutural	Não tem fixação na escada utilizada	Queda com diferença de nível	Invalidez permanente ou parcial	Análise tátil	Verificação da estrutura
Erro Estrutural	Sobrecarga no telhado	Queda com diferença de nível	Invalidez permanente ou parcial	Análise tátil	Verificação da estrutura
Falta de EPI ou EPC	Ausência de capacete e rodapé	Impacto por causa de queda de ferramentas	Óbito de envolvidos e não envolvidos no processo	Visual	Vistoria realizada por um especialista antes do processo começar
Falta de EPI ou EPC	Uso incorreto das luvas	Choque elétrico	Incapacidade temporária	Visual	Fiscalização do uso e fornecimento
Falta de EPI ou EPC	Ausência de óculos	Impacto de partículas volantes	Invalidez permanente ou parcial	Visual	Fiscalização do uso e fornecimento
Falta de EPI ou EPC	Ausência de equipamentos contra queda	Queda com diferença de nível	Invalidez permanente ou parcial	Visual	Fiscalização do uso e fornecimento
Falta de EPI ou EPC	Ausência de calçados adequados	Perfurar o pé ou acontecer uma queda com diferença de nível	Invalidez permanente ou parcial	Visual	Fiscalização do uso e fornecimento

**Fonte:** Autoria própria (2023).

O caos no local de trabalho é um erro comum que pode ocorrer em qualquer ambiente de trabalho. Além do tempo perdido, o operador pode sofrer um impacto sobre a ferramenta e máquinas causando um acidente de trabalho que irá necessitar de primeiros socorros. Para corrigir esse tipo de situação acontecerão inspeções e um planejamento prévio em todas as etapas.

O local da montagem da escada também deve ser escolhido de forma cuidadosa, sendo

necessário estar em um chão regular e tendo que ultrapassar um metro do nível superior de onde estiver apoiada, podendo ter no máximo 7 metros e deve ter as medidas de contenção da mesma. A ausência dessas medidas pode causar quedas devido à diferença de altura, podendo levar à invalidez do funcionário. Cabe ressaltar, que antes de iniciar qualquer atividade laboral deve-se inspecionar cuidadosamente toda a estrutura.

Além disso, a estrutura do telhado é constantemente sobrecarregada pelo acesso a materiais, equipamentos de montagem e o peso dos colaboradores. Então, se a estrutura desabar, os trabalhadores podem cair com os materiais, causando ferimentos permanentes aos envolvidos. Portanto, é indispensável um planejamento adequado e cuidadoso para determinar onde descarregar, depositar o insumo e onde será montado o sistema.

Como mostra a Figura 2, não havia EPC contra queda dos colaboradores e nem dos objetos, não estavam usando os EPI, como capacetes, óculos e calçados apropriados. Considerando que aconteça algum acidente, que seja causado pela queda de ferramentas podem resultar no óbito ou incapacidade permanente ou temporária dos trabalhadores ou de pessoas que não estão envolvidas no processo. Como forma de contenção para esse erro, o ambiente deve passar por uma vistoria de um especialista antes do serviço começar.

Na Figura 4, o profissional responsável não estava utilizando as luvas de maneira correta, o que pode causar uma eletrocussão, o que poderia incapacitar temporariamente, ou até mesmo levá-lo a óbito. É dever do empregador fornecer, exigir e monitorar o uso do EPI para os trabalhadores.

O uso de óculos foi negligenciado em ambos processos (instalação das placas e instalação do inversor), o EPI é essencial, pois as partículas podem voar ao instalar as estruturas. A falta disso pode deixar o funcionário permanentemente incapacitado.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do exposto, ficou comprovada a importância de profissionais qualificados na área de segurança do trabalho em campo, ou seja, o mercado não deveria negligenciar a importância desse profissional.

Considerando o contexto do trabalho realizado, que é a instalação de painéis fotovoltaicos conectados à rede, consegue-se observar que a atividade laboral é constantemente realizada em altura, sendo assim, deve cumprir os protocolos de segurança, apresentados na NR 35. Com a finalidade de evitar acidentes envolvendo choques elétricos, a Norma Regulamentadora 10 tem as exigências necessárias para mitigar esse tipo de acidente. Por fim, a NR 06 trata sobre os EPI que são essenciais para a proteção do funcionário e também a NR 18 que tem a função de conscientização do ambiente de trabalho.

Além da fiscalização e da verificação quanto ao uso e técnicas dos equipamentos para a segurança, tem-se a necessidade de desenvolver um plano de ações corretivas, que possui a necessidade de controlar os erros, identificar onde está a causa e suas possíveis consequências, como foi demonstrado no Tabela 2.

No cenário estudado, as ações corretivas sugeridas no Tabela 2 são diversas e requerem aspectos como treinamento específico, uso de equipamentos antiqueda e foco em Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva. Deve-se fornecer o equipamento para o funcionário em perfeito estado de conservação e monitorar o uso do mesmo.

Finalmente, é necessário considerar futuros estudos relacionados à instalação de placas fotovoltaicas não apenas em casas, mas também em ambientes comerciais, usinas e indústrias. Pesquisas nesse ramo ainda são escassas e é importante sempre priorizar a saúde e segurança do trabalhador.

## REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16325** - Proteção contra quedas de altura. Parte 1- Dispositivos de ancoragem tipo A, B e D. Rio de Janeiro. 2014.

ATLAS. **Manuais de Legislação Atlas: Segurança e Medicina do Trabalho**. 78. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

BARBOSA, P. R. B.; R. P. **Segurança do Trabalho Guia Prático e Didático**. [S.l.]: Saraiva Educação S.A., 2018.

BRASIL. **NR 06 - Equipamento de proteção individual**. Brasília, 2022. Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-6-nr-6#:~:text=A%20Norma%20Regulamentadora%20n%C2%BA%206,setores%20ou%20atividades%20econ%C3%B4micas%20espec%C3%ADficas>. Acesso em: 10 maio 2023.

BRASIL. **NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>. Acesso em: 10 maio 2023.

BRASIL. **NR 18 - Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção**. Ministério do Trabalho e Emprego. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>. Acesso em: 29 maio 2023.

BRASIL. **NR 35 - Trabalho em Altura**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-35-nr-35>. Acesso em: 10 maio 2023.

CAMPOS, Mateus Polito. **Estudo da energia incidente do arco elétrico em quadros/painéis elétricos**. Trabalho de Conclusão de Curso II - Departamento de Engenharia Elétrica do CEFET/MG, Belo Horizonte, 2016.

CHAGAS, Cynthia de Fátima Porto Araújo. **Saúde e Segurança do Trabalho**. CEFOSPE. 1. ed.. 2020.

CRUZ, Carlos Henrique Mesquita. **Segurança do Trabalho em Subestações Elétricas: Um Estudo das Normas Vigentes com ênfase na Norma Regulamentadora Nº 10 (NR – 10)**.

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

DOS SANTOS, Fabricio Fontoura. **Principais consequências da não aplicação da NR-10** – Avaliação das instalações elétricas de baixa tensão de uma unidade militar de aquartelamento. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2017.

GIZONI Maike Santos. MARCO Gerson de. **A Importância Da Segurança No Trabalho Na Construção Civil: Um Estudo no Município de Jaboticabal – SP**. Uniará Universidade de Araraquara. São Paulo, 2018.

HISTÓRIA DA SEGURANÇA DO TRABALHO. Instituto Santa Catarina. Disponível em: <https://www.institutosc.com.br/web/blog/historia-da-seguranca-do-trabalho>. Acesso em: 03 maio 2023.

JMSSOLAR. Funcionalidade do gerador de energia fotovoltaica. **JMSSOLAR**, 2022. Disponível em: <https://www.jmssolar.com.br/servicos/como-funciona-um-gerador-fotovoltaico>. Acesso em: 11 maio 2023.

KURATA, Marcos Eduardo. **Análise de riscos em instalações de sistemas fotovoltaicos**. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

LAKATOS, E. M., MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2017.

LOPEZ, Ricardo Aldabó. **Energia Solar para Produção de Eletricidade**. São Paulo: Artliber, 2012.

MANUS, Pedro Paulo Teixeira. **Direito do Trabalho**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MARDEGAN, Claudio S.; PARISE, Giuseppe: **Proteção contra arco elétrico**. O Setor Elétrico, 2018. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/capitulo-ii-o-arco-eletrico/>. Acesso em: 11 maio 2023.

MENDES, Márcio Roberto Azevedo. **Prevenção de acidentes nos trabalhos em altura**. Monografia - Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

MENDES, H. C. A.; SOUZA, D. S. C. **Normas Regulamentadoras aplicadas à manutenção de ar-condicionado central VRF**. Revista Presença. Rio de Janeiro, Volume 7, 15. ed., 2021.

MIRANDA, Stella. Legislação. **Canal Solar**, 2022. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil-o-que-diz-a-legislacao-e-qual-a-sua-importancia/>. Acesso em: 11 maio 2023.

NEOSOLAR. O termo - Energia solar. **NEOSOLAR**, 2022. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/energia-solar-fotovoltaic>. Acesso em: 11 maio 2023.

PEINADO. Hugo Sefrian. (Org). **Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil**. São Carlos: Scienza, 2019.

PEIXOTO, N. H. Segurança do trabalho. Santa Maria: Universidade Federal Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria. 2011.

RESENDE, Renan Bastos Alvarenga. **A Importância do Equipamento de Proteção Individual (EPI) na Construção Civil**. Lavras-MG, 2019.

VIEIRA, A. A., BRAHAN, M. C. M. Gerenciamento de riscos de segurança e saúde no trabalho numa indústria de laticínios. 2020.

VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2015.

SALIBA, T. M.; DE FREITAS LANZA, M. B. Curso básico de segurança e higiene ocupacional. LTr Editora Ltda. 2018.

SILVA JÚNIOR, Joab Silas da. "Choques Elétricos". **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/choques-eletricos.htm>. Acesso em: 11 maio 2023.

SST. Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, **Smartlab**, 2023. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst>. Acesso em: 03 maio 2023.

SULTHERM. O termo. **Sultherm**, 2022. Disponível em: <https://www.sultherm.com/formas-funcionamento---fotovoltaica>. Acesso em: 10 maio 2023.

TOGAWA, Victor. Energia Solar Fotovoltaica. **Togawa Engenharia**, 2018. Disponível em: <http://togawaengenharia.com.br/energia-solar-fotovoltaica/>. Acesso em: 11 maio 2023.

## **ANEXO 1: MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA QUEDAS EM ALTURA SEGUNDO A NR 18.**

---

**18.4.1** A elaboração e implementação de um PGR nos canteiros de obras é obrigatório e abrange os riscos ocupacionais e as precauções associadas.

---

**18.4.2.1** Em canteiros de obras com mais de 7 metros de altura e tendo 10 colaboradores, o PGR pode ser elaborado por um profissional devidamente qualificado e implementado sob responsabilidade da organização.

---

**18.6.1** Qualquer serviço que envolva instalações elétricas deve atender a Norma Regulamentadora 10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade).

---

**18.6.2** As instalações elétricas temporárias devem ser executadas e mantidas de acordo com projetos elétricos elaborados por profissionais legalmente habilitados.

---

**18.8.5** Ao utilizar escadas que exigem o uso das mãos o manuseio de ferramentas e materiais deve ser realizado por meio adequado.

---

**18.8.6.3** É obrigatório o uso de equipamentos de proteção individual contra queda quando o serviço ultrapassar uma altura vertical de 2 metros.

---

**18.8.6.13** As escadas de mão devem possuir no máximo 7 metros de extensão, ultrapassar pelo menos 1 metro do nível superior e ter fixadores inferiores para impedir a sua queda.

---

**18.13.1** Deve-se sinalizar o canteiro de obras devidamente.

---

**Fonte:** Ministério do Trabalho NR 18 - BRASIL (2021).

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO

Eu JULLIANA NAZARETH VIEIRA DA PAIXÃO RA \_\_\_\_\_

Declaro, com o aval de todos os componentes do grupo a: JEFERSON DOS SANTOS SANTANA  
MÜLLER JÂNIO SILVA SOUSA  
THAIS GABRIELLA SOUSA BARBOSA  
WELISVALDO VIEIRA DOS SANTOS

AUTORIZAÇÃO (x)

NÃO AUTORIZAÇÃO ( )

Da submissão e eventual publicação na íntegra e/ou em partes no Repositório Institucional da Faculdade Unida de Campinas – FACUNICAMPS e da Revista Científica da FacUnicamps, do artigo intitulado: SEGURANÇA DO TRABALHO E PROTOCOLOS DE SEGURANÇA NA INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE

De autoria única e exclusivamente dos participantes do grupo constado em Ata com supervisão e orientação do (a) Prof. (a): JULLIANA NAZARETH VIEIRA DA PAIXÃO

O presente artigo apresenta dados validos e exclui-se de plágio.

Curso: Engenharia do Produção. Modalidade afim Presencial

\_\_\_\_\_  


Assinatura do representante do grupo

\_\_\_\_\_  


Assinatura do Orientador (a):

**Obs: O aval do orientador poderá ser representado pelo envio desta declaração pelo email institucional do mesmo.**

Goiânia, 07 de Agosto de 2023