



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
CURSO DE ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

**APLICAÇÃO DA NR 35 NO PROCESSO DE INSTALAÇÃO DE
PAINÉIS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**

Janrie Carlos Tiecher

Lajeado, setembro de 2017.



Janrie Carlos Tiecher

**APLICAÇÃO DA NR 35 NO PROCESSO DE INSTALAÇÃO DE
PAINÉIS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**

Artigo apresentado como requisito para a obtenção
do título de Especialista em Engenharia de
Segurança do Trabalho.

Orientador: Eduardo Becker Delwing

Lajeado, setembro de 2017.

APLICAÇÃO DA NR 35 NO PROCESSO DE INSTALAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES

Janrie Carlos Tiecher¹

Resumo: O trabalho dos instaladores de painéis fotovoltaicos que atuam nos telhados de residências unifamiliares tem grande risco de acidentes. Este artigo apresenta conceitos e aplicações gerais sobre processo de instalação de painéis fotovoltaicos com aplicação conforme a Norma Regulamentadora 35, bem como com as demais normas sobre instalação de linhas de vida. São contemplados os aspectos que devem ser abordados na elaboração de um procedimento para a instalação dos painéis, evitando-se perigos específicos para atividades de trabalho em altura. Foram analisados os principais riscos e a dificuldade na implantação de um procedimento de instalação dos painéis fotovoltaicos. Este estudo de caso foi realizado na cidade de Estrela-RS com intuito de aplicar as medidas de prevenção e proteção em uma empresa de instalação de painéis solares. São apresentadas as normas para auxílio e os parâmetros de projetos de segurança para equipamentos de proteção coletiva e individual, abordando tipos de proteção e dimensões recomendadas para a instalação. Apresentam-se, também, medidas de prevenção contra risco de queda de altura e formas de prevenção que consistem no conhecimento do sistema e do processo de instalação a serem adotados pela empresa, na avaliação das situações de riscos nas atividades de instalação, na elaboração de projeto de sistema de prevenção coletivo para diversas fases da instalação dos painéis fotovoltaicos, no treinamento da mão de obra direta e terceirizada, na especificação de equipamentos de proteção individual para etapas da instalação e na documentação e avaliação do sistema de segurança. Identificando estes fatores e realizando o procedimento para instalação dos painéis com aplicação das normas regulamentadoras 06, 07, 10 e 35, o presente artigo sugere um procedimento de segurança para trabalhar em altura. Foram indicadas medidas para implantação dos serviços de segurança para trabalho em altura com instalação de painéis fotovoltaicos.

Palavras-chave: Painéis fotovoltaicos. Normas regulamentadoras. Trabalho em altura. Eletricidade. Procedimento de segurança.

Abstract: The work of photovoltaic panel installers working on single-family household has a high risk of accidents. Based on this statistics, this article presents general concepts and applications on the installation process of photovoltaic panels according to Regulatory Norm 35, as well as with other standards on installation of lifelines. The aspects that must be addressed in the elaboration of a procedure for the installation of the panels are contemplated, avoiding specific hazards for work activities in height. The main risks and difficulties in the implementation of a photovoltaic panel installation procedure were also analyzed. This case study was carried out in the city of Estrela-RS in order to apply the prevention and protection measures in a solar panel installation company. The norms for assistance and the parameters of safety projects are presented for collective and individual protection equipment, addressing types of protection and dimensions recommended for installation. There are also prevention measures of the risk of fall from height and forms of prevention consisting on knowledge of the

¹ Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Lajeado/RS. janrie.tiecher@yahoo.com.br

system and the installation process to be adopted by the company, in the evaluation of the risk situations in the installation activities, in the elaboration of project of a collective prevention system for each step of the installation of photovoltaic panels, training of direct and outsourced labor, specification of individual protection equipment for the process and the documentation and evaluation of the safety system. Identifying these factors and carrying out the procedure for the installation of photovoltaic panels with the application of regulatory standards 06, 07, 10 and 35, this article suggests a safety procedure to work at height, as well as measures for the implementation of the referred services.

Keywords: Photovoltaic panels. Regulatory norms. Working at height. Electricity. Security procedure.

1 INTRODUÇÃO

Devido à relevância das energias renováveis no país, a redução do consumo de energia elétrica em residências surge como importante fator de análise. Desse modo, a utilização de sistemas de aproveitamento renovável de energia é necessária para a adoção de medidas de contenção do consumo para a crescente demanda energética. A Lei de Eficiência Energética (Lei nº 10.285, de 2001) atende estas soluções sustentáveis, o que a torna um marco importante no país, pois estabelece na política nacional a conservação e o uso racional de energia (LEI Nº 10.295, DE 17 DE OUTUBRO DE 2001).

A sustentabilidade é um assunto discutido mundo afora, especialmente pela necessidade de reversão dos impactos ambientais causados pelos humanos. Para que isso de fato ocorra, é preciso modificar o pensamento para a resolução de problemas de cunho ambiental. Nesse cenário, as energias sustentáveis podem ser consideradas formas inovadoras de colaboração com o futuro do planeta, tendo como protagonista a energia solar, que é reconhecida como uma das fontes mais limpas de geração de energia (ARAÚJO, 2008).

O objetivo deste trabalho é, portanto, propor um procedimento de segurança para instalações de painéis fotovoltaicos, com base nas normas de segurança para a disponibilização de placas solares em unidades unifamiliares. Para isso, é preciso observar as normas regulamentadoras que são referências para trabalho em altura. Pode ser considerado trabalho em altura toda atividade que for executada acima de 2 metros do piso, onde exista o risco de queda, a qual pode ter consequências graves ou, até mesmo, fatais. Também é fundamental que se observem quais são as atividades a serem cumpridas e como estão as condições do ambiente do trabalho, como, por exemplo, a possibilidade de exposição a ventanias e chuvas, o uso de barreiras para impedir a exposição e as vestimentas adequadas para a execução do serviço.

A maioria das eventualidades de acidente de trabalho em altura é decorrente do não cumprimento de normas de saúde e segurança do trabalho, em especial à Norma

Regulamentadora (NR) 35. Essa norma determina os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, compreendendo a organização, o planejamento e a execução da atividade, buscando assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores que estejam envolvidos de forma direta ou indireta com esta tarefa. Segundo consta na NR, aqueles empregados que não acatarem a legislação trabalhista estarão sujeitos a multas que poderão variar de acordo com o tipo de infração.

Com base nestas disposições, foi analisado um processo de instalação de painéis fotovoltaicos em uma residência unifamiliar utilizando procedimentos conforme as normas regulamentadoras e normas brasileiras. Depois de feito o estudo deste projeto, foi também realizado o procedimento para análise de risco de trabalho em altura e do procedimento para instalação de painéis fotovoltaicos com aplicação das normas regulamentadoras 06, 07, 10 e 35 e, também, da Norma Brasileira 16.325 sobre ancoragem de linha de vida vertical. O interesse da identificação dos riscos é primordial para total segurança na instalação dos painéis fotovoltaico.

2 PROBLEMÁTICA

Por meio de um estudo de caso, pretende-se analisar a aplicação de normas técnicas aplicáveis aos procedimentos de segurança para instalação de painéis fotovoltaicos.

2.1 Objetivos

O presente estudo tem por objetivo a implantação de um procedimento de medidas de prevenção de acidentes e proteção dos participantes de um processo de instalação de painéis de fotovoltaicos em residências unifamiliares, visto que a atividade é regulamentada por normas específicas.

As diretrizes propostas podem auxiliar na aquisição, elaboração e instalação dos equipamentos de proteção contra quedas, estabelecendo padrões técnicos para instalações de placas fotovoltaicas. Apresentam-se abaixo algumas medidas previstas em normas e regulamentos técnicos, a descrição do processo de implantação de procedimentos recomendáveis para a melhoria da segurança na fase de execução, as orientações para realização das atividades com base em sistemas de prevenção previstos em projeto e em planos de segurança.

2.2 Justificativa

Durante a instalação de painéis solares, os colaboradores são expostos a diversos riscos. A causa principal para o elevado número de acidentes fatais é a queda de altura. O risco de queda na instalação de painéis fotovoltaicos é altíssimo, sendo esta uma das principais causas de lesão em trabalhadores na construção civil. Estatísticas enumeram que 40% dos acidentes registrados no país anualmente são por motivo de trabalho em altura (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012).

Dessa forma, este estudo se justifica pela proporção de lesões no setor de energia elétrica, decorrentes de quedas de altura. A prevenção de acidentes destes acidentes é de interesse tanto dos trabalhadores e empregadores quanto dos profissionais da área de saúde e de segurança.

3 REVISÃO TEÓRICA

Para a realização das instalações de painéis solares é preciso seguir as normas regulamentadoras utilizadas para trabalho em altura. As normas recomendadas para o trabalho em altura estão descritas na NR 06, que exige o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI), na NR 07, que descreve o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), e também na NR 10, que aborda tópicos sobre a Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Destaca-se que, para executar tarefas neste segmento, é preciso haver disponibilidade e utilização de todos os equipamentos e sinalizações necessárias, os quais são apresentados na NR 26, sobre Sinalização de Segurança, a qual indica os padrões de cores que devem ser adotados para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho, a fim de indicar e advertir acerca dos riscos existentes e existe. Além disso, a NR 35 estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para trabalho em altura (JÚNIOR, 2016).

Segundo a Norma Regulamentadora 06 (NR 06), EPI é todo dispositivo ou produto de uso individual, destinado à proteção dos trabalhadores contra riscos a sua saúde e segurança. Já a Norma Regulamentadora 35 (NR 35) dispõe sobre a obrigatoriedade de utilização dos equipamentos de proteção e de sua conformidade com a NR 06. Compreende-se como EPI todo equipamento conjugado de proteção individual, composto por um ou mais dispositivos, que tenham sido associados pelo fabricante contra riscos que possam ocorrer simultaneamente e que sejam suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012).

Quando as medidas de proteção coletiva não forem suficientes para proteção, deverão ser aplicadas as medidas de controle de proteção individual contra os riscos de acidentes e/ou

atender situações emergenciais (BRASIL, 2011). É necessário que um profissional habilitado exerça a escolha dos EPIs necessários e corretos para a função de trabalho em altura, sempre considerado (ALTISEG, 2012):

- Se a atividade a ser executada é acima de 2,00m (dois metros) do nível inferior;
- A análise crítica dos riscos do local;
- A proteção dos colaboradores, conforme as NRs;
- O isolamento e a sinalização necessária conforme NR 06;
- O tempo de exposição aos riscos e os possíveis ris;
- Os procedimentos operacionais para as atividades rotineiras de trabalho em altura;
- O planejamento e a implantação das medidas complementares de segurança para trabalho em altura;
- As providências necessárias para acompanhar o cumprimento das medidas de proteção estabelecidas na NR 35 por parte da empresa;
- A ergonomia do local para o trabalho;
- As condições do local de trabalho e das regiões próximas;
- Os riscos de danos aos quais os trabalhadores ficarão expostos em caso de acidente;
- Acessórios adequados à tarefa;
- Clima do local, entre outros.

Segundo a NR 06, para proteção contra queda deve ser aplicado o procedimento de segurança do tipo ancoragem, que consiste em conexão do cinto de segurança com a linha de vida (HONEYWELL, 2012). A ancoragem e o cinto são duas peças de encaixe que tem por objetivo efetuar a segurança dos trabalhadores (BRASIL, 2012).

Os cintos abdominais ou pára-quedistas são mais utilizados no ramo de trabalho em altura. O cinto abdominal tem como função limitar a distância e o permitir o melhor posicionamento dos trabalhadores, seja na vertical ou em situação estática. Destaca-se que este tipo de cinturão não protege contra queda (HONEYWELL, 2012). Conforme a NR 18, quando em trabalho em altura, os trabalhadores devem fazer uso do cinto de segurança do tipo abdominal deve ser utilizado como limitador de movimentação (JÚNIOR, 2016). Já o cinto do tipo pára-quedista, que é utilizado para instalações de painéis solares, tem como principal objetivo distribuir as forças tanto de sustentação como de parada sobre partes específicas do corpo como as coxas, a cintura, os ombros e o peito. Desta forma, os impactos são minimizados

e o equipamento confere proteção ao trabalhador em caso de queda. Os materiais utilizados em sua produção são sintéticos tais como nylon e poliéster (HONEYWELL, 2013).

Do mesmo modo, para que haja segurança no local de trabalho, é preciso ocorrer a instalação de linhas de vida que são formadas por dois tipos específicos, que podem ser móveis ou fixos, na horizontal ou vertical. O objetivo principal é dar maior segurança e permitir a movimentação do trabalhador. Estes equipamentos são constituídos por trilhos e cabos de aço ou cordas, e devem possuir, em qualquer ponto, resistência a cargas de, no mínimo, 1500 kg (JÚNIOR, 2016).

Outro ponto a ser observado é o esquema de proteção trava-quadras que é utilizado com o cinturão do tipo pára-quadrista. Este equipamento pode ser classificado em dois tipos: retrátil e/ou deslizante (BRASIL, 2012). A proteção do tipo trava-quadras deslizante é utilizada em construções, resgates e serviços em redes elétricas. Já a do tipo retrátil é utilizada em carga e descarga, na manutenção de telhados e fachadas, durante a coleta em caminhões-pipa, em procedimentos de abastecimento, em estruturas metálicas e andaimes, em escadas, entre outros (ALTSEG, 2012).

Ainda, temos como obrigatório o uso de capacete de segurança para trabalhos em altura, pois ele reduz os efeitos de impactos de objetos contra a cabeça do trabalhador, ao mesmo tempo em que diminui a gravidade de ferimentos (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012). Todos os tipos de capacete geram proteção contra radiação solar, porém a radiação ultravioleta acelera o processo de degradação do material e, desta forma, diminuem a vida útil do EPI (JÚNIOR, 2016). Além disso, para evitar cortes, perfurações e/ou abrasão deve-se utilizar luvas de proteção para as mãos dos trabalhadores.

Os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) corretos para cada procedimento devem ser utilizados a fim de evitar a ocorrência de danos à segurança do trabalhador (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012). Para isso, devem ser analisadas todas as necessidades de proteção específicas quando houver riscos no trabalho em altura, tais como ruído, radiação UVA e UVB e partículas volantes (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012).

É preciso considerar os riscos também com a utilização dos EPIs, que, segundo Altiseq (2012) seriam a queda com o trabalhador pendendo para os lados, o que pode ocasionar lesões se houver contato com paredes e demais estruturas; a suspensão no cinturão durante o período de espera por resgate - a posição final do corpo, após queda, poderá agravar os ferimentos sofridos, gerar maior emergência e dificultar as manobras de resgate -; a força de impacto demasiadamente exercida sobre o corpo durante a retenção da queda. É preciso salientar que, além do trabalhador estar em segurança durante suas atividades, é preciso que esteja confortável

durante a execução das tarefas sem que haja danos à ergonomia. Além disso, é importante observar o desgaste natural ou prematuro de todos os EPIs e providenciar a substituição dos mesmos (ALTISEG, 2012).

A Norma Regulamentadora 07 (NR 07), que cita o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), tem como objetivo realizar a promoção e a prevenção da saúde dos seus trabalhadores. Segundo esta NR, são necessários, portanto, os exames admissionais e periódicos referentes ao trabalho em altura (JÚNIOR, 2016).

Para o trabalhador realizar tarefas em altura é preciso haver referências médicas que atestem esta aptidão, o que ocorre por meio do Atestado de Saúde Ocupacional (ASO), que é gerado em duas vias, sendo a primeira via do ASO pertence à empresa e a segunda deve ser obrigatoriamente entregue ao trabalhador (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012). Além disso, para trabalhos com eletricidade e/ou em altura é preciso estar apto segundo normas da NR 10. Esta norma estabelece a condição mínima de controle e regulamentos preventivos que garanta a segurança dos envolvidos que estejam trabalhando, de forma direta, ou indiretamente, que estejam realizando serviços de instalações elétricas e serviços com eletricidade. Ela é aplicada às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas do projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis. (JÚNIOR, 2016, p.119).

Segundo determinações das NRs, todas as intervenções em instalações elétricas devem possuir medidas preventivas de controle de risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, para que se possa garantir a segurança e a saúde no trabalho. Essas medidas devem interagir com todas as outras adotadas pela empresa. Convém, ainda, ressaltar que é de responsabilidade do empregador manter os seus colaboradores informados sobre os riscos aos quais estejam expostos, orientando e ensinando as instruções de segurança necessárias contra os riscos elétricos existentes no campo de atuação (ALTISEG, 2012).

Conforme Júnior (2016), a NR 18, que descreve as condições e o ambiente de trabalho na indústria da construção, mostra que em telhados e coberturas devem ser utilizados dispositivos dimensionados por profissionais legalmente habilitados e que permitam a movimentação segura dos trabalhadores. É obrigatória a instalação de cabo-guia ou cabo de segurança para fixação de mecanismo de ligação por talabarte acoplado ao cinto de segurança tipo pára-quedista. O cabo de segurança deve ter sua extremidade fixada à estrutura definitiva

da edificação, por meio de espera de ancoragem, suporte ou grampo de fixação de aço inoxidável ou outro material de resistência, qualidade e durabilidade equivalentes.

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (2012), a NR 18 prevê que nos locais sob as áreas onde se desenvolvam trabalhos em telhados e ou coberturas, é obrigatória a existência de sinalização de advertindo os riscos e realizando o isolamento da área para evitar a ocorrência de acidentes por eventual queda de materiais, ferramentas e ou equipamentos. Fica proibida, portanto, a realização de trabalho ou atividades em telhados ou coberturas em caso de ocorrência de chuvas, ventos fortes ou superfícies escorregadias. (BRASIL, 2012).

Os serviços de execução, manutenção, ampliação e reforma de telhados ou coberturas devem ter procedimentos de inspeção e permissão de trabalho em altura conforme dito a Portaria da SIT nº 114, de 17/01/2005 (ALTISEG, 2012).

Segundo Júnior (2016), a NR 26, que fala de sinalização de segurança, sugere a adoção de cores para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho, a fim de indicar e advertir acerca dos riscos existentes. Já a NR 35 estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos indivíduos que trabalham direta ou indiretamente com esta atividade. Considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda. Destaca-se como trabalho em altura os desenvolvidos em redes de transmissão e distribuição de energia elétrica, em montagem e desmontagem de estruturas, em manutenção de fachadas e coberturas, no transporte de cargas e no armazenamento de materiais (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012).

Ainda segundo Júnior (2016), na NR 35 é exigido que sejam ofertados treinamentos para o trabalho em altura, com carga horária igual ou superior a 8 horas, sendo este promovido pelo empregador. É obrigatório para o exercício desta profissão que as empresas possuam certificados de participação de seus trabalhadores em cursos do gênero, bem como que esta possua registro da lista de presença dos participantes, as provas realizadas e os demais documentos arquivados em sua sede.

Também é preciso destacar que a execução deve ser avaliada em formas alternativas, eliminando o risco de queda ou, então, que sejam adotadas medidas que minimizem suas consequências, caso não seja possível evitar o trabalho com diferenças de níveis. A análise de risco e os instrumentos de avaliação, como a Permissão de Trabalho, visam a maximizar as condições de segurança (ALTISEG, 2012).

É conveniente frisar que o seguimento de normas regulamentadoras é obrigatório e, havendo particularidades, as mesmas devem se enquadrar no padrão internacional o serviço a

ser realizado (JÚNIOR, 2016). O empregador tem responsabilidade perante o trabalhador em atividade em altura, sendo suas atribuições, segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (2012):

1. Implantar medidas de proteção;
2. Realizar a análise de riscos;
3. Providenciar a emissão da Permissão de Trabalho conforme a NR 35 do item 35.4.7;
4. Aplicar procedimentos de segurança para atividades diárias;
5. Realizar avaliação prévia do local de trabalho e aplicando ações de segurança;
6. Realizar procedimentos de segurança para terceiros conforme a norma;
7. Suspender os trabalhos em altura quando verificadas situações de risco não previstas e cuja eliminação imediata não seja possível;
8. Realizar procedimentos para autorização dos trabalhadores;
9. Garantir que os trabalhos em altura sejam executados sob supervisão, conforme análise de riscos e peculiaridades da tarefa; e
10. Organizar e arquivar toda a documentação prevista.

O empregado também tem responsabilidade perante o trabalho em altura, as quais, segundo JÚNIOR (2016), são:

1. Cumprir as disposições legais e regulamentares, assim como os procedimentos expedidos pelo empregador;
2. Colaborar com o empregador na aplicação da disposição da norma;
3. Interromper a atividade, exercendo o direito de recusa sempre que constatar evidência de risco grave e iminente para a segurança e a saúde do colaborador;
4. Zelar pela segurança e pela saúde de outras pessoas que possam ser afetadas por suas omissões ou ações.

É preciso que os empregadores tenham memoriais descritivos e plantas dos projetos e execuções das instalações elétricas para saber as características elétricas da rede (CREDER 2007).

Segundo Cardoso (2008), em “Dimensionamento e instalação de aquecedor solar”, na revista *Téchne*, edição 136:

[...] o dimensionamento é uma das etapas mais importantes no projeto de implantação de um aquecedor solar em uma residência, pois é a partir dele que se chega ao volume de água quente e à área coletora ideal para atender às necessidades diárias de água quente dos usuários e com isso atingir a sua satisfação plena (CARDOSO, 2008, texto digital).

O principal risco inerente ao trabalho em altura é a possibilidade de queda, que são consideradas problemas graves no trabalho, pois podem implicar em fatalidades, dias perdidos e custos não orçados à indústria. As maiores taxas de acidentes fatais são encontradas nos setores da construção, da agricultura, da mineração e dos serviços públicos (LUCCA; MENDES, 1993; NIOSH, 2000. HSE, 2003; HSC, 2006).

Durante período de janeiro de 2005 a maio de 2008, o Ministério do Trabalho identificou 314.240 Comunicações de Acidentes de Trabalho (CAT), sendo 17,6% referentes às quedas, destas, 205.832 (65%) correspondem a quedas com diferença de nível (BRASIL, 2002).

Foram coligados como os principais serviços adjuntos a lesões fatais: quedas em telhados, quedas em andaimes e quedas em escadas (NIOSH, 2000). As lesões mais corriqueiras em acidentes típicos com afastamento são distorção, torção, contusão, esmagamento e fratura, causados por agentes não ligados à eletricidade (FUNCOGE, 2009, p.10).

4 METODOLOGIA

A abordagem da metodologia foi realizada através da aplicação das Normas Regulamentadoras 06, 07, 10 e 35, em conjunto com a NBR 16.325 na instalação de painéis solares. Por conseguinte, foi realizado o levantamento das potencialidades e implementações da análise de riscos na instalação da linha de vida e na instalação dos painéis fotovoltaicos. Traçados os objetivos do artigo, foram feitas as revisões e pesquisas na literatura acerca dos assuntos abordados em artigos científicos. Em seguida, foi elaborado e aplicado um procedimento de segurança para realização das instalações de dois painéis fotovoltaicos.

As NRs relativas a trabalhos em altura se complementam as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão dessas, com as normas internacionais aplicáveis. A análise de risco deve preceder a realização de trabalhos em altura. As empresas não devem permitir que seus colaboradores realizem trabalhos em alturas superiores a 2 metros e que possuam riscos de queda.

As principais vantagens da APR é identificar e ter conhecimento dos perigos em potencial por parte dos colaboradores de projeto executivo e identificação e/ou desenvolvimento de protocolos. A análise de risco é concebida mediante a listagem dos perigos associados aos elementos do sistema, como definido no estágio de projeto e também no projeto executivo. A execução dos painéis solares pode ser definida pelos seguintes itens: equipamentos de processo, ambiente operacional, instalações dos painéis e equipamentos de segurança.

À medida que cada perigo é identificado, as causas em potencial, os efeitos e a gravidade dos acidentes, bem como as possíveis medidas corretivas e/ou preventivas, são também descritas. Para que o trabalho seja completo, é preciso aproveitar a experiência anterior, proveniente do maior número possível de fontes diferentes. Estas fontes compreendem estudos de riscos de instalações semelhantes, experiência operacional em processos similares e listagem de riscos.

Os trabalhadores que exercem atividades de trabalhos em altura devem fazer o uso apropriado dos EPI, para que, se por ventura se envolverem em algum acidente, suas integridades físicas sejam mantidas. As ações a serem adotadas em situações de acidentes devem fazer parte do plano de emergência da empresa e as pessoas responsáveis precisam estar devidamente habilitadas.

Trata-se, portanto, de uma pesquisa aplicada, descritiva, quanto aos fins e um estudo de caso, pesquisa bibliográfica e documental quando aos meios para execução de projeto de painéis solares em residências.

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A construção civil expõe os trabalhadores a diversos riscos que são inerentes à atividade, no entanto, conforme apresentado, a causa principal para o elevado número de acidentes fatais é a queda de altura e que, geralmente, está associada a trabalhos em lajes, tarefas executadas em vãos de elevadores, escadas ou rampas, na montagem e desmontagem de andaimes fachadeiros, torres de elevadores. Esses riscos podem ser neutralizados por meio de proteções coletivas ou proteções individuais (FUNDACENTRO, 2011).

Foi preciso realizar análise da base legal dos itens das normas regulamentadores e leis vigentes e propor um procedimento de segurança para a execução da instalação dos painéis solares.

Para realização da produção de energia solar é preciso adquirir um projeto executivo. O efeito para captação da energia solar se dá por meio de materiais semicondutores, a partir da incidência da luz solar, quando os fótons da luz estimulam os elétrons a saltar para a camada de condução que, sob condições favoráveis, irá originar uma tensão e corrente elétrica. A radiação proveniente do sol fornece a energia necessária para o elétron saltar para a banda de condução.

Apesar de ser um sistema que não polui durante seu uso e de ser viável em praticamente todo o estado brasileiro essa prática possui desvantagens em relação ao preço para sua instalação, tendo o retorno do investimento em médio prazo. A variação na quantidade de energia produzida que é influenciada pelas condições atmosféricas como a chuva e o tempo nublado. Além disso, durante a noite não existe produção alguma, o que obriga a existência de meios de armazenamento da energia, que não são tão eficientes como os de outras fontes de energia.

É preciso que seja realizado um procedimento de segurança na instalação dos painéis solares para subir até o telhado e instalar as placas. Existem alguns sistemas de proteção contra quedas que modificam dependendo do uso que são citados abaixo (ALTISEG, 2012):

- Com linha de vida rígida: é composto de cabo de aço ou trilho, trava-queda, cinturão pára-quedista e ponto de ancoragem. Esta configuração permite apenas o deslocamento na vertical;
- Com linha de vida flexível: é composto de corda, trava-queda, cinturão tipo pára-quedista, absorvedor de energia (quando especificado) e ponto de ancoragem. Esta configuração permite deslocamento vertical e também horizontal;
- Com trava-queda de tipo retrátil: esta configuração permite maior flexibilidade de movimentação do trabalhador tanto na vertical como na horizontal. É composto por ponto de ancoragem montado na horizontal, trava-queda retrátil e cinturão pára-quedista;
- Com duplo talabarte de segurança: este sistema que é composto apenas de talabarte duplo em “Y”, cinturão tipo pára-quedista, absorvedor de energia (quando especificado) e ponto de ancoragem (que será a própria estrutura na qual o trabalhador estiver se deslocando). A utilização do talabarte duplo garante sempre ao menos um ponto de conexão.

Para iniciar o trabalho de montagem da linha de vida para instalação dos painéis fotovoltaicos primeiramente é preciso realizar a montagem dos andaimes que possuam características típicas, pois em geral, os pontos de ancoragem são o próprio andaime, e que requer uma especial atenção a cada movimento, pois o colaborador só deverá se conectar a pontos que estejam corretamente posicionados e travados. Deve ser observada a característica do andaime ao iniciar a montagem, a área deverá estar isolada para evitar a queda de materiais e a elevação das placas e peças. A utilização dos equipamentos de proteção individual é de suma importância para o trabalhador sendo imprescindíveis conforme a legislação.

Posteriormente será preciso instalar o sistema de ancoragem móvel, desenvolvido para criação de linhas de vida provisória durante a realização de trabalho em altura. Permite que o usuário esteja ancorado durante o acesso, descida e permanência em altura, o sistema deve ser utilizado junto com dispositivos trava-quedas e cinturão de segurança tipo pára-quedista.

Com as instalações de segurança realizadas o próximo passo será utilizar um sistema de movimentação para telhados. Segundo a Norma Regulamentadora 18 fica proibida a concentração de carga em um mesmo ponto sobre o telhado. Considerando que a maior parte dos acidentes ocorrem por rompimento mecânico de seus componentes, motivados por concentração excessiva de pessoas ou materiais num mesmo ponto, fica recomendado utilizar nesses locais as passarelas para telhado do tipo plano inclinado (uma água, duas águas ou *shed*).

São fabricadas em duralumínio antiderrapante e instaladas sobre as telhas sem auxílio de ferramenta, por ferrolhos com trava de segurança. Pode ser usada no sentido transversal das telhas (montada sempre próxima as terças). Em locais com inclinação superior a 25 graus é necessário ter degraus. Com ela, movimenta-se até a 50 graus de inclinação. Elas têm características de superfície de contato com o telhado lixado para melhor aderência.

O Ministério do Trabalho e Emprego, por meio da NR-18.18 e Anexo II da NR-35, exige a instalação de linha de vida horizontal em telhados e coberturas para movimentação de trabalhadores. E pela NBR 16325-2 o dimensionamento dos parâmetros de força de impacto e de retenção da queda dos trabalhadores com os esforços em cada parte do sistema de ancoragem decorrentes da força de impacto de retenção de queda, a zona livre de retenção de queda é necessária.

Sendo visto os equipamentos de proteção coletiva é preciso ligar-se à linha de vida por meio de cinturão pára-queda com trava-queda deslizante conectado diretamente às alças frontais e ligado na linha vida horizontal.

Tendo todos os equipamentos instalados adequadamente e observando as documentações necessárias para trabalhar em altura com todas as análises de riscos e permissões de trabalho sendo executadas conforme o procedimento de segurança o trabalhador está apto para executar a instalação dos painéis fotovoltaicos.

Partindo deste critério e verificando as normas e legislações, foi realizado um *check list* com os métodos e técnicas aplicados no estudo conforme a NBR 16325-2, relacionadas à proposta do artigo e com recomendações gerais que fixam objetivos e princípios de concepção da segurança do trabalhador na instalação de painéis de fotovoltaicos em casa unifamiliares. As recomendações feitas poderão ser realizadas com base em critérios em embasamento das normas e leis e sempre observando a ergonomia e a usabilidade, tendo sido considerados à segurança, a eficácia, a utilidade e o conforto do equipamento de segurança.

6 CONCLUSÕES

Os procedimentos de segurança possibilitaram a identificação de parâmetros relacionados tanto a aspectos de segurança na instalação quanto aos de usabilidade, importantes para ter efetividade na execução do projeto. A análise das atividades de trabalho dos instaladores de painéis foi realizada através da verificação *in loco* e em associação com as normas regulamentadores e em conjunto com as leis vigentes e as NBRs. Pode ser visto que a

segurança nesse ramo de atuação é primordial para diminuir os riscos aos trabalhadores na hora da execução do projeto.

Ao mesmo tempo é preciso olhar para as questões ambientais, na utilização ao uso de energia que são preocupantes a cada dia, neste sentido a energia solar é uma das alternativas mais viáveis em termos ambientais. É uma energia limpa, de fonte inesgotável, e considerada a melhor alternativa para resolver o problema da emissão de dióxido de carbono causada pela queima de combustíveis fósseis na produção de energia elétrica.

Outro ponto que pode ser citado é que as centrais necessitam de manutenção mínima e painéis solares são a cada dia mais potentes ao mesmo tempo em que seu custo vem decaindo. Isso torna cada vez mais a energia solar uma solução economicamente viável. No Brasil a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética sua utilização ajuda a diminuir a procura energética nestes e consequentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão.

Com base nos resultados da pesquisa, constatou-se a importância de obtenção e aplicação do conhecimento das leis e normas para trabalho em altura. A análise de risco indica que, independente do trabalho em altura, os equipamentos são necessários para diminuir os riscos de acidentes na execução da instalação dos painéis fotovoltaicos.

Dada a complexidade e diversidade dos tipos de casas unifamiliares e tarefas do setor de projeto executivo de placas solares, o segmento é caracterizado pelo alto risco de acidentes de trabalho, o aprofundamento de estudos é fundamental, especificamente nos aspectos que envolvem as normas regulamentadoras, ergonomia e usabilidade de ferramentas e de equipamentos de segurança.

A partir da realização desta pesquisa, propõe-se como indicação para futuros estudos a realização de testes práticos com os procedimentos de segurança proposto com a população alvo em condições reais de utilização, associado à análise de retroalimentação dos usuários e à análise baseada em medidas quantitativas de carga física de trabalho.

A utilização de EPIs para os trabalhos de instalação de placas é necessária, porém não é suficiente. A escolha correta dos equipamentos para as diferentes situações é fundamental para garantir a segurança e minimizar os efeitos em caso de queda como treinamento constante, gerenciamento de segurança e planejamento das atividades também constituem bases elementares, corroborando com as normas regulamentadoras.

Para o caso da empresa analisada foi possível verificar uma grande preocupação com o risco de queda, podendo, inclusive, resultar em recusa na prestação do serviço, conforme

previsto no procedimento interno. Também foram observados pontos que necessitam correções conforme diferentes projetos de execução.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410** - Instalações elétricas de baixa tensão. ARAÚJO, 2008. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589>. Acesso em: 27 dez. 2016.

BRASIL, Ministério do Trabalho e emprego. **Manual do Setor Elétrico e telefonia**. Brasília: Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho, 2002a.

Cardoso, Leonardo Chamone. **Dimensionamento e instalação de aquecedor solar**. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/136/artigo285727-1.aspx>>. Acesso em: 27 dez. 2016.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

FUNCOGE - **Comitê de Segurança e Saúde no Trabalho da Fundação**. Disponível em: <www.funcoge.org.br>. Acesso em: 27 dez. 2016.

JÚNIOR, A.M.S. **Manual de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho**: 10. Ed. 2016.

LUCCA, S.R; MENDES, R. Epidemiologia dos Acidentes do Trabalho fatais em Área Metropolitana da Região Sudeste do Brasil, 1979-1989. **Revista de Saúde Pública**, v.27, n.3, p.168-76, 1993.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH NIOSH. **Worker Death by falls: a summary of surveillance findings and investigative case reports**. Cincinnati: NIOSH, 2000.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora 35 – Trabalho em Altura**. 2012.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora 06 – Equipamento de Proteção Individual**. 2011.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. 2012.

ALTISEG. **Cartilha de Segurança: NR-35 Trabalhos em Altura**, Altiseg, 2012.

_____. Disponível em: <<http://www.altiseg.com.br>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

HONEYWELL. **Proteção contra queda**. Disponível em: <http://www.honeywellsafety.com/BR/Training_and_Support/PROTEÇÃO_CONTRAQUEDA_FALHA_NÃO_É_UMA_OPÇÃO.aspx>. Acesso em: 25 nov. 2016.

_____. **Trabalho em Altura.** Disponível em:

<http://www.honeywellsafety.com/BR/Training_and_Support/Trabalho_em_Altura_Artigos.aspx>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Disponível em:

<<http://portal.mte.gov.br/portal-mte/>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

_____. **Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da Norma Regulamentadora nº35 – Trabalhos em Altura.** Disponível em:

<<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001382F28747230DB/MANUAL%20NR-35%20REVISADO.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

ANEXOS

ANEXO A - Procedimento de segurança para montagem de andaime

PROCEDIMENTO DE SEGURANÇA PARA MONTAGEM DE DE ANDAIME TIPO MILLS E ROHR			
Local:		Assinatura:	
Responsável Empresa:			
Empregado Empresa			
Resp.da empresa contratada:			
Tipo de Trabalho :			
Ítem	Capacitação/Exame/Riscos comuns a todas atividades	Não	Sim
1	TODOS OS FUNCIONÁRIOS USAM O EPI CORRETAMENTE ?		
2	USAM O CINTO DE SEGURANÇA TIPO PÁRA-QUEDISTA SEM PARTES SOLTAS		
3	OS TUBOS E PRANCHAS ESTÃO LIMPOS E SEM ÓLEO ?		
4	PRANCHAS ESTÃO TRINCADAS, DANIFICADOS E COM NOS ?		
5	OS ANDAIMES COM PLATAFORMA SUPERIOR HÁ 1,5 M POSSUI ESCADA?		
6	O ESPAÇO ENTRE DEGRAUS É DE 30 CM ?		
7	ANDAIMES ESTÃO COM A ÁREA ISOLADA?		
8	ESTÃO TRABALHANDO COM A AUTORIZAÇÃO DE TRABALHO (AT) E A PT ?		
9	OS FUNCIONÁRIOS UTILIZAM O PORTA CHAVE ?		
10	OS ANDAIMES ESTÃO AFASTADOS DA REDE ELÉTRICA NO MÍNIMO 5 M ?		
11	HÁ CUIDADOS ESPECIAIS QUANDO DO TRABALHO EM TUBULAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS, AQUECIDOS, E VASOS AQUECIDOS E SOBRE PRESSÃO?		
12	OS ANDAIMES NÃO ESTÃO FIXADOS EM TUBULAÇÕES OU EQUIPAMENTOS ?		
13	OS GUARDA-CORPOS ESTÃO COM ALTURA 1,20 E 0,70 M E RODAPÉ DE 20 CM ?		
14	AS PONTAS DOS TUBOS ESTÃO DE 5 A 10 CM DA BRAÇADEIRA DE FIXAÇÃO?		
15	AS TÁBUAS SÃO DE 1 ½" DE ESPESSURA?		
16	HÁ LARGURA MÍNIMA DA PLATAFORMA DE 90 CM (3 TÁBUAS JUNTAS) ?		
17	HÁ QUEBRA VÃO NOS ANDAIMES COM LARGURA MAIOR QUE 1,5 M ?		
18	AS PLATAFORMAS ESTÃO SEM VÃO ENTRE AS TÁBUAS?		
19	HÁ DIAGONAIS ENTRE POSTES QUANDO A DISTANCIA FOR MAIOR QUE 3 M ?		
20	AS DIAGONAIS ESTÃO FIXADAS EM INCLINAÇÃO ALTERNADAS?		
21	AS PONTAS DAS TÁBUAS ESTÃO HÁ 10 E 15 CM DO ANDAIME ?		
22	HIDRANTES, EXTINTORES, ACESSOS, ESCADAS E ABRIGOS ESTÃO DESOBSTRUÍDOS ?		
23	OS PISOS DOS ANDAIMES ESTÃO DESIMPEDIDOS PARA LIVRE CIRCULAÇÃO?		
24	OS ANDAIMES ESTÃO COM EXCESSO DE PESO ?		
25	OS ANDAIMES ESTÃO TRAVADOS CORRETAMENTE?		
26	OS MONTADORES UTILIZAM PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA QUANDO NECESSÁRIA ?		
27	OS FUNCIONÁRIOS ESTÃO CORRETAMENTE UNIFORMIZADOS ?		
28	AS TÁBUAS DA PLATAFORMA ESTÃO TODAS TRAVADAS?		
29	HÁ ORDEM E LIMPEZA NO LOCAL DE TRABALHO ?		
30	OS FUNCIONÁRIOS ESTÃO COM EXAME MEDICO EM DIA ?		
Declaro para os devidos fins ter recebido da Empresa, Instrução de Segurança para trabalhos em altura, encontrado-me ciente dos riscos a que estou exposto no exercício da atividade e comprometendo-me a cumprir a todos os itens marcados neste procedimento de segurança.			
Autorização.			
1. Nome:		C.P.	Ass.
2. Nome:		C.P.	Ass.
3. Nome:		C.P.	Ass.
4. Nome:		C.P.	Ass.
5. Nome:		C.P.	Ass.
Liberado por : _____		data. ____ / ____ / ____	
(nome / função)		Observações:	

ANEXO B - Autorização para trabalho em altura

AUTORIZAÇÃO PARA TRABALHO EM ALTURA											
Autorização de Trabalho em altura para local com diferença de nível acima de 2,00 metros											
Trabalho em altura sendo executado por:			Assinatura:		Responsável Empresa:			Assinatura			
Empregado Empresa			Assinatura:		Empregado Empresa			Assinatura			
Contratado. Empresa:			Assinatura:		Resp. da empresa contratada:			Assinatura			
OBSERVAÇÕES:					Contratado. Empresa:			Assinatura			
					Local:						
					Data:						
Tipo de Trabalho :		em telhado	com andaimes	com escadas	outros (especificar) :						
Capacitação/Exame/Riscos comuns a todas atividades				Sim	Não	N/A	Medidas de segurança				
Funcionário treinado na atividade ?											
Exame médico ok ?											
Existe risco de contato com partes energizadas?											
Tempo seco e sem vento forte (Trab externo) ?											
Existe risco de queda de objetos ?											
O encarregado da área está avisado ?											
Área de trabalho esta isolada ?											
Local seguro e adequado para fixação do cinto ?											
Observações:											
TRABALHOS EM TELHADOS				Sim	Não	N/A	EPI's		Sim	Não	N/A
Escada adequada e em condições ?							Sapato com biqueira de aço ?				
Tábuas ou Pranchas para movimentação ?							Cinto de segurança c/2 talabartes ?				
Cordas para travamento e/ou içamento de materiais?							Óculos de segurança (lente escura) ?				
Vara telescópica ?							Luvas de acordo com a atividade ?				
Sistema trava quedas ?							Protetor auricular (interno fab.) ?				
Sistema de cadeira tipo balancim (fachadas) ?											
Observações:											
TRABALHOS EM TELHADOS				Sim	Não	N/A	EPI's		Sim	Não	N/A
Andaime montado e nivelado adequadamente ?							Sapato com biqueira de aço ?				
Andaime em piso não compactado, possui sapatas ?							Cinto de segurança c/2 talabartes ?				
Andaime com rodízios (possui trava) ?							Óculos de segurança(análisar neces.) ?				
Tábuas sem nó ou rachaduras ?							Luvas de acordo com a atividade ?				
Tábuas possuem limitadores nas extremidades ?							Protetor auricular (interno fab.) ?				
Possui no mínimo 2 tábuas para área de trabalho ?							Capacete (algumas atividades) ?				
Observações:											
Escadas				Sim	Não	N/A	EPI's		Sim	Não	N/A
Escada apresenta-se em boas condições ?							Sapato com biqueira de aço ?				
Escada p/eletricidade material adequado ou isolada ?							Cinto de segurança c/2 talabartes ?				
Escada superior a 3m, possui travamento ?							Óculos de segurança(análisar neces.) ?				
Escada ultrapassa 1m do ponto a ser atingido ?							Luvas de acordo com a atividade ?				
Para trabalhos acima de 4m, possui sistema trava quedas ?							Protetor auricular (interno fab.) ?				
Observações:											
Passarelas para telhado				Sim	Não	N/A	EPI's		Sim	Não	N/A
Escada Magirus apresenta-se em boas condições ?							Sapato com biqueira de aço ?				
Pés armados e fixados corretamente ?							Cinto de segurança c/2 talabartes ?				
Angulo de trabalho da lança oferece segurança ?							Óculos de segurança(análisar neces.) ?				
Protetor auricular (interno fab.) ?							Funcionário treinado no específico do equip ?				
Observações:											
Declaro para os devidos fins ter recebido da Empresa, Instrução de Segurança para trabalhos em altura, encontrado-me ciente dos riscos a que estou exposto no exercício da atividade e comprometendo-me a cumprir a todos os itens marcados neste procedimento de segurança.											
Autorização.											
1. Nome:				C.P.		Ass.	Observações:				
2. Nome:				C.P.		Ass.					
3. Nome:				C.P.		Ass.					
4. Nome:				C.P.		Ass.					
5. Nome:				C.P.		Ass.					
Liberado por :						data: ___/___/___.					
				(nome / função)							

ANEXO C - Imagens



