



**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Luiza Staehler de Lima

**ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ANCORAGEM EM  
TELHADOS RESIDENCIAS NA INSTALAÇÃO DE PAINÉIS  
FOTOVOLTAICOS: UMA ABORDAGEM À SEGURANÇA DO TRABALHO**

Santa Cruz do Sul

2022

Luiza Staehler de Lima

**ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ANCORAGEM EM  
TELHADOS RESIDENCIAS NA INSTALAÇÃO DE PAINÉIS  
FOTOVOLTAICOS: UMA ABORDAGEM À SEGURANÇA DO TRABALHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC (RS), na área de segurança do trabalho, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Ma. Leticia Diesel

Santa Cruz do Sul

2022

## RESUMO

O presente trabalho contextualizando a importância que a energia fotovoltaica vem ganhando ao longo dos anos no mundo e seu grande crescimento em meio a população. Esse crescimento acarretou em diversas oportunidades no mercado de trabalho, o que trouxesse grande empregabilidade, dentro delas vamos destacar a mão de obra voltada para instalação de painéis solares, que é o foco deste trabalho. Onde o mesmo tem como ênfase em identificar e analisar os sistemas de ancoragem em telhados residenciais utilizados atualmente, quais são os riscos que ocorrem quando não é utilizado esse sistema de ancoragem e se as instalações se atendam as normas relativas à segurança no trabalho, especificamente ao cumprimento e aplicação das NRs 6 e 35. Foram analisados três tipos de telhados diferentes, dentre eles um com telha de fibrocimento, outro com telha esmaltada e o terceiro com telha shingle. Avaliados casos de três instalações realizadas na cidade de Santa Cruz do Sul e aonde foi feito um checklist com o intuito de verificar o cumprimento dessas normas e dos sistemas de ancoragem. Baseando-se nos resultados pode ser avaliado que não existem grandes dificuldades para a implementação do sistema de ancoragem em telhados residenciais, e que as equipes não cumprem de forma correta e íntegra a utilização dos equipamentos de segurança conforme as normas enfatizadas neste trabalho. Na conclusão do presente trabalho pode-se observar que há a necessidade das empresas de realizar treinamentos teórico e práticos para seus funcionários de acordo com as normas com mais frequência e também realizar reciclagens, que as mesmas devem disponibilizar acompanhamento de técnico de segurança do trabalho e realizem fiscalizações nas obras com frequência, para se evitar o descaso dos empregados referente ao uso dos EPIs e implementação do sistema de ancoragem.

**Palavras-chave:** sistemas fotovoltaicos; painéis solares; riscos; segurança; sistema de ancoragem, normas regulamentadoras.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico crescimento mundial.....	12
Figura 2 – Mapa de irradiação solar.....	14
Figura 3 – Gráfico crescimento solar RS.....	16
Figura 4 – Projeto do sistema solar.....	18
Figura 5 –Sistematização sistema solar.....	19
Figura 6 – Composição do painel solar.....	20
Figura 7 – Disposição sistema solar.....	21
Figura 8 – Estrutura de fixação em telha esmaltada.....	23
Figura 9 – Parafuso estrutural.....	24
Figura 10 – Estrutura de fixação em fibrocimento.....	25
Figura 11 – Estrutura de fixação em telha single.....	26
Figura 12 – Disposição dos módulos em telha single.....	26
Figura 13 – Cabos solares de dupla isolação.....	28
Figura 14 – Cores dos fios CA.....	28
Figura 15 – Profissional trabalhando com EPIS.....	30
Figura 16 – EPIs.....	34
Figura 17 – EPCs.....	37
Figura 18 – Linha de vida.....	42
Figura 19 – Fluxograma da metodologia aplicada.....	44
Figura 20 – Instalação sistema solar – Obra 1 - Telhado.....	48
Figura 21 – Instalação sistema solar – Obra 1 – Cinto paraquedista.....	49
Figura 22 – Instalação sistema solar – Obra 1 - Módulos.....	50
Figura 23 – Instalação sistema solar – Obra 2 - Telhado.....	52
Figura 24 – Instalação sistema solar – Obra 2 – Cinto de segurança.....	53
Figura 25 – Instalação sistema solar – Obra 3 - Telhado.....	55
Figura 26 – Instalação sistema solar – Obra 3 – EPI com informação CA.....	56
Figura 27 – Instalação sistema solar – Obra 3 – Sistema de ancoragem.....	57

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
1.1	Questão de Pesquisa .....	8
1.2	Objetivo Geral .....	8
1.3	Objetivos Específicos .....	8
1.4	Justificativa .....	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1	Energia Solar .....	11
2.2	Energia em Escala Mundial.....	12
2.3	Energia Solar no Brasil.....	13
2.4	Energia Solar no Rio Grande do Sul.....	16
2.5	Instalação do sistema solar .....	17
2.5.1	Equipamentos do sistema solar.....	19
2.5.1.2	Painéis solares .....	19
2.5.1.3	Inversores.....	22
2.5.1.4	Estrutura de fixação.....	22
2.5.1.5	Cabos elétricos.....	27
2.6	Segurança do trabalho .....	29
2.7	Acidente de trabalho .....	31
2.8	Norma regulamentadora.....	32
2.9	Equipamentos de proteção individual .....	34
2.10	Trabalho em altura .....	38
2.11	Sistema de ancoragem .....	40
3	METODOLOGIA .....	43
3.1	Caracterização da pesquisa.....	43
3.2	Delineamento da pesquisa.....	43

3.3 Delimitações .....	45
3.4 Técnicas e instrumentos de coleta de dados.....	45
4 ANÁLISE DE RESULTADOS .....	43
4.1 Instalação 1 .....	43
4.2 Instalação 2 .....	50
4.3 Instalação 3 .....	54
4.4 Gráfico .....	58
5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....	60
REREFERÊNCIA.....	62
APÊNDICE A - Checklist .....	69

## 1. INTRODUÇÃO

A energia fotovoltaica é hoje a fonte de energia limpa que mais cresce no mundo, e pode ser diretamente convertida em energia elétrica. A mesma existe a mais de 100 anos e hoje é utilizada para gerar energia elétrica para milhares de residências e indústrias no mundo todo. (Portal Solar, 2021)

O ano de 2021 foi considerado um ano histórico para energia solar, com recordes na expansão da fonte por todo o Brasil. De janeiro a dezembro, foram gerados mais de 3,5 GW de potência instalada em residências, fachadas e pequenos terrenos, segundo dados da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). A tendência para 2022 é que o setor continue evoluindo, sobretudo por causa de três fatores: a grande quantidade de projetos de geração centralizada que devem começar a operar no país, a procura maior por sistemas solares com a aprovação do PL 5829 e os aumentos na conta de luz previstos para o ano que vem na ordem de 21%. (Canal Solar, 2021)

Esse grande crescimento gerou diversas oportunidades de empregos, principalmente no setor de mão de obra para instalação das usinas solares. Porém juntamente com essa gama de oportunidades nos serviços de instalações solares, a falta de cuidado e conseqüentemente os acidentes de trabalho tiveram um grande aumento, por decorrência da inexperiência e falta de fiscalização.

De acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), cerca de 40% dos acidentes ocorridos no país, estão relacionados à altura. Dependendo da diferença de nível em que ocorreu a queda, existe uma grande possibilidade de que o trabalhador não consiga resistir aos ferimentos provocados por esse incidente. Por decorrência desta periculosidade, é importante que se conheça os riscos que possam a vir ocorrer para adotar meios de proteção e prevenção. (Delta Plus Brasil, 2019)

A presente pesquisa tem como foco a abordagem à segurança do trabalho através da análise de implementação do sistema de ancoragem em telhados residenciais para a instalação de painéis fotovoltaicos.

## **1.1 Questão de Pesquisa**

A partir das Normas Regulamentadoras, busca-se identificar e analisar a implementação dos sistemas de ancoragem em telhados residenciais utilizados atualmente, quais são os riscos que ocorrem quando não é utilizado esse sistema de ancoragem e se as instalações atendam-se as normas relativas à segurança no trabalho, especificamente ao cumprimento e aplicação das NRs 6 e 35.

Tendo como ênfase o cumprimento das recomendações da NR35 e avaliado as dificuldades de implementação do sistema de ancoragem em telhados residenciais, os riscos e consequências que a falta da implementação deste sistema trará e quais as possibilidades para instalar o mesmo.

Analisar como será o manuseio dos painéis solares sobre o telhado até o local de fixação e se isso afeta ou dificulta a segurança dos trabalhadores sobre o telhado. Também analisar quais são os riscos e consequências ocasionados pela não implementação do sistema de ancoragem em telhados residenciais, as vantagens e possibilidades para que o sistema seja adotado pelas empresas e equipes de instaladores.

## **1.2 Objetivo Geral**

A presente pesquisa tem como foco a abordagem à segurança do trabalho através da análise de implementação do sistema de ancoragem em telhados residências para a instalação de painéis fotovoltaicos.

## **1.3 Objetivos Específicos**

- Analisar a implementação dos sistemas de ancoragem nos telhados residências para a instalação de painéis solares;
- Análise das Normas Regulamentadoras 6 e 35 e o cumprimento delas;
- Verificar quais são as dificuldades encontradas em obra, observando-

se os itens de segurança sobre o telhado estão sendo executados e obedecidos conforme as normas regulamentadoras.

- Analisar quais implementações seriam viáveis e práticas para o sistema de ancoragens em telhados residenciais, possibilitando segurança para os instaladores, incentivem as empresas a adotarem o sistema cumprirem as NR.

#### **1.4 Justificativa**

Cada minuto que passa, um trabalhador sofre um acidente no momento que está desenvolvendo suas funções conforme seu descritivo de função. Em 2018, a Previdência Social registrou 576.951 acidentes de trabalho, valor abrangendo apenas empregados com carteira assinada, já que a definição legal de acidente de trabalho se restringe a ocorrências que envolvem trabalhadores que estejam segurados do Regime Geral de Previdência Social. Um estudo realizado pela Fundacentro – fundação ligada ao Ministério da Economia especializada na pesquisa sobre questões de segurança do trabalho – estima que, se forem considerados os trabalhadores informais e os autônomos, esse número pode ser até sete vezes maior, se aproximando de 4 milhões de acidentados todos os anos (Justiça do Trabalho, 2020).

Cerca de 40% dos acidentes de trabalho ocorridos no Brasil, estão relacionados a quedas de funcionários em altura, de acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Devido ao alto risco existente no trabalho em altura — de acordo com o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), cerca de 14,49% das mortes ocorridas no ambiente laboral em 2017 estão relacionadas a quedas. (Delta Plus Brasil, 2019)

É comum as empresas não se preocuparem em fazer a instalação das proteções coletivas, outro ponto de descuido das empresas e que provoca muitos acidentes é a falta de treinamento e capacitação dos seus funcionários. Para evitar esse problema, de acordo com a NR 35, o empregador tem a obrigação de promover programas para capacitação, para os trabalhadores que realizam

trabalhos em altura. Destacar a utilização adequada e fiscalizar a ocorrência do não uso dos equipamentos de proteção individual (EPIs). (Delta Plus Brasil,2019)

A não utilização dos equipamentos de proteção, falta de qualificação para executar as atividades, ausência de treinamento no manuseio, inspeção e a não utilização correta dos dispositivos de segurança necessários para execução das atividades em altura são alguns dos fatores que podem gerar erros e provocar acidentes antes, durante e após a atividade. (Agência FIEP,2019)

Os dados são alarmantes e evidenciam a falta de segurança e descaso por parte das empresas, empregadores e empregados. Para Falcão e Rousselet (1999), os acidentes de trabalho, em sua grande maioria, poderiam ser evitados se houvesse uma maior atenção desde o planejamento, gerenciamento e processos adequados de execução, implantação de programas de segurança e saúde no trabalho, bem como a oferta de educação e o treinamento de operários.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Energia Solar

A energia fotovoltaica é hoje a fonte de energia limpa que mais cresce no mundo, e pode ser diretamente convertida em energia elétrica por meio de um fenômeno físico. Ela usa materiais semicondutores como o silício cristalino para converter a energia luminosa em energia fotovoltaica solar elétrica. A energia fotovoltaica existe a mais de 100 anos e hoje é utilizada para gerar energia elétrica para milhares de residências e indústrias no mundo todo. Para ela ser aproveitada para gerar energia elétrica para casas e empresas, as células fotovoltaicas precisam ser montadas dentro de um painel solar visando proteção e durabilidade e por sua vez, este painel solar, será conectado em outros painéis em um sistema solar fotovoltaico. (Portal Solar, 2021)

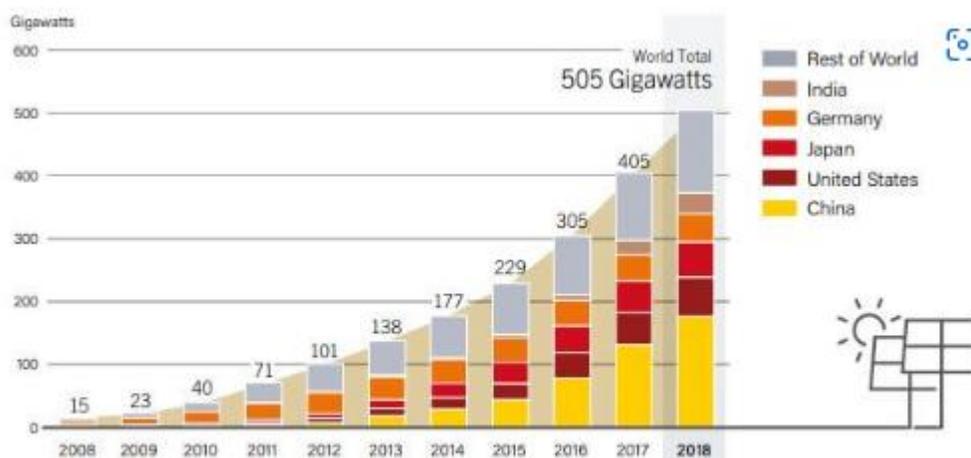
A energia solar é uma energia renovável e limpa com finalidade de gerar economia e reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> no meio ambiente, sendo assim, beneficia o seus usuários e o meio ambiente. (Solled Energia,2021). A definição de Energia Solar é associada à energia fotovoltaica, tecnologia que utiliza a luz do Sol como fonte de energia para gerar eletricidade e portanto, possui a vantagem de ser uma energia gratuita, renovável, alternativa e limpa. (Portal Solar, 2021)

A energia solar funciona com a captação da luz do sol a partir de placas solares fotovoltaicas com diversas vantagens, como possuir facilidade de manutenção e o fato de trazer economia de até 95% na conta de luz. Por ser uma energia proveniente do sol torna-se um sistema extremamente vantajoso e confiável, pois depende exclusivamente de uma fonte renovável e inesgotável.(Portal Solar, 2022). Além dessa segurança, a sustentabilidade inerente à geração limpa de energia é algo crucial nos dias de hoje, castigados pelos efeitos do aquecimento global, a instalação de painéis solares ajuda a combater as emissões de gases do efeito estufa e reduz a nossa dependência dos combustíveis fósseis como o petróleo. (Solled Energia, 2022).

## 2.2 Energia solar escala mundial

A fonte solar fotovoltaica liderou o crescimento da capacidade instalada de energias renováveis no mundo em 2019, com o acréscimo de 115 gigawatts, representando um crescimento anual de 22,5%, segundo os dados do relatório internacional Renewables Global Status Report., de autoria da REN21. O estudo revelou que a capacidade instalada global das energias renováveis cresceu mais de 200 GW em 2019, liderada pela fonte solar fotovoltaica, que representou 57,5% desse montante, seguida da fonte eólica, com 60 GW e 30% de participação, e a fonte hidrelétrica, com 18 GW e 8% de participação. (Absolar, 2020)

Um relatório divulgado pela Agência Internacional de Energia (AIE) prevê um crescimento de 50% entre 2019 e 2024 para as fontes renováveis. Isso significa um incremento de 1.200 GW na potência total instalada, dos quais cerca de 60% são referentes a energia fotovoltaica. Esse crescimento tem sido impulsionado tanto por grandes usinas de geração centralizada quanto pequenas e médias enquadradas em geração distribuída. Na figura 1, é possível observar o crescimento da energia fotovoltaica ao longo dos anos em escala mundial, sendo liderado pela China. (Academia do Sol,2018)



Fonte: renewables 2019 global status report

Figura 1: Gráfico crescimento em escala mundial.

Fonte: site Academia do Sol

A capacidade de produção de energia solar no mundo foi estabelecida em 512,3 GW de instalações fotovoltaicas cumulativas, especialmente em sistemas conectados à rede (on grid, onde toda solução estará ligada à distribuidora de energia elétrica) nos últimos anos. (PORTAL SOLAR,2019)

Em 2022, a capacidade das fontes renováveis em todo o mundo deverá atingir um crescimento recorde de 8% na comparação com 2021, ultrapassando a marca de 300 GW pela primeira vez em um único ano, segundo estimativa da IEA (International Energy Agency). (Absolar,2022)

### **2.3 Energia Solar no Brasil**

O Brasil em todo o seu território recebe grande irradiação solar, pois está localizado próximo à linha do Equador, onde o mesmo recebe alta incidência de sol durante todo o dia, com pouca variação ao longo das estações do ano, decorrente das características de translação do planeta. Como um todo, o país possui alto potencial para captação de energia solar. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, o país recebe, durante todo o ano, mais de 3 mil horas de brilho do sol, correspondendo a uma incidência solar diária que pode ir de 4.500 a 6.300 Wh/m<sup>2</sup>, conforme imagem 2. (Boreal Solar, Energias renováveis, 2016)

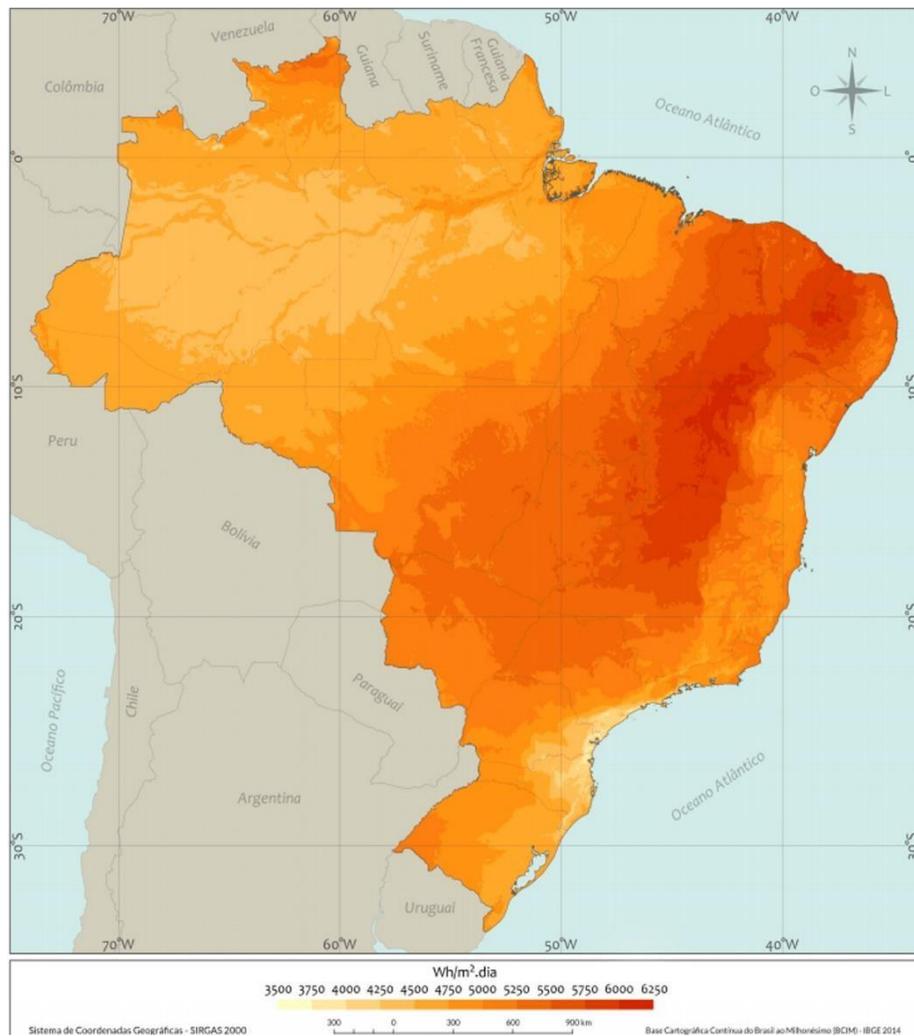


Imagem 2: Mapa de irradiação solar.

Fonte: América do Sol.

O mercado de energia solar no Brasil é um segmento que vem crescendo significativamente, nosso país possui enorme potencial de geração em qualquer uma das cinco regiões do território. O aproveitamento da energia solar fotovoltaica no território brasileiro foi ampliado em diversos estados, como em Minas Gerais, que é o líder no ranking estadual de Geração Distribuída, com 19,2% de potência instalada, em seguida, Rio Grande do Sul, com 13,5%, e São Paulo, com 12%. (Portal Solar,2020).

Ao longo dos anos a energia solar vem crescendo cada vez mais, de acordo

com dados de 2021 da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), a fonte solar fotovoltaica apresentou forte aceleração de geração em janeiro de 2021. Em comparação ao mesmo mês do ano anterior, o crescimento foi de 18,9%, representando 705 megawatts (MW) médios. (Intelbras, 2021)

O país acrescentou em 2021 cerca de 5,7 gigawatts (GW) da fonte solar na geração própria de energia em residências e empresas e nos grandes empreendimentos conectados ao Sistema Interligado Nacional (SIN). O crescimento dos projetos de energia solar no Brasil, seja nos telhados ou nas usinas de grande porte, garantiu ao país a quarta colocação no ranking mundial das nações que mais acrescentaram a fonte fotovoltaica na matriz elétrica no último ano, segundo mapeamento do Portal Solar Franquias com base em dados divulgados pela Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA) e pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar, 2022).

A energia solar teve novos recordes na expansão da fonte por todo o Brasil, no ano de 2021. De janeiro a dezembro, foram gerados mais de 3,5 GW de potência instalada em residências, fachadas e pequenos terrenos, segundo dados da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Segundo a ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica), os sistemas solares no Brasil já representam mais de 70% de toda a potência da usina hidrelétrica de Itaipu, segunda maior do mundo e a maior da América Latina.

A tendência para 2022 é que o setor continue evoluindo, sobretudo por causa de três fatores: a grande quantidade de projetos de geração centralizada que devem começar a operar no país, a procura maior por sistemas solares com a aprovação do PL 5829 e os aumentos na conta de luz previstos para o ano que vem na ordem de 21%. (Canal Solar, 2021)

De acordo o Plano Decenal de Expansão de Energia 2030, a expectativa é que, até o fim do ano citado, a minigeração e microgeração distribuída totalizem 25 GW de potência instalada no Brasil, o que irá compor cerca de 4,6% da matriz elétrica do país. (Portal Solar, 2021)

## 2.4 Energia solar no Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul possui uma média de radiação solar relativamente boa, pois mesmo que no inverno a radiação solar do estado seja muito baixa, os meses de verão fazem a compensação. Isso deixa a média do estado próxima ao patamar das regiões tropicais brasileiras. A região recebe a média de 5,0 kWh/m<sup>2</sup> por ano de incidência solar, valor acima do registrado em países como a Alemanha, que é o país que mais explora a energia fotovoltaica em todo o mundo. (Incentive Solar, 2018)

A energia solar está cada vez mais presente em imóveis residenciais e empresariais, a energia gerada por meio do sol deu um salto no Estado no último ano. A potência instalada de energia solar atingiu 1.001,2 megawatts (MW) em 2021, crescimento de 74,15% ante o volume de 2020, conforme a imagem 3. O Estado segue na terceira colocação no país nesse indicador, atrás de MinasGerais e São Paulo. Apenas esses três Estados têm potência instalada acima dos mil MW no Brasil, os dados são da Associação Brasileira de Energia Solar (Absolar).(CLIC RBS,2021)

### POTÊNCIA INSTALADA (em MW)



Imagem 3: Gráfico crescimento solar no RS.

Fonte: Gaúcha ZH.

Conforme dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), o território gaúcho responde sozinho por 11,9% de toda a geração própria de energia solar no País. O Estado possui 116.036 conexões operacionais espalhadas por todos os seus 497 municípios, está em constante crescimento. (Absolar, 2022)

## **2.5 Instalação sistema solar**

Devido ao constante aumento da conta de luz derivado do uso das termoelétricas caras e extremamente poluentes, instalar um sistema de geração de energia solar tornou-se uma excelente opção para o consumidor e para o meio ambiente. (Portal Solar,2021).

Para obter um sistema solar é necessário primeiramente que o cliente solicite um orçamento conforme sua demanda e consumo, após será realizado a análise em um software, para melhor dispor os módulos fotovoltaicos. (Portal Solar,2021). Após a aprovação da análise por parte do cliente, será realizado o projeto executivo, conforme imagem 4, com a esquematização para a execução da instalação do sistema fotovoltaico e o mesmo será homologado na concessionária. (Solled Energia, 2022)



Imagem 4: Projeto executivo.

Fonte: Arquivo Solled Energia.

A equipe de instaladores é enviada ao local de instalação, para que seja realizada a instalação do sistema solar, onde o mesmo é composto por painéis solares, inversor, estrutura de fixação dos painéis, que são suportes e trilhos, e cabos elétricos. Após realizada a instalação dos painéis solares e conecta-los no inversor solar, o inversor instalado na rede elétrica e o sistema de energia solar já estará produzindo energia elétrica, conforme exemplificado na imagem 5, e o cliente começa a economizar na conta de luz imediatamente. (Portal Solar,2021).

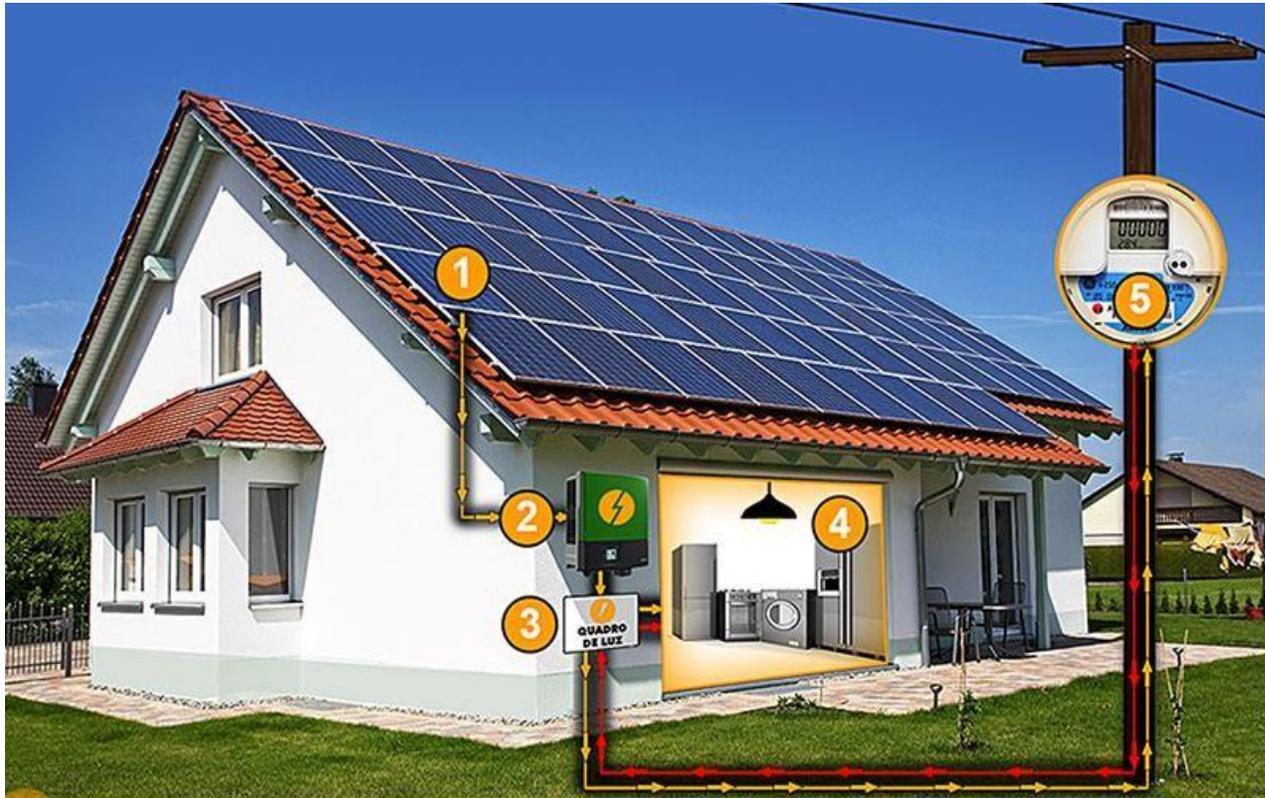


Imagem 5: Sistematização instalação solar.

Fonte: Portal Solar.

## 2.5.1 Equipamentos do sistema solar

### 2.5.1.2 Painéis Solares

Os painéis solares ou módulos fotovoltaicos, são um equipamento responsável por converter a energia do sol em energia elétrica. A composição do painel solar consiste em células solares, também conhecidas como células fotovoltaicas. O mesmo é composto por células fotovoltaicas fabricadas a partir de materiais semicondutores, como o silício, que absorvem a luz do sol e geram energia elétrica pelo efeito fotovoltaico. A placa solar funciona quando os fótons atingem as células fotovoltaicas, fazendo com que alguns dos elétrons que circundam os átomos se desprendam e migrem para a parte da célula de silício que está com ausência de elétrons, criando uma corrente elétrica, chamada de energia

solar fotovoltaica. Os módulos fotovoltaicos são compostos pelas matérias descritas na imagem 6. (Portal Solar, 2021)

## Construção do Painel Solar Fotovoltaico

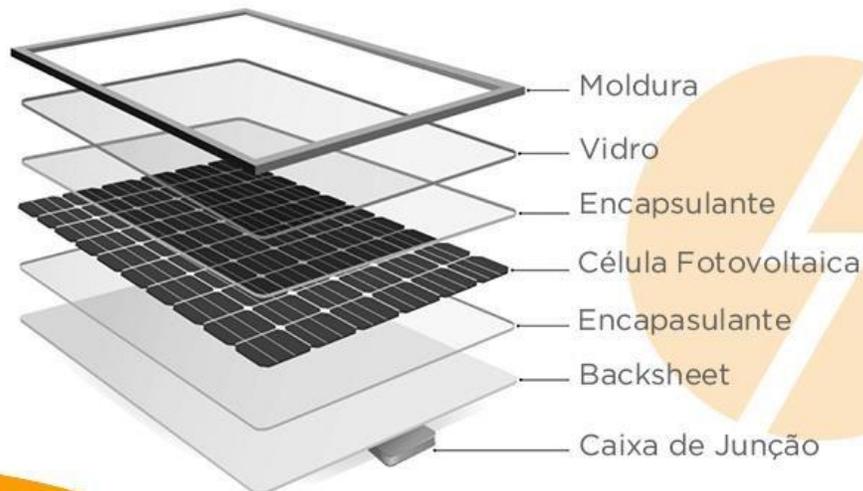


Imagem 6: Composição de painel solar.

Fonte: Portal Solar.

Os módulos fotovoltaicos são peças fundamentais na composição de usina solar, podendo os mesmos trabalhar em formato de série ou paralelo, formando a composição das strings do inversor, para cada tipo de sistema tem uma configuração diferente que deve ser analisada. Essa configuração em série é a resultante do somatório das tensões de cada módulo fotovoltaico, e a corrente se mantém a mesma em todos os módulos, na configuração em paralelo a tensão total do sistema mantém-se a mesma, porém as correntes são somadas. Importante que sempre seja realizada uma análise preliminar do projeto fotovoltaico, para analisar o local mais adequado, ter a melhor configuração e a posição solar preferível para obter o melhor aproveitamento do sistema, tem uma disposição adequada dos módulos conforme imagem 7. (Solled Energia,2022)



Imagem 7: Disposição sistema solar.

Fonte: Arquivo Solled Energia.

### **2.5.1.3 Inversores**

O inversor solar é um equipamento que tem como funcionalidade converter a energia que é gerada pelos painéis solares de corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA), além disso garante a segurança do sistema e mede a energia produzida pelos painéis solares. Existem no mercado inversores trifásico e monofásicos, os inversores trifásicos são utilizados para usinas acima de 12,6 KWp. (Portal Solar, 2021)

Os inversores são conectados na rede elétrica do consumidor e são programados para se desligarem caso a mesma venha cair, esse sistema é denominado on grid, sendo o mais utilizado pelos consumidores. Existe também o sistema off grid onde os inversores não são conectados na rede, os mesmos foram fabricados para usarem baterias. Os inversores off grid convertem a corrente contínua (CC) a 12, 24 ou 48 Volts para a corrente alternada (CA) e, no Brasil, devem ter uma potência de 110/220 V e 60 Hz para fornecer energia a eletrônicos e eletrodomésticos convencionais. Dependendo da demanda do consumidor é possível ter instalado os dois modelos de inversor, ou seja, inversor on grid e off grid. (Portal Solar, 2021).

### **2.5.1.4 Estrutura de fixação**

A estrutura de fixação dos módulos fotovoltaicos é utilizada para manter os painéis agrupados seguindo o layout da disposição, além de garantir a fixação dos mesmos sobre o telhado, permitindo que se tenha segurança. Para cada tipo de telhado tem-se uma estrutura específica, pois cada telhado possui suas especificações e maneiras de serem instalados possibilitando assim uma melhor fixação dos módulos. A maioria das instalações de sistema solar ocorre em telhado, onde os mesmos podem ser de telha esmaltada ou de barro, telha single ou telhado de fibrocimento. (Manual de instalação, Solled Energia, 2022)

Na instalação dos módulos em telhados de telha esmalta ou de barro, é utilizado o suporte de telha específico, o qual é fixado no ripamento do cliente com

parafuso 12x14x1.1/2 ponta agulha. Deve ser utilizado o suporte de telha com espaçamento máximo de 1,6 metros entre um e outro. Na imagem 8 pode-se perceber a instalação da estrutura fixação, ou seja, os trilhos aonde será inseridos os módulos fotovoltaicos. (Manual de instalação, Solled Energia, 2022)



Imagem 8: Estrutura de fixação em telha esmaltada

Fonte: Arquivo da Solled Energia

Em alguns casos não é possível levantar as telhas para inserir o suporte de telha é utilizado o parafuso estrutural 8 ou 10mm, conforme imagem 9.



Imagem 9: Parafuso estrutural

Fonte: Arquivo da Solled Energia

Para a instalação dos módulos em telhado de telha de fibrocimento deve primeiramente analisar o projeto, para realizar os recortes ou emendas dos trilhos de acordo com a necessidade. O trilho deve ficar instalado a 30 cm das bordas do módulo e o espaçamento entre trilhos é de aproximadamente 1,40 m. O trilho deve ser fixado sempre na onda alta, fura-se o fibrocimento onde passa o ripamento de fixação do telhado usando broca 8mm. Após realizada a furação, deve se realizar a limpeza dos resíduos sobre a telha e aplicar o selante PU, pois o mesmo fará vedação evitando que possa ocorrer goteiras. Coloca-se o trilho sobre o selante que foi aplicado sobre a telha, em seguida deve se colocar selante sobre o furo feito no trilho, e então é colocado o parafuso de fixação que é o parafuso telheiro 13mm, conforme demonstrado nas imagens 10. (Manual de instalação, Solled Energia, 2022)



Imagem 10: Estrutura de fixação em fibrocimento

Fonte: Portal solar

Na instalação dos módulos fotovoltaicos no telhado de telha single é bem similar ao modo de fixação do telhado de telha de fibrocimento, conforme imagem 13. O que muda é o parafuso utilizado que no caso é o parafuso ponta agulha 10x16 1" ½"mm, os módulos são instalados em modo paisagem, ou seja, sentido horizontal conforme imagem 12. (Manual de instalação, Solled Energia, 2022)



Imagem 11: Estrutura de fixação em telha single.

Fonte: Arquivos Solled Energia



Imagem 12: Disposição dos módulos em telha single.

Fonte: Arquivo da Solled Energia

### 2.5.1.5 Cabos elétricos

Os materiais sofrem desgastes ao longo do tempo, com os cabos elétricos não é diferente, porém para que mantenham a sua integridade, desempenho e tenham uma vida útil prolongada é importante utilizar os cabos adequados. Os cabos a serem utilizados em sistemas fotovoltaicos deve ser robusto e seguro, devem ser compatíveis com os níveis de tensão, estresses térmicos e mecânico ao longo dos 25 anos de operação da usina solar. (Canal Solar, 2020)

Os cabos mais facilmente encontrados hoje no mercado possuem 3 tipos principais de isolamento: PVC, EPR e XLPE, com normas específicas descrevendo suas características para cada faixa de tensão de operação. O material isolante e a cobertura influenciam diretamente a capacidade de um cabo trabalhar sob calor, sua resistência de isolamento e outras características mecânicas como elasticidade, durabilidade e proteção contra radiação ultravioleta (UV). A característica destes cabos visa garantir segurança a longo prazo, ao evitar derretimento ou descascamento da cobertura e do isolamento, o que poderia eventualmente causar um arco elétrico, a principal fonte de incêndio em sistemas fotovoltaicos. (Canal Solar,2020).

Os cabos utilizados na parte da Corrente Contínua (CC) são os cabos solares, na maioria dos projetos é utilizado o cabo de 4 mm ou 6 mm, sempre utilizado os cabos na tonalidade preto para negativo e vermelho para o positivo, com dupla isolamento, conforme imagem 13, já os cabos utilizados na parte da Corrente Alternada (CA) são cabos de 6 mm, 10 mm, 25 mm entre outras bitolas, dependendo da especificação do projeto, podendo ser de alumínio ou de cobre, e podem também ser 750v quando utilizados de forma área ou de 1kv se for subterrâneo, são cabos de tonalidade azul ou branco para neutro, brasileiro para terra e vermelho, preto ou marrom para fase, conforme imagem 14. (Solled Energia, 2022).

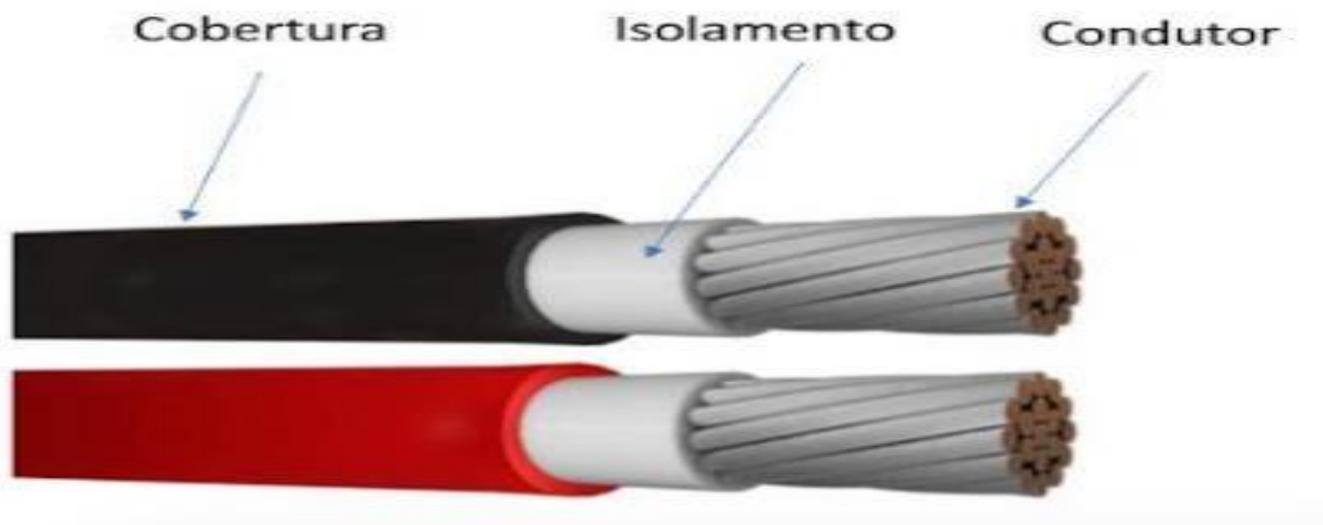


Imagem 13: Cabos solares de dupla isolamento.

Fonte: Canal Solar

## PADRÃO DE CORES DOS FIOS - NBR 5410

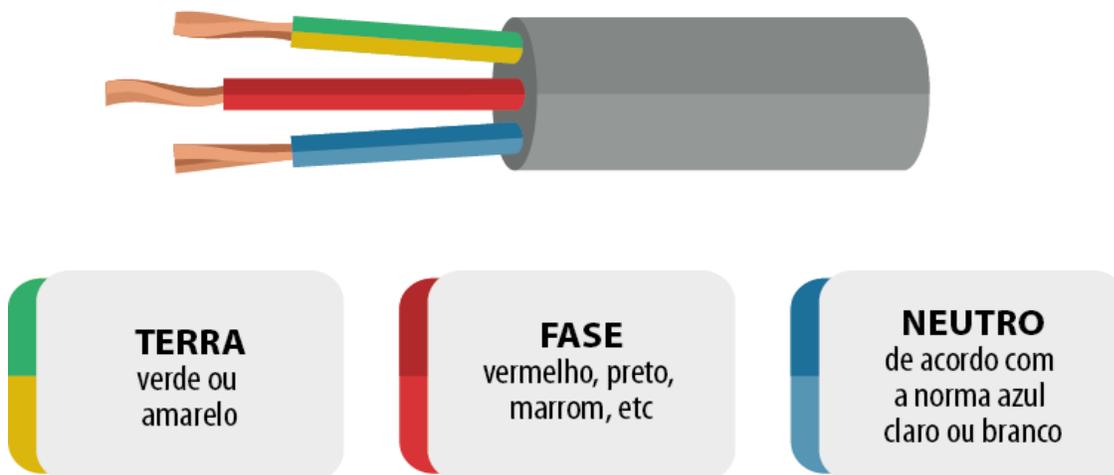


Imagem 14: Cores dos fios CA

Fonte: Lojas Tander

## 2.6 Segurança do Trabalho

A segurança do trabalho é um conjunto de medidas que atua na prevenção e proteção de acidentes de trabalho, redução de risco de acidentes e doenças ocupacionais, assim como na promoção da saúde dos colaboradores e trabalhadores. Procurando sempre proporcionar um ambiente de trabalho saudável para que todos os processos e tarefas sejam executados da melhor maneira possível. (Beecorp, 2021). Torna-se assim uma ciência humana interdisciplinar que tem o objetivo de entender como os acidentes ocorrem, prevenir e garantir o bem-estar e saúde de todos. (Tagout, 2020)

A segurança do trabalho é classificada como norma, prática e procedimento que é exigido através de leis regulamentadas pelo Ministério da Saúde e atualmente pela Secretaria Especial de Previdência e Trabalho do Ministério da Economia, função antes atribuída ao Ministério do Trabalho, para que empresas e seus funcionários, os cumpram e adotem corretamente, permitindo assim que haja redução ou até mesmo seja extinguido os riscos ocupacionais e acidentes de trabalho que possam vir a ocorrer dentro do ambiente de trabalho. (Tagout, 2020)

São consideradas atividades perigosas aquelas em que o trabalhador tem contato com fatores de riscos de acidentes, devem ser devidamente gerenciados por meio da identificação, classificação, priorização, prevenção e controle dos perigos. Esses perigos estão associados, por exemplo a fontes geradoras de ruídos, vibrações, aerodispersóides, calor, levantamento de peso, queda por diferença de nível, queimaduras, dentre várias outras possibilidades. (Portal da indústria, 2021).

As empresas têm a obrigação de cumprir e fazer cumprir as normas de segurança do trabalho, proporcionar cursos referentes as normas e instruir os empregados sobre as precauções para evitar acidentes e doenças ocupacionais, exigir que os mesmos utilizem os equipamentos de segurança conforme exigência de cada função, conforme demonstrado na imagem 15. (Portal da indústria, 2021).



Imagem 15: Profissional trabalhando com EPIs

Fonte: Arquivo Solled Energia

Os funcionários também tem parcela de responsabilidade e importante que os mesmos observem os requisitos das normas de segurança e informe os responsáveis caso tenham detectado algum problema. Sendo assim todos têm parcela de responsabilidade na prevenção, ações preventivas em saúde e segurança do trabalho aumentam a produtividade e evitam incidentes. As ações que promovem saúde e segurança no trabalho criam ambientes seguros e saudáveis oferecem condições adequadas aos trabalhadores. (Portal da indústria, 2021)

Dessa forma, a Saúde e Segurança no Trabalho pode ser entendida também como fator crítico de produtividade e competitividade na indústria brasileira, possibilitando assim uma garantia e segurança para o trabalhador e para a empresa. (Portal da indústria, 2021).

## 2.7 Acidente de Trabalho

Acidente de trabalho acontece quando um trabalhador sofre algum tipo de lesão, temporária ou permanente, durante o período que está exercendo suas funções ou em decorrência do seu trabalho. O funcionário pode ser afastado temporariamente pela incapacidade de continuar desempenhando suas tarefas diárias, pois o acidente pode afetar permanentemente suas habilidades, impedindo que o mesmo continue exercendo a mesma função. (PontoTel, 2020)

Segundo a CLT acidente de trabalho é definido através do art.19 descrito na lei 8213/91:

"Acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho" (Brasil,1991, <https://www.tst.jus.br/>)

Os acidentes de trabalho podem ser classificados como típicos e de trajetos, os típicos ocorrem de forma repentina e indesejável, sendo instantânea ou não, relacionada com a execução da função podendo resultar em lesão pessoal. Já o acidente de trajeto está relacionado com incidente sofrido pelo funcionário no transcorrer do percurso de sua residência até o local de trabalho ou reciprocamente, qualquer que seja o meio de locomoção, inclusive veículo de propriedade do particular do trabalhador, desde que não haja interrupção ou alteração de percurso por motivo alheio ao trabalho. (Unicamp, 2022).

Doença ocupacional também são caracterizadas como uma possibilidade de acidente de trabalho, ou seja, é uma possível lesão que pode ocorrer em virtude da atividade desempenhada pelo trabalhador. Essas doenças podem ser causadas por diversos fatores, sendo a mais comum a exposição contínua a agentes de risco (físicos, químicos, biológicos e radioativos), podendo inclusive agravar quadros clínicos já existentes. (Ponto Tel,2020)

Desde o começo de 2017, ao menos um trabalhador brasileiro morreu a cada quatro horas e meia, vítima de acidente de trabalho. O dado é do Observatório

Digital de Saúde e Segurança do Trabalho, desenvolvido pelo Ministério Público do Trabalho (MPT) e pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) (Agência Brasil). (Agência Brasil, 2018)

Esses dados são alarmantes e mostram que é muito importante que as empresas assumam suas responsabilidades e obrigações que são oferecer os devidos equipamentos de proteção individual e fiscalizar se seus funcionários estão utilizando e de forma correta.

## **2.8 Normas regulamentadoras**

Segundo o Ministério do Trabalho e Previdência, as Normas Regulamentadoras (NR) são disposições complementares ao Capítulo V (Da Segurança e da Medicina do Trabalho) do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), com redação dada pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Consistem em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho. (GOV.BR,2020)

As primeiras normas regulamentadoras foram publicadas pela Portaria MTb nº 3.214, de 8 de junho de 1978. As demais normas foram criadas ao longo do tempo, visando assegurar a prevenção da segurança e saúde de trabalhadores em serviços laborais e segmentos econômicos específicos. (GOV.BR,2020)

As NRs determinam como cada empresa deve praticar a segurança do trabalho de acordo com a sua atividade e porte, e também descrevem as penalidades e multas caso não sejam cumpridas essas exigências. Para que seja garantido a segurança das instalações, aumentando o nível de qualidade da execução de serviços e diminuindo o risco de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais. (MA Consultoria,2021)

Na realização das instalações de sistemas fotovoltaicos existem NRs fundamentais, e a principal é a NR10, que aborda a segurança em instalações e serviços em eletricidade, situação presente em todas as instalações. Outra norma regulamentadora importante é a NR35, que regulamenta o trabalho em altura, já

que a maioria das instalações acontece sobre telhados, a NR 35 só não se faz necessária quando a instalação ocorrer em solo. Outras normas regulamentadoras que também se fazem necessárias de acordo com as condições de instalação, são a NR 06 (equipamento de proteção individual), NR 22 (transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais), NR 12 (segurança no trabalho em máquinas e equipamentos), NR 15 (atividades e operações insalubres), NR 17 (ergonomia), NR 21 (trabalhos a céu aberto) e NR 33 (segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados).

A NBR 5410 também se faz importante, pois tem o objetivo de estabelecer condições satisfatórias para as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, como também o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. (MA Consultoria,2021)

De acordo com o assunto em pauta, o enfoque será nas NR 35 e NR 6, para analisar os processos e cumprimentos das mesmas em campo. A NR 35 regulamenta os trabalhos em altura, onde é recomendável que os trabalhadores atuantes nas instalações acima de 2m de altura sejam treinados nessa norma e também, que as empresas atendam a todos os requisitos, como exemplo o fornecimento dos EPI obrigatórios (Delta Plus, 2019). NR 06 que aborda sobre os equipamentos de proteção individual, que são dispositivos usados pelos funcionários destinados a protegê-los de eventuais riscos que possam ameaçar sua saúde e segurança no trabalho. (Tribunal Superior do Trabalho,2021)

A prevenção de acidentes de trabalho envolve esforços na área de gestão, previsão, planejamento e empenho, com foco em avaliar riscos e implementar ações. Então para desenvolver um trabalho seguro e eficiente, seguir as normas técnicas é um procedimento desejável e fundamental. (Tribunal Superior do Trabalho,2021)

## 2.9 Equipamentos de Proteção Individual

De acordo com a Norma Regulamentadora nº 6 do Ministério do Trabalho, considera-se Equipamento de Proteção Individual (EPI), imagem16, “todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no



trabalho”. (Brasil,2018)

Imagem 16: EPI

Fonte: Gestão de Segurança Privada

As empresas são obrigadas a fornecer aos empregados, gratuitamente, equipamento de proteção individual adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas devidas condições, conforme a Norma Regulamentadora nº6, (Brasil, 2018):

- Sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais;

- Enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e
- Para atender a situações de emergência.

Cabe ao empregador quanto ao EPI:

- a) Adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- b) Exigir seu uso;
- c) Fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- d) Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- e) Substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) Responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;
- g) Comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada;
- h) Registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico.

Cabe ao empregado quanto ao EPI:

- a) Usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;
- b) Responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- c) Comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;
- d) Cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

Os EPI são definidos de acordo com a função exercida por cada trabalho, com a objetivo de proteger e evitar acidentes, importante que sejam fornecidos de forma adequada para cada atividade desempenhada pelo trabalhador. (Guia Trabalhista,2001). São classificados a partir da atividade desempenhada, divididos pela NR 6 em nove categorias:

1. proteção da cabeça: capacete, capuz ou balaclava;
2. proteção dos olhos e face: óculos, protetor facial, máscara de solda;
3. proteção auditiva: protetor auditivo circum-auricular, de inserção, ou semi-

auricular;

4. proteção respiratória: respirador purificador de ar não motorizado ou motorizado; de adução de ar, ou de fuga;
5. proteção do tronco: vestimentas para proteção, colete à prova de balas;
6. proteção dos membros superiores: luvas, creme protetor, manga, braçadeira, dedeira;
7. proteção dos membros inferiores: calçados para proteção, meia, perneira, calça;
8. proteção do corpo inteiro: macacão; vestimentas de corpo inteiro;
9. proteção contra quedas com diferença de nível: cinturão de segurança com dispositivo trava-queda, cinturão de segurança com talabarte.

Além de serem essenciais à proteção do trabalhador, os EPIs buscam preservar a integridade da saúde física e proteger contra os riscos de acidentes e doenças ocupacionais. Acarretando assim em benefícios tanto para o trabalhador, pois lhe permite ter segurança proporcionar um ambiente de trabalho saudável, como para o empregador, que se beneficiara na redução de custos e ganhos na produtividade sem riscos.

Equipamento de Proteção Coletiva (EPC), imagem 25, são todos os equipamentos de uso coletivo destinado a evitar acidentes e o aparecimento de doenças ocupacionais. É um equipamento destinado a proteger mais de uma pessoa ao mesmo tempo, geralmente os EPC são mais eficientes do que o EPI e ainda tem a vantagem de não fornecer incômodo ao trabalhador. (OnSafety, 2019)



Imagem 17: EPC

Fonte: Medium

Os Equipamentos de Proteção Coletiva têm como objetivo prevenir os trabalhadores ou qualquer pessoa que esteja transitando pela obra, dos acidentes que possivelmente possa ocorrer, reduzir ou tentar extinguir qualquer risco comum à todos os colaboradores que o ambiente de trabalho possa fornecer, minimizar perdas e aumentar a produtividade possibilitando aos funcionários um ambiente mais seguro e saudável. Alguns exemplos de EPC são o corrimão de escadas, proteção para partes móveis de máquinas, extintor de incêndio, plataforma de segurança usada para conter queda de materiais e pessoas na construção civil, exaustores de gases e fumaças tóxicas ofensivas ao ser humano, pontes, e outros do tipo. (OnSafety, 2019).

Segurança do Trabalho é um assunto muito sério que envolvendo a vida dos trabalhadores, envolve ações, comportamentos e Equipamentos adequados e com certificado de qualidade, e tem como objetivo a proteção dos trabalhadores contra acidentes do trabalho e doenças ocupacionais.

## 2.10 Trabalho em Altura

O regulamento e as medidas de proteção para a realização de trabalho em altura estão na Norma Regulamentadora nº 35 do Ministério do Trabalho Emprego. A Norma regulamentadora garante que nenhum trabalho coloque em risco a vida e a integridade dos funcionários. Assegura que os trabalhadores atuantes nas instalações acima de dois metros de altura sejam treinados, e que as empresas atendam a todos os requisitos, como exemplo o fornecimento dos EPI obrigatórios, evitando assim que ocorram acidentes de trabalho e possibilitando ter um ambiente de trabalho saudável e seguro. (Delta Plus, 2019)

Visando a segurança e o bem estar, a NR 35 estabelece uma série de obrigações ao empregador:

- a) garantir a implementação das medidas de proteção estabelecidas nesta Norma;
- b) assegurar a realização da Análise de Risco - AR e, quando aplicável, a emissão da Permissão de Trabalho - PT;
- c) desenvolver procedimento operacional para as atividades rotineiras de trabalho em altura;
- d) assegurar a realização de avaliação prévia das condições no local do trabalho em altura, pelo estudo, planejamento e implementação das ações e das medidas complementares de segurança aplicáveis;
- e) adotar as providências necessárias para acompanhar o cumprimento das medidas de proteção estabelecidas nesta Norma pelas empresas contratadas;
- f) garantir aos trabalhadores informações atualizadas sobre os riscos e as medidas de controle;
- g) garantir que qualquer trabalho em altura só se inicie depois de adotadas as medidas de proteção definidas nesta Norma;
- h) assegurar a suspensão dos trabalhos em altura quando verificar situação ou condição de risco não prevista, cuja eliminação ou neutralização imediata não seja possível;
- i) estabelecer uma sistemática de autorização dos trabalhadores para

trabalho em altura;

j) assegurar que todo trabalho em altura seja realizado sob supervisão, cuja forma será definida pela análise de riscos de acordo com as peculiaridades da atividade; e

k) assegurar a organização e o arquivamento da documentação prevista nesta Norma.

Cabe aos trabalhadores:

a) cumprir as disposições legais e regulamentares sobre trabalho em altura, inclusive os procedimentos expedidos pelo empregador;

b) colaborar com o empregador na implementação das disposições contidas nesta Norma;

c) zelar pela sua segurança e saúde e a de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no trabalho.

Além das responsabilidades determinadas para os empregadores e para os empregados, a NR 35 estabelece alguns requisitos necessários à realização do trabalho em altura, que se tratam de treinamentos, equipamentos e ajustes físicos que precisam ser implementados nas empresas, para garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável. (Delta Plus, 2019)

As atividades executadas acima de dois metros do nível inferior, quando há risco de queda, só podem ser realizadas por colaboradores previamente submetidos e aprovados em treinamentos, que possuam conhecimento teoria e prático tendo carga horária mínima de oito horas. O treinamento e a capacitação são fundamentais para conscientizar o trabalhador dos possíveis riscos relacionados com as atividades executadas em altura, pois é uma atividade que pode colocar a saúde do trabalhador em perigo. (Delta Plus, 2019)

O não cumprimento das exigências previstas na NR 35, bem como não capacitar ou treinar os colaboradores, pode trazer consequências legais para as empresas, como punições severas, multas, gastos com a vítima e publicidade negativa, além da diminuição do quadro de funcionário por um tempo. (Delta Plus, 2019)

Sempre que for necessário realizar a execução de atividade em altura é obrigatório o uso de sistemas contra quedas, eles devem ser adequados ao desempenho da tarefa, bem como escolhidos por um profissional qualificado de segurança do trabalho, de acordo com a análise de risco realizada. (Delta Plus, 2019)

Os EPIs para operações em altura incluem sistemas de ancoragem e acessórios, no item 35.5 da NR 35, encontram-se as principais instruções sobre aquisição, uso e manutenção dos equipamentos. (PontoTel, 2021)

Além dos sistemas de ancoragem, os EPIs mais comumente usados são:

- a) cinto de segurança;
- b) cinto de segurança do tipo “cadeirinha”;
- c) conectores;
- d) cordas;
- e) escadas;
- f) polia;
- g) talabarte de segurança;
- h) trava-quedas;
- i) trava-quedas retrátil.

A queda em altura está entre os acidentes de trabalho mais comuns (Sindsegs,2016), por tal motivo é importante que as empresas tenha uma boa preparação para que essa situação possa ser evitada, fornecendo os EPIs adequados, treinamentos e capacitações para seus funcionários. Pois são ações essenciais para manter a segurança dos trabalhadores e ajuda a evitar acidentes, significando o zelo pela integridade dos profissionais envolvidos.

## **2.11 Sistema de Ancoragem**

O sistema de ancoragem é uma solução prática e eficiente para a sustentação de equipamentos de proteção contra quedas. Os chamados “pontos de

ancoragem” são peças metálicas instaladas em locais estratégicos no telhado de edifícios e residências, servindo para a fixação de ganchos que sustentam equipamentos e os trabalhadores, permitindo que os mesmos possam realizar suas funções com segurança. Garantindo assim a devida estabilidade aos equipamentos de proteção contra quedas utilizados em diversos serviços e possibilita a execução segura dos trabalhos (Aquarius Metais, 2022).

A mobilidade de profissionais nas atividades em altura faz com que os equipamentos de proteção sejam essenciais para garantir a vida e a segurança dos envolvidos, entre esses dispositivos, está o sistema de linha de vida horizontal fixa para telhados. É um sistema constituído pela fixação de cabos de aço preso na estrutura do telhado, eles são utilizados por pessoas que estão atuando diretamente nesse local ou fazendo alguma instalação neles. A conexão integral durante o tempo da execução do sistema permite ao usuário caminhar ininterruptamente por toda a extensão da linha de vida com segurança. (Conect Online, 2021)

Existem diferentes modelos de linhas de vida suportando cargas e quantidade de usuários diferentes, tem aqueles que atendem individualmente, ou duas pessoas simultaneamente, e outros com capacidade para quatro, entre outros. A NR 35 e NBR 16.325/2014 são normas de referências técnicas ao tema de atividades em altura, informam que esse sistema pode atender até quatro colaboradores trabalhando simultaneamente de uma única vez. Entretanto, o sistema é configurado de maneira modular, ou seja, ele pode ser dimensionado para suportar mais colaboradores. Por ter uma aplicação em telhados, que são de tipos diferentes, o sistema precisa estar adaptado a eles. Sejam telhados de alumínio, de concreto, de aço ou, até mesmo, de madeira, é possível fazer a fixação de modo que não aconteça nenhum tipo de acidente, conforme imagem 18.



Imagem 18: Linha de vida

Fonte: Arquivo da Solled Energia.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Caracterização da pesquisa**

A metodologia foi realizada através da aplicação das Normas Regulamentadoras nº 06 e 35 no âmbito da instalação de painéis solares em residências unifamiliares. A pesquisa elaborada caracteriza-se como descritiva, pois descreve uma situação real que no caso do presente trabalho será realizado os estudos de caso das obras selecionadas e realizado o levantamento de informações reais para posteriormente ser feito uma análise e interpretação dos dados coletados, não tendo envolvimento e interferência por parte do pesquisador.

Quanto a natureza da pesquisa, a mesma pode ser classificada como qualitativa, pois será coletado informações não apenas para obter dados, mas para entender o motivo que ocasiona os acidentes, sem que sejam relacionados com dados quantificáveis. As informações coletadas irão em busca não somente de mensurar o tema da pesquisa, mas descreve-lo, trazendo as impressões, pontos de vista, opiniões, com o foco de compreender como os instaladores se comportam nas obras.

#### **3.2 Delineamento da pesquisa**

Foi realizado um fluxograma, conforme imagem 25, para melhor descrever as etapas que irão direcionar a pesquisa do presente trabalho acadêmico. Tendo como objetivo realizar uma análise das obras escolhidas e a aplicabilidade do uso de EPs, baseando-se nas normas regulamentadores estudadas e abordadas neste presente trabalho.

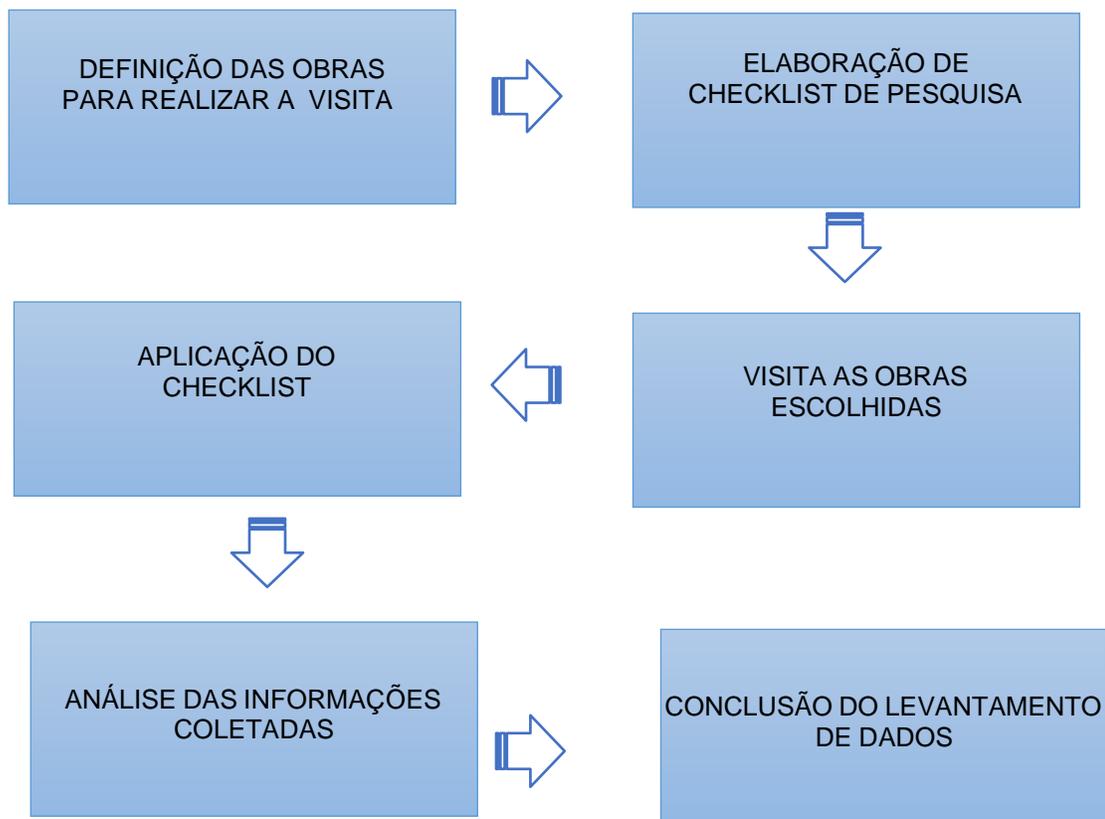


Imagem 19 – Fluxograma da metodologia aplicada

Fonte: Autoral

A etapa inicial foi a definição das obras a serem observadas e acompanhadas, para fazer o levantamento de campo. Após foi elaborado um checklist com embasamento nas normas regulamentadoras estudadas e citadas neste presente trabalho, que são as NR 6 e NR 35. Então assim foi possível realizar as visitas em campo das obras escolhidas, observar o comportamento dos funcionários e preencher o checklist com as informações analisadas em campo.

Posteriormente a visita em campo e levantamento das informações, foi possível realizar a análise dos resultados, verificar os riscos ocupacionais existentes, detectar o cumprimento das normas e a utilização dos equipamentos de proteção individual e coletivo. Permitindo assim analisar se os funcionários estavam sendo prejudicados ou correndo riscos na saúde, bem-estar e na sua integridade,

pois os métodos preventivos são a melhor forma de evitar ou minimizar a possibilidade de acidente de trabalho ou doenças ocupacionais.

### **3.3 Delimitações**

Para o presente trabalho foi abordado o estudo de caso como o método de pesquisa, pois o mesmo possibilita a coleta e análise de dados obtidos em campo de modo bastante abrangente, através da análise e descrição de fenômenos atuais presentes em seu contexto real.

De acordo com a pesquisa, foram identificadas, analisadas e observadas três obras de instalações de sistemas fotovoltaicos em residências unifamiliares diferentes.

Através do checklist elaborado em conformidade com as Normas Regulamentadoras nº 06 e 35, foi possível realizar a sua aplicação em campo, através das visitas nas obras selecionadas. Possibilitando que as informações fossem coletadas conforme a realidade de cada obra e permitindo que o objetivo fosse alcançado. Após a coleta das informações e levantamento das mesmas, foi possível explicar e expor as obras e as irregularidades observadas conforme ordem de visita.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de coleta de dados**

O levantamento das informações foi realizado através das visitas nas obras selecionadas, abordando as questões propostas no checklist elaborado e as imagens serão tiradas com aparelho celular. Sempre levando em consideração as não conformidades na prática da instalação fotovoltaica, baseando-se nas normas mencionadas no presente trabalho, observando os fatores de risco que poderão resultar em acidentes de trabalho.

Nas instalações do sistema fotovoltaico, devem ser utilizados equipamentos de proteção individual (EPI) de forma correta, e também é utilizado ferramentas

próprias para realizar a instalação dos módulos, inversores e demais itens necessários para concluir a obra.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Serão apresentadas neste item todas as verificações realizadas nas instalações selecionadas para abordagem e classificação, através do checklist elaborado.

As obras são executadas por uma empresa de energia solar que trabalha com mão de obra terceirizada, sendo especializados e com conhecimento para executar as obras. A empresa exige que todos os seus colaboradores terceirizados tenham realizado cursos e treinamentos teóricos e práticos para capacitação do trabalho em altura, conforme previsto na NR 35 e que pelo menos um integrante da equipe tenha formação em elétrica, seja curso técnicos ou tecnólogos. A empresa monitora e cobra os exames e NR's em dia para liberar as obras, ou seja, o colaborador que não estiver com a documentação em dia não receberá obras para executar.

### 4.1 Instalação 1

A visita realizada na primeira instalação foi na cidade de Santa Cruz, em uma obra que apresentava um telhado de fibrocimento e era constituída por 1 pavimento, conforme a Figura 20. Foi verificado todos itens descritos no *checklist*, conforme Apêndice A, analisando a situação da obra e os pontos da norma.

Após conversar com a equipe e analisar os itens do *checklist* foi possível observar que a empresa terceirizada orienta e treina seus funcionários sobre o uso adequado dos EPIs, como guardar e conservar os mesmos, fornecendo a eles treinamentos. O responsável pela empresa terceirizada forneceu e exigiu o uso dos EPIs, porém na obra não estava presente o Técnico de Segurança da empresa contratante e ninguém que fosse responsável pela mesma, para fazer a verificação do uso correto e andamento da obra.

No checklist voltado as questões baseadas na NR 6, foi possível observar que os trabalhadores não cumpriam corretamente as determinações quanto ao uso

correto dos EPIs. Os instaladores encontravam-se sem óculos de proteção, alegando que utilizavam o mesmo só quando tinha sol ou quando precisavam cortar algo. Os demais EPIs apresentam estar em boas condições e bem visíveis, o nome comercial da empresa fabricante, o lote de fabricação e o número do CA.

Já com os itens listados no *checklist* voltados para a NR 35, o sistema de ancoragem não era executado e nem o cinto de segurança era do modelo paraquedista. Conversado com o responsável da empresa terceirizada sobre ancoragem e o uso do cinto paraquedista, o mesmo informou que quando realização instalações em residências, principalmente de 1 pavimento, não utiliza o sistema de ancoragem e nem o cinto, pois acredita não ser viável. Informou que o cinto demora a acionar, pois o seu cinto possui 1,50 metro de abertura e mais a metragem que a corda estica, então no seu ponto de vista ele já estaria no chão. Informou que tem o equipamento e demonstrou como utiliza, conforme imagem 21, e já utilizou em casos que viu a necessidade e em situações que era obrigatório.

Os painéis solares são elevados para o telhado conforme a demanda da instalação, ou seja, um por vez, conforme imagem 22. Os instaladores vão subindo os módulos e prendendo os mesmo para evitar assim que ocorra o acúmulo dos painéis no telhado, pois poderiam atrapalhar a movimentação dos instaladores além de ter o risco de queda. O manuseio dos painéis é feito com cuidado, pois mesmo que as placas não parecem ser tão frágeis, caso ocorra batidas nas células fotovoltaicas podem gerar microfissuras, que afetariam o equipamento e conseqüentemente a geração de energia. Os materiais utilizados para a montagem de todo o sistema solar, até o telhado da residência, são realizados pelas escadas, e caso necessário utilizasse o auxílio de cordas.

**Figura 20 – Instalação sistema solar – obra 1 – Telhado**



Fonte: Autor, 2022.

**Figura 21 – Instalação do sistema solar – obra 1 – Cinto Paraquedista**



Fonte: Autor, 2022.

**Figura 22 – Instalação do sistema solar – obra 1 – Módulos**



Fonte: Autor, 2022.

## **4.2 Instalação 2**

A segunda visita realizada na cidade de Santa Cruz, foi em uma obra que tinha um telhado constituído por telhas esmaltadas e possuía 2 pavimentos, conforme a Figura 23. Foi verificado todos itens descritos no checklist, conforme Apêndice A, analisando as situações realizadas na obra e os pontos da norma.

Após chegar na obra foi possível observar que a equipe não estava fazendo o uso correto e adequado dos equipamentos de segurança individual (EPI). Verificando os itens do checklist foi possível analisar que a empresa terceirizada não exige dos seus funcionários o uso dos equipamentos de forma adequada, porém os fornece em boas condições e os mesmos recebem treinamento para a utilização conforme suas funções. Na obra não estava presente o Técnico de Segurança da empresa contratante e ninguém que fosse responsável pela mesma,

para fazer a verificação do uso e andamento da obra, conforme já observado na visita anterior.

No checklist voltado as questões baseadas na NR 6, foi possível observar que os trabalhadores não cumpriam corretamente as determinações quanto ao uso correto e adequado dos EPIs, muitos nem estavam utilizando os mesmos. Os instaladores encontravam-se com capacete para proteção da cabeça, porém sem óculos de proteção, alegando que utilizavam o mesmo só quando tem sol, em decorrência do reflexo ou quando precisavam cortar algo com a ferramenta do tipo esmerilhadeira. Os mesmos estavam utilizando manga curta e calça e seu cinto não era adequado para a função, pois não tinha talabarte e nem trava quedas.

Quando verificado os itens listados para a abordagem da NR 35, o sistema de ancoragem não era executado de forma correta e nem o cinto de segurança era do modelo paraquedista, estando sem o talabarte e sem trava quedas. Analisando as questões e conversado com o responsável da empresa terceirizada sobre a utilização do cinto paraquedista e o sistema para ancoragem, o mesmo ressaltou que utiliza só quando não se sente seguro ou quando o telhado é muito escorregadio.

Na obra em questão ele estava utilizando o cinto de forma inadequada, pois o mesmo somente amarrou uma corda na fivela do cinto e a prendeu em um caibro do telhado, não utilizando o trava-quedas e nem o talabarte conforme orientado e descrito no anexo II da norma regulamentadora 35 – (SPIQ). Informou que nesta obra iria utilizar um “sistema de ancoragem”, pois o telhado de telha é mais delicado e era uma residência com dois pavimentos, trazendo um risco maior.

Foi observado que o “sistema de ancoragem” montado pela equipe não cumpriam as determinações da normativa, aonde a mesma descreve que para um sistema de ancoragem e retenção de queda deve se utilizar o cinturão de segurança tipo paraquedista estando conectado pelo seu elemento de engate para retenção de queda. Informou que tem o equipamento adequado, porém conforme demonstrado na imagem 24, o mesmo está usando um cinto sem os devidos acessórios necessários para sua segurança.

**Figura 23 – Instalação sistema solar – obra 2 – Telhado**



Fonte: Autor, 2022.

**Figura 24 – Instalação sistema solar – obra 2 – Cinto de segurança**



Fonte: Autor, 2022.

### 4.3 Instalação 3

A terceira visita como as demais foi realizada na cidade de Santa Cruz, em uma obra que apresentava um telhado de telha shingle com alta inclinação, a residência era de composta por 2 pavimentos, conforme a Figura 25. Foi verificado todos itens descritos no *checklist*, conforme Apêndice A, analisando comportamento dos trabalhadores em obra e os pontos da norma.

Chegando na obra foi observado o cenário e após conversar com o responsável pela empresa terceirizada prestadora do serviço. Analisando os itens do *checklist* foi possível concluir que a empresa terceirizada orienta e treina seus funcionários sobre o uso adequado dos EPIs, fornecendo a eles o EPI correto para desenvolver suas funções. Informou que sempre realiza uma avaliação sobre a qualidade e condições dos materiais, realizando três vistorias durante o mês e que logo os substitui caso apresentem alguma danificação. O responsável pela empresa terceirizada fornece e exigiu o uso dos EPIs, na obra seus funcionários estavam utilizando os mesmos corretamente, porém não estavam utilizando proteção correta para os membros superiores, pois estavam de manga curta.

Examinando as questões no checklist que são referentes a NR 6, foi possível observar que os trabalhadores estavam cumprindo corretamente as determinações quanto ao uso correto dos EPIs. Os instaladores encontravam-se com óculos de proteção, luvas, capacete e cinto do tipo paraquedista. Os EPIs apresentavam estar em boas condições e bem visíveis, o nome comercial da empresa fabricante, o lote de fabricação e o número do CA, conforme imagem 26.

Analisando os itens relacionados a NR 35 apresentados no *checklist*, foi possível ver que a equipe estava executando o sistema de ancoragem e utilizando o cinto de segurança do modelo paraquedista. Conversado com o responsável da empresa terceirizada sobre ancoragem e o uso do cinto paraquedista, o mesmo informou que quando realização instalações em residências, que possui laje ou quando observa que o telhado é seguro, não utiliza o sistema de ancoragem e nem o cinto do tipo paraquedista, pois acredita não ter necessidade. Porém quando o telhado apresenta um alta inclinação e tem uma estrutura mais frágil sempre instala

o sistema de ancoragem.

Informou que em cada obra tem uma solução diferente para instalar o sistema de ancoragem, dependendo muito de como for o telhado, em algumas situações se remove a cumeeira e prende a corda, em outras ocasiões retira uma telha e prende a corda no caibro. Dependendo pode ocorrer situações que não tem como retirar telhas então o instalador informou que trava uma corda por dentro e traz até o telhado para fixar nos cintos e trazer segurança. Na obra em questão o sistema de ancoragem foi feito com a linha de vida fixada nas chaminés e nos trilhos que irão receber os módulos, na imagem 27 podemos observar o funcionário em cima do telhado preso pelo sistema de ancoragem.

**Figura 25 – Instalação sistema solar – obra 3 – Telhado**



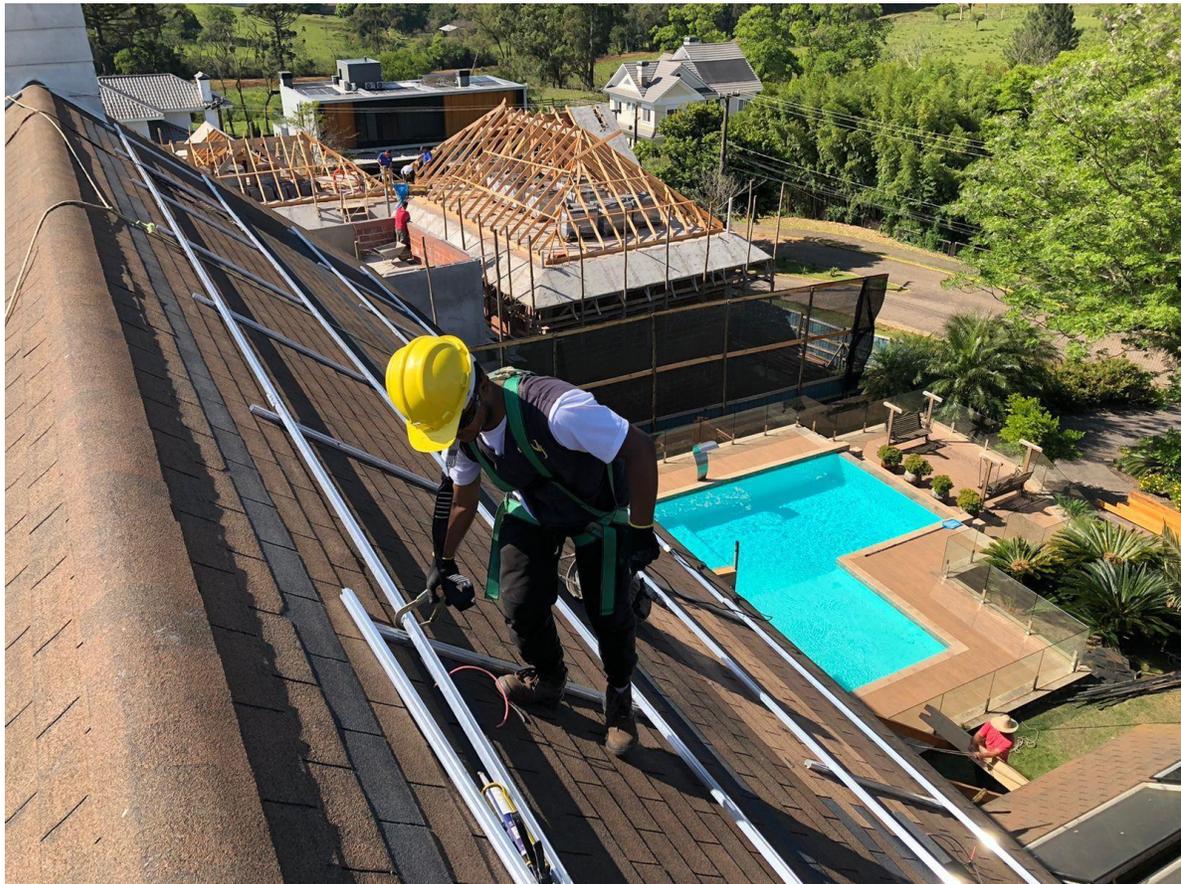
Fonte: Autor, 2022.

Figura 26 – Instalação sistema solar – obra 3 – EPI com informação CA



Fonte: Autor, 2022.

**Figura 27 – Instalação sistema solar – obra 3 – Sistema Ancoragem**

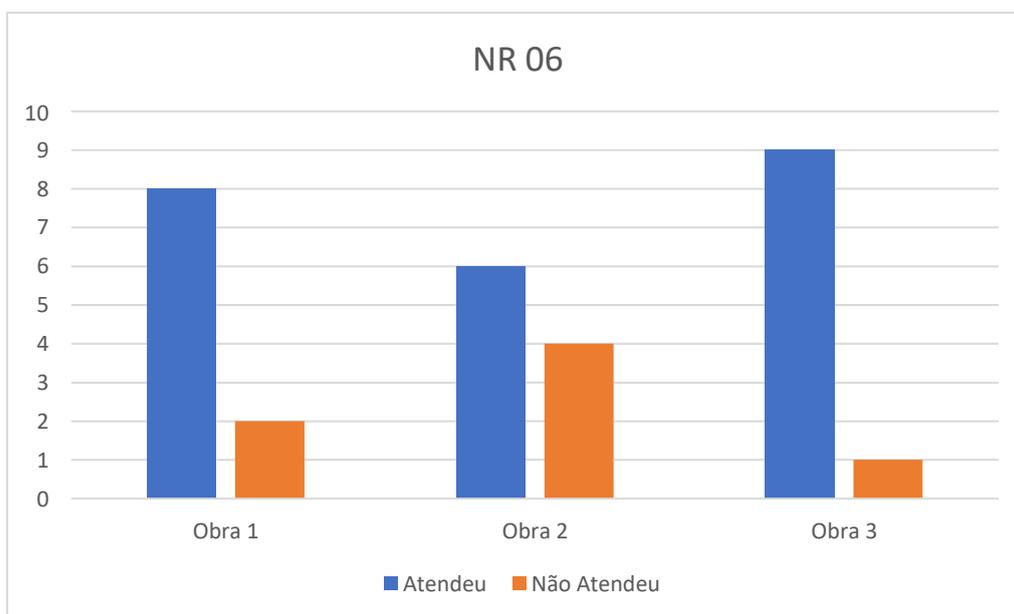


Fonte: Autor, 2022.

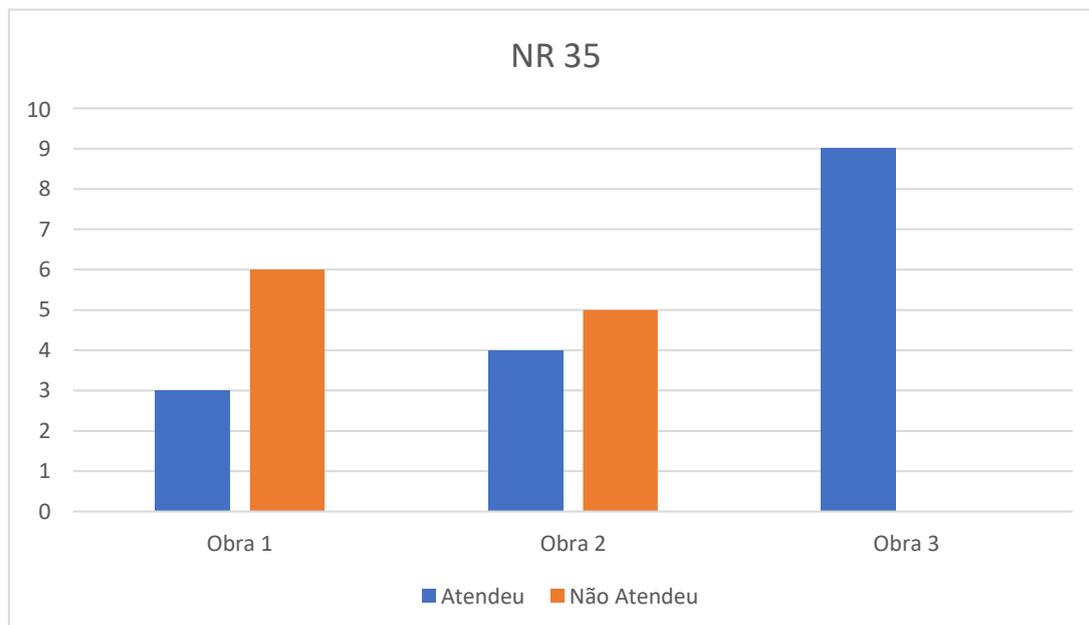
#### 4.4. Gráficos

Após realizado as visitas e verificações dos checklist foi possível analisar que as equipes não seguem corretamente o que está descrito nas normativas. Referente ao checklist voltado a norma NR 06 a equipe que estava executando a obra 2, foi a que mais apresentou descumprimentos, conforme demonstrado no gráfico 1. Já quando analisamos os itens referentes a NR 35, possível perceber que a equipe que executava a obra 03 atendeu 100% dos requisitos, conforme gráfico 2.

**Gráfico 1 – Norma Regulamentadora 06**



Fonte: Autor, 2022.

**Gráfico 2 – Norma Regulamentadora 35**

Fonte: Autor, 2022.

Possível observar que todas as equipes possuem algum descumprimento referente às NR's, porém não por falta de conhecimento e sim em decorrência de não aderir ao hábito do uso adequado e correto dos equipamentos, não tendo conscientização dos riscos que podem ocorrer. Importante que essas obras tenham acompanhamento de técnicos de segurança para que se faça cumprir as normas e uso adequado dos equipamentos de segurança.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A energia fotovoltaica é hoje a fonte de energia limpa que mais cresce no mundo, a tendência para 2022 é que o setor continue evoluindo. Esse grande crescimento gerou diversas oportunidades de empregos, principalmente no setor de mão de obra para instalação das usinas solares. Porém juntamente com essa gama de oportunidades nos serviços de instalações solares, a falta de cuidado e conseqüentemente os acidentes de trabalho tiveram um grande aumento, por decorrência da inexperiência e falta de fiscalização.

O presente trabalho tomou ênfase em identificar e analisar os sistemas de ancoragem em telhados residenciais utilizados atualmente, quais são os riscos que ocorrem quando não é utilizado esse sistema de ancoragem e se as instalações se atendam as normas relativas à segurança no trabalho, especificamente ao cumprimento e aplicação das NRs 06 e 35.

Foi então analisado três obras com telhados diferentes, dentre eles um com telha de fibrocimento, outro com telha esmaltada e o terceiro com telha shingle, todas as obras realizadas na cidade de Santa Cruz do Sul, onde foi feito o checklist com o intuito de verificar o cumprimento das normas 06 e 35.

Com a aplicação do checklist foi constatado que as equipes não atendem corretamente as normativas, apresentando maior falha na NR 35, tratando-se da não utilização ou utilização incorreta do cinto de segurança tipo paraquedista e sistema de ancoragem, os quais são de grande importância pois evitam quedas e preservam a integridade do funcionário. A NR 06 também não está sendo cumprida de forma íntegra, alguns casos não se utilizava todos os EPIs necessários para executar o serviço ou utilizava de forma incorreta.

Após análises possível relatar a importância de um responsável ou técnico pela segurança do trabalho para acompanhar e conscientizar as equipes da utilização dos EPI e SPIQ nas obras, possibilitando assim que se evite acidentes e negligências.

Notou-se que as equipes não utilizam os equipamentos de segurança sobre o telhado de forma correta, por terem uma grande confiança e acharem que como ainda não sofreram nenhum acidente não será desta vez, não obedecendo assim as normas regulamentadoras. Percebeu-se também que é possível e de fácil execução instalar sistema de ancoragem em todas as obras

visitas, porém como já mencionado as equipes não executam por terem autoconfiança e não interpretarem como necessário.

A implementação do sistema de ancoragem para os telhados residenciais é de fácil execução, importante que as empresas treinem seus colaboradores e disponibilizem técnicos para a fiscalização e auxílio para montagem deste sistema. Porém a maior falha decorrente por meio das empresas vem sendo a falta capacitação dos funcionários e fiscalização em obra do uso correto e adequado dos equipamentos de segurança e montagem do sistema de ancoragem.

Recomenda-se que as empresas devem realizar treinamentos teórico e práticos para seus funcionários de acordo com as normas com mais frequência e também realizar reciclagens, que disponibilizem acompanhamento de técnico de segurança do trabalho e realizem fiscalizações nas obras com frequência.

Além disso, recomenda-se que as instalações realizem a aplicação do checklist de equipamentos segurança conforme o modelo proposto neste trabalho para auxiliar as demais instalações, incentivando e reforçando a utilização e importância dos mesmos.

Recomenda-se dar continuidade e o aprofundamento nos requisitos de pesquisa para futuros trabalhos, verificando a sua utilização e implementação do sistema de ancoragem para outros tipos de telhado, através de análises e aplicação do checklist elaborado.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABSOLAR, 2020. <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-cresce-225-nomundo/#:~:text=O%20novo%20estudo%2C%20divulgado%20globalmente,18%20GW%20e%208%25%20de>. Acesso em: 09 abr. 2022
- ABSOLAR, 2022. <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-tera-expansao-recorde-no-mundo-em-2022/>. Acesso em: 09 abr. 2022
- ABSOLAR, 2022. [https://www.absolar.org.br/noticia/brasil-e-4-o-pais-que-mais-cresceu-na-fonte-solar-em-2021/#:~:text=Segundo%20o%20levantamento%2C%20o%20Brasil,Sistema%20Interligado%20Nacional%20\(SIN\)](https://www.absolar.org.br/noticia/brasil-e-4-o-pais-que-mais-cresceu-na-fonte-solar-em-2021/#:~:text=Segundo%20o%20levantamento%2C%20o%20Brasil,Sistema%20Interligado%20Nacional%20(SIN)). Acesso em: 10 abr. 2022
- ABSOLAR, 2022. <https://www.absolar.org.br/noticia/santa-cruz-do-sul-tera-evento-sobre-o-mercado-fotovoltaico/>. Acesso em: 12 abr. 2022
- ACADEMIA DO SOL. Crescimento da Energia Solar no Mundo - Academia do Sol, 2021. Disponível em: <http://academiadosol.com.br/blog/crescimento-da-energia-solar-no-mundo/>. Acesso em: 16 abr. 2022
- A&S AMBIENTAL. LEVANTAMENTO DE EPI E EPC – A&S Ambiental,2014. Disponível em:<http://aesambiental.eco.br/projetos-de-seguranca-do-trabalho/levantamento-de-epi-e-epc/#:~:text=REALIZA%C3%87%C3%83O%20DO%20LEVANTAMENTO%20DE%20EPI,sua%20atividade%20desenvolvida%20na%20empresa>. Acesso em: 12 maio 2022
- AGÊNCIA BRASIL. MPT: A cada quatro horas e meia, uma pessoa morre vítima de acidente de trabalho. Agência Brasil, 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-03/mpt-cada-quatro-horas-e-meia-uma-pessoa-morre-vitima-de-acidente-no-brasil>. Acesso em: 11 maio 2022.
- AGENCIA FIEP. No Brasil, 40% dos acidentes de trabalho estão relacionados a quedas de funcionários em altura - Agência Fiep, 2019. Disponível em: <https://agenciafiep.com.br/2019/03/20/no-brasil-40-dos-acidentes-de-trabalho-estao-relacionados-quedas-de-funcionarios-em-altura/>. Acesso em: 09 abr. 2022
- AMERICA DO SOL. Potencial solar no Brasil - América do Sol,2020. Disponível em:<https://americadosol.org/potencial-solar-no-brasil/#:~:text=Segundo%20o%20Atlas%20Brasileiro%20de,5.483%20Wh%2F>

m%C2%B2%20no%20pa%C3%ADs. Acesso em: 07 maio 2022

AQUARIUS METAIS. Instalação de sistema de ancoragem. Aquarius Metais, 2020. Disponível em: <https://www.aquariusmetais.com.br/instalacao-sistema-ancoragem>. Acesso em: 12 maio 2022.

BEECORP. Segurança do Trabalho: tudo que você precisa saber sobre o assunto. Beecorp, 2021. Disponível em: [https://beecorp.com.br/seguranca-do-trabalho/#:~:text=Seguran%C3%A7a%20do%20Trabalho%20\(ST\)%20%C3%A9,realizadas%20da%20melhor%20forma%20poss%C3%ADvel](https://beecorp.com.br/seguranca-do-trabalho/#:~:text=Seguran%C3%A7a%20do%20Trabalho%20(ST)%20%C3%A9,realizadas%20da%20melhor%20forma%20poss%C3%ADvel). Acesso em: 10 maio 2022

BLUESOL ENERGIA SOLAR. Guia Definitivo: as Vantagens e Desvantagens da Energia Solar. Bluesol, 2020. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar/>. Acesso em: 16 abr. 2022

BOREAL SOLAR. Potencial de energia solar: Quais as melhores regiões brasileiras para captação da luz solar – Blog – Boreal Solar, 2016. Disponível em: <http://borealsolar.com.br/blog/2016/10/26/potencial-de-energia-solar-quais-as-melhores-regioes-brasileiras-para-captacao-da-luz-solar/>. Acesso em: 07 maio 2022.

CANAL SOLAR. Energia solar terá expansão recorde no mundo em 2022. Canal Solar, 2022. Disponível em: [https://canalsolar.com.br/energia-solar-tera-expansao-recorde-no-mundo-em-2022/#:~:text=Em%202022%2C%20a%20capacidade%20das,IEA%20\(International%20Energy%20Agency\)](https://canalsolar.com.br/energia-solar-tera-expansao-recorde-no-mundo-em-2022/#:~:text=Em%202022%2C%20a%20capacidade%20das,IEA%20(International%20Energy%20Agency)). Acesso em: 23 abr. 2022

CANAL SOLAR. Brasil termina 2021 com recordes na geração de energia solar. Canal Solar, 2021. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/brasil-termina-2021-com-recordes-na-geracao-de-energia-solar/>. Acesso em: 30 abr. 2022.

CANAL SOLAR. Especificações dos cabos elétricos nos sistemas fotovoltaicos. Canal Solar, 2020. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/especificacoes-dos-cabos-eletricos-nos-sistemas-fotovoltaicos/>. Acesso em: 08 maio 2022.

CICLO VIVO. Brasil é 4º país no mundo que mais cresceu em energia solar em 2021. Canal Vivo, 2022. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/planeta/energia/brasil-e-4o-pais-no-mundo-que-mais-cresceu-em-energia-solar-em-2021/>. Acesso em: 30 abr. 2022

CICLO VIVO. Energia solar cresce 22,5% no mundo e Brasil lidera na América

Latina. Ciclovivo, 2020. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/planeta/energia/energia-solar-cresce-mundo-brasil-lidera/>. Acesso em: 23 abr. 2022

CLIC RBS. Potência instalada de energia solar cresce 74% no RS | GZH. Clic Rbs- GZH. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/noticia/2022/02/potencia-instalada-de-energia-solar-cresce-74-no-rs-ckzbs0l0j003c0188sgmc4kyx.html>. Acesso em: 30 abr. 2022

CONNECT ONLINE. Você sabe o que é sistema de linha de vida horizontal fixa para telhado? Conect. Online, 2020. Disponível em: <https://conect.online/blog/sistema-de-linha-de-vida-horizontal-fixa-para-telhado/>. Acesso em: 12 maio 2022.

DELTA PLUS. Acidentes no trabalho em altura: conheça os tipos e causas. Blog Delta Plus Brasil, 2019. Disponível em: <https://deltaplusbrasil.com.br/blog/acidentes-no-trabalho-em-altura-conheca-os-tipos-e-causas/>. Acesso em: 09 abr. 2022

DELTA PLUS BRASIL. NR 35: tudo que você precisa saber sobre a norma para trabalhos em altura. Blog Delta Plus Brasil, 2019. Disponível em: <https://deltaplusbrasil.com.br/blog/nr-35-tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-a-norma-para-trabalhos-em-altura/>. Acesso em: 12 maio 2022.

ENERGIA SOLAR SHOP. Tipos de Estruturas de Fixação de Painel Solar Fotovoltaico Estrutura Para Fixação de Sistema Solar. Energia Solar Shop, 2021. Disponível em: <https://www.energiasolarshop.com.br/post/tipos-de-estruturas-de-fixa%C3%A7%C3%A3o-de-painel-solar-fotovoltaico-estrutura-para-fixa%C3%A7%C3%A3o-de-sistema-solar>. Acesso em: 7 maio 2022.

GOV. BR. Norma Regulamentadora No. 6 (NR-6) — Português (Brasil). Gov.br, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>. Acesso em: 11 maio 2022.

GOV.BR. NR 6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI. Gov.br, 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-06.pdf>. Acesso em: 12 maio

2022.

GOV.BR. NR 35 - TRABALHO EM ALTURA. Gov.br, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-35.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

GOV. BR. Normas Regulamentadoras - NR — Português (Brasil). Gov.br, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 11 maio 2022.

GUIA TRABALHISTA. NORMA REGULAMENTADORA 6 - NR 6 - EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI. Guia Trabalhista, 2001. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr6.htm>. Acesso em: 11 maio 2022.

INCENTIVE SOLAR. O que tem a ver com a energia solar? Incentive Solar, 2018. Disponível em <https://incentivesolar.com.br/radiacao-solar/>. Acesso em: 07 maio 2022.

INTELBRAS. O que é energia solar fotovoltaica e como ela ajuda a reduzir custos?. Intelbras, 2021. Disponível em: [https://blog.intelbras.com.br/o-que-e-energia-solar-fotovoltaica/?gclid=Cj0KCQjwvtvqVBhCVARIsAFUxcRuMHLi9XlawFG-p\\_2Gt3qNNC-0T1HACj\\_ndHqPvld-IP3L\\_cQnrckaAntjEALw\\_wcB](https://blog.intelbras.com.br/o-que-e-energia-solar-fotovoltaica/?gclid=Cj0KCQjwvtvqVBhCVARIsAFUxcRuMHLi9XlawFG-p_2Gt3qNNC-0T1HACj_ndHqPvld-IP3L_cQnrckaAntjEALw_wcB). Acesso em: 10 abr. 2022

JORNAL DO COMERCIO. Economia - Geração de energia solar no Rio Grande do Sul deve crescer mais do que 70% em 2022. Jornal do comercio, 2022. Disponível em: [https://www.jornaldocomercio.com/\\_conteudo/economia/2022/02/834091-geracao-de-energia-solar-no-rio-grande-do-sul-deve-crescer-mais-do-que-70-em-2022.html](https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/economia/2022/02/834091-geracao-de-energia-solar-no-rio-grande-do-sul-deve-crescer-mais-do-que-70-em-2022.html). Acesso em: 30 abr. 2022

JUSTIÇA DO TRABALHO. Número de acidentes de trabalho no Brasil e no RS segue alto. Justiça do Trabalho, 2020. Disponível em: <https://www.trt4.jus.br/portais/trt4/modulos/noticias/305976>. Acesso em: 09 abr. 2022

JUSTIÇA DO TRABALHO. O que é acidente de trabalho - Trabalho Seguro -

TST, Disponível em: <https://www.tst.jus.br/web/trabalhoseguro/o-que-e-acidente-de-trabalho>. Acesso em: 11 maio 2022.

LOJA TANDER. Condutores elétricos: saiba como identificar de forma simples e segura as cores e funções - Blog Loja Stander, 2021. Disponível em: <https://blog.lojastander.com.br/condutores-eletricos-saiba-como-identificar-de-forma-simples-e-segura-as-cores-e-funcoes/>. Acesso em: 08 maio 2022.

MA CONSULTORIA. NR para sistemas fotovoltaicos. Ma Consultoria e Treinamentos, Disponível em: <https://www.maconsultoria.com/nr-normas-regulamentadoras-de-seguranca-para-sistemas-fotovoltaicos/>. Acesso em: 11 maio 2022.

MASTER SAFE BRASIL. Linha de vida para telhado - Master Safe Brasil, Disponível em: <https://www.mastersafebrasil.com.br/linha-vida-telhado>. Acesso em: 12 maio 2022.

ONSAFETY. O que é EPC? Conheça os Equipamentos de Proteção Coletiva - OnSafety, 2019. Disponível em: <https://onsafety.com.br/o-que-e-epc/#:~:text=EPC%20%C3%A9%20a%20sigla%20para,de%20trabalho%2C%20de%20maneira%20coletiva>. Acesso em: 12 maio 2022.

PONTOTEL. NR 35: Saiba tudo sobre a norma que regulamenta o trabalho em altura! Pontotel, 2021. Disponível em: <https://www.pontotel.com.br/nr-35/#:~:text=A%20NR%2035%20determina%20que,isso%20existe%20a%20NR%2035>. Acesso em: 12 maio 2022.

PONTOTEL. Saiba o que é acidente de trabalho e quais os deveres do empregador!. Pontotel, 2020. Disponível em: <https://www.pontotel.com.br/acidente-de-trabalho/#:~:text=11%20desta%20Lei%2C%20provocando%20les%C3%A3o,sseguran%C3%A7a%20da%20sa%C3%BAde%20do%20trabalhador>. Acesso em: 10 maio 2022.

PORTAL DA INDUSTRIA. Segurança e Saúde no Trabalho: tudo sobre as normas e leis - Portal da Indústria, Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/seguranca-saude-trabalho/>. Acesso: 10 maio 2022.

PORTAL SOLAR. O que é energia solar? Tudo o que você precisa saber | Portal Solar, 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar.html>. Acesso em: 10 abr.2022

PORTAL SOLAR. A energia solar no Brasil e no Mundo | Tudo sobre energia solar fotovoltaica. Portal Solar, 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-mundo>. Acesso em: 23 abr. 2022

PORTAL SOLAR. Como instalar energia solar – Tudo sobre projeto de energia solar fotovolt. Portal Solar, 2019. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-instalar-energia-solar.html> Acesso em: 7 maio 2022

PORTAL SOLAR. Painel Solar Fotovoltaico: tudo o que você precisa saber. Portal Solar, 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/placa-solar-fotovoltaica-o-que-voce-precisa-saber>. Acesso em 7 maio 2022.

PORTAL SOLAR: Conheça inversor solar: on grid, off grid e híbrido. Portal Solar, 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/o-inversor-solar.html>. Acesso em 7 maio 2022.

PORTAL SOLAR. Estrutura de suporte para painel solar fotovoltaico - guia rápido | Portal Solar, 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/guia-rapido-estrutura-de-suporte-para-fixacao-de-painel-solar-fotovoltaico.html>. Acesso 7 maio 2022.

PORTAL SOLAR. Cabos adequados nas instalações fotovoltaicas aumentam vida útil do sistema. Portal Solar, 2020. Disponível em: Cabos adequados nas instalações fotovoltaicas aumentam vida útil do sistema (portalsolar.com.br). Acesso em: 08 maio 2022.

PROJETO FOTOVOLT. Normas técnicas energia solar fotovoltaica. ProjetoFotovolt, 2020. Disponível em: <https://projctofotovolt.com.br/blog/normas-tecnicas-energia-solar-fotovoltaica/>. Acesso em: 11 maio 2022.

SINDSEGSP. Queda em altura é um dos acidentes que mais mata no Brasil | SindsegSP, 2019. Disponível em: <http://www.sindsegsp.org.br/site/noticia-texto.aspx?id=22423#:~:text=As%20quedas%20com%20diferen%C3%A7a%20de,causa%20de%20mortes%20na%20ind%C3%BAstria.%20Acesso%20em:%2011%20maio%202022>. Acesso em 12 maio 2022.

SOLLED ENERGIA. Empresa sistema fotovoltaico. Solled Energia, 2022. Disponível em: <https://www.solledenergia.com.br/qual-significado-e-opcoes-de-energias-renovaveis/>. Acesso em: 10 abr. 2022

SOLLED ENERGIA, Manual de instalação 2022. Solled Energia, 2022.

Disponível em: Arquivos da empresa. Acesso em: 30 abr. 2022

TAGOUT. 7 coisas que você precisa saber sobre segurança do trabalho. Tagout, 2020. Disponível em: <https://www.tagout.com.br/blog/7-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-seguranca-do-trabalho/>. Acesso em: 10 maio 2022.

TRIBUNAL SUPERIOR DO TRABALHO. Saúde e Segurança do Trabalho - TST, Disponível em: <https://www.tst.jus.br/saude-e-seguranca-do-trabalho>. Acesso em: 10 maio 2022

UNICAMP. Acidente de Trabalho CLT — Diretoria Geral de Recursos Humanos — DGRH (unicamp.br) Disponível em: <https://www.dgrh.unicamp.br/produtos-e-servicos/seguranca-do-trabalho/acidente-trabalho-clt>. Acesso em: 11 maio 2022.

## APÊNDICE A – Checklist

<b>CHECKLIST</b>				
Instalações de Painéis Fotovoltaicos				
Preenchido por:			Data:	
ITEM	QUESTÕES A SEREM AVALIADAS	SIM	NÃO	N/A
<b>BASEADAS NA NR-06</b>				
<b>A.1</b>	O empregador forneceu e cobrou o uso dos EPIs adequados à função no desenvolvimento das atividades?			
<b>A.2</b>	O empregador substituiu imediatamente os EPIs, em caso de extravio ou danificação?			
<b>A.3</b>	Os funcionários estão fazendo uso dos EPIs adequados conforme sua função ?			
<b>A.4</b>	Os funcionários cumprem as determinações do empregador quanto ao uso correto, além de promoverem a guarda e a conservação adequada dos EPIs, conforme treinamento recebido?			
<b>A.5</b>	OS EPIs apresentam em caracteres indelévels e bem visíveis, o nome comercial da empresa fabricante, o lote de fabricação e o número do CA, ou, no caso de EPI importado, o nome do importador, o lote de fabricação e o número do CA?			
<b>A.6</b>	Utilizando EPI para proteção da cabeça			
<b>A.7</b>	Utilizando EPI para proteção dos olhos e face			
<b>A.8</b>	Utilizando EPI para proteção dos membros superiores			
<b>A.9</b>	Utilizando EPI para proteção dos membros inferiores			
<b>A.10</b>	Utilizando EPI para proteção contra quedas com diferença de nível			
<b>BASEADAS NA NR 35</b>				
<b>B.1</b>	Os equipamentos de proteção individual destinados a trabalhos em altura são certificados?			
<b>B.2</b>	Os equipamentos de proteção individual destinados a trabalhos em altura são adequados à utilização pretendida?			
<b>B.3</b>	Os equipamentos de proteção individual destinados a trabalhos em altura são utilizados considerando os limites de uso do equipamento, fator de queda, zona livre de queda, entre outros pontos presentes na NR-35?			

<b>B.4</b>	Os equipamentos de proteção individual destinados a trabalhos em altura são ajustados ao peso e à altura do trabalhador?			
<b>B.5</b>	O cinto de segurança é do tipo paraquedista para SPIQ podendo ser para restrição de movimentação, de retenção de queda, de posicionamento no trabalho ou de acesso por cordas?			
<b>B.6</b>	O Sistema de proteção individual contra quedas esta constituído por sistema de ancoragem, elemento de ligação e equipamento de proteção individual?			
<b>B.7</b>	O cinto de segurança do modelo paraquedista, quando utilizado para retenção de queda, está conectadopelo seu elemento de engate recomendado pelo fabricante para a retenção de queda?			
<b>B.8</b>	Foi adotado sistema de proteção individual contra quedas (SPIQ) previsto no projeto de SPIQ?			
<b>B.9</b>	São realizadas inspeções rotineiras nos equipamentos antes do início das atividades, para que se possa identificar os elementos que apresentem defeitos, deformações, podendo ser inutilizados e descartados?			