



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIA**

GABRIELA VEIGA WANDERLEY RODRIGUES

**ANÁLISE DOS RISCOS DE ACIDENTES EM INSTALAÇÕES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS DE MACEIÓ-AL**

RIO LARGO, AL

2022

GABRIELA VEIGA WANDERLEY RODRIGUES

**ANÁLISE DOS RISCOS DE ACIDENTES EM INSTALAÇÕES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS DE MACEIÓ-AL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC),
apresentado ao Curso de Engenharia de Energia do
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias –
CECA, da Universidade Federal de Alagoas - UFAL,
como requisito para a obtenção do Título de
Engenheira de Energia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Andréa de Vasconcelos
Freitas Pinto.

RIO LARGO, AL

2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

R696a Rodrigues, Gabriela Veiga Wanderley

Análise dos riscos de acidentes em instalações de sistemas fotovoltaicos em residências em Maceió - AL. / Gabriela Veiga Wanderley Rodrigues – 2022.

45 f.; il.

Monografia de Graduação em Energias (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2022.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto

Inclui bibliografia

1. Energia renovável. 2. Segurança do trabalho. 3. Instalador fotovoltaico. I. Título.

CDU 620.9

Folha de Aprovação

GABRIELA VEIGA WANDERLEI RODRIGUES

Análise dos riscos de acidentes em instalações de sistemas fotovoltaicos em residências de Maceió-AL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Energia pela Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 21 de Janeiro de 2022.

Documento assinado digitalmente
 Andrea de Vasconcelos Freitas Pinto
Data: 21/01/2022 14:47:49-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dra. Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto, UFAL (Orientador)

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 Amanda Santana Peiter
Data: 24/01/2022 10:09:47-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profª. Dra. Amanda Santana Peiter (1º Avaliador)

Documento assinado digitalmente
 Jerusa Goes Aragao Santana
Data: 21/01/2022 16:13:28-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profª. Dra. Jerusa Goes Aragão Santana, UFAL (2º Avaliador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por me dar força e coragem em toda essa jornada, me apresentando pessoas incríveis que me auxiliaram em toda a formação e não me deixaram desanimar.

Aos meus pais e irmão que me aguentaram nos momentos de surtos pré provas, trabalhos e seminários, obrigada por toda paciência, compreensão e incentivo! Meus pais são minha maior benção e exemplo! Independentemente da situação eles sempre buscaram a melhor maneira de apoiar tanto eu quanto o meu irmão e sempre fizeram de tudo para que pudéssemos realizar os nossos sonhos e finalmente posso dizer.... É meus amados, conseguimos!

Agradeço a todos os meus amigos que me conhecendo sabem que a parte mais difícil do curso para mim foi escrever esse trabalho, obrigada por me entenderem, me incentivarem e principalmente por não me deixarem desistir.

Uma graduação em engenharia não é nada fácil, sendo primeira turma então é ir de peito aberto e saber que vai levar muito tapa na cara. Mesmo assim tenho orgulho de dizer que fiz parte desse top 6 que vibrou a cada nota que era diferente de 0, que catava goiaba e jambo do pé quando o Junior ou a tia do lanche não iam, que fazia disputa de Super Mario e tirava várias sonecas após o almoço na sala do CA, que passava horas na BC estudando para a prova ou fazendo trabalho, que surtava com os prazos malucos e que ia no rei da coxinha depois da aula, eu amei conhecer vocês. Aos meus queridos amigos e companheiros, Iris Layanne, Izabella Colatino, Joyciane Maria, Nathã Alves e Raphael Melo, muito obrigada!

Não posso esquecer dos meus amigos floresteiros, Leticia, Mayara, Renata Guilherme e Ricardo que surtaram comigo nos primeiros cálculos, faziam karaokê na volta para a casa e me levaram para conhecer partes incríveis e diferentes do CECA. Tenho muito orgulho de todos vocês!

Aos professores que nos acompanharam durante todo o processo, só podemos agradecer por toda a confiança e credibilidade depositada no curso e por compartilhar, da melhor maneira que puderam, todo o seu conhecimento e experiência de trabalho que contribuíram bastante para os profissionais que nos tornamos. A cada professor eu deixo minha eterna gratidão porque reconheço a paciência e o esforço de todos sem exceção.

Agradeço também a toda equipe da MAC SOLAR BRASIL que me acolheu no período de estágio e me ajudou a compreender o mercado da energia e todos os processos necessários até finalmente chegar a tão sonhada satisfação do cliente, muito obrigada!

Finalizo agradecendo a pessoa que foi luz em meio a todo o caos causado pelo sentimento de desespero que é saber que está chegando ao fim. A minha querida orientadora, professora Andréa, obrigada! Um exemplo de mulher e profissional que sempre nos incentivou a dar o nosso melhor em tudo o que fizermos e acreditarmos que para a mudança acontecer só depende de nós mesmos! Obrigada por não desistir de mim!

RESUMO

Alguns fatores, como a covid-19 e a crise hídrica, fizeram com que o consumo e a tarifa de energia aumentassem no Brasil incentivando a população a buscar formas alternativas de geração energia, sendo a energia solar fotovoltaica a fonte de maior destaque. Esse fator impulsionou o desenvolvimento desta área proporcionando o aumento de profissionais atuando no setor. Devido à falta de fiscalização, profissionais desqualificados estão sendo inseridos no mercado, o que acaba potencializando os riscos relacionados a este tipo de atividade. Este trabalho tem por objetivo conhecer os riscos enfrentados pelos instaladores e a partir disto minimiza-los. A pesquisa foi realizada no período de março a abril do ano de 2021 através da aplicação de um questionário em 5 empresas responsáveis pela instalação de sistemas fotovoltaicos em Maceió-AL e seus colaboradores com a finalidade de conhecer o perfil destes profissionais e também as dificuldades e riscos aos quais eles são submetidos. Após a coleta de dados a partir destes questionários, todas as informações foram analisadas por meio de estatística descritiva no Excel e representadas graficamente com o auxílio do software Excel. Como resultado, pode-se observar que do ponto de vista dos trabalhadores avaliados, o risco de queda devido à altura (33%) e o choque elétrico (22%) são o que torna o exercício de sua atividade perigosa. Além disso, existem alguns fatores internos e externos que podem interferir diretamente no bom desenvolvimento desta atividade, como a falta de planejamento para a execução das obras, curto prazo para instalação, falta de equipamento adequado, dentre outros. Assim, percebe-se que todas as dificuldades acabam girando em torno da deficiência ou até mesmo ausência de fiscalização tanto trabalhista, quanto dos conselhos regionais envolvidos.

Palavras-chave: Energia renovável. Segurança do trabalho. Instalador fotovoltaico.

ABSTRACT

Some factors, such as covid-19 and the water crisis, caused energy consumption and tariffs to increase in Brazil, encouraging the population to seek alternative forms of energy generation, with photovoltaic solar energy being the most prominent source. This factor boosted the development of this area providing the increase of professionals working in the sector. Due to the lack of supervision, unqualified professionals are being placed in the market, which ends up increasing the risks related to this type of activity. This work aims to know the risks faced by installers and from this minimize them. The research was carried out from March to April of the year 2021 through the application of a questionnaire in 5 companies responsible for the installation of photovoltaic systems in Maceió-AL and their employees in order to know the profile of these professionals and also the difficulties and risks to which they are subjected. After collecting data from these questionnaires, all information was analyzed using descriptive statistics in Excel and graphically represented using Excel software. As a result, it can be observed that from the point of view of the evaluated workers, the risk of falling due to height (33%) and electric shock (22%) are what makes the exercise of their activity dangerous. In addition, there are some internal and external factors that can directly interfere in the good development of this activity, such as the lack of planning for the execution of the works, short term for installation, lack of adequate equipment, among others. Thus, it can be seen that all the difficulties end up revolving around the deficiency or even the absence of labor inspection, as well as the regional councils involved.

Key words: Renewable energy. Workplace safety. Photovoltaic installer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da capacidade instalada de geração fotovoltaica no mundo (GW) e participação dos principais países (%)	13
Figura 2: Matriz elétrica brasileira, 2020	14
Figura 3: Quantidade de GDs de acordo com a classe de consumo	16
Figura 4: Quantidade de GDs residenciais (b1) no estado de alagoas e em Maceió	17
Figura 5: Quantidade anual de conexão residencial (B1) em Maceió	18
Figura 6: Faixa etária dos colaboradores que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos.....	26
Figura 7: Distribuição percentual da população em idade de trabalhar no segundo trimestre de 2020	26
Figura 8: Nível de escolaridade dos colaboradores que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos	28
Figura 9: Principais riscos enfrentados pelos colaboradores em seu dia a dia	29
Figura 10: Aplicação de treinamento aos colaboradores que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos	33
Figura 11: Sentimento do colaborador que atua na instalação de sistemas fotovoltaicos quanto a utilização de EPIs.....	36
Figura 12: Satisfação dos colaboradores que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos quanto a troca/manutenção dos EPIs.....	36
Figura 13: Empresas de energia solar avaliadas que realizam a fiscalização quanto a utilização dos EPIs pelos trabalhadores	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ranking mundial de capacidade instalada solar fotovoltaica.....	13
Tabela 2: Geração distribuída solar fotovoltaica (FV) no Brasil por classe de consumo	15
Tabela 3: Recorde de geração de energia solar fotovoltaica em setembro de 2020.....	16
Tabela 4: Distribuição das GDs no estado de Alagoas e em Maceió.....	17
Tabela 5: Experiência dos colaboradores que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos expressada em meses	27
Tabela 6: Riscos em instalações elétricas	30
Tabela 7: Fatores internos e externos que interferem na realização do trabalho.....	30
Tabela 8: Equipamentos de proteção individual disponibilizados pelos integradores de energia solar fotovoltaica avaliados.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 A ENERGIA FOTOVOLTAICA NO MUNDO	12
2.2 DESENVOLVIMENTO DA FONTE SOLAR NO BRASIL E EM ALAGOAS	14
2.3 ACIDENTES DE TRABALHO NO BRASIL	18
2.4 PREVENÇÃO DE ACIDENTE DE TRABALHO	19
2.5 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)	21
2.6 NORMAS REGULAMENTADORAS (NRs)	21
3 MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1 ÁREA DE ESTUDO	23
3.2 COLETA DE DADOS	24
3.3 ANÁLISE DE DADOS	24
3.3.1 PERFIL DO PROFISSIONAL INSTALADOR FOTOVOLTAICO	24
3.3.2 AVALIAÇÃO SOBRE OS FATORES CAPAZES DE INTERFERIR NA REALIZAÇÃO SEGURA DA INSTALAÇÃO	24
3.3.3 TREINAMENTO E UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	25
3.3.4 AVALIAÇÃO DOS INTEGRADORES	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1 PERFIL DO PROFISSIONAL INSTALADOR FOTOVOLTAICO	25
4.2 AVALIAÇÃO SOBRE OS FATORES CAPAZES DE INTERFERIR NA REALIZAÇÃO SEGURA DA INSTALAÇÃO	28
4.3 ANÁLISE DE RISCOS, TREINAMENTO E UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	31
4.4 AVALIAÇÃO DOS INTEGRADORES	37
5 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICES	43
APÊNDICE A – INFOGRÁFICO DAS ATIVIDADES REALIZADAS PELOS INSTALADORES FOTOVOLTAICOS	43
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO (EMPRESA)	44
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO (COLABORADORES)	45

1 INTRODUÇÃO

A demanda por energia elétrica vem aumentando em todo o mundo. Segundo o Ministério das Minas e Energia (MME, 2017), no Brasil, o consumo de eletricidade na rede foi de 459 TWh em 2016 e estima-se que será de 654 TWh em 2026, o que representa uma taxa de crescimento médio anual de 3,6%. Neste sentido, as fontes renováveis de energia, em especial a energia solar, são uma ótima alternativa a fim de suprir a crescente demanda no Brasil e no mundo.

Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2020), o estado de Alagoas, embora esteja localizado no Nordeste, finalizou o ano de 2019 ocupando a 20ª colocação do ranking de Geração Distribuída (GD) fotovoltaica, com cerca de 27,4 MW de potência instalada. Atualmente, esse número está em 33,7MW e isso se deve ao fato de que a população tem apostado cada vez mais em energia solar para ajudar a reduzir os altos impactos trazidos pelo alto consumo de energia elétrica, motivados pelos seguintes fatores: período de crise provocado pela covid-19 e a recente escassez hídrica que se instalou no país.

O crescimento do mercado de energia solar é notório e cada vez mais vantajoso, devido aos incentivos e facilidades oferecidas, tais como: as regulamentações normativas (RNs) que permitem a compensação de energia e as linhas de créditos com taxa de juros atrativos oferecidas pelos bancos. Com isso, cada vez mais profissionais estão se inserindo no setor, mesmo não possuindo a qualificação necessária para executar o serviço. Assim, ocorre o aumento da concorrência o que acaba diminuindo a qualidade/ segurança uma vez que ocorre uma disputa por preço de produto.

O mau dimensionamento, instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos, podem colocar patrimônios e vidas em risco. Choques elétricos, incêndios por sobrecarga, estrutura de telhado que não suportam os módulos e quedas são alguns dos problemas mais comuns da energia solar.

Segundo o balanço anual da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL, 2020), o ranking de acidentes de origem elétrica do país é liderado pelo choque elétrico e outros acidentes comuns são incêndios causados por curto circuito e sobrecargas em instalações. Estes riscos poderiam ser minimizados se fosse garantido o conhecimento das Normas Reguladoras (NRs) que regem o setor, além do treinamento dos profissionais para executar tais funções. Porém o que ocorre, devido ao aumento na procura por fontes

renováveis de geração de energia, é uma disputa por preço onde o cliente acaba contratando um serviço de baixa qualidade, não levando em consideração os prejuízos futuros.

A energia solar fotovoltaica representa hoje cerca de 1,7% da matriz energética do país, tendo este setor sido, de acordo com a ABSOLAR (2020), o responsável por gerar 130 mil novos empregos no Brasil desde 2012. A primeira usina solar residencial registrada no estado de Alagoas foi instalada em Maceió em julho de 2015 (ANEEL, 2021). Por se tratar de um novo setor, são poucos os registros encontrados sobre a análise de risco específico para este tipo de serviço sendo assim importante fazê-lo para assegurar a saúde e segurança de todos os envolvidos.

Segundo Dessler (2003), o treinamento é uma maneira de transmitir aos funcionários, através de um conjunto de métodos, as habilidades necessárias para o bom desempenho de uma determinada atividade, tornando-a mais eficiente sendo assim capaz de alcançar uma maior produtividade. Um colaborador seguro consegue executar sua função com mais tranquilidade uma vez que se sente protegido contra os principais riscos encontrados na execução de sua função.

Esse estudo é importante pois os integradores poderão compreender a visão do trabalhador com relação a sua segurança. Conseguindo a partir disso, perceber se estes trabalhadores se sentem confortáveis e confiantes em executar sua atividade com as oportunidades que lhes são oferecidas, além de conhecer a realidade vivida por eles em campo. Academicamente, se faz importante conhecer essas particularidades para ampliar o conhecimento com relação a este segmento, uma vez que, por ainda ser considerada uma área nova principalmente em Alagoas, não existe pesquisa que descreva os riscos desse tipo de atividade. Faz-se necessário, portanto, documentar a quantidade de acidentes que ocorre para que as devidas medidas sejam tomadas pelas entidades reguladoras.

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar previamente os riscos encontrados no processo de instalação de sistemas fotovoltaicos residenciais com a finalidade de minimiza-los oferecendo segurança, tanto para os colaboradores quanto para o cliente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

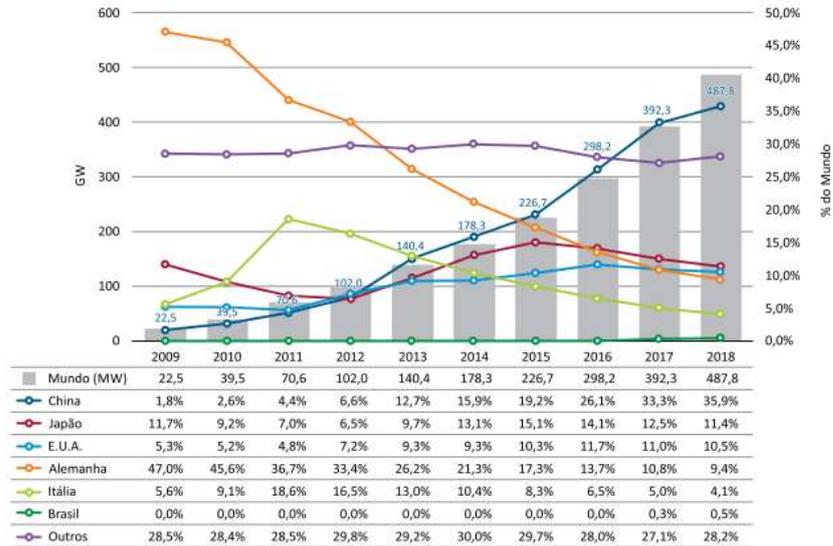
2.1 A ENERGIA FOTOVOLTAICA NO MUNDO

A energia solar é uma energia sustentável, alternativa e renovável que tem como fonte de energia a luz do sol. O aproveitamento desta fonte de energia tanto como fonte de calor como fonte de luz é uma das melhores alternativas energéticas utilizada para diversificar a matriz elétrica do mundo e torna-la menos dependente dos combustíveis fósseis que contribuem para o agravamento do aquecimento global (CRESESB, 2006).

A conversão da energia solar em elétrica é possível através dos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, em especial os semicondutores que possuem facilidade de modificar sua condição de condução elétrica. Dentre esses efeitos podemos destacar o termoelétrico e fotovoltaico. Sendo o segundo efeito o destaque deste trabalho uma vez que o efeito fotovoltaico, com o auxílio de células solares (módulos fotovoltaicos), absorve os fótons contidos na luz solar convertendo-os em energia elétrica (ANEEL, 2008).

Bezerra (2020) afirma que a fonte solar teve em 2018 uma participação de 1,8% na geração de energia elétrica mundial chegando ao fim deste mesmo ano a marca de 487,8 GW de capacidade instalada que corresponde a um montante 24,3% superior ao registrado em 2017 e cerca de 22 vezes maior com relação ao observado em 2009. A figura 1 ilustra a evolução da capacidade instalada no mundo que aumentou cerca de 40,8% ao ano no intervalo de tempo entre 2009 e 2018.

Figura 1: Evolução da capacidade instalada de geração fotovoltaica no mundo (GW) e participação dos principais países (%)



Fonte: British Petroleum (2019)

Na tabela 1 encontram-se os 17 países de maior capacidade instalada até o ano de 2019. Este ranking é liderado pela China, seguida do Japão, Estados Unidos e Alemanha. Com destaque para o Brasil que em 2018 ocupou a 21ª posição e no ano de 2019 passou a ocupar a 16ª posição, um avanço de cinco posições em um ano (ABSOLAR, 2020).

Tabela 1: Ranking mundial de capacidade instalada solar fotovoltaica

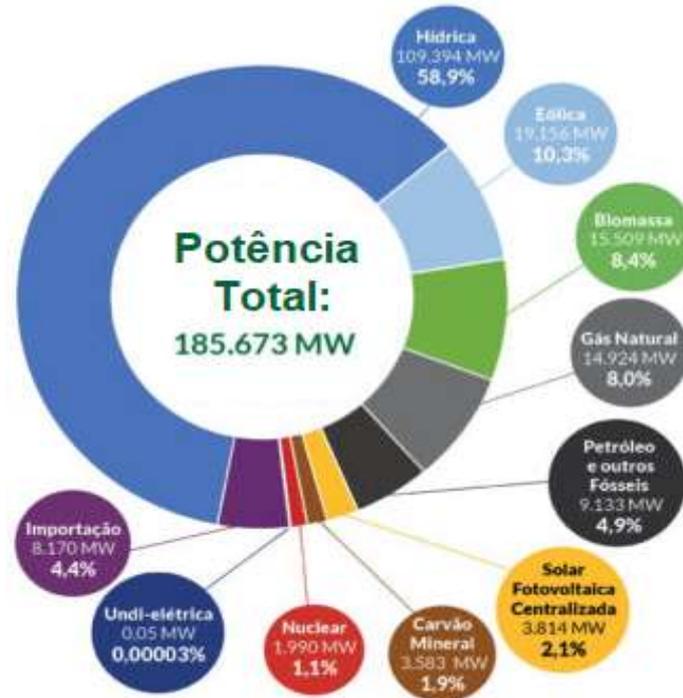
Posição	País	Potência Acumulada Até 2019 (MW)
1º	China	250.072
2º	Japão	61.840
3º	EUA	60.540
4º	Alemanha	49.016
5º	Índia	34.831
6º	Itália	20.900
7º	UK	13.616
8º	Austrália	13.250
9º	França	10.562
10º	Coreia do Sul	10.505
11º	Espanha	8.761
12º	Holanda	6.725
13º	Turquia	5.995
14º	Ucrânia	5.936
15º	Vietnam	5.695
16º	Brasil	4.533
17º	Bélgica	4.531

Fonte: ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (2020)

2.2 DESENVOLVIMENTO DA FONTE SOLAR NO BRASIL E EM ALAGOAS

Segundo a ABSOLAR (2021) o Brasil possui mais de 10,4 GW em operação desde 2012. Dos 185.673 MW da matriz elétrica brasileira, 3.814 MW são de origem solar fotovoltaica o que corresponde a 2,1% (Figura 2).

Figura 2: Matriz elétrica brasileira, 2020



Fonte: ANEEL/ABSOLAR (2021)

O menor índice de irradiação solar brasileiro é muito superior quando comparado a outros países que são lideranças na geração de energia através da fonte solar como por exemplo alguns países europeus. A menor irradiação encontrada no Brasil é verificada na região do litoral norte do Estado de Santa Catarina (1500kWh/m²), e a maior, é encontrada no norte do Estado da Bahia (2350 kWh/m²). Com isso, a média diária de irradiação ao longo de um ano que incide em qualquer parte do território brasileiro irá variar de 4,1 a 6,5 kWh/m². Enquanto a Alemanha, possui uma incidência entre 900 a 1250 kWh/m² ao ano, ou seja, entre 2,5 e 3,5 kWh/m² de média diária e a Espanha que varia de 1200 a 1950 kWh/m² ao ano, correspondendo a 3,28 e 5,3 kWh/m² de média diária. Estes dados foram obtidos através do projeto SOLAR GIS em residências (GASPARIN; ROSA, 2017).

Tratando-se de geração distribuída (GD) que segundo o Instituto Nacional de Eficiência Energética (2018) é a expressão utilizada para designar a geração elétrica realizada junto ou próxima do(s) consumidor(es) independente da potência,

tecnologia e fonte de energia, o estado de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul ocupam o top 3 do ranking estadual com potência instalada de 1053,1MW, 740MW e 730,7MW respectivamente.

No Brasil, a geração distribuída é regulamentada pela Resolução Normativa - REN nº 482, de 17/04/2012, que estabeleceu as condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, e criou o sistema de compensação de energia elétrica correspondente. Sendo posteriormente revisada pela Resolução Normativa – REN nº 687/2015 publicada após a Audiência Pública nº26/2015 realizada pela Aneel, audiência esta que tinha os seguintes objetivos: reduzir os custos e o tempo de conexão dos sistemas fotovoltaicos, compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica com as Condições Gerais de Fornecimento (REN nº 414/10), além de aumentar o público alvo e melhorar as informações na fatura de energia (CASTRO; VIEIRA, 2016).

A Geração distribuída fotovoltaica possui hoje uma potência instalada total de 6.325.260,40 kW (ANEEL, 2021), contando com 533.297 usinas espalhadas em todo o território que podem ser contabilizadas de acordo com sua classe de consumo (Tabela 2).

Tabela 2: Geração distribuída solar fotovoltaica (FV) no Brasil por classe de consumo

CLASSE	Nº DE SISTEMAS	POTÊNCIA INSTALADA (kW)
RESIDENCIAL (B1)	401.402	2.527.918,40
RURAL (B2)	38.355	854.849,91
COMERCIAL (B3)	80.002	2.324.463,70
INDUSTRIAL (B3)	11.501	534.230,47
PODER PUBLICO (B3)	1.872	75.762,65
SERVIÇO PUBLICO (B3)	132	7.009,88
ILUMINAÇÃO PUBLICA (B4)	33	1025,39

Fonte: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (2021)

Em parceria com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), o Ministério de Minas e Energia (MME) constatou que em setembro de 2020 1,4% da oferta de energia elétrica no Brasil foi gerada pela fonte solar fotovoltaica e em 2021 foram registrados recordes de geração de energia elétrica (Tabela 3).

Tabela 3: Recorde de geração de energia solar fotovoltaica em setembro de 2020

MÉDIA DIÁRIA	MÁXIMA DIÁRIA
28/04/2021	28/04/2021
801,2 MW médios	2.239,6 MW às 12h00
FATOR DE CAPACIDADE	FATOR DE CAPACIDADE INSTANTÂNEO
27,60%	77,20%

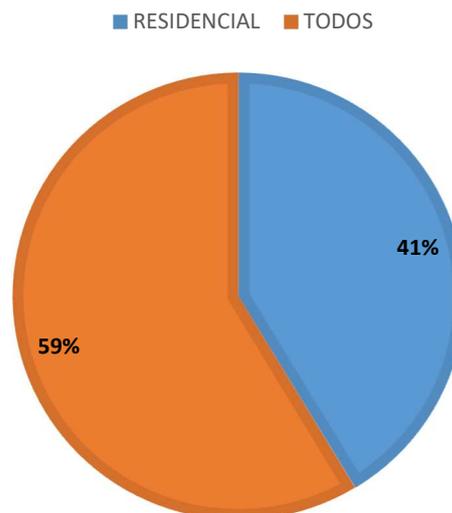
Fonte: ONS/MME (2021)

O estado de Alagoas ocupa a 22ª posição no ranking estadual de geração distribuída, com aproximadamente 50.367,63 kW de potência instalada, o que corresponde a 0,8% da capacidade instalada no Brasil (ANEEL, 2021).

Ainda segundo informações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o estado instalou, em 2020, 1.531 equipamentos entre residências, comércios, indústrias e prédios nas zonas urbanas totalizando um aumento de 150% em comparação ao ano de 2019.

Fazendo-se a análise dos dados fornecidos pelo Sistema de Geração Distribuída da Aneel (SISGD) é possível observar que a classe residencial corresponde a 41% da potência total instalada no estado de Alagoas (Figura 3).

Figura 3: Quantidade de GDs de acordo com a classe de consumo

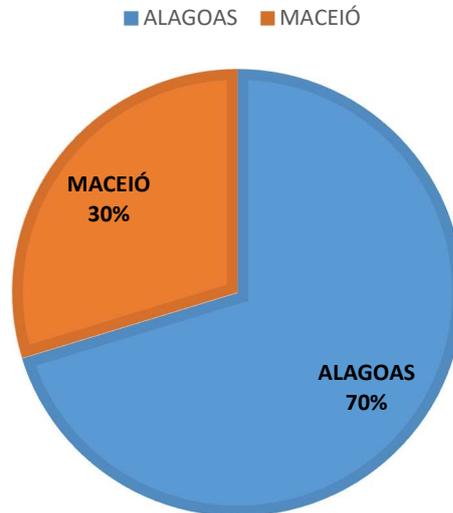


Fonte: SISGD – Sistema de Análise de Geração Distribuída (2021)

A geração distribuída na classe residencial (B1) possui hoje, no estado de Alagoas, uma potência total instalada de 18278,72 kW distribuídos em 90 municípios

e sua capital, Maceió, acumula 7775,22 kW o que corresponde a cerca de 30% da potência total (Figura 4; Tabela 4).

Figura 4: Quantidade de GDs residenciais (B1) no estado de alagoas e em Maceió



Fonte: SISGD – Sistema de Análise de Geração Distribuída (2021)

Tabela 4: Distribuição das GDs no estado de Alagoas e em Maceió

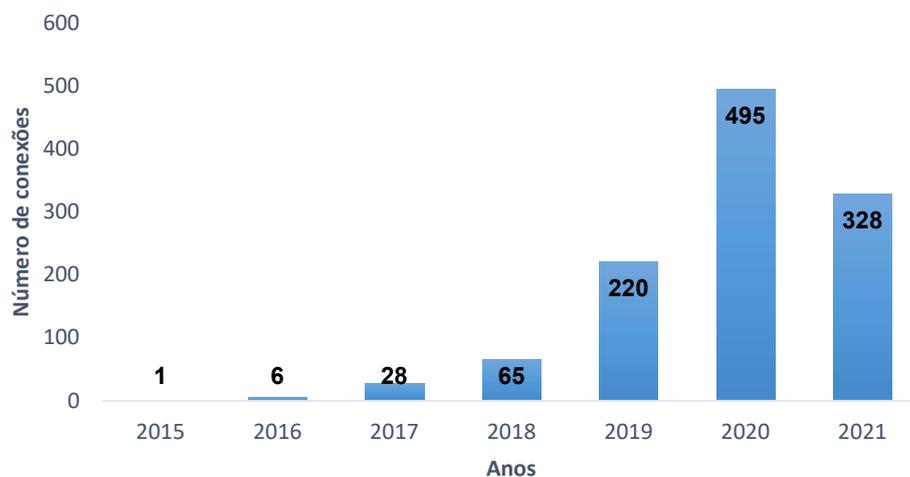
ALAGOAS			
MUNICÍPIOS COM GD	QUANTIDADE DE GDs	Ucs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
90	2699	3879	18278,72
MACEIÓ			
1	1143	1558	7775,22

Fonte: SISGD – Sistema de Análise de Geração Distribuída (2021)

O surgimento da pandemia da Covid-19 no início de 2020 alterou, de forma drástica, a vida de grande parte da sociedade que, buscando atender as restrições sanitárias recomendadas para a prevenção da doença, precisou adaptar suas atividades rotineiras ao ambiente domiciliar. Desde então novos hábitos foram incorporados à vida cotidiana, como o *home office* e o ensino remoto. A permanência das famílias em casa refletiu diretamente no consumo de energia, que aumentou consideravelmente. Neste mesmo período, a tarifa de energia também sofreu reajustes através da aplicação de bandeiras tarifárias. Segundo o Ministério de Minas e Energia (2021), as bandeiras tarifárias variam de acordo com a condição de geração da eletricidade, uma vez que quando os níveis hidrográficos do país estão abaixo do desejável, fontes mais caras de geração de energia (termoelétricas) são acionadas o que reflete no valor final da conta de energia.

Esses fatores influenciaram diretamente o consumidor a buscar maneiras alternativas para economizar com a fatura de energia o que consequentemente ocasionou o aumento na procura pelo mercado de energia solar fotovoltaica fazendo com que Maceió aumentasse, no ano de 2020, em mais de 200% o número de consumidores capazes de produzir sua própria energia quando comparado ao ano de 2019 (Figura 5).

Figura 5: Quantidade anual de conexão residencial (B1) em Maceió, Alagoas



Fonte: SISGD – Sistema de Análise de Geração Distribuída (2021)

Compreendendo o cenário energético brasileiro, as tendências mundiais e projeções de geração de energia, fica claro o potencial de crescimento da energia solar no país. Sendo assim, faz-se necessário ter cautela na escolha dos equipamentos que serão utilizados, deve-se estar atento ao local onde será feita a instalação, as normas técnicas e os possíveis riscos aos trabalhadores. Diante disso, é possível realizar uma análise de segurança para garantir a integridade do trabalhador e do consumidor.

2.3 ACIDENTES DE TRABALHO NO BRASIL

De acordo com a Lei nº 8213, de 24 de julho de 1991, a definição de acidente de trabalho se restringe apenas aos segurados do Regime Geral de Previdência Social, ou seja, os empregados que possuem carteira assinada. Sendo assim, a previdência social registrou em 2018, 576.951 acidentes de trabalho, porém um estudo realizado pela Fundacentro – fundação ligada ao Ministério da Economia,

estima que este número pode se aproximar a 4 milhões de acidentados por ano quando incluídos os trabalhadores autônomos e informais.

É importante lembrar que os acidentes de trabalho não afetam somente o trabalhador e sua família, mas também é um fato que traz custos ao empregador e a sociedade. A empresa é responsável por arcar com as indenizações e em alguns casos, a Previdência Social precisa atuar pagando o benefício ao trabalhador ou aos seus sucessores.

Um estudo realizado por José Pastore, professor e pesquisador da Universidade de São Paulo, aponta ser imensurável avaliar essas despesas principalmente quando incluídos todos os custos diretos e indiretos, como a contratação de um profissional substituto ou algum tipo de tratamento médico. Ainda assim, pode-se estimar que os gastos anuais decorrentes a acidentes de trabalho podem superar a marca de R\$ 70 bilhões.

2.4 PREVENÇÃO DE ACIDENTE DE TRABALHO

De acordo com o Art. 2º da Lei nº 6.367, de 19 de outubro de 1976 (BRASIL,1976) Acidente do trabalho é aquele que ocorrer pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, ou perda, ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

§ 1º Equiparam-se ao acidente do trabalho, para os fins desta lei:

I - A doença profissional ou do trabalho, assim entendida a inerente ou peculiar a determinado ramo de atividade e constante de relação organizada pelo Ministério da Previdência e Assistência Social (MPAS);

II - O acidente que, ligado ao trabalho, embora não tenha sido a causa única, haja contribuído diretamente para a morte, ou a perda, ou redução da capacidade para o trabalho;

III - o acidente sofrido pelo empregado no local e no horário do trabalho, em consequência de:

a) ato de sabotagem ou de terrorismo praticado por terceiros, inclusive companheiro de trabalho;

b) ofensa física intencional, inclusive de terceiro, por motivo de disputa relacionada com o trabalho;

c) ato de imprudência, de negligência ou de imperícia de terceiro inclusive companheiro de trabalho;

d) ato de pessoa privada do uso da razão;

e) desabamento, inundação ou incêndio;

f) outros casos fortuitos ou decorrentes de força maior.

IV - A doença proveniente de contaminação acidental de pessoal de área médica, no exercício de sua atividade;

V - O acidente sofrido pelo empregado ainda que fora do local e horário de trabalho:

- a) na execução de ordem ou na realização de serviço sob a autoridade da empresa;
 - b) na prestação espontânea de qualquer serviço à empresa para lhe evitar prejuízo ou proporcionar proveito;
 - c) em viagem a serviço da empresa, seja qual for o meio de locomoção utilizado, inclusive veículo de propriedade do empregado;
 - d) no percurso da residência para o trabalho ou deste para aquela.
- (Brasil,1976)

Acidentes de trabalho podem ocorrer devido a atos e/ou condições inseguras. Um ato inseguro refere-se exclusivamente a um fator humano decorrente de uma tarefa realizada de forma contrária às normas de segurança (SENAI-AL, 2004).

Tratando-se de instalações fotovoltaicas, abaixo encontram-se alguns exemplos de **atos inseguros**:

- Ajustar e limpar equipamentos com a rede elétrica alimentada;
- Inutilizar dispositivos de segurança;
- Uso de roupa inadequada;
- Desviar atenção do colega no trabalho;
- Transportar ou empilhar os módulos fotovoltaicos de forma insegura;
- Tentar ganhar tempo;
- Excesso de velocidade.;
- Improvisar ou fazer uso de ferramenta inadequada à tarefa exigida;
- Não utilizar EPI;
- Consumir drogas ou bebidas alcoólicas durante a jornada de trabalho.

Já uma **condição insegura** está relacionada a condições presentes no ambiente de trabalho e que podem colocar em risco a integridade física e/ou mental do trabalhador, podendo ser elas:

- Deficiência de maquinário e ferramental;
- Passagens perigosas;
- Instalações elétricas inadequadas ou defeituosas;
- Falta de equipamento de proteção individual;
- EPIs ou EPCs inadequados ou defeituosos;
- Condições ambientais desfavoráveis;
- Defeitos nas edificações;
- Telhado danificado.

Outros conceitos também importantes quando se trata de acidente de trabalho são os perigos e riscos enfrentados diariamente pelos trabalhadores. Maynard (2015) define como **perigo** algo que tem potencial para causar danos/prejuízos e **risco** como sendo a probabilidade real desse dano/prejuízo acontecer.

Os instaladores de sistemas fotovoltaico estão expostos a principalmente dois perigos, são eles: o trabalho com eletricidade, devido ao risco de choque elétrico uma vez que mesmo desconectados, os módulos produzem tensão elétrica quando expostos ao sol; e o trabalho em altura, devido ao risco de queda do telhado ou estrutura onde os módulos serão fixados. Além de riscos secundários como insolação, ataque de animais/insetos, ergonômico por má postura ou carga excessiva, poeira, dentre outros (KURATA, 2016).

2.5 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)

Buscando garantir a integridade do trabalhador, do ambiente e dos equipamentos utilizados em cada função, a análise preliminar de riscos (APR) é realizada com o objetivo de prever e documentar os possíveis riscos encontrados na execução de cada tarefa realizada individualmente em uma determinada empresa e a partir disso aplicar medidas que venham a sanar ou diminuir essas ocorrências. Algumas questões devem ser levadas em consideração na hora de se elaborar uma APR, são elas:

- O que pode ocasionar um acidente?
- Quais as consequências aos envolvidos?
- Estes riscos podem ser eliminados e/ou controlados?

Sendo assim, Germano (2019) afirma que é com o auxílio da APR que se realiza a classificação de riscos no ambiente de trabalho podendo estes serem considerados de baixa gravidade, moderados e gravíssimos.

Este tipo de análise deve ser elaborada pelos profissionais que executam ou supervisionam a atividade em questão e deve ser acompanhado por um profissional devidamente habilitado a exercer atividades de segurança no trabalho (ATLAS, 2017).

2.6 NORMAS REGULAMENTADORAS (NRs)

As normas regulamentadoras surgiram com o intuito de reduzir o número de acidentes e estabelecer padrões. A Associação Brasileira de Normas Técnicas

(ABNT) afirma que estas normas tornam o serviço mais eficiente, seguro e limpo com o intuito de proteger o consumidor/ usuário (ABNT, 2016).

O processo de instalação de sistemas fotovoltaicos possui três NRs diretamente ligadas ao seu desenvolvimento e o cumprimento delas confere benefícios tanto aos trabalhadores quanto aos clientes que terão os seus projetos executados de forma mais segura, estruturada e eficaz, são elas:

NR 06 – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

A Portaria SIT nº 25, de 15 de outubro de 2001 evidencia que é considerado equipamento de proteção individual (EPI), todo produto/ dispositivo, utilizado de forma individual pelo trabalhador que tem a função de protegê-lo contra fatores que venham a ameaçar sua segurança e saúde no trabalho.

A empresa tem a obrigação de fornecer, gratuitamente e em perfeito estado de conservação, todo EPI necessário para que o trabalhador execute sua tarefa com segurança. Cabe ao empregador, orientar e treinar o trabalhador para utilizá-lo de forma adequada prezando também pela conservação e higiene de todos os equipamentos e sempre que necessário, deve também o empregador garantir sua substituição.

Para o processo de instalação de sistemas fotovoltaicos em telhados de residências deve-se dar destaque aos seguintes EPIs:

- Capacete;
- Óculos para proteção dos olhos;
- Vestimentas para proteção contra riscos de origem térmica;
- Luvas para proteção das mãos contra choques elétricos;
- Calçado para proteção dos pés contra agentes provenientes de energia elétrica;
- Cinturão de segurança com dispositivo trava-queda
- Cinturão de segurança com talabarte

NR 10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

Segundo a Portaria TEM nº 598, e 07 de dezembro de 2004 esta NR estabelece requisitos e condições mínimas para implementação de medidas de

controle e sistemas preventivos, garantindo assim a segurança e saúde dos trabalhadores que interagem de forma direta ou indireta com instalações elétricas e serviços com eletricidade. Essa regulamentação é aplicada as fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo também as fases de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações e de quaisquer outros trabalhos realizados nas proximidades, sempre observando as normas técnicas oficiais estabelecidas e na ausência destas, as normas internacionais cabíveis.

NR 35 – TRABALHO EM ALTURA

O objetivo desta norma é estabelecer os requisitos mínimos e medidas de proteção para a realização do trabalho em altura, envolvendo todo o planejamento, organização e execução da tarefa de forma a garantir a saúde e segurança dos trabalhadores envolvidos de forma direta ou indiretamente no processo. É considerado trabalho em altura toda atividade realizada acima de 2m (dois metros) do nível inferior e que cause risco de queda.

Cabe ao empregador realizar a análise de risco da atividade e garantir a implementação das medidas de proteção necessárias estabelecidas por norma, podendo também suspender a atividade em caso surgimento de uma condição de risco não prevista, cuja neutralização ou eliminação imediata não seja possível.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido por meio da avaliação de empresas do ramo de energia solar fotovoltaica, responsáveis pelo dimensionamento, venda e instalação de sistemas de geração de energia na cidade de Maceió-AL. O município em questão possui hoje aproximadamente 30 empresas registradas atuando no ramo. Destas, 5 foram objetos de estudo. A empresa mais antiga avaliada iniciou suas atividades no ano de 2012 e a mais nova em 2020, ano em que o setor registou um aumento superior a 70%, de sistemas conectados, com relação ao ano de 2019 (ANEEL, 2021). Juntos, esses integradores possuem cerca de 65 colaboradores, destes 35 são responsáveis pela instalação dos sistemas solares (APÊNDICE A), mas apenas 27 participaram desta avaliação.

A cidade de Maceió (9° 39' 57" S; 35° 44' 06" O), capital de Alagoas, está localizada na região nordeste do país. Ocupa uma área de 509,5 km², uma elevação de 7m do mar e cerca de 1.025.360 habitantes (IBGE, 2020).

3.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada entre os meses de março e abril de 2021. A pesquisa foi realizada através de dois questionários ambos elaborados no google forms, ferramenta utilizada para a criação de formulários. O objetivo destes, foi identificar até onde o empregador/colaborador tem conhecimento quanto as normas de segurança e os riscos a que estão expostos.

O formulário voltado aos empregadores (APÊNDICE B) possuía 10 perguntas, sendo a maioria delas de respostas curtas, e buscava identificar a empresa, seu conhecimento quanto aos riscos aos quais seus colaboradores são expostos e as formas de prevenção adotadas. Enquanto o outro formulário, destinado aos colaboradores (APÊNDICE C), continha 18 questões entre múltiplas escolhas e respostas curtas que buscavam além de entender o perfil do profissional, saber o nível de conhecimento destes quanto aos riscos que eles enfrentam em seu dia a dia de instalação, se eram oferecidas condições seguras de trabalho e o que eles acham delas.

3.3 ANÁLISE DE DADOS

3.3.1 PERFIL DO PROFISSIONAL INSTALADOR FOTOVOLTAICO

Para analisar o perfil do profissional em questão, necessitou-se conhecer idade, nível de escolaridade, experiência no ramo, função executada e satisfação em realiza-la e, por fim, a jornada de trabalho realizada pelo colaborador.

3.3.2 AVALIAÇÃO SOBRE OS FATORES CAPAZES DE INTERFERIR NA REALIZAÇÃO SEGURA DA INSTALAÇÃO

Para identificar os riscos encontrados no dia a dia de uma instalação fotovoltaica faz-se necessário conhecer as dificuldades enfrentadas em campo pelas equipes de trabalho. Para realizar esta análise, alguns fatores foram avaliados, tais como:

- A atividade mais cansativa, na visão do colaborador;

- O fator interno e externo que mais interfere no trabalho;
- A atividade mais perigosa executada, na visão do colaborador.

3.3.3 TREINAMENTO E UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

A respeito das condições de segurança no trabalho, foram abordados na entrevista o uso, a reposição, o fornecimento, a obrigatoriedade do uso e os incômodos causados pelos EPIs. Além disso, foi avaliado se a empresa proporcionou algum tipo de treinamento para que os mesmos pudessem executar sua função com segurança.

3.3.4 AVALIAÇÃO DOS INTEGRADORES

Para analisar os integradores foi realizado o questionamento sobre o quantitativo de acidentes e se a empresa disponibilizava os Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva para os colaboradores.

Após a coleta de dados a partir destes questionários, todas as informações foram analisadas por meio de estatística descritiva no Excel e representadas graficamente com o auxílio do software Excel.

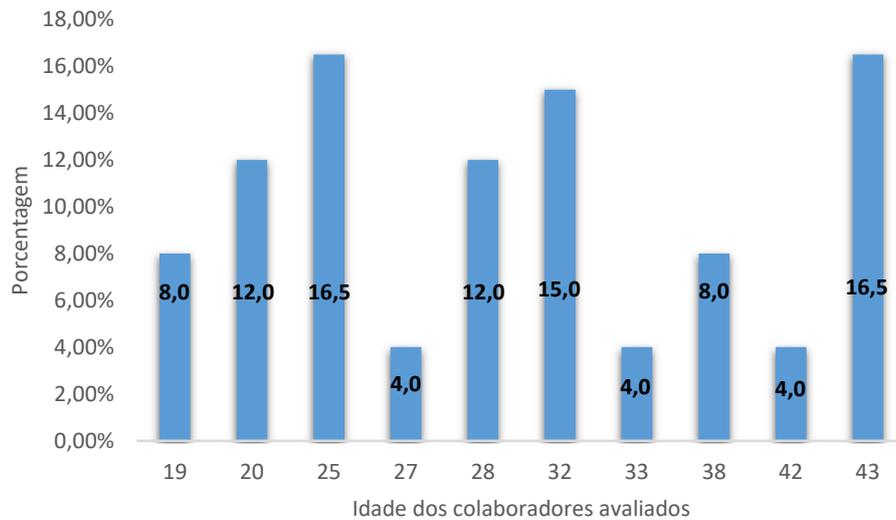
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PERFIL DO PROFISSIONAL INSTALADOR FOTOVOLTAICO

Foram avaliados 27 colaboradores com idades variando entre 19 e 43 anos (Figura 6), sendo os colaboradores com 25 e 43 anos os de maior representatividade. Isto se deve ao fato de que as empresas estão buscando inovar o mercado de trabalho dando oportunidade para que a juventude interaja com a experiência de um profissional mais antigo afim de tonar sua produtividade mais eficiente e barata.

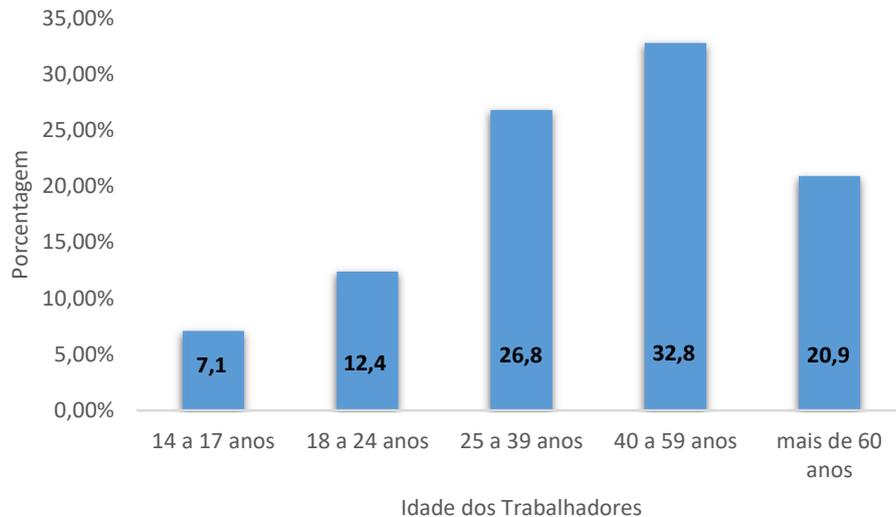
A população em idade de trabalhar representa, segundo o IBGE (2020), cerca de 82,5% da população no segundo trimestre de 2020. As maiores parcelas correspondem aos grupos de 25 a 39 anos e de 40 a 59 anos (Figura 7).

Figura 6: Faixa etária dos colaboradores que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos



FONTE: Autora (2021)

Figura 7: Distribuição percentual da população em idade de trabalhar no segundo trimestre de 2020



FONTE: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020)

Os colaboradores em questão atuam como técnicos, auxiliares técnicos e instaladores fotovoltaicos de algumas empresas da cidade de Maceió com experiência na função variando de 8 meses a 5 anos (Tabela 5). A área de energia solar fotovoltaica é recente no estado de Alagoas, podendo os colaboradores com mais de 5 anos de experiência serem considerados pioneiros na área enquanto aqueles que possuem menos de 1 ano só comprovam que é um setor que ainda tem muito a oferecer.

Segundo Rais - Relação Anual de Informações Sociais (2004), o setor de energia se destaca pelo fato de que os eletricitários empregados (55,2%) costumam ocupar o mesmo posto de trabalho por cerca de 10 anos e 11,6% possui menos de 1 ano de serviço essa fidelidade empregatícia existe devido ao fato de a eletricidade ser uma área que exige experiência e confiabilidade de execução.

Tabela 5: Experiência dos colaboradores que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos expressada em meses

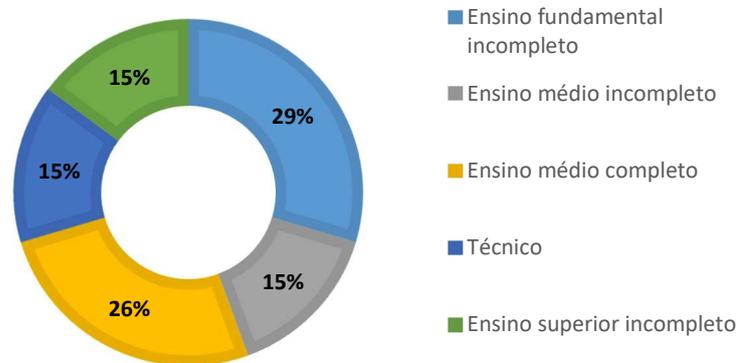
Anos	Quantidade de trabalhadores	Porcentagem (%)
0,6 -- 1,6	13	48
1,6 -- 2,6	5	18
2,6 -- 3,6	4	15
3,6 -- 4,6	-	0
4,6 -- 5,6	5	19

FONTE: Autora (2021)

O nível de escolaridade apresentou-se em graus bastante divididos. Os maiores percentuais foram encontrados entre colaboradores com ensino fundamental incompleto (29%). Em seguida foi ensino médio completo (27%), finalizando com ensino médio incompleto, nível técnico e ensino superior incompleto (15%) (Figura 8). Esse resultado é compatível com a pesquisa realizada pelo IBGE (2020) que mostrou que no Brasil 33,1% das pessoas em idade de trabalhar não chegaram a concluir o ensino fundamental, 50,6% chegaram a concluir o ensino médio e apenas 16,0% da população chega a concluir o nível superior.

A instalação de sistemas fotovoltaicos exige um nível elevado de instrução para elaboração dos projetos junto a concessionária e montagem dos quadros elétricos, a inserção das placas no telhado e sua conexão são atividades mais repetitivas e de menor complexidade favorecendo assim um maior número de trabalhadores que não chegaram a concluir o ensino básico.

Figura 8: Nível de escolaridade dos colaboradores que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos



FONTE: Autora (2021)

Tratando-se de sua jornada de trabalho, os colaboradores cumprem a carga horária de 8 horas por dia, normalmente das 8h às 17h, com hora extra somente em períodos de alta demanda.

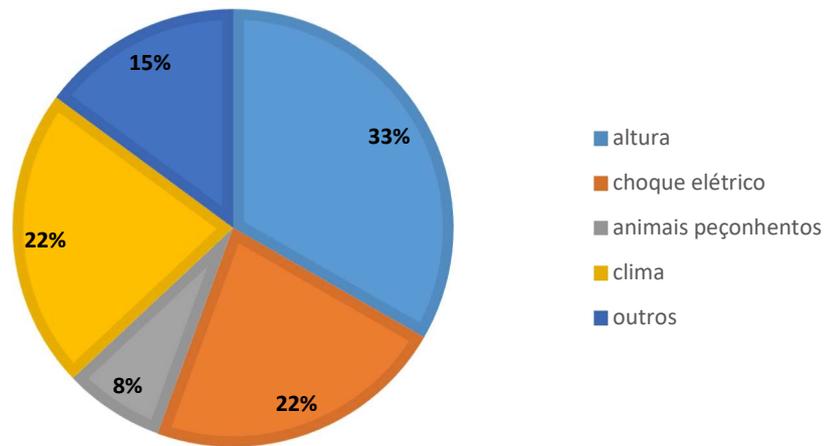
O artigo 7º, inciso XIII, da Constituição da República afirma que a duração do trabalho normal não pode ser superior a oito horas diárias e quarenta e quatro horas semanais. Categorias como; bancários, jornalistas, médicos, aeronautas, radiologistas e advogados, por terem regulações próprias cumprem jornada de trabalho diferenciada. Em caso de horas extras, a legislação trabalhista brasileira permite a prestação de até duas horas a mais de trabalho por dia, mediante acordo com as partes envolvidas. Essas horas devem ser compensadas como pagamento adicional de, no mínimo, 50% do valor da hora ou através do banco de horas.

Sendo assim, verifica-se conformidade da carga horária dos trabalhadores envolvidos com relação as leis trabalhistas que os regem.

4.2 AVALIAÇÃO SOBRE OS FATORES CAPAZES DE INTERFERIR NA REALIZAÇÃO SEGURA DA INSTALAÇÃO

Do ponto de vista dos colaboradores avaliados, a altura (33%) e o risco de choques elétricos (22%) são o que tornam o exercício de sua atividade perigosa, assim como animais peçonhentos, ventos fortes e a instabilidade climática (Figura 9).

Figura 9: Principais riscos enfrentados pelos colaboradores em seu dia a dia



FONTE: Autora (2021)

Outros problemas comuns encontrados na instalação de sistemas fotovoltaicos são os incêndios por sobrecarga e estrutura de telhado que não suportam os módulos. Além dessas situações, no dia a dia do instalador fotovoltaico ele também enfrenta problemas ergonômicos tanto com o carregamento dos módulos de forma inadequada quanto em suas conexões uma vez que passa muito tempo incorretamente agachado.

As informações levantadas condizem com o estudo de Kutara (2016), que especifica alguns riscos (Tabela 6) aos quais os trabalhadores envolvidos com instalações elétricas estão expostos, mesmo em baixas tensões, que podem causar diversos tipos de lesões.

Tabela 6: Riscos em instalações elétricas

RISCOS EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	
Origem elétrica	Choques elétricos e ação de campos magnéticos;
Queda	Consequência de choques e utilização inadequada dos equipamentos de segurança;
Ataque de insetos	Abelhas, formigas, vespas e outros;
Ataque de animais peçonhentos	Cobras, aranhas e outros;
Ocupacional	Ruído, irradiação solar, calor;
Ergonômico	Postura inadequada, pressão psicológica e carga excessiva de trabalho

FONTE: Kurata (2016) adaptado pela autora

Foram pontuados outros fatores internos e externos (Tabela 7) que também são capazes, de acordo com os avaliados em questão, de interferir na saúde do trabalhador e no bom desempenho de sua função.

Tabela 7: Fatores internos e externos que interferem na realização do trabalho

FATORES INTERNOS	FATORES EXTERNOS
Falta de estoque	Acesso ao telhado
Falta de planejamento	Altura do telhado
Pressão psicológica	Clima
	Pessoas próximas ao local de instalação

FONTE: Autora (2021)

- Fatores internos:
 - A falta de estoque atrasa o andamento da instalação, além de aumentar o seu custo uma vez que a venda a varejo do produto supera o valor de atacado;
 - A falta de planejamento causa estresse tanto ao colaborador quanto ao cliente final que precisa se programar para receber a equipe de trabalho em sua residência. Alguns colaboradores relataram que são pegos de surpresa com instalações em outros municípios, tendo que custear alimentação e hospedagem sem aviso prévio;

- Cada instalação deve ser avaliada individualmente. O mesmo sistema fotovoltaico pode ser instalado em períodos de tempos diferentes, o tempo de instalação varia de acordo com o tipo de residência, disponibilidade de equipamento, condições climáticas favoráveis, então se faz necessário o diálogo entre o colaborador e o integrador para que a pressão psicológica voltada a imposição de uma maior agilidade na conclusão da obra sem uma avaliação prévia das condições de realização desta, não venham a atrapalhar o seu desenvolvimento. Trabalhador pressionado = falha iminente.
- Fatores externos:
 - O acesso ao telhado pode ser realizado através de escadas, andaimes, cordas e guincho elétrico. Um módulo fotovoltaico pesa de 20 a 25kg e seu carregamento, de forma errada pode prejudicar a coluna do trabalhador e alguns relataram que sentem dores ao realizar esse tipo de atividade;
 - Quanto mais alto, maior é a velocidade do vento e, também, maior é o risco de queda. Mesmo com a utilização correta dos equipamentos de proteção, o risco é apenas minimizado;
 - Chuva e eletricidade não combinam! Equipamentos elétricos molhados aumentam o risco de choques elétricos. Os módulos fotovoltaicos são conectados em série, o que aumenta sua tensão podendo variar de 200 a 800V;
 - Crianças, animais de estimação e pessoas que passam próximo aos locais de instalação não se atentam ao risco de que algo pode ser derrubado, podendo assim causar danos. Logo, se faz necessário sinalizar o local de instalação para que se tome conhecimento de que existe uma atividade sendo realizada naquele local.

4.3 ANÁLISE DE RISCOS, TREINAMENTO E UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Com a finalidade de melhorar as habilidades e desempenho dos colaboradores na execução das instalações de sistema fotovoltaicos, de maneira

geral, alguns integradores oferecem curso básico de Segurança em instalações elétricas e serviços com eletricidade – NR 10 e Segurança de trabalho em altura – NR 35 com cargas horárias de 40 e 8 horas, respectivamente, e validade de dois anos que deve ser aplicado por um profissional legalmente habilitado. A NR 10 classifica como profissional habilitado aquele que, comprovadamente, concluiu um curso específico para a sua atividade em uma instituição reconhecida pelo Ministério da Educação (MEC) e possui registro ativo no competente conselho de classe.

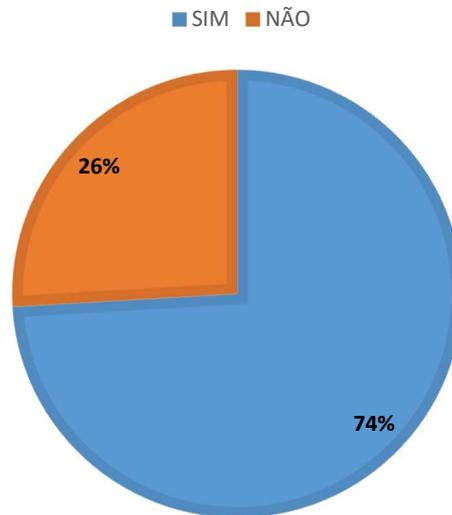
Para casos de acidente de trabalho, o curso básico de NR 10 possui um módulo voltado à primeiros socorros, ainda assim o integrador orienta que o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) ou o Corpo de Bombeiros sejam acionados. Os acidentes de trabalho que ocasionalmente ocorrem estão relacionados a queda e choques elétricos, de acordo com os integradores avaliados que ocorrem devido à má ou não utilização dos equipamentos de proteção.

Tratando-se do treinamento realizado para melhorar o rendimento do trabalhador, alguns avaliados informaram que ainda não tinham passado por esse processo (Figura 10a), enquanto outros que já o realizaram, informaram que mesmo com a aplicação dos cursos de NR10 e NR35, ainda não se sentem confiantes e seguros para realizar seu ofício (Figura 10b).

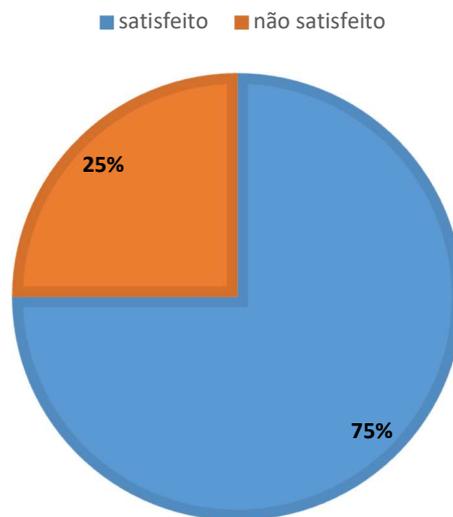
O objetivo principal do treinamento é capacitar o trabalhador oferecendo-lhe a possibilidade de se desenvolver pessoal e organizacionalmente, sendo assim considerado uma das ferramentas de maior valor no processo de gestão de pessoas. De acordo com Chiavenato (2000), o treinamento deve, em um período curto de tempo, preparar o colaborador para exercer uma determinada função e para isso deve ser seguido um programa pré-estabelecido. Quando bem executado, essa atividade aumenta a capacidade do profissional, melhorando também a qualidade do serviço prestado pela empresa.

Figura 10: Aplicação de treinamento aos colaboradores que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos

a) Colaboradores que realizaram treinamento:



b) Satisfação quanto a aplicação do treinamento:



FONTE: Autora, 2021

Os integradores avaliados estão cientes dos riscos enfrentados por seus colaboradores, oferecendo a eles os EPIs (Tabela 8) indispensáveis para garantir a execução segura de suas atividades. A compra e concessão desse equipamento é, segundo a NT 6, de responsabilidade do integrador, assim como sua manutenção e troca periódica.

Tabela 8: Equipamentos de proteção individual disponibilizados pelos integradores de energia solar fotovoltaica avaliados

EPIs DISPONIBILIZADOS	
1. Capacete	2. Botas
	
3. Óculos de proteção	4. Uniforme
	
5. Cinturão com trava quedas e talabarte	
	
6. Luvas	
	

Rocha e Silva (2019) em sua análise normativa de segurança para empresas de energia solar listaram alguns equipamentos essenciais para a realização segura de uma instalação fotovoltaica, são eles:

- **Capacete:** tem a função de proteger quem o utiliza contra possíveis impactos no crânio e choques elétricos. Esses critérios devem ser assegurados pelo fabricante do equipamento;

- **Luvras de proteção:** durante o processo da instalação de um sistema fotovoltaico, as mãos dos trabalhadores ficam em contato direto com situações que podem ofertar risco tanto elétrico quanto mecânico, sendo assim, a utilização de luvas serve para impedir esses possíveis riscos;

- **Manga para proteção do braço e antebraço:** protege quem o utiliza contra choques elétricos e agentes cortantes;

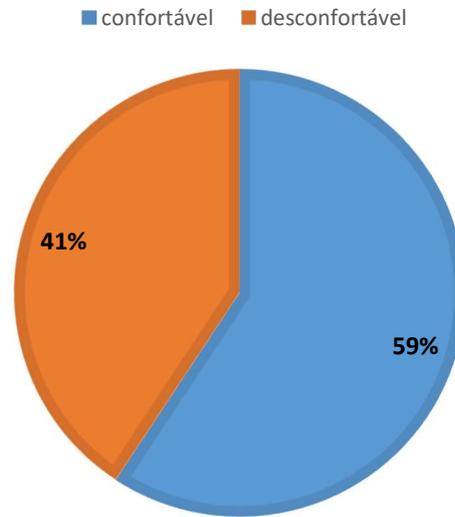
- **Calçados:** devem proteger o trabalhador contra choques elétricos e escorregões;

- **Cinturão de segurança contra riscos de queda:** Devido a exposição à altura deve-se utilizar cinturão com talabarte e trava-quedas.

É notória a correspondência desses itens com os observados na avaliação e devemos deixar claro que protetor solar, por não possuir Certificado de Aprovação, não é considerado um EPI, porém como se trata de uma atividade de intensa exposição a raios solares, sua utilização é indispensável.

Uma etapa importante do treinamento é a orientação quanto a disponibilidade e utilização dos equipamentos de proteção, sejam eles de uso individual ou de uso coletivo, visando minimizar danos em caso de acidentes. Os avaliados em questão têm acesso aos EPIs e conhecem a importância de sua utilização, alguns (41%) até os consideram confortáveis, porém outros alegam que utilizá-los é desconfortável (59%), chegando a atrapalhar a execução de sua função (Figura 11).

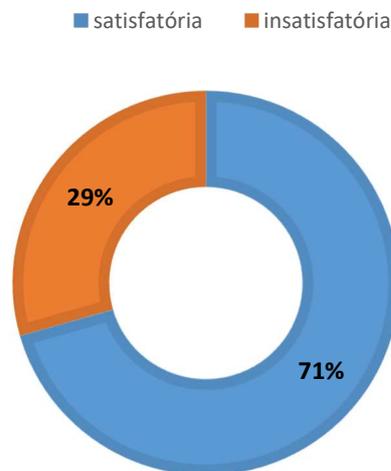
Figura 11: Sentimento do colaborador que atua na instalação de sistemas fotovoltaicos quanto a utilização de EPIs



FONTE: Autora, 2021

Em relação a satisfação dos colaboradores quanto a troca/manutenção dos EPIs, percebeu-se que alguns trabalhadores se mostraram insatisfeitos (29%) alegando que o intervalo de tempo para a troca dos equipamentos é longo visto que devido a atividade por eles exercida ser de constante exposição ao sol faz com que principalmente uniformes e botas se desgastem mais rápido, em contrapartida existem aqueles que se consideram satisfeitos (71%) (Figura 12).

Figura 12: Satisfação dos colaboradores que atuam na instalação de sistemas fotovoltaicos quanto a troca/manutenção dos EPIs



FONTE: Autora, 2021

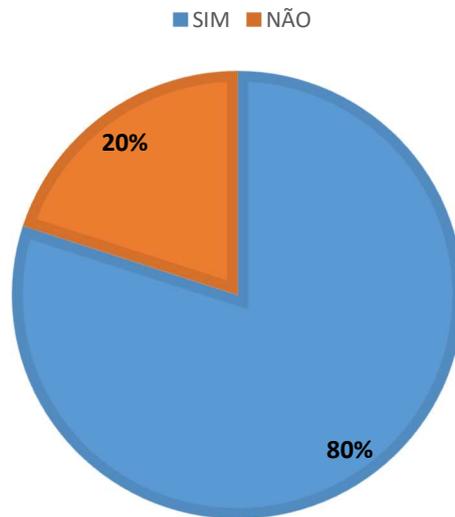
A NR-6 refere-se ao EPI como um equipamento de uso particular capaz de minimizar certos acidentes, além de proteger o colaborador de algumas doenças que podem ser ocasionadas pelo ambiente de trabalho. Lopes Neto e Barreto (1996) salientam que esses equipamentos devem ser utilizados quando as medidas de proteção coletiva não são suficientes para manter a segurança do trabalhador. No entanto acaba acontecendo o contrário e o uso do EPI acaba sendo visto como uma opção prioritária, sem que uma análise global dos riscos seja realizada. Com base nisso, Montenegro e Santana (2012) enfatizam que se deve zelar por um equipamento que seja prático, que proteja bem, e que sejam resistentes e duradouros, além de ter uma boa manutenção. O colaborador é responsável pela higienização e armazenamento de seus equipamentos de proteção, enquanto o empregador deve se responsabilizar pela troca e manutenção deste.

4.4 AVALIAÇÃO DOS INTEGRADORES

Participaram desta pesquisa 5 empresas que atuam no ramo de Energia Solar Fotovoltaica na cidade de Maceió. Todas as empresas avaliadas têm conhecimento com relação aos riscos enfrentados no processo de instalação dos sistemas fotovoltaicos e disponibilizam os equipamentos de proteção coletiva e individual necessários para minimizar estes riscos, garantindo assim a saúde e melhoria da produtividade dos trabalhadores.

Tratando-se de fiscalizar a utilização destes equipamentos nas obras, a maioria das empresas (80%) afirma que existe alguma política de fiscalização/punição para garantir a proteção dos trabalhadores (Figura 13). Esta fiscalização é realizada pelo engenheiro ou técnico responsável pela equipe e todas as ocorrências são repassadas para o empregador e a partir disto, intervenções podem ser realizadas. Apenas uma empresa (20%) admitiu deficiência com relação a este tipo de fiscalização.

Figura 13: Empresas de energia solar avaliadas que realizam a fiscalização quanto a utilização dos EPIs pelos trabalhadores



FONTE: Autora, 2021

Apenas uma empresa registrou a ocorrência de acidentes em suas instalações e alega que o acontecimento ocorreu devido à negligência dos envolvidos “por se tratar de uma atividade simples e rápida de ser concluída o trabalhador subiu no telhado somente de capacete, perdeu o equilíbrio e caiu de uma altura de aproximadamente 5 metros, causando-lhe fratura exposta no braço que após a cirurgia perdeu 5% de sua mobilidade. O responsável pela obra não estava presente no momento do acidente”. A partir desta ocorrência, o empregador promoveu treinamento aos colaboradores e passou a ser mais rigoroso quanto a utilização dos EPIs.

Um dos módulos aplicados na NR 10 é a prestação de primeiros socorros em caso de acidentes. Ainda assim, todas as empresas afirmaram que, em caso de sinistro o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) deve ser acionado para evitar danos maiores aos envolvidos.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou, a compreensão do perfil das empresas de Energia Solar e dos trabalhadores que atuam na instalação destes sistemas, e a partir disso foi possível conhecer os riscos e dificuldades enfrentadas em campo.

Ao analisar os riscos presentes nas instalações de sistemas fotovoltaicos, verificou-se que quedas e choques elétricos são os maiores temores enfrentados pelos trabalhadores. Para minimizar estes riscos, são oferecidos pelos empregadores equipamentos de proteção certificados.

Avaliando a aplicação dos procedimentos de segurança do trabalho em relação às diretrizes das Normas Reguladoras, pode-se observar que as empresas submetidas ao questionário, reconhecem a importância destas normas e promovem aos seus colaboradores treinamento para que eles estejam cientes dos riscos.

Em relação as dificuldades enfrentadas pelos colaboradores na realidade de campo das instalações, percebeu-se que existem alguns fatores internos que refletem bastante no bom desenvolvimento de suas atividades.

Todas as dificuldades acabam girando em torno da deficiência ou até mesmo ausência de fiscalização tanto trabalhista quanto dos conselhos regionais envolvidos. Assim, este trabalho servirá para auxiliar as empresas a se atentarem mais as condições de trabalho oferecidas aos seus colaboradores uma vez que isto reflete diretamente no desempenho e qualidade do serviço representado pela empresa.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Renováveis Corresponderam Por 81% Da Matriz Energética De Alagoas Em 2019**. 2020. Disponível em:

<http://absolar.org.br/noticia/noticiasexternas/renovaveis-corresponderam-por-81-da-matriz-energetica-de-alagoas-em-2019.html#:~:text=Ranking%20de%20GD%20solar,4%20MW%20de%20pot%C3%Aancia%20instalada>. Acesso em: 21 jan. 2021.

ABSOLAR. Energia Solar Fotovoltaica no Brasil – Infográfico ABSOLAR. 2021.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília: ANEEL, 2008.

ANEEL -Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). Unidades Consumidoras Com Geração Distribuída. 2021. Disponível em: <

http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Classe.asp>. Acesso em: 16 jul. 2021.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA. São Paulo: Abracopel, 2020. 72 p.

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

BEZERRA, Francisco Diniz. Energia Solar. **Caderno Setorial ETENE**, n. 5, ed. 110, mar. 2020. Disponível em: https://g20mais20.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/227/2/2020_CDS_110.pdf. Acesso em: 16 jul. 2021.

BP. **BP Statistical Review of World Energy**. June 2018. Disponível em: <<http://www.bp.com>>. Acesso em: 16 jul. 2021.

BRASIL. Lei nº6.367, de 19 de outubro de 1976. Dispõe sobre o seguro de acidentes do trabalho a cargo do INPS e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6367.htm>. Acesso em: 20 jul. 2021.

BRASIL. Lei 8213 de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm>. Acesso em: 26 jan. 2022.

BRASIL, MINISTERIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. Anuário Estatístico da Previdência Social, 2013. Disponível em

<http://www.previdencia.gov.br/estatisticas/aeps-2013-anuario-estatistico-daprevidencia-social-2013/>. Acesso em 22/07/2015.

BRASIL, MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA. Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2026. Brasília: MME/EPE, 2017.

CHIAVENATO, Idalberto. Recursos humanos. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CRESESB - Centro De Referência Para Energia Solar E Eólica Sérgio De Salvo Brito; Energia Solar: Princípios e Aplicações. Tutorial Solar, 2006.

DESSLER, Gary. Administração de Recursos Humanos. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. Geração Distribuída de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp?Cat=gd>. Acesso em: 25 abr. 2021.

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

LOPES NETO, André; BARRETO, Maria de Lourdes. A utilização do EPI neutraliza a Insalubridade. Revista CIPA - Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes. São Paulo: CIPA Publicações, ano xvii, n. 187, 1996. Disponível em: <http://info.ucsal.br/Arquivos/Mono3_0132.pdf>. Acesso em: 5 out. 2021.

MAYNARD, A. Conheça as diferenças entre perigo e risco. Disponível em: <<https://www.anipla.com/docs/fitoflash/flash18.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2021.

Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 06** – Equipamento de Proteção Individual – EPI. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. 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: 16 ago. 2021.

Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 10** – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004. 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-10.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2021.

Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 35** – Trabalho em Altura. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2012. 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-35-nr-35>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

MONTENEGRO, Daiane Silva; SANTANA, Marcos Jorge Almeida. Resistência do Operário ao Uso do Equipamento de Proteção Individual. Disponível em: <<http://professores.unisanta.br/valneo/artigostecnicos/epi.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2021.

PASTORE, José. O custo dos acidentes e doenças do trabalho no Brasil. Disponível em: < https://www.josepastore.com.br/artigos/rt/rt_320.htm>. Acesso em: 26 jan. 2022.

Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Segundo Trimestre de 2020. **Indicadores IBGE**, 28 ago. 2020. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2421/pnact_2020_2tri.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1 de julho de 2020.

RAIS - Relação Anual de Informações Sociais; Perfil ocupacional dosempregados do setor de energia elétrica no Brasil: 1998/2004. Dieese, 2006

ROSA, Antonio Robson Oliveira; GASPARIN, Fabiano Perin. PANORAMA DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL. **Revista Brasileira de Energia Solar**, ano 7, v. VII, n. 2, p. 140-147, 20 dez. 2016. Disponível em: <https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/157/155>. Acesso em: 16 jul. 2021.

SENAI. AL. Manual Básico de Segurança e Higiene do Trabalho. Maceió, 2004. 43p.

SILVA, Kaelly de Freitas; ROCHA, Fabíola Luana Maia. PANÁLISE NORMATIVA DE SEGURANÇA: ESPECIFICAÇÕES PARA EMPRESAS DE ENERGIA SOLAR. I **congresso internacional de meio ambiente e sociedade**, 20 nov. 2019. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO_EV133_MD1_SA50_ID2389_07112019211900.pdf. Acesso em: 1 out. 2021.

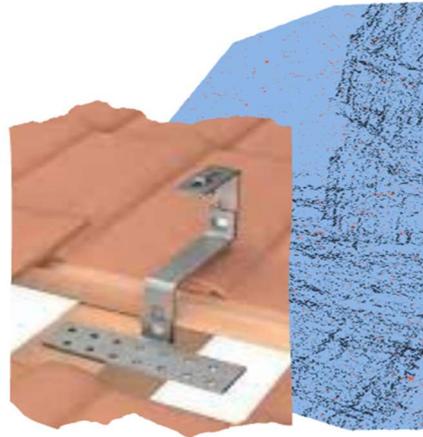
APÊNDICES

APÊNDICE A – INFOGRÁFICO DAS ATIVIDADES REALIZADAS PELOS INSTALADORES FOTOVOLTAICOS

Atividades realizadas pelos instaladores fotovoltaicos:

1 Instalação dos suportes nos telhados

Em telhados de barro, as telhas são removidas nos lugares certos, de acordo com o layout dos módulos, e os “ganchos” são parafusados nestes pontos provendo a base de fixação do sistema. Quando trata-se de telhados metálicos, a instalação é mais simples e o suporte é parafusado através da própria telha metálica provendo segurança e proteção contra infiltrações;



2 Instalação dos trilhos

Os trilhos, que normalmente são fabricados em alumínio, são feitos para encaixar perfeitamente nos suportes e prover um local perfeito para prender os módulos fotovoltaicos;

3 Instalação dos módulos nos trilhos e conexão dos cabos

Após a fixação dos trilhos, os módulos podem ser devidamente instalados e seus cabos conectados;



4 Conectar os módulos no inversor e instalar o inversor na rede elétrica

Parte final da instalação. Normalmente realizada por um electricista. Somente após a conexão e aprovação do sistema pela concessionária é que a economia na fatura de energia começa a ser realizada.

Parte final da instalação. Normalmente realizada por um electricista. Somente após a conexão e aprovação do sistema pela concessionária é que a economia na fatura de energia começa a ser realizada.



APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO (EMPRESA)



QUESTIONÁRIO - empresa

Este questionário refere-se a uma pesquisa quali-quantitativa necessária para a elaboração de um trabalho de conclusão de curso intitulado: ANÁLISE DOS RISCOS DE ACIDENTES EM INSTALAÇÕES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS DE MACEIÓ - AL.

Empresa/ Responsável *

Sua resposta

Qual o ano de fundação dessa empresa? *

Sua resposta

Qual o tipo de serviço oferecido? *

Sua resposta

Quantos colaboradores são responsáveis pela execução da instalação dos sistemas fotovoltaicos? *

Sua resposta

A empresa está ciente dos riscos que seus colaboradores enfrentam na execução do serviço? *

- Sim
 Não

A empresa disponibiliza os EPIs e EPCs necessários para minimizar esses riscos? Se sim, quais? *

Sua resposta

É aplicado algum tipo de treinamento para preparar os colaboradores para a execução do serviço? *

- sim
 Não

É realizado algum tipo de fiscalização quanto ao uso dos equipamentos de proteção? *

- Sim
 Não

Em caso de acidente, quais os procedimentos/assistência dada aos colaboradores? *

Sua resposta

Já foi registrado algum tipo de acidente na empresa? Se sim, qual foi o acidente? *

Sua resposta

Enviar

Página 1 de 1

Limpar formulário

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO (COLABORADORES)



QUESTIONÁRIO - colaboradores

Este questionário refere-se a uma pesquisa quali-quantitativa necessária para a elaboração de um trabalho de conclusão de curso intitulado ANÁLISE DOS RISCOS DE ACIDENTES EM INSTALAÇÕES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS DE MACEIÓ - AL

Empresa *

Sua resposta

Idade do colaborador: *

Sua resposta

Qual seu nível de escolaridade? *

Escolher

Que tipo de atividade você executa na empresa? Há quanto tempo você está nessa função? *

Sua resposta

Qual o seu nível de satisfação quanto a função que executa? *

Escolher

Qual a sua jornada de trabalho? Você realiza horas extras? Se sim, em que frequência? *

Sua resposta

A empresa proporcionou algum tipo de treinamento para que você pudesse executar sua função com segurança? *

- Sim
 Não

Se sua empresa aplicou algum tipo de treinamento, você considera que foi o suficiente para a boa execução do serviço?

- Sim
 Não
 Talvez

Há quanto tempo você trabalha com energia solar? *

Escolher

Qual a atividade mais cansativa que você já executou? *

Sua resposta

Quais fatores INTERNOS mais interferem no seu trabalho? *

Sua resposta

Quais os fatores EXTERNOS mais interferem no seu trabalho? *

Sua resposta

Qual é a atividade mais perigosa que você executa? *

Sua resposta

Quais riscos você se sente exposto no seu dia a dia de trabalho? *

Sua resposta

A empresa disponibiliza os EPIs e EPCs necessários para a realização do serviço? Se sim, quais? *

Sua resposta

Você se sente desconfortável ao usar o EPI? *

- sim
 Não

A reposição (troca/manutenção) dos EPIs é: *

Escolher

Você já sofreu, presenciou ou conhece algum colega da sua área que sofreu algum tipo de acidente de trabalho? Se sim, comente resumidamente a situação. *

Sua resposta

Enviar

Página 1 de 1

Limpar formulário