



Riscos e medidas de proteção contra incêndios em equipamentos de sistemas fotovoltaicos: a perspectiva da regulamentação técnica

Pedro Costa

Analista da Divisão de Verificação e Estudos Técnico-Científicos (Divet)
Diretoria de Avaliação da Conformidade (Dconf)

06 de julho de 2022 – Audiência Pública

1

A tecnologia fotovoltaica é uma fonte confiável e segura para geração de energia elétrica.

De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA):

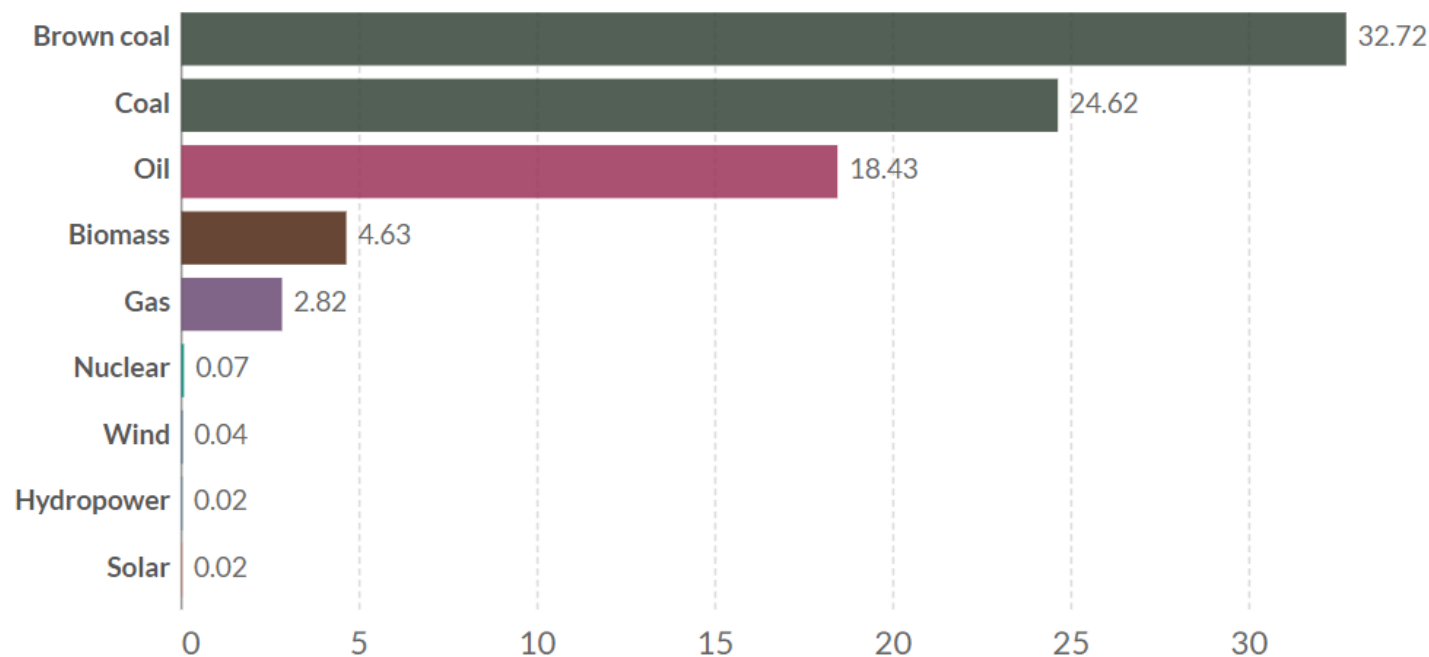
“Os componentes dos sistemas fotovoltaicos passam por rigorosos protocolos de testes de segurança e confiabilidade durante a fabricação e cumprem os requisitos de segurança elétrica estabelecidos por vários códigos e normas. Sob as condições normais de operação, e se instalados e mantidos por pessoal treinado, conforme exigido pelos códigos elétricos, esses sistemas não representam riscos à saúde, à segurança ou ao meio ambiente”.

(Report IEA-PVPS T12-09:2017)

Death rates per unit of electricity production

Death rates are measured based on deaths from accidents and air pollution per terawatt-hour (TWh) of electricity.

Our World
in Data



Source: Markandya & Wilkinson (2007); Sovacool et al. (2016)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

2

A incidência de incêndios é aparentemente baixa.



ALEMANHA (2011-2013)

430 incêndios
 220 causas externas
 210 causas originárias FV
 (48%)
 1,3 milhão de sistemas FV
 0,016%

(Fraunhofer, 2018)



ITÁLIA (2014)

1600 incêndios
 590000 sistemas FV
 0,27%
 (Cancelliere, 2014)



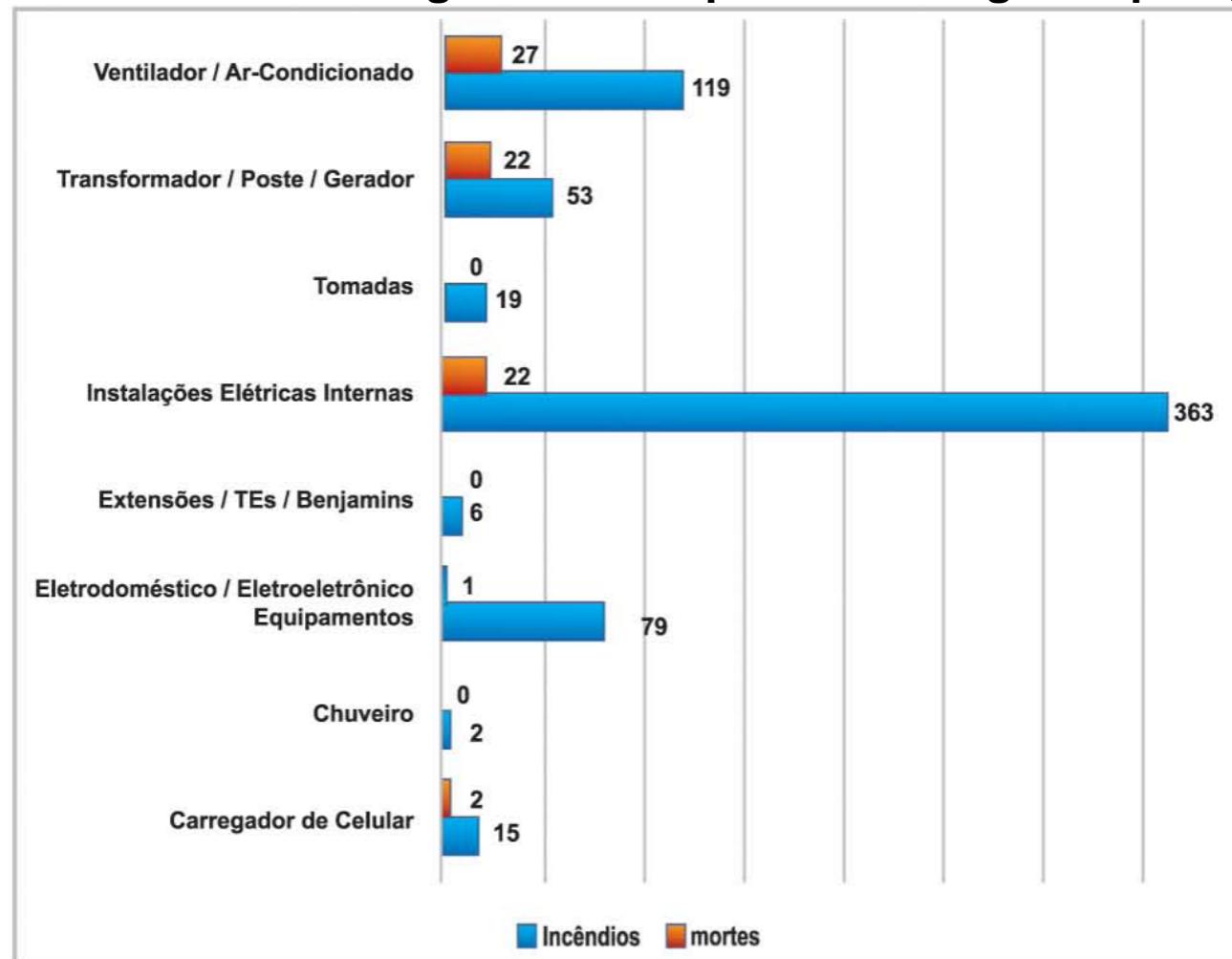
JAPÃO (2008-2017)

127 incidentes
 2.400.000 sistemas FV
 0,005%

(Consumer Safety Investigation Commission of Japan, 2019)

Embora raros, os incêndios tem sido registrados em diversos países, podendo causar acidentes graves e prejuízos significativos, demandando um esforço coletivo para mitigação dos riscos.

Incêndios de origem elétrica por sobrecarga – Tipologia



(Abracopel, 2020)

3

Em momentos de crescimento acentuado e acelerado, pode haver gargalos em nas etapas de projeto e instalação, atuação de profissionais sem qualificação, utilização de produtos de baixa qualidade, propiciando uma **queda na qualidade das instalações e aumento dos riscos**.

Como foi observado na Alemanha nos anos 2000:

“A Lei de Venda de Eletricidade à Rede (StrEG) e a Lei de Fontes Renováveis de Energia (EEG) levaram a um boom na instalação de sistemas fotovoltaicos na Alemanha, particularmente entre os anos de 2005 a 2012.

A potência instalada das usinas de energia solar cresceu mais de 60% anualmente entre 2007 e 2010.

Em 2006, casos isolados de arcos elétricos e sua extensão para construções de telhados já puderam ser observados.

Em 2008 e 2009, os relatórios sobre incêndios de componentes fotovoltaicos aumentaram em frequência.

Em junho de 2009, o sistema fotovoltaico de telhado mais potente do mundo em Bürstadt (Hesse) pega fogo e atrai grande atenção da mídia, tornando-se um tópico quente”. (Fraunhofer, 2018).



4

Dados e análises empíricas são muito relevantes. Podemos aprender com dados e experiências de outros países, para entender melhor o problema, evitar repetir erros e adaptar boas práticas. Mas precisamos conhecer melhor a realidade do nosso mercado e das nossas instalações fotovoltaicas.



ALEMANHA

430 casos

50%

causa

220 causas externas

210 causas originárias (48%)

1,3 milhão de sistemas FV

0,016%

(Fraunhofer, 2018)

Baixa incidência



ALEMANHA

103 casos

Erros de

Projeto e

Instalação

36 Falhas de produtos

18 Erros de projeto

39 Falhas de instalação

10 Fatores externos

(Fraunhofer, 2018)



ALEMANHA

210 casos

Telhados

91% Montados nos telhados

10% Integrados nos Telhados

1% Fachadas

14% Telhado plano

24% Independentes

(Fraunhofer, 2018)



ALEMANHA

210 casos

59 Dano no componente

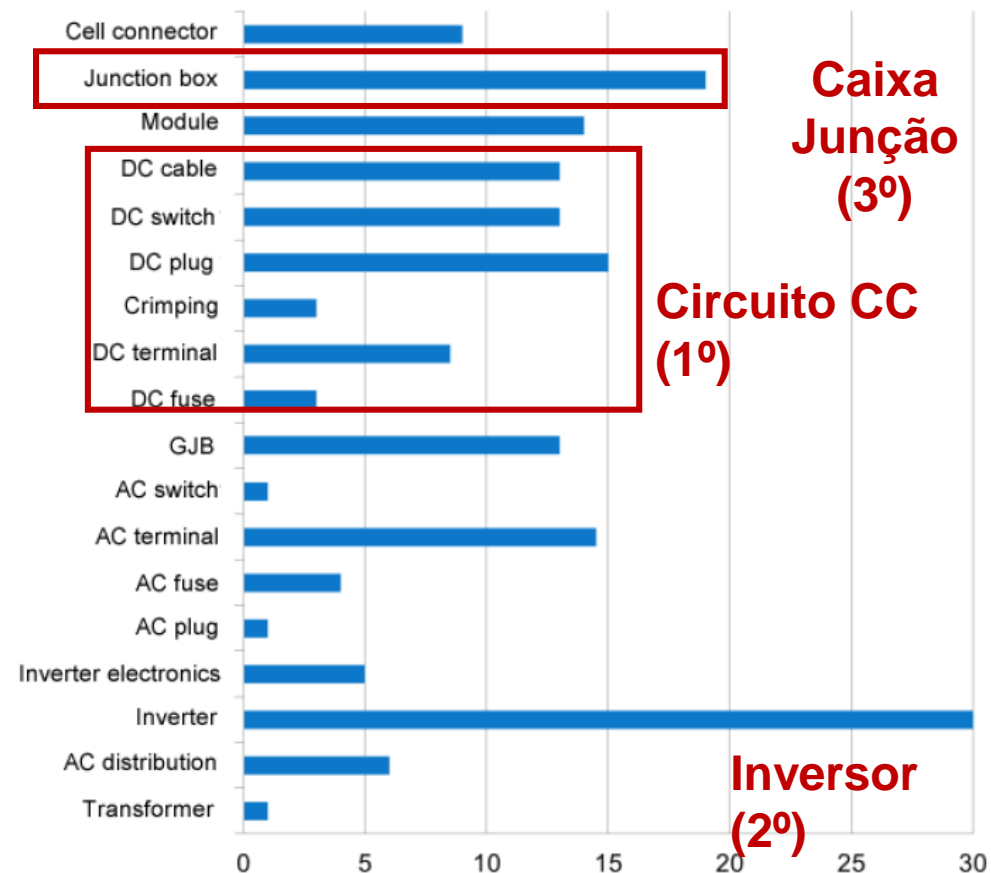
75 Dano no sistema FV

67 Dano na edificação

12 Edificação incendiada

(Fraunhofer, 2018)

174 casos de defeitos nos produtos



4

Dados e análises empíricas são muito relevantes. Podemos aprender com dados e experiências de outros países, para entender melhor o problema, evitar repetir erros e adaptar boas práticas. Mas precisamos conhecer melhor a realidade do nosso mercado e das nossas instalações fotovoltaicas.



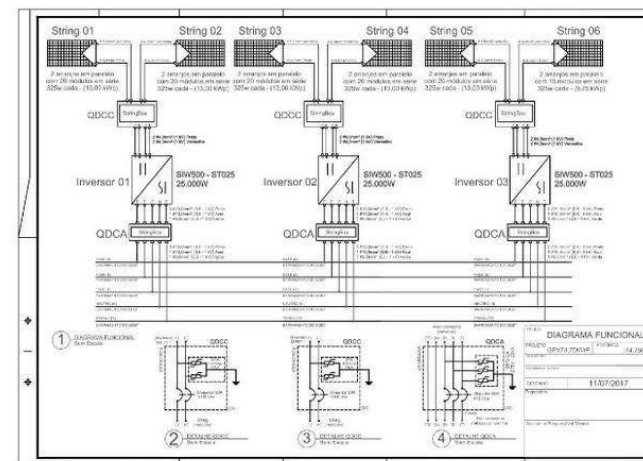
BRASIL

- Quantos incêndios relacionados à sistemas FV?
 - Qual a frequência anual, na série histórica?
 - Quais os tipos de sistemas FV envolvidos?
 - Qual a idade dos sistemas?
 - Quais as causas?
 - Qual o componente causador?
 - Quais os danos causados?
- Qual a proporção em relação ao total de sistemas?

FONTES DE RISCOS DE INCÊNDIOS EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



Falhas de Equipamentos



Falhas de Projeto e Dimensionamento dos Sistemas



Falhas na Instalação / Execução do Projeto

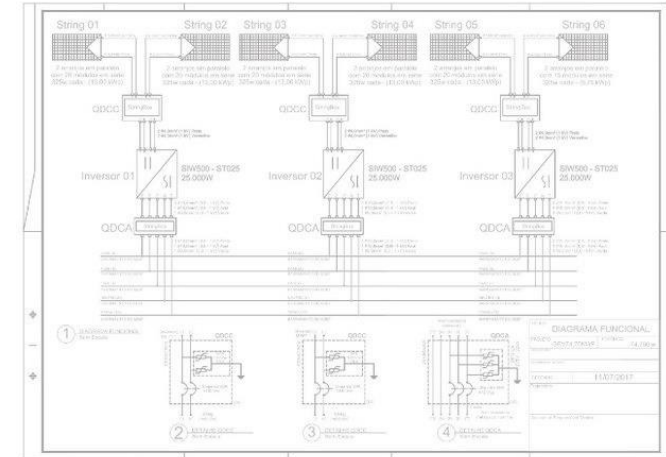


Problemas de Operação e de Manutenção

FONTES DE RISCOS DE INCÊNDIOS EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



Falhas de Equipamentos



Falhas de Projeto e Dimensionamento dos Sistemas

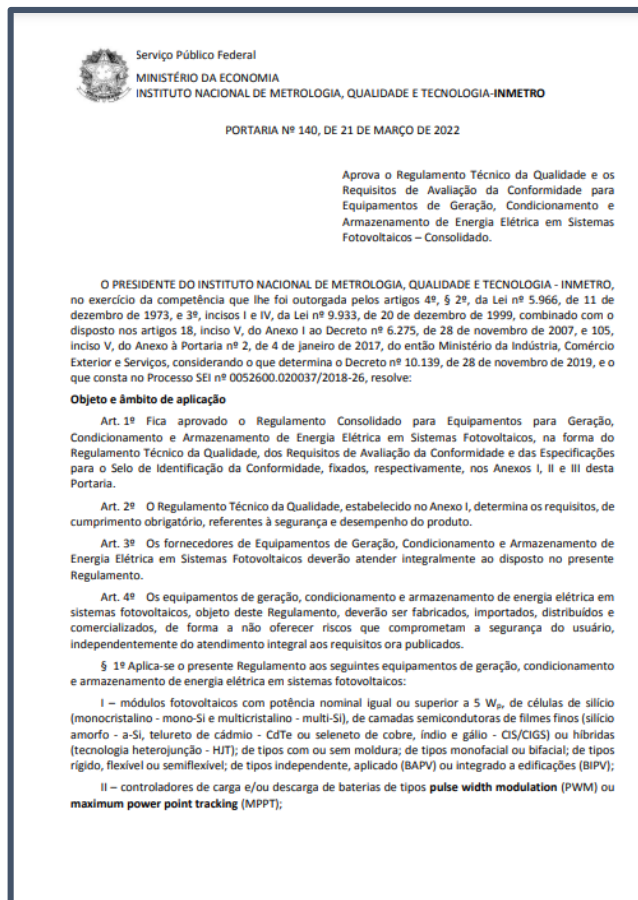


Falhas na Instalação / Execução do Projeto



Problemas de Operação e de Manutenção

Portaria Inmetro n. 140/2022



1

Proteger o mercado nacional de produtos inseguros e de baixo desempenho.

2

Apoiar a expansão da geração distribuída fotovoltaica com uso dos mecanismos da avaliação da conformidade.

3

Prover informações úteis aos usuários por meio de requisitos de marcações obrigatórias, manual de instruções e etiquetagem de produtos.

REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA - DESIGN



Portaria



Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ)



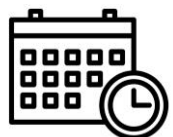
Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC)



Anexos Específicos A, B, C, D, E, F



Selos



Prazos



Registro



Requisitos Técnicos



Declaração da conformidade do fornecedor



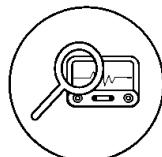
Ensaios



Etiquetagem



Controle de importações



Vigilância de mercado

MÓDULOS



Acima de 5 W
SILÍCIO CRISTALINO
FILMES FINOS
HETEROJUNÇÃO

INVERSORES



Até 75 kW
OFF-GRID
ON-GRID
ON-GRID COM BATERIAS

BATERIAS



Chumbo-ácido
Alcalinas (níquel-cádmio)
Lítio
Outras tecnologias
eletroquímicas

CONTROLADORES



PWM
MPPT



Os equipamentos devem oferecer **segurança** aos usuários e às instalações quanto aos **riscos elétricos, mecânicos** e de **incêndios**.



Falhas do equipamento	Causas da falha	Previsão no Regulamento
Pontos quentes - Hotspots	Sombreamento parcial, sujidades, células trincadas, descasamento – mismatch, fonte externa de calor	- Inspeção visual - Não está previsto requisito ou ensaio específico
Arco interno no módulo	Mau contato, corrosão nas conexões das células, degradação do módulo	- Inspeção visual - Não está previsto requisito ou ensaio específico
Arco elétrico à terra	Falhas de isolamento	Previsto (requisito e ensaio) - Isolamento à seco - Isolamento úmido
Superaquecimento ou arco na caixa de conexão	Mal contato, corrosão, diodo de by-pass mal dimensionado, dissipação térmica insuficiente	Não está previsto requisito ou ensaio específico
Corrente reversa	Sombreamento, sujidades, tensão inferior entre módulos de uma string	Não está previsto requisito ou ensaio específico
Baixa resistência ao fogo do módulo	Ignição do módulo	Não está previsto requisito ou ensaio específico

FALHAS DE EQUIPAMENTOS - INVERSORES



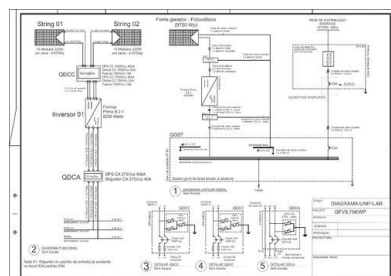
Risco	Causas	Requisito Regulamento
Arco elétrico em série	Mal contato de conector ou cabo	Previsto (requisito) - Classificação de existência de dispositivo de proteção - Parâmetro de funcionamento do dispositivo de proteção
Corrente de fuga excessiva	Inversor intrinsecamente gera corrente de modo comum, em valor maior que o crítico (300 mA)	Previsto (requisito e ensaio) - Detector de perda da resistência de isolamento - Detector e interruptor de corrente de fuga excessiva
Sobreaquecimento	Equipamento sobreaquece acima dos valores admitidos nas especificações	Não está previsto
Surto elétrico	Descarga atmosférica, inexistência de dispositivos de proteção	Não está previsto



Risco	Causas	Requisito Regulamento
Reação exotérmica (termal runaway)	Sobrecarga, temperaturas muito elevadas, ultrapassada temperatura de autoignição	Previsto (requisito e ensaio) - Exigência BMS - Ensaios operação do BMS
Curto-circuitose incêndio	Descarga excessiva, temperaturas muito frias	Não previsto.

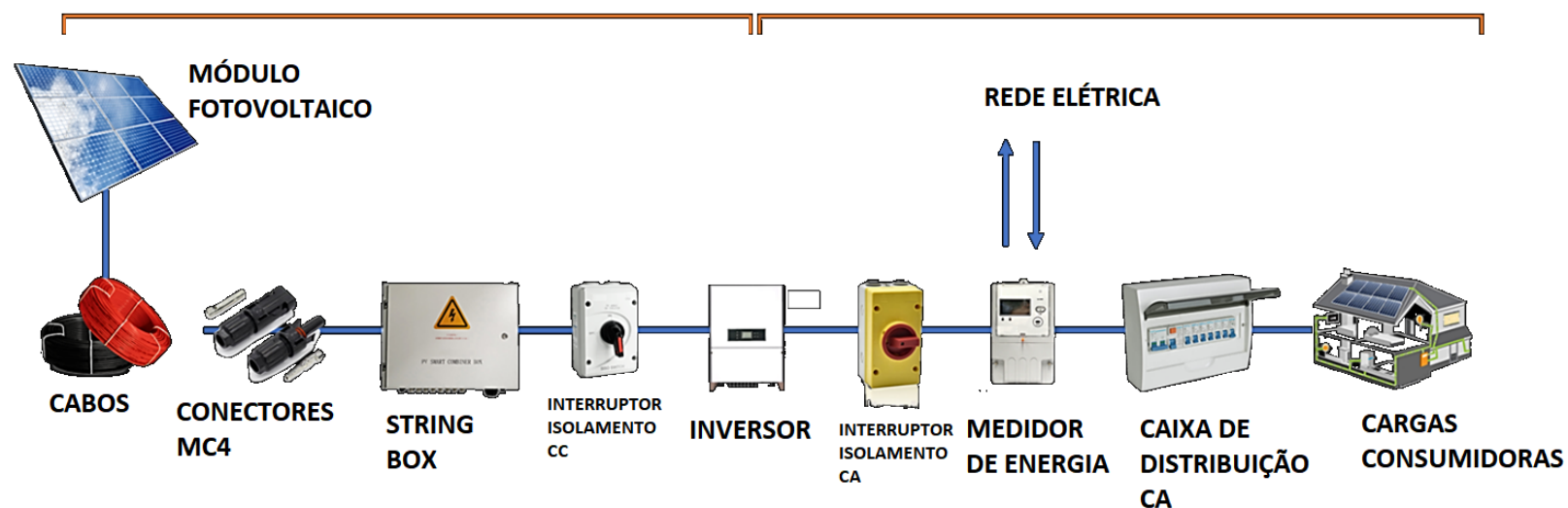
OS INCÊNDIOS FOTOVOLTAICOS

Os incêndios envolvendo sistemas fotovoltaicos são fenômenos complexos e multifacetados que geralmente envolvem várias causas e efeitos.



CORRENTE CONTÍNUA - CC

CORRENTE ALTERNADA - CA

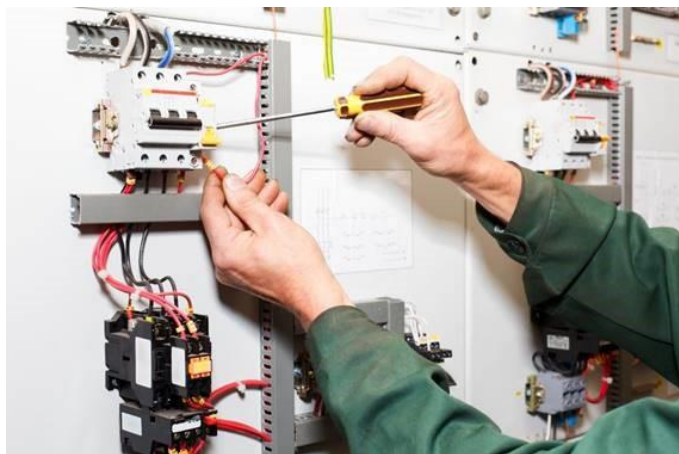


O REGULAMENTO NÃO ABRANGE:

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



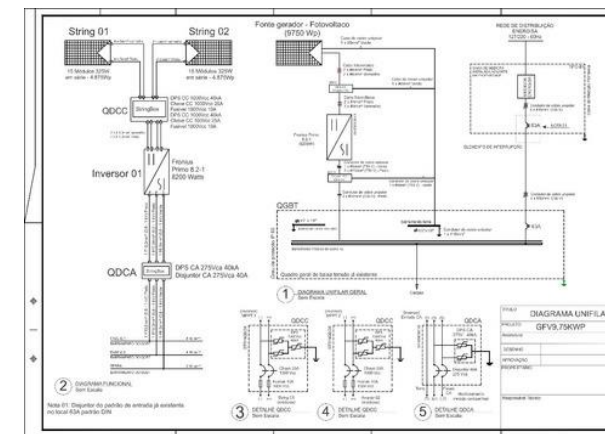
INSTALAÇÃO ELÉTRICA FOTOVOLTAICA



CABOS CONECTORES DISJUNTORES OTIMIZADORES ESTRUTURAS DE MONTAGEM



PROFISSIONAIS PROJETO INSTALAÇÃO COMISSIONAMENTO



REUNIÕES TÉCNICAS



REUNIÕES TÉCNICAS



REUNIÕES TÉCNICAS

Bem-vindos(as)!

Que tenhamos um ótimo dia

Reunião Técnica

RISCOS E MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS EM EQUIPAMENTOS E SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

O que é esse quadro ?

Um quadro de feedback para que possamos compreender a que estágio de risco, temos e como lidar com os riscos que nos afetam, visando a identificação, por meio de uma análise SWOT.

Quando este quadro é usado, garante-se que todos participam ativamente e a importância de registar suas percepções de risco, que, ao final do primeiro dia, permitem compreender o que a prioridade real é para cada participante.

Como usar ?

Este quadro é usado para identificar, analisar, tratar e monitorar os riscos. Para isso, os participantes devem preencher o quadro com as seguintes informações:

1. **Fonte de risco e causas de incidência:** registre aqui sua percepção, observando a origem do risco e o tipo de evento.
2. **Temas divididos sobre o tema:** registre aqui sua percepção, observando a origem do risco e o tipo de evento.
3. **Medidas de prevenção e tratamento:** registre aqui sua percepção, observando a origem do risco e o tipo de evento.

Este quadro é usado para identificar, analisar, tratar e monitorar os riscos. Para isso, os participantes devem preencher o quadro com as seguintes informações:

Acordos

1. Identificar os responsáveis que serão responsáveis por cada risco.
2. Definir o prazo para a implementação das medidas.

Dentre as fontes de risco e causas identificadas durante nosso encontro:

- 1) Como podemos agrupá-los em temas?
- 2) O que podemos resolver imediatamente com uma melhor prática?
- 3) O que já existe soluções possíveis, e precisaremos recorrer a especialistas para analisarmos qual a melhor opção?
- 4) O que não possui solução conhecida e requererá testes, sondagem e experimentações?
- 5) O que é urgente e crítico, requerendo ação imediata independente de análise ou melhores práticas?
- 6) Há alguma medida de prevenção e tratamento que possa ser aplicada?



1) Levantamento de dados e análise de riscos sistemática

- Entendimento do problema, abordagem técnica
- Subsídios para tomada de decisões

2) Aprimoramentos na regulamentação técnica

- Inclusão da obrigatoriedade de dispositivo de proteção contra arcos elétricos
- Avaliação da conformidade para cabos e conectores
- Avaliação da conformidade para instalações fotovoltaicas

3) Grupo de trabalho envolvendo setor produtivo, especialistas e corpo de bombeiros

- Elaboração de guias e recomendações
- Treinamento e capacitação dos profissionais de combate a incêndios

4) Programas setoriais da qualidade

- Qualidade das instalações fotovoltaicas
- Cabos e conectores

5) Desenvolvimento de novas normas técnicas

6) Guia de boas práticas para segurança dos sistemas fotovoltaicos



NOSSA MISSÃO

Prover a **infraestrutura da qualidade** para viabilizar soluções que **adicionem confiança, qualidade e competitividade** aos **produtos e serviços** disponibilizados pelas organizações brasileiras, em prol da **prosperidade econômica e bem-estar da nossa sociedade**.



INMETRO

Ouvidoria: 0800 285 1818



inmetro.gov.br



linkedin.com/company/inmetro



instagram.com/inmetro_oficial



facebook.com/Inmetro



youtube.com/tvinmetro



twitter.com/Inmetro



slideshare.net/inmetro



flickr.com/inmetro



INMETRO

SECRETARIA ESPECIAL DE
PRODUTIVIDADE, EMPREGO E
COMPETITIVIDADE

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

ARAM, Monireh et al. A state-of-the-art review of fire safety of photovoltaic systems in buildings. **Journal of Cleaner Production**, v. 308, p. 127239, 2021.

LAUKAMP, Hermann et al. PV fire hazard-analysis and assessment of fire incidents. **26th EUPVSEC**, 2013.

LU, Shibo; PHUNG, B. T.; ZHANG, Daming. A comprehensive review on DC arc faults and their diagnosis methods in photovoltaic systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 89, p. 88-98, 2018.

NAMIKAWA, Shohei et al. Photovoltaics and firefighters' operations: best practices in selected countries. National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States), 2017.

RAMALI, Mohd Rashid et al. A Review on Safety Practices for Firefighters During Photovoltaic (PV) Fire. **Fire Technology**, p. 1-24, 2022.

SEPANSKI, Annet et al. Assessing fire risks in photovoltaic systems and developing safety concepts for risk minimization. **Report by US Department of Energy, Solar Energy Technologies Office (June, 2018)**, 2018.