



**SINDISTAL**

Sindicato da Indústria de Instalações Elétricas, Gás,  
Hidráulicas e Sanitárias do Estado do Rio de Janeiro

# Segurança e Normatização de Projetos Elétricos Fotovoltaicos

# Eng. Felipe Campos

Engenheiro Eletricista formado pela Universidade Estácio de Sá, pós graduado pela FGV em Gestão de Projetos e MBA Executivo pela Universidade da Califórnia em Irvine – EUA.

Experiência de 20 anos nas áreas técnica e gestão de projetos, atuou durante 7 anos e 4 meses na Mineradora Vale do Rio Doce, sendo 3 anos em Moçambique na construção do Porto de Nacala, província de Nampula.

Sócio Diretor da Empresa LIGHTCOM BRASIL, atua desde 2016 no setor de Energias Renováveis com foco em Energia Solar Fotovoltaica sendo integrador WEG no Rio de Janeiro.



# Abordagem

## Segurança e Normatização de Instalações Elétricas Fotovoltaicas

- Segurança nas instalações fotovoltaicas;
- Segurança dos profissionais na instalação;
- Normas aplicadas a projeto fotovoltaico.

# Segurança elétrica das instalações

O que se deve levar em consideração quando se trata de segurança nas instalações fotovoltaicas?



SAIBA O QUE  
**CHECAR**

ANTES DE INICIAR  
UMA INSTALAÇÃO  
FOTOVOLTAICA

# Segurança nas instalações fotovoltaicas



Segurança Elétrica

Segurança Mecânica



# Segurança elétrica das instalações



Instalação elétrica existente



# Segurança elétrica das instalações

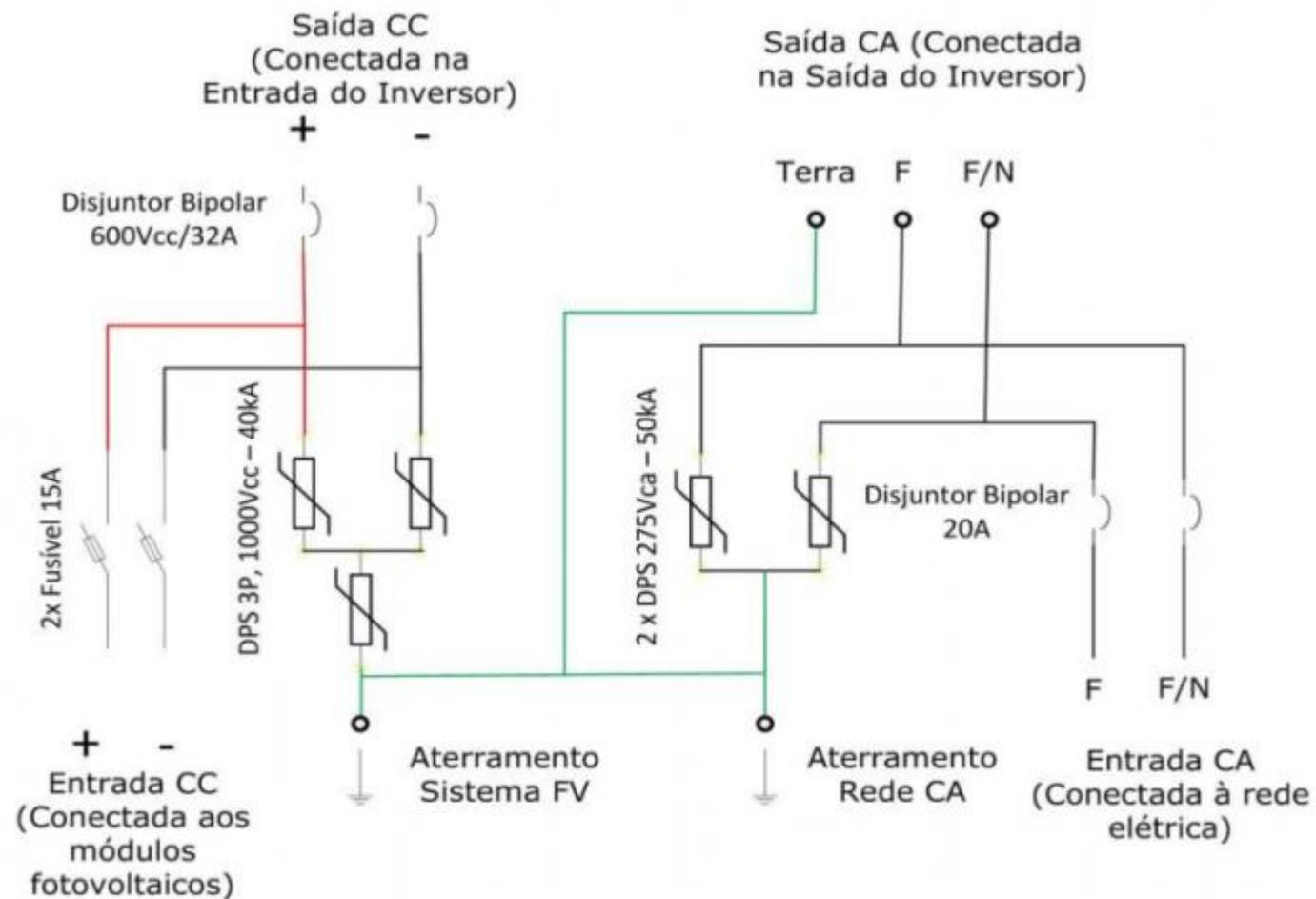


Aterramento existente



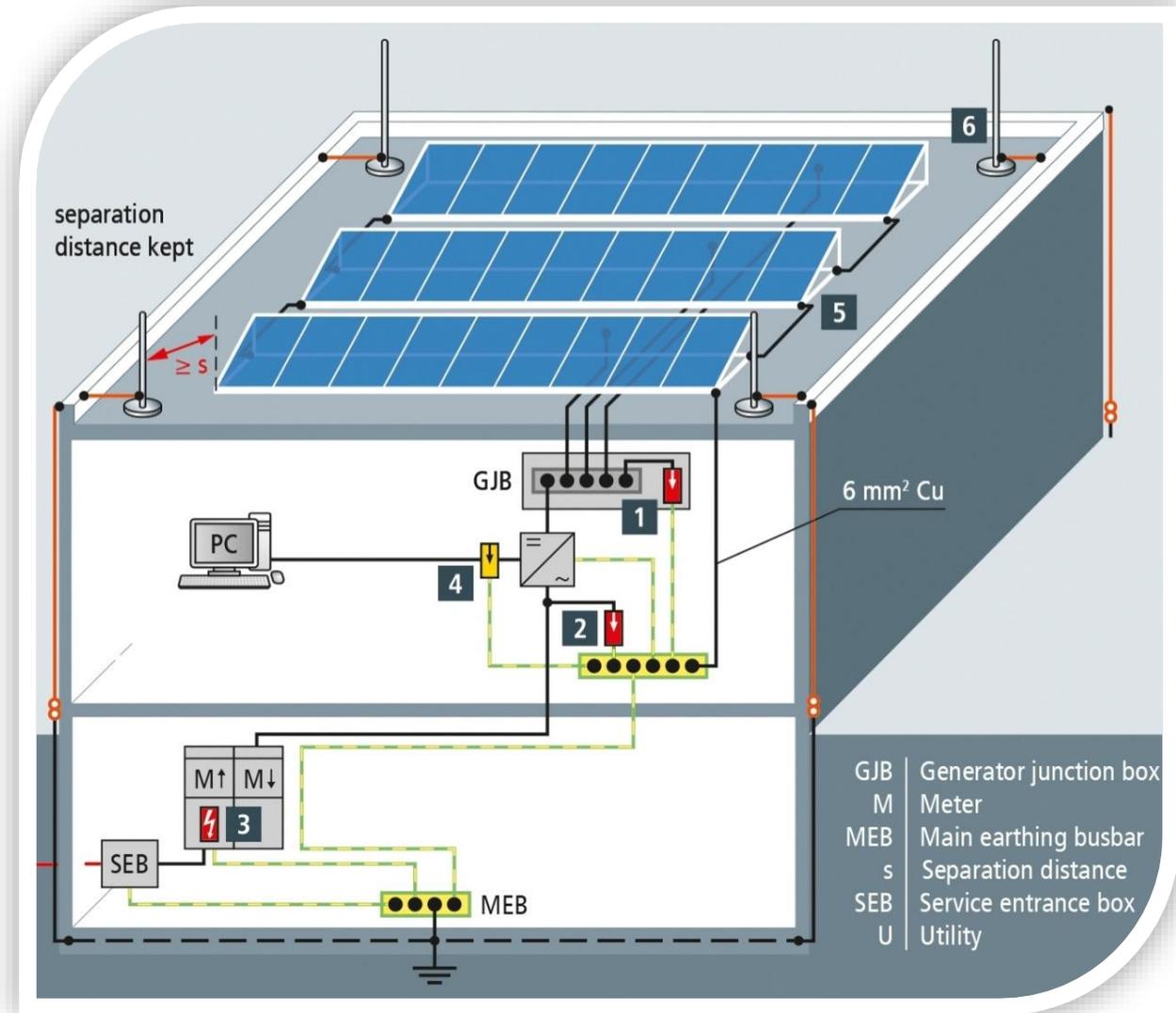
Norma de aterramento: NBR 5410 – Item: 4.2.2.2

# Utilização de DPS na parte CC e CA



# Proteções CC e CA

- Aterramento das estruturas distintos do aterramento do para raio;
- DPS lado CC e lado CA;
- Fusível de proteção CC;
- Disjuntor de proteção CA;
- Equipotencialização dos aterramentos.



## Segurança mecânica das instalações – Estrutura do telhado



Estrutura do telhado onde  
será instalada as placas



# Segurança mecânica das instalações – Ventos fortes



Incidência de ventos fortes



# Segurança pessoal – EPI e EPC



# Segurança pessoal – EPI e EPC



# Segurança pessoal – EPI e EPC



# Segurança pessoal – EPI e EPC



## Segurança pessoal – Utilização da ferramenta correta



<https://youtu.be/LyldbJ3LuOI>

# Segurança da instalação – Utilização das ferramentas corretas



Alicate de crimpar conector MC4

Kit ferramentas

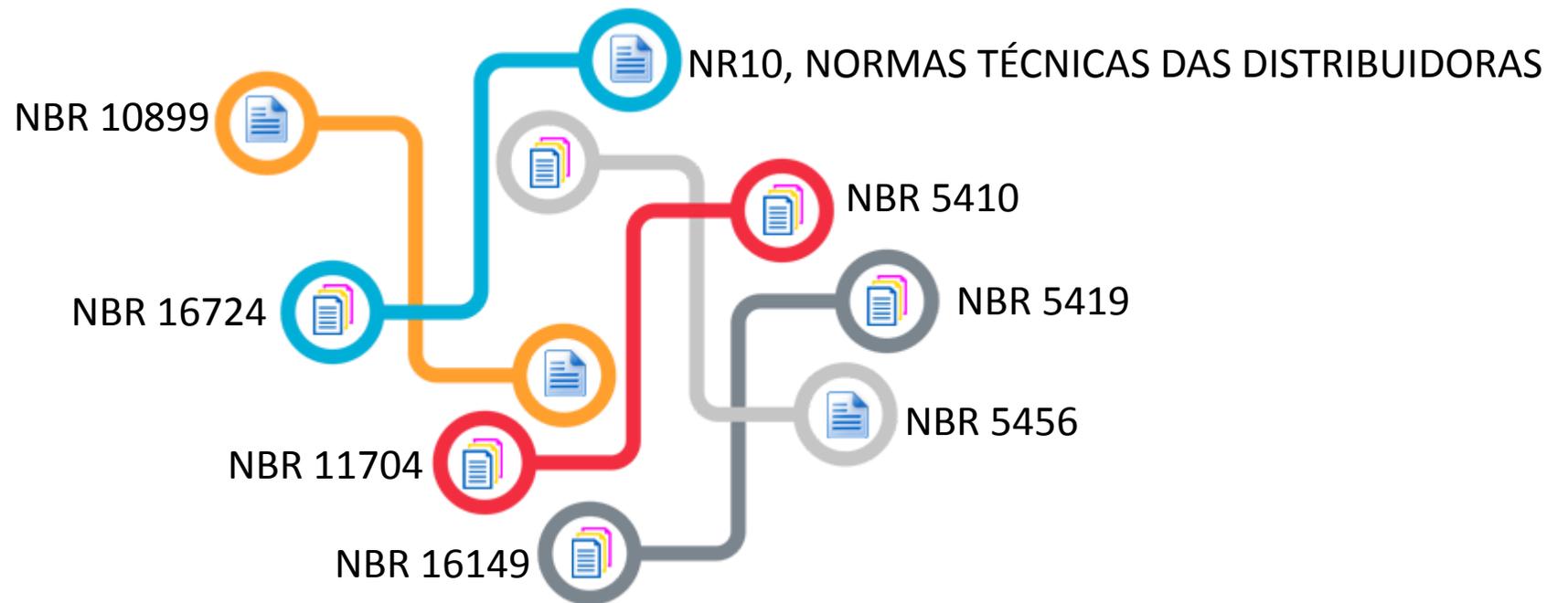


Conector MC4

# Segurança da instalação – Utilização de equipamentos de confiança



# Normatização de Projetos Fotovoltaicos



# Normas fotovoltaicas em vigor

NORMA	TÍTULO	EDIÇÃO
NBR 16612	CABOS DE POTÊNCIA PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS, NÃO HALOGENADOS, ISOLADOS, COM COBERTURA, PARA TENSÃO DE ATÉ 1,8 kV C.C. ENTRE CONDUTORES – REQUISITOS DE DESEMPENHO	2017
NBR 16274	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE - REQUISITOS MÍNIMOS PARA DOCUMENTAÇÃO, ENSAIOS DE COMISSONAMENTO, INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	2014
NBR 16150	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (FV) - CARACTERÍSTICAS DA INTERFACE DE CONEXÃO COM A REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO - PROCEDIMENTO DE ENSAIO DE CONFORMIDADE	2013
NBR 16149	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (FV) - CARACTERÍSTICAS DA INTERFACE DE CONEXÃO COM A REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO	2013
NBR 10899	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA - TERMINOLOGIA	2013
NBR IEC 62116	PROCEDIMENTO DE ENSAIO DE ANTI-ILHAMENTO PARA INVERSORES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA	2012
NBR 11704	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS - CLASSIFICAÇÃO	2008
NBR 14200	ACUMULADOR CHUMBO-ÁCIDO ESTACIONÁRIO VENTILADO PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS - ENSAIOS	1998

# Novas normas – Projetos em desenvolvimento

TEXTO BASE	TÍTULO	TIPO
003:082.001-006	Titulo provisório – Sistema Fotovoltaicos (FV) – Características e desenvolvimentos de ensaio de equipamentos com gerenciamento de baterias e interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.	Inversores Híbridos
003:082.001-007	Titulo provisório – Sistemas Fotovoltaicos (FV) – Condicionadores de potência – Procedimento para medir a eficiência.	
CE-003:064.001	Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos - Requisitos de Projeto	

# NBR 16612 – CABOS DE POTÊNCIA PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS, NÃO HALOGENADOS, ISOLADOS, COM COBERTURA, PARA TENSÃO DE ATÉ 1,8 kV C.C. ENTRE CONDUTORES – REQUISITOS DE DESEMPENHO

## 1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos mínimos para a qualificação e aceitação de cabos singelos de condutor flexível para uso em corrente contínua em instalações de energia fotovoltaica, com tensão contínua máxima de 1,8 kV C.C. entre condutores e entre condutores e terra.

# NBR 16274 – Sistemas fotovoltaicos conectados a rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho

## 1 Escopo

Esta Norma estabelece as informações e a documentação mínimas que devem ser compiladas após a instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede. Também descreve a documentação, os ensaios de comissionamento e os critérios de inspeção necessários para avaliar a segurança da instalação e a correta operação do sistema. A Norma também pode ser utilizada para verificações periódicas e avaliação do desempenho de sistemas fotovoltaicos conectados à rede.

Esta Norma se aplica à instalação c.c. e à instalação c.a. em baixa-tensão de sistemas fotovoltaicos conectados à rede.

NOTA Em sistemas conectados em média-tensão ou alta-tensão, esta Norma se aplica apenas à instalação em baixa-tensão.

Esta Norma é voltada para sistemas fotovoltaicos conectados à rede que não utilizem módulos c.a., armazenamento de energia (baterias, por exemplo) ou sistemas híbridos.

Esta Norma é voltada para projetistas e instaladores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, servindo como um modelo para o fornecimento da documentação adequada. Por detalhar os ensaios de comissionamento e os critérios de inspeção mínimos, também se destina a ajudar na verificação/inspeção de um sistema fotovoltaico conectado à rede logo após a instalação e posterior reinspeção, manutenção ou modificação.

Esta Norma descreve diferentes regimes de ensaio adequados para diferentes tipos de sistemas. Recomenda-se que o regime de ensaio aplicado a um sistema fotovoltaico seja adequado à sua escala, ao seu tipo e à sua complexidade.

# NBR 16150 – SISTEMAS FOTOVOLTAICOS - CARACTERÍSTICAS DA INTERFACE DE CONEXÃO COM A REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO - PROCEDIMENTO DE ENSAIO DE CONFORMIDADE

## 1 Escopo

Esta Norma especifica os procedimentos de ensaio para verificar se os equipamentos utilizados na interface de conexão entre o sistema fotovoltaico e a rede de distribuição de energia estão em conformidade com os requisitos da ABNT NBR 16149.

Esta Norma se aplica aos conversores estáticos mono ou polifásicos utilizados em sistemas fotovoltaicos de conexão à rede elétrica, conhecidos como inversores de conexão à rede e, aos outros componentes utilizados na interface de conexão entre o sistema fotovoltaico e a rede de distribuição de energia.

Esta Norma não trata dos procedimentos de ensaio contra ilhamento, os quais são tratados na ABNT NBR IEC 62116 bem como não trata dos procedimentos de ensaio referentes às IEC 62109-1 e IEC 62109-2.

# NBR 16149 – Sistemas fotovoltaicos – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição

## 1 Escopo

Esta Norma estabelece as recomendações específicas para a interface de conexão entre os sistemas fotovoltaicos e a rede de distribuição de energia elétrica e estabelece seus requisitos.

Esta Norma se aplica aos sistemas fotovoltaicos que operam em paralelo com a rede de distribuição.

NOTA 1 Esta Norma não contempla compatibilidade eletromagnética e os procedimentos de ensaio de anti-ilhamento.

NOTA 2 Os requisitos para a conexão dos sistemas fotovoltaicos à rede podem variar quando é utilizado um sistema de armazenamento de energia ou os sinais de controle e comando são provenientes da distribuidora.

# NBR 10899 - Energia solar fotovoltaica — Terminologia

Esta norma especifica os termos técnicos relativa à conversão fotovoltaica de energia solar em energia elétrica.

## 3.5

### ângulo horário solar

$\omega$

ângulo diedro com aresta no eixo de rotação da Terra, formado pelo semiplano que contém o sol e o semiplano que contém o meridiano local, com faixa de variação  $-180^\circ \leq \omega \leq +180^\circ$  e, por convenção, positivo no período da tarde (ver detalhes no Anexo A)

NOTA O horário solar não corresponde, necessariamente, ao horário civil.

## 3.6

### ângulo zenital

$\theta_z$

ângulo de vértice no observador, formado pelas semirretas definidas pela direção do sol e a vertical

## 3.7

### área ativa da célula fotovoltaica

$A_{CA}$

superfície exposta à radiação solar de uma célula fotovoltaica

## 3.8

### área das células do módulo fotovoltaico

$A_{CM}$

área total de uma célula fotovoltaica individual, multiplicada pelo número de células ( $n$ ) do módulo fotovoltaico, sendo:

$$A_{CM} = n \cdot A_{CT}$$

# NBR 11704 – Sistemas fotovoltaicos - Classificação

Tabela 1 — Exemplos de classificação de sistemas fotovoltaicos

Tipo de sistema		Alimentação dos consumidores	Acumulação de energia elétrica	Componentes básicos	Aplicações típicas
Sistemas isolados	Puros	Tensão contínua	Não	Seguidor de potência máxima (desejável)	Bombeamento, produção de hidrogênio etc.
			Sim	Controlador de carga e acumulador	Iluminação, telecomunicações, sinalização náutica, cerca elétrica, proteção catódica etc.
		Tensão alternada	Não	Inversor	Bombeamento, uso industrial etc.
			Sim	Controlador de carga, acumulador e inversor	Eletrificação rural, bombeamento, telecomunicações, uso industrial, iluminação etc.
	Híbridos	Tensão contínua	Sim	Controlador de carga, acumulador e gerador complementar	Telecomunicações, iluminação, sinalização rodoviária e ferroviária etc.
		Tensão alternada	Opcional	Controlador de carga, acumulador opcional e gerador complementar	Iluminação, uso industrial etc.
Sistemas conectados à rede elétrica	Puros	Tensão alternada	Não	Inversor	Aplicações residenciais, comerciais e industriais, produção de energia para a rede pública etc.
	Híbridos	Tensão alternada	Não	Inversor e gerador complementar	Aplicações residenciais, comerciais e industriais, produção de energia para a rede pública etc.
			Sim	Inversor, gerador complementar e acumulador	Eletrificação rural, uso industrial, suprimento ininterrupto de energia etc.

NOTA Todos os tipos de sistemas possuem gerador fotovoltaico entre os componentes básicos.

# NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão

## 1 Objetivo

1.1 Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

1.2 Esta Norma aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.), incluindo as pré-fabricadas.

1.2.1 Esta Norma aplica-se também às instalações elétricas:

- a) em áreas descobertas das propriedades, externas às edificações;
- b) de reboques de acampamento (*trailers*), locais de acampamento (*campings*), marinas e instalações análogas; e
- c) de canteiros de obra, feiras, exposições e outras instalações temporárias.

# NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

## 1 Objetivo

**1.1** Esta Norma fixa as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas (definidas em 1.2), bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro do volume protegido.

**1.2** Esta Norma aplica-se às estruturas comuns, utilizadas para fins comerciais, industriais, agrícolas, administrativos ou residenciais, e às estruturas especiais previstas no anexo A.

## Coletânea > Coletânea Eletrônica de Normas Técnicas - Sistemas fotovoltaicos



**Formato :** Digital

**Idioma :** Português

**Data de Publicação :** 01/01/2017

**Editora :** ABNT

**Nº de Páginas :** 122

**ISBN :** 978-85-07-07084-9

**Preço ABNT (R\$) :** 393,50

**Preço Convênio (R\$) :** 196,75 (Desconto de 50% por ser inscrito no sistema CONFEA/CREA)

**Resumo :** Esta Coletânea reúne as normas técnicas sobre os sistemas fotovoltaicos e a geração de energia solar fotovoltaica.

**Normas :** ABNT NBR 11704:2008  
ABNT NBR IEC 62116:2012  
ABNT NBR 16149:2013  
ABNT NBR 16150:2013  
ABNT NBR 10899:2013  
ABNT NBR 16274:2014



**SINDISTAL**

Sindicato da Indústria de Instalações Elétricas, Gás,  
Hidráulicas e Sanitárias do Estado do Rio de Janeiro

Obrigado!



Felipe Campos

55 21 2143.4303 | 96974.5061

55 31 988879110

[www.lightcom.eng.br](http://www.lightcom.eng.br) | [contato@lightcom.eng.br](mailto:contato@lightcom.eng.br)