

Revista

ABEE-MG

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS DEPARTAMENTO DE MINAS GERAIS



ANO 2 | Nº 7

Proteção de Sistemas Fotovoltaicos

A PROTEÇÃO CONTRA SURTOS ELÉTRICOS VIA DPS (DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS ELÉTRICOS) É FUNDAMENTAL PARA MANTER A LONGEVIDADE DOS COMPONENTES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO, PRINCIPALMENTE A DOS INVERSORES E EQUIPAMENTOS MAIS SENSÍVEIS.



ARTIGO Fazer projeto, instalação e outras atividades na área de instalações elétricas requer um novo profissional no século XXI, que domine com segurança e propriedade as diferentes disciplinas e conhecimentos necessários.

ENTREVISTA Leonardo Veloso Brandão, diretor-executivo do “Ampère: Ecosistema de Mobilidade Elétrica do Brasil” conta em detalhes como será a edição deste ano do evento, que acontece em Minas Gerais.



ABEE-MG

Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas
Departamento de Minas Gerais

Publicação da Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas - Departamento de Minas Gerais (ABEE-MG).

Av. Álvares Cabral, 1.600 - 2º Andar - CEP 30170-001 | Belo Horizonte-MG | Tel: (31) 3299 8718
<https://abee-mg.com.br/>

ANO II - Nº 7 - SETEMBRO 2022

Diretoria ABEE-MG
(gestão 2021-2023)

Presidente

Eng. Hélio Nonato de Oliveira

Vice-presidente

Eng.ª Cláudia Deslandes Figueiredo

1º Secretário

Eng. Fernando Luis de Almeida

2º Secretário

Eng. Fábio Oliveira Souto

1º Tesoureiro

Eng. Miguel Angelo dos Santos Sá

2º Tesoureiro

Eng. Eduardo Sabarense Prado

Diretor de Relações Institucionais

Eng. Alfredo Marques Diniz

Diretor de Eventos Técnicos

Eng. Claudio do Carmo Barsante

Conselho Deliberativo (Titulares)

Eng. Gilmar Pereira Narciso
Eng. Fabio Luis de Oliveira e Silva
Eng. José Flávio Gomes
Eng. Welhilton Adriano de Castro Silva
Eng. Luiz Carlos Sperandio Nogueira
Eng. Marcelo Marques Santana

Conselho Deliberativo (Suplentes)

Eng. André Luiz Freire
Eng. Alípio Monteiro Barbosa
Eng. João Jackson Batista Braga

Conselho Fiscal (Titulares)

Eng. Igor Braga Martins
Eng. Lucio Francisco Junior
Eng. Luiz Reis Lana

Conselho Fiscal (Suplentes)

Eng. Mário Veras Junior
Eng. Paulo Roberto de Paiva Novo
Eng. Nicolau Nader Pinheiro Damasceno

PRODUÇÃO



Diretoria

Hilton Moreno | Marcos Orsolon

Redação

Diretor de Redação:

Marcos Orsolon

Editor: Paulo Martins

Jornalista Responsável:

Marcos Orsolon
(MTB nº 27.231)

Produção Visual e Gráfica
Estúdio AM

03 EDITORIAL



ARTIGO CLAMPER

No mercado de geração de energia elétrica, soluções sustentáveis estão ganhando espaço em um ritmo acelerado. Os sistemas fotovoltaicos evoluíram e conseguiram atingir satisfatórios níveis de maturidade em termos de confiabilidade e de vida útil quando implantados da forma correta. Um dos itens de destaque, indispensável, que corrobora veemente para manter a longevidade dos componentes do sistema fotovoltaico, principalmente a dos inversores e equipamentos mais sensíveis, é a proteção contra surtos elétricos via DPS.



ENGENHARIA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Em resumo, as cargas elétricas e eletrônicas presentes nas instalações do século XXI são significativamente diferentes daquelas de anos atrás. A consequência deste fato é que fazer projeto, instalação e outras atividades na área de instalações elétricas requer um novo profissional no século XXI, que tenha a visão de toda essa complexidade.



ENTREVISTA

Sucesso em sua primeira edição, quando impactou 400 mil pessoas, o evento “Ampère: Ecosistema de Mobilidade Elétrica do Brasil” terá sua segunda edição neste ano. Leonardo Veloso Brandão, diretor-executivo do Ampère, conta detalhes sobre o conteúdo que estará disponível e traça perspectivas positivas para o evento.



Foto: Shutterstock

CONTEÚDO DESTA EDIÇÃO

Um dos itens de destaque, indispensável, que corrobora veemente para manter a longevidade dos componentes do sistema fotovoltaico, principalmente a dos inversores e equipamentos mais sensíveis, é a proteção contra surtos elétricos via DPS – Dispositivo de Proteção contra Surtos elétricos. O assunto é o tema do artigo publicado nesta edição de autoria do engenheiro Thiago Francisco Gomes, executivo da Clamper S/A.

Em outro artigo, o engenheiro e professor Hilton Moreno destaca que fazer projeto, instalação e outras atividades na área de instalações elétricas requer um novo profissional no século XXI, que tenha a visão de toda a complexidade existente nos dias atuais e que domine com segurança e propriedade as diferentes disciplinas e conhecimentos necessários para garantir a segurança das pessoas e do patrimônio e o correto funcionamento das cargas.

O entrevistado desta edição é Leonardo Veloso Brandão, diretor-executivo do “Ampère: Ecosistema de Mobilidade Elétrica do Brasil”. Ele conta detalhes sobre o conteúdo que estará disponível e traça perspectivas bastante positivas para o evento, que acontecerá em breve em Minas Gerais. A expectativa dos organizadores é impactar por volta de 1 milhão de pessoas. Os preparativos estão bastante adiantados e em breve serão divulgados a data e o local do encontro, que contará com exposição e congresso.

Esperamos que o amigo leitor aproveite bem esta edição. Até a próxima!



Foto: Shutterstock

A Exposição dos Sistemas Fotovoltaicos

No mercado de geração de energia elétrica, soluções sustentáveis, de todos os portes, estão ganhando espaço em um ritmo acelerado. Ao longo das últimas décadas, os sistemas fotovoltaicos (SFV) evoluíram e conseguiram atingir satisfatórios níveis de maturidade em termos de confiabilidade e de vida útil quando implantados da forma correta. Um dos itens de destaque, indispensável, que corrobora veemente para manter a longevidade dos componentes do sistema fotovoltaico, principalmente a dos inversores e equipamentos mais sensíveis, é a proteção contra surtos elétricos via DPS – Dispositivo de Proteção contra Surtos elétricos.

Devido às características da instalação e ampla exposição, o sistema fotovoltaico, assim como todo sistema elétrico, está sujeito a surtos elétricos, que podem ser provocados por descargas atmosféricas ou chaveamento de cargas no sistema de distribuição da concessionária de energia, que danificam parte do sistema (módulos fotovoltaicos, inversores, controladores de carga, etc.) ou, inclusive, provocam falhas por completo.

Os surtos elétricos – sobretensões transitórias – são eventos de curto duração de tempo, caracterizado por uma elevação brusca da tensão nominal do sistema, seguido por um decréscimo mais lento, o que ocasiona um fluxo de corrente elétrica que se propaga ao longo de uma linha ou circuito, quer seja na rede elétrica ou na rede de dados.



Enquanto a tensão nominal de um sistema de corrente alternada opera em 50 ou 60 Hz, ou seja, ciclos de milissegundos, os surtos ocorrem na ordem de centenas de kHz, microssegundos. A figura 1 ilustra a relação de tempo entre a frequência nominal e um surto elétrico.

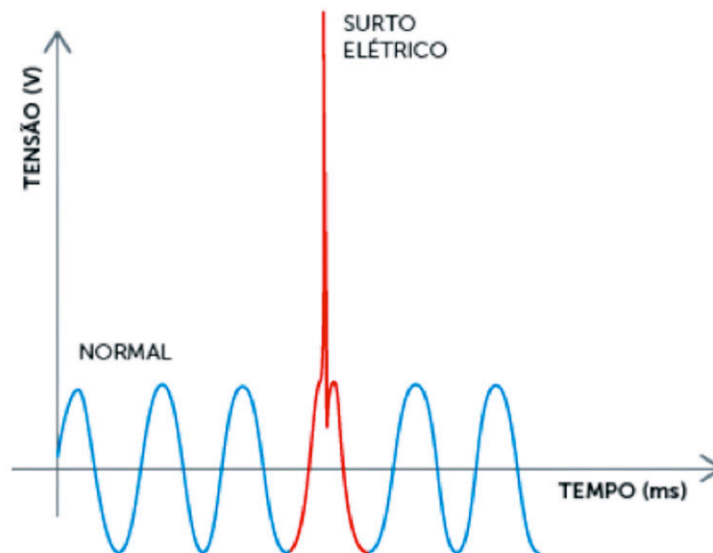


Figura 1 - Sobretensão Transitória – Surto Elétrico

Os raios são as fontes mais conhecidas de surtos elétricos, principalmente pelos níveis extremamente altos de energia. Eles podem interagir com os SFV, basicamente, das seguintes maneiras:

- ▶ Descargas diretas no SPDA da estrutura dotada do SFV;
- ▶ Descargas próximas à estrutura dotada de SFV;
- ▶ Descargas diretas na rede onde se conecta o SFV;
- ▶ Descargas próximas às redes a que se conecta o SFV;
- ▶ Operação de comutações do sistema de distribuição elétrica.

Estes eventos podem causar surtos na ordem de quilo volts, porém, dentre todos os eventos, a descarga atmosférica é o evento que mais gera estudos e curiosidades além dos danos visíveis.

Mecanismo das Descargas Atmosféricas

A maior parte das descargas está associada com nuvens de chuva que são formadas por gotas de água, vapor de água e cristais de gelo. Esses elementos são carregados eletrostaticamente devido ao atrito e à fragmentação das gotas de água e de cristais de gelo que atingem maiores volumes (pulverização).

As cargas acumuladas na nuvem induzem cargas de sinal contrário na superfície. Então um campo elétrico se forma entre a nuvem e o solo. Na própria nuvem e entre nuvens próximas existem cargas de polaridades opostas acumuladas em diferentes regiões, gerando também campos elétricos de alta intensidade.

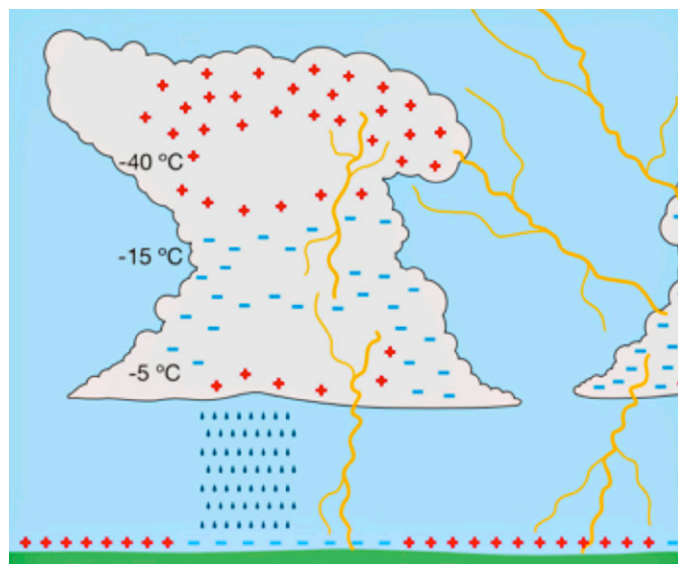


Figura 2 - Mecanismo das Descargas Atmosféricas

As descargas ocorrem quando os valores desses campos elétricos excedem o suportável pelo ar, levando à sua ionização. Como consequência, o ar que antes se comportava como um isolante passa a se comportar como um condutor, permitindo a circulação de cargas elétricas.

As descargas podem ocorrer dentro das nuvens, entre nuvens, da nuvem para o espaço e da nuvem para o solo. As distâncias envolvidas em uma descarga nuvem-solo são da ordem de centenas de metros e a ionização do ar se dá em etapas: um trecho de ar de comprimento na faixa de 50 metros a 100 metros é ionizado, o processo é interrompido por alguns microssegundos e um novo trecho é ionizado. O trajeto formado apresenta diversas derivações, resultando em um canal ionizado semelhante a uma raiz.

O fenômeno da descarga pode começar na nuvem e se propagar em direção ao solo (descargas descendentes) ou pode começar no solo e se propagar em direção à nuvem (descargas ascendentes). Em terrenos planos, a descarga se inicia na nuvem e se propaga em direção ao solo. Em terrenos com elevações (montanhas), a descarga pode se iniciar nos pontos mais elevados e se propagar em direção à nuvem.

A descarga atmosférica é um dos fenômenos naturais que mais provocam desligamento de linhas de energia e de telecomunicações, além da queima de sistemas fotovoltaicos.

Muitos incêndios em sistemas fotovoltaicos não protegidos são iniciados por descargas atmosféricas. Milhões de dólares são perdidos anualmente devido a queima de equipamentos elétricos e eletrônicos ao redor do mundo. Em sistemas fotovoltaicos, a perda de equipamentos traz uma série de transtornos para os usuários que ficam privados de usufruir da geração de energia devido a manutenções desnecessárias, além dos gastos altos com a substituição de parte ou totalidade do sistema.

Proteção Contra Descargas Atmosféricas

Os valores das correntes envolvidas em uma descarga são extremamente elevados, obrigando que linhas, estruturas e equipamentos do sistema fotovoltaico sejam protegidos contra os efeitos das descargas.

A equalização de potencial é uma das técnicas mais importantes para proteger o sistema fotovoltaico. A adoção de um conjunto de medidas, devidamente coordenadas, permite atingir níveis seguros de proteção para os equipamentos de um sistema fotovoltaico.



Como possibilidades de interação das descargas com o sistema fotovoltaico, devem ser consideradas as descargas diretas no sistema (fonte de danos S1), as descargas nas imediações do sistema (fonte de danos S2), as descargas diretas nas linhas de energia e de telecomunicações do sistema (fonte de danos S3) e as descargas na vizinhança das linhas de energia e de telecomunicações (fonte de danos S4).

A norma define quatro níveis de proteção. Para cada nível são recomendados valores máximos e mínimos das correntes de descarga. Os valores máximos são utilizados para o projeto e a definição da estrutura, capacidade de condução de corrente dos DPS, valores dos campos magnéticos, distâncias de separação. Os valores mínimos são utilizados para a determinação dos raios das esferas rolantes utilizadas para o projeto do SPDA e para a definição das zonas de proteção.

Características como dimensões físicas do sistema fotovoltaico, quantidades e arranjos físicos das linhas metálicas, densidade de descargas atmosféricas na região, valor da resistividade do solo, existência de laços de indução, definem as fontes de danos que têm mais peso nos riscos associados às descargas atmosféricas. A maioria dos danos no sistema fotovoltaico depende das características da estrutura e dos serviços metálicos conectados (rede de alimentação elétrica, rede de telecomunicação, de controle etc.).

O produto entre o número de eventos perigosos em um ano e a probabilidade de um desses eventos danificar os sistemas fotovoltaicos fornece o número de danos por ano. Invertendo-se esse número, obtém-se o período médio entre danos no sistema, também conhecido por Mean Time Between Faults (MTBF).

Para cada fonte (S1, S2, S3 ou S4), é possível avaliar o período entre danos nos sistemas fotovoltaicos para uma dada configuração de projeto de proteção. Essa condição permite ao projetista fazer uma avaliação crítica das medidas de proteção mais adequadas para ampliar esse período com o menor investimento.

A avaliação do período entre falhas dos equipamentos elétricos e eletrônicos internos ao sistema, feita com base na análise de riscos apresentada na Parte 2 da NBR 5419:2015, é uma ferramenta poderosa que auxilia o projetista na escolha das técnicas de proteção mais adequadas.

O uso de DPS coordenados é uma das técnicas mais eficazes e a escolha adequada do nível de proteção da instalação influencia bastante na eficiência da proteção.

Suportabilidade Dos Elementos De Um Sistema Fotovoltaico (U_w)

Intrinsecamente, os equipamentos de um sistema fotovoltaico possuem suportabilidade aos impulsos transitórios – surtos elétricos – que são categorizados por níveis de suportabilidade. Normas aplicáveis ao contexto são utilizadas para validar e estipular valores para estas suportabilidades de acordo com o local de aplicação desses. Equipamentos com maior suportabilidade tendem a ter um tempo de vida útil maior, no entanto, equipamentos com baixos níveis de suportabilidade possuem alto risco de serem danificados.



Foto: Shutterstock



A Tabela 1, mostra valores de suportabilidade a tensões impulsivas para equipamentos que compõem o sistema de geração fotovoltaica, onde VOC ARRANJO representa a tensão máxima do arranjo fotovoltaico e U_w representa a suportabilidade dos equipamentos às sobretensões impulsivas.

U_{OCmax} (V)	Suportabilidade a tensões impulsivas – U_w (kV)			
	Módulo Classe B Isolação básica	Inversor	Outros equipamentos	Módulo Classe A Isolação reforçada
100	0,8	2,5 (mínimo)	0,8	1,5
150	1,5		1,5	2,5
300	2,5		2,5	4
424	4		4	4
600	4	4	4	6
800	5		5	6
849	6		6	8
1000	6	6	6	8
1500	8	8	8	12

Tabela 1 - Suportabilidade a tensões impulsivas de equipamentos que compõem um sistema fotovoltaico

É importante ressaltar que os inversores dos SFV, por estarem expostos, devem atender aos requisitos de segurança e de isolação conforme a norma IEC 62109-1. Dentre esses requisitos está a resistência (suportabilidade) aos surtos e sobretensões. Por esse motivo, normalmente os inversores utilizam varistores integrados, dimensionados para atender requisitos mínimos de resistência aos surtos elétricos. A tentativa de aumentar a capacidade de resistência interna do inversor, com intuito de trazer maior suportabilidade a ambientes com maior intensidade de surtos, incorrerá num novo problema. As correntes provenientes dos surtos elétricos com elevada taxa de variação no tempo (di/dt) provocam interferências eletromagnéticas nos circuitos internos ao inversor e adjacentes.

Dps - Dispositivos De Proteção Contra Surtos

As sobretensões transitórias não possuem um valor único, exato, e sim, podem assumir valores baixos, suportados pelo sistema fotovoltaico, ou valores extremamente altos que são capazes de danificar o sistema instantaneamente. Nesta óptica, o DPS - que tem a função de limitar as sobretensões e desviar as correntes geradas pelos surtos elétricos - entra.



Um casamento entre a proteção feita pelo DPS e o equipamento do sistema fotovoltaico é necessário para que a medida de proteção seja eficaz, ou seja, o DPS deve limitar a sobretensão a valores suportados pelos equipamentos protegidos. A Figura 3 ilustra, na cor vermelha uma linha tracejada sugerindo o surto elétrico, a linha na cor verde representa a suportabilidade do equipamento (U_w), sendo este por exemplo um inversor, e a linha roxa o nível de proteção provido pelo DPS (U_p).

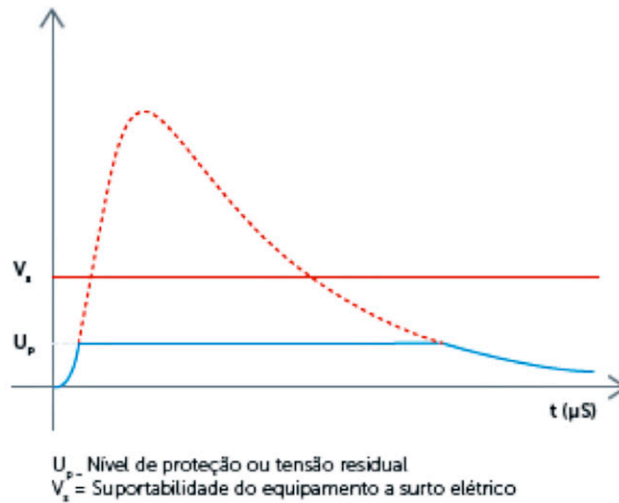


Figura 3 - Relação $U_w * U_p$

A conexão tipo estrela em sistemas fotovoltaicos com polos não aterrados é feita por três DPS, conforme demonstra a Figura 4.

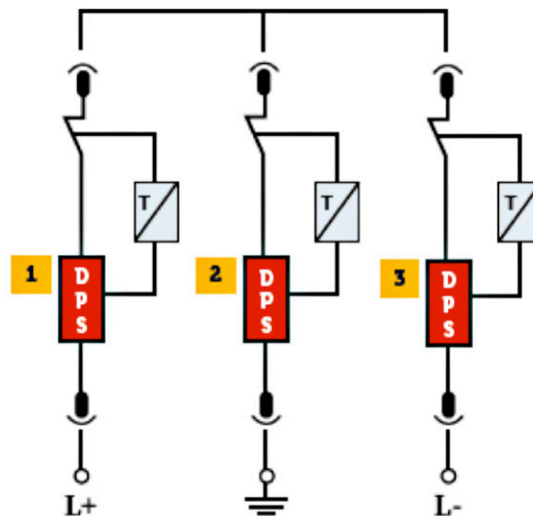


Figura 4 - Conexão estrela de DPS

A soma dos valores de U_{cpv} (Máxima tensão de operação contínua para aplicação fotovoltaica) dos DPS 1 com 3, 1 com 2 e 2 com 3 deve ser superior ao valor U_{ocmax} (máxima tensão em circuito aberto), tensão entre os polos positivo e negativo do arranjo. Esta conduta garantirá que os DPS não conduzam correntes desnecessárias e, conseqüentemente, isso não compromete a operabilidade desses.



String Box - Elemento de Proteção em Corrente Contínua

A *string box* provê proteção entre os módulos fotovoltaicos e o inversor. Sistemas fotovoltaicos de maior porte possuem vários módulos fotovoltaicos conectados em série e, assim, combinados em paralelo, para aumentar a potência fornecida pelo circuito. A caixa de junção, comercialmente conhecida como *string box*, segunda NBR 16690, é um invólucro no qual subarranjos fotovoltaicos, séries fotovoltaicas ou módulos fotovoltaicos são conectados em paralelo, e que pode alojar dispositivos de proteção e/ou de manobra. Desta forma, a *string box* tem a função de proteger contra surtos elétricos e isolar, quando necessário, o circuito para impedir acidentes elétricos.

O uso da *string box*, como elemento de proteção independente, aumenta a vida útil dos elementos protegidos do sistema fotovoltaico, promove manutenções rápidas e seguras, além de garantir tranquilidade e redução nos custos de manutenção. Esses são atributos importantes em sistemas de geração fotovoltaica que, devido as características de instalação e exposição, conforme abordados neste artigo, estão sujeitos aos danos causados por surtos elétricos que, além de reduzirem a capacidade de produção do sistema, computam valores expressivos de reparo e afetam diretamente no *payback* do projeto.

Front Box - Elemento de Proteção em Corrente Alternada

Além da já conhecida proteção em corrente contínua, feita pela *string box*, os sistemas fotovoltaicos também necessitam de proteção do lado de corrente alternada. A necessidade de proteger os inversores e micro inversores também no lado de corrente alternada é dada visto os surtos elétricos de alta amplitude que ocorrem nas redes de distribuição de energia.

De modo similar a proteção do lado de corrente contínua, a CLAMPER Front Box protege o sistema fotovoltaico contra surtos elétricos, curtos-circuitos e isola, quando necessário, o circuito para impedir acidentes elétricos. Possui disjuntor para interrupção e seccionamento da rede em corrente alternada, o dispositivo de proteção contra surtos CLAMPER Front e pode realizar inclusive a medição de energia elétrica em kW/h.

A instalação da Front Box, realizada no lado de corrente alternada e próxima ao inversor, é indispensável na proteção do sistema fotovoltaico principalmente quando os módulos estão conectados ao SPDA.

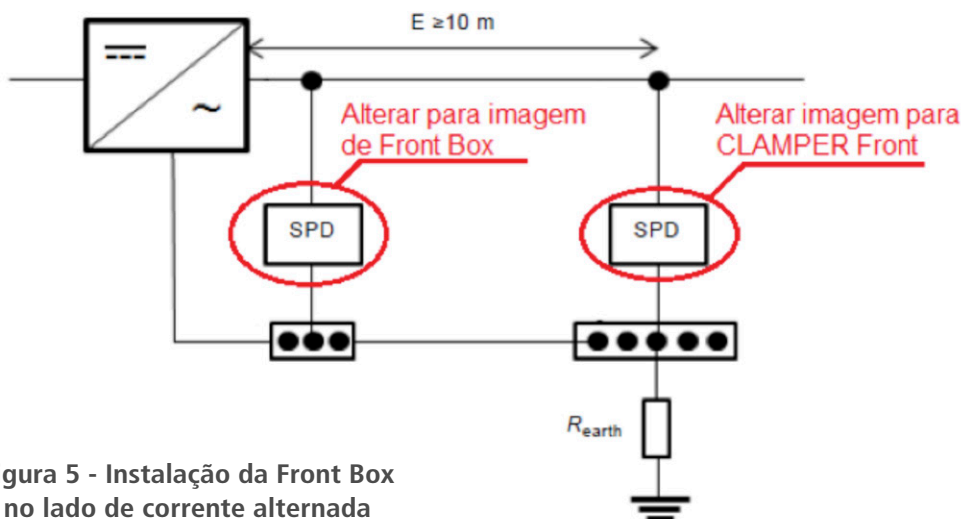


Figura 5 - Instalação da Front Box no lado de corrente alternada



A corrente nominal (I_n), em cada modo de proteção, não deve ser inferior a 5 kA para o uso de DPS de classe II. A necessidade de DPS de classe I ou I/II ocorre quando a edificação possui SPDA e os módulos fotovoltaicos estão conectados a esse SPDA. Nesses casos o valor da corrente de impulso (I_{imp}) deve atender aos valores apontados na análise de risco.

Normas ABNT, IEC e EN

As normas e boas práticas que apontam proteção contra descargas atmosféricas e surtos elétricos contribuem significativamente para a proteção em sistemas fotovoltaicos. Podemos dividir as normas em várias partes, sendo algumas partes relativas às aplicações dos elementos de proteção em sistemas FV ou requerimentos de desempenho e ensaio destes elementos.

Para aplicação de DPS em sistemas de energia alternada, atualmente possuímos a NBR 5410, que orienta quanto às instalações em baixa tensão, e a NBR 5419, que aborda sistemas de proteção contra descargas atmosféricas. A norma NBR 16690 trata das instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos na linha de requisitos de projeto.

Muitas empresas e projetistas, estão atentos às normas IEC 61643-31 e EN 50539-11. A norma IEC 61643-31 é relativamente nova, publicada no primeiro semestre de 2018, no entanto a EN 50539-11 possui mais tempo de mercado. As duas normas tratam da mesma forma os testes e ensaios necessários para o DPS aplicado em redes CC – sistemas fotovoltaicos, entretanto, a norma IEC 61643-31 indica maior quantidade de testes do que a EN 50539-11.

É de suma importância salientar que o atendimento à norma ABNT IEC 61643-11 (Dispositivos de proteção contra surtos conectados a sistemas de distribuição de energia de baixa tensão) não necessariamente implica no atendimento às normas para aplicação de DPS em sistemas de CC.

Conclusão

O combo de proteção, feito pela **String box** e **Front Box**, oferece cuidados diferenciados e confiáveis para o sistema fotovoltaico. A proteção contra surtos elétricos é indispensável para evitar falhas, redução da vida útil e garantir o retorno do investimento esperado.

Cabe ressaltar ainda que, conforme NBR 16690, se o sistema fotovoltaico estiver conectado a outras redes (como serviços de telecomunicações e de sinalização), um DPS específico deve ser utilizado para proteger essas redes. Logo, os surtos elétricos podem ser conduzidos aos inversores tanto pelos condutores de energia – CA e CC – quanto pelos condutores responsáveis pelo tráfego de dados – Ethernet, RS485 etc. Os protetores destinados aos serviços de tecnologia da informação devem estar em concordância com os requisitos de desempenho dotados pela IEC 61643-21.

THIAGO FRANCISCO GOMES

GRADUADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA-ELETRÔNICA (PUC-MG) E MATEMÁTICA (ISEAT). ATUOU COM DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES PARA MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM SISTEMAS SMART GRID. POSSUI EXPERIÊNCIA COM DOCÊNCIA EM FÍSICA E MATEMÁTICA PELO ESTADO DE MINAS GERAIS. ATUOU COM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NO NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ENGENHARIA BIOMÉDICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. É MEMBRO DE COMISSÕES DE ESTUDOS NA ABNT E ATUALMENTE ATUA COM ENGENHARIA DE APLICAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS ELÉTRICOS NA CLAMPER S/A.



Foto: Shutterstock

A Engenharia de Instalações Elétricas do Século XXI e a necessidade de um novo profissional nesta área

Até alguns anos atrás podemos dizer que as instalações elétricas em geral eram relativamente “simples”, se comparadas com a situação atual e o futuro que já está em nossa porta. Havia pouca eletrônica embarcada nos equipamentos (cargas), com pouca ou nenhuma comunicação entre eles ou com o mundo.

Uma forma de mostrar essa grande diferença entre o passado e o presente é através da linha do tempo da norma ABNT de instalações elétricas de baixa tensão, conforme indicado na Figura 1.

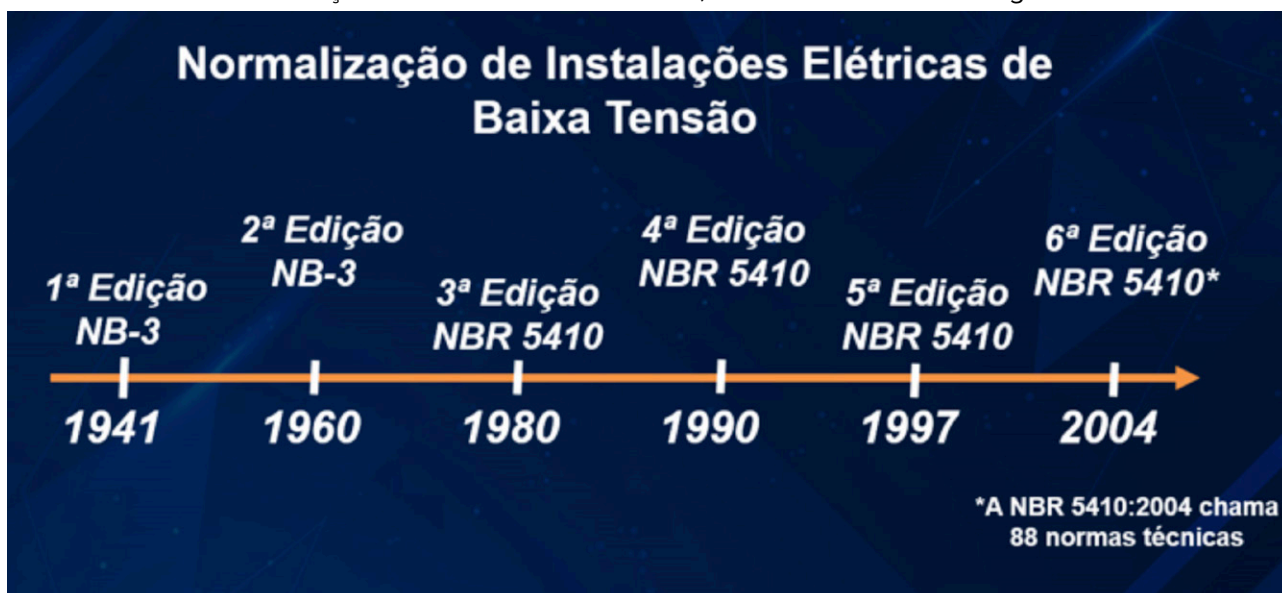


Figura 1: Linha do tempo da norma de instalações elétricas de baixa tensão



A primeira edição da norma de instalações elétricas, chamada em 1941 de NB-3, tinha cerca de 10 páginas, não tendo aumentado muito de tamanho na revisão de 1960. Em 1980, a NB-3 trocou de número, tornando-se a conhecida NBR 5410, agora com cerca de 200 páginas e uma quantidade de requisitos incomparavelmente maior que a publicação até então vigente.

Nesta primeira grande mudança da norma, assuntos como proteção contra choques elétricos, aterramento, linhas elétricas, entre outros, passaram a ser bastante detalhados, de forma a acompanhar as necessidades de segurança das pessoas e do patrimônio que surgiam naquela oportunidade.

Chama muito a atenção nesta linha do tempo da norma de instalações a quantidade de outras normas técnicas que são diretamente referenciadas no documento. Enquanto na pioneira NB-3, nenhum outro documento era referenciado, na atual NBR 5410 de 2004 em vigor, são chamadas diretamente 88 outras normas técnicas. Se considerarmos que cada uma dessas outras normas faz referência a outras três, por exemplo, que é uma quantidade estimada baixa, isto significa que um profissional que lida com instalações elétricas de baixa tensão deveria ter acesso e conhecer, pelo menos, cerca de 260 normas técnicas!

O que explica essa quantidade expressiva de normas e suas respectivas exigências? A resposta é simples: a impressionante evolução das cargas elétricas que as instalações devem alimentar, como exemplificado na Figura 2.



Figura 2: evolução das cargas elétricas

Dos aparelhos de televisão à válvula aos modernos veículos elétricos, em cerca de apenas oitenta anos, houve uma mudança radical na quantidade e tipos de equipamentos eletroeletrônicos que fazem parte da vida das pessoas. E tal evolução afetou, e afeta cada vez mais, as características e requisitos das instalações elétricas que servem essas novas cargas, como indicado na Tabela 1.



Tabela 1: características passadas e presentes das cargas elétricas

Passado	Presente
Cargas "eletrotécnicas" (lineares)	Cargas "eletrônicas" (não lineares)
Instalação elétrica <i>off-line</i>	Instalação elétrica <i>on-line</i> - conectada
Sem interferências eletromagnéticas importantes	Ataques cibernéticos cada vez mais frequentes e agressivos
Instalação elétrica CA	Instalação elétrica CA e CC
Instalação elétrica geralmente sem geração própria	Instalação elétrica com geração própria (renovável) on-grid ou off-grid
Atendimento às normas técnicas pouco exigido	Atendimento às normas técnicas obrigatório
Interruptor "paralelo, intermediário"	Controle de iluminação por comando de voz
Cargas elétricas muito resistentes às descargas atmosféricas	Cargas eletroeletrônicas muito sensíveis às descargas atmosféricas
Rara preocupação com qualidade de energia e eficiência energética das instalações elétricas	Foco na qualidade de energia e eficiência energética das instalações elétricas
Poucas instalações elétricas com requisitos especiais	Muitas instalações elétricas com requisitos especiais: fotovoltaico, hospitalares, atmosferas explosivas, veículos elétricos, afluência de público, canteiro de obra...
Iluminação incandescente, fluorescente, mista, mercúrio e sódio	Iluminação LED e laser
Nada	Infraestrutura elétrica para recarga de veículos elétricos
Prancheta, CAD	BIM, softwares, aplicativos
Formação do profissional de instalações elétricas: visão da árvore (limitada)	Formação do profissional de instalações elétricas: visão da floresta (todo)

Por conta desta enorme evolução e diversidade de cargas eletroeletrônicas, toda instalação elétrica, atual e futura, da mais simples à mais complexa, deve levar em consideração o conhecimento e aplicação de muitas disciplinas e normas técnicas simultaneamente, como sugerido na Figura 3.



Figura 3: algumas disciplinas e normas técnicas aplicadas às instalações modernas



A presença de cargas majoritariamente eletrônicas, que se comunicam entre si e/ou com outros dispositivos, via cabos elétricos, redes sem fio, nuvem etc., resulta em necessidades cada vez maiores e mais refinadas que envolvem aspectos de qualidade de energia fornecida para estas cargas, eficiência energética dos aparelhos e da própria instalação, além do trato de questões relacionadas com interferências eletromagnéticas e proteção contra ataques cibernéticos.

O uso cada vez mais comum, mesmo em pequenas residências, de geração renovável, como a energia fotovoltaica, implica em novas questões e requisitos nunca antes imaginados e necessários.

Com o alucinante crescimento do mercado de veículos elétricos e sua conseqüente necessidade de instalação de sistemas de recarga das baterias, inúmeras novas e rigorosas exigências fazem parte das instalações elétricas.

A evolução na área de iluminação, saindo das lâmpadas incandescentes e de descarga, para as lâmpadas de LED e, em breve, as lâmpadas a laser, reduziu muito a potência necessária para alimentação da instalação, porém trouxe consigo novas demandas de qualidade de energia, como aumento da presença de harmônicas nas instalações.

Em resumo, as cargas elétricas e eletrônicas presentes nas instalações do século XXI são significativamente diferentes daquelas de anos atrás, tanto em quantidade quanto nos seus requisitos de qualidade de energia, eficiência energética, compatibilidade eletromagnética, além de outras características. A conseqüência deste fato é que fazer projeto, instalação e outras atividades na área de instalações elétricas requer um novo profissional no século XXI, que tenha a visão de toda essa complexidade e que domine com segurança e propriedade as diferentes disciplinas e conhecimentos necessários para garantir a segurança das pessoas e do patrimônio, e o correto funcionamento das cargas.

Este é real desafio a ser enfrentado cada dia com mais força por todos que atuam no mercado de instalações elétricas do século XXI. Dada a quantidade, variedade, importância, complexidade e interação entre os vários temas que compõem uma instalação elétrica moderna, fica lançada a proposta de que seja criada formalmente na área acadêmica, devidamente abraçada pelas entidades de classe e CREA, uma nova especialização, que poderia ser adequadamente chamada de “Engenharia de instalações elétricas”.

Existem disciplinas em quantidade e carga horária mais do que suficientes que justificam a existência de tal especialidade, tão essencial para a sociedade atual e futura. De nada adianta existirem dispositivos eletroeletrônicos sofisticadíssimos, se não houver energia para alimentá-los, que chegará até eles por meio de instalações elétricas cada vez mais sofisticadas e repletas de requisitos. E isso tudo ainda sem falar ainda da provável transformação futura das instalações elétricas que atualmente operam em corrente alternada para o funcionamento em corrente contínua. Mas isso é assunto para outro artigo. ●

HILTON MORENO, PROFESSOR; ENGENHEIRO ELETRICISTA PELA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP; MEMBRO DO COMITÊ BRASILEIRO DE ELETRICIDADE DA ABNT; PALESTRANTE; AUTOR E COAUTOR DE VÁRIAS PUBLICAÇÕES; CONSULTOR TÉCNICO; SÓCIO-DIRETOR DA REVISTA POTÊNCIA E POTÊNCIA EDUCAÇÃO.



Foto: Arquivo HMT/News



Ampère 2022

MINAS GERAIS RECEBERÁ A SEGUNDA EDIÇÃO DO EVENTO AMPÈRE:
ECOSSISTEMA DE MOBILIDADE ELÉTRICA DO BRASIL

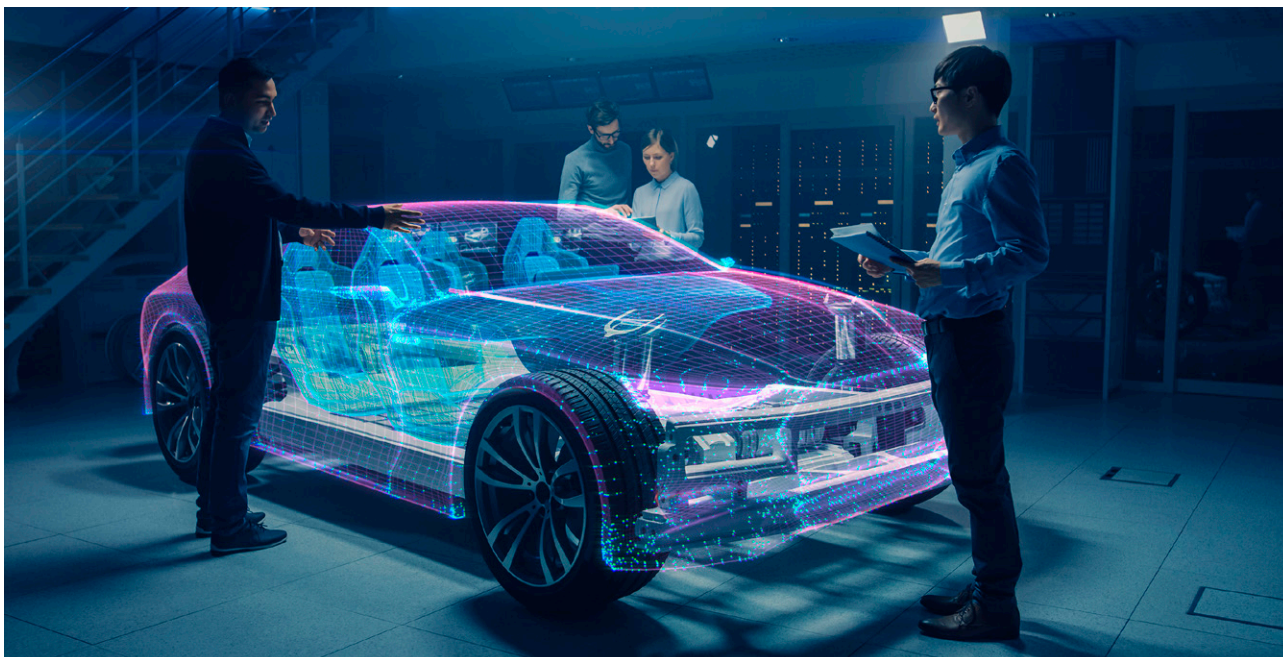


Foto: Shutterstock

Sucesso em sua primeira edição, no ano passado, quando impactou 400 mil pessoas, o evento “Ampère: Ecosistema de Mobilidade Elétrica do Brasil” terá sua segunda edição neste ano, também em Minas Gerais. Os preparativos estão bastante adiantados e em breve serão divulgados a data e o local do encontro, que contará com exposição e congresso.

Nesta entrevista, Leonardo Veloso Brandão, diretor-executivo do “Ampère: Ecosistema de Mobilidade Elétrica do Brasil” conta detalhes sobre o conteúdo que estará disponível e traça perspectivas bastante positivas para o evento. “Temos a expectativa de impactar 1 milhão de pessoas, visto a relevância e conteúdo dos temas em debate”, informa.

Confira a seguir a entrevista completa com Leonardo Veloso Brandão.

REVISTA ABEE-MG - COMO O SENHOR VÊ O CRESCIMENTO DA MOBILIDADE ELÉTRICA NO MUNDO?

LEONARDO - A mobilidade elétrica não é o futuro. Ela já é o presente. No mundo, foram vendidos, no ano passado, algo em torno de 7 milhões de veículos Plug in – BEV e PHEV, veículo elétrico a bateria, e veículo elétrico híbrido plug in, respectivamente nas siglas em inglês. O primeiro é usado em veículos puramente elétricos, que não possuem motores a combustão. O segundo tem uma bateria recarregável e um motor à combustão. Esses dois tipos representam hoje quase 9% das vendas no mercado global de carros. O resultado é altamente positivo, triplicando a sua participação de mercado em relação a 2019. Hoje, estima-se que a frota de veículos elétricos no mundo seja algo em torno de 16 milhões, contribuindo de forma significativa



para a redução das emissões de CO₂ e materiais particulados. Apesar disso, por outro lado, também houve o aumento de SUVs, ou utilitários esportivos, que são maiores e mais pesados, com uma frota mundial de 320 milhões em 2021, gerando a emissão de 120 milhões de toneladas de CO₂. Uma grande barreira hoje para a popularização do veículo elétrico é o preço, que pode custar até três vezes mais que um carro a combustão do mesmo segmento. Um dos principais componentes de encarecimento deste produto são as baterias de lítio, que chegam a custar até 50% o valor do veículo. Importante observar que não é a única barreira, já que temos também a necessidade de infraestrutura e da geração de energia verde. De nada adianta alimentarmos os veículos elétricos com energia proveniente de combustíveis fósseis.

REVISTA ABEE-MG - TRACE UM BREVE PANORAMA SOBRE O MERCADO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL.

LEONARDO - No Brasil, apesar de tímida e voltada a um público de classe A - tendo em vista os preços dos produtos - as vendas também apresentam crescimentos significativos. Em 2021 dos quase 70 mil veículos elétricos e eletrificados, 21 mil foram BEV e PHEV, duas vezes mais do que do ano anterior. Destaca-se a eletrificação mais intensiva de veículos comerciais, visto que as empresas de logística e grandes varejistas têm adotado cada vez mais a agenda ESG (governança ambiental, social e corporativa).

REVISTA ABEE-MG - QUAL A IMPORTÂNCIA DE REALIZAR UM EVENTO COMO O “AMPÈRE: ECOSISTEMA DE MOBILIDADE ELÉTRICA DO BRASIL” NESTE MOMENTO?

LEONARDO - O congresso trará uma discussão fundamental para a sociedade hoje em dia, sobre a descarbonização. Melhorando a mobilidade urbana a partir de tecnologias baseadas na indústria de carbono neutro, teremos alternativas que reduzirão de forma significativa a emissão de CO₂. Neste sentido, Minas Gerais tem tudo para se destacar no cenário nacional com projetos e práticas tecnologicamente desenvolvidas, com medidas que atendem às necessidades de deslocamento das pessoas, mas que não degradam a qualidade do ar e não provocam o aquecimento global.

REVISTA ABEE-MG - COMO FUNCIONARÁ O CONGRESSO? QUE CONTEÚDO O PÚBLICO VISITANTE PODERÁ USUFRUIR?

LEONARDO - O Ampère contará com 17 painéis com palestras e seminários. Nosso público-alvo são empresários do segmento e jovens formadores de opinião. Em relação ao ano passado, a grande novidade será uma atividade paralela que vamos promover, com a inauguração de uma rota com eletro carregadores entre o aeroporto de Confins e o município de Conceição do Mato Dentro, passando pela Rota dos Diamantes da Estrada Real. No dia 05 de novembro, o Ampère, em parceria com o Aeroporto de Confins, dará start no projeto durante um passeio turístico com 10 carros elétricos. A Estrada Real foi escolhida para ser o pano de fundo com o objetivo de transformá-la numa rota turística conhecida mundialmente. Além disso, de lá foram extraídos no passado minerais importantes, queríamos fazer alusão aos minerais de energia limpa do futuro, como o lítio, nióbio e grafeno. Na rota serão disponibilizados pontos com eletro carregadores instalados entre o aeroporto internacional e Conceição do Mato Dentro para abastecimento dos veículos participantes. Também fazem parte da iniciativa a instalação de ambientes instagramáveis no aeroporto com paisagens turísticas de Minas Gerais para atrair a atenção de milhares de pessoas que passam por lá diariamente.



Foto: Shutterstock

**REVISTA ABEE-MG - QUANTO AO CONGRESSO, QUAIS TEMÁTICAS SERÃO ABORDADAS?**

LEONARDO - São várias questões atreladas à mobilidade elétrica que estarão presentes em nossas mesas, como o painel que discute a possibilidade de a mobilidade elétrica se tornar um vetor para fortalecer a indústria nacional e também o painel que aborda a questão de veículos híbridos a etanol no Brasil e os puros elétricos. Outros assuntos como a implementação de veículos elétricos no transporte público, a produção de minerais na região para a cadeia de baterias para carros elétricos e o uso dos biocombustíveis também prometem atrair o público.

REVISTA ABEE-MG - QUE TIPO DE PATROCINADORES E APOIADORES O EVENTO TEM?

LEONARDO - O evento é uma iniciativa da EVBRAS Mobility, Matur Contábil e Sama Produções e Eventos, e contará como patrocinadores grandes empresas do ecossistema automotivo bem como academias, universidades e setor público, como a Belotur e a Prefeitura de Conceição do Mato Dentro. Além do apoio institucional de diversos órgãos, entre eles a Fundep.

REVISTA ABEE-MG - QUAL O BALANÇO DA EDIÇÃO DE 2021 DO EVENTO?

LEONARDO - Os números foram excelentes, o que estimulou a realização de uma segunda edição um ano depois. Ainda num formato híbrido, devido à pandemia, tivemos mais de 93% de nível de satisfação do público e mais de 400 mil pessoas impactadas.

REVISTA ABEE-MG - QUAL A EXPECTATIVA PARA ESTA EDIÇÃO DE 2022?

LEONARDO - Temos a expectativa de impactar 1 milhão de pessoas, visto a relevância e conteúdo dos temas em debate.

REVISTA ABEE-MG - QUE TIPO DE PÚBLICO É ESPERADO NO EVENTO?

LEONARDO - Temos investido principalmente num público de jovens formadores de opinião, que vêm levando essa questão da redução das emissões de carbono para dentro das residências, além de empresários e pesquisadores do segmento.

REVISTA ABEE-MG - O AMPÈRE TEM UM CANAL NO YOUTUBE. QUE TIPO DE CONTEÚDO ESTÁ DISPONÍVEL?

LEONARDO - Vários conteúdos de palestras e seminários serão disponibilizados durante e após o evento nas redes sociais do Ampère. Vale acompanhar para ficar por dentro dos assuntos mais discutidos nesse cenário da mobilidade elétrica e energia limpa. Acompanhe as atualizações no site: www.eventoampere.com.br

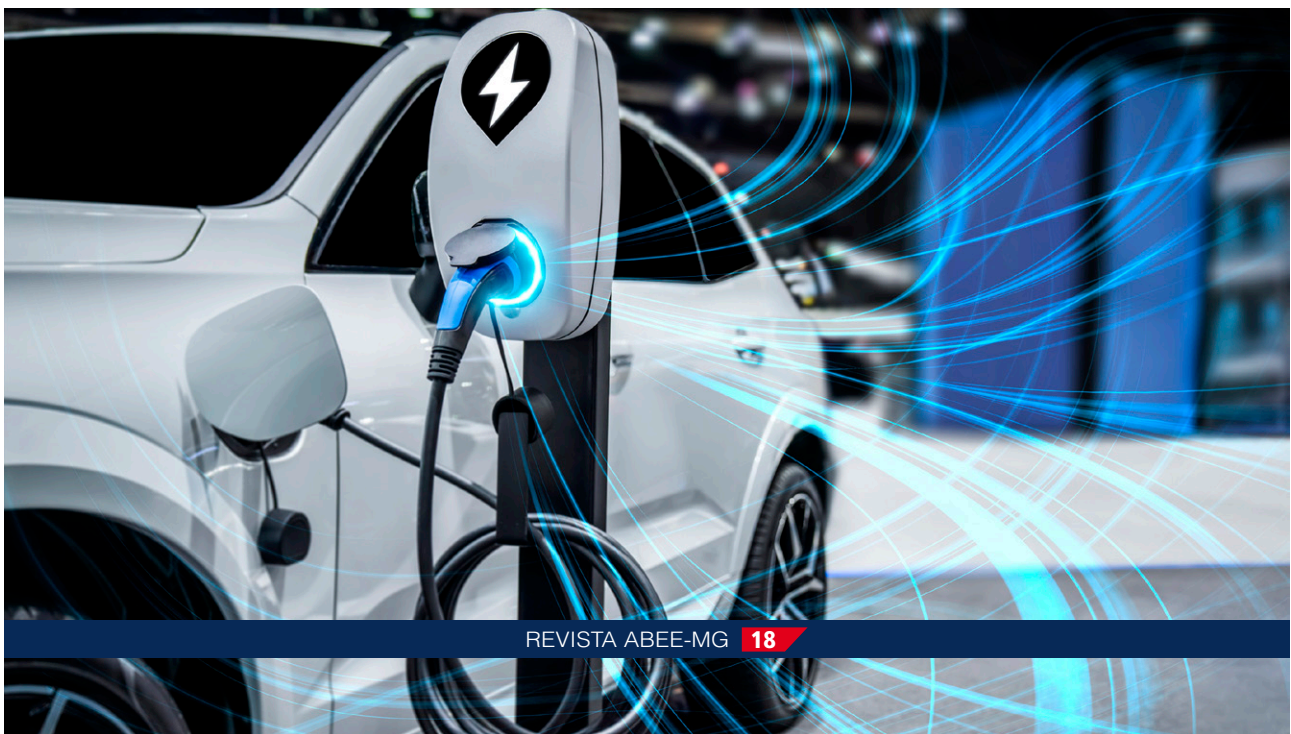
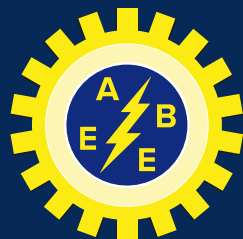


Foto: Shutterstock



ABEE-MG

Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas
Departamento de Minas Gerais

Av. Álvares Cabral, 1.600 - 2º Andar - CEP 30170-001 | Belo Horizonte-MG | Tel: (31) 3299 8718
<https://abee-mg.com.br/>