Ano 15 - Edição 172
Julho-Agosto de 2020
ISSN 1983-0912

# o setor elétrico

REVISTA

iOS ANDROID

Atitude.editorial

IOT

# INTERNET DAS COISAS E OS SISTEMAS ELÉTRICOS

## A revolução da digitalização e os reflexos na engenharia elétrica

### DISPOSITIVOS ELÉTRICOS

Pesquisa exclusiva mapeia mercado brasileiro de dispositivos elétricos de proteção, manobra e comando BT e MT

### FASCÍCULOS

Indústria 4.0: os desafios para as redes inteligentes no Brasil

Segurança em eletricidade: medidas de controle para riscos elétricos em locais especiais

Inovação em distribuição: regulação, mercado e perspectivas para a geração distribuída no país

# LÍDER DE MERCADO NO FORNECIMENTO DE CABOS DE ALUMÍNIO

## A Alubar produz os condutores que levam a energia elétrica para nossas vidas

Ser líder de mercado e uma das maiores do continente é uma grande responsabilidade. Por isso, em uma sociedade que depende cada vez mais de eletricidade para avançar, a Alubar cumpre seu papel ao investir continuamente em seu processo produtivo, com inovação tecnológica e disponibilidade de produção, para entregar condutores elétricos de forma eficiente para os segmentos de transmissão e distribuição de energia.

Um modo de atuar que também se reflete diariamente em nossas unidades para produzir de maneira sustentável, em parceria com nossos colaboradores, clientes, fornecedores e comunidades, sempre a partir das melhores práticas socioambientais.

Por mais de duas décadas, este tem sido o nosso compromisso: conduzir de maneira responsável a energia que transforma a sociedade, todos os dias.

www.alubar.net.br

(91) 3754 7155 | comercial.cabos@alubar.net

/GrupoAlubarOficial GrupoAlubar /GrupoAlubar /GrupoAlubar GrupoAlubar

ALUBAR

Atitude.editorial
atitude@atitudeeditorial.com.br

**Diretores**
Adolfo Vaiser
Simone Vaiser

**Assistente de circulação, pesquisa e eventos**
Henrique Vaiser – henrique@atitudeeditorial.com.br
**Marketing e Web**
Alessandro Fruk - alphacom@alphacom.com.br

**Administração**
Paulo Martins Oliveira Sobrinho
administrativo@atitudeeditorial.com.br

**Editora**
Flávia Lima – MTB 40.703
flavia@atitudeeditorial.com.br

**Publicidade**
Diretor comercial
Adolfo Vaiser - adolfo@atitudeeditorial.com.br

**Contato publicitário**
Ana Maria Rancoleta - anamaria@atitudeeditorial.com.br

**Direção de arte e produção**
Leonardo Piva - atitude@leonardopiva.com.br

**Consultor técnico**
José Starosta

**Colaborador técnico de normas**
Jobson Modena

**Colaboradores técnicos da publicação**
Daniel Bento, João Barrico, Jobson Modena, José Starosta, Juliana Iwashita, Roberval Bulgarelli e Sergio Roberto Santos

**Colaboradores desta edição**
Aguinaldo Bizzo de Almeida, Andrea Sarmento Maia, Bruno Catta Preta, Carlos Boechat, Daniel Bento, Elbia Gannoum, Flávio de Souza, Galeno Lemos Gomes, Guilherme Feretti Rissi, Gustavo José Luna Filho, Henrique Branco Monteiro, João Henrique Aparecido Leite, Jobson Modena, José Starosta, Luciano Rosito, Luiz Henrique Alves de Medeiros, Marcelo Soares Ferreira, Normando Virgílio Borges Alves, Pedro André Carvalho Rosas, Roberval Bulgarelli, Rodrigo Sauaia, Ronaldo Koloszuk, Vinicius Ayrão Franco.

A Revista O Setor Elétrico é uma publicação mensal da Atitude Editorial Ltda., voltada aos mercados de Instalações Elétricas, Energia e Iluminação, com tiragem de 13.000 exemplares. Distribuída entre as empresas de engenharia, projetos e instalação, manutenção, indústrias de diversos segmentos, concessionárias, prefeituras e revendas de material elétrico, é enviada aos executivos e especificadores destes segmentos.
Os artigos assinados são de responsabilidade de seus autores e não necessariamente refletem as opiniões da revista. Não é permitida a reprodução total ou parcial das matérias sem expressa autorização da Editora.

**Capa: www.shutterstock.comvv | Timofeev Vladimir**
**Impressão - Mundial Gráfica e Editora**
**Distribuição - Correios**

**Atitude Editorial Publicações Técnicas Ltda.**
Rua Piracuama, 280, Sala 41
Cep: 05017-040 – Perdizes – São Paulo (SP)
Fone/Fax - (11) 3872-4404
www.osetoreletrico.com.br
atitude@atitudeeditorial.com.br

Filiada à
anatec
www.anatec.org.br

*Suplemento Renováveis* 33
Sistemas de armazenamento de energia para suporte à integração de energia eólica; A relevância de Minas Gerais para a geração solar no país; Transição energética e uma oportunidade para a transformação da sociedade; Descubra o que é a Função MPPT (Maximum Power Point Tracking). Estas e outras notícias sobre as fontes renováveis de energia.

4 *Editorial*

6 *Coluna do consultor*
Uma reflexão sobre os projetos de eficiência energética no pós-pandemia.

8 *Painel de notícias*
Fonte eólica é destaque entre as usinas liberas pela Aneel em julho; Programas de inovação e de eficiência completam 20 anos; Cummins anuncia joint-venture para armazenamento de energia; EDP Renováveis e Engie criam empresa focada em energia eólica offshore. Estas e outras notícias sobre empresas, mercado e produtos.

17 *Fascículos*
Indústria 4.0 e a Transformação Digital
Segurança em Eletricidade
Inovação em Distribuição de Energia – Digitalização, Descentralização e Descarbonização

48 *Aula Prática*
A Internet das Coisas (IoT) e os sistemas elétricos.

52 *Pesquisa*
Levantamento exclusivo sobre o mercado de dispositivos elétricos de proteção, manobra e comando de baixa e média tensão.

58 *Cinase TEC*
Análise comparativa da utilização em sistemas de aterramento de condutores de cobre, aço-cobre e aço galvanizado – Parte 2.

62 *Espaço 5419*
Quando um SPDA deve atender à norma vigente?

64 *Espaço SBQEE*
Mitigação dos distúrbios no sistema elétrico causados por correntes geomagnéticas induzidas em transformadores de potência.

*Colunistas*
66 Jobson Modena – Proteção contra raios
67 Nunziante Graziano – Quadros e painéis
68 Daniel Bento – Redes subterrâneas em foco
69 Luciano Rosito – Iluminação pública
70 José Starosta – Energia com qualidade
72 Roberval Bulgarelli – Instalações Ex

Edição 172

# Internet das coisas, das pessoas e dos negócios

Você acorda de manhã e, provavelmente, a primeira coisa que faz é pegar o celular, em seguida desliga o alarme, faz uma breve ronda pelas redes sociais, verifica a previsão do tempo (e/ou o horóscopo do dia), liga a tevê pelo controle do próprio celular, se atualiza sobre as notícias, verifica o trânsito pelo Waze, checa a agenda virtual de reuniões e se prepara para iniciar o dia. Os primeiros minutos do dia da maioria de nós mostram o quanto a digitalização já faz parte de nossas vidas e a tendência é aumentar cada vez mais à medida que a tecnologia avança. O conceito de Internet das Coisas, em que objetos se conectam entre eles e criam novas formas de interação entre nós e as coisas ao nosso redor, nasce e avança nesse mundo digitalizado, que ganhou força a partir dos anos 2000. Casas inteligentes, com geladeiras que se comunicam com aplicativo de compras e luzes que se acendem sozinhas a partir de sensores que identificam o pôr do sol são apenas alguns exemplos. Veículos autônomos, unidades industriais que operam praticamente sozinhas e cidades inteiras monitoradas com câmeras e sensores começam a virar realidade. De acordo com a consultoria Gartner, existem, atualmente, mais de 20 bilhões de "coisas" conectadas no mundo e a previsão é de que se alcance a marca de 100 bilhões até 2025. Se isso acontecer, cada indivíduo deverá estar cercado por, em média, de 1 a 5 mil objetos conectados à IoT (Internet of Things). Parece muito, não é? Mas olhe ao seu redor: a cancela do pedágio se comunica com o sensor do seu carro e libera a passagem; o estacionamento do shopping te avisa onde ainda existem vagas disponíveis; termostatos inteligentes controlam a temperatura de um ambiente, regulando automaticamente aparelhos de ar condicionado e aquecedores. Isso já são amostras de um mundo altamente conectado.

Como a maioria das tecnologias, a Internet das Coisas deverá afetar diversos setores da sociedade, transformando negócios e gerando valor. A Indústria 4.0 vem utilizando IoT, machine learning e inteligência artificial para tornar sua produção mais eficiente e evitar falhas, reduzindo consideravelmente os riscos e, consequentemente, os prejuízos. No setor elétrico, a Internet das Coisas pode conferir mais qualidade ao fornecimento de energia elétrica e melhorar a interação com os clientes, que podem exercer mais controle sobre seu consumo. O artigo de capa deste mês (página 44) discorre sobre o tema, trazendo mais detalhes sobre a evolução da IoT nos sistemas elétricos e sobre a importância que a coleta, o tratamento e o monitoramento dos dados ganham nesse cenário e o quanto são valiosas a análise e a interpretação desses grandes volumes de dados.

Nesse novo mundo digital ganham cada vez mais relevância os projetos sustentáveis que não causam grandes impactos ambientais e contribuem para a redução dos gases de efeito estufa. No Brasil, a fonte eólica tem crescido muito e despertado a atenção de especialistas do setor elétrico sobre como manter a segurança, a qualidade e a confiabilidade da operação desse tipo de sistema. Alguns impactos da alta produção de energia dos ventos dizem respeito à regulação de frequência, fluxo e intercâmbios e à regulação de tensão. Para garantir o escoamento dessa produção sem perder a qualidade do fornecimento, o armazenamento é fundamental. Pensando em resolver este problema os autores do fascículo deste mês do caderno de Renováveis (página 30) propõem uma solução de armazenamento de energia para dar suporte à integração da energia eólica em grande escala. Vale a pena conferir!

Boa leitura a todos!

Abraços,

*Flávia Lima*

flavia@atitudeeditorial.com.br

YouTube

***Acompanhe nossoas lives e webinars com especialistas do setor em nosso canal no YouTube:***
***https://www.youtube.com/osetoreletrico***

MITSUBISHI ELECTRIC
*Changes for the Better*

for a greener tomorrow

# Solução Completa em Baixa Tensão

## Proteção, Manobra e Comando

A Mitsubishi Electric do Brasil trouxe ao país sua linha de produtos de baixa tensão, composta por Disjuntores, Contatores, Relés de Sobrecarga e Multimedidores.
Ao todo, são mais de cinco mil itens fabricados no Japão, proporcionando uma solução completa para vários tipos de indústrias e aplicações.
Uma linha extensa de produtos de fácil instalação e manutenção, com alta qualidade e confiabilidade, disponível com Disjuntores até 6.300A, Partidas de Motores até 800A e Multimedidores com alta conectividade.

mitsubishielectric.com.br/ia

(11) 4689-3000

mitsubishielectric.com.br/facebook

mitsubishielectric.com.br/instagram

mitsubishielectric.com.br/linkedin

mitsubishielectric.com.br/youtube

**José Starosta é diretor da Ação Engenharia e Instalações e membro da diretoria do Deinfra-Fiesp e da SBQEE. É consultor da revista O Setor Elétrico**
**jstarosta@acaoenge.com.br**

# Haverá espaço para projetos de eficiência energética após a pandemia?

Enquanto o consumo de energia tem previsão de queda de até 12% em 2020 no Brasil, comparado com uma projeção de aumento de 5% de antes da pandemia (apesar de cada pais apresentar seus próprios indicadores, notaram-se de uma forma geral uma redução do consumo previsto), não era de se esperar que os projetos de eficiência energética tivessem interesse de investimento nesta época de aparente sobra de energia. Note que os indicadores dos nossos reservatórios aqui no Brasil também não são ruins e as energias renováveis seguem seus caminhos de crescimento. Há de se considerar a clara diferença conceitual entre eficiência energética e geração de energia renovável. Enquanto o primeiro conceito trata do necessário aumento do desempenho energético de qualquer atividade, o segundo considera a mudança da fonte da energia entregue para esta atividade, sendo os conceitos, portanto, absolutamente complementares, e naturalmente quanto melhor for a redução da energia consumida no projeto de eficiência, tanto menor será o investimento na fonte renovável.

Apesar do cenário acima exposto, a consultoria McKinsey em estudo recentemente publicado chama a atenção para a necessária consideração do tema da eficiência energética e oportunidades associadas. O relatório da consultoria considera o desafio e oportunidades para a reconstrução de uma economia abalada pela pandemia, porém, com as premissas de uma economia de baixo carbono. Almejada por muitos, praticada por poucos.

A questão inicialmente tratada considera o previsível paralelo da crise econômica de 2007/2008 com a atual crise da Covid-19 e a similaridade prevista quando da retomada da economia. Assim como na crise passada, estamos também experimentando uma redução das emissões de carbono e o que se espera neste ponto é evitar o incremento destas emissões que ocorreram em 2009, ou seja, estamos diante de um interessante desafio em descarbonizar a retomada da economia garantido os acordos de Paris de 2015 com os limites para aumento do aquecimento global entre 1,50 C e 2,00 C. Este parece ser o ponto chave: voltar aos níveis de produção anteriores, porém, com menor energia consumida. Uma grande oportunidade!

O atendimento a estas premissas de redução das emissões traria também interessantes benefícios às economias dos países com geração de investimentos e principalmente empregos. Mesmo considerando que nossa energia gerada no Brasil possui forte componente das renováveis como as hidráulicas, eólicas e outras, é importante considerar o cenário dos países europeus que, se viessem a investir valores da ordem de 75 a 150 bilhões de Euros em projetos de descarbonização de uma forma geral, trariam resultados da ordem de 180 a 350 bilhões de Euros com geração de até três milhões de novos empregos, possibilitando redução de emissões de 15% a 30% até 2030. Ainda, o investimento em eficiência energética e energias renováveis em relação às fosseis incorre em maior geração de empregos na relação aproximada de 3:1.

Especificamente na implantação de projetos de eficiência energética em indústrias, o estudo aponta que investimentos da ordem de 1 a 5 bilhões de Euros incorrerão na criação de 15 mil a 100 mil empregos, com retorno entre 2 e 11 bilhões de Euros. As cifras parecem altas, mas deve-se considerar o recente acordo econômico de investimento para a era "pós-

pandemia" firmado pelos membros da União Europeia no final de julho com valores superiores a 1 trilhão de Euros e ainda citando nominalmente os aspectos de energia limpa como um dos pontos a serem beneficiados e contemplados pelos investimentos.

São ainda apresentados no estudo da McKinsey bons benefícios em projetos de retrofit em residências na busca por eficiência energética, implementação de projetos de automação em prédios tornando-os "inteligentes", aumento da robustez de redes elétricas de distribuição, sistemas de armazenamento de energia (storage), projetos de energias renováveis, retrofit de iluminação pública, veículos elétricos, e redes elétricas associadas, transportes coletivos rápidos, fabricação de veículos elétricos e infraestruturas associadas.

Há de se considerar nesta necessária descarbonização outras oportunidades associadas a estes aspectos de redução das emissões nas áreas da pecuária, nas queimadas criminosas, na moralização do transporte público indecente, nas cidades mal planejadas, mal ocupadas e mal geridas e outros tantos. Temos um mar de oportunidades de investimentos em nosso país, que se mostra carente de políticas públicas coerentes e adequadas. Quem sabe aqueles que elegemos (e também aqueles por estes indicados) não possam também serem descarbonizados, entendendo que devem se unir pelo bem de todos. Estamos fartos de corrupção, incompetência e desmandos dos poderes. Ainda temos tempo para acertos, basta boa vontade e tolerância. Não há como perdermos mais esta oportunidade; claro que os europeus se interessam por bons projetos por aqui além daqueles da Amazônia que possuem muito apreço.

Por enquanto torcemos para que se considere um modelo econômico que atenda de verdade as oportunidades para os créditos de carbonos e a quebra do paradigma da eficiência energética que continua sendo um tema conjuntural e não estrutural no Brasil, apesar de bons esforços de parte da sociedade e alguns órgãos e agências públicas.

# Fonte eólica se destaca entre as novas usinas liberadas pela Aneel em julho

**84% dos projetos liberados para operação comercial são de usinas eólicas**

A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) fechou o mês de julho com 119,97 MW liberados para operação comercial – sendo 84% deles em usinas eólicas. A inserção dessa fonte na matriz elétrica tem se destacado em 2020. Ao longo do ano, a fiscalização da Agência liberou 3.123,38 MW em 12 estados do País.

Fonte: Aneel.

Apesar do cenário de pandemia da Covid-19, a Aneel afirma que tem mantido normalmente o acompanhamento da expansão da oferta de energia elétrica no Brasil. Entre as inovações utilizadas pela fiscalização da Agência está, por exemplo, o uso de tecnologias que permitem o acompanhamento de obras por imagens de satélite.

# Programas de inovação e eficiência da Aneel completam 20 anos

**Desde seu lançamento, foram investidos R$ 7,62 bilhões em projetos de P&D e R$ 5,9 bilhões em projetos de eficiência energética**

Os programas da Aneel para promoção de ações de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética (EE) no setor elétrico completaram 20 anos de lançamento no último mês de julho. Desde a publicação da Lei n. 9.991/2000, os dois programas acumulam histórias de sucesso no incentivo à inovação e à sustentabilidade e mais de R$ 13,5 bilhões em investimentos em prol da sociedade brasileira.

De acordo com levantamento da Agência, foram investidos R$ 7,62 bilhões em projetos em P&D entre 1999 e 2019. Esse montante resultou em cerca de 325 patentes e registros de propriedade intelectual, 1.200 títulos de pós-graduação e mais de 3,9 mil artigos científicos e trabalhos publicados.

Já em Eficiência Energética, foram aplicados R$ 5,9 bilhões de 1998 a 2019, com 4.850 projetos concluídos. Tal investimento resultou em uma economia de 63 terawatts-hora (TWh) de energia – o equivalente ao consumo de 32,4 milhões de residências do Brasil durante 1 ano. Ao influenciar na oferta ao consumidor de soluções e equipamentos mais econômicos, o programa proporcionou uma retirada de 2,8 gigawatts da demanda de energia no horário de ponta, comparável a 40% da carga da região Norte do país.

"Esses programas são grande orgulho para todos nós da Aneel. Por meio deles, expandimos o horizonte da regulação e agimos no fomento às boas práticas e à inovação", declarou o diretor-geral da agência, André Pepitone.

Os Programas de P&D e Eficiência Energética do setor elétrico chegam aos 20 anos com importantes novidades da Agência, voltadas a aprimorar os instrumentos de estímulo à inovação.

Estão entre as ações a conclusão do Manual de Eficiência Energética e a revisão dos Procedimentos de P&D – PROP&D, além da recente assinatura de Acordo de Cooperação para viabilizar estudos de avaliação do impacto do Programa de Eficiência Energética de maneira ampla e consolidada.

Segundo o Diretor Sandoval Feitosa, relator da revisão dos manuais de EE e P&D, "a modernização do PROP&D, do PROPEE, como também a realização desse estudo sobre o PEE serão, sem dúvida, uma excelente forma de comemorarmos esses 20 anos dos programas. O estudo trará análises consistentes dos impactos do programa, indicando aprimoramentos inovadores para que os investimentos em P&D e em Eficiência Energética continuem melhorando a prestação de serviço à sociedade brasileira".

Para o diretor Júlio César Ferraz, "pesquisa, desenvolvimento e inovação são fundamentais para o progresso de um país. Há 20 anos, o programa de P&D da ANEEL fomenta a busca por soluções que levam ao aumento de produtividade e de eficiência no setor elétrico nacional".

Rockwell Automation

# Intelligent Packaged Power:

## estratégia digital para integração elétrica e de processos

**Nos últimos meses, em decorrência da pandemia da Covid-19, fomos testemunhas de uma drástica adoção da tecnologia digital nas empresas. Nesse sentido, a estratégia de negócios Intelligent Packaged Power nos ajuda bastante, pois oferece um pacote simplificado de processo e potência, acesso à inteligência do dispositivo e integração entre os sistemas elétrico e de processo.**

Ao longo desses anos, a Rockwell Automation concentrou seus esforços em entregar ferramentas de controle e automação industrial com a oferta de Arquitetura Integrada, soluções de controle de motores e um portfólio de dispositivos inteligentes que permitem obter dados em tempo real, otimizar o desempenho e maximizar a eficiência de uma fábrica.

Em indústrias pesadas, acaba sendo muito complexo administrar de maneira conjunta sistemas de controle e distribuição elétrica. Isso resulta em um grande desafio nos dias de hoje, já que a demanda por esse tipo de serviço vem crescendo entre nossos clientes.

É por isso que a iniciativa chamada Intelligent Packaged Power ajuda a reduzir o risco de fornecer nossos dispositivos de controle de motores e todos os elementos do sistema de distribuição elétrica em um único pacote, dado que pode integrar digitalmente todos esses dispositivos, independentemente do fabricante.

Isso pode dar ao pessoal da planta acesso total às informações na subestação. Além disso, permite unificar sistemas de processo e potência nas plataformas Logix e FactoryTalk® para criar um único ambiente operacional.

Hoje, a capacidade de estabelecer um sistema de distribuição elétrica que tenha integração digital com as soluções de controle da Rockwell Automation é o segredo do sucesso de uma fábrica. Por isso, implementamos essa estratégia comercial de gerenciamento de projetos que nos permite desenvolver uma cadeia de suprimentos capaz de fornecer equipamentos para distribuição elétrica de acordo com a realidade de cada mercado local.

Não há dúvida de que, para atingir esse objetivo, a infraestrutura de comunicação fundamental é a Internet. Para isso, nossa empresa conta com o aplicativo EtherNet/IP™ que fornece aplicativos de rede para a fábrica como um todo usando tecnologias de conexão de rede abertas e padrão do setor. Nesse sentido, nosso protocolo coexiste e compartilha uma infraestrutura semelhante com a IEC 61850, um padrão internacional originalmente projetado para a integração de dispositivos elétricos em subestações elétricas.

Quando uma fábrica tem capacidade de gerar energia elétrica e térmica (cogeração), adicionando-a à rede, essa capacidade dependerá diretamente das condições do processo. Portanto, é vital adicionar ao sistema de controle da planta o comando dos links de conectividade à rede de distribuição externa. Essa integração é altamente relevante, pois a ligação do processo com a geração de energia, ou com o suprimento, pode ser gerenciada a partir de agora através de um único sistema.

Se fornecermos esses elementos como um pacote integrado no ciclo de vida do projeto (engenharia, comissionamento, operação, manutenção), podemos ver que o gerenciamento inicial será muito mais fácil. Além disso, ao operar uma versão digital do sistema de controle, obteremos economias significativas nos custos de infraestrutura, pois poderemos eliminar a maioria das conexões com fio de controle e comando. Haverá também uma redução no processo de engenharia, pois este será muito mais fácil já que todos os detalhes das interconexões não serão necessários (diminuindo o custo do comissionamento).

Por outro lado, quando a fábrica estiver estabelecida e começar a operar normalmente, poderemos usufruir das vantagens proporcionadas pela revolução digital: a manutenção será muito mais fácil e direta, com diagnósticos imediatos que nos permitirão antecipar e corrigir possíveis falhas. Tudo isso nos levará a ter um sistema altamente confiável, com precisão e análise do que está acontecendo e do que pode acontecer a médio ou longo prazo.

***Artigo escrito por Sergio Gama, Power Control Business Director - América Latina***

***Se precisar de mais informações, entre em contato conosco:***

***rabrmarketing@ra.rockwell.com***

# Revista O Setor Elétrico e CINASE lançam eventos online em formato totalmente inovador

**Congressos CINASE Digital, T&D Energy e IND 4.0 NOW reunirão nomes expoentes para discutir os temas mais atuais do universo da engenharia elétrica e da automação com uma dinâmica que mescla apresentações remotas e em estúdio**

O ano de 2020 provocou uma verdadeira transformação em muitos negócios em todo o mundo. Acelerou a transformação digital e promoveu uma verdadeira mudança de mindset em muitos gestores e executivos. Quem não acreditava na produtividade do home office acabou sendo surpreendido pelo modelo e as empresas que estavam aguardando o melhor momento para investir no e-commerce anteciparam seus projetos.

Com a pandemia e o distanciamento social, também a área de eventos está se reinventando. Com o objetivo de continuar levando conhecimento técnico para os profissionais de engenharia é que os diretores da Revista O Setor Elétrico e do Circuito Nacional do Setor Elétrico (CINASE) se uniram a especialistas parceiros do setor para dar origem a três projetos inéditos para o segundo semestre deste ano: o CINASE Digital, o T&D Energy Online e o IND 4.0 NOW.

Os três eventos deverão ser realizados, respectivamente, em outubro, novembro e dezembro e terão um formato especial para conferir mais dinamismo à programação. "Desde o início da pandemia, tem surgido uma enxurrada de lives e webinars, nós mesmos temos feito ótimas lives, mas para um congresso ser atrativo e transmitir o conteúdo com eficiência, entendemos que precisávamos ir além e pensar em um formato totalmente diferente do que todo mundo tem feito", explica o diretor da Revista O Setor Elétrico e dos eventos CINASE, Adolfo Vaiser. Foi então que, depois de algumas pesquisas de formatos de eventos online e consultas ao mercado, chegou-se ao modelo atual. Os eventos possuem características similares a um programa de tevê, com transmissões feitas diretamente de um estúdio e outras gravadas remotamente, com as ferramentas de multimídia disponíveis mais avançadas, com o intuito de oferecer a melhor experiência virtual para o participante e também para o patrocinador.

"A nossa proposta é oferecer todo o conteúdo de qualidade já tradicional dos nossos eventos, mas com uma nova roupagem alinhada ao momento que vivemos hoje. Com toda a tecnologia a nosso favor, nosso objetivo maior é chamar a atenção do profissional que quer se atualizar e garantir uma interação eficiente entre participantes, palestrantes e expositores", afirma a diretora e sócia do projeto, Simone Vaiser. Conheça mais sobre os eventos:

## CINASE DIGITAL

Antes previsto para acontecer de forma presencial em quatro edições neste ano, o CINASE foi totalmente reformulado para atender às necessidades do cenário atual.

# CINASE DIGITAL

o ponto de encontro da **engenharia elétrica em 2020**

## 21 HORAS DE CONTEÚDO

**AO VIVO E ON DEMAND**

## FORMATO TELEVISIVO

### Novos tempos exigem novas atitudes: Participe da nossa **transformação digital.**

O **CINASE – Circuito Nacional do Setor Elétrico** é o primeiro e único evento do setor de instalações elétricas a apresentar um formato ousado e inovador: congresso e exposição virtuais em um formato similar ao de um programa televisivo.

Com um time técnico de excelência, o CINASE DIGITAL terá programação com 21 horas de palestras, entrevistas e painéis de debates sobre os temas mais importantes do setor de instalações elétricas.

**CONGRESSO ONLINE**
**24 a 26 de NOVEMBRO / 2020**
**Plataforma Cinase Digital**

**FEIRA VIRTUAL**
**24 a 01 de DEZEMBRO / 2020**
**Plataforma Cinase Digital**

aponte a câmera do seu smartphone e saiba mais

www.cinase.com.br/DIGITAL

+55 11 98433.2788

**INSCRIÇÕES GRATUITAS**

*Simone Vaiser e Adolfo Vaiser, diretores da Revista O Setor Elétrico e idealizadores do projeto.*

*Imagem do estúdio durante a gravação dos vídeos demo de apresentação dos eventos, que podem ser conferidos em: www.youtube.com/osetoreletrico*

É o primeiro evento do setor de instalações elétricas a apresentar um formato ousado e inovador: congresso e exposição virtuais em um formato similar ao de um programa televisivo.

O evento será constituído por congresso e área de exposição. O congresso terá 21 horas de programação divididas em três dias e contará com uma programação que contemplará palestras, entrevistas, painéis de debate, workshops, casos práticos e talk shows sobre os temas mais relevantes para a engenharia elétrica. Já a feira virtual terá duração de uma semana e permitirá que expositores apresentem suas tecnologias e portfólio de produtos e serviços de forma totalmente digital, mas com muita interação com o participante. O profissional inscrito poderá visitar estandes virtuais, assistir a vídeos institucionais, fazer reuniões virtuais e conhecer o catálogo virtual de produtos da empresa expositora.

## T&D ENERGY ONLINE

O panorama energético global está passando por profundas transformações, varrendo modelos de negócio ultrapassados e criando novas oportunidades, assim como muitos desafios. Três tendências lideram esse movimento de reformulação do cenário energético: descarbonização, descentralização e digitalização. Traçar um percurso seguro de futuro agora exige a compreensão de cada um desses três Ds.

Foi pensando nisso que o T&D Energy Online foi desenvolvido. Trata-se de um congresso dedicado a discutir as tendências do universo da geração, transmissão e distribuição de energia com foco programático nos 3Ds do setor elétrico - descentralização, descarbonização e digitalização.

O evento, também constituído por congresso e exposição. A conferência terá 12 horas de programação distribuídas em dois dias e conta com a curadoria do especialista em distribuição de energia, o engenheiro Daniel Bento. Já a feira virtual ficará disponível para todos os participantes por sete dias.

A conferência contará com executivos e especialistas renomados do mundo da energia, que compartilharão conhecimento e suas experiências em um ambiente de muita troca e interação.

## IND 4.0 NOW

O mundo passa pela quarta revolução industrial, caracterizada por muita tecnologia e automação com o objetivo de tornar os processos mais ágeis e com menos desperdício. Pensar em indústria 4.0 é pensar na integração entre dados, inteligência artificial, machine learning e protocolos de comunicação para criar um ecossistema industrial automatizado eficiente e inteligente. A programação do IND 4.0 NOW passeará sobre os pormenores deste conceito. Para isso, gestores de grandes indústrias que já são consideradas 4.0 serão convidados para compartilhar suas experiências, assim como os principais fornecedores de soluções desta cadeia. Se você quer conhecer ou saber mais sobre o que há de mais atual e prático em indústria 4.0, este evento será imperdível!

No mesmo modelo dos eventos anteriores, o IND 4.0 NOW conta com um congresso de dois dias e uma área de exposição com duração de uma semana. A programação do evento conta com a curadoria do especialista Carlos Eduardo Boechat.

**PROGRAME-SE!**

***CINASE DIGITAL***
**Congresso: 24 a 26 de novembro de 2020**
**Mais informações:**
**www.cinase.com.br/digital**

***IND 4.0 NOW***
**Congresso: 9 E 10 de dezembro de 2020**
**Mais informações:**
**www.ind40now.com.br**

***T&D ENERGY ONLINE***
**Congresso: 27 e 28 de janeiro de 2021**
**Mais informações:**
**www.tdenergy.com.br**

**Dois importantes temas merecem dois novos eventos.**

## 12 HORAS DE CONTEÚDO

**AO VIVO E ON DEMAND**

## FORMATO TELEVISIVO

## Indústria 4.0 • 3D's do setor elétrico. Vemos vocês!

O **CINASE e O Setor Elétrico** inovam mais uma vez ao propor dois novos eventos digitais voltados à importantes temas do segmento na atualidade: A Indústria 4.0 e os 3D's do Setor Elétrico: Digitalizacão, Descentralização e Descarbonização.

Divididos em dois programas distintos, **o T&D Energy Online** e o **IND 4.0 NOW** reúnem um time técnico de excelência, com programação com 12 horas ao vivo e on demand, em paralelo com uma Feira de Exposições Virtual para interação de público e empresas. **12 horas de programação e 01 semana de feira: A oportunidade para sua marca diferenciar-se em 2020.**

T&D energy online

**T&D ENERGY ONLINE**
**27 e 28 de JANEIRO / 2021**
**Plataforma T&D Energy Online**

IND 4.0 NOW
CONGRESSO E EXPOSIÇÃO DIGITAL

**IND 4.0 NOW**
**09 e 10 de DEZEMBRO / 2020**
**Plataforma IND 4.0 NOW**

Organização e Produção:

CINASE Congresso & Exposição

www.**tedenergy**.com.br www.**ind40now**.com.br

o setor elétrico

# Cummins anuncia joint-venture com a NPROXX para armazenamento de hidrogênio

**Companhia fortalece as capacidades de produção de células de combustível da Cummins e adiciona novas tecnologias a hidrogênio**

A Cummins acaba de fazer um acordo para formar uma joint-venture com a NPROXX, líder em armazenamento e transporte de hidrogênio, para tanques de acondicionamento deste elemento químico. A joint-venture continuará com o nome NPROXX.

"Estamos entusiasmados por combinar a experiência, a inovação e o compromisso da Cummins para o sucesso do cliente com as principais tecnologias de armazenamento de hidrogênio da NPROXX", diz Tom Linebarger, presidente e CEO da Cummins Inc.

Ainda de acordo com o CEO, para evoluir em direção a um futuro descarbonizado, o mundo exigirá várias soluções de energia, incluindo diesel avançado, gás natural, eletrificação, células de combustível, híbridos etc. “A adição de armazenamento de hidrogênio às nossas capacidades existentes na produção deste elemento químico e células de combustível nos permite acelerar a viabilidade e adoção dessas tecnologias nos diversos mercados", avalia.

A joint-venture é uma das várias ações da Cummins para aprofundar os recursos da empresa em tecnologias de produção de células de combustível e hidrogênio. Além disso, fornecerá aos clientes produtos de armazenamento de hidrogênio e gás natural comprimido para aplicações em rodovias e ferrovias e contribuir para o rápido crescimento da capacidade de hidrogênio da Cummins.

A aquisição da Hydrogenics Corporation em setembro de 2019 forneceu à Cummins membranas de troca de prótons (PEM) e células de combustível para gerar hidrogênio. A Cummins também investiu na LOOP Energy, assinou um memorando de entendimento com a Hyundai Motor Company e investiu no desenvolvimento de células de combustível de óxido sólido.

A Cummins e a NPROXX terão 50% de participação cada na joint venture. A formação da empresa está sujeita a aprovações regulatórias e outras condições. As partes esperam que a transação seja concluída até o final do primeiro trimestre de 2021. Os resultados não consolidados da joint venture serão incluídos como parte do segmento de negócios New Power da Cummins.

# EDP Renováveis e Engie anuncia joint venture para energia eólica

**Empresa, sediada na Espanha, foi criada para captar oportunidades em energia eólica offshore em todo o mundo**

A Engie e a EDP Renováveis anunciaram a criação da Ocean Winds (OW), uma joint venture no setor da energia eólica offshore fixa e flutuante controlada em partes iguais por ambas as empresas. A nova sociedade será o instrumento de investimento exclusivo para captar as oportunidades de energia eólica offshore mundialmente e deverá se tornar um dos cinco principais operadores mundiais ao combinar a capacidade industrial e de desenvolvimento de ambas as empresas.

De acordo com o CEO da nova empresa, Spyros Martinis, a OW foi constituída com o intuito de combinar a experiência e o conhecimento das duas empresas que têm uma folha de serviço bem-sucedida na geração de energias renováveis sob uma empresa única, para assumir uma posição de destaque no setor eólico marítimo. “Compartilhamos uma visão que evidencia o papel principal das energias renováveis em geral, e da offshore em particular, no novo modelo energético. A constituição de uma sociedade que combina a experiência e os recursos de ambas irá nos dar a oportunidade de liderar um setor nesta transição cada vez mais real e necessária”, declarou.

# Vestas alcança 100 GW de turbinas eólicas em operação

**Empresa é primeira a ser responsável pela manutenção de 100 GW de turbinas em todo o mundo**

Neste contexto, a Vestas se tornou na primeira empresa a ser responsável pela manutenção de 100 GW de turbinas, liderando os esforços da indústria de energia renovável para substituir fontes fósseis de energia. Deste total, 8,4 GW correspondem a projetos atualmente em operação na América Latina.

Este marco mostra a velocidade de crescimento da capacidade instalada de energia eólica em uma escala global. Desde sua criação, em 2014, o departamento de Service da Vestas acompanhou o crescimento da capacidade instalada pela companhia e se consolidou como uma unidade de negócio altamente rentável, com perspectivas ainda mais promissoras. Atualmente, a Vestas é responsável por mais de 47 mil turbinas eólicas, incluindo multibrand, e tem cerca de 10 mil colaboradores em uma rede global que se expande por 69 países.

"A Vestas vem liderando a transição energética nas últimas quatro décadas. Nosso portfólio atual de 115 GW em instalações e 100 GW já em operação mostra o quão longe a Vestas e a energia eólica chegaram", diz Henrik Andersen, presidente e CEO da Vestas. "Como a pandemia mostrou, as renováveis estão se tornando rapidamente um elemento essencial para o sistema mundial de energia, bem como um importante fator para a recuperação verde das economias de cada país. Nesse sentido, o negócio de Service tem um papel cada vez mais relevante para garantir um fornecimento de energia estável e balanceado para as comunidades ao redor do planeta e no fomento ao aumento de empregos", conclui.

Para acelerar a expansão das energias renováveis globalmente, a Vestas se posicionou na vanguarda da transformação digital, coleta e análise de dados. Diariamente, as 27 mil turbinas sob operação da Vestas enviam mais de 140 informações de performance para o nosso Centro de Desempenho e Diagnóstico. O uso de software de inteligência artificial da Utopus Insights para a elaboração de prognósticos avançados permite que a Vestas ofereça soluções seja capaz oferecer soluções de excelência tanto para manutenção de turbinas quanto para seus sistemas.

Considerando o uso médio mundial de eletricidade, os 100 GW de energia eólica sob operação da Vestas contribuem para que deixem de ser emitidas 134 milhões de toneladas de CO2 por ano. Isso é o equivalente a remover mais de 90 milhões de carros de passeio das estradas a cada ano.

## Luminárias para desinfecção do ar

**www.signify.com.br**

A Signify, antiga Philips Iluminação, está aumentando sua capacidade de produção e expandindo o seu portfólio de produtos de iluminação UV-C. Ao aumentar a capacidade e ampliar o portfólio de UV-C, a Signify está ajudando a manter as pessoas seguras em um mundo que está se ajustando a um novo normal. Sua iluminação UV-C foi comprovada como um desinfetante eficaz em testes feitos pela Universidade de Boston, sendo eficiente, inclusive, para inativar o vírus da Covid-19.

A nova linha de produtos UV-C da Signify inclui luminárias e câmaras para uma ampla variedade de aplicações profissionais. Foram introduzidas 12 famílias de luminárias UV-C projetadas especificamente para desinfetar o ar, superfícies e objetos. Esses produtos são direcionados a diferentes segmentos de clientes, desde escritórios, escolas, academias, lojas de varejo, armazéns e transportes públicos.

Parte da linha são luminárias UV-C, ideais para a desinfecção profunda de superfícies em escritórios, escolas e banheiros. Elas estão equipadas com sensores e controles para garantir o funcionamento apenas quando pessoas e animais não estiverem presentes. Outros produtos incluem luminárias móveis UV-C independentes que podem ser transportadas para um quarto de hotel ou usadas para desinfetar superfícies em transportes públicos, como ônibus e trens.

As luminárias de desinfecção de ar podem ser usadas com pessoas estando no mesmo ambiente, pois são instaladas em uma altura que, em combinação com blindagem e óptica, impedem a exposição à fonte de luz UV-C. O ar na parte superior da sala é constantemente desinfetado usando irradiação UV-C e convecção natural do fluxo de ar na sala.

## Nobreaks para o mercado de automação comercial

**www.tsshara.com.br**

A TS Shara, fabricante nacional de nobreaks e estabilizadores de tensão, anuncia sua nova linha de nobreaks voltada para o segmento de automação comercial. O UPS PDV Checkout foi desenvolvido para atender a qualquer demanda dos diversos PDVs (pontos de vendas), como supermercados, farmácias, restaurantes e estabelecimentos comerciais em geral.

A nova linha da TS Shara é composta por quatro modelos, disponíveis nas potências de 800 VA e 1.500 VA. O diferencial da linha UPS PDV Checkout é sua flexibilidade de autonomia que, dependendo do tipo e da quantidade de dispositivos conectados, pode variar entre 100 e 120 minutos. Esse tempo ainda pode ser estendido em até 5 horas, por meio da conexão rápida de uma bateria externa de 12V/45Ah.

Assim como os demais produtos do portfólio da empresa, a linha UPS PDV Checkout é bivolt e conta com uma ampla gama de aplicações, como sistemas de segurança e CFTV, aparelhos eletrônicos, computadores, entre outros.

Outro destaque do produto é a sua compatibilidade com o Power NT, software de gerenciamento inteligente da TS Shara, que possibilita o monitoramento contínuo da operação dos nobreaks em tempo real e a distância, via USB ou pelo aplicativo para celular, disponível nas versões Android e iOS.

## Software de análise para previsão e otimização de processos

**https://new.abb.com/br**

A nova solução da ABB opera como um ponto de convergência de dados digitais, onde fluxos de informações de diversas fontes da planta e da empresa são contextualizados por meio de um modelo de análise unificada. A aplicação de inteligência artificial nesses dados produz insights significativos para previsão e otimização que melhoram o desempenho dos negócios.

O ABB Ability™ Genix Industrial Analytics e o AI Suite são uma plataforma de análise avançada escalável com aplicativos e serviços pré-criados e fáceis de usar. A solução coleta, contextualiza e converte dados operacionais, de engenharia e de tecnologia da informação (TI) em insights acionáveis que ajudam as indústrias a melhorar as operações, otimizar o gerenciamento de ativos e otimizar os processos de negócios com segurança e sustentabilidade.

O software auxilia os clientes a decidir quais ativos, processos e perfis de risco podem ser aprimorados e ajudam os clientes a projetar e aplicar essas análises. Com uma biblioteca de aplicativos, os clientes podem assinar uma variedade de análises sob demanda, conforme as necessidades da empresa, agilizando o processo tradicional de solicitação e agendamento de suporte dos fornecedores.

Escalável da planta fabril para dentro da empresa, o ABB Ability™ Genix suporta uma variedade de implantações, incluindo nuvem, híbrido e instalações.

Apoio:
CLAMPER®
D'LIGHT
Distribuidora de Materiais Elétricos
NOVEMP
PAINÉIS ELÉTRICOS E BARRAMENTOS BLINDADOS

# Fascículos

INDÚSTRIA 4.0 E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

18 CARLOS BOECHAT

Capítulo V – Um panorama das cidades inteligentes e os desafios no Brasil

- Desafios tecnológicos para o Brasil

- Topologia Mesh

- Internet das Coisas (IoT)

SEGURANÇA EM ELETRICIDADE

20 AGUINALDO BIZZO DE ALMEIDA

Capítulo V – Medidas de controle para riscos elétricos em locais especiais

- Medidas de proteção coletiva contra choques elétricos

- Seccionamento e supervisão

- Conclusões

INOVAÇÃO EM DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

26 DANIEL BENTO

Capítulo V – Geração distribuída: regulação, mercado e perspectivas

- Evolução da Geração Distribuída

- Tecnologia da geração solar

- Perspectivas de futuro

*Por Henrique Branco Valente Monteiro**

# Capítulo V

# Um panorama das cidades inteligentes e os desafios no Brasil

*Este é o quinto capítulo de oito que publicaremos em 2020. Quem desejar colaborar com algum tema e conteúdo técnico, por gentileza, entre em contato com Carlos Eduardo Boechat, responsável pelos fascículos de Indústria 4.0 e Transformação Digital. Contatos: +55 11 93030-1805 / 31 99393-1670 carloseduardoboechat@gmail.com / carlos.boechat@accenture.com*

Muito se fala em cidades inteligentes, o que de fato é uma tendência mundial, embora não exista uma definição clara do conceito. Encontrar meios sustentáveis que auxiliem a gestão é o sonho de qualquer administrador público.

Certas cidades ao redor do mundo saíram à frente nessa corrida tecnológica e sustentável, em destaque as europeias, norte-americanas e asiáticas. Nota-se que as cidades sul-americanas ainda têm muito o que desenvolver, devendo ser analisadas como um dos principais motivadores para os agentes públicos e players de mercado, sendo uma oportunidade para diminuição de OPEX, otimizando a mobilidade urbana para gestão de recursos, e/ou, ainda, buscar a eficiência energética.

Diante do cenário local, uma das perguntas que se faz é: "Em meio a essa recente revolução industrial que estamos vivenciando, quais os desafios encontrados na implementação de novas tecnologias desse modelo aqui no Brasil?"

Primeiro, do ponto de vista estrutural, vale salientar que a infraestrutura de uma cidade é propícia para promover a implantação de uma rede de dados para gerir diversos serviços de forma eficiente. Os postes de iluminação pública, dentro dos perímetros urbano e rural, espaçados em média a 35 metros e com uma altura, na maioria das vezes, acima dos níveis de casas e árvores, representam a condição perfeita para instalação dos componentes de uma rede. Não por acaso, diversas cidades brasileiras têm experimentado a revolução denominada Internet of Things (IOT) por meio da telegestão de iluminação pública, que combina a eficiência energética das luminárias de Led com recursos tecnológicos como dimerização, a fim de economizar energia em períodos específicos, bem como, remotamente identificar pontos apagados ou ligados em horários indevidos – diminuindo assim custos operacionais.

Explicando de forma simplificada o funcionamento de uma rede de dados, para o caso de uma cidade, faz-se necessário imaginar um prédio público munido de um medidor (cliente) de consumo de água com telemetria, ou seja, um equipamento responsável pela coleta dos dados, de modo que possa ser consultado remotamente a qualquer momento, esse mesmo medidor está fisicamente dentro de uma rede mesh com telegestão de luminárias de postes. Não importa qual o serviço que ele realiza, se é verificar consumo de água ou apagar uma lâmpada, o protocolo da comunicação será o mesmo, portanto, utiliza-se a mesma rede tecnológica. Para essa informação do medidor chegar até o usuário que está fazendo a requisição em seu computador em outro prédio público, ela deverá percorrer o caminho até o concentrador, que será o gateway que fará a interface com o servidor – em muitos casos, na nuvem.

O tipo de topologia mesh se mostra confiável em qualquer projeto urbano, por este motivo, é largamente empregado, pois tem como característica possuir vários nós e ser dinâmico, ou seja, cada equipamento pertencente à malha atuará como um

repetidor de sinal, o caminho entre o cliente e o gateway não é predefinido, percorrerá onde sinalizar menor latência. Como cada equipamento se torna um repetidor, quanto mais populosa a rede, mais robusta é, resultando em uma alta permissividade diante de problemas pontuais, um exemplo a considerar: "Uma falta de energia na rua B, não impede a informação de chegar até seu destino, pois ela tem a opção de trafegar pela camada da rua A, C ou até na D."Quando se fala em latência, fala-se em comandos de 2 segundos entre a requisição pelo usuário até a apresentação da informação na tela do computador.

Apesar de o modelo poder ser aplicado em diversas soluções, um projeto de redes dessa proporção exige técnica e conhecimento prático, visto que muitos comportamentos teóricos descritos em bibliotecas, consideram situações ideais, e cada cidade possui particularidades em sua arquitetura, tamanho do perímetro, taxa de arborização, elevação de solo, bem como a quantidade de serviços e tipos de dados previstos no escopo, entre outros fatores. Essas variáveis definem a quantidade de gateways (concentradores) que essa cidade terá, observando sempre a performance e a confiabilidade.

Uma questão importante é: como trazer toda a informação que está na rua para a tela do computador ou celular do usuário?

Muitos fornecedores de soluções adotam chip de dados de operadores de telefonia, utilizando o serviço 3G e 4G. Alguns fabricantes disponibilizam também a possibilidade de conexão via protocolo ethernet para ADSL, fibra ótica, modem USB e até WI-FI, caso haja ponto de conexão.

Para o futuro, espera-se que muitos projetos sejam alavancados com o advento do 5G no Brasil, por permitir um alto fluxo em tráfego de dados.

O leilão do 5G no país está previsto para ocorrer ainda no ano de 2020, especialistas acreditam que emplacará no primeiro semestre de 2022. Os grandes centros urbanos serão os primeiros a experimentar essa nova tecnologia, contudo, a médio prazo há algumas barreiras a serem vencidas, como a necessidade de novos investimentos em equipamentos, além de questões jurídicas. A legislação ainda não permite a instalação de estações rádio base (ERB) de telefonia próximas as escolas, polícias ou hospitais, embora não exista comprovação científica de que a radiação seja nociva à saúde, mesmo estando em patamares um tanto quanto inferiores ao que a Anatel determina como máximo permitido, faz-se necessária a implementação de novas ERBs, dado que a frequência do 5G tem menor alcance de radiação. Paralelamente, uma das vantagens é a intercambialidade com antenas 4G, que possibilitam as operadoras a manterem seus investimentos na quarta geração.

As possíveis implementações de gestão remota em centros urbanos são extensas, o Brasil ainda vive a primeira fase dessa revolução que é a de aplicação vertical, em que os projetos são demandados por setores específicos de serviço e não propriamente interconectados com outras áreas do setor público. O próximo passo é avançar para a aplicação horizontal, ou seja, integrar diferentes serviços em uma mesma rede, como o caso do medidor de água com iluminação pública, citado anteriormente, com possibilidade de comunicação com um semáforo inteligente, rastreamento de vagas, controle de frota, dentre outras aplicações. Dessa forma, percebe-se que a gestão pública também deverá passar por uma evolução em sua organização, visando a integração de diferentes agentes no mesmo processo, não somente na execução de projetos, mas também na promoção de estratégias para alavancar o país, diante da iminente usabilidade de IOT no dia a dia.

A introdução de elementos inteligentes em nosso cotidiano está cada vez mais presente, como, por exemplo, as empresas brasileiras que voltaram este insight para o varejo, e trouxeram o conceito de IOT para a casa dos brasileiros, em itens como lâmpadas, tomadas, câmeras, geladeiras, utilizando o protocolo WI-FI. Nesse ponto, nota-se uma característica importante, o usuário não precisa ser especialista com um sistema plug and play.

Assim, percebe-se que há várias frentes promovendo direta e indiretamente as cidades inteligentes no Brasil e não vai parar somente nas grandes metrópoles. Em longo prazo será possível resolver problemas contundentes do país, levando mais tecnologia e conectividade às pessoas mais carentes de cidades distantes dos grandes centros e, também, ao agronegócio. O Brasil é um país de tamanho continental, cada cidade possui suas particularidades e problemas pontuais. Levará tempo, o desenvolvimento ocorrerá em muitos anos, todavia, o mais importante a salientar é que o "pontapé" inicial já foi dado.

---

**Henrique Branco Valente Monteiro é líder de implantação em soluções de telegestão e utilities para cidades inteligentes na Smartgreen Tecnologias SA. Possui formação em engenharia elétrica pela Universidade de Mogi das Cruzes e atualmente se especializa em Iot pela Universidade Presbiteriana Mackenzie.*

**ERRATA**

No Capítulo IV, publicado na edição 171, o responsável pelo conteúdo referente ao tema "Simbiose de Tecnologias", é Reinaldo Lorenzato, diretor de Operações & Partner na Lorian e Diretor de Consultoria na ReachFor Serviços e Soluções.

*Por Aguinaldo Bizzo de Almeida**

# Capítulo V

# Medidas de controle para riscos elétricos em locais especiais

Em nosso último artigo, demonstramos que para elaboração de um PGR – Programa de Gerenciamento de Risco para Fator de Risco Elétrico, é fundamental entender conceitos técnicos estabelecidos na NR 10 e nas demais normas (como por exemplo, a ABNT NBR 5410) e ter como referência a construção de instalações elétricas seguras.

A NR 10 define uma hierarquia para adoção de medidas de controle a serem seguidas, em que a eliminação do Fator de Risco ( PERIGO) do agente eletricidade é o primeiro item da hierarquia , da mesma forma que a NR1 – Disposições Gerais define que a avaliação de Fatores de Riscos Elétricos deve observar o Gerenciamento de Risco Ocupacional (GRO), e consequente PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos.

Dessa forma, a definição das medidas de controle para proteção ao risco de choque elétrico, arco elétrico e outros fatores de risco de origem elétrica deve obedecer à hierarquia estabelecida pelas NR 10 e NR 01.

Neste artigo abordaremos sobre as medidas de proteção coletiva com foco em instalações elétricas em locais especiais, especificamente em Estabelecimentos Assistenciais a Saúde (EAS), em que medidas de controle especificas de engenharia são obrigatórias, visto as influências externas existentes nesses ambientes, onde a garantia de vida das pessoas de forma intrínseca depende da adoção dessas medidas de engenharia na construção de instalações elétricas seguras. Conforme estabelecido na NR 10, as instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado, conforme dispõe esta NR.

Na sequência, a NR10 estabelece como pontos a serem estruturados para a mitigação dos riscos com eletricidade as medidas administrativas da organização, tais como treinamento e capacitação dos colaboradores e, na sequência, o uso de EPIs.

## I - Medidas de proteção coletiva contra choques elétricos

Conforme mencionado, as medidas coletivas que garantirão proteção coletiva contra choques elétricos são fundadas em soluções de engenharia a serem implementadas desde o projeto da instalação elétrica e devem assegurar a proteção básica e a proteção supletiva conforme estabelecido pelas Normas Técnicas ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de BT e ABNT NBR 14039 - Instalações Elétricas de MT. Ressalta-se que o texto proposto para a atualização da NR 10 contempla essas medidas, da mesma forma que a ABNT NBR 5410 define as medidas que devem assegurar a proteção básica:

a) isolação das partes vivas;
b) barreiras ou invólucros ou obstáculos;
c) colocação fora do alcance; e
d) limitação da tensão.

Já a medidas supletivas devem ser alcanças por meio de:

a) seccionamento automático da alimentação;
b) infraestrutura de aterramento;
c) equipotencialização;
d) isolação suplementar; e
e) separação elétrica.

Um dos principais fatores de riscos envolvidos em acidentes com eletricidade no ambiente de trabalho refere-se à falta de uma cultura corporativa em aplicar conceitos, equipamentos e tecnologias disponíveis no segmento elétrico e que são capazes de prevenir e evitar acidentes decorrentes da eletricidade.

Existem muitas soluções disponíveis no mercado, porém, ainda são pouco difundidas no ambiente industrial, tais como nas atividades em baixa tensão com o uso de equipamentos energizados e/ou procedimentos de ligar e desligar circuitos elétricos. A NR 10 define que "as operações elementares como ligar e desligar circuitos elétricos, realizadas em baixa tensão, com materiais e equipamentos elétricos em perfeito estado de conservação, adequados para operação, podem ser realizadas por qualquer pessoa não advertida".

***Separação elétrica***

O conceito de separação elétrica e sua aplicação trazem enormes benefícios para a segurança e devem ser considerados em especial para locais e ambientes críticos. Por meio de um transformador de separação, a alimentação elétrica de locais específicos pode ser separada e isolada da alimentação convencional.

Através desse mecanismo, pode-se analisar com maior cautela e atenção os ambientes em que os colaboradores estão mais expostos ao risco elétrico. Após o transformador de separação, pode-se criar um aterramento IT no qual a primeira falta não irá causar choque elétrico ou acidentes e, de igual modo, não serão interrompidos os processos em andamento e/ou a produção.

Aqui trataremos de um ambiente cuja separação já é altamente difundida, bem como de uma nova área que está iniciando os trabalhos e tem obtido bons resultados em relação ao gerenciamento do risco elétrico.

***Ambientes hospitalares críticos***

Quem projeta ou trabalha no desenvolvimento de Estabelecimentos Assistenciais a Saúde (EAS) deve estar atento à norma ABNT NBR 13534:2008, que regulamenta os Requisitos Específicos para as instalações elétricas de baixa tensão nesses locais.

A referida norma traz as seguintes medidas para proteção contra choque elétrico a depender do local que se está projetando: (I) equipotencialização; (II) seccionamento automático da alimentação; (III) recomendação para utilização de supervisão de isolamento em esquema de aterramento TN; e (IV) aterramento IT para os locais de grupo 2, ou seja, os locais críticos.

Em ambientes hospitalares, a segurança elétrica deve ser concebida para proteção de três grupos: pacientes, equipe médica e equipamentos eletromédicos. Por isso, a norma faz uma divisão entre os locais médicos, segregando-os por seu nível maior ou menor de criticidade e de contato das partes aplicadas dos equipamentos eletromédicos à equipe médica e pacientes.

Nos locais de grupo 1, a alimentação elétrica deve ser feita via aterramento TN, com dispositivo DR que permita o seccionamento automático. Conforme Figura 1, esses locais utilizam partes aplicadas de equipamentos eletromédicos mas não para procedimentos cardíacos ou de sustentação de vida do paciente. De qualquer forma, a norma recomenda a utilização de equipamento, que, além de permitir o seccionamento, supervisione o isolamento, chamado DSCR (Dispositivo Supervisor de Corrente Residual), sobre o qual abordaremos melhor adiante.

Já para a alimentação dos locais de grupo 2 (UTI, Centros Cirúrgico, RPA, etc) a norma determina que o aterramento seja diferenciado do resto do hospital, a saber, esquema de aterramento IT. Quem já teve contato com projetos elétricos hospitalares certamente já se deparou com o chamado Sistema IT Médico. O conceito por de trás do IT Médico é justamente o que a NR 10 chamará de separação elétrica.

No esquema de aterramento IT todos os alimentadores são isolados da terra, inclusive o neutro. Com isso, em caso de uma primeira falta (fase-terra), não haverá corrente circulando porque o circuito permanece aberto e, dessa forma, não há choque ou desligamento.

Portanto, o Sistema IT se inicia com um transformador de separação. É este transformador que garantirá uma alimentação diferenciada e segura para os locais médicos do grupo 2 para que os pacientes, equipamentos eletromédicos de sustentação de vida e equipe médica não estejam sujeitos a riscos de choque elétrico ou demais acidentes advindos da eletricidade.

Como dito anteriormente, em um aterramento IT, a primeira falta não causará dano, mas ela deve ser identificada e comunicada tão logo ocorra. Esta deve ser eliminada o mais breve possível para que eventuais faltas posteriores não tenham potencial danoso.

Para supervisionar e detectar tal falha utiliza-se um equipamento chamado DSI (Dispositivo Supervisor de Isolamento). O DSI medirá a resistência de isolamento dos circuitos alimentados e comunicará ao anunciador na ocasião da primeira falha. Para o caso hospitalar, a norma determina que a informação do DSI deva ser enviada para um anunciador que informará a falha para a equipe de enfermagem e de manutenção.

Por de trás do conceito de IT Médico está o de separação elétrica tratado na NR 10. O ambiente hospitalar é excepcionalmente crítico, falhas elétricas em especial em UTIs e centros cirúrgicos

*Figura 1 – Divisão de locais médicos pela ABNT NBR 13534:2008.*

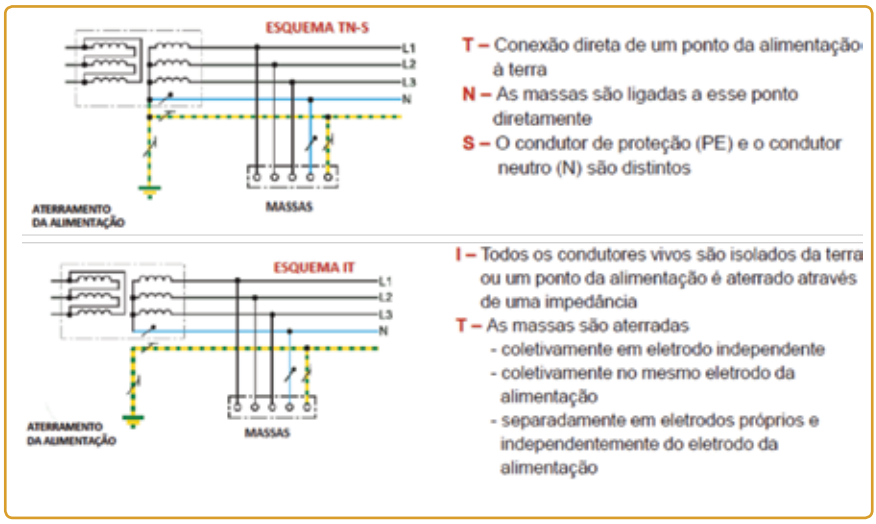



*Figura 2 – Comparação Esquema de Aterramento TN-S e IT.*

são inconcebíveis. Portanto, esse ambiente tem muito a ensinar e a ser replicado para ambientes laborais cujo risco elétrico para colaboradores é alto.

### *Ambientes condutivos*

De acordo com a ABNT NBR 5410, item 9.3, trata-se de: "Compartimento condutivo - É um local cujas paredes são constituídas essencialmente de partes metálicas ou condutivas e cujo espaço interno é geralmente limitado, fazendo com que a probabilidade de contato de uma pessoa com as partes condutivas circundantes seja elevada, envolva parte considerável do corpo e, além disso, se dê em circunstâncias nas quais a possibilidade de interrupção desse contato é limitada".

Não há dúvidas de que se tratam de ambientes críticos no tocante ao risco elétrico. Para conferir aos colaboradores medidas protetivas, uma solução desenvolvida para a usinas sucroalcooleiras é o de separação elétrica através de um sistema de aterramento móvel (vide Figura 3).

A solução é composta por transformador isolador, DSI (Dispositivo Supervisor de Isolamento) e quadro de distribuição.

- O transformador isolador realiza a separação do sistema elétrico convencional da rede e isola os equipamentos que serão alimentados, concebendo, desta forma, um esquema de aterramento em IT (todos os condutores e neutro são isolados da terra).
- Sendo um aterramento IT, a supervisão é exigida pela norma ABNT NBR 5410 e é feita pelo DSI - Dispositivo Supervisor de Isolamento. O DSI supervisiona

# Controle de Religador Avançado SEL-651R

## Compatível com os principais religadores de mercado

- Seis entradas de tensão
- Protocolos variados: IEC 61850 Goose e MMS, DNP3, Modbus, FTP
- Proteções avançadas
- Sincrofasor

SEL SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES

20 anos SEL BRASIL

selinc.com.br | vendas@selinc.com | (19) 3518.2110

ROBUSTEZ | SUPORTE TÉCNICO | CONFIABILIDADE | 10 ANOS DE GARANTIA

permanentemente os circuitos do quadro de distribuição, possuindo dois níveis de alarmes. Quando a isolação atinge os níveis parametrizados, emite alarmes (primeiro nível) e desliga (segundo nível) o circuito com problema, antes que o operador receba o choque elétrico.

- Quadro de distribuição é composto por disjuntores, contator, sinaleiros e tomadas individuais por circuito.

Operacionalmente, a solução móvel é utilizada pela equipe de manutenção para serviços em ambientes condutivos e/ou confinados.

São muitos os segmentos que possuem um alto risco elétrico para seus colaboradores e que podem utilizar dessa solução, como por exemplo: indústria sucroalcooleira, papel e celulose, química, petroquímica e demais indústrias que possuem áreas confinadas e ambientes condutivos.

***Seccionamento automático e supervisão de isolamento***

A maneira mais difundida de proteção é via seccionamento automático por meio do DR - Diferencial Residual. Sem dúvida, a popularização do uso do DR foi algo fundamental.

Para indústrias e segmentos que possuem alto risco elétrico e que precisam compatibilizá-lo com a produção de forma a ter o maior nível de segurança elétrica mas com o menor nível de perdas de produção e processos, existem soluções ainda pouco conhecidas.

É o caso do DSCR – Dispositivo Supervisor de Corrente Residual, que é recomendado pelas normas ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 13534:2008 e mais recentemente para a proteção de usinas fotovoltaicas na ABNT NBR 16690:2019.

O DSCR é um equipamento que foi desenvolvido com o conceito de "manutenção preditiva e segurança elétrica", tendo como sua principal função detectar falhas elétricas em estágios iniciais, antes que desligamentos indesejados e acidentes ocorram.

***Figura 3 – Sistema IT móvel.***

Com um range de monitoramento bastante abrangente, o DSCR detecta fugas de corrente a partir de 6mA, informa em tempo real a corrente de fuga, possuí dois níveis de alarme, saídas de contato (que podem ser utilizadas para desligar o sistema), detecta fugas de corrente tipo B (Contínua) e todas as informações podem ser enviadas para o supervisório.

Como dito, o DSCR é um dos dispositivos recomendados pela ABNT NBR 5410 (5.2.2.3.10) para limitação de riscos de incêndio provocados pela circulação de correntes de falta em locais de processamento ou armazenagem de papel a granel, feno, palha, aparas ou gravetos de madeira, fibras de algodão ou lã, hidrocarbonetos, plásticos granulados (BE2), dentre outros.

Enquanto a concepção dos dispositivos DR é oferecer proteção através do desligamento, o DSCR foi desenvolvido para supervisionar permanentemente o sistema, indicar o valor de medição atual e sinalizar e/ou desligar através de um dispositivo de proteção quando a corrente residual ultrapassar um valor pré-ajustado.

## Conclusão

"Locais Especiais – condutivos" existem em instalações elétricas industriais de vários segmentos produtivos, especialmente em espaços confinados, em que devido à falta de conhecimento técnico, considerando a exposição a riscos elétricos, são adotados procedimentos de segurança vulneráveis expondo os trabalhadores BA1 – Pessoas Comuns e BA4 – Pessoas Advertidas que utilizam equipamentos e\ou ferramentas eletivas, bem como Profissionais BA5 – Qualificados que executam atividades de manutenção elétricas nesses ambientes. Dessa forma, é fundamental que sejam definidas medidas de controle de engenharia adequadas para riscos elétricos em locais especiais e proteção para todos os profissionais que de alguma forma estejam expostos a riscos elétricos, além da garantia de continuidade do processo produtivo.

**Aguinaldo Bizzo de Almeida é engenheiro eletricista e de Seguranaça do Trabalho, membro do GT/GTT – Elaboração da NR 10 (texto vigente); assessor técnico da Bancada dos Trabalhadores no processo de Revisão da NR 10; conselheiro CCEE no CREA SP; inspetor de Conformidade e Ensaios Elétricos ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 14039, diretor da DPST – Desenvolvimento e Planejamento em Segurança do Trabalho.*

NOVEMP

# A ESCOLHA INTELIGENTE

## PARA CADA NECESSIDADE, UMA SOLUÇÃO.

Mais do que produtos, vendemos soluções elétricas com durabilidade.

**ELETROCENTRO**
PARA USINAS FOTOVOLTAICAS

C O N H E Ç A  N O S S A  L I N H A  C O M P L E T A

**QDLF** - Quadro de Distribuição de Luz e Força

**QDC** - Quadro de Distribuição Compacto

**QGBT** – TTA, Painéis e Quadros para Baixa Tensão

**Distribuição Elétrica** em Média Tensão SM6

**Barramentos Blindados**

**Resistência de Potência**

**Barra Colada** Praticidade e Economia

**Eletrocentro** para Usinas Fotovoltaicas

* Todos os equipamentos são testados conforme as normas e exigências das concessionárias.

SAP

Sistema de Gestão Integrado SGI
Certificado nas Normas:
ISO 9001 | ISO 14001

NOVEMP

PAINÉIS ELÉTRICOS E BARRAMENTOS BLINDADOS

011 4093-5300
vendas@novemp.com.br
novemp.com.br

*Por Flávio de Souza e Daniel Bentof**

# Capítulo V

# Geração Distribuída: regulação, mercado e perspectivas

Esse conjunto de artigos que trata dos 3Ds do setor elétrico traz nesta edição uma visão do D da Descentralização. Mais especificamente, da geração distribuída, que representa um recurso energético com grande crescimento no Brasil. Serãp abordados o desenvolvimento da regulação que trata do tema, o avanço do mercado e as perspectivas futuras da tecnologia e do próprio mercado

O desenvolvimento de um produto, de um regulamento e até mesmo das pessoas passa por estágios de maturação. O que é conhecido como maturidade representa uma evolução que acumula aprendizado e desenvolvimento adquirido ao longo de um período.

Este capítulo aborda o tema da geração distribuída no Brasil, que está passando pelos seus estágios de amadurecimento. Esse processo começou com os primeiros regulamentos que colocaram o modelo à prova e foi passando por adaptações para se encaixar nas necessidades e demandas do mercado.

A tecnologia também passou por esse estágio evolutivo, tanto em relação aos aspectos técnicos de durabilidade e eficiência, como também nos aspectos comerciais, tendo em vista uma redução do seu preço, o que é natural quando partimos de uma escala de pesquisa e passamos para uma escala de produção em massa.

Esse amadurecimento também é um processo que tem se aplicado na forma como as pessoas enxergam a geração distribuída, que saiu de algo distante da população comum e chegou até as residências de centenas de milhares de brasileiros.

O presente artigo aborda esse processo de amadurecimento e evolução, apresentando as perspectivas de futuro da geração distribuída para o nosso País, sempre buscando uma abordagem estratégica e estrutural do setor.

## Evolução na regulação da geração distribuída

O marco regulatório de partida mais conhecido da geração distribuída é a Resolução Normativa 482 de 2012, contudo, em 2004 foi publicado o Decreto 5.163 pelo Presidente de República, que já abordava esse assunto.

Este decreto foi instituído para regulamentar a comercialização da geração de energia elétrica no Brasil e, nesta oportunidade, a geração distribuída já havia sido contemplada.

As distribuidoras de energia elétrica no Brasil são obrigadas a ter contrato de compra de energia que atenda a 100% da sua carga. Essa regulamentação é uma forma de fomento da expansão do parque gerador do País, tendo em vista que esse contrato assegura uma receita ao gerador, que utiliza esse instrumento para buscar financiamento para a construção de seu empreendimento, usando os direitos creditórios desses contratos como garantia.

O Decreto 5.163/2004 incluiu a geração distribuída como uma fonte de geração de energia que poderia ser considerada na contabilização da totalidade dos contratos das distribuidoras, desde que limitada a 10% da sua carga. Contudo, dois aspectos deste regulamento inviabilizaram o resultado prático da geração distribuída, o preço e a personalidade jurídica.

Em relação ao preço, o Decreto

permitia que as despesas da distribuidora para contratar a geração distribuída não ultrapassasse o Valor de Referência, que é composto pela média do seu mix de contratação. Esse mix é composto de grandes usinas que, pelo ganho de escala e avançado grau de maturidade da tecnologia, possui um preço muito menor do que a geração distribuída. Ou seja, se a distribuidora contratasse essa fonte, ela não poderia repassar para a tarifa a diferença de preço, que seria natural ao comparar grandes usinas hidroelétricas com pequenas usinas fotovoltaicas, por exemplo.

No que se refere à personalidade jurídica, o Decreto definiu que a compra dessa energia deveria ocorrer a partir de pessoas jurídicas que fossem agentes do setor elétrico no papel de concessionários, permissionários ou autorizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

O resultado foi que na prática houve baixíssima adesão a esta modalidade. Desde a criação dessa regulação até 2011 houve apenas 13 registros de geração distribuída na Aneel. Tal cenário requeria uma mudança na regulação, o que resultou na Resolução Normativa 482 publicada em 2012.

Essa resolução criou a figura da microgeração distribuída com capacidade de até 100 kW e minigeração distribuída com capacidade acima de 100 kW, não ultrapassando 1.000 kW, para diversas fontes de energia.

Foi criado também o sistema de compensação, de forma que a energia elétrica excedente produzida e injetada na rede pudesse ser utilizada para compensar os momentos com menor geração em que a unidade consumidora precisava utilizar energia elétrica da rede de distribuição, sendo que essa transação poderia ser realizada por pessoas físicas, considerando a mesma tarifa de energia da distribuidora local.

Caso, ao final do mês, o consumidor gerasse mais energia do que consumiu, o excedente se tornaria um crédito que poderia ser utilizado nos próximos 36 meses.

A partir desta nova regulamentação, a sociedade despertou grande interesse nessa modalidade, a ponto que a Aneel identificou a possibilidade de realizar alguns aperfeiçoamentos que fomentassem ainda mais a geração distribuída, o que culminou na elaboração da Resolução Normativa 687 em 2015.

Neste novo regulamento, o período de compensação do crédito foi ampliado para 60 meses e mudaram também os limites de potência, passando a microgeração para recursos energéticos com capacidade de geração menor do que 75 kW e minigeração a partir de 75 kW, até 3 MW para fontes hídricas e até 5 MW para as demais.

Este regulamento trouxe um avanço importante que se refere à possibilidade de a energia produzida, e acumulada como excedente em uma unidade consumidora, ser compensada em outra unidade de mesma titularidade e localizada na área de concessão da mesma distribuidora.

Adicionalmente, esta regulamentação instituiu o modelo de geração compartilhada e múltiplas unidades consumidoras, o que abriu um horizonte adicional para a geração distribuída.

A geração compartilhada permite que um consórcio ou cooperativa de pessoas físicas ou jurídicas possa usar a energia excedente em uma unidade. Essa regulamentação abriu espaço para um novo modelo de negócio em que empresas especializadas viabilizam a construção de empreendimentos de geração com até 5 MW, formalizando um consórcio ou cooperativa com consumidores de energia elétrica, para que estes se beneficiem da energia produzida.

A última atualização vigente desta regulação é a Resolução Normativa 786,

techno®
TECHNOLOGY & INNOVATION
Soluções à prova d'água (IP68)
Resistente à temperaturas altas/ baixas (-40 +125)
Pressão agua fria e quente até 85ºC (IP69K)
Alta confiabilidade em processos industriais
Menor tempo de instalação e substituição
mario.adinolfi@technodobrasil.com.br | +55 41 98717 7000
www.technodobrasil.com.br | @technodobrasil

publicada em 2017, que ampliou para 5 MW o limite de minigeração distribuída para todas as fontes.

Em 2019, após grande avanço da geração distribuída, a Aneel abriu a consulta pública 25 para tratar uma distorção que está ocorrendo na alocação dos custos de distribuição. Os consumidores que usam a geração distribuída para compensar todo seu consumo não pagam uso da rede e encargos, o que precisa ser compensado pelos consumidores que não tem geração distribuída.

Este tema gerou muita polêmica no setor ao ser colocado em consulta pública, pois ele reduz a economia financeira proporcionada pela geração distribuída, prejudicando os modelos de negócio criado com base no regulamento vigente.

Esta consulta tinha previsão de ser finalizada no primeiro semestre de 2020, entretanto, em junho de 2020, a Aneel revisou sua agenda regulatória para o biênio 2020/2021 em função da necessidade de priorizar temas que auxiliam no enfrentamento da crise causada pela Covid-19. O encerramento desta consulta pública de geração distribuída foi postergado para o primeiro semestre de 2021.

Com isso, o mercado, que estava considerando que em breve haveria uma oneração da geração distribuída devido à necessidade de efetuar o pagamento do uso da rede, passou a vislumbrar uma janela de tempo até que seja definida a transição para o novo modelo que será instituído por meio dessa consulta pública.

## Avanço da Geração Distribuída no Brasil

Desde quando a geração distribuída foi instituída, a Aneel sempre esteve muito próxima das distribuidoras para acompanhar o avanço desse recurso energético. Portanto, atualmente é possível recorrer à agência para buscar as informações históricas do seu avanço.

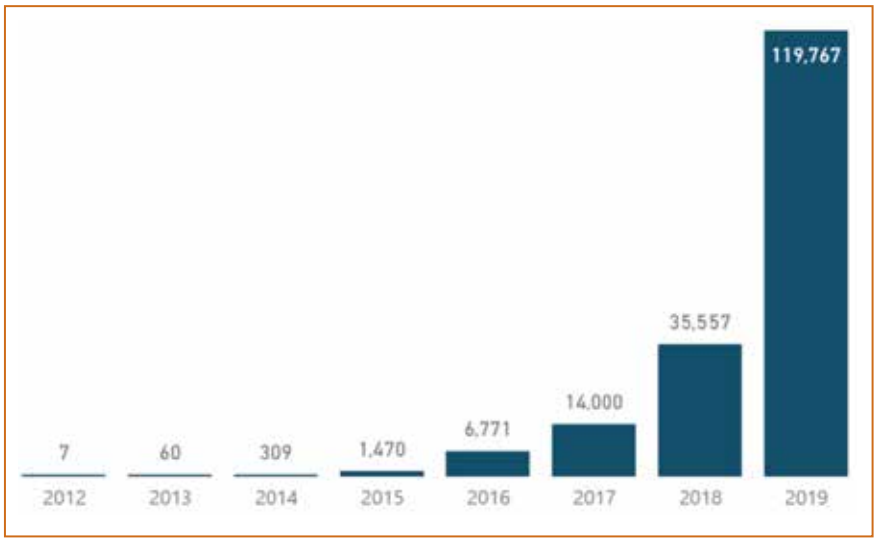



*Figura 1 – Quantidade anual de novas conexões de geração distribuída. Fonte: Aneel*

Avanço esse que começou de forma muito tímida, mas que nos anos de 2018 e 2019 apresentou uma evolução muito significativa, conforme ilustra o gráfico a seguir, que apresenta a quantidade de novas conexões de sistema de geração distribuída a cada ano em todo o Brasil.

As 119 mil novas unidades de geração distribuída instaladas em 2019, conforme informado pela Aneel, correspondem a uma potência elétrica de 1,5 GW, demandando investimentos da ordem de R$ 6 bilhões, de acordo com a consultoria Greener.

Essas unidades estão instaladas em sua maior parte nas regiões Sul e Sudeste, sendo que o estado de Minas Gerais concentra a maior quantidade de consumidores providos com esse recurso energético, conforme ilustra a figura a seguir.

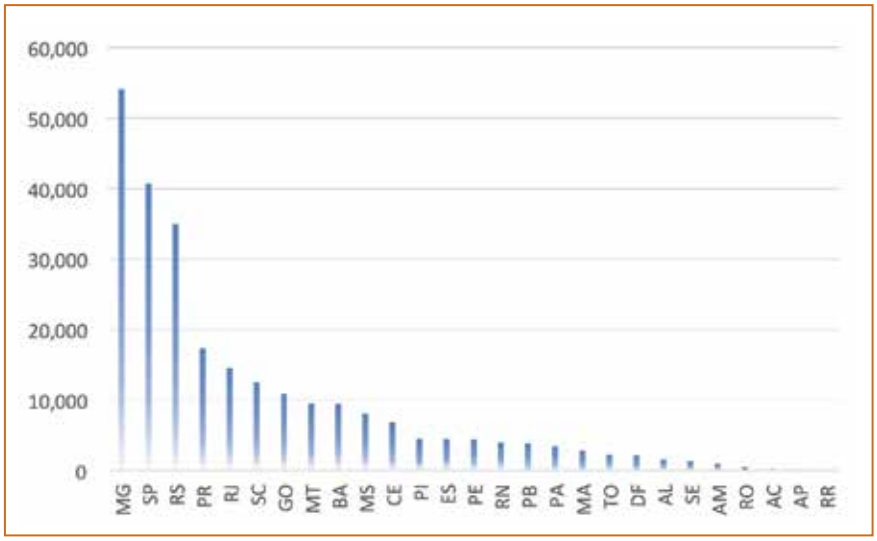



*Figura 2 – Quantidade de unidades consumidoras com geração distribuída por estado em julho/2020. Fonte: Aneel*

# QUALIDADE E CONFIABILIDADE SÃO ESSENCIAIS. SOLUÇÕES COMPLETAS TAMBÉM.

Excelência para nós é oferecer produtos que aumentem a competitividade de nossos clientes, com um leque de soluções de alto desempenho e confiabilidade para melhorar seu processo produtivo. Investimos em tecnologia e inovação para desenvolver soluções cada vez mais eficientes para todos os segmentos e necessidades.

**Transformando energia em soluções.** **www.weg.net**

Em julho de 2020 o Brasil contava com 3,2 GW de capacidade instalada em geração distribuída, sendo a grande maioria de usinas solares fotovoltaicas, conforme ilustra o gráfico 3. A parcela de Usinas Termoelétricas – UTE do gráfico contempla, em sua maior parte, geração que possui como fonte primária de energia o biogás, porém, nesta parcela também existem usinas movidas a bagaço de cana, gás natural, casca de arroz, dentre outros.

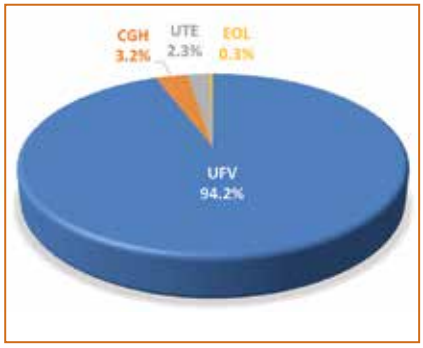



***Figura 3 – Participação das fontes na geração distribuída por capacidade instalada em julho/2020.***
***Fonte: Aneel***

Para atender a todo esse avanço, um grande conjunto de empresas se desenvolveu para suprir esse mercado. De acordo com a consultoria Greener, no início de 2018 havia 2.741 empresas integradoras de sistemas fotovoltaicos. No início de 2020 esse número avançou para 12.500.

A pandemia tem apresentado impactos na geração distribuída devido às restrições financeiras das pessoas com dificuldade para realizar o investimento inicial. A elevação do dólar também prejudicou a viabilidade do investimento neste segmento, tendo em vista o forte impacto no preço das placas solares importadas.

Contudo, considerando que a pandemia se trata de um cenário conjuntural, analisando em um longo prazo, a geração distribuída deve apresentar uma evolução estrutural, o que será demonstrado nos próximos tópicos.

## Tecnologia da geração solar

Tendo em vista que quase a totalidade (94,2%) do mercado de geração distribuída no Brasil está concentrada em sistemas de fonte solar fotovoltaica, serão apresentados neste tópico alguns aspectos relacionados a essa tecnologia.

As placas fotovoltaicas representam mais da metade do valor do investimento das instalações de geração solar distribuída e a sua vida útil é muito longa, por esse motivo, a tecnologia empregada nesses equipamentos é muito importante para uma instalação durável e de qualidade.

Atualmente, os módulos fotovoltaicos utilizados em escala comercial são os de tecnologia Policristalino e Monocristalino. Estas tecnologias demonstraram maior aderência técnica em relação à eficiência e econômica para viabilizar a implantação dos projetos.

Estes equipamentos e tecnologias continuam em franca expansão, seja com arranjos em maiores números de células em um mesmo módulo, como também no resultado de seus índices de eficiência.

Estudos demonstram que no futuro teremos aplicação de novas tecnologias já criadas e que hoje estão em fase de aperfeiçoamento. Estima-se que em um intervalo entre 5 a 10 anos, elas serão acessadas em escala comercial como o sistema orgânico e a perovskita.

O sistema solar fotovoltaico orgânico é formado por uma composição de células fotovoltaicas orgânicas (Organic PhotoVoltaic, ou OPV em inglês) que podem ser construídas sobre um filme fino com uma base flexível.

A sua composição contém materiais orgânicos condutores que são responsáveis pela ativação do efeito fotovoltaico, produzindo um fluxo de energia elétrica nas células mediante a incidência do sol.

Esta tecnologia proporciona ainda benefícios adicionais pelo fato de ter a possibilidade de ser instalada de forma flexível em relação a seu formato, podendo se adequar às características arquitetônicas do local onde a mesma estiver instalada. Outro recurso que permite essa harmonia com o local de instalação refere-se ao fato que ela pode ter várias tonalidades de cor, inclusive a transparente para instalações em vidros e janelas.

O batismo das células solares de perovskita foi em homenagem ao minerologista Bielo Russo, Lev Alexeievitch Perovisk (1792-1856). A perovskita usada em células solares é um material semicondutor, com alta eficiência e de escala micrométrica, da ordem de 1 micrometro contra 180 micrometros das células hoje utilizadas.

Essa tecnologia está em desenvolvimento para avaliar a melhor forma de combiná-la com o tradicional silício, para contornar os seus pontos desfavoráveis que é uma baixa durabilidade do material e a sua sensibilidade a água e umidade.

## Perspectivas de futuro do mercado

Apesar das dificuldades e restrições do momento que estamos passando devido à pandemia de Covid-19, essa é uma crise conjuntural que está causando uma redução momentânea na expansão da geração distribuída no Brasil, mas que, em uma visão estratégica de longo prazo, deve continuar havendo uma expansão desse recurso energético.

Essa perspectiva é reforçada quando avaliamos que em junho de 2020 chegamos a uma queda na taxa básica de juros ao menor nível histórico (2,25% a.a.), a instalação de sistemas de geração distribuída passa a ser também uma opção de investimento aos consumidores, tanto residencial como comercial primordialmente.

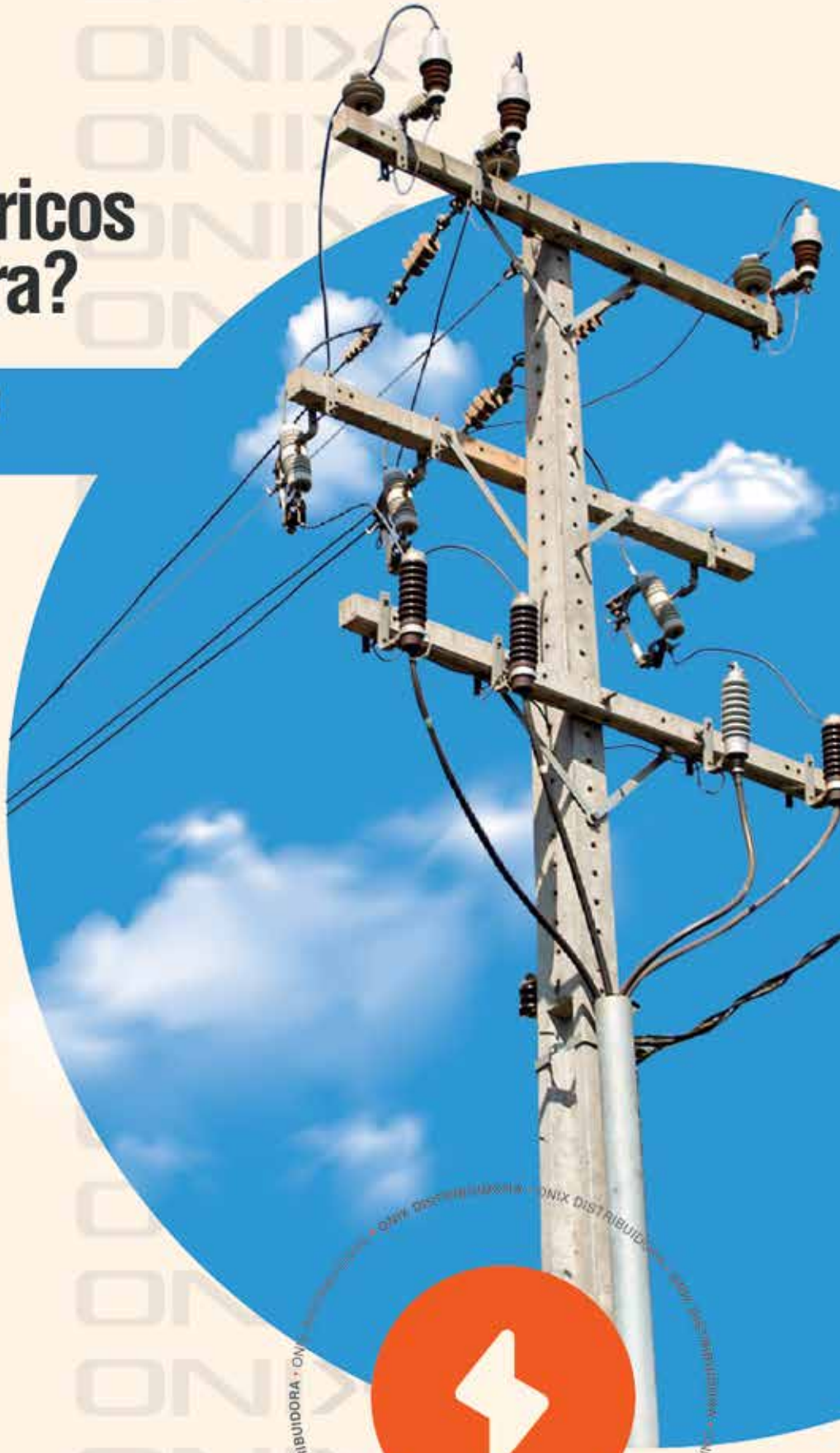
A energia solar deve continuar sendo a principal fonte para esse tipo de geração, principalmente porque o histórico brasileiro indica que ainda estamos em uma fase inicial de exploração dessa fonte e também pelo fato de o Brasil apresentar um grande potencial de expansão.

O gráfico a seguir ilustra o crescimento da geração solar no Brasil, tanto a partir da geração centralizada em grandes usinas como por meio da geração distribuída. É possível observar o histórico muito recente da exploração da fonte solar. Somente a partir de 2017 é que o Brasil começou a apresentar valores representativos de capacidade instalada em geração solar.

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica - Absolar,

# Procurando materiais elétricos para a sua obra?

**A Onix têm o material que você precisa!**



**Variedade de materiais**
Cabos Média tensão, chaves, isoladores, para-raios e muito mais

**Condições comerciais flexíveis**

**Produtos homologados nas concessionárias**

**Estoque à pronta entrega**

**Estoque dedicado/ in company**

**Entrega para todo o Brasil**

ONIX
DISTRIBUIDORA DE PRODUTOS ELÉTRICOS

Central de atendimento (44) 3233-8500 Nos siga nas redes sociais

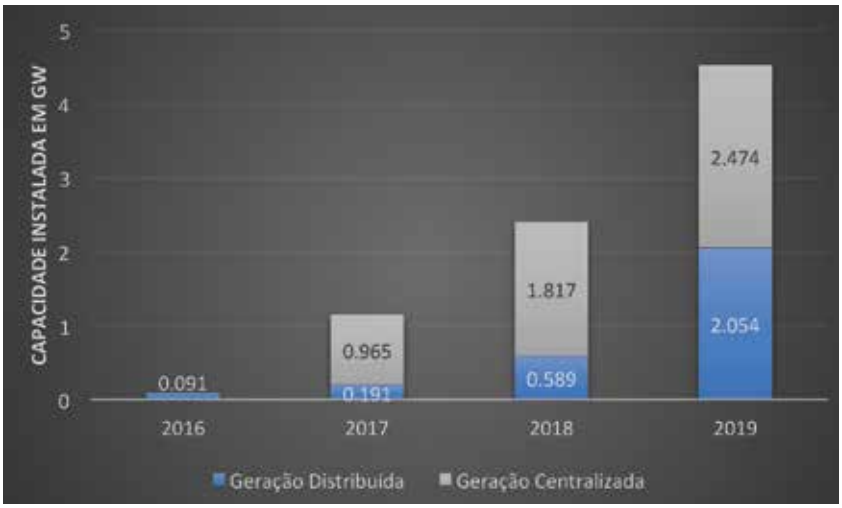



***Figura 4 – Capacidade instalada em geração solar no Brasil.***
***Fonte: Absolar***

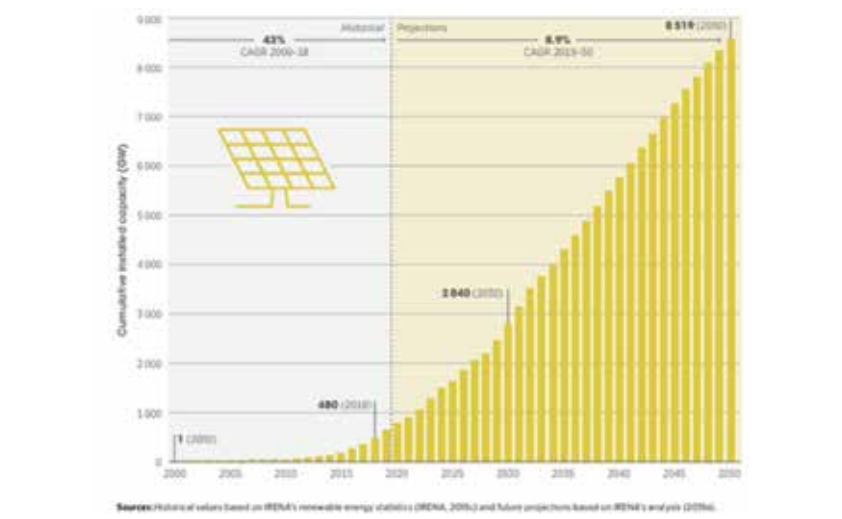


***Figura 5 – Projeção de crescimento da capacidade instalada em energia solar no mundo.***
***Fonte: International Renewable Energy Agency - Irena***

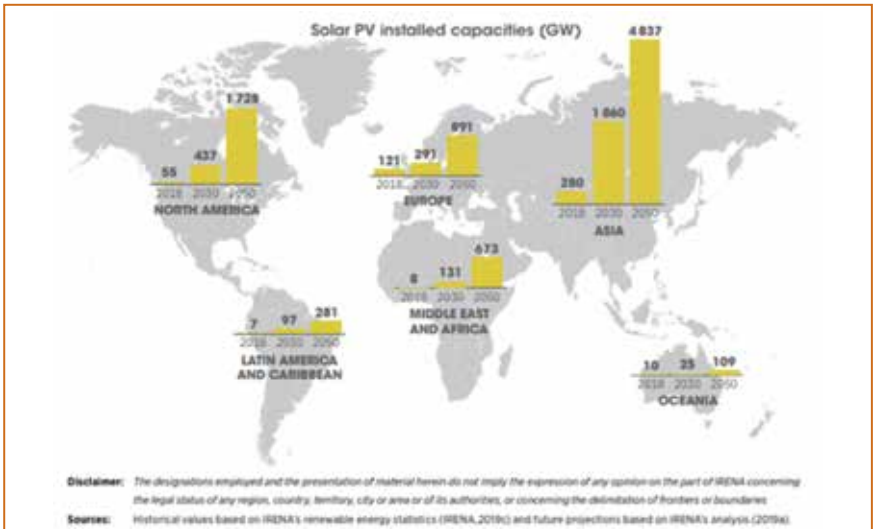



***Figura 6 – Projeção de crescimento da capacidade instalada de energia solar por continente.***
***Fonte: Irena***

o potencial de capacidade instalada em geração distribuída no Brasil pela tecnologia fotovoltaica é de 164 GW, portanto, há muito espaço para crescimento.

Em todo o mundo também há uma forte projeção de crescimento da geração solar, sendo grande parte apoiada em geração distribuída, conforme ilustra a Figura 5, elaborada pela *International Renewable Energy Agency - Irena.*

A Irena complementa suas projeções com a perspectiva que a América Latina saltará de 7 GW de capacidade em energia solar em 2018 para 97 GW em 2030 e 281 GW em 2050.

Ampliando um pouco o foco da discussão, é importante avaliar também que o grande crescimento da geração distribuída representa um desafio para a operação do sistema, tendo em vista que esses recursos são intermitentes e não despacháveis. Essa questão representa uma janela de oportunidade no campo da automação e modernização para aumentar a robustez das redes elétricas e linhas de transmissão.

## Conclusões

A geração distribuída é um recurso energético que apresentou forte crescimento nos últimos ano no Brasil, especialmente a partir de 2017, tendo sido muito apoiado devido à geração solar.

A regulação tem evoluído para facilitar cada vez mais a instalação desse recurso, porém, foi identificado que todo o fomento já desenvolvido para esse recurso na matriz elétrica brasileira tem causado distorções na tarifa de energia dos consumidores cativos, fazendo com que a Aneel tivesse que intervir para aperfeiçoar essa regulação.

Mesmo com as dificuldades momentâneas provocadas pela Covid-19, as perspectivas são de evolução desse recurso energético, sendo que deveremos continuar observando o seu crescimento e, principalmente, que ele seja usado para ser revertido em benefícios aos consumidores de energia elétrica.

---

**Flávio de Souza é engenheiro eletricista com experiência de mais de 20 anos na indústria eletrica e eletrônica. Atualmente, é diretor comercial da CPFL Soluções.*
*Daniel Bento é engenheiro eletricista e membro do Cigré, onde representa o Brasil em dois grupos de trabalho sobre cabos isolados. Atua há mais de 25 anos com redes isoladas. Atualmente, é diretor executivo da Baur do Brasil.*

# Renováveis

ENERGIAS COMPLEMENTARES

Ano 3 - Edição 47 / Julho-Agosto de 2020

Atitude.editorial

## FASCÍCULO

## Sistemas de armazenamento de energia para suporte à integração de energia eólica

NOTÍCIAS DE MERCADO

COLUNA SOLAR: A RELEVÂNCIA DE MINAS GERAIS PARA A GERAÇÃO SOLAR NO BRASIL

COLUNA EÓLICA: TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E UMA OPORTUNIDADE PARA A TRANSFORMAÇÃO DA SOCIEDADE

CONVERSA COM VINÍCIUS AYRÃO: FUNÇÃO MPPT – MAXIMUM POWER POINT TRACKING

APOIO

ABEEólica Associação Brasileira de Energia Eólica

ABSOLAR

Apoio D'LIGHT NOVEMP CLAMPER

*Por Pedro André Carvalho Rosas, Gustavo José Luna Filho, Guilherme Ferretti Rissi, João Henrique Aparecido Leite, Andrea Sarmento Maia e Luiz Henrique Alves**

# Aplicação de sistemas de armazenamento de energia para suporte à integração em larga escala de energia eólica

Apoio
O LIGHT
NOVEMP
CLAMPER

## *Energia eólica*

Em 15 de junho de 2020, o Brasil alcançou uma marca de 16 GW de turbinas eólicas instaladas. Esses parques estão espalhados por todo o Brasil num total de 637 unidades e 7.700 aerogeradores. Essa quantidade de aerogeradores representa 9,7% de toda a capacidade de geração instalada no Brasil.

Em 2019, as centrais eólicas produziram 86,7% da energia da região Nordeste com uma produção de 47,17TWh. Adicionalmente, em alguns momentos, foram atingidos valores impressionantes, como 88,8% da energia consumida na região Nordeste, fator de capacidade na região de 75,1% (no dia 06/09/2019). Observando a projeção da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEolica), a seguir, no Brasil para os próximos anos, ainda é possível identificar uma maior instalação de centrais eólicas chegando em 2025 com 23,3 GW de capacidade instalada.

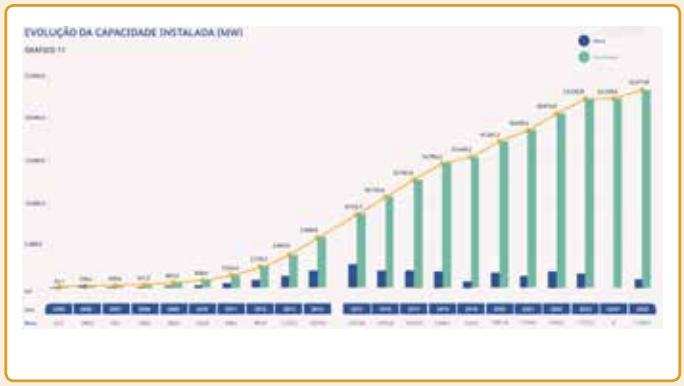



***Figura 1 – Evolução da capacidade instalada de energia eólica.***

## *O problema*

O crescimento na instalação de centrais eólicas tem despertado muito a atenção dos especialistas do setor elétrico em como manter a segurança, confiabilidade e qualidade da operação do sistema com tanta produção de energia baseada nos ventos. Os principais pontos levantados são relativos à variabilidade do recurso eólico e seu impacto nas mais diferentes esferas do sistema elétrico. Três dos principais temas que surgem são:

• Regulação de frequência – quais os impactos da fonte eólica na reserva girante do sistema elétrico? Adicionalmente, tem o impacto nas reservas secundárias e terciárias, bem como a análise da eficiência da operação do sistema com acionamento em baixa ou pouca carga para usinas convencionais (térmicas);
• Regulação de tensão – quais os impactos que a variação de potência ativa e reativa terão sobre os níveis de tensão? Nesse caso, o problema pode ser classificado em variações lentas relacionados com a variação cíclica da velocidade de vento diariamente com impactos em regime permanente ao longo de horas e que segue dinamicamente com as variações instantâneas do vento e de sua potência produzida;
• Fluxo e intercâmbios – como a energia produzida em excesso e variável pode impactar em oscilações de potência, na sobrecarga das linhas de interconexão entre os vários sistemas N–NE–SE;

Além desses, muitos outros também são elencados em menor grau de preocupação, como, por exemplo, as distorções harmônicas, impactos de baixa inercia no sistema elétrico e assim por diante.

Hoje em dia, já existem diversos elementos que comprovam os problemas resultantes da operação da grande concentração de centrais eólicas em algumas regiões. O Operador Nacional do Sistema Elétrico tem emitido instruções operacionais em que solicita redução temporária de produção eólica devido a problemas na rede elétrica, atuando de maneira a manter o sistema seguro enquanto alguns reforços são implementados. Vale ressaltar que os problemas não são decorrentes das centrais eólicas, outrossim, das redes elétricas não comportarem tanta produção.

É importante lembrar também que muitas vezes os locais onde os melhores potenciais eólicos são também locais remotos, onde a infraestrutura incluindo as linhas de transmissão são fracas. Desse modo, o escoamento da produção eólica pode impactar nos vários aspectos da qualidade e segurança do sistema elétrico local.

## *Uma proposta de solução de armazenamento*

Concentrando nos principais elementos relacionados anteriormente, algumas soluções, como a aplicação de Sistemas de Armazenamento de Energia, conhecidos na literatura como Energy Storage System (ESS), são aplicadas para minimizar os impactos causados por esse tipo de fonte. As aplicações de tecnologias de ESS podem acontecer em todos os níveis (geração, transmissão e distribuição) do sistema elétrico, e são divididas em cinco grandes categorias, que são elas:

1. Suprimento de energia;
2. Serviços ancilares;
3. Serviços de infraestrutura e suporte na transmissão e distribuição;
4. Serviços atrás do medidor;
5. Serviços de integração de energias renováveis.

A tabela a seguir apresenta como os sistemas de armazenamento podem contribuir para o sistema elétrico caracterizado dentro de cada uma das categorias:

Apoio D-LIGHT NOVEMP CLAMPER

**TABELA 1 – INFORMAÇÕES SOBRE CADA SISTEMA DE ARMAZENAMENTO**

| Suprimento de energia | Serviços ancilares | Serviços de suporte e infraestrutura a transmissão e distribuição | Serviços atrás do medidor | Integração a renováveis |
|---|---|---|---|---|
| • *Time-shift*<br>• Capacidade de fornecimento de energia | • Regulação de tensão<br>• Regulação de frequência<br>• Capacidade de reserva elétrica<br>• Suporte a tensão<br>• *Black start* | • Postergação<br>• Alívio de congestionamento<br>• Suporte a transmissão | • Qualidade de energia<br>• Confiabilidade<br>• *Time-shift*<br>• Controle de demanda | • *Time-shift*<br>• Regulação de frequência<br>• Suporte a tensão<br>• *Low voltage ride through*<br>• Suavização de saída<br>• Capacidade de reserva elétrica<br>• Serviços de suporte e infraestrutura a transmissão e distribuição<br>• Inércia sintética |

As aplicações com relação à energia eólica no Brasil, particularmente devido a sua grande concentração no sistema elétrico em algumas regiões, como a região nordeste, têm forte apelo para os tópicos:

• Regulação de tensão e frequência,
• Suporte e controle de reativo;
• Alívio de congestionamento em linhas de transmissão e sub transmissão;
• Controle de injeção e consumo de reativo para redução das oscilações de potência em "tie-lines" (linhas de conexão entre sub sistemas);
• Inercia sintética

## *Como o armazenamento pode auxiliar*

Considerando os principais elementos destacados na seção anterior, aqui será explicado como o sistema de armazenamento pode contribuir para a solução. Primeiro, é importante apresentar algumas características de sistemas de armazenamento.

Considerando um sistema de armazenamento hipotético, onde não se especifica o meio de armazenamento da energia, podemos caracterizar um sistema de armazenamento em três grandes grupos:

• Acumulador: local onde é armazenada a energia, hoje o meio mais procurado são as baterias de íons de lítio, mas também podem ser de chumbo ácido, fluxo, entre outras opções que não químicas;
• Condicionador de potência: é o elemento que condiciona a potência elétrica de saída com a rede em frequência e tensão constantes com a forma de acumulação, na sua grande maioria dos casos da atualidade em corrente continua, o que nesse caso torna o condicionador de potência um grande conversor de frequência que deve operar tanto no fluxo do sistema elétrico para os acumuladores, assim como dos acumuladores para o sistema elétrico, chamado de sistema bidirecional. Esses conversores atuais possuem também a capacidade de operar com produção ou consumo de energia reativa, sendo chamado de conversores de 4 quadrantes;
• Sistema de gerenciamento, controle e proteção: apesar de não aparentar ser um elemento ativo na conversão e acumulação, o controle é o elemento onde se monitora as condições de segurança e operação do acumulador permitindo assim garantir uma maior vida do acumulador. Adicionalmente, no sistema de controle é onde serão implementadas as estratégias para a injeção/consumo de potência ativa e reativa em função do objetivo pretendido.

Apresentadas as principais componentes e algumas funções, é possível explicar como os ESS podem contribuir para minimizar os impactos da grande participação de eólica no sistema elétrico.

• Regulação de tensão e frequência

Com a possibilidade de consumir ou produzir eletricidade instantaneamente em função de uma ordem no sistema de controle. No sistema de controle do ESS pode ser implementado um sistema de controle para operar de modo a contribuir com a regulação de frequência e de tensão. Lembrando que fundamentalmente o controle de frequência se dá através do controle da potência ativa (balanço de produção e consumo) enquanto a tensão pode ser controlada através da injeção ou consumo da potência reativa.

Um exemplo de propostas de controles tanto para potência ativa pESS como potência reativa qESS são apresentadas na Figura 2:

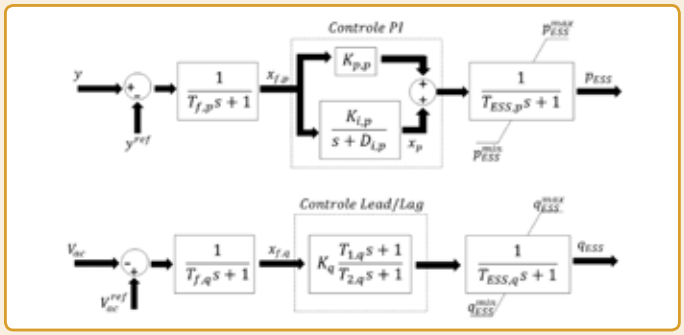



***Figura 2 – Um exemplo de propostas de controles tanto para potência ativa pESS como potência reativa qESS.***

Nessas duas condições, a grandeza y pode ser pensada como sendo a frequência do sistema elétrico e a referência deve ser proporcionada pelo operador do sistema, o que normalmente pensamos em 60Hz.

A tensão, por sua vez, é representada por VAC e tambem a referência deve ser indicada em função da necessidade de controle na região de interesse. Em situações normais poderia se indicar a tensão nominal do sistema, porém, a escolha é mais complexa, pois envolve em diretrizes de fluxos de potência na região e atendimento a faixas de tensão em todo o sistema elétrico local.

• Suporte e controle de reativo

A aplicação do mesmo princípio anterior no controle do reativo produzido pelos conversores de frequência pode controlar o fluxo e ou consumo e demanda de reativo em uma região de interesse.

Importante sempre lembrar que os conversores basicamente têm sua limitação em termos da capacidade de condução de corrente. Com isso a escolha do uso dos conversores dos ESS para controle de reativo, similar a um compensador estático, será um compromisso com os seus outros usos como a parte ativa de potência. Podendo o conversor de frequência ser sobre dimensionado para tal.

• Alívio de congestionamento em linhas de transmissão e sub transmissão

Na ocorrência de excesso de energia em algumas regiões, as produções eólicas têm sido solicitadas a restringir a produção a um limite. A energia produzível pelos aerogeradores é "perdida" pois não foi convertida. Essa situação permanece enquanto as linhas não permitem ou uma falta é sanada.

A aplicação de um grande sistema de armazenamento permitirá acumular essa energia, que até então era perdida, para sua injeção posterior permitindo vários ganhos ao sistema, em particular permitindo um uso eficiente das linhas de transmissão e um efetivo ganho para a sociedade com aumento da energia renovável em sua matriz.

• Redução das oscilações de potência

Oscilações de potência são naturais em sistemas elétricos do porte do Brasil causadas pela dinâmica e resposta de cada unidade geradora espalhada pelo país e desse modo o fluxo nas linhas longas de interconexão de subsistemas como Norte – Nordeste – Sudeste normalmente é controlado e possui sua oscilação limitada.

Já existiram casos de desligamento das interconexões por oscilação de potência. Para contornar esse problema, são implementados em algumas usinas sistemas de estabilização de potência para reduzir os "balanços" de potência.

Com o uso de ESS em locais específicos, seria possível com o uso da capacidade do acumulador, contrabalancear as oscilações permitindo um sistema mais seguro.

## *O que usar, qual tamanho e quanto custa?*

Bom, até agora foram apresentados os principais usos para os sistemas de armazenamento para compor e mitigar efeitos da grande participação de eólicas na matriz elétrica nacional.

Nes momento, algumas questões são elencadas para discussão:

• Qual o sistema de armazenamento usar?

A escolha pelo sistema de armazenamento a ser usado dependerá de

Apoio D-LIGHT NOVEMP CLAMPER

alguns elementos importantes. Primeiro é importante encontrar o sistema de armazenamento que consiga atender aos requisitos técnicos para operar, isso leva diretamente a indicação de que potência e energia, assim como que tempos de respostas são demandados.
Adicionalmente, em segundo plano, mas não menos relevante, a escolha de um sistema de armazenamento passa pelo seu custo. Todas as grandezas precisam ser ponderadas.

• Qual o tamanho do sistema de armazenamento?

Outra questão muito relevante é identificar o tamanho do sistema do armazenamento, e novamente essa característica está fundamentalmente relacionada com a aplicação. Quando em se tratando de usos par controle de frequência, hoje em dia, a potência na ordem de centenas de MW é muito importante e sua resposta em tempos curtos de milissegundos.

Para algumas tecnologias de armazenamento, o tamanho do sistema está relacionado com a sua natureza e, muitas vezes, precisa de um sobre dimensionamento para atender aos requisitos impostos pelo sistema elétrico.

• Onde instalar?

Outro ponto importante é definir em que local instalar. Novamente essa questão está relacionada com a aplicação e as características elétricas do sistema em estudo. Para a melhor escolha será necessário definir primeiramente se será instalado um único sistema de armazenamento com grande capacidade ou se será instalado um conjunto de sistemas menores com comunicação e ação coordenada.

A segunda parte será definir onde com base em várias simulações de operação. Nas simulações será importante identificar os cenários mais relevantes. Adicionalmente ressalta-se que será importante identificar o local com base em análises em regime permanente, dinâmico e transitórios.

## *Discussão*

O tema de aplicação de sistemas de armazenamento é muito amplo e atualmente é bem relevante ao setor elétrico. O nível de importância foi ressaltado com uma chamada estratégica realizada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) para identificar os principais elementos que contribuam, viabilizem e tornem o armazenamento uma ferramenta para o sistema elétrico. Trata-se da chamada de P&D Estratégico ANEEL 21/2016: "Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia no Setor Elétrico Brasileiro".

Desse modo, o projeto PA3026: Inserção de Sistema de Armazenamento em Configurações Múltiplas Para Suporte à Geração Eólica – Storage G&T tem por objetivo estudar as formas que o sistema de armazenamento contribuirá com a inserção eólica. O projeto é financiado pelo grupo liderado pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) e tem como as entidades executoras: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) que coordena o projeto, o Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura (ITEMM) e a PSR Energy Consulting and Analytics.

A Figura 3 apresenta o BESS sendo instalado no complexo eólico, de acordo com o projeto PA3026.

***Figura 3 – BESS sendo instalado no complexo eólico, de acordo com o projeto PA3026.***

*Pedro André Carvalho Rosas é engenheiro eletricista, mestre em Energia Eólica e Doutor em Integração de Energia Eólica. Atualmente é professor da Universidade Federal de Pernambuco e coordena o projeto da chamada estratégica 21 da ANEEL sobre aplicação de armazenamento em centrais eólicas com objetivo de viabilizar sistemas de armazenamento.*

*Gustavo José Luna Filho é engenheiro eletricista, mestre em processamento de energia renovável e doutor em andamento em utilização de armazenamento de energia para sistemas híbridos de geração de energia renovável, transmissão e distribuição conectados à rede elétrica. Atua na gestão de projetos de pesquisa e desenvolvimento em armazenamento de energia, onde foi vencedor do prêmio OSE (O Setor Elétrico) como melhor projeto de armazenamento de energia do ano de 2019.*

*Guilherme Ferretti Rissi é engenheiro eletricista com ênfase em Sistemas de Energia e Automação pela Universidade de São Paulo (2009). Atualmente é gerente de projetos de inovação na CPFL Energia.*

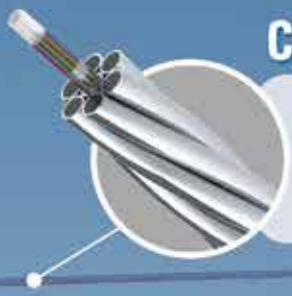
*João Henrique Aparecido Leite é engenheiro eletricista e mestre em Operação de Sistemas Eletroenergéticos. Atualmente é pesquisador associado ao Instituto de Tecnologia e Inovação (IATI) trabalhando na área de desenvolvimento de microrredes eficientes, confiáveis e sustentáveis, e é também, pesquisador na área de aplicações de sistemas de armazenamento de energia com integração a geração eólica, referente à chamada estratégica 21 da ANEEL.*

*Andrea Sarmento Maia é pesquisadora do Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura (ITEMM). Possui formação em Engenharia Eletrônica e mestrado em Tecnologia da Energia. Atualmente, coordena dois projetos no ITEMM da chamada estratégica 21 da ANEEL e dois da chamada estratégica 22 da ANEEL para o Desenvolvimento de Soluções em Mobilidade Elétrica Eficiente.*

*Luiz Henrique Alves de Medeiros é engenheiro eletricista, mestre e doutor em Engenharia Elétrica. Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Pernambuco.*

# AÇO REVESTIDO DE ALUMÍNIO **ALUMOSTEEL™**

## A SOLUÇÃO MAIS INTELIGENTE PARA **CABOS PARA-RAIOS** EM LINHAS DE TRANSMISSÃO



### COROA EXTERNA PARA OPGW AÇO-ALUMÍNIO

**MAIOR RESISTÊNCIA MECÂNICA**

Como coroa externa para cabos OPGW (*Overhead Power Ground Wire*), o **ALUMOSTEEL™** proporciona versatilidade em projetos elétricos e mecânicos, pois pode ser fabricado com diferentes proporções entre o núcleo de aço e o revestimento de alumínio.

### AS - ALUMOSTEEL™ PARA CABOS PARA-RAIOS AÇO-ALUMÍNIO

**RESISTÊNCIA À CORROSÃO MUITO SUPERIOR ÀS CORDOALHAS DE AÇO GALVANIZADO**

**MENOR PESO LINEAR EM RELAÇÃO AO AÇO ZINCADO**

Devido sua camada externa em alumínio tem peso linear menor em relação aos cabos de aço.

**ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA**

**CS - COPPERSTEEL™ (AÇO-COBRE)**

Como alternativa de cabo para-raios em regiões de clima agressivo ou alta salinidade, devido sua superior resistência à corrosão.

**CAA/RA - EXTRA FORTE**

Com alma de **ALUMOSTEEL™** garante desempenho elétrico e mecânico ideal em trechos próximos à subestações.

www.grupointelli.com.br

GRUPO INTELLI

*Especialista em projetos fotovoltaicos e instalações elétricas de BT e MT, Vinicius Ayrão é blogueiro e engenheiro eletricista. Membro da comissão da ABNT que desenvolveu a ABNT NBR 16.690, que trata de arranjos fotovoltaicos. Nessa coluna falará sobre o mercado de GD no Brasil, tanto da parte técnica como das oportunidades de negócio.*

## MPPT – O que é?

O módulo FV é uma fonte de energia e, como tal, tem sua curva de I x V. Os fabricantes de módulos fotovoltaicos apresentam a curva característica para suas diversas linhas de módulos. No entanto, quando utilizamos um gerador de energia não queremos tensão ou corrente, mas sim energia.

Lembrando que energia é potência multiplicada pelo tempo e a potência em CC é V x I. Dessa forma, existe um par V/I que maximiza a potência, ou seja que me entrega a máxima potência.

Nosso problema é que os valores da curva I x V alteram em função da temperatura dos módulos e da irradiância.

Os inversores on grid possuem uma função que fica "buscando" o ponto de máxima potência para as condições reais de cada momento.

Essa função é o MPPT ( Maximum Power Point Tracking ).

## Inversores e o MPPT

Um inversor pode ter um ou mais MPPT. Mais MPPT vai gerar, em condições ótimas de instalações (inclinação ideal, sem nuvens, sem sombras), mais energia. Um pouco, mas gera.

No entanto, algumas condições de instalações precisam de mais de um MPPT.

- Azimutes diferentes;
- Tilt (inclinações diferentes);
- Arranjos com módulos de características elétricas diferentes.

As duas primeiras condições ocorrem com alguma frequência em instalações de telhado, pois estamos limitados às condições do telhado existente. A última condição é comum em ampliação de sistemas, afinal, a tecnologia de módulos tem evoluído com uma grande velocidade.

Já tive projetos em que, visando uma produção ótima no cliente, trocamos um inversor de 75 kW com 1 MPPT por dois inversores, um de 50 kW e outro de 25 kW.

Esse ponto é importante já ter conhecimento no momento da precificação, pois altera os custos.

## Monofásicos ou trifásicos

Os inversores podem ser alimentados a 2 fios ou 3 fios.

Explicando melhor: temos inversores no mercado que ligamos em dois fios, ou com tensão de 127 V (alguns modelos de micro inversores) ou 220 V.

Eu usei o termo 2 fios e não bifásico porque causa confusão nas pessoas.

Inversores que eu alimento com 220 V podem ser ligados em FF ou em FN, desde que a tensão entre esses terminais seja de 220 V.

Para os inversores trifásicos, as tensões mais comuns disponíveis no mercado:

- 220/127 V (normalmente em inversores menores que 15 kW);
- 380/220 V;
- 600/346 V (comum em inversores de potências acima de 100 kW);
- 800/462 V (comum em inversores de potências acima de 100 kW).

Quando falamos em usinas FV junto à carga, esse é um ponto de atenção.

Exemplos onde esse ponto deve ser observado com mais atenção:

1) Clientes que a entrada de energia é em 220/127 V

Nesse tipo de cliente, caso se opte a utilização de inversores com tensão de 380/220 V, será necessária a instalação de um transformador BT/BT.

Isso afeta o custo da obra, afinal, teremos que comprar mais um equipamento. Além disso, teremos as perdas do transformador, que é uma energia que foi gerada e perdida.

2) Inversores de 600/346 V ou 800/462 V em locais de 380 V/220 V

É tecnicamente possível essa ligação, seja utilizando transformadores BT/BT, seja instalando um novo transformador de MT. Mas, o projetista vai precisar analisar onde e como as linhas elétricas poderão ser executadas, em função das influências externas.

Essas prescrições/limitações encontram-se na ABNT NBR 5410.

## Número de entradas

Um inversor pode ter uma ou mais entradas por MPPT.

Quando ele tem mais de uma entrada por MPPT significa que o paralelismo é realizado no interior do inversor. Isso afeta a topologia do arranjo e algumas condições de projeto elétrico.

Em um inversor com apenas uma entrada por MPPT, o projetista escolhe se o paralelismo será realizado próximo ao inversor ou próximo aos módulos.

O projetista vai buscar as melhores soluções técnicas e econômicas em função do caso concreto, não tendo regra geral.

No entanto, em um inversor com múltiplas entradas por MPPT, necessariamente, os condutores das séries serão ligados nessas entradas, não sendo possível realizar o paralelismo próximo aos módulos.

## Decisão técnica x econômica

Meus amigos engenheiros não gostam muito das afirmações que farei a seguir.

Um sistema fotovoltaico é encarado como INVESTIMENTO na grande maioria dos casos.

Se é um investimento, o que me interessa é o valor do investimento (quanto eu gasto hoje) e as receitas futuras (valor monetário da energia gerada – os custos mensais).

É comum a precificação do sistema em R$/kWp, não tendo uma orçamentação detalhada por parte de quem oferta o serviço.

E isso é, em meu entender, um fator de risco, pois, pode ser necessário o uso de inversores de topologias diferentes ou equipamentos específicos em relação às particularidades do cliente.

## Na próxima edição

Na próxima edição abordaremos sobre algumas particularidades em de instalação de sistemas fotovoltaicos em instalações elétricas existentes.

Quaisquer dúvidas, comentários, críticas ou sugestões, mande um e-mail para vinicius@viniciusayrao.com.br.

Nos vemos na próxima edição!

CINASE
Congresso & Exposição

# O CINASE te espera!

**O Circuito Nacional do Setor Elétrico voltará com força total em 2020 / 2021.**

*+ de 4.000 congressistas \ + de 70 empresas \ + de 100h de conteúdo \ + de 200 palestrantes*

10 ANOS CINASE
Congresso & Exposição

Evento consolidado há mais de 10 anos, o **CINASE** reúne a excelência da Engenharia Elétrica em diferentes regiões do Brasil. Atraindo empresas participantes, formadores de opinião e lideranças do segmento, o congresso e exposição proporcionam um alto nível de debate técnico, sendo uma importante ferramenta de tendências do mercado.

## 2020

**CURITIBA**

**38º Edição – Curitiba/PR**
28 e 29 de Outubro de 2020
Fed. das Indústrias do Estado do Paraná - FIEP

**GOIÂNIA**

**39º Edição – Goiânia/GO**
01 e 02 de Dezembro de 2020
Centro de Convenções de Goiânia - CCGO

## 2021

**CAMPINAS**

**40º Edição – Campinas/SP**
03 e 04 de Março de 2021
Expo D. Pedro

**SALVADOR**

**41º Edição – Salvador/BA**
07 e 08 de Abril de 2021
C. de Convenções de Salvador

aponte a câmera do seu smartphone e saiba mais

www.cinase.com.br
+55 11 98433.2788

ABEEólica
Associação Brasileira de Energia Eólica

*Elbia Gannoum é presidente executiva da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica)*

# Transição energética: uma oportunidade para a transformação da sociedade brasileira

Quem se dedica ao setor elétrico já convive com o termo "transição energética" há um bom tempo. Mais recentemente, começamos também a discutir a "transformação energética". Há uma diferença entre eles, algo sutil para quem não é do setor, mas fundamental: na transição, discute-se como sair de um cenário A, com uma matriz pouco ou nada renovável, para um momento B, em que energias renováveis passam a ser responsáveis pela grande parte da matriz, inclusive com a possibilidade de já vislumbrarmos a viabilidade de termos matrizes 100% renováveis em muitos lugares. Quando falamos de "transformação energética", o conceito é mais amplo e envolve, por exemplo, todas as mudanças e tecnologias que se desenvolvem junto com as renováveis, para atender e permitir seu crescimento, além das consequências na sociedade. O que quero, neste artigo, é discorrer e me aprofundar um pouco mais sobre esse último conceito.

Falar de transição energética, no caso do Brasil, é fácil. Já temos uma matriz elétrica e energética com participação de renováveis acima da média mundial. No caso da elétrica, por exemplo, temos 83% de renováveis, enquanto a média global é de cerca de 25%. Na matriz energética, temos 46% e a média mundial está ao redor dos 15%. E seremos cada vez mais renováveis. Temos um dos melhores ventos do mundo para geração de energia eólica em terra, em alguns anos teremos eólicas offshore, nosso potencial solar é enorme, a biomassa cresce com solidez e temos a possibilidade de aproveitar o gás natural do pré-sal para gerar energia.

Nosso desafio não é, portanto, gerenciar escassez de recursos naturais limpos, como é o caso de tantos países que precisaram investir bilhões em políticas de desenvolvimento de renováveis. Nosso desafio é gerenciar sua abundância para produção de energia, tirar de cada um deles o melhor possível, protegendo a natureza

e trazendo retornos sociais e econômicos para a sociedade. Nossa responsabilidade, quando miramos o palco mundial das discussões sobre aquecimento global, é gigantesca. E eu estou falando apenas do recorte das fontes de energia. Se falarmos de florestas e de outros recursos naturais, a responsabilidade brasileira é ainda maior.

E é exatamente por termos essa abundância que podemos entender o processo de transição energética como uma oportunidade para que isso signifique uma transformação energética. Em primeiro lugar, nossa matriz, já altamente renovável, conforme for se expandindo, vai comportar a participação crescente de renováveis, mudando o mix de recursos naturais que utilizamos para gerar energia. O peso das hidrelétricas, por exemplo, nosso grande recurso renovável, tende a ir diminuindo conforme crescem eólica, solar, biomassa e, num futuro bem próximo, parques

híbridos, novas tecnologias de armazenamento, eólica offshore, gás natural e hidrogênio. No caso da matriz energética, o uso de biocombustíveis vai fazendo esse caminho de renovabilidade, assim como a tendência de eletrificação de parte da frota.

Em segundo lugar é que consigo vislumbrar a verdadeira potencialidade e oportunidade da transformação, que é o fato de o investimento nos recursos naturais, de forma responsável, gerar desenvolvimento econômico e social por meio da distribuição de renda, da inclusão e da diminuição das desigualdades econômicas e sociais. É preciso dar esse pulo de raciocínio e ação: não basta gerar energia renovável que não emita CO2, é preciso que essa energia impacte positivamente a vida das pessoas. Aí começamos a falar de uma real transformação energética, da forma como eu a compreendo.

No caso da eólica, já enxergamos muito bem isso. Parques eólicos chegam a regiões remotas do Brasil, especialmente no nordeste, impactando positivamente comunidades por meio de, por exemplo, empregos diretos e indiretos e geração de renda com os arrendamentos de terras dos pequenos proprietários, que seguem com suas criações de animais ou plantações, já que apenas uma pequena parcela da área é utilizada para colocação dos aerogeradores. Há também impactos de aumento de arrecadação de impostos que, com adequado gerenciamento público, podem significar melhorias para o município. O desenvolvimento tecnológico que chega com as renováveis também significa um novo caminho de atuação profissional.

Além disso, contribuímos para a regularização de terras de pequenos proprietários que jamais tiveram acesso ou condições de cuidar disso. Esse é um efeito positivo pouco discutido, mas ao ser obrigado a arrendar pequenos espaços de terras em áreas que necessariamente devem estar regularizadas, o setor eólico deve cuidar dessa regularização e contribuiu indiretamente para que pequenos donos de terra, especialmente no interior do nordeste, tivessem pela primeira vez seu certificado de propriedade em mão.

Avalio que o setor eólico tem feito um bom trabalho neste sentido, mas sei que podemos e devemos fazer cada vez mais, pensar em novas formas de impactar positivamente a sociedade, melhorar processos e ousar ir além. É justamente esse "ir além" que tem me motivado constantemente nos últimos tempos, especialmente com a chegada da pandemia e com as discussões que venho participando, em âmbito global, sobre a importância dos investimentos em energias renováveis para a retomada econômica.

Esta nova energia tem a capacidade de modificar não apenas as matrizes elétricas e energéticas, o que já é algo espetacular e imprescindível; ela pode transformar também a sociedade de forma mais profunda, diminuindo desigualdades e contribuindo para que tenhamos um futuro melhor para deixar para as próximas gerações. É aí que entendo que a "transformação energética" alcança seu potencial pleno, quando, por meio de nossos esforços individuais e coletivos, ela puder ser também uma energia da transformação. Vivemos uma oportunidade histórica que não podemos deixar passar: fazer com que as novas energias representem mais do que a origem dos elétrons que geramos para consumo é algo que depende de nossa vontade e de um comprometimento que vai além dos resultados financeiros das companhias. Trata-se de um questionamento muito profundo como espécie: como podemos gastar melhor nossa energia de vida trabalhando pelo coletivo e por uma transformação real?

*Rodrigo Sauaia é presidente executivo da Absolar*

*Ronaldo Koloszuk é presidente do Conselho de Administração da Absolar*

*Bruno Catta Preta – Gerente comercial da Genyx Solar Power*

# Minas Gerais: uma locomotiva da energia solar no Brasil

"Ói, ói o trem, vem surgindo de trás das montanhas azuis, olha o trem", citando um dos sucessos do compositor Raul Seixas, o trem mineiro vem cadenciando o ritmo do mercado de energia solar fotovoltaica na geração distribuída (GDFV) ao longo dos últimos anos. A locomotiva de Minas Gerais atingiu alta velocidade e, recentemente, conquistou a marca de 600 megawatts (MW) de potência instalada nos pequenos sistemas em telhados, fachadas e terrenos de residências, empresas, propriedades rurais e do poder público.

Na geração distribuída solar, Minas Gerais é líder isolado e representa 20% de toda a potência instalada no País. No ranking municipal, detém duas dentre as dez maiores cidades em GDFV no Brasil: Uberlândia (2º lugar) e Belo Horizonte (10º lugar).

Somadas, são mais de 54 mil conexões operacionais no estado mineiro, abrangendo em torno de 96,5% dos 824 municípios da região. Ou seja, quase não há localidade em Minas que não tenha pelo menos um sistema fotovoltaico para chamar de seu. E, ao contrário da referida canção, o trem está longe de parar na próxima estação: ele continua acelerando rumo ao desconhecido, ano após ano.

De acordo com dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), Minas também é destaque dentre os Estados com sistemas de geração centralizada solar fotovoltaica. Os mineiros estão em terceiro lugar em relação às usinas solares de grande porte operacionais e em quarto lugar em termos do total de projetos já contratados no Brasil.

O crescimento da energia solar na região possui alguns fatores fundamentais que colaboram para o desenvolvimento e fortalecimento do setor no Estado. Sem dúvida, um dos principais pilares recentes veio da segurança jurídica proporcionada pela regulamentação da Lei Estadual nº 22.549/2017. Dentre os seus destaques, a aplicação da Lei garantiu a isenção do ICMS para sistemas de GDFV até 5 MW, trazendo confiança aos consumidores, empreendedores e investidores de que os mineiros falavam sério e firme, quando o assunto era solar fotovoltaica.

O pioneirismo e a vanguarda dos representantes do povo, reunidos na Assembleia Legislativa de Minas Gerais, fizeram com que Minas fosse a primeira Unidade da Federação a aprimorar a isenção de ICMS sobre energia solar gerada pelo consumidor, defasada em todo o Brasil desde o final de 2015. O apoio do Estado e do Legislativo no fomento do mercado ganhou fôlego durante os anos, apesar da recessão, do endividamento da administração estadual e das crises e incertezas que pairavam no horizonte.

Recentemente, foi lançado o Mapa de Disponibilidade das redes de distribuição, trazendo à sociedade uma nova ferramenta simples e ágil para consultas on-line, antes de novos pedidos de conexões de projetos de GDFV. A inovação, pioneira no setor elétrico brasileiro, deverá reduzir custos e prazos de novos pedidos de GDFV em Minas, possibilitando localizar pontos da rede com maior viabilidade técnica e menores custos de conexão, em poucos cliques e sem burocracia.

Infelizmente, nem tudo são flores para se apreciar nessa travessia. O ano de 2020 está sendo marcado pelas grandes dificuldades sanitárias e econômicas, causadas pela pandemia de Covid-19, em todos os países do mundo. O Brasil e Minas não ficaram de fora dos fortes impactos dessa devastadora pandemia. Além de ceifar o bem mais precioso do ser humano, as vidas de membros amados de cada família atingida, a pandemia tem abatido a produção e o consumo da economia nacional e estadual.

Mesmo nestes tempos difíceis, lá vai o trem solar cortando as dificuldades e correndo sobre os trilhos da esperança, em contínuo crescimento. E não é a primeira vez que ocorre tal movimento do setor solar, em meio às intempéries. Na crise de 2015 e 2016, enquanto o produto interno bruto (PIB) brasileiro encolheu 3,8 a 3,6%, respectivamente, o setor solar impulsionou a economia brasileira, com um crescimento maior do que 100% ao ano.

Em 2020, a história parece se repetir. Mesmo na crise sanitária e econômica mundial e sem precedentes da atualidade, quando a projeção do PIB é de recuo de quase 6,4%, o mercado de GDFV teve alta de 77,83%, no primeiro semestre de 2020, em comparação com o mesmo período do ano passado.

Diferentemente das estradas férreas, que mudaram com o passar dos anos permanecendo na mente nostálgica do povo que viveu aquele tempo, a solar fotovoltaica vai permanecer durante séculos e contribuir com a revolução energética mundial, rumo a um destino mais limpo e sustentável.

O mercado solar segue pujante e prospera, ano após ano, mesmo com o passar das crises. As empresas do setor expandem seu raio de atuação, antecipam lançamentos de novos produtos, investem em plataformas virtuais de negócios, constroem usinas de geração compartilhada via novos modelos de negócios e as novidades não param de chegar. São diversos desenvolvimentos e participantes, desde fabricantes, distribuidores de equipamentos, projetistas, integradores, instaladores, investidores, consumidores e muitos mais que virão. Um mercado moderno, dinâmico e inovador, com sede pelo novo e por desbravar os desafios, em busca de soluções para a sociedade. Um grato sinal dos novos tempos. São tempos onde o sol ainda brilha, cada vez mais intensamente, na estrada amarela e ensolarada desta grande locomotiva solar fotovoltaica.

# Dois Resultados. **Uma Solução.**

## Reduza seus gastos com despachos de equipes.

Quantas vezes você está enviando equipes para trocar elos fusíveis nos ramais de um alimentador? Cada despacho é um gasto no orçamento do departamento de operações.

**Use o seu orçamento de uma maneira melhor.**

## Reduza o número de interrupções.

Mais de 80% das faltas ocorrem em ramais do alimentador. Cada interrupção permanente causada por falta transitória impacta seus consumidores, seu call center, e os lucros da concessionária.

**Está na hora de modificar sua estratégia de proteção.**

Reduza os despachos de equipes e interrupções ao consumidor com o

## Religador Montado em Chave Fusível TripSaver® II

Saiba mais na sandc.com/ts18

© S&C Electric Company 2018 all rights reserved

# Blue Sol Energia Solar investe em nova sede em Ribeirão Preto (SP)

***Novo espaço permite uma melhor dinâmica de trabalho, conta com um auditório próprio para realização de treinamentos e oferece ainda mais conforto aos colaboradores***

A Blue Sol Energia Solar, empresa de projetos, instalação de sistemas fotovoltaicos e capacitação de empreendedores e mão de obra para o setor, anuncia nova sede na cidade de Ribeirão Preto, no interior do estado de São Paulo. O espaço tem cerca de 450m². O projeto arquitetônico foi desenvolvido pela N.2B Arquitetura, que tem forte experiência em construções inovadoras, o que garantiu ao novo ambiente um pé direito de 5m, espaço totalmente aberto e que permite a fácil interação entre todas as equipes da empresa.

De acordo com José Renato Colaferro, sócio e diretor de operações da Blue Sol Energia Solar, a nova estrutura conta com espaços mais amplos e abertos tornaram a rotina mais dinâmica. As pessoas transitam e, consequentemente, trabalham melhor. O novo endereço permitiu, ainda, a construção de um auditório próprio para a realização de treinamentos, uma maior quantidade de salas de reunião, além de um espaço com copa, cozinha e área de descanso mais confortáveis para os colaboradores.

O executivo explica que, atualmente, cerca de 90 profissionais compõem o time de especialistas da Blue Sol Energia Solar em Ribeirão Preto. "Conforme a empresa for crescendo, conseguimos ampliar nosso quadro de colaboradores em pelo menos mais 25% na nova sede", avalia Colaferro.

A empresa tem a expectativa de crescimento de aproximadamente 50% em 2020, levando em conta todas as frentes de negócios da Blue Sol Energia Solar, que vão da capacitação de empreendedores e de mão de obra para o setor, passando pelo desenvolvimento de projetos, instalação de sistemas fotovoltaicos e expansão por franquias. No caso do franchising, a meta é chegar ao final do ano com pelo menos 64 franquias entre abertas e contratadas em todo o país. Atualmente, a rede contabiliza 26 unidades em operação em 14 estados brasileiros.

# Cooperativa Vinícola Garibaldi deixa de emitir 1 milhão de toneladas de $CO_2$ em sete anos

***Todo o consumo de energia da cooperativa é oriundo de usinas renováveis, como eólica, solar, biomassa e PCHs***

O tripé da sustentabilidade – aplicada aos negócios, à atuação social e às práticas ambientais – tem fortalecido o posicionamento da Cooperativa Vinícola Garibaldi como marca consciente, responsável e engajada. Desde 2013, a Cooperativa Vinícola Garibaldi tem consumido energia elétrica oriunda apenas de fontes limpas. Isso significa que, desde então, deixou de emitir mais de 1 milhão de toneladas de dióxido de carbono ($tCO_2$), segundo a Ludfor Energia Ltda., que concedeu à vinícola o Certificado de Energia Renovável.

Somente em 2019, a redução foi de 148.473 $tCO_2$ – nos últimos sete anos, o acumulado é de 1.031.174 $tCO_2$. Na cooperativa, todo o consumo de energia advém de usinas que trabalham com fontes renováveis (eólica, solar, biomassa, Pequena Central Hidrelétrica e Central Geradora Hidráulica), seguindo os valores de empresas em obter uma matriz energética ambientalmente limpa e sustentável, sem agredir o meio ambiente. Os índices foram medidos de acordo com uma das ferramentas internacionais mais utilizadas para entender, quantificar e gerenciar as emissões de gases do efeito estufa, o Green House Gas Protocol.

Av. Sérgio Abdul Nour . 2106 . Distrito Industrial II
CEP 14900 000 . Itápolis . SP . Brasil +55 16 3263 9400
**www.itaiputransformadores.com.br**

# TRANSFORMADOR DE FORÇA TRIFÁSICO COM ENCHIMENTO INTEGRAL ITAIPU.

ALTA PERFORMANCE
E TECNOLOGIA DE PONTA.

**POTÊNCIAS:** 500 kVA e 3000 kVA
**CLASSES DE TENSÃO:** 15 kV, 24,2 kV e 36,2 kV

Imerso em Óleo Mineral
ou Vegetal (Biodegradável).

ITAIPU
TRANSFORMADORES

Por Marcelo Soares Ferreira*

# A Internet da Coisas (IoT) e os sistemas elétricos

## A revolução da digitalização

Temos vivenciado transformações bastante profundas no nosso cotidiano. O consumo de eletricidade está crescendo a um ritmo duas vezes superior ao de qualquer outra forma de energia. Isto está sendo impulsionado por novos modos de consumo, tais como veículos elétricos e data centers, e vem sendo apoiado pela integração da geração distribuída e o armazenamento de energia. Mesmo com a integração dessas novas fontes, não seremos capazes de suprir o forte crescimento no consumo se não passarmos a usar a energia disponível de forma mais eficiente. É neste ponto que entram os sistemas de gestão de energia e onde a Internet das Coisas (IoT) desempenha um papel fundamental.

A Internet alterou completamente a forma como interagimos uns com os outros e como consumimos conteúdos de mídia. Aplicativos de mensagens, chamadas de vídeo, redes sociais, streaming de música e de vídeo são apenas alguns exemplos de tecnologias que foram totalmente incorporadas à nossa rotina. E os números são impressionantes: a cada 60 segundos são feitos 1 milhão de logins no Facebook; 41,6 milhões de mensagens são enviadas no Facebook Messenger e no WhatsApp; 3,8 milhões de buscas são feitas no Google; 4,5 milhões de vídeos são vistos no YouTube; 390 mil aplicativos são baixados na Google Play e na Apple Store; e 695 mil horas de vídeos são assistidas na Netflix!

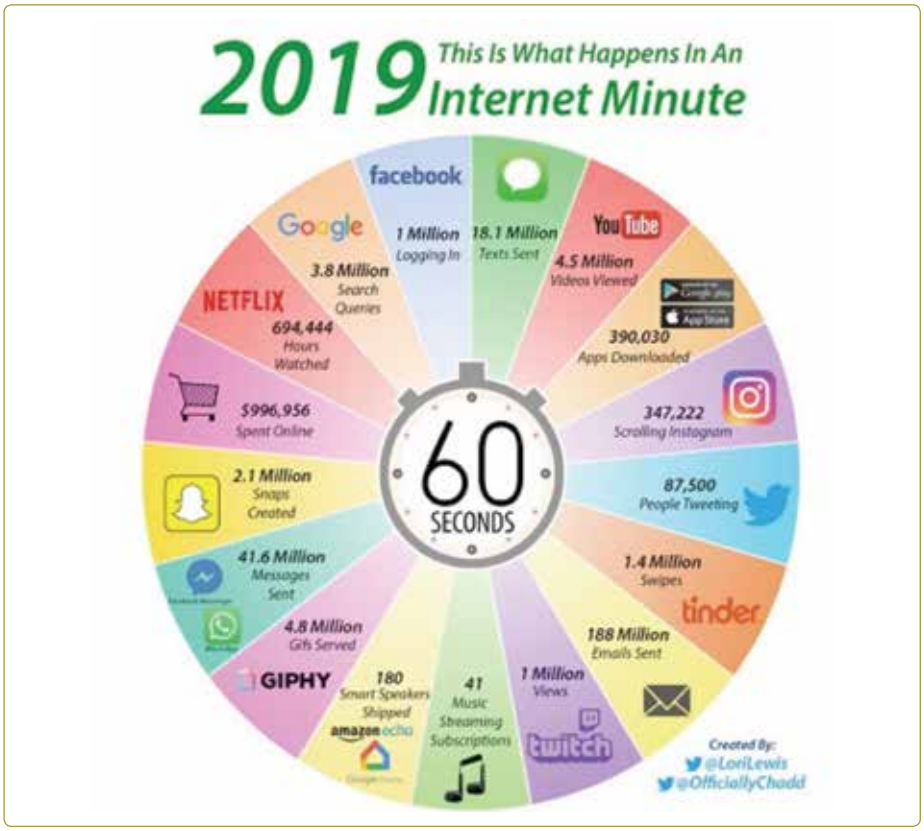



***Figura 1 – Números da internet de 2019.***

A Internet trouxe grandes facilidades para nossa vida pessoal, mas como estão os setores da indústria? Qual é o grau de digitalização de cada um deles? Algumas áreas, como as de Tecnologia da Informação e Comunicação, de Mídias e de Finanças já estão bem avançadas nesse quesito. Apenas para exemplificar, o nível de digitalização é tão elevado na área de Finanças que são raras as vezes que precisamos nos deslocar até uma agência bancária. A grande maioria dos serviços e operações que utilizamos está disponível on-line, em aplicativos

Exponencial
MATERIAL ELÉTRICO

As melhores soluções em iluminação pública e materiais elétricos de média tensão a **Exponencial** disponibiliza para o mercado.

- Luminárias públicas convencionais e com tecnologia LED;
- Projetores, reatores e lâmpadas para IP;
- Ferragens eletrotécnicas para distribuição de energia;
- Cabos de aluminio nu, multiplexados, protegidos e isolados;
- Isoladores, para-raios, cruzetas e muito mais.

**Tel.: (31) 3317-5150**
Rua Titânio, 153, Camargos
Belo Horizonte - Minas Gerais

comercial@exponencialmg.com.br
**www.exponencialmg.com.br**

Atendimento em todo território nacional

Compre com seu cartão
BNDES

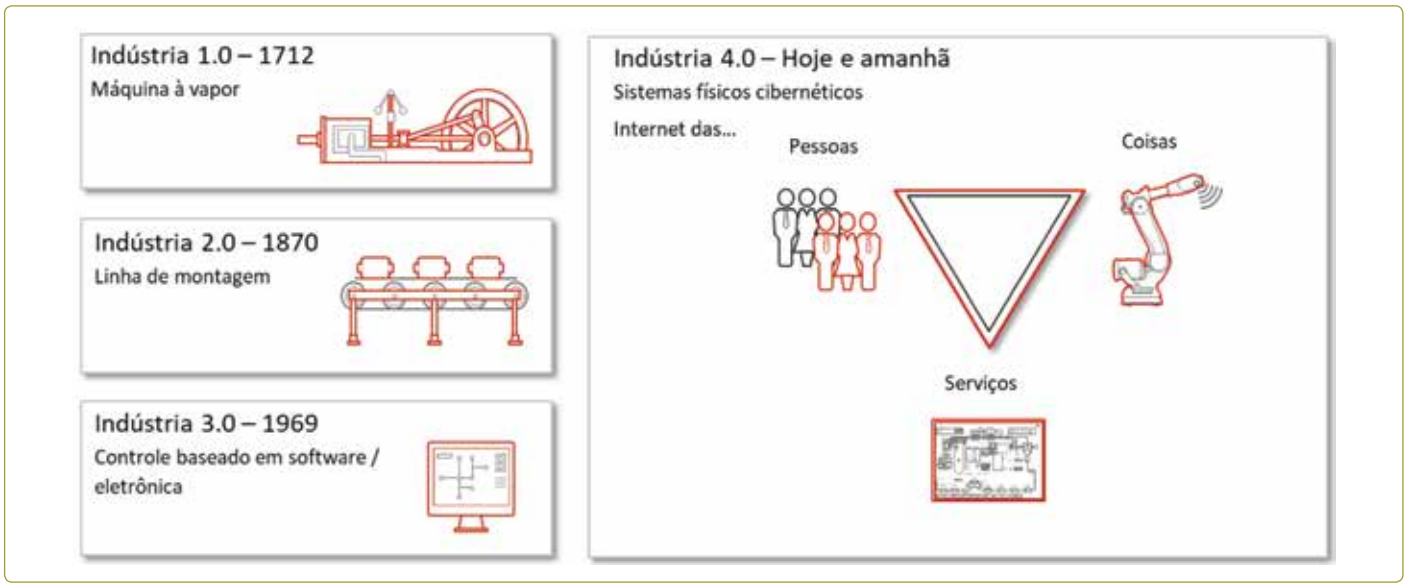



***Figura 2 – Histórico das revoluções industriais.***

e nas plataformas de internet banking. Outros setores importantes da economia, entretanto, ainda estão iniciando suas jornadas rumo ao digital, como os setores de Óleo e Gás, Construção Civil, Alimentos e Bebidas, Agricultura e Mineração.

Essa passagem para o digital vem acompanhada de ganhos de produtividade, de confiabilidade, de eficiência, redução de custos operacionais e de manutenção e permite que as empresas desenvolvam novos modelos de negócio e interajam com seus clientes de formas nunca imaginadas. Essa transformação digital tem sido chamada de 4ª Revolução Industrial, ou Indústria 4.0: que é a interação entre pessoas, coisas e serviços através da Internet.

## A digitalização do setor elétrico

A tecnologia IoT também está disponível no setor elétrico e tem trazido grandes benefícios para as concessionárias de energia, plantas industriais e prédios comerciais. Tomando como exemplo os disjuntores, não é de hoje que eles deixaram de ser equipamentos que fazem apenas a proteção do sistema elétrico para incorporar funções que anteriormente necessitavam de dispositivos externos para serem executadas. Os disjuntores já são capazes de incorporar as funções de um multimedidor, medindo com precisão o consumo de energia, corrente, tensão, potência, frequência e até dados de qualidade de energia, como fator de potência e distorção harmônica. No estágio de evolução tecnológica em que estamos, já é possível conectar disjuntores na faixa de 16 A a 6300 A diretamente à Internet e ter acesso a todas as medições e aos dados do equipamento, como o status e alarmes. Esse é um caso bastante real de Internet das Coisas (IoT): os disjuntores passam a estar conectados diretamente à Internet, sem a necessidade de utilizar nenhum tipo de gateway externo, ou PLC, ou qualquer outro tipo de concentrador local de dados. Com apenas um cabo de rede, com sinal de Internet, conectado ao disjuntor, é possível monitorar o sistema elétrico em uma plataforma em nuvem.

## Monitoramento em nuvem

Tão importante quanto coletar os dados é o tratamento que eles recebem. A solução que estou citando, que conecta os disjuntores à Internet, chama-se Ability™ Electrical Distribution Control System (EDCS) e contempla uma interface web já desenvolvida para a visualização e interpretação dos dados. Soluções desse tipo permitem focar no uso sustentável de energia elétrica. O monitoramento de energia em edifícios comerciais e industriais pode ajudar as empresas a economizar até 30% nos custos operacionais. Com sistemas como este é possível identificar o desperdício e reduzir o consumo de energia, ao mesmo tempo em que se promove a sustentabilidade.

Em plataformas em nuvem como a do Ability™ EDCS, os dados não precisam mais ser armazenados localmente e passam a estar disponíveis na Internet, permitindo que sejam acessados de onde quer estejamos. Ferramentas deste tipo possibilitam o acompanhamento do sistema e o monitoramento das grandezas elétricas em tempo real, 24 horas por dia, 7 dias por semana. É possível ainda armazenar longos períodos históricos e acessá-los rapidamente para efetuar comparações com o cenário atual. Através de relatórios que podem ser extraídos dessas plataformas, é possível acompanhar as mudanças de comportamento da instalação elétrica, analisar e medir a efetividade de estratégias que foram implementadas e assim ter uma análise bastante clara da evolução de desempenho do sistema elétrico.

Estão ainda disponíveis funcionalidades de alarmes, que se baseiam nas medições e nas informações que são coletadas no mundo real. Pode-se, por exemplo, criar um alarme na plataforma em nuvem que irá enviar um e-mail e uma mensagem de texto (SMS) para o operador caso a corrente em um determinado equipamento supere o valor ajustado no alarme. Pode-se também criar um alarme para indicar a sobretemperatura em algum ponto do barramento ou nos transformadores. Com isso, o sistema passa a avisar de forma proativa que situações fora da normalidade estão ocorrendo e possibilita que ações sejam tomadas em campo para mitigar eventuais problemas antes mesmo da atuação de qualquer dispositivo de proteção. Essa

***Figura 3 – Plataformas em nuvem permitem que os dados armazenados estejam disponíveis na Internet e acessados de qualquer lugar.***

função aumenta a confiabilidade e a disponibilidade do sistema elétrico, já que ajuda a reduzir o número de paradas não programadas. Além da corrente e da temperatura, é possível criar alarmes baseados na tensão, potência, fator de potência e nos status dos disjuntores, como aberto/fechado, condição de alarme e atuações das proteções (trip).

## IoT e novas tecnologias

A tecnologia IoT expande o horizonte de soluções que podem ser utilizadas em sistemas elétricos. Uma vez em nuvem, os dados coletados podem ser processados de diversas formas para atingir objetivos diferentes. A análise dessas informações por um sistema de Inteligência Artificial (IA), outra tecnologia muito empregada na Industria 4.0, permite que sejam oferecidas funções avançadas, como as de Previsão de Energia e de Manutenção Preditiva, que podem ser incorporadas ao Ability™ EDCS. A Previsão de Energia usa IA para fornecer aos gestores de uma instalação previsões precisas de consumo de energia. A Previsão de Energia permite que ações sejam tomadas de forma antecipada para reduzir os picos de consumo não planejados, através da reprogramação ou do desligamento de cargas não críticas. A IA da Previsão de Energia utiliza métodos de rede neural para identificar e aprender padrões em um sistema elétrico ou no consumo de energia de um edifício, ao mesmo tempo em que considera os dados meteorológicos. Usando previsões meteorológicas e dados históricos, a Previsão de Energia é capaz de prever o consumo (kW) para as próximas 24 horas, atualizando a previsão a cada 15 minutos com precisão de última geração.

vNa Manutenção Preditiva, o Ability™ EDCS possibilita a otimização das condições operacionais, permitindo passar de uma manutenção preventiva, que é baseada no tempo operação ou no número de manobras, para a manutenção baseada na necessidade de cada disjuntor. O algoritmo da Manutenção Preditiva torna a manutenção mais inteligente, rápida e barata, permitindo o monitoramento remoto da integridade da instalação elétrica e fornecendo uma análise de manutenção para que o serviço seja executado apenas quando necessário. A análise leva em consideração diferentes fatores-chave, como o número de operações mecânicas, a corrente nominal, eventuais sobrecargas e curtos-circuitos e condições ambientais como umidade, temperatura, vibração e corrosão. Essa solução reduz significativamente o risco de paradas não planejadas e, portanto, maximiza a continuidade do serviço, simplifica o gerenciamento e reduz os custos de manutenção e operação.

***Figura 4 – Monitoramento remoto da integridade da instalação elétrica.***

## Aplicações no mundo real

Estes são apenas alguns dos benefícios que a Internet da Coisas (IoT) pode agregar aos sistemas elétricos. Com frequência, as soluções da Industria 4.0 são encaradas como aplicações futurísticas ou como soluções dedicadas a grandes complexos industriais por conta do alto custo de implementação. Na realidade, esta percepção é equivocada, dada a redução de custo que o uso em escala das tecnologias traz. A solução utilizada neste artigo para tangibilizar os benefícios da Industria 4.0 está disponível e em operação em plantas reais no mercado brasileiro. O Ability™ EDCS está hoje aplicado no Brasil em plantas de variados tamanhos, mas prevalentemente em plantas industriais e comerciais de médio e pequeno porte. Em território nacional, o Ability™ EDCS encontra-se em operação tanto em sistemas de alta criticidade, como hospitais e data centers, quanto em aplicações bastante convencionais, como pequenas indústrias e edifícios, como o caso de um colégio em São Paulo. A utilização de equipamentos que fazem parte do sistema de distribuição, como os disjuntores, e de plataformas em nuvem que já estão prontas para o uso e não demandam o desenvolvimento de telas e relatórios possibilita a redução dos custos de implementação e operação. Para mais detalhes, consulte o representante comercial da ABB da sua região, o site ABB e as páginas nas mídias sociais da ABB Eletrificação.

**Marcelo Soares Ferreira é engenheiro eletricista e Gerente de Desenvolvimento de Mercado ABB Ability™*

# Panorama do mercado de dispositivos elétricos

**Em razão da panedemia, fabricantes e distribuidoras desses equipamentos esperam crescimento médio para o mercado de apenas 4% em 2020**

A pandemia do novo coronavírus deve deixar marcas profundas na economia mundial. No caso do Brasil, segundo o Relatório de Mercado Focus, os economistas preveem retração de 5,66% para o Produto Interno Bruto (PIB) em 2020. No setor eletroeletrônico, o cenário não é diferente. Uma pesquisa publicada em 21 de junho pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee) mostrou que 57% das empresas pesquisadas já enfrentavam problemas no recebimento de materiais, componentes e insumos provenientes, especialmente, da China, em decorrência do fechamento de plantas fornecedoras por conta da pandemia.

Na pesquisa publicada a seguir com fabricantes e distribuidores de dispositivos elétricos, observou-se uma queda também nas previsões de crescimento. O levantamento revelou que o crescimento médio das empresas registrado em 2019 foi de 11% na comparação com o ano anterior; já para este ano de 2020, a expectativa das empresas é crescer apenas em torno de 6% e para o mercado como um todo, a estimativa é ainda mais modesta, de apenas 4% médios.

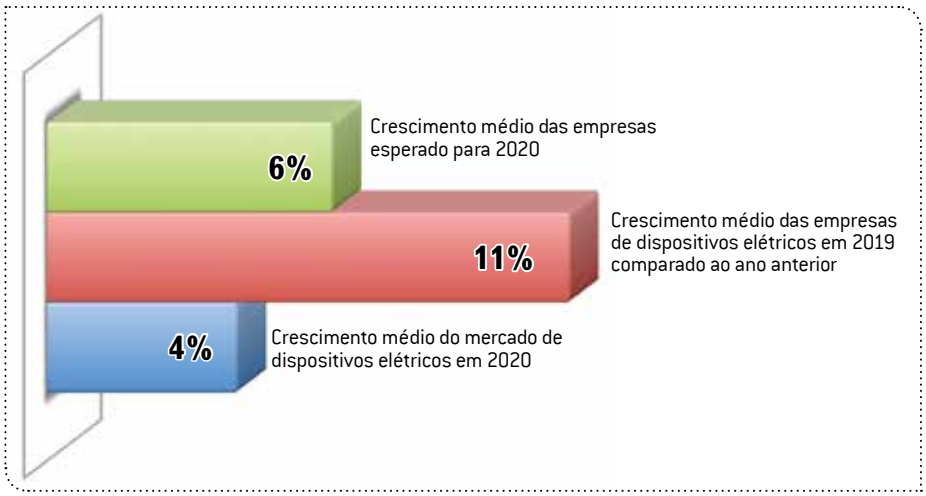
As empresas que participaram da pesquisa apontaram a indústria como principal segmento de atuação, seguidos pelo setor comercial e de montadores de painéis. As empresas que participaram da pesquisa são de diferentes portes. 27% delas faturam até R$ 5 milhões por ano, 20% faturam entre R$ 5 milhões e R$ 20 milhões e apenas 13% faturam mais de R$ 200 milhões anuais.

A pesquisa traz um raio-X deste mercado, com dados sobre segmentos de atuação, produtos mais comercializados, informações sobre faturamento e tamanho de alguns nichos deste mercado. Confira na íntegra.

## Números do mercado de dispositivos elétricos de proteção, manobra e controle

As empresas pesquisadas – fabricantes e distribuidores – afirmaram ter apresentado crescimento médio de 11% em 2019 na comparação com o ano anterior. Para este ano de 2020, a projeção ficou bem abaixo do registrado no ano passado. As empresas estimam crescimento médio de 6% para seus negócios e de 4% para o mercado como um todo.

**PREVISÕES DE CRESCIMENTO**




Questionadas quando aos principais segmentos de atuação, 97% delas apontaram a indústria como um dos principais clientes e 75% delas também indicaram montadores de painéis e o segmento comercial.

RDI BENDER

SEGURANÇA ELÉTRICA INTELIGENTE

Supervisão de isolamento e corrente de fuga em todos os esquemas de aterramento: IT, TN e Aterrado por Resistor

Equipamentos que fazem a manutenção preditiva e totalmente coadunados à indústria 4.0

Equipamentos:

*DSI – Dispositivo Supervisor de Isolamento*

*DSCR – Dispositivo Supervisor da Corrente Residual*

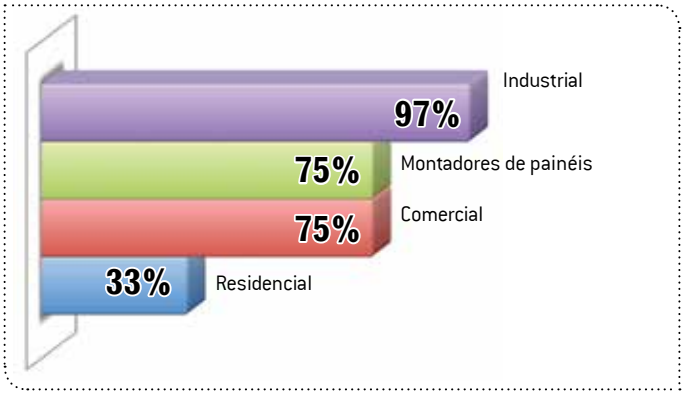
*DSR – Dispositivo Supervisor do Resistor*

*Também prestamos serviço de localização de falhas de isolamento e corrente de fuga in loco*

Para mais informações acesse:
WWW.RDIBENDER.COM.BR

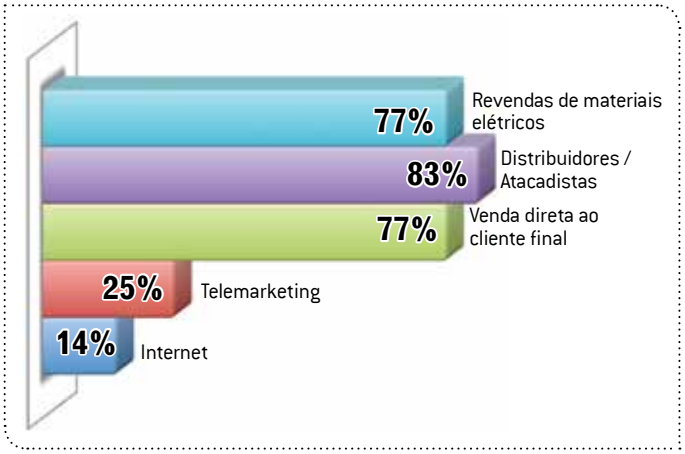
RDI BENDER

**PRINCIPAIS SEGMENTOS DE ATUAÇÃO**




Quanto aos principais canais de vendas utilizados, as empresas parecem utilizar três formas: revendas de materiais elétricos, distribuidores e atacadistas e venda direta ao cliente final.

**PRINCIPAIS CANAIS DE VENDAS**



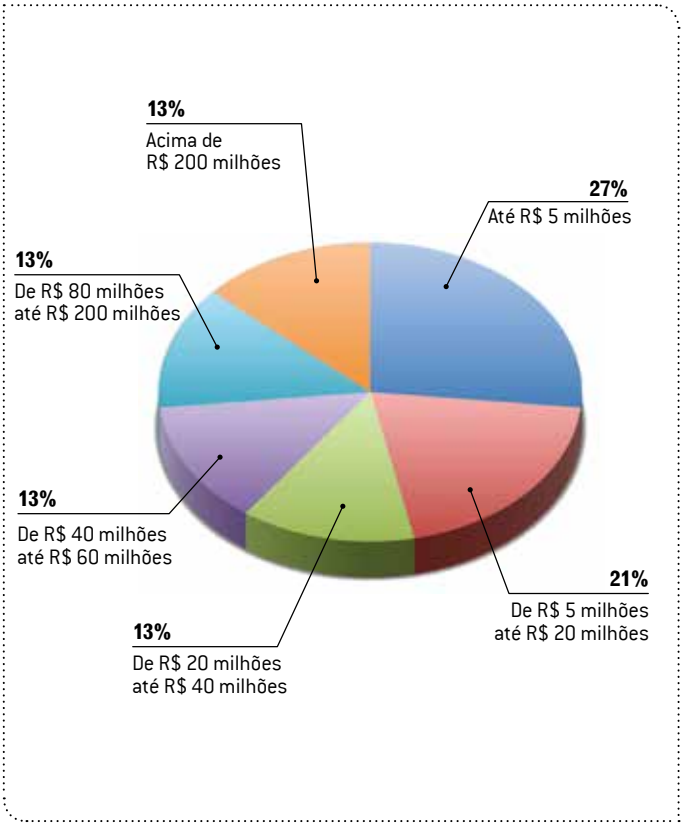

Na tabela a seguir, é possível conferir a percepção das empresas sobre o tamanho de alguns mercados específicos. As opiniões estão bem divididas, mas, pode-se inferir, segundo os entrevistados, que o mercado de dispositivos de proteção e secionamento de média tensão fatura entre R$ 200 milhões e R$ 500 milhões por ano. Confira as percepções:

**PERCEPÇÃO SOBRE O TAMANHO ANUAL TOTAL DE MERCADOS ESPECÍFICOS**

| | Até R$ 10 milhões | De R$ 10 milhões a R$ 30 milhões | De R$ 30 milhões a R$ 50 milhões | De R$ 50 milhões a R$ 100 milhões | De R$ 100 milhões a R$ 200 milhões | De R$ 200 milhões a R$ 500 milhões | Acima de R$ 500 milhões |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dispositivos de proteção de baixa tensão | 24% | 9% | 0% | 15% | 12% | 25% | 15% |
| Dispositivos de comando, controle, seccionamento, acionamento e sinalização de baixa tensão | 15% | 9% | 3% | 12% | 15% | 24% | 22% |
| Dispositivos de proteção e seccionamento de média tensão | 16% | 3% | 3% | 12% | 13% | 34% | 19% |

As empresas que participaram da pesquisa são de diferentes portes. 27% delas faturam até R$ 5 milhões por ano; 20% faturam entre R$ 5 milhões e R$ 20 milhões; e apenas 13% faturam mais de R$ 200 milhões anuais.

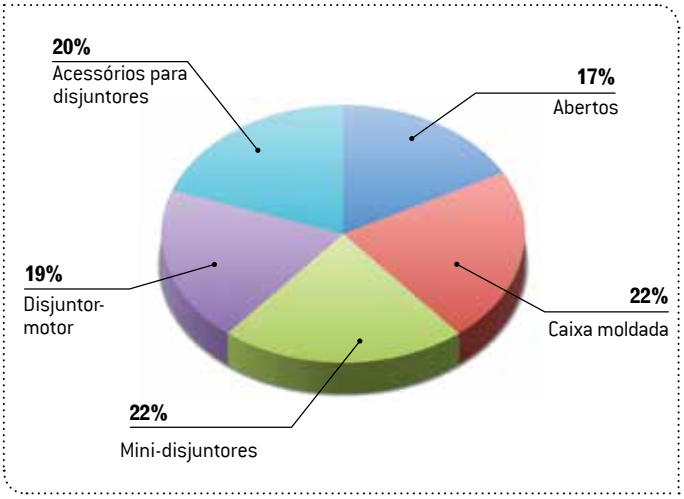
**FATURAMENTO BRUTO ANUAL MÉDIO DAS EMPRESAS PESQUISADAS**



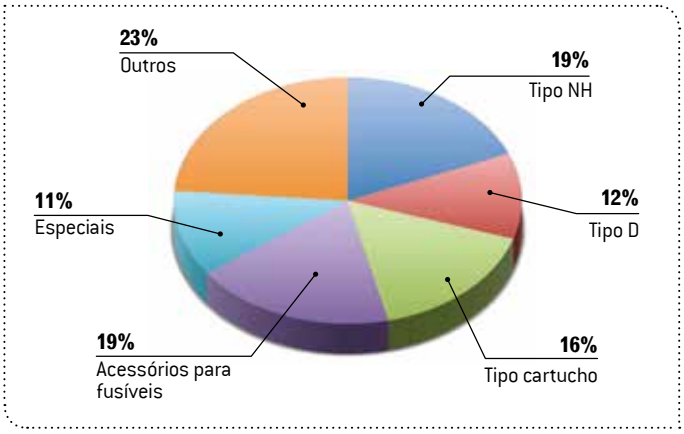

O levantamento mostra, a seguir, os dispositivos mais comercializados em detrimento de outros para desempenhar funções similares e que se encaixam em uma mesma categoria de produtos.

Observe, por exemplo, que minuterias têm muito mais saída comercial quando comparadas a interruptores para iluminação e a variadores de luminosidade. Entre os motores, os inversores de frequência são mais vendidos do que os soft starters e as chaves de partida. Confira.

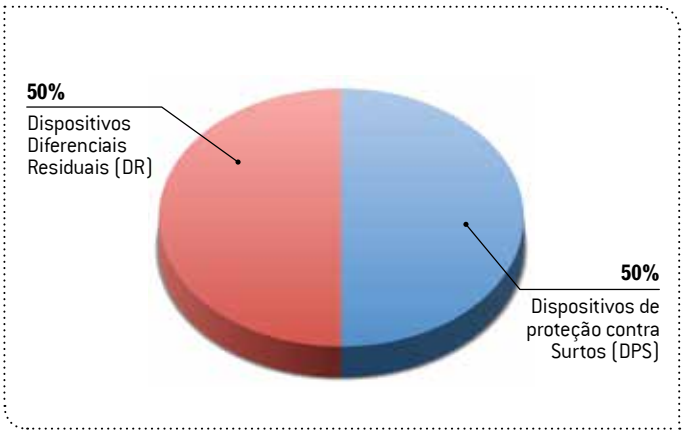
**DISJUNTORES BT**



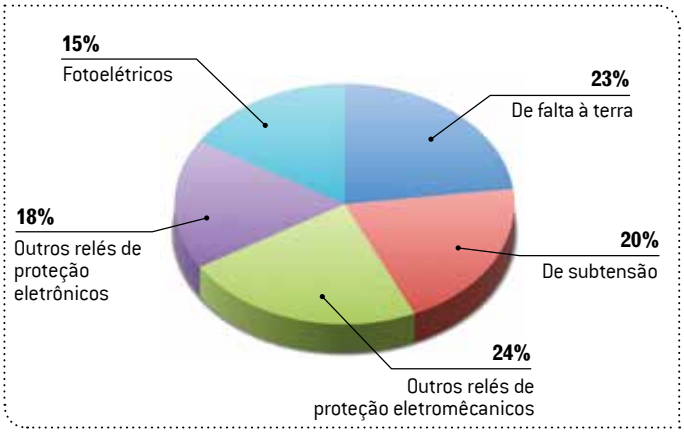
## FUSÍVEIS BT



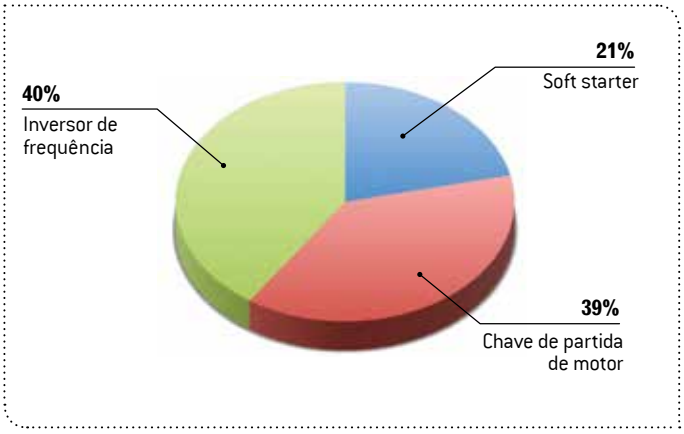

## DISPOSITIVOS BT



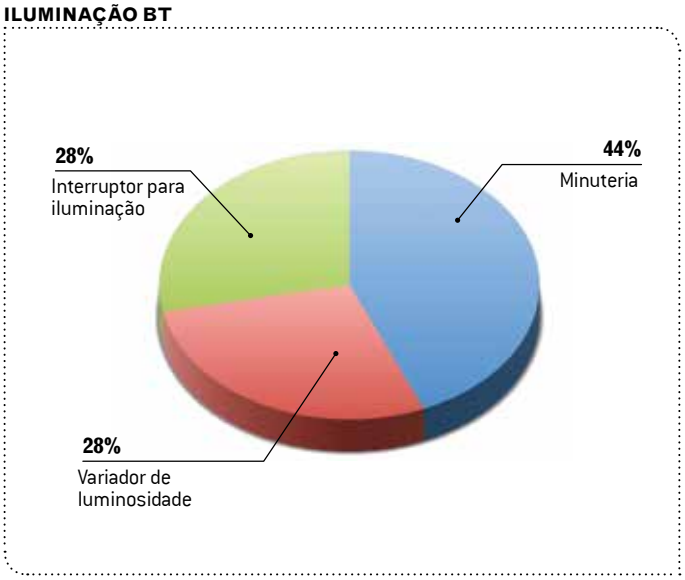

## RELÉS BT



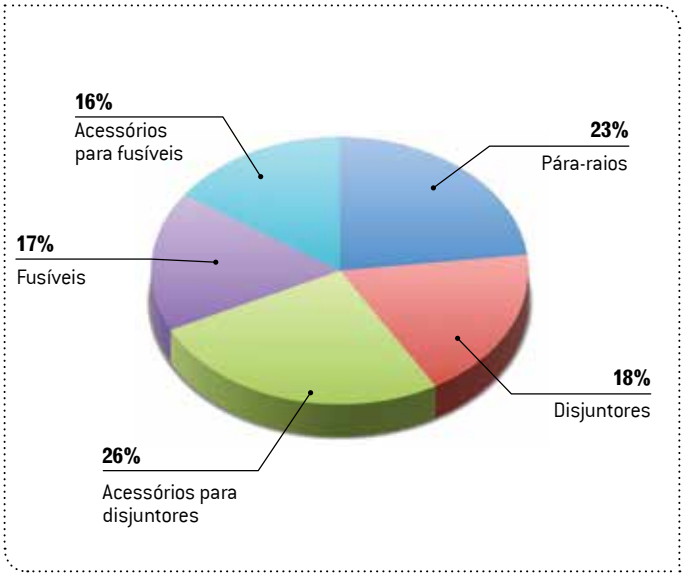

## MOTOR BT




## ILUMINAÇÃO BT




## DISPOSITIVOS MT




## RELÉS MT

| | | | | | Empresa | | | Principal segmento de atuação | | | | Principal canal de vendas | | | | | | | | | | | | | Dispositivos de proteção de baixa tensão | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Disjuntores BT | | | | | |
| EMPRESA | Telefone | Site | Cidade | UF | Fabricante | Distribuidora | Serviços (manutenção, montagem de painéis, etc.) | Industrial | Comercial | Residencial | Montadores de painéis | Distribuidores/Atacadistas | Revendas/Varejistas | Venda direta ao cliente final | Telemarketing | Internet | Possui certificado ISO 9001 (qualidade) | Possui certificado ISO 14001 (ambiental) | Possui serviço de atendiemnto ao cliente por telefone e/ou internet | Possui programas na área de responsabilidade social | Exporta produtos acabados | Importa produtos acabados | Tem corpo técnico especializado para oferecer suporte ao cliente | Oferece treinamento técnico para os clientes | Abertos | Caixa moldada | Mini-disjuntores | Disjuntor-motor | Acessórios para disjuntores | Outros |
| A.CABINE MAT. ELÉTRICOS | (11) 2842-5252 | www.acabine.com.br | GUARULHOS | SP | | X | | X | | | | | X | X | | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | |
| ABB LTDA | (11) 3688-9111 | www.abb.com.br | SÃO PAULO | SP | X | | | X | X | | X | X | X | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| ADS DISJUNTORES | (19) 3804-1042 | www.adsdisjuntores.com.br | MOGI MIRIM | SP | X | | | X | X | | | | | X | | X | | | X | | | | X | X | | | | | | |
| AGPR5 | (11) 96949-0029 | www.agpr5.com | SÃO PAULO | SP | | X | | X | X | | X | | X | X | | | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| ALPHA EQUIP. ELÉTRICOS | (11) 3933-7530 | www.alpha-ex.com.br | SÃO PAULO | SP | X | | | X | | | | | | X | | | X | X | X | | | X | X | X | | X | X | X | X | |
| COEL | (11) 2066-3211 | www.coel.com.br | SÃO PAULO | SP | X | | | | | | X | X | X | | | | X | | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| D´LIGHT | (11) 2937-4650 | www.dlight.com.br | GUARULHOS | SP | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | | X | X | | | X | X | | X | X | X | X | | |
| EATON | (15) 0800 0032866 | www.eaton.com.br | PORTO FELIZ | SP | | | X | X | X | X | X | X | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | |
| EFE-SEMITRANS | (21) 2501-1522 | www.efesemitrans.com.br | RIO DE JANEIRO | RJ | | | X | | | | X | X | X | | | | | X | | X | | X | | | | | | | X | |
| ELETRICTECK | (16) 3877-5510 | www.eletricteck.com.br | RIBEIRAO PRETO | SP | X | | | X | X | X | X | X | X | | | | X | | X | X | | X | X | | | X | X | | | |
| ELETROTRAFO | (43) 3520-5000 | WWW.ELETROTRAFO.COM.BR | CORNELIO PROCOPIO | PR | X | X | X | X | X | X | X | | | X | X | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| ELOS | (41) 3383-9290 | WWW.ELOS.COM.BR | CURITIBA | PR | | X | X | X | X | X | | X | | X | | | | | | | | X | X | X | | | | | | |
| EMBRASTEC | (16) 3103-2021 | www.embrastec.com.br | RIBEIRAO PRETO | SP | X | | | X | X | | X | X | X | X | X | | | | X | X | | | X | X | | | | | | |
| ENGEPOLI ENGENHARIA | (11) 96309-8393 | www.engepolienergia.com | SÃO BERNARDO DO CAMPO | SP | | X | X | X | X | | X | X | X | X | | | | | X | X | | X | X | X | | | | | | |
| EXATRON | (51) 3357-5000 | www.exatron.com.br | CANOAS | RS | X | | | X | X | X | | X | X | | X | | X | | X | X | X | X | X | X | | | | | X | |
| FINDER | (11) 4223-1550 | www.findernet.com | SAO CAETANO DO SUL | SP | X | | | X | X | X | X | X | | X | | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| HOLEC | (11) 4191-3144 | www.holec.com.br | BOITUVA | SP | X | | | X | X | | X | | X | X | | | X | | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| JNG MATERIAIS ELÉTRICOS | (11) 2090-0550 | WWW.JNG.COM.BR | SÃO PAULO | SP | X | | | X | | | | X | X | X | X | | | | X | | | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| KIENZLE CONTROLES | (11) 2249-9606 | www.kienzle-haller.com.br | SÃO PAULO | SP | X | | | | X | | X | X | X | | | | | | X | | | X | X | X | | | | | | |
| KRAUS & NAIMER | (11) 2198-1288 | www.krausnaimer.com.br | COTIA | SP | X | | | X | | | X | X | X | X | | | X | | X | X | X | | X | X | | | | | | |
| KRON MEDIDORES | (11) 5525-2000 | www.kron.com.br | SÃO PAULO | SP | X | X | | X | X | | X | X | X | X | X | | X | | X | | X | X | X | X | | | | | | |
| LEGRAND | (11) 80011-8008 | www.legrand.com.br | SÃO PAULO | SP | X | | | | X | X | X | X | X | X | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| MAGNET | (11) 4176-7878 | www.mmmagnet.com.br | SÃO BERNARDO DO CAMPO | SP | X | | | X | X | | X | X | X | | | | | | X | | X | | X | X | | | | | | |
| MARGIRIUS | (19) 800707-3262 | www.margirius.com.br | PORTO FERREIRA | SP | X | | | X | X | X | X | X | X | | | | X | | X | X | X | X | X | X | | | X | | | |
| MÉDIA TENSÃO | (11) 2384-0155 | www.mediatensao.com.br | GUARULHOS | SP | | X | | X | X | | X | X | X | X | X | | | | X | | | | X | X | X | X | | | X | |
| MERSEN DO BRASIL | (11) 2348-2360 | www.ep-fr.mersen.com | CABREUVA | SP | X | | | X | X | X | X | X | X | X | | | X | | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| METALTEX | (11) 5683-5700 | www.metaltex.com.br | SÃO PAULO | SP | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| MITSUBISHI ELECTRIC | (11) 4689-3000 | www.mitsubishielectric.com.br | SÃO PAULO | SP | X | | | X | X | | X | X | X | X | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| MTM | (11) 4125-3933 | www.mtm.ind.br | SÃO BERNARDO DO CAMPO | SP | X | | | X | | | | X | X | X | X | | | | X | X | X | | X | X | | X | | | | |
| NORMATEL | (85) 3031-9988 | www.normatel.eng.br | FORTALEZA | CE | | | X | X | X | | | | | X | | | X | X | X | X | | | X | X | X | X | X | X | | |
| PEXTRON | (11) 9910-55014 | www.pextron.com.br | SÃO PAULO | SP | X | | | X | | | | X | | X | | | X | | X | | | X | X | X | | | | | | |
| PHOENIX CONTACT | (11) 3871-6400 | www.phoenixcontact.com.br | SÃO PAULO | SP | X | | | X | | | | X | | X | | | X | | X | X | X | X | X | X | | | X | | | |
| QUADRIMAR | (21) 2428-3155 | www.quadrimar.com.br | RIO DE JANEIRO | RJ | X | | | X | X | X | X | | | X | | | | | X | | | | X | X | X | X | X | X | X | |
| ROCKWELL AUTOMATION | (11) 99779-3039 | www.rockwellautomation.com | SÃO PAULO | SP | X | | | X | | | X | X | | X | | | X | X | X | X | | X | X | X | | X | X | X | X | |
| SASSI MEDIDORES | (11) 4138-5122 | www.sassitransformadores.com.br | TABOÃO DA SERRA | SP | X | X | | X | X | | X | X | X | X | X | X | | | X | X | X | | X | X | | X | | X | X | |
| SOPRANO | (54) 2101-7072 | www.soprano.com.br | CAXIAS DO SUL | RS | X | | | X | X | | | X | X | | | | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | |
| TEE | (19) 3875-9868 | www.tee.com.br | INDAIATUBA | SP | X | | | X | | | X | X | X | | | | | | X | | X | X | X | X | | | | | | |
| THS | (15) 3225-5060 | www.fuses.com.br | SÃO PAULO | SP | X | X | | X | X | | X | | X | X | | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| WEG | (47) 3276-4000 | www.weg.net | JARAGUÁ DO SUL | SC | X | | | X | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |

| DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO DE BAIXA TENSÃO | | | | | | | | | | | | | | DISPOSITIVOS DE COMANDO, CONTROLE, SECCIONAMENTO, ACIONAMENTO E SINALIZAÇÃO DE BAIXA TENSÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO E SECCIONAMENTO DE MÉDIA TENSÃO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fusíveis BT | | | | | | Dispositivos BT | | Relés BT | | | | | | Chaves de transferência BT | | | | Chaves BT | | | | Iluminação BT | | | Motor BT | | | Outros BT | | | | | | | | | Dispositivos MT | | | | | Relés MT | | | |
| Tipo NH | Tipo D | Tipo cartucho | Acessórios para fusíveis | Especiais | Outros | De proteção contra Surtos (DPS) | Diferenciais Residuais (DR) | De falta à terra | De subtensão | De proteção Eletromecânicos | De proteção Eletrônicos | Fotoelétricos | Outros | Automática | Manual | Comutadora | Reversora | Seccionadora | Seccionadora fusível | Fusível | Religadora | Interruptor para iluminação | Variador de luminosidade | Minuteria | Soft starter | Chave de partida de motor | Inversor de freqüência | Temporizador | Botoeira | Chave fim de curso | Contato | Relé de Impulso | Sensores em geral | Sinalizadores em geral | Programador horário | Outros | Disjuntores | Acessórios para disjuntores | Fusíveis | Acessórios para fusíveis | Pára-raios | De falta à terra | De subtensão | Outros relés de proteção Eletromecânicos | Outros relés de proteção Eletrônicos |
| | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | | | X | |
| X | | | X | | | X | | X | X | X | X | X | | X | | X | X | X | X | | | X | X | | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | | | X | X | X | |
| | | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | X | | | X | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | | X | |
| X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | | | X | X | X | X | |
| X | | X | X | | | X | | X | | X | X | X | | X | | X | X | X | | | | | | | X | | | X | X | X | X | | X | X | X | | X | X | X | | | X | | X | |
| | | | | | | | X | | | X | | | | | X | | | | | | X | | | X | | | X | | | | X | | | | | | | | | | X | X | | X | |
| | | | X | | | X | | X | X | X | | | | X | | X | X | X | | | | | X | | | X | | | | | | | | | X | | X | X | X | | X | X | | X | |
| X | X | X | | X | | | X | X | X | X | | | | X | X | X | X | X | X | | | | X | X | X | | X | X | X | X | | X | X | X | X | | X | X | | | | | X | X | |
| | | | | | | X | | X | | | X | X | | | X | X | | | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | X | |
| X | | | | | | X | X | X | | | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | X | |
| X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| X | | X | X | X | | | X | | | | | | | | X | | | X | X | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | X | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | X | X | | X | | | | | X | | | | | | X | | | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | X | X | | X | |
| | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | X | X | X | | | | X | | | | | X | X | X | | | X | | | X | | X | | |
| | | | | | | | | X | X | X | X | | | | X | | | | | | X | X | X | | | | X | | | | X | X | | | | | | | | | X | X | X | X | |
| X | | | X | | | | X | | | | | X | | X | | X | X | X | X | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | |
| X | X | X | X | | | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | | | | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | | X | X | X | |
| | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | X |
| | | | | | | | | | | X | | | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| X | | X | | | | | X | | | | | X | | X | | X | X | X | | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| | | | | | | X | X | | | | | X | | X | X | X | X | X | | | | X | X | X | | | | X | X | | | | X | X | X | | | | | | | | | | X |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X |
| | | | | | | X | X | | | | | | | | X | X | X | X | X | | | X | X | X | | X | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | X | X | | X | | | | X | | | X | X | X | | | | | X | | | X | X | | | | | | | X | | X | X | | X | | X | | | |
| X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | | | | | X | | | X | | | X | | | | | | | | X | X | X | | | | X | |
| | | X | X | | | X | X | X | X | X | X | | | X | X | X | X | X | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | X | X |
| | | | | | | | X | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | X | | | | | | | | | | | | | | X |
| | | X | X | | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | X | | | X | | | | X |
| | | | | X | | X | | X | X | X | X | X | | X | | X | X | X | X | X | | X | | | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | X | | X | | X | X | X | |
| | | | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | | | | | | | X | X | X | |
| | | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X |
| X | X | X | X | X | | X | X | X | X | | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| | | | | | | X | | | X | X | | | | | X | | X | X | X | | | | | X | | X | | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | X | | | X | |
| | | | | | | | | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X | | X | X | | X | | X | X | | | X | X | | | X | | | | X |
| X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | X | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | X |
| X | X | X | X | X | | X | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X |
| X | X | | X | | | X | X | X | X | X | X | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | | | X | X | X | | | X | X | | | | | | | X |

Por Galeno Lemos Gomes*

# Análise comparativa da utilização em sistemas de aterramento de condutores de cobre, aço-cobre e aço galvanizado

## Parte 2

Atualmente, são utilizados em sistemas de aterramento os seguintes materiais: cobre, aço galvanizado e bimetálicos. O cobre tem sido largamente utilizado por suas excepcionais características, elétricas e mecânicas, enquanto o aço galvanizado utilizado pela sua característica mecânica e por seu baixo custo. Já os elementos bimetálicos aparecem nas hastes de aterramento de aço-cobreado, assim como nos condutores de aço-cobre, oferecendo uma excelente alternativa ao cobre e ao aço galvanizado. Aqui ressalto o desconhecimento de muitos sobre a possibilidade da substituição dos condutores de cobre por condutores aço-cobre, apesar de sua utilização pelas principais concessionárias de energia há décadas. Possivelmente, existe também falta de conhecimento em relação ao dimensionamento dos cabos de aço-cobre e equivalência das seções transversais com relação ao cobre nu. Perguntas constantes entre os projetistas são descritas a seguir:

*Se tivermos uma malha de aterramento de uma subestação com seção transversal de 70mm² em cobre, dimensionada para uma determinada corrente de curto-circuito (Icc) e tempo de eliminação da falta de 0,5s (30 ciclos), poderíamos substituir esses condutores por condutores de aço-cobre de mesma seção transversal ou teríamos que aumentá-la devido ao seu núcleo de aço? E como ficam os aspectos relativos à corrosão? Quais seriam as vantagens em substituir o cabo de cobre por aço-cobre?*

Espero auxiliá-los nas respostas a estas e outras perguntas, durante a leitura do presente artigo, que se iniciou na última edição e tem sua continuidade publicada a seguir.

### Aspectos relativos à instalação

***Flexibilidade***

Praticamente não há diferença considerável entre a flexibilidade do cobre e do condutor aço-cobre totalmente recozido, para seções transversais equivalentes, devido ao recozimento do aço utilizado na fabricação deste condutor de aterramento.

***Peso***

Os condutores aço-cobre pesam bem menos que os condutores de cobre puro em igualdade de comprimento e seção transversal, o que facilita o manuseio e o transporte, possibilitando inclusive maior economia no frete.

***Durabilidade***

Os condutores de cobre e de aço-cobre têm a mesma durabilidade frente à corrosão subterrânea, devido principalmente ao fato de a camada de cobre ter um potencial eletroquímico positivo (+0,34V), em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio é um metal catódico recebedor elétrons, consequentemente, com mais "resistência" à corrosão. Portanto, os condutores de cobre e os de aço-cobre produzidos pelo processo de caldeamento contínuo em meio redutor terão uma vida útil estimada de aproximadamente cinquenta anos, enquanto que os condutores ou hastes com recobrimento de camada de zinco, depositado por imersão a quente (ABNT NBR6323), tem uma vida útil estimada em aproximadamente onze anos em solos alcalinos ou argilosos, de oito anos em solos turfosos com índice de sulfato alto, e de quatro anos para solos ácidos e muito alcalinos.

Cabe observar que em 1980 foram executadas verificações do estado dos condutores utilizados como contrapeso em

51 linhas de transmissão da Companhia Energética de São Paulo- CESP instalados há mais de 30 anos. A síntese das conclusões do relatório final emitido, são as seguintes:

a) Condutores contrapeso em aço-cobre (40 ou 30% IACS) fabricados pelo processo mencionado. Todos sem exceção estavam em bom estado de conservação.
b) Condutores contrapeso de aço galvanizado: foi verificado que os que estavam instalados até quatro anos de operação apresentava-se bom estado. De cinco até dez anos instalados apresentavam-se ora bom estado e ora em mau estado de conservação. Para tempos de operação superior a dez anos não foram encontrados nenhum em bom estado de conservação [5] [6].

Com base nesta amostragem podemos concluir que o desempenho dos condutores de aço galvanizado utilizados como contrapeso (aterramento) das torres das linhas de transmissão perde a confiabilidade após quatro anos de operação, podendo em alguns casos alcançar uma vida útil de dez anos [4] [5]. Naturalmente, não podemos deixar de lembrar que uma previsão da vida útil com uma maior precisão só poderá ser feita, se forem analisadas as diversas variáveis presentes no local onde o respectivo sistema de aterramento será instalado, tais como; valores da resistividade do solo, constituição química do mesmo, PH, entre outros. Pois quimicamente falando, um sistema de aterramento constituído de condutores e/ou hastes metálicas, silicatos e óxidos (solos), água, carbono (produtos de decomposição vegetal e sais minerais), entre outros, formam um conjunto de perfeito para originar o processo de decomposição por corrosão eletrolítica.

***Desestimula o furto:***

Um dos principais problemas vivenciados pela maioria das concessionárias do país refere-se ao furto de condutores de cobre nu utilizados em sistemas de aterramento, que pelo seu alto valor de mercado se tornam atraentes e vulneráveis ao furto, sendo um alvo fácil e lucrativo para revenda no mercado clandestino. A solução é a substituição destes por condutores de aço-cobre cujo processo de fabricação torna inviável a separação entre o cobre e o aço, desestimulando a comercialização do mesmo como sucata. São utilizadas nestas atividades um imã para verificar se o condutor é de cobre ou não para não "perderem tempo" com condutores de aço-cobre.

***Custos envolvidos***

O preço do cobre oscila consideravelmente, sendo que o custo por quilo dos condutores de aço-cobre é inferior ao do cobre, e sendo este último mais leve, teremos em consequência uma notável diferença de custo entre condutores fabricados com estes materiais de mesma bitola.

***Solicitações por conta de correntes associadas às descargas atmosféricas:***

O subsistema de aterramento, componente de um PDA (Proteção contra Descargas Atmosféricas), tem uma vital importância no conjunto das medidas relativas à proteção contra as descargas atmosféricas e seus efeitos secundários. Neste caso é muito importante termos uma impedância de baixo valor e adequado para cada tipo de aplicação, o que é obtido projetando uma configuração adequada para cada tipo específico de aplicação. Porém, não é demais lembrar que os mesmos terão que ser eficientes e confiáveis, necessitado que sejam utilizados materiais duráveis, resistentes à corrosão e com alta condutividade, e é aí que novamente os condutores de aço-cobre oferecem uma solução praticamente ideal para este tipo de subsistema de aterramento, pois possuem um desempenho equivalente

ao cobre nu, são muito superiores ao aço galvanizado, considerando sua vida útil mais longa, são resistentes à corrosão e não tem valor comercial nos desmanches.

Um outro detalhe a ser considerado como positivo na aplicação do aço-cobre deve-se ao fato de após fazermos uma análise espectral de uma onda típica associada a um impulso transitório, tais como os que são característicos dos raios, nos deixa claro a presença de altas e baixas frequências (normalmente 5kHz a 50kHz mais significativas chegando até 1 MHz) fator que gera o efeito skin, tendência conhecida de maior circulação de corrente pela periferia do condutor, no caso pelo cobre dos condutores de aço-cobre.

Quanto aos valores de corrente associados aos raios, as mesmas podem alcançar valores muito elevados de até 200 kA em aproximadamente 0,1% dos casos, sendo que os valores médios no Brasil são de cerca de 41 kA (medições na Serra do Cachimbo em Belo Horizonte). Tipicamente as correntes dos raios elevam-se alcançando o seu pico em dois a dez microssegundos, decrescendo até a metade deste valor em vinte a cinquenta microssegundos, caindo a zero dentro de um tempo de 100 a 300 microssegundos. Devido à estes curtos espaços de tempo a seção mínima sugerida na ABNT NBR 5419:2015 de 50mm² é mais do que suficiente em termos de ampacidade para drenar para o solo, mesmo nos casos menos prováveis, como os com corrente de 200 kA devido ao curto tempo que a mesma circula pelo condutor ou 300 microssegundos no caso mais desfavorável. Lembrem-se que 1/2ciclo de uma onda de 60hz equivale a 8.333 microssegundos.

## Conclusões

Uma das mais importantes conclusões refere-se ao fato de podermos substituir os condutores de cobre em sistemas de aterramento, por condutores de aço-cobre, sem precisar aumentar sua seção transversal, observada as características do sistema de aterramento. Assim, não somente desestimulamos os furtos, como também estaremos utilizando uma solução alternativa para um material que se torna cada vez mais escasso e de valor proibitivo.

Outro ponto importante a concluir é o fato dos condutores de aço-cobre possuírem um potencial eletroquímico positivo em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio, o que os torna um metal catódico, isto é, doador de elétrons, tendo, portanto, uma resistência à corrosão cerca de seis vezes maior do que o aço galvanizado. Sugere-se, inclusive, que se aproveite a oportunidade da revisão da norma de Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica - ABNT NBR 5422 :1985 para que com mais ênfase seja redigido o item 9.5 que recomenda: "(...) os materiais empregados nos aterramentos devem ser resistentes à corrosão. Sua durabilidade no solo deve ser, sempre que possível, compatível com a vida útil da linha". A retirada do termo "sempre que possível" é mandatória, pois a vida útil de uma linha de transmissão é de no mínimo 50 anos, sendo que a expectativa de vida útil do aço galvanizado enterrado no solo é de cerca de apenas dez anos.

Dentre algumas vantagens dos condutores de aço-cobre, uma em especial nos chama atenção. Refere-se ao fato de que suportam maiores temperaturas antes de perder sua rigidez mecânica. Lembrando que de acordo com os parâmetros da Tabela II: o cobre suporta até 450 °C antes de perder a rigidez mecânica, o aço zincado até 419° C antes de o zinco se fundir e os condutores de aço-cobre suportam até 850° sem perder a sua rigidez mecânica. Neste ponto, também como uma conclusão, o autor sugere que sejam executados novos ensaios de laboratório, com materiais mais atualizados, visando comprovar estas temperaturas nas quais esses materiais perdem a sua de rigidez mecânica, e que foram obtidas através de ensaios executados em laboratório na década de 1980-1990.

Por fim, os condutores de aço-cobre combinam as excelentes propriedades mecânicas do aço com a alta condutividade e resistência à corrosão do cobre.

Os condutores de aço-cobre devem ser, portanto, considerados como uma solução ideal para atender aos requisitos dos mais diversos sistemas de aterramento, inclusive porque são compatíveis com todos os elementos que os compõem.

## Referências

*[1] - "Aplicação de fios e cabos Copperweld em sistemas de aterramento" – Companhia Energética de São Paulo – CESP - (DEP/P-634 - Engº José A. M. Leon.*

*[2] - ABNT NBR 15751:13 – Sistemas de aterramento de subestações – Requisitos.*

*[3] - "Dimensionamento de prumadas de aterramento em redes e distribuição" Roberval Rodrigues da Copperico Bimetálicos.*

*[4] -Revista Setor Elétrico /outubro de 2019- CINASE-TEC "Análise da qualidade dos materiais utilizados em sistemas de aterramento de linhas de transmissão, com úteis aplicações dos condutores bimetálicos" pp73-77 - Eng. Galeno Lemos Gomes.*

*[5] - "Análise comparativa da utilização dos cabos Copperweld em malhas de terra de subestações" CESP/Copperico.*

*[6] -Revista Mundo Elétrico- set.1981- pp 41-44 "Fios contrapeso de aço revestido de cobre para linhas de transmissão" – Copperico.*

***Galeno Lemos Gomes é engenheiro eletricista e de segurança do trabalho, MsD em Educação Técnica pela Universidade de Oklahoma (USA) e Sócio Gerente Técnico da Empresa Galeno Gomes Engenharia Consultoria e treinamento Ltda. É ainda professor dos cursos: Sistemas de Aterramento Projeto, construção, medições e manutenção (ABNT), Aterramento e Sistemas de proteção Contra Descargas Atmosféricas e de equipamentos Eletromecânicos Sensíveis (ETI). (aterramento@galenoengenharia.com.br)***

EMPRESA CERTIFICADA SMC ISO 9001:2015

EMPRESA CERTIFICADA SMC ISO 14001:2015

GRUPO Gimi

COMPETÊNCIA E TRADIÇÃO DESDE 1971

# BX-E
## BARRAMENTO BLINDADO

GPB
GIMI POGLIANO BLINDOSBARRA
BARRAMENTOS BLINDADOS

- ✓ *Classe de Tensão: 1kV;*
- ✓ *NBI: 8kV;*
- ✓ *Corrente nominal: de 320A / 6300A 3P+N+PE;*
- ✓ *Grau de Proteção: IP-55 (IEC60529). IP-65 sob consulta;*

• Microcompact
Cubículo classe 24 kV com seccionadora em SF6
17,5kV / 24kV, 12,5kA/1 s e 630A
RESISTENTE AO ARCO INTERNO

• Microcompact 36kV
Cubículo classe 36 kV com seccionadora em SF6
36kV, 16kA/1s e 630A
RESISTENTE AO ARCO INTERNO

• Leggero
Painel de baixa tensão TTA, 800A, 380V, Forma construtiva 2A, 25kA

• MAGGIORE
Cubículo extraível classe 15kV, até 2500A, 31,5 kA/1s

• BIMBO
Painel de distribuição TTA até 250A

• noTTAbile
Painel de baixa tensão TTA, 3200A, 380V, Forma construtiva 4B, 50kA

• Barramentos Blindados
Tipo compacto, concorrentes até 5000A IP55, Cobre ou Alumínio

Gimi Soluções em Energia
www.gimi.com.br
+55 (11) 4752-9900

GPB
GIMI POGLIANO BLINDOSBARRA
BARRAMENTOS BLINDADOS
www.gimipogliano.com.br
+55 (11) 4752-9900

Gimi SERVICE
www.gimiservice.com.br
+55 (11) 4752-9900

Por Normando Virgillio Borges Alves*



# Deixo ou tiro o SPDA ??

Esta situação já aconteceu comigo diversas vezes e também com outros profissionais que me ligam com frequência para pedir a minha opinião sobre o assunto, assim, decidi escrever este artigo.

Este é um caso atípico, pois a grande maioria das instalações que vistorio não atende a nenhuma das normas anteriores e também não existe nenhum tipo de documentação, o que já configura motivo para fazer um novo projeto.

Vamos imaginar uma situação. Você está fazendo uma inspeção de um SPDA existente com projeto e constata que ele não está de acordo com a norma vigente. Você observou que o projeto existente foi dimensionado naquela época para o nível II de proteção, pois isso está explicito na documentação. Por segurança e para se respaldar você decide fazer o gerenciamento de risco da norma vigente e chega à conclusão de que pelo cálculo a edificação não precisa de PDA.

Aqui são levantadas algumas questões interessantes, quais seriam a opções?

1- Sugere manter a instalação como está?
2- Sugere adequar a instalação existente à nova norma?
3- Sugere retirar a instalação existente?

Todas as opções têm ônus e bônus.

Para a opção 1, você teria que, em primeiro lugar, ter certeza em qual norma a instalação foi projetada e checar essa instalação à luz dessa norma. Se realmente atender às suas prescrições, então, você pode emitir um documento justificando que a instalação atende a essa norma e não à norma vigente.

Para a opção 2, partindo do princípio de que a instalação atende à norma anterior, você pode sugerir que a instalação atual seja adequada à norma vigente. Se realmente estava atendendo à norma daquela época, então, acredito que para a maioria dos casos sejam pequenas intervenções, como por exemplo aumentar 1 ou 2 descidas, fazer algum fechamento das malhas de captação ou aplicar melhor a parte 4, se necessário. Em alguns casos apenas anexar o gerenciamento de risco é suficiente para atender à norma atual.

Para a opção 3, presumindo que você já tem o gerenciamento de risco e sabe que a PDA não é necessária, retirar o SPDA existente pode ser uma opção cabível.

Como falei anteriormente, retirar a instalação existente é uma opção, cabe justificar tecnicamente o motivo dessa retirada com a apresentação do gerenciamento de risco para que fique claro o motivo da ausência do SPDA.

Vale a pena fazer uma avaliação financeira para analisar se fica mais caro adequar a instalação existente à norma nova e mantê-la ou se fica mais barato mandar retirar. Obviamente que nós, que somos da área de proteção, sugerimos sempre que a instalação seja adequada à norma vigente, uma vez que a instalação já existia e poderá causar estranheza em leigos que já frequentavam a edificação. Além do mais, a estatística não é uma ciência exata, apesar de ser o ponto de partida para a maioria dos casos na engenharia em geral.

Sugerir a continuidade da instalação existente, mesmo não atendendo à norma vigente, é possível, porém, você teria que se responsabilizar por isso, pois o cliente vai querer um relatório de conformidade. Aí pergunto o seguinte: conformidade com o quê? Com uma norma que não existe mais ou conformidade com a norma vigente?

Uma coisa é você falar que a instalação atende à norma anterior, outra coisa é você assumir que a instalação está segura. Segura quanto? Qual seria a referência? A versão velha ou a nova da norma?

Bom, não vou entrar no mérito se pode ou não deixar uma instalação antiga de acordo com uma norma anterior ou não, cada empresa vai adotar a posição que achar mais conveniente, não existe certo nem errado, nem no código civil nem na norma. Esse assunto já foi abordado em outra publicação minha anterior e não carece gastarmos mais tempo com isso.

Vou fazer aqui um comentário que pode chocar alguns colegas dessa área.

Não cabe a nós da área técnica da engenharia de aplicação exigir se uma instalação deve ser adequada à norma vigente, retirada ou manter do modo que se encontra. Nós, engenheiros de aplicação, temos a obrigação ética e moral de explicar ao cliente a situação atual das suas instalações e quais os caminhos a serem traçados para a instalação existente. Nós não temos o poder legal de obrigar ninguém a manter, retirar ou adequar à norma vigente. Essa atribuição é do poder publico e de poucos órgãos da iniciativa privada, tais como: prefeituras, corpo de bombeiros, ministério público, ministério do trabalho, exército, certificadoras, seguradoras, etc.

Do mesmo modo que se você tiver alguma enfermidade, a decisão de fazer os exames, testes e a cirurgia (se for o caso), a decisão é sua, não é do médico.

Poucos anos atrás, após fazer a inspeção de um prédio de um cliente, este reclamou comigo que a sua instalação atendia à ultima versão da norma, então, ele não queria gastar dinheiro com a instalação adequando a nova norma, e me pediu que eu emitisse um relatório de conformidade, garantindo que a instalação estaria segura. E eu perguntei a ele quem estava exigindo esse relatório. Ele respondeu que era o corpo de bombeiros para revalidação do AVCB. Eu sugeri que ele levasse essa questão para esse órgão para ver se eles iriam aceitar um relatório baseado em uma norma anterior e o corpo de bombeiros respondeu que teria que ser na norma vigente. Acabou a conversa.

É importante sempre lembrar deste texto que está na introdução da norma atual:

> Quando um SPDA for instalado ou adequado em uma estrutura ou edificação existente, devem ser seguidas as prescrições contidas nesta Norma em todas as suas etapas, do projeto à emissão da documentação final.

Para mim esta diretriz da norma é mais que suficiente para determinar a qualidade dos meus serviços de engenharia e até onde posso ou não ir, além de determinar as minhas posições técnicas e a minha conduta ética, civil e criminal.

Já ouvi de alguns clientes que não vão mais contratar meus serviços porque sou muito rigoroso com a aplicação das normas. Acontece que muitas vezes o interesse do cliente não é a segurança, mas sim a questão financeira. Eu considero isso um elogio, pois quando o cliente precisar de proteção séria sabe onde encontrar.

Costumo dizer para meus clientes que na sociedade cada um de nós tem um papel. O nosso papel é apresentar as melhores propostas técnicas com a melhor relação custo-beneficio e o papel do cliente é correr atrás do dinheiro para viabilizar a sua implantação. Se todos fizerem o seu papel, tudo acaba dando certo.

Gostaria de deixar claro que esses são meus posicionamentos e como deixei claro desde o inicio, cada profissional ou cada empresa tem que tomar sua própria decisão sobre qual caminho vai adotar em função do risco que quer ou que pode assumir.

**Normando Virgillio Borges Alves é diretor de engenharia da Termotécnica Para-raios.*

Por Adriana Venceslau Calil e Wilerson Venceslau Calil*

# Mitigação dos distúrbios no sistema elétrico causados por correntes geomagnéticas induzidas em transformadores de potência

## Parte 1

## Introdução

Transformadores de potência são equipamentos de maior custo, tempo de substituição e dificuldade de transporte em uma subestação. Por este motivo, durante o processo de especificação deste tipo de máquina é importante que todos os parâmetros estejam extremamente bem definidos e detalhados para evitar perda de vida de útil, aquecimento e desligamentos não programados. Investimento neste tipo de equipamento requer um estudo técnico e financeiro bem apurado para que seja encontrado o ponto ótimo, afinal trata-se de um bem de capital de alto valor agregado.

Nestes equipamentos, durante a operação em regime permanente ou transitório, solicitações elétricas, magnéticas, térmicas e mecânicas são estabelecidas com efeitos combinados e cumulativos nos seus componentes e materiais. Assim, técnicas modernas e avançadas de projetos de engenharia, incluindo aplicação extensiva de modelagem bidimensional 2D ou tri-dimensional 3D e simulação numérica são relevantes para a garantia do alto desempenho e maior confiabilidade operacional desses equipamentos [1].

Este artigo irá apresentar um fenômeno conhecido como GIC (Geomagnetic Induced Current), correntes induzidas geomagneticamente, que ocorrem devido às tempestades solares e devem ser previstas durante a fase de especificação a fim de evitar problemas futuros, como por exemplo falha e interrupção de fornecimento de energia elétrica.

Efeitos adversos que ocorrem em transformadores devido ao GIC são: correntes de magnetização muito assimétricas, aumento das perdas e aparecimento de pontos quentes no núcleo, nos enrolamentos e nas partes estruturais metálicas. Além disso, o aumento da demanda de energia reativa o mau funcionamento dos relés de proteção e ameaça a estabilidade da rede de energia. Danos em grandes transformadores de potência e blackouts em redes foram relatados devido a esse fenômeno. Assim, estudos sobre esse assunto chamaram a atenção de pesquisadores nas últimas décadas.

## Estado da arte e motivação

Estudos de correntes magnéticas em transformadores de potência e sistemas elétricos têm sido feitos há decadas em várias partes do mundo [2], [3]. FinGrid fez um experimento back-to-back em dois transformadores de 400 kV na rede elétrica. Em uma das unidades

foram instalados vários sensores internos de temperatura [4] para verificar os pontos críticos de aquecimento durante o GIC. Algumas experiências em laboratórios de testes de fabricantes com corrente contínua no neutro já foram relatadas, porém, a limitação principal é a fonte alimentação que deve suportar altas quantidades de harmônicas e que precisa fornecer muita potência reativa, o que distorce a tensão.

O teste de rotina com CC não é viável, no entanto, algumas simulações numéricas encontradas na literatura fornecem informações suficientes, porém deverão ser verificadas por alguns experimentos práticos bem documentados.

Em 2012, nos EUA, a Federal Energy Regulatory Commission (FERC) emitiu uma decisão final ao Conselho Norte-Americano de Confiabilidade Elétrica (NERC) para desenvolver padrões de confiabilidade que abordem o impacto dos distúrbios geomagnéticos para garantir a operação confiável e contínua do sistema de alimentação em massa do país. Esses padrões exigirão que os proprietários e operadores de transformadores realizem avaliações iniciais e contínuas dos efeitos potenciais nos equipamentos, especialmente, em transformadores de ultra-alta tensão. Este mesmo Conselho solicita que os transformadores com enrolamento conectados em estrela e superior a 200 kV sejam dimensionados e avaliados para a suscetibilidade de correntes geomagneticamente induzidas. Este artigo irá apresentar simulações de indução em núcleos de transformadores que causam distorções não esperadas na corrente de magnetização e que poderão causar interrupções e redução da qualidade de energia para a rede. Além disso, será relatado um caso típico de um transformador monofásico submetido a duas condições diferentes.

## Fenômeno

Grandes tempestades solares, chamadas de ejeções de massa coronal (CME), causam significativas alterações no campo magnético terrestre. A Figura 1 apresenta os dados obtidos pelo site da NASA para o número de atividades solares desde 1610 até 2010. A partir desses dados, observa-se que as tempestades CME têm duração de 11 em 11 anos, mas podem ocorrer variações, sendo o mínimo de tempo registrado 8 anos e o máximo 14 anos.

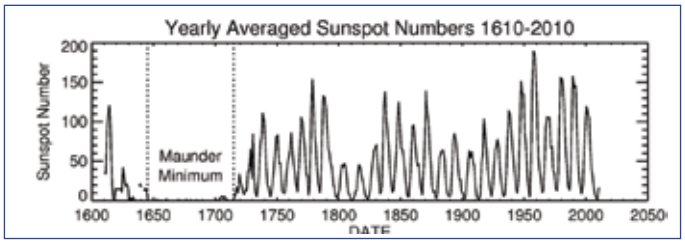



***Figura 1 – Número de atividades solares durante os anos de 1610 até 2010 [5].***

O distúrbio geomagnético, conhecido como GMD, tem maior incidência nos polos do planeta. Na Figura 2, é possível observar a ilustração de uma tempestade solar e sua massa sendo expelida. A Magnetosfera e a Ionosfera interagem com essa massa solar. Devido a essa interação, o campo magnético da terra é afetado.

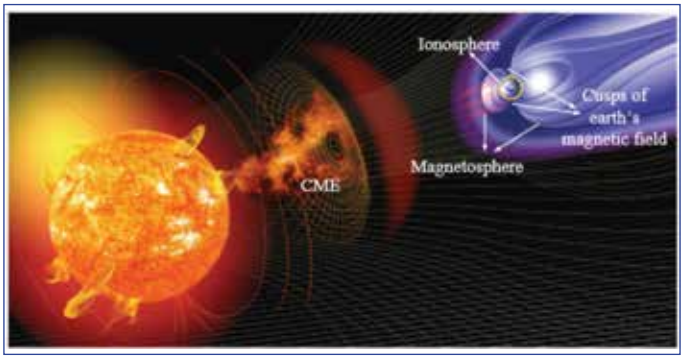



***Figura 2 – Ilustração de ejeção de massa coronal (CME) da superfície solar e interação com a magnetosfera-ionosfera terrestre [6].***

Correntes induzidas geomagneticamente causam correntes contínuas, ou quase estáticas, indesejadas aos sistemas de potência, saturando o núcleo de transformadores. Esse fenômeno resulta uma tensão induzida que gera uma corrente contínua de baixa intensidade que passa pelo neutro do transformador. Além da proximidade com os polos do planeta, outros fatores que influenciam na magnitude do efeito de GIC em circuitos de transmissão são a magnitude e orientação do GMD, a proximidade com grandes corpos de água, a resistência do solo e a direção, altura, tensão e comprimento das linhas de transmissão. Atualmente, visando redução de perdas, as linhas de transmissão estão cada vez maiores, mais longas e com tensões elevadas, ocasionando assim, maior ocorrência de GIC.

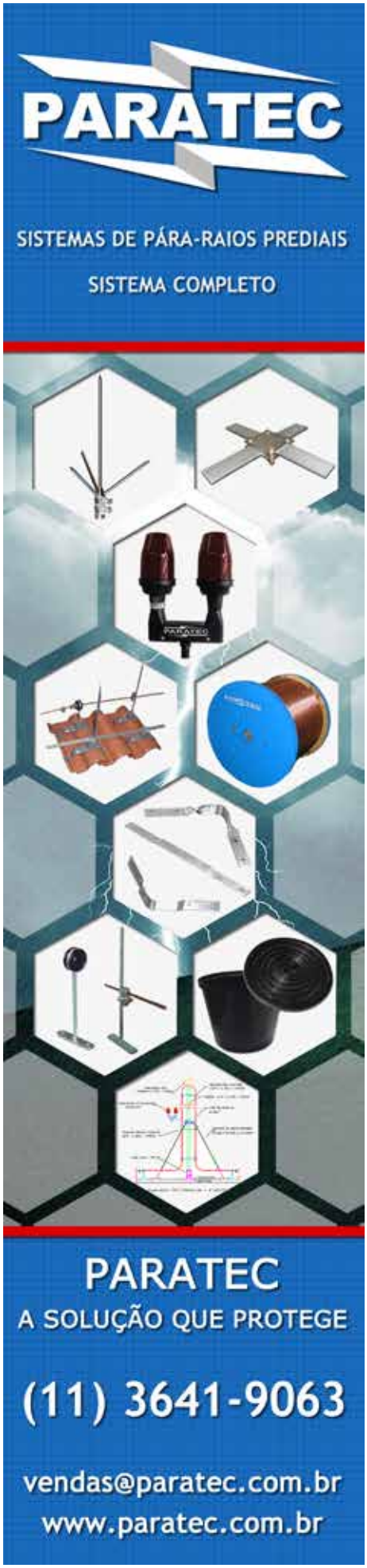
Confirmou-se o conceito de que o fenômeno tem escala global. Comparações com dados da Finlândia mostraram que as correntes medidas no Brasil em uma subestação de Furnas foi de aproximadamente 15A, sendo 5A/fase, cerca de 10 vezes menos intensas que as observadas em latitudes Aurorais. O grupo de pesquisa Furnas/INPE conseguiu realizar a primeira medição de GIC na América do Sul [7].

A operação segura e livre de falhas, visando a confiabilidade dos sistemas elétricos, demanda que os equipamentos a ele conectados estejam devidamente dimensionados para suportar as diversas condições de operação por toda a vida útil.

**Wilerson Calil é engenheiro eletricista e, atualmente, é expert engineer da Hitachi Abb Power Grids.*

*Adriana Venceslau Calil é Project Manager Internship da Schneider Electric.*

**Este artigo continua na próxima edição.**



**Jobson Modena é engenheiro eletricista, membro do Comitê Brasileiro de Eletricidade (Cobei), CB-3 da ABNT, onde participa atualmente como coordenador da comissão revisora da norma de proteção contra descargas atmosféricas (ABNT NBR 5419). É diretor da Guismo Engenharia | www.guismo.com.br**

# O básico da proteção em aerogeradores

O contínuo desenvolvimento de modernos aerogeradores desenvolvendo equipamentos cuja altura ultrapassa os 100 m aumenta consideravelmente o risco de impacto direto de uma descarga atmosférica.

Esse sistema de geração de energia está sendo cada vez mais usado e, em áreas com alta atividade de tempestades, o aumento da sua exposição às descargas atmosféricas é consequente.

Um dos efeitos mais contundentes causado pelo impacto direto das descargas atmosféricas, o fogo, é também o que traz maior dificuldade de extinção por meio do combate a incêndio convencional intrínseco ao equipamento.

Para melhorar as condições de segurança, normas internacionais padronizam essa proteção. A IEC 61400-24 – Wind Turbines – Lightning protection demanda a implantação de nível I de proteção no estudo da PDA e, portanto, os aerogeradores devem ser protegidos para correntes de raios de até 200 kA.

O Sistema externo de proteção contra descargas atmosféricas para aerogeradores deve consistir em subsistema de captação, de descida e de aterramento, principalmente visando proteger o aerogerador contra possível destruição mecânica e incêndio.

Como as descargas atmosféricas atingem tipicamente as pás do rotor dos aerogeradores, os condutores de captação são integrados nas pás do rotor para fornecer pontos de impacto bem definidos.

Para descarregar as correntes de impulsivas no solo de maneira controlada, os receptores nas pás do rotor são conectados ao cubo através de um cabo de conexão de metal, tipicamente ligas de estanho, zinco ou mais comumente o cobre. Escovas de fibra de carbono ou centelhadores a ar podem fazer a conexão aos rolamentos de esferas da nacelle para evitar a soldagem entre componentes móveis e partes estruturais fixas. Para proteger estruturas sobre a nacelle, por exemplo os anemômetros, do possível impacto direto de uma descarga atmosférica, hastes captoras devem ser instaladas.

Condutores do mesmo material que aqueles usados na captação compõem o subsistema de descida. Se a torre for metálica é recomendada a utilização dela para esse fim.

O aerogerador é aterrado por meio de sua base estrutural e outros meios complementares que um adequado estudo identificando as condições de resistividade do solo exigir. Deve ser estudada a conveniência técnica da interligação entre o eletrodo de aterramento do edifício de operações, que deve ser conforme a ABNT NBR 5419, e o eletrodo dos aerogeradores.

A adoção de medidas de proteção contra surtos é recomendada e deve ser adotada como descrito na parte 4 da ABNT NBR 5419.

**Nunziante Graziano é engenheiro eletricista, mestre em energia, redes e equipamentos pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP); Doutor em Business Administration pela Florida Christian University; membro da ABNT/CB-003/CE 003 121 002 – Conjuntos de Manobra e Comando de Baixa Tensão e diretor da Gimi Pogliano Blindosbarra Barramentos Blindados e da GIMI Quadros Elétricos | nunziante@gimi.com.br**

# Previsibilidade e manutenção: é possível?

Como prometi na última edição, retorno hoje para abordar a capacidade de prever o futuro de uma instalação com base na análise de dados que as tecnologias conhecidas como "Indústria 4.0" nos trazem.

É possível coletar dados disponíveis em sensores das mais diversas disciplinas e de disjuntores da quarta geração para programar as intervenções. Mas, como?

Conforme já falamos, a periodicidade dos ciclos de manutenção preventiva pode ser maior ou menor tanto quanto forem a complexidade e a criticidade da instalação, seja pela quantidade e diversidade dos equipamentos, seja pela importância das atividades desenvolvidas no local e a severidade das influências externas a que está sujeita. Mas, é necessário então compreender que os equipamentos, em especial os quadros elétricos e seus componentes, têm um ciclo de vida útil que depende de diversos fatores, tais como: agressividade do ambiente onde está instalado; eventos ao longo do ciclo de vida útil (sobretemperaturas, umidade, poluição, poeira, etc.); magnitude dos eventos elétricos ocorridos ao longo do ciclo de vida útil (sobrecargas, curtos-circuitos, quantidade de manobras, etc.); e a qualidade dos materiais.

Quando falamos do ciclo de vida de um componente e, consequentemente de um sistema, temos dois conceitos oriundos da confiabilidade que servem de base para análise: MTBF (mean time between failures ou tempo médio entre falhas) e MTTR (mean time to repair ou tempo médio para reparo), que são dois indicadores relacionados à disponibilidade de uma aplicação. Para que tenhamos esses dados e, com isso, base para estabelecer a periodicidade da manutenção, precisamos de DADOS! E, como todos sabemos, coletar dados demanda pesquisa, mão de obra para compilação e registro de dados, análise e conclusão. Mas, os componentes chamados de "Indústria 4.0", trazem, em seu portfolio de soluções, exatamente essa facilidade. Por exemplo, os disjuntores mais modernos estão sendo pensados e produzidos para registrar todos os eventos que por ele passem, como número de manobras, energia por ele interrompida (comando de todas a interrupções que ele execute), etc. Com esses dados, o próprio disjuntor consegue informar ao sistema de gestão destes ativos que, conforme o tempo passou e ao longo deste tempo em que a instalação funcionou, foi traçada uma curva característica de funcionamento, além de perfil da carga e outras informações. E com base nesses dados, quando o disjuntor chega a 80% de sua vida útil, ele informa: "Bom, com base no meu histórico, em três meses precisarei ser substituído. Favor programar a compra de um sobressalente e a minha substituição". Não é fantástico?

Da mesma forma, sensores de temperatura e de umidade, das mais diversas formas, podem também registrar os ciclos de carga, sazonalidade e temperaturas máximas, mínimas e amplitudes de variação térmica ao longo dos dias e semanas, de modo que conheçamos bem o regime de funcionamento. No caso de um contato ter problemas de aperto, a temperatura deste ponto sairá deste perfil conhecido de temperaturas registradas conforme explicado acima e o sistema supervisório emitirá um alarme: "Ponto de conexão do barramento geral do QGBT-2 está com ciclo de temperatura fora do padrão. Programar preventiva de reaperto ou substituição do conjunto de fixação / parafusos". Espetacular!

Bom, a ideia aqui é expor um pouco do conceito "Indústria 4.0" aplicado às instalações elétricas de potência. Espero ter convencido o leitor de que é possível e acessível a qualquer instalação, por mais simples que seja, com as ferramentas atuais, manter uma instalação sob controle. Não custa mais caro não!

Boa leitura!

**Daniel Bento é engenheiro eletricista com MBA em Finanças e certificação internacional em gerenciamento de projetos (PMP®). É membro do Cigré, onde representa o Brasil em dois grupos de trabalho sobre cabos isolados. Atua há mais de 25 anos com redes isoladas, tendo sido o responsável técnico por toda a rede de distribuição subterrânea da cidade de São Paulo. É diretor executivo da Baur do Brasil | www.baurdobrasil.com.br**

# O solo e as redes subterrâneas

Todos nós aprendemos no ensino fundamental que o solo é formado pela decomposição de rochas provocada pela temperatura, vento e chuva, bem como decorrente da ação de plantas e seres vivos como bactérias e fungos. Mas o que esse tema se relaciona com este artigo?

Tratamos aqui de redes elétricas subterrâneas, portanto, o solo faz parte deste contexto. Ao enterrarmos uma rede elétrica, o seu desempenho está muito relacionado com as características do solo e nesta edição debateremos um pouco sobre a sua influência no comportamento da rede.

A construção de uma rede elétrica de forma subterrânea possui algumas alternativas de técnicas para instalação. Uma das formas mais comuns é a instalação dos cabos elétricos enterrados diretamente no solo.

Nestas condições, alguns pontos requerem muita atenção para desenvolver um projeto adequado. Nesta coluna, destacaremos dois aspectos relacionados às características do solo, sendo eles, a sua temperatura e resistividade térmica.

É fundamental conhecer essas características exatas do local de instalação, principalmente no Brasil onde temos grande diversidade de solos, como no caso dos cabos elétricos da rede coletora de parques eólicos enterrados nas areias do nordeste, ou no caso dos cabos instalados na distribuição de energia de Brasília, que por sua vez possuem condições muito diferentes das redes elétricas internas de grandes indústrias localizadas no sul do País.

No caso da temperatura, é muito importante realizar medições para conhecê-la, considerando a variação de temperatura ao longo do dia e também durante o ano. As temperaturas mais elevadas identificadas devem ser consideradas para que a rede suporte as condições mais severas de operação.

Outro fator importante para essa medição refere-se à profundidade de instalação dos cabos elétricos. Quanto mais próximo da superfície, a rede está mais exposta às influências da temperatura externa e incidência solar. Conforme a profundidade aumenta, a temperatura tende a apresentar valores estáveis.

A resistividade é o outro fator fundamental para o dimensionamento da rede elétrica e este parâmetro pode apresentar grande variação de valores, por esse motivo, é importante utilizar dados reais do local da instalação, por meio da medição da resistividade térmica do solo.

A medição deve ser realizada na profundidade em que a rede será instalada, podendo também serem realizadas adicionalmente medidas acima e abaixo dessa profundidade, para serem utilizadas como parâmetros adicionais do projeto. O guia IEEE 442 – 2017 (Guide for Thermal Resistivity Measurements of Soils and Backfill Materials) é uma ótima referência para realizar essas medições.

Caso os valores de resistividade térmica estejam elevados, ou, mesmo que não estejam tão altos, mas que haja interesse em reduzi-los, é possível utilizar um material diferente do solo local para preencher as valas onde os cabos são instalados, essa técnica é chamada de backfill.

Deve-se realizar uma avaliação detalhada das características desse material, não apenas para que ele tenha uma baixa resistividade térmica, mas também que seja estável, para não apresentar grandes variações ao longo de sua vida e também em diferentes épocas do ano.

Atenção especial deve ser atribuída para a granulometria desse material, para que não existam grandes grãos. Essa preocupação não é apenas devido aos cuidados com a proteção mecânica da superfície do cabo, mas também pela própria dissipação térmica. Grandes grãos significam que haverá mais espaço vazio com ar no solo, o que prejudica a dissipação térmica.

Toda essa preocupação com a resistividade do solo deve-se ao fato de que esse parâmetro apresenta grande sensibilidade no dimensionamento dos cabos, por isso a necessidade da adoção de muitos cuidados com o material utilizado nas valas onde os cabos estão diretamente enterrados.

Adotar valores médios e padronizados, sem considerar as particularidades do solo em que os cabos serão enterrados, representa meio caminho para problemas futuros durante a operação da rede. Portanto, assim como estudamos as características do solo no ensino fundamental, na hora de projetar uma rede com cabos diretamente enterrados, também devemos ter a mesma preocupação e estudar bem as condições do local para evitar problemas durante a operação.

**Luciano Haas Rosito é engenheiro eletricista, diretor comercial da Tecnowatt e coordenador da Comissão de Estudos CE: 03:034:03 – Luminárias e acessórios da ABNT/Cobei. É professor das disciplinas de Iluminação de exteriores e Projeto de iluminação de exteriores do IPOG, e palestrante em seminários e eventos na área de iluminação e eficiência energética. | lrosito@tecnowatt.com.br**

# Iluminação e sistemas de telegestão

Seguindo a série de artigos, neste mês trataremos da evolução dos sistemas de telegestão aplicados em iluminação pública no Brasil, dos desafios em sua utilização e das perspectivas para os próximos anos. A reflexão inicial proposta desta vez é: de que maneira podemos ter um sistema de telegestão auto sustentável, que "se pague" com os benefícios que o uso desta tecnologia proporciona ao longo do seu tempo de vida útil? Se em uma PPP (parceria público privada) a telegestão não fosse obrigatória, mas fosse permitido seu uso para melhoria dos índices da concessão e geração de receitas adicionais, bem como para obter resultados além de economia de energia, este sistema seria economicamente viável e a concessionária decidiria pela sua utilização fazendo este investimento?

O desejo de toda a cidade é ter todo o sistema de iluminação pública tele comandado e que os pontos de luz sejam a porta de entrada para uma cidade inteligente em que internet das coisas deixe de ser um termo do momento para se converter em aplicações práticas que beneficiem o cidadão. De que maneira os sistemas realmente podem coletar dados, fazer análises, comparações, dispositivos se comunicarem com outros dispositivos e auxiliarem na tomada de decisão, na gestão dos sistemas e na integração com outros serviços de uma cidade?

Os limites da tecnologia se expandem a cada inovação e trazem o desafio de que sejam popularizados e virem algo de uso comum e corriqueiro. Para isto a tecnologia deve ser traduzida em aplicações simples e de fácil entendimento e não o que ocorre atualmente onde parece que vivemos em um grande emaranhado de siglas e termos que em nada facilitam o entendimento e seu uso. Os sistemas devem "falar entre si" possibilitando sua integração e operação com protocolos ou linguagens de uso comum como base de desenvolvimento das aplicações. Não existe atualmente uma padronização a ser seguida nem uma diretriz sobre integração dos sistemas. A possibilidade de customizações também deve ser considerada em qualquer especificação, pois as necessidades da cidade A não são as mesmas da cidade B.

A equação financeira e os modelos de negócio para aplicação de telegestão ainda estão bastante incipientes comparados com a possibilidade do uso de tecnologias, assim como as indefinições de interoperabilidade entre os sistemas e os protocolos de comunicação ainda causam inúmeras dúvidas no usuário final ou mesmo em quem presta o serviço de gestão da iluminação e deve escolher pelo uso de um sistema ou tecnologia. O risco de obsolescência e falta de continuidade de produtos e sistemas a médio prazo deve ser considerado.

Diante deste cenário, precisamos de iniciativas que tragam bons exemplos na aplicação desta tecnologia nas cidades e gerem segurança na aplicação dos recursos. A recente publicação da Aneel sobre a operacionalização do art. 26 da resolução 414 dá o primeiro passo em uma questão até então controversa do uso destes sistemas para fins de faturamento de energia elétrica para IP e ajuda a garantir os resultados em termos de economia de energia e redução de custos para que faz uso deste tipo de sistema. Se tivéssemos recursos do PEE ou do Procel Reluz, específicos para este tipo de tecnologia, que propiciassem além de uma maior economia de energia e a substituição do convencional para o LED, a oportunidade de transformar a gestão do sistema reduzindo custos de operação e manutenção, poderíamos ter um histórico e acompanhamento dos resultados ao longo do tempo. Um primeiro passo foi a realização de projetos piloto em iniciativas de aplicação de recursos de eficiência energética.

Precisamos entender cada vez mais como utilizar estas tecnologias e garantir retorno nos investimentos públicos e ampliar o uso das tecnologias tendo uma política clara para o desenvolvimento de cidades inteligentes no país. Soluções que sejam interoperáveis e intercambiáveis devem deixar de ser um desejo e se tornar realidade para o desenvolvimento de uma plataforma para cidades inteligentes.

**José Starosta é diretor da Ação Engenharia e Instalações e membro da diretoria do Deinfra-Fiesp e da SBQEE.**
**jstarosta@acaoenge.com.br**

# Conceitos da eletrotécnica básica aplicados em qualidade de energia

Para o entendimento e equacionamento de ocorrências de eventos de qualidade de energia é importante a revisão e recapitulação de alguns conceitos da eletrotécnica básica que muito auxiliam nestas interpretações. Apresentamos na sequência uma revisão suscinta de alguns destes conceitos.

## Grandezas em corrente alternada

A alimentação da maioria das cargas elétricas clássicas das instalações elétricas indústrias, de grandes complexos comerciais, hospitais, data centers e mesmo em nossas residências como os motores de todos os tipos, sistemas de iluminação, eletromédicos, sistemas de informática e outras, é efetuada em tensão alternada. As normas disponíveis estabelecem os limites de alimentação aos consumidores e às próprias cargas. Mesmo que estas cargas possuam sistemas incorporados que operem ou que controlem as mesmas em tensão e corrente contínua como os Leds de sistemas de iluminação ou as fontes chaveadas dos computadores ou as fontes de telecomunicações, sistemas UPS, e outros, o tema Qualidade de Energia está relacionado à alimentação destes, portanto, a tensão alternada da entrada das instalações e dos equipamentos.

Portanto, estamos nos referindo a um sinal senoidal gerado por fontes convencionais de energia em tensão alternada como os geradores/alternadores associados, por exemplo, às turbinas em usinas hidrelétricas, em motores e turbinas acionados por combustível fóssil ou biomassa, e mesmo às fontes renováveis que se utilizam de inversores eletrônicos como fonte para a alimentação das cargas e que também devem atender às premissas e limites estabelecidos para este fornecimento em tensão alternada.

## Sinal senoidal

Um sinal de tensão (v) e corrente (i) senoidais são então definidos pelas expressões gerais (1) e (2):

$$v = V_m.\cos(\omega t) \qquad (1)$$
$$i = I_m.\cos(\omega t+\varphi) \qquad (2)$$

Em que:

• $V_m$ e $I_m$ são os valores máximos (pico) dos sinais senoidais de tensão e corrente.

• $\omega$ é a frequência angular equivalente a $2.\pi.f$ ; sendo f a frequência do sinal de tensão da rede de alimentação e da corrente da carga. No Brasil, f = 60Hz ou 60 ciclos por segundo. Esta frequência é tratada como a "frequência fundamental".

• O angulo $\varphi$ representa a defasagem dos ângulos de tensão e corrente em relação a uma mesma referência ou simplesmente a diferença dos fasores de tensão e corrente relativos a uma mesma fase.

A Figura 1 apresenta os sinais de tensão e corrente gravados em um barramento e um circuito alimentador de carga hospitalar. Note-se que o sinal de tensão apresenta leve e até imperceptível deformação da forma de onda, enquanto a deformação da forma de onda de corrente tem clara percepção. Esta deformação da forma de onda é chamada de deformação harmônica e será tratada com mais detalhes mais a frente.

O ângulo $\varphi$ é apresentado de forma aproximada também na Figura 1 e representa a defasagem entre os sinais de corrente. Na representação vetorial no regime jw é o ângulo de defasagem entre tensão e corrente de uma mesma fase, ou simplesmente é "ângulo de defasamento da carga". O cosseno deste ângulo $\cos\phi$ é o fator de potência da carga na frequência fundamental.

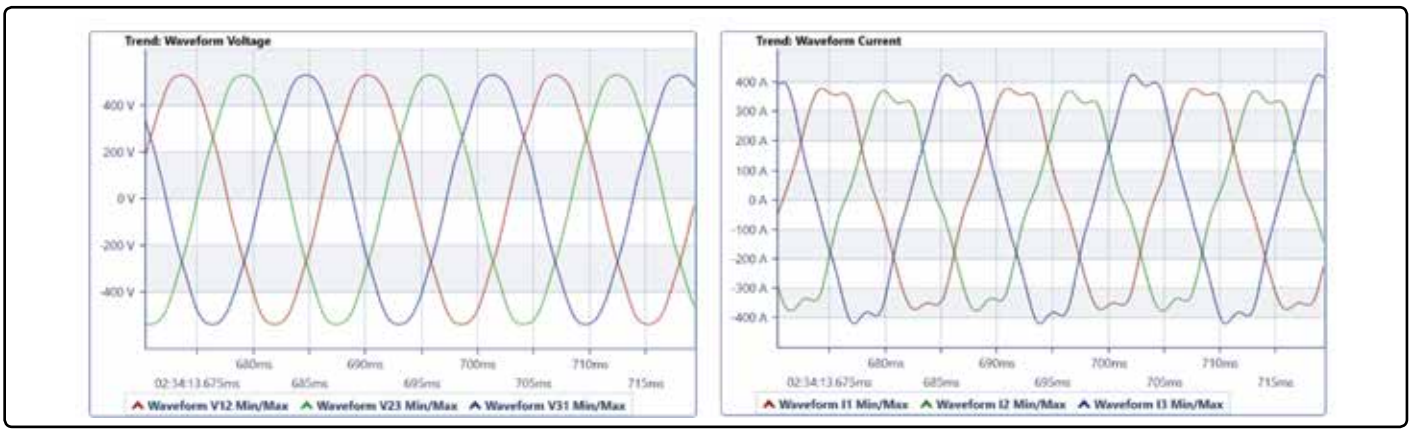



***Figura 1 – Representação das formas de onda de sinais de tensão e corrente e ângulo de defasamento.***

## Tensão e corrente eficaz

As tensões e correntes eficazes são aplicadas no regime "jω" (ou no domínio da frequência) que considera a integração dos sinais senoidais acima expostos.

Como informação, o valor eficaz ou rms de uma tensão elétrica corresponde ao valor que deveria ter uma tensão contínua para produzir em uma determinada resistência a mesma taxa de dissipação de energia (potência) que produz a tensão alternada. O valor eficaz ou rms é definido então por:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi}[V_m \sin(\omega t)]^2 d(\omega t)} \quad (3)$$

Da expressão (3) pode-se deduzir que a tensão eficaz tem a seguinte relação com a tensão máxima ou de pico do sinal senoidal:

$$V_m = V_{rms}\sqrt{2} \quad (4)$$

No Brasil, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) estabelece diversos valores de tensão eficaz e estão disponíveis em diversos documentos de referência da agência, incluindo o modulo 8 do Prodist, que é o documento que regulamenta a qualidade da energia que as distribuidoras devem fornecer aos consumidores. Alguns dos sistemas de tensão eficazes de fornecimento, ou simplesmente tensões de fornecimento mais aplicados no Brasil, são por exemplo: 220/127 V; 380/220 V; 240/120 V; 208/120V, sendo todos sistemas em 60 Hz.

*Nota: A forma de representação acima considera tensões de "linha / tensão de fase", sendo tensões de linha aquelas entre duas fases e tensões de fase entre cada uma das fases em relação ao neutro. Assim, um sistema de alimentação trifásico (3ϕ) com tensão de alimentação 380/220V terá medições de tensão de linha e de fase como representado na Figura 2 e que apresenta o registro de tensões eficazes referentes ao mesmo local onde foi registrado o sinal de tensão senoidal da Figura 1.*

Na próxima edição continuaremos a tratar deste e outros assuntos.

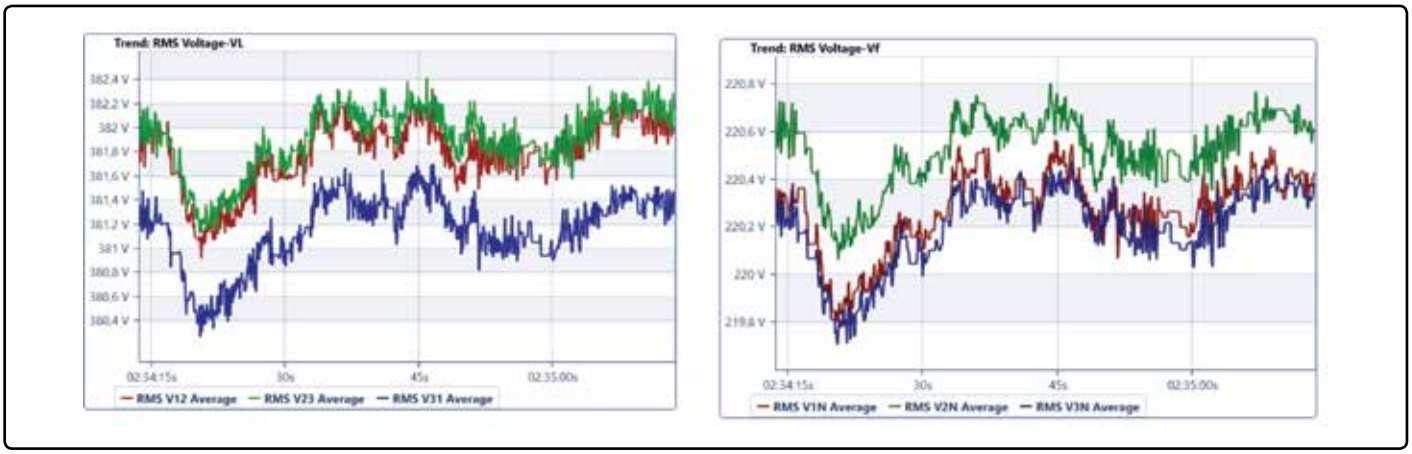



***Figura 2 – Registros de tensões eficazes de linha (VL) (a) e de tensões de fase (Vf) (b) V (rms).***

**Roberval Bulgarelli é engenheiro eletricista. Mestrado em Proteção de Sistemas Elétricos de Potência pela POLI/USP. Consultor sobre equipamentos e instalações em atmosferas explosivas. Representante do Brasil no TC-31 da IEC e no IECEx. Coordenador do Subcomitê SCB 003:031 (Atmosferas explosivas) do Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003/COBEI). Condecorado com o Prêmio Internacional de Reconhecimento IEC 1906 Award. Organizador do Livro "O ciclo total de vida das instalações em atmosferas explosivas".**

# Características de substâncias para classificação de gases e vapores inflamáveis - Publicação da nova Norma ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-01

Foi publicada pela ABNT em 17/07/2020, a nova norma técnica brasileira adotada ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-1 - Atmosferas explosivas – Parte 20-1: Características de substâncias para classificação de gases e vapores – Métodos de ensaios e dados.

Esta parte da série ABNT NBR ISO/IEC 80079 apresenta orientações sobre a classificação de gases e vapores. Esta parte da Série ABNT NBR ISO/IEC 80079 descreve um método de ensaio destinado à medição do interstício máximo experimental seguro (Maximum Experimental Safe Gap – MESG) para misturas de gases ou vapores com o ar sob condições normais de temperatura e pressão (20°C, 101,3 kPa), de forma a permitir a classificação de áreas e a seleção de um grupo de equipamento "Ex" apropriado.

Esta norma descreve também um método de ensaio para a determinação da temperatura de autoignição (Auto-Ignition Temperature - AIT) de misturas vapor-ar ou misturas gás-ar, à pressão atmosférica, de forma a permitir a seleção de uma classe de temperatura de equipamentos apropriada.

Os valores das propriedades químicas dos materiais são apresentados nesta norma técnica brasileira para auxiliar na classificação de áreas e posterior seleção dos equipamentos elétricos ou de mecânicos "Ex" a serem instalados ou utilizados em atmosferas explosivas contendo gases inflamáveis.

Os materiais e as características indicadas nesta Norma foram selecionados com particular referência à utilização de equipamentos "Ex" em atmosferas explosivas. Os dados indicados neste documento foram coletados a partir de diversas referências disponíveis no mercado, as quais são indicadas na Bibliografia.

A ABNT NBR ISO/IEC 80079-20-1 apresenta valores tabulados para mais de 400 substâncias inflamáveis, incluindo informações relacionadas com suas características de classificação, como número de codificação CAS (Chemical Abstract System), nome, fórmula química, densidade relativa ao ar, ponto de fusão, ponto de ebulição, LIE, LSE, temperatura de ignição, MESG, classe de temperatura e grupo do equipamento.

Os usuários dos dados desta Norma ABNT NBR ISO/ IEC 80079-20-1 devem estar cientes de que todos estes dados são resultados de determinações experimentais, sendo desta forma influenciados por variações nos equipamentos laboratoriais, nos procedimentos utilizados e na precisão da instrumentação aplicada, utilizada nos ensaios. Em particular, alguns dos dados foram determinados a temperaturas acima da temperatura ambiente, de forma que o vapor estivesse na faixa de explosividade. É previsto que variações na temperatura para a determinação podem influenciar nos resultados da determinação, por exemplo: os limites inferiores de explosividade (LIE) e máximo interstício experimental seguro (MESG) diminuem com o aumento da temperatura ou pressão; os limites superiores de explosividade (LSI) aumentam com o aumento da temperatura ou pressão. Os dados são sujeitos a revisão e, onde informações mais recentes são requeridas, é recomendada a utilização de um banco de dados atualizado.

Os valores tabulados das propriedades químicas e de engenharia das substâncias são apresentados para auxiliar os profissionais na elaboração da documentação de classificação de áreas e na seleção de equipamentos elétricos e mecânicos "Ex" a serem utilizados em atmosferas explosivas. É esperada a publicação periódica de dados adicionais, na medida em que novos resultados de ensaios realizados em diversos laboratórios de diversos países se tornarem disponíveis.

Esta nova norma cancelou e substituiu as normas ABNT NBR IEC 60079 20-1:2011 e ABNT NBR 16531:2016 (Deflagração de gases, vapores inflamáveis e de poeiras combustíveis - Diretrizes gerais para ensaios dos parâmetros), a qual possuía conteúdo similar, porém com base no documento estrangeiro NFPA 68 (não internacional). Esta nova norma técnica brasileira é uma adoção idêntica à ISO/IEC 80079-20-1:2017 (Ed. 1.0), elaborada pelo Technical Committee Equipment for Explosive Atmospheres

(IEC/TC 31), Subcommittee Non-electrical equipment and protective systems for explosive atmospheres (SC 31M), de acordo com a ISO/IEC Guide 21 1 - Regional or national adoption of International Standards and other International Deliverables - Part 1: Adoption of International Standards.

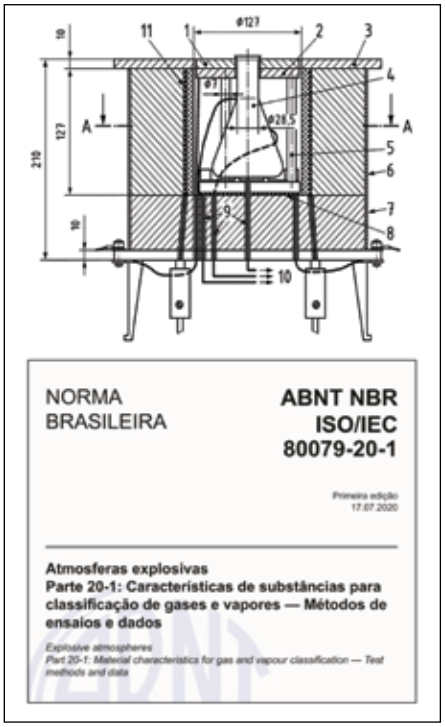
A Comissão de Estudo CE 003:031.001 do Subcomitê SCB 003:031 – Atmosferas explosivas, da ABNT/CB-003 (COBEI), responsável pela elaboração e adoção desta norma, acompanhou, em nome do Brazil National Committee of the IEC todo o processo de elaboração, comentários, atualização, votação, aprovação e publicação da respectiva norma internacional ISO/IEC 80079-20-1.

As normas técnicas brasileiras adotadas das Séries ABNT NBR IEC 60079 (Atmosferas explosivas) e ABNT NBR ISO/IEC 80079 (Equipamentos mecânicos "Ex") elaboradas pelas Comissões de Estudo do Subcomitê SCB 003:031 do Cobei são idênticas, em termos de conteúdo técnico, estrutura e redação, sem desvios técnicos nacionais em relação às respectivas normas internacionais da IEC, de acordo com requisitos especificados na ABNT DIRETIVA 3 – Adoção de documentos técnicos internacionais. Seguindo a tendência e a convergência normativa mundial dos países membros da IEC, incluindo o Brasil, as normas técnicas nacionais que envolvem os processos de avaliação da conformidade de empresas de prestação de serviços Ex", de competências pessoais "Ex" e de equipamentos elétricos e mecânicos "Ex" são normas adotadas idênticas às respectivas normas internacionais da IEC.

Esta política de normalização tem por objetivo harmonizar as normas nacionais com a normalização internacional, de forma a padronizar os procedimentos de projeto, fabricação, ensaios, marcação, avaliação da conformidade, instalação, inspeção, manutenção, reparos, recuperação de equipamentos e competências pessoais "Ex". Ações como estas contribuem para a integração dos fabricantes, laboratórios de ensaios, empresas usuárias, organismos de certificação de produtos e de pessoas e provedores de treinamentos brasileiros com o mercado e a comunidade internacional "Ex", bem como para a elevação dos níveis de segurança, saúde, meio ambiente, avaliação de risco, ensaios, qualidade, desempenho, confiabilidade, procedimentos de execução de serviços e competências pessoais relacionados com as instalações nacionais "Ex".

Mais informações sobre a nova norma adotada estão disponíveis em: https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=446987

Mais informações sobre o estágio atual de evolução das normas técnicas brasileiras das séries ABNT NBR IEC 60079 e ABNT NBR ISO/IEC 80079 podem ser encontradas no site do Subcomitê SCB-003:031 (Atmosferas explosivas) da ABNT/CB-003 (Eletricidade): http://cobei-sc-31-atmosferas-explosivas.blogspot.com/



Ação Engenharia 59
(11) 3883-6050
www.acaoenge.com.br

Alpha 73
(11) 3933-7533
vendas@alpha-ex.com.br
www.alpha-ex.com.br

Alubar 2ª capa
(91) 3322-7257
www.alubar.net.br

Beghim 3ª capa
(11) 2942-4500
beghim@beghim.com.br
www.beghim.com.br

Cinase 11, 13 e 41
(11) 98433-2788
cinase@cinase.com.br
www.cinase.com.br

Clamper 4ª capa e Fascículos
(31) 3689-9500
comunicacao@clamper.com.br
www.clamper.com.br

Condumax / Incesa 7
0800 701 3701
www.condumax.com.br
www.incesa.com.br

D'light 37 e Fascículos
(11) 2229-8489
vendas@dlightsolar.com.br
www.dlightsolar.com.br

Embrastec 15
(16) 3103-2021
embrastec@embrastec.com.br
www.embrastec.com.br

Exponencial 49
(31) 3317-5150
comercial@exponencial.com.br
www.exponencialmg.com.br

Gimi Pogliano 61
(11) 4752-9900
atendimento@gimipogliano.com.br
www.gimipogliano.com.br

Intelli 39
(16) 3820-1500
intelli@intelli.com.br
www.grupointelli.com.br

Itaipu Transformadores 47
(16) 3263-9400
comercial@itaiputransformadores.com.br
www.itaiputransformadores.com.br

Mitsubishi Electric 5
(11) 99294-3062
mitsubishielectric.com.br/ia
b.pereira@mitsubishielectric.com.br

Neocable 21
(11) 4891-1226
www.neocable.com.br

Novemp 25 e Fascículos
(11) 4093-5300
vendas@novemp.com.br
www.novemp.com.br

Paratec 66
(11) 3641-9063
vendas@paratec.com.br
www.paratec.com.br

RDI Bender 53
(11) 3602-6260
contato@rdibender.com.br
www.rdibender.com.br/

Rockwell Automation 9
rockwellautomation.com/pt-br.html
(11) 5189-9500

Romagnole 31
(44) 3233-8500
www.romagnole.com.br

SEL 23
(19) 3515-2000
www.selinc.com/pt/

S&C Electric Company 45
(41) 3382-6481
www.sandc.com/pt/

Techno do Brasil 27
(41) 98717 7000
mario.adinolfi@sales.techno.it
www.technodobrasil.com.br

Trael 43
(65) 3611-6500
comercial@trael.com.br
www.trael.com.br

WEG 29
(47) 3276-4365
www.weg.net
info-br@weg.net

BEGHIM

maxtil®
metal works advanced solutions

# UNIÃO DE SUCESSO

O **GRUPO SACS CONSULT** valoriza o mercado nacional e adquiri as multinacionais **BEGHIM & MAXTIL** .

Uma nova fase se inicia com a implantação de novas tecnologias, otimização na fabricação de equipamentos e uma gestão eficiente, são as formulas de sucesso para atender a demanda nacional com tecnologia certificada de alto desempenho. **Fale conosco e vamos juntos otimizar os futuros padrões do mercado nacional.**

**GRUPO SACS**
SACSCONSULT.COM.BR

BEGHIM
BEGHIM.COM.BR

maxtil
MAXTIL.COM.BR

BEGHIM
Fone: (11) 2942-4500
beghim@beghim.com.br

GRUPO SACS
Fone: (11) 5082-2505
sacs@sacsconsult.com.br

maxtil
Fone: (81) 3339-6653
(11) 2631-9090
vendas@maxtil.com.br

# CLAMPER
## Solar

**INVISTA NA PROTEÇÃO DO SEU SISTEMA FOTOVOLTAICO COM A LINHA SOLAR DA CLAMPER**

Sistemas Fotovoltaicos são diariamente danificados por raios e surtos elétricos.
Evite grandes perdas utilizando um produto fabricado por especialistas.

*Linha Solar: Combiner Box, String Box e DPS CA e CC

**Quer saber mais?**
Acesse o QR Code e fique por dentro!

ACESSE AQUI

CLAMPER

clamper.com.br
31 3689.9500

3 ANOS DE GARANTIA

Especialista em dispositivos de proteção contra raios e surtos elétricos.