



## DATA CENTER VERDE

A complexidade que envolve projeto, construção, operação e serviços de um Data Center e como tornar esta aplicação mais eficiente com tecnologias inteligentes e ecologicamente corretas

### EQUIPAMENTOS PARA TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO

Análise do mercado brasileiro de T&D e guia de empresas deste setor

### FASCÍCULOS

Indústria 4.0: Sensores industriais – Da 1ª à 4ª Revolução Industrial  
Segurança em eletricidade: Critérios para avaliação de riscos elétricos  
Inovação em distribuição: Descarbonização durante a pandemia



The background of the advertisement is a city skyline at sunset, with several skyscrapers illuminated. A network of white lines and dots is overlaid on the image, connecting various points across the city. The Siemens logo and tagline are in the top left corner, and a large teal box with white text is in the bottom right. A QR code is in the bottom left corner.

# SIEMENS

*Engenhosidade para a vida*

## Soluções confiáveis e eficientes para linhas de distribuição: porque energia importa!

Para permitir que as empresas se concentrem totalmente em seus principais negócios, é preciso contar com uma fonte de energia confiável, segura e eficiente ao longo de toda a cadeia de valor.

Porque o sistema de distribuição de energia do seu negócio precisa ser estável, disponível e customizável - com produtos de software e hardware, sistemas e soluções para todos os níveis de tensão. Saiba como a Siemens está preparada para entregar a melhor solução em distribuição de energia para a sua demanda!



[www.siemens.com.br/tip/utilities](http://www.siemens.com.br/tip/utilities)



Atitude.editorial  
atitude@atituedeeditorial.com.br

#### Diretores

Adolfo Vaiser  
Simone Vaiser

#### Assistente de circulação, pesquisa e eventos

Henrique Vaiser – henrique@atituedeeditorial.com.br

#### Marketing e Web

Alessandro Fruk - alphacom@alphacom.com.br

#### Administração

Paulo Martins Oliveira Sobrinho  
administrativo@atituedeeditorial.com.br

#### Editora

Flávia Lima – MTB 40.703  
flavia@atituedeeditorial.com.br

#### Publicidade

Diretor comercial  
Adolfo Vaiser - adolfo@atituedeeditorial.com.br

#### Contato publicitário

Ana Maria Rancoleta - anamaria@atituedeeditorial.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, Anderson Coelho Silva, André Crico dos Santos, Bárbara Morais Ganesini, Carlos Boechat, Célio Berman, Daniel Bento, Djan de Almeida do Rosario, Elbia Gannoum, Fernando Barreira da Silva, Galeno Lemos Gomes, Gustavo José Luna Filho, Ivan Nunes Santos, Jobson Modena, José Carlos de Oliveira, José Starosta, Luciano Rosito, Marcelo Ramos, Nunziante Graziano, Pedro André Carvalho Rosas, Roberval Bulgarelli, Rodrigo Sauaia, Ronaldo Koloszuk, Sonia Hermsdorff, 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.com/vv](http://www.shutterstock.com/vv) | Timofeev Vladimir

Impressão - Mundial Gráfica e Editora

Distribuição - Correios

#### Atitude Editorial Publicações Técnicas Ltda.

Rua Piracama, 280, Sala 41  
Cep: 05017-040 – Perdizes – São Paulo (SP)  
Fone/Fax - (11) 3872-4404  
[www.osetoreletrico.com.br](http://www.osetoreletrico.com.br)  
atitude@atituedeeditorial.com.br

Filiada à

**anatec**  
www.anatec.org.br



## Renováveis

ENERGIAS COMPLEMENTARES

### Suplemento Renováveis 33

Sistemas de armazenamento de energia como suporte à geração, transmissão e distribuição de energia renovável; Como a energia solar pode contribuir para a recuperação econômica; Dia Mundial do Vento e mais um marco para a energia eólica no país. Estas e outras notícias sobre as fontes renováveis de energia.

#### 4 Editorial

#### 6 Coluna do consultor

A perigosa polarização.

#### 8 Painel de notícias

Angra 2 alcança produção de 200 milhões de MWh; Queda de poluição diminui incidência de raios em São Paulo; ABB lança novo disjuntor; Cummins lança aplicativo para chave de transferência; Grupo Equatorial Energia firma parceria com Aeronáutica. Estas e outras notícias sobre empresas, mercado e produtos.

#### 13 Fascículos

Indústria 4.0 e a Transformação Digital

Segurança em Eletricidade

Inovação em Distribuição de Energia – Digitalização, Descentralização e Descarbonização

#### 46 Aula Prática

Conheça mais sobre o Data Center Verde, aplicação eficiente com tecnologias inteligentes e ecologicamente corretas.

#### 50 Pesquisa

Levantamento exclusivo sobre o mercado de equipamentos para transmissão e distribuição de energia elétrica.

#### 58 Cinase TEC

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

#### 62 Espaço 5419

Sistemas fotovoltaicos: quando instalar DPS Classe I.

#### 64 Espaço SBQEE

Compartilhamento de responsabilidades harmônicas via processos de mudança de estado.

#### 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 171

## Um “novo normal” mais sustentável

São praticamente quatro meses de distanciamento social e de privação de muitas atividades nesta quarentena que parece não chegar mais ao fim. A pandemia nos forçou a ficar em casa e nos afastar de familiares, amigos e colegas de trabalho por conta do alto grau de contágio do novo coronavírus. Este movimento trouxe uma série de impactos à sociedade, dos mais perversos – como desemprego e depressão – aos mais acalentadores – como descoberta do home office como uma opção muito produtiva sim e experimentação de novas vocações (quantos chefes de cozinha nasceram nesta quarentena?).

É inegável que a crise na saúde trouxe sérias consequências para a economia de todo o mundo. Países levarão anos para se reerguerem novamente. No entanto, talvez a principal herança positiva de tudo isso seja o impacto sobre o meio ambiente. Cidades menos barulhentas, animais circulando livremente próximos a grandes centros e dados muito animadores sobre a redução da emissão de gases de efeito estufa. No fascículo sobre Inovação em Distribuição desta edição, os autores tratam exatamente sobre este processo de descarbonização durante a pandemia. As emissões globais de CO<sub>2</sub> caíram acima de 5% no primeiro trimestre do ano com relação ao mesmo período de 2019, resultado do declínio de 8% das emissões do carvão, 4,5% das emissões de petróleo e 2,3% de gás natural.

Imagens de satélite da Nasa corroboram com os números. Fotos mostram quedas significativas de gases poluentes na atmosfera em países, como China e Itália. A Cetesb também registrou 48 dias com qualidade do ar classificada como “boa” em todas as

estações de monitoramento na região metropolitana de São Paulo. Recentemente, 24 ONGs se reuniram para lançar o manifesto “Queremos respirar no 'novo agora'”, pleiteando justamente que a retomada econômica considere condicionantes ambientais em suas estratégias e, principalmente, nos pacotes de ajuda governamentais ao setor privado.

No mesmo sentido, o artigo de capa desta edição traz uma abordagem interessante sobre a importância da aplicação de tecnologias eficientes e sustentáveis também na área de tecnologia da informação. Os autores defendem que um data center deve, além de priorizar a máxima eficiência energética, ser composto por uma infraestrutura de tecnologia e de engenharia ambientalmente sustentáveis. Considerando a dependência crescente do mundo pela Internet, e a representatividade que esta estrutura (data center) já apresenta atualmente – 3% do consumo total de energia do mundo –, é vital que ela também passe a atender requisitos sustentáveis de construção e operação.

Que alguns desses hábitos e aprendizados continuem depois que a pandemia finalmente cessar. Com menos carros nas ruas e com medidas mais conscientes sobre sustentabilidade e sobre o uso dos recursos naturais, é possível viver em um mundo mais responsável e menos nocivo a si mesmo.

Boa leitura!

Abraços,

*Flávia Lima*

flavia@atitudeeditorial.com.br



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

# 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



**ODC** - 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

**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 alumínio 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

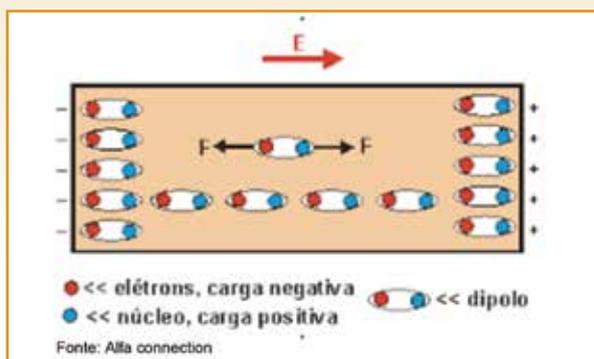
Atendimento em todo território nacional

Compre com seu cartão  
**BNDES**



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

## A perigosa polarização



Uma das definições pesquisadas sobre a polarização dielétrica estuda o fenômeno do deslocamento dos elétrons livres nos átomos ou moléculas de um material isolante (sejam sólidas, líquidas ou gasosas). O deslocamento dependerá do campo elétrico externo aplicado e estas nuvens eletrônicas (de carga negativa) são puxadas contra o campo elétrico e os núcleos (de carga positiva) são empurrados na direção deste por forças elétricas, havendo então uma polarização do dipolo. Em um regime de campo elétrico intenso é possível se gerar ionização e, nesse caso, a deformação passa a ser irreversível. Portanto, uma deformação das nuvens de elétrons gerada pelo campo externo faz com que os átomos ou moléculas do meio dielétrico comportem-se como dipolos elétricos, cujo campo elétrico atua em oposição àquele externo.

Esta deformação causada por campos elétricos intensos, com alto gradiente, poderá causar rupturas dos dielétricos e o custo para reposição será alto, e os distúrbios associados serão sentidos por todos os elétrons livres, custando vidas devido às descargas da ordem de 100 kA ou mais. Curioso é que as estruturas poderiam estar estáveis e aterradas se os campos elétricos fossem adequadamente controlados por caras fontes de alta precisão e deveriam ser utilizadas apenas para manter o trabalho ordenado de toda a estrutura equilibrada.

Os elétrons desejosos de serem livres poderão perder esta condição em função destes agentes de controle do campo elétrico. Os gradientes de tensão geraram em isoladores com sujidades acima do normal um efeito corona indesejável de difícil controle e correção, pois os solventes à base de álcool e oxigênio tornaram-se ineficazes e com custos de aquisição indesejáveis. Um outro elemento velho conhecido chamado de hidroxilcloroquina com baixo custo foi considerado "não aplicável" para a manutenção do sistema vivo. A ineficácia do sistema de controle do campo elétrico tem causado desgaste nas placas do lado direito e do lado esquerdo com perdas de materiais devido à migração de cargas de forma imprevisível como em eletrodos de baterias. O que se espera é que a luz também não se polarize permitindo aos controladores do campo elétrico e seus auxiliares uma clara visualização da solução. Uma ruptura geral agora põe em risco todo nosso dielétrico e este é o único que nos resta.

# A ESCOLHA MAIS INTELIGENTE PARA **CONTRAPESO** EM LINHAS DE TRANSMISSÃO



## Fio CS - COPPERSTEEL

AÇO-COBRE 4AWG (5,19mm) - 30%IACS - LCA

### ÚNICA ALTERNATIVA COM VIDA ÚTIL COMPATÍVEL COM AS LINHAS DE TRANSMISSÃO

Vida útil de 40 a 50 anos como contrapeso, independente do pH do solo.

### 6 A 8 VEZES MAIS DURÁVEL QUE AS CORDOALHAS DE AÇO ZINCADO

Revestimento de cobre garante máxima resistência à corrosão.

### MAIS MALEÁVEL QUE AS CORDOALHAS DE AÇO ZINCADO

### MAIOR SEGURANÇA NO POTENCIAL DE PASSO E TOQUE

### MELHOR CUSTO-BENEFÍCIO

Menor custo por metro.

Norma: ABNT NBR-8120



## GTDB GRAMPO PARALELO DE BRONZE ESTANHADO

Camada de estanho mínima de  $8\mu\text{m}$  e  
média de  $12\mu\text{m}$ .

Fornecido com acessórios em aço galvanizado a fogo.

Garante perfeita conexão entre o **FIO CS - COPPERSTEEL  
4AWG 30% IACS** e a torre de transmissão.

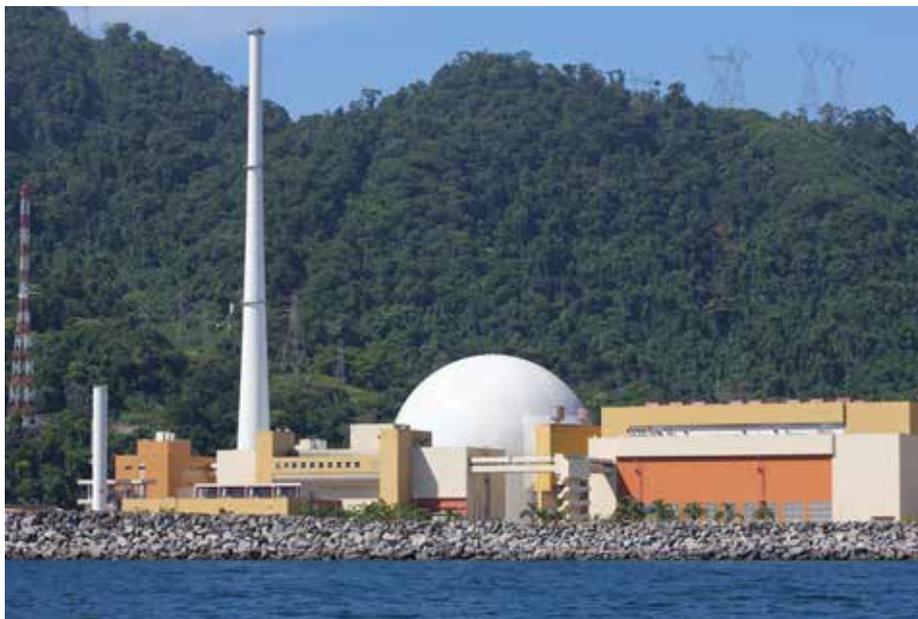
Norma: ABNT NBR-5370

## Angra 2 alcança produção de 200 milhões de MWh

No último dia 19 de junho, a usina nuclear Angra 2 (1.350 MW) atingiu um marco histórico. A unidade – que entrou em operação comercial em 2001 – alcançou a produção acumulada de 200 milhões de MWh. Segundo o comunicado da geradora, esse feito demonstra a capacidade avançada do Brasil em termos de qualificação de mão de obra e infraestrutura industrial de suporte à operação.

Outro fato importante é que Angra 2 gerou energia durante 13 meses de forma contínua. O ciclo se completou com o desligamento da usina no dia 22 de junho para que seja feita a troca de um terço do combustível. O fator de capacidade – energia gerada pela unidade em comparação com sua capacidade – foi de 99,43% no período.

Para o diretor de Operação e Comercialização da Eletronuclear, João Carlos da Cunha Bastos, esse desempenho pode ser atribuído à qualidade do projeto, ao rigoroso trabalho das áreas de operação e manutenção, baseado nas melhores práticas internacionais, e ao profissionalismo do quadro



funcional da empresa. “O comprometimento dos nossos colaboradores com segurança e eficiência permanece inalterado, mesmo no contexto de pandemia que estamos enfrentando. Os bons resultados que temos obtido são prova disso”, comemora.

O presidente da Eletronuclear, Leonam dos Santos Guimarães, também ressalta o

empenho dos colaboradores da companhia. “Esse marco é importante não só pela quantidade de megawatts-hora gerados, mas, também, pela maneira como essa energia tem sido produzida nos últimos anos, de forma segura e confiável. Isso indica a dedicação de toda a empresa na excelência da operação das usinas”, finaliza.

## Queda da poluição devido à Covid-19 diminui raios em São Paulo

Um estudo do cientista Osmar Pinto Junior, coordenador do Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do INPE, analisou dados de descargas atmosféricas de 20 de março a 02 de abril de 2020, período em que o distanciamento social devido à Covid-19 diminuiu cerca de 20% a poluição na cidade de São Paulo, de acordo com observações feitas em diversas estações pelo projeto World Air Quality. A conclusão inédita foi que os raios – aquelas descargas que vem para o chão e trazem com eles prejuízos e mortes – diminuíram muito com a redução da poluição. O contrário ocorreu para os relâmpagos que ficam dentro das nuvens.

Em 2020, no período estudado, apenas 4% do total das descargas atingiram o solo, enquanto que nos anos anteriores, nesse mesmo período, este percentual variou de 40% a 63%. O estudo confirma que as “super” tempestades, com mais três mil raios, que têm ocorrido em São Paulo nos últimos anos, são consequência não somente do aumento local da temperatura, conhecido como “ilhas de calor”, como também do aumento da poluição na cidade.

As mudanças nos padrões de urbanização da cidade de São Paulo trouxeram com elas grandes mudanças na formação das tempestades, que se recuamos no tempo deveriam ter um percentual ainda menor de raios em relação à relâmpagos dentro das nuvens. Relatos do padre José de Anchieta aos seus superiores na Europa, em 1554, durante a descoberta de Piratininga, a aldeia que deu origem a cidade de São Paulo, comprovam isso. “Os trovões fazem tão grande estampido, que causam muito terror, mas raras vezes arremessam raios; os relâmpagos (dentro das nuvens) lançam tanta luz, que diminuem e ofuscam totalmente a vista, e parecem de certo modo disputar com o dia na claridade”.

# MELHORE OS INDICADORES DE CONTINUIDADE DEC E FEC

Economize tempo e dinheiro - livre de manutenção e sem baterias

Transmissor de faltas sem fio  
Agilize o restabelecimento  
Acelere o trip



Sistema Transmissor e Receptor de Faltas SEL-FT50 e SEL-FR12

Instale os transmissores de faltas em minutos com um bastão de manobra (hot stick) e ajustes de fácil configuração—nenhum computador é necessário

## ABB faz lançamento digital dos novos disjuntores Tmax XT

Em uma live realizada no último dia 24 de junho, a ABB apresentou para o mercado brasileiro o seu mais novo lançamento: a linha de disjuntores em caixa moldada Tmax XT, que opera nas faixas de



1,6 A a 1600 A, e foi desenvolvida para atender a diversos nichos de mercado em suas diferentes particularidades.

A conectividade é o grande diferencial da nova linha de disjuntores Tmax XT, que possui comunicação nativa para todos os protocolos de comunicação industrial, incluindo IEC 61850, além de possibilitar a conexão em nuvem com a plataforma de gerenciamento Ability EDCS™. Por meio do aplicativo EPiC para tablet e smartphone, e o ABB Connect para computadores, é possível parametrizar, monitorar e descarregar novas funções, tornando o disjuntor versátil e adaptável à dinâmica das instalações elétricas.

Segundo o diretor de produtos da ABB, responsável pelo lançamento, Marcel Serafim, este é um equipamento que traz uma tecnologia embarcada que permite controlar uma série de dados, como agregar cargas, acompanhar consumo de energia, controlar, monitorar e proteger os sistemas elétricos. "Este é um disjuntor muito versátil e compacto, podendo atuar em máquinas individualmente, comandar um quadro de distribuição, um sistema fotovoltaico, qualquer máquina, até mesmo um equipamento de oxigênio de um hospital", explica Serafim.

Os novos disjuntores apresentam altos níveis de segurança elétrica e cibernética. Isso porque o produto possui elevado nível de curto-circuito e tem à disposição uma série de protocolos que oferecem proteção aos acessos. Os novos disjuntores em caixa moldada Tmax XT garantem níveis elevados de desempenho, segurança e conectividade, ao mesmo tempo em que, com dimensões reduzidas, diminuem também custos de instalação e operação.

Além disso, sua instalação não requer grandes conhecimentos em programação ou automação por parte do usuário. Um mecanismo de realidade aumentada permite que o usuário tenha acesso a qualquer informação sobre o equipamento apenas ao apontar o smartphone para qualquer parte do produto para obter informações, como manuais, orientações de instalação, vídeos com tutoriais, entre outros.

"Como esse disjuntor fala muito sobre conectividade e digitalização, tudo isso vai ao encontro do que a gente está vivendo atualmente. As empresas estão se readaptando a essa nova realidade. Acreditamos que este novo disjuntor pode ajudar as companhias a realizarem sua transformação digital de forma mais simples, eficiente e melhorando suas performances", conclui o executivo.

Quer saber mais sobre a novidade da ABB? Não perca o Webinar que a ABB e a Revista O Setor Elétrico realizarão, no dia 22 de julho, para contar mais detalhes sobre este lançamento. Inscreva-se no Canal da Revista no YouTube (<https://www.youtube.com/osetoreletrico>) e ative o sininho para ser notificado!

## Baur do Brasil inaugura Centro de Diagnóstico em comemoração aos 75 anos de sua matriz

A Baur, empresa austríaca de manutenção e diagnóstico de cabos de média e alta tensão, acaba de completar 75 anos de atividades. Em celebração ao aniversário da matriz, a Baur do Brasil inaugura um moderno Centro de Diagnóstico para cabos isolados de média e alta tensão. Este Centro também foi pensado para proporcionar uma solução de gestão em cabos isolados em uma época de grandes desafios para o setor de manutenção, por conta das restrições ocasionadas pela COVID-19.

O objetivo do Centro de Diagnósticos é auxiliar gestores de plantas industriais, comerciais, hospitais, usinas e das distribuidoras de energia a obterem informações precisas quanto à sua rede de energia, identificando vulnerabilidades de cabos em operação. Para isso, a Baur do Brasil está disponibilizando orientação e suporte técnico de forma remota para que profissionais técnicos das empresas clientes consigam realizar as medições, coletar os dados e, assim, repassá-los para que os analistas da Baur (no Brasil ou na Áustria) realizem

os diagnósticos e relatórios analíticos.

Outra novidade é que, a partir de agora, a empresa coloca à disposição do mercado o serviço de locação de equipamentos de medição. Dessa forma, o equipamento pode ser enviado para a empresa por um tempo pré-determinado para que sejam feitas todas as medições.

A criação do Centro de Diagnóstico permite à Baur do Brasil oferecer ao mercado uma solução completa de diagnóstico, que envolve: fornecimento de equipamentos via compra ou locação, treinamento dedicado oferecido de forma remota, análises técnicas e produção de relatórios pela equipe da Baur do Brasil e/ou da Áustria.

Para oferecer esta solução, foram necessários desenvolvimento tecnológico e flexibilização da visão e da maneira de condução dos negócios no Brasil. "A Baur do Brasil, em plena consonância com a Áustria, não oferecia a modalidade de locação, porém, devido ao atual momento e à necessidade de o mercado conhecer o estado de conservação da isolação do cabo elétrico, foi tomada a decisão de alterar a estratégia da empresa de somente vender equipamentos para também oferecer a modalidade locação, mesmo que essa não seja a melhor decisão econômica para o grupo Baur", avalia o diretor executivo da Baur do Brasil, Daniel Bento.

## Grupo Equatorial Energia firma parceria com o Comando da Aeronáutica

**Convênio vai desenvolver solução inovadora de fornecimento de energia, por meio de tecnologia de Microrredes Inteligentes para o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), no Maranhão**

O convênio entre o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e a Equatorial Energia, assinado em junho, irá viabilizar a construção e o desenvolvimento de uma microrrede de energia elétrica inteligente nas dependências internas do CLA. O acordo permitirá mais segurança, resiliência e qualidade para a energia usada nas atividades críticas do centro de lançamento aeroespacial, localizado na cidade de Alcântara, no Maranhão.

Com o investimento da ordem de R\$ 10 milhões, a implantação, pesquisa de melhorias tecnológicas e o desenvolvimento de conhecimento inovador dessa microrrede faz parte do programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Equatorial Energia, em conformidade com o que estabelece a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), e conta com a Universidade Federal do Maranhão (UFMA) como parceira tecnológica de desenvolvimento.

O projeto implantará geração de energia local com fontes renováveis, sistema de armazenamento de energia e sistemas automáticos de controle, chaveamento e monitoramento da microrrede, com objetivo de garantir uma rede de energia que pode ser automaticamente isolada em caso de interrupções no fornecimento regular, garantindo a continuidade das atividades, principalmente em momentos de lançamento de foguetes. Isto irá garantir mais segurança e qualidade para as atividades críticas realizadas no CLA.

Para o CEO do Grupo Equatorial, Augusto Miranda, o projeto de Microrredes Inteligentes vai aumentar a confiabilidade nos processos críticos do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA). "Apoiamos projetos de pesquisa e desenvolvimento que envolvam novas tecnologias que possam ampliar a forma de atuação da companhia, não somente no Brasil, mas sendo referência em outros países. Estamos confiantes no sucesso dessa parceria junto ao Ministério da Defesa e à Força Aérea, por permitirem a implantação de um sistema com padrão internacional de qualidade no CLA, ajudando a fortalecer o desenvolvimento tecnológico no estado do Maranhão", destacou.



O convênio foi firmado digitalmente e por meio de videoconferência.

## Caixa de junção Ex em inox para conexões elétricas

A Schmersal está lançando caixas de junção Ex PEx-CJ, projetadas para proteger e tornar seguras as conexões elétricas em áreas potencialmente explosivas. As novas caixas são dedicadas aos segmentos industriais de óleo e gás, químico, portuário e naval, farmacêutico, sucroalcooleiro, alimentício, grãos, papel e celulose.

Nacionais, as caixas de junção Ex PEx-CJ são essenciais em setores com muita fiação, pois quando há muitos cabos elétricos agrupados, o risco de explosão tende a ser maior. Além da organização da fiação, as caixas de junção são muito utilizadas para diminuir a quantidade de cabos passantes pelas áreas industriais e, com isso, facilitar questões logísticas e rotinas de manutenção.

O lançamento da Schmersal tem a certificação Imetro TUV 19.1531 para utilização em Zonas 1, 2, 21 e 22 e conta com grau de proteção IP66 ou IP66W, ou seja, quando o produto é especificado em aço inox pode ser utilizado em ambientes com presença de névoa salina. As carcaças das caixas de junção Ex PEx-CJ podem ser fabricadas em aço inox 304, 316L ou aço carbono.



## Soluções para automação e digitalização de subestações de energia elétrica

O negócio de Grid Solutions da GE Renewable Energy anuncia a disponibilidade de dois lançamentos para os segmentos de automação e digitalização de subestações de energia elétrica. O S20 é um switch Ethernet, que apesar de se parecer com os que vimos em um escritório, é totalmente voltado para aplicações industriais onde se requer uma comunicação confiável e ininterrupta para aplicações críticas, como nas subestações de energia elétrica. Nesta aplicação, o S20 é comumente utilizado dentro das salas de relés e controle, onde os relés e outros equipamentos Ethernet de automação se conectam ao switch, incluindo as merging units localizadas no pátio que se conectam por meio de fibras óticas. A principal função do S20 é realizar a comunicação entre todos os equipamentos de uma subestação de energia, por meio de protocolos de gerenciamento de rede e da flexibilidade na escolha da interface da porta de comunicação. Além disso, o S20 oferece funções modernas de cibersegurança.

Já a MU320E é um equipamento de pátio, ou seja, fica próximo aos transformadores de instrumentação, disjuntores e dos demais equipamentos de pátio que realizam a medição e proteção de toda energia que passa pela subestação. Ele é a interface entre mundo físico analógico e o digital, usando redes de comunicação seguras e os mais modernos padrões do setor elétrico.

A nova solução da GE possibilita a transformação da tecnologia de medição analógica para a digital, viabilizando a substituição de quilômetros de cabeamento de cobre utilizados nas subestações convencionais. Já a versão estendida do equipamento permite monitorar mais equipamentos a um custo menor.

O S20 e o MU320E já estão disponíveis e podem ser adquiridos diretamente pelo site da GE ou por meio da sua rede de representantes.



## Relés de proteção para sistemas industriais e geração distribuída

A Siemens está reforçando seu portfólio com o lançamento de linha de relé de proteção Reyrolle 5, novidade que foi desenvolvida visando às redes elétricas do futuro e à digitalização nas subestações, e tem como diferencial a expertise de mais de 100 anos da marca no mercado.

Com foco na utilização em sistemas de geração distribuída, sistemas elétricos industriais e de infraestrutura (saneamento / data centers), bem como concessionárias de distribuição de energia, a nova versão do Reyrolle 5 foi projetada com base nas mais atuais normas internacionais de proteção elétrica e é 100% compatível com a norma IEC 61850, o que garante interoperabilidade com outros dispositivos de proteção e/ou automação dentro de um sistema elétrico e/ou de automação.

Dentre outras características, os relés da linha Reyrolle 5 contam com uma elevada taxa de amostragem de sinais, o que garante uma medição precisa da rede, grande capacidade de armazenamento de dados, sequencial de eventos com mais de 5000 pontos de capacidade, compatibilidade com diversas normas de comunicação (modbus, DNP), um software amigável e gratuito, além de um design compacto e intuitivo.

Dentro da estratégia de divulgação do Reyrolle 5, a Siemens realizará no segundo semestre uma série de treinamentos em oito estados do país para apresentar os diferenciais da nova linha ao mercado.



## INDÚSTRIA 4.0 E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

### 14 CARLOS BOECHAT

---

Capítulo IV – Sensores industriais: da primeira à quarta Revolução Industrial

- Conectividade, segurança humana e de máquinas, e cibersegurança
- Simbiose de tecnologias
- Constante evolução tecnológica

## SEGURANÇA EM ELETRICIDADE

### 20 AGUINALDO BIZZO DE ALMEIDA

---

Capítulo IV – Critérios para avaliação de riscos eléctricos

- Riscos eléctricos
- Medidas de controle
- Proteção para choque eléctrico de baixa, alta e média tensão
- Atendimento às normas técnicas e regulamentadoras

## INOVAÇÃO EM DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

### 28 DANIEL BENTO

---

Capítulo IV – Descarbonização na pandemia: situação momentânea ou catalizador permanente?

- Distanciamento social e impactos na economia
- Mudança de hábito dos consumidores
- Impactos permanentes no turismo, em geração distribuída e outras áreas
- Investimento das empresas em descarbonização

Por Anderson Coelho Silva e Reinaldo Lorenzato\*

## Capítulo IV

# Sensores industriais: Da Primeira à Quarta Revolução Industrial

*Esta é o quarto 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*

Sentir, perceber, notar, captar entre outros termos são fenômenos que estão, há milhões de anos, presentes em seres vivos, por isso, o nome “sensor” (aquilo que sente).

O termo sensor, além de ser usado para a vida, se encaixa perfeitamente no mundo da automação industrial e está presente desde a 1ª Revolução Industrial lá no século XVIII. Ganharam mais notoriedade e participação quando as máquinas passaram a fazer uso da eletricidade e continuam a fazer parte da história da automação, pois são as mãos, olhos e ouvidos da indústria. São eles que “sentem” as variáveis para a correta tomada de decisão por parte dos controles e são usados em qualquer segmento da indústria desde automotivo, farmacêutico, químico, bens de consumo e alimentos.

Os primeiros sensores que surgiram foram os mecânicos, que faziam uso de

movimentos das máquinas para travar ou conectar outras. Com o advento do uso da eletricidade, surgiram as chaves de fim de curso que são detectores de toque, pois quando o curso de um determinado objeto a ser detectado (alavanca, haste, peça ou até o próprio Bem em produção) chega a um determinado ciclo de movimento, que um contato mecânico que por sua vez abre ou fecha um contato elétrico. Pelo fato do toque mecânico a todo instante, vários mecanismos se desgastam rápido e exigem constantes manutenções, consertos e trocas que exigem paradas de produção.

Como um alívio, na década de 1960, eis que surgem os sensores de proximidade sem contato. Estes operam da mesma forma, do ponto de vista elétrico, mas na sua sensibilidade já não exige o contato mecânico. Contam com um campo magnético gerado por um

circuito interno que se altera quando objetos metálicos se “aproximam”. Logo evoluíram para outros princípios com campo elétrico (que permitiam a detecção de qualquer composição de material). Não demorou muito para que estes começassem a fazer uso da luz, e daí uma extensão de variações como luz visível, branca, laser, entre outras que permitiram uma ampla possibilidade de soluções em aplicação para detecção à distância, cores, contrastes, luminescência, opacidade, etc., com alta precisão.

Com a evolução das máquinas, lembre-se sempre regidas pelas demandas dos consumidores (como é até hoje), surgiram novos princípios de detecção como sensores de pressão, temperatura, movimento linear e rotativo (muito conhecido por Encoder), magnéticos, segurança de máquinas e humana (mais conhecida por cortinas de segurança).

Além de novos princípios, os sensores também foram evoluindo em dimensão, formatos e ranges de detecção que foram sendo demandados em razão dos novos bens, desejados, que se faziam possíveis de serem produzidos e escalados para o consumidor final.

O “último passo” em conceito de sensores industriais foi dado com os sistemas de visão que mais se aproximam do “olhar” de uma máquina. Ficções científicas à parte, hoje temos alta tecnologia nestes sistemas e sensores que permitem uma detecção cada vez mais estável e precisa de códigos, reconhecimento facial e demais imagens, inclusive de forma tridimensional.

Como mencionado nas reportagens da Indústria 4.0 das edições anteriores, já estamos há alguns anos nessa era. E estamos “sem evolução” sobre os conceitos e princípios de detecção e inspeção. O que tem se revolucionado, de forma acelerada e esta nova era de Indústria 4.0 demanda cada vez mais, é a inovação, evolução da parametrização e intervenção on-line (ainda mais em tempos de pandemia), dados de autodiagnóstico atual e futuro que os sensores estão provendo, além de detecções seguras e confiáveis.

Como sabemos, a Indústria 4.0, que promove a transformação digital, é sustentada em alguns pilares ou conceitos. Um deles é a conectividade. Esta exige que o máximo de informações acerca de tudo que envolve a produção de bens seja coletado para análises. Dados de produção em tempo real, informações para a área de negócios, projeção de produção, rastreamento para próprio registro e cumprimentos regulatórios, entre outros.

Ah, mas sensor tem a ver com isto? Totalmente!

Cada vez mais o consumidor tem sido muito exigente com os produtos que chegam as suas mãos, logo, a detecção correta e precisa irá elevar a qualidade destes bens produzidos. Agora, “4.0 industrialmente” falando, contribuem para o termo IIoT (Internet das Coisas, Industrial), pois são passíveis de serem regulados, configurados e parametrizados sem que haja a necessidade da presença de um operador, como feito até hoje em sensores desprovidos desta funcionalidade. Os sensores que hoje estão mais adequados para sustentar a conectividade são capazes de fornecer tempo de vida de trabalho, ciclos de operação, intensidade de contaminação, variação de temperatura para auto ajuste, entre outros dados que irão sempre contribuir para a melhor coleta de informações e suportar o desenvolvimento e tomadas de decisão por parte dos gestores da indústria.

Outro importantíssimo pilar que sustenta a transformação digital é a segurança humana e de máquinas e, como já mencionado, os sensores hoje são utilizados para tal. Logo, devem se transmitir dados com alta segurança para os controles. Não confundir com o pilar Cyber Segurança, que aí já tem mais relação com a transição dos dados e receitas de

# #VAI PASSAR



E para a retomada,  
o Brasil inteiro  
vai precisar  
de **ENERGIA.**

Alexakis

O Grupo Condumax Incesa continua trabalhando para manter o fornecimento para segmentos essenciais como concessionárias de energia, indústrias, construtoras e o agronegócio.

Ter acesso à energia é essencial, tanto para quem ficou em casa, como para quem teve que continuar a produzir.

Agradecemos a todos os colaboradores, fornecedores e parceiros que não mediram esforços para garantir o fornecimento a nossos clientes.

**Muito obrigado!**



**Condumax**  
FIOS E CABOS ELÉTRICOS

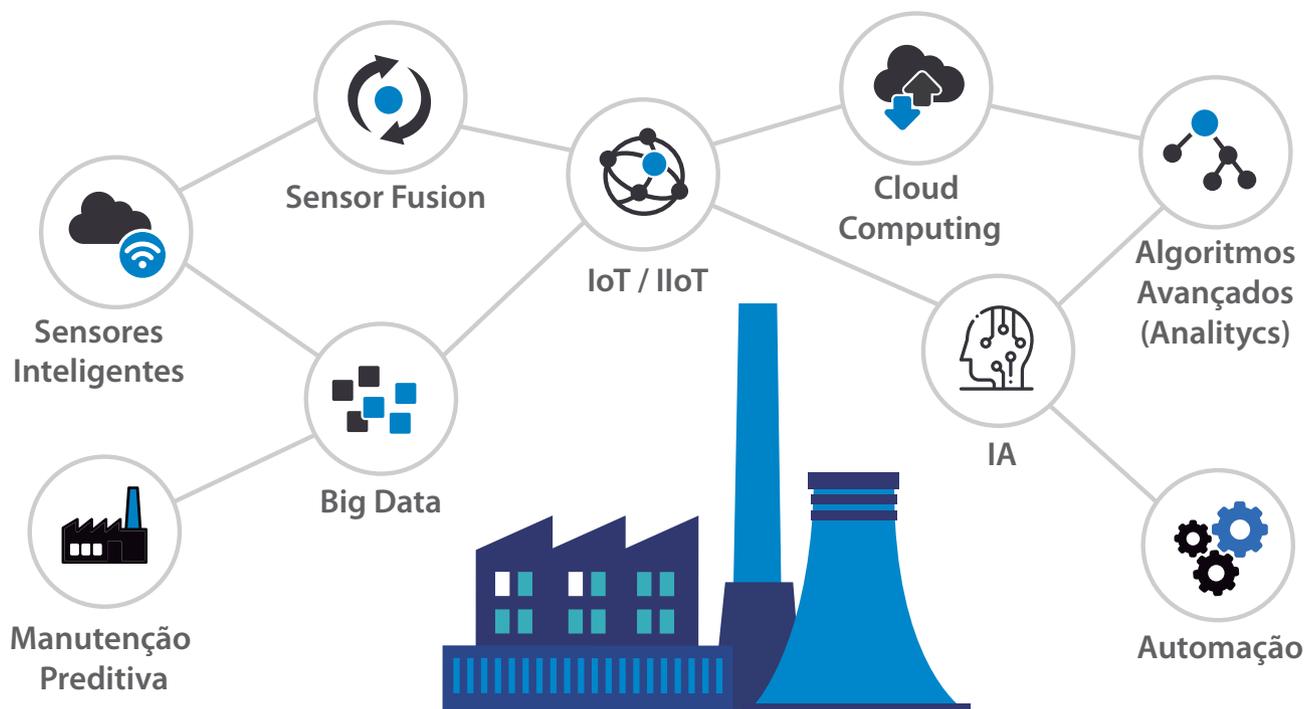
**Incesa**  
COMPONENTES ELÉTRICOS

Nossa energia é a confiança.



CONDUMAX.INCESA E  
GRUPOCONDUMAXINCESA

WWW.CONDUMAX.COM.BR  
WWW.INCESA.COM.BR



produção que, por enquanto, os sensores não se encarregam disto sozinhos.

A visão de futuro é que cada vez mais tenhamos os sensores super conectados, diria até em nuvem, pois, desta forma, esperamos que os softwares de gestão se adequem às inúmeras informações que os sensores dotados com tal tecnologia estão e irão fornecer no futuro. Assim conseguimos tirar mais hardware das plantas.

Conceitos e termos que circundam o universo da indústria 4.0 como Big Data, Inteligência Artificial, Analytics, Machine Learning, Digital Twin, Segurança, Cyber Security, Manutenção Preditiva, IoE, IoT, IIoT e a mais recente e que surge com forte tendência, WIoT (Detecção e transmissão Wireless), são, serão e deverão ser suportados pelos “novos sensores”. Isso quando já não são os protagonistas destes.

Há ainda indústrias que não aderiram nem sequer à terceira revolução industrial. Logo, é importante educarmos e estarmos juntos a estes clientes que muitas vezes se assustam com o tema e no mercado há muita tecnologia para suportar tais projetos.

Já pensou em breve termos a

possibilidade de temperar, personalizar e acompanhar a produção da nossa batatinha frita na linha de produção? Pois é, com a transformação digital, alta conectividade e ainda mais nestes tempos de hoje, com o consumidor desejando seus bens com maior segurança e higiene, será bem possível!

---

*\*Anderson Coelho Silva é engenheiro eletrônico formado pela Universidade Paulista com Pós-Graduação na ESPM em Negócios e Marketing. Possui 20 anos de experiência em Automação Industrial com especialidade no mercado de sensores, sistemas de visão e conectividade.*

## Simbiose de tecnologias

O Centro Alemão de Pesquisas de Inteligência Artificial, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), que foi quem idealizou o conceito de Indústria 4.0, e que nos Estados Unidos convencionou-se chamar de FMS (Flexible Manufacturing System) ou

Sistema Flexível de Manufatura, traz como um dos seus pilares a utilização dos Cyber Physical Systems ou Sistemas Ciber Físicos. Podemos entender este conceito como redes desenhadas para executar a interação de componentes físicos e computacionais, dentre os quais, os profissionais da automação industrial vão citar os robôs seguramente, porém os cyber physical systems podem ser desde um telefone celular, um notebook ou qualquer pequeno ou grande sistema que una a capacidade de processar dados e poder integrar-se com outros sistemas por meio de redes de comunicação, sejam elas internas ou externas a uma empresa ou qualquer entidade.

Nota-se, então, que mesmo que chamemos a Indústria 4.0 de uma revolução, por ter tido um marco que a definiu em uma escala de tempo, como as três outras anteriores, na verdade, temos uma constante evolução digital que se inicia provavelmente com o ENIAC na Universidade da Pensilvânia na década de 1940, passa pela criação do Circuito Integrado por Jack Kilby e Robert Noyce em 1958, e que vem em constante evolução até os dias de hoje passando pelo

# ARCAICO.

O religador pertence ao museu, não estourando seu orçamento e índices de confiabilidade.

## BEM VINDO AO FUTURO

COM O INTERRUPTOR DE FALTA INTELLIRUPTER® PULSECLOSER® DA S&C

Testes para falta com religadores podem ser devastadores para sua rede elétrica. Religamento convencional coloca plena corrente da falta de volta para o sistema, hoje existe uma forma melhor. O Interruptor de Falta IntelliRupter PulseCloser da S&C é a primeira inovação em tecnologia de religamento em 70 anos, realizando testes para faltas através de pequenos pulsos de corrente, reduzindo o estresse no seu sistema em 95%. Menor estresse resulta em maior confiabilidade e durabilidade dos equipamentos elétricos.



Mantenha o planejamento da rede elétrica de amanhã, maximizando seu investimento hoje.



Veja a diferença em [sandc.com/Brazil\\_IR](http://sandc.com/Brazil_IR)

© S&C Electric Company 2016-2019. Todos os direitos reservados.

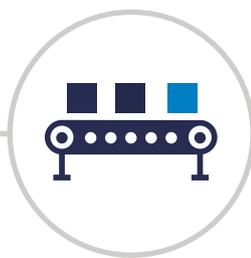


## Evolução dos Sensores nas 4 Revoluções Industriais



### Indústria 1.0

Sensores Mecânicos suportaram a mecanização com introdução de energia a vapor e água



### Indústria 2.0

Sensores Eletromecânicos permitem a produção em massa e linhas de montagem



### Indústria 3.0

Sensores Eletrônicos propiciam a produção automatizada, computadores, sistemas de TI e Robótica



### Indústria 4.0

Sensores Inteligentes sustentam sistemas autônomos, IIoT, aprendizado de Máquina. A Fábrica Inteligente!

desenvolvimento do microprocessador e pelo famoso MODCOM 084 em 1969. Este que é considerado o primeiro CLP ou Controlador Lógico Programável que veio para substituir os sistemas de automação que até então eram mecânico-hidráulicos com pequenos componentes elétricos, mas nada de eletrônica ou tecnologia digital.

Houve vários outros grandes marcos tecnológicos que contribuíram para o atual estágio em que a Indústria 4.0 se encontra hoje e que fundamentaram sua conceituação. A criação dos famosos PC ou Personal Computer, por exemplo, que para quem é das antigas, foi uma grande evolução para sair das pesadíssimas workstations para processamento de sistemas CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacturing), CAE (Computer Aided Engineering) e CAT (Computer Aided Testing) nos departamentos de Engenharias de Produtos e Processos. Ou ainda processando Interfaces Homem-Máquina nos sistemas supervisórios ou SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) nas indústrias de processo, ou

mesmo ainda como um eletrodoméstico em nossas casas.

Ainda e talvez algo que poucos atualmente dão créditos, até por estar no subsolo da infraestrutura tecnológica e de ter se tornado algo tão natural entre nós nos dias de hoje que foram as redes de comunicação como as industriais que podemos mencionar as Fieldbus, Profibus e as recentes FieldNet e ProfiNet que acabaram por absorver parte dos conceitos e protocolos de uma das principais evoluções do nosso mundo digital que foi a invenção da Universidade de Berkeley desenvolvida por David Boggs, Charles Thacker, e Butler Lampson. A Ethernet. Base de uma das principais tecnologias que sustenta os Cyber Physical Systems que é a própria Internet com seus conceitos das sete camadas ISO/OSI, o endereçamento IP (Internet Protocol Address) e muito mais que, sem ela, não existiria mundo digital.

Passamos, então, de uma relação de N usuários para uma única CPU (Computer Processing Unit) dos sistemas Mainframe das décadas de 1950 a 1980, para uma relação 1/1, ou seja, um usuário

para uma CPU com o advento dos PCs, desde os anos de 1970 até meados dos anos de 1990 e que nos torna muito mais eficientes. E com a integração dos PCs em redes passou-se a ter os sistemas cliente-servidor que transformaram a relação 1/1 para N/N, porém, ainda limitados dentro da capacidade das redes locais conhecidas como as LANs (Local Area Network). E a Internet veio, então, levar esta relação N/N para praticamente os limites do infinito fazendo com que o padrão inicial de endereçamento IPv4 não pudesse mais suportar a quantidade de dispositivos conectados à rede e fosse então criado o IPv6. As telecomunicações vêm a reboque. Que “millenium” já ouviu falar ou usou uma X.25 para conectar computadores por uma WAN (Wide Area Network)? O par metálico como meio físico também já é coisa do passado e mesmo as fibras óticas já estão no seu caminho de obsolescência.

E já que tudo estava interligado nos anos 2000, ficou evidente que o mundo tecnológico estava ficando meio nebuloso, ou melhor, se transformando em uma grande nuvem de computadores interligados. O Cloud Computing

toma força principalmente como uma ferramenta de compartilhamento de recursos e redução de custos principalmente dos investimentos em capital com deferimentos contábil de longo prazo.

Mas o processamento em nuvem não poderia ser viabilizado se não fosse o Netscape, ou melhor, o primeiro browser que viabilizou o acesso às aplicações via internet e que depois veio uma avalanche de outros browsers até as atuais ferramentas de construção de aplicativos para dispositivos móveis.

Falando em ferramentas de desenvolvimento, que tal citar o Assembly, o COBOL, FORTAN e PASCAL tão usados pelos engenheiros nas décadas de 1970 e 1980, depois o C, C++, Basic e Visual Basic, que já passou a ser uma ferramenta fantástica pois era uma programação por objetos, e atualmente Java, Python entre outras que fazem os aplicativos serem leves e fáceis de usar. Em parte, pois lembremos que hoje um celular tem centenas ou milhares de vezes a capacidade de processamento comparado a um mainframe das décadas de 1960 e 1970 que precisavam ser refrigerados a água e podiam ocupar um andar de um edifício, mas que enviaram o homem à Lua. Hoje enviamos Cyber Physical Systems à Marte!

Voltando ao processamento em nuvem, os processadores, as telecomunicações e principalmente o armazenamento de dados tornaram-se muito baratos em relação a outros componentes computacionais como é o caso das memórias e que ainda não permitem um processamento de quase 100% das aplicações e dados só em memória necessitando ainda de armazenamento físico, mesmo que já tenhamos componentes eletrônicos como as memórias flash. Por outro lado, evidenciou mais ainda um dos grandes capitais que é a Informação. E para se ter informação acurada e precisa necessitamos de dados, e quanto mais melhor, desde que depois de depurados e filtrados. Novamente uma tecnologia, no caso o

processamento em nuvem, viabiliza outra tecnologia, o Big Data.

Não é à toa que todo mundo quer o seu e-mail, seu identificador pessoal, seja ele o CPF ou qualquer outro. Não é à toa, que os CLPs coletam informações de processos em frações de segundos para poder manter o mesmo estável e dentro dos limites de engenharia determinados. Não é à toa que informações de clima, geolocalização e muitos outros são importantíssimos para a oferta de serviços e relações comerciais. Quando a Inglaterra colocou em prática a invenção do radar para detectar antecipadamente os bombardeiros alemães, na verdade, estava operando instrumentos analógicos de informação ainda, mas que evoluíram rapidamente para a tecnologia digital e que com seu sucesso provocaram a famosa e célebre frase de seu Primeiro Ministro na época: “detém o poder quem detém a informação”. E isso segue sendo verdade até hoje e por muito tempo mais ainda. Não saímos de casa sem saber como está o trânsito e seguimos monitorando em tempo real até o nosso destino. E para voltar para casa também!

E associando maior capacidade de processamento e armazenamento como a expansão dos dispositivos de captura de informações, passamos a trabalhar com informações “não estruturadas”, que são as imagens, sons, sinais analógicos digitalizados entre outros, que combinados aos dados “estruturados”, ou seja, aqueles que conseguimos criar através de um teclado e um campo em uma aplicação, estão nos proporcionando a grande base do Big Data.

Falando em tempo real, e associando a internet, o IPv6, e tudo o que comentamos até então, essas tecnologias viabilizam que não só computadores, mas qualquer sistema processado e conectado a redes de dados, que estamos chamando de Cyber Physical Systems, comece a se proliferar e que a esta tecnologia se deu o nome de IoT, ou Internet of Things, no nosso idioma, Internet das Coisas, e que não são só de coisas inanimadas ou máquinas, são

também, das pessoas, dos animais e de qualquer outra “coisa” que possa ter seus dados gerados e capturados, transmitidos, armazenados e processados. Daí então temos a Internet das Pessoas, a Internet dos Animais e principalmente algo muito importante, pouco comentado, mas que é um dos pilares do conceito da Indústria 4.0 que é a Internet dos Serviços, o que fez com que muitas destas novas tecnologias fossem acessíveis para pequenas e médias empresas em um esforço de democratização do uso das tecnologias por todas as empresas alemãs criando um ecossistema de inovação e transformação tecnológica de forma ampla.

Notamos que uma ferramenta ou tecnologia não funciona por si só. É um processo simbiótico que evolui e se transforma como um ser vivo segundo as leis da evolução das espécies atendendo a novas exigências a cada novo momento e, todo este “enté”, que é composto de várias células ou órgãos e que evolui e busca um ou alguns grandes cérebros. Baseados em conhecimentos e algoritmos conhecidos e outros que vão sendo desenvolvidos à medida que ganhamos capacidade de processamento estamos extrapolando nossa capacidade natural e criando uma camada de inteligência própria ao sistema. A Inteligência Artificial. Pode ser ela com base lógica ou cognitiva, atualmente, a última camada que nos falta para completar este processo de evolução. Seguramente, outros e novos desafios e necessidades virão para nós, produtos da evolução natural, e que tivemos a felicidade de poder criar um processo de evolução paralela e que nos transforma todos os dias, digitalmente ou por qualquer outra forma que ainda vamos descobrir graças à nossa capacidade de evolução e transformação.

---

*\*Reinaldo Lorenzato é Diretor de Operações & Partner na Lorian e Diretor de Consultoria na ReachFor Serviços e Soluções.*

*Diferentemente da versão impressa, este PDF foi atualizado com os créditos corrigidos quanto à autoria deste artigo.*

# Capítulo IV

## Critérios para avaliação de riscos elétricos

Efetuar uma avaliação de exposição a riscos elétricos é condição intrínseca ao atendimento à NR 10, onde inclusive é obrigatória a elaboração do RTI – Relatório Técnico das Instalações Elétricas, vide item 10.2.4 alínea “g” da NR 10. A correta elaboração do RTI deve considerar a abrangência do mesmo quanto à análise do sistema de Gestão de SST existente para riscos elétricos, contemplando a documentação técnica das instalações elétricas, as características físicas das instalações elétricas, e, principalmente, a Gestão de SST para riscos elétricos, e não somente elaborar um Laudo das Instalações elétricas evidenciando “possíveis não conformidades”. No entanto, infelizmente esta é a situação predominante hoje no país, seja por desconhecimento das premissas estabelecidas pela NR 10, seja por interesses econômicos.

Para uma avaliação correta e eficaz do atendimento à NR 10, considerando-se as condições físicas das instalações elétricas e medidas de controle existentes, algumas premissas devem ser consideradas, sendo que neste artigo apresentaremos critérios de gênero para a realização da avaliação de riscos elétricos de uma instalação

elétrica industrial, em que conceitos serão abordados em conceitos técnicos básicos estabelecidos por Normas Técnicas aplicáveis.

Ressalta-se a interface da NR 10 com o disposto na NR 1 – Disposições Gerais, em que a avaliação de Fatores de Riscos Elétricos deve observar o Gerenciamento de Risco Ocupacional (GRO) e consequente PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos, em que o “texto proposto” para a revisão da NR 10 na “consulta pública” ratifica essa condição.

Considerando “requisitos técnicos da instalação elétrica”, a avaliação do risco elétrico deve ter como base os seguintes fatores: Configuração do sistema elétrico; Sistema de aterramento; Nível de tensão; Tipo de seccionamento automático empregado; Valor da potência e das correntes de curto-circuito em cada ponto da instalação; Tipo de equipamento; Distância de trabalho, e outros.

Com a avaliação dos riscos elétricos serão definidas as medidas de controle, onde “considerando” neste artigo os aspectos físicos das instalações elétricas, deve-se buscar atender à hierarquia das

medidas de controle definidas na NR 10 vigente: desenergização, emprego da EBT, medidas de engenharia (proteções coletivas), procedimentos de trabalho, e, por fim, o uso de EPI – Equipamentos de Proteção Individual.

### RISCOS ELÉTRICOS

Os riscos elétricos de uma instalação estão basicamente divididos em três categorias: choque elétrico, fogo de origem elétrica e arco elétrico.

**Choque elétrico:** Choque elétrico ocorre quando há um contato acidental de forma direta ou indireta com partes energizadas com circulação de corrente pelo corpo humano. O efeito da corrente humana no corpo pode ser fatal, desta forma, a proteção contra choques elétricos é priorizada. Para valores superiores a 50 Vac ou 120 Vdc o risco de choque elétrico existe e pode trazer consequências danosas às pessoas. As tensões abaixo do limiar acima são tratadas como tensão de segurança, vide Tabela 1, sendo que nesta classe de tensão somente o risco de choque elétrico é extinto.

TABELA 1 – NÍVEIS DE TENSÃO DE SEGURANÇA

Corrente	Situação 1	Situação 2	Situação 3
Alternada	50V	25V	12V
Continua	120V	60V	30V

Em que:

Situação 1 = Corpo seco

Situação 2 = Corpo molhado

Situação 3 = Corpo imerso

**Fogo de origem elétrica:** O fogo de origem elétrica (Classe C) ocorre através de efeito térmico oriundo ou não do circuito elétrico com a ignição de materiais que compõem a instalação. Durante o incêndio poderá haver partes energizadas. O combate a incêndio deste tipo requer técnicas específicas e deve fazer parte das medidas de controle pertinentes a cada cenário elétrico considerando a realidade existente. A definição de fogo Classe C corresponde quando ocorrem em equipamentos elétricos energizados como motores, transformadores, quadros de distribuição, fios e demais equipamentos.

**Arco elétrico:** Um arco elétrico consiste na formação de um plasma oriundo

da perda de isolamento propiciando o aparecimento de corrente elétrica. Esta corrente, denominada de corrente de arco, tem como característica o fato de a tensão não ir a zero como ocorre em um curto-circuito. O valor da corrente de arco é inferior à corrente de curto e é calculada levando-se em consideração fatores como configuração do equipamento, sistema de aterramento, distância entre condutores e nível de tensão. Nos dias atuais, o risco de arco elétrico corresponde a mais de 80% dos acidentes de origem elétrica.

**Medidas de controle:** Para cada tipo de risco elétrico, devem ser tomadas medidas de controle específicas para se ter uma condição segura de operação atendendo aos requisitos das normas técnicas e de segurança vigentes.

### MEDIDAS DE CONTROLE PARA CHOQUE ELÉTRICO:

Proteção básica: a proteção básica

está destinada a impedir contatos diretos com partes energizadas em condições normais de uso, vide Figura 1. Esta proteção é também denominada de “Princípio fundamental para proteção contra choques elétricos” e está em conformidade com as diretrizes da ABNT NBR 5410 e ABNT NBR 14039. Dentre elas: Isolamento básico ou separação básica; barreira ou invólucro; limitação da tensão; e colocação fora de alcance.

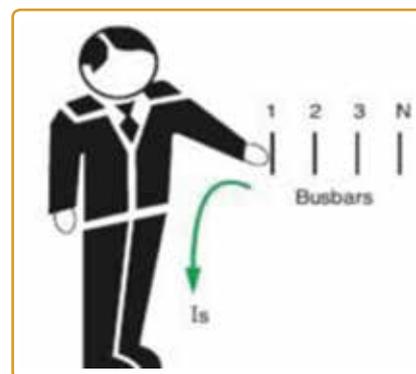


Figura 1 – Contato direto.

www.trael.com.br

# Energia que ganhou o Brasil

Transformador Subterrâneo



Complexo Industrial Cuiabá/MT



Indústria e Assistência Técnica  
Cuiabá-MT • Brasil  
[65] 3611-6500

Assistência Técnica  
Ananindeua-PA • Brasil  
[91] 3255-4004



**TRAELE**  
TRANSFORMADORES ELÉTRICOS

Esta medida se traduz em manter todas as partes vivas inacessíveis, isoladas e sem a possibilidade de contatos por pessoas não autorizadas.

**Proteção supletiva:** Meio destinado a suprir a proteção contra choques elétricos quando massas ou partes condutivas acessíveis tornam-se acidentalmente vivas. A proteção supletiva está direcionada a suprir a proteção contra contatos com partes condutoras que em situação normal não deveriam estar sob tensão; ou seja, contatos indiretos (Figura 2). Partes metálicas da instalação que em situação normal não apresentam tensão podem se tornar energizadas caso haja uma falha de isolamento. Dentre as medidas estão: equipotencialização e seccionamento automático da alimentação; isolamento suplementar; aterramento elétrico.

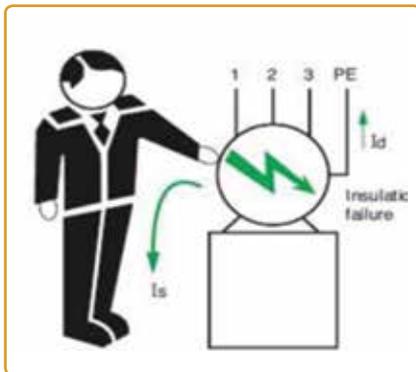


Figura 2 – Contato indireto.

Para eventos como esse, o sistema de seccionamento automático limita o tempo de exposição a esse risco. O sistema de seccionamento automático está diretamente ligado ao sistema de aterramento existente, sendo que para cada sistema de aterramento existe um sistema específico de seccionamento automático a ser considerado. Todos os circuitos elétricos devem possuir equipamentos de seccionamento automáticos, como por exemplo disjuntores ou fusíveis, para o desligamento dos circuitos em caso de defeitos.

**Proteção adicional:** Meio destinado a

garantir a proteção contra choques elétricos em situações de maior risco de perda ou anulação das medidas normalmente aplicáveis, de dificuldade no atendimento pleno das condições de segurança associadas a determinada medida de proteção e/ou, ainda, em situações ou locais em que os perigos do choque elétrico são particularmente graves. Uma medida aplicável é a utilização de dispositivo de proteção a corrente diferencial residual (formas abreviadas: dispositivo a corrente diferencial-residual, dispositivo diferencial, dispositivo DR): dispositivo de seccionamento mecânico ou associação de dispositivos destinada a provocar a abertura de contatos quando a corrente diferencial residual atinge um valor dado em condições especificadas. A Figura 3 evidencia a proteção através do seccionamento por relé diferencial residual de alta sensibilidade (menor que 30 mA).

A proteção adicional é sempre utilizada quando há a presença de influências externas, no caso, contato com a água, conforme estabelecido pela ABNT NBR 5410, que define os parâmetros referentes à resistência elétrica do corpo (Figura 4).

Nesse caso, pelo fato de o corpo humano estar em condições desfavoráveis,

somente o seccionamento automático acima mencionado não garante a integridade das pessoas. Desta maneira o uso de um relé diferencial de alta sensibilidade (30 mA) garante a proteção contra choques elétricos nas áreas úmidas, molhadas ou passíveis de presença de água.

O “texto proposto para revisão da NR 10” conforme consulta pública, define a obrigatoriedade da utilização como proteção coletiva adicional obrigatória contra choque elétrico o dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade ou outra tecnologia nas situações previstas em normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, somente na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis. Ou seja, ratifica de forma explícita as condições citadas na ABNT NBR 5410, que considerando o texto da NR 10 vigente já esta contemplado de forma intrínseca no item 10.39 - Memorial descritivo de projetos elétricos onde define a obrigatoriedade de se considerar, dentre outros fatores, as “influências externas”.

Medidas de controle para fogo de origem elétrica: As instalações elétricas devem ser feitas de materiais apropriados e que atendem às normas brasileiras de

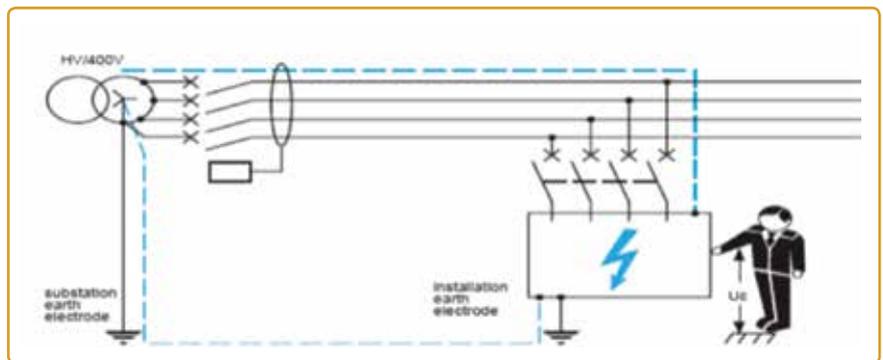


Figura 3 – Proteção adicional por diferencial residual.

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BB1	Elevada	Condições secas	Circunstâncias nas quais a pele está seca (nenhuma umidade, inclusive suor)
BB2	Normal	Condições úmidas	Passagem da corrente elétrica de uma mão à outra ou de uma mão a um pé, com a pele úmida (suor) e a superfície de contato sendo significativa (por exemplo, um elemento está seguro dentro da mão)
BB3	Fraca	Condições molhadas	Passagem da corrente elétrica entre as duas mãos e os dois pés, estando as pessoas com os pés molhados a ponto de se poder desprezar a resistência da pele e dos pés

Figura 4 – Resistência elétrica do corpo humano. Fonte: ABNT NBR 5410.



# CABINES ROMAGNOLE

Facilidade e rapidez na instalação de sua  
entrada de energia elétrica

Cabine de medição em média tensão  
Cabine de medição e proteção em média tensão  
Cabine de medição, proteção e transformação  
Cabine de transformação e medição na baixa tensão  
Cabine de medição do Mercado Livre  
Cabine de medição e proteção para geração solar  
Disjuntores on board  
Quadro de derivação pedestal de média tensão  
Quadros gerais de baixa tensão



instalações elétricas. Os materiais usados na instalação devem ser incombustíveis ou fogo retardante. As salas elétricas devem possuir sistema de obturação propiciando a isolação de um recinto ao outro, como por exemplo, feitas de material não combustível (CA1) e possuir sistema de detecção de fumaça.

A Figura 5 mostra as influências externas de “construção” definidas nas normas da ABNT.

As salas elétricas devem possuir sistemas de combate a incêndio prescritos pelas normas técnicas ou pelo Corpo de Bombeiros do Estado em que se situam. Os componentes elétricos não devem apresentar perigo de incêndio para os materiais vizinhos.

Exemplos de medidas de controle para incêndio em instalações elétricas.: a) Sistema de proteção contra incêndio; b) Número de saídas suficientes para a rápida retirada do pessoal em serviço, em caso de incêndio; c) Quantidade de equipamento suficiente para combater o fogo em seu estado inicial; d) Pessoas treinadas no uso correto destes equipamentos.

Medidas de controle para risco de arco elétrico: As medidas de controle existentes para o arco elétrico estão divididas em coletivas e individuais. As medidas de controle coletivas são as características da instalação elétrica, que, além de atender às

normas, propiciam uma condição segura de operação frente ao aparecimento de um arco elétrico. Nas medidas de controle coletivas para o risco de arco elétrico, estão: avaliação dos níveis de energia incidente de acordo com metodologias adequadas (como exemplo de referência para indústrias: NFPA© 70E 2018); limites de aproximação seguros (LAS); sinalização com etiquetas com nível de energia incidente; painéis com afluente de público com invólucro mínimo IP 2X; medidas de engenharia (como seccionamento automático da alimentação); painéis resistentes a arco interno, relés de arco elétrico e outros.

As medidas de controle individual estão relacionadas diretamente aos trabalhadores que manuseiam equipamentos elétricos conforme explicita a NR 10 nos itens 10.6 e 10.7. Nas medidas de controle individuais, estão os EPIs relacionados ao procedimento de vestimentas elétricas de acordo com o item 10. 2.9.2 da NR 10 e NFPA 70E-2018.

Ressalta-se que o “texto proposto para a revisão da NR 10” conforme consulta pública, contempla a adoção de medidas de controle para proteção ao risco de arco elétrico, em que destacamos a obrigatoriedade do cálculo de energia incidente (quando aplicável) e do LAS – Limite de Aproximação Segura para arco elétrico.

*Nota: Devido à complexidade, o tema*

“exposição ao risco de arco elétrico “ será tratado de forma específica em artigos posteriores.

**Descrição básica do sistema elétrico:** Deve ser descrito o sistema elétrico da empresa, evidenciando as características das instalações elétricas no que diz respeito às tensões operacionais, equipamentos existentes, tipos de linhas, sistema de geração, etc, e, principalmente, o sistema de aterramento adotado para os cenários elétricos existentes, descrevendo o princípio de atuação dos dispositivos de seccionamento automático em função do tipo de aterramento elétrico funcional adotado. Esse é um dos principais fatores de “não conformidades” evidenciadas nos Relatórios Técnicos da Instalação Elétrica (RTI) avaliados nas empresas.

**SPDA – Exigências normativas:** A documentação do SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas deverá ter seu projeto em versão “as built” além das recomendações de verificação conforme características da instalação e documentos exigidos conforme define a ABNT NBR 5419-2015.

**Atendimento à NR 12:** A análise de riscos elétricos deve contemplar a interface da NR 10 com outras NRs, em que condições intrínsecas referentes a medidas de controle de riscos elétricos devem ser observadas, como por exemplo, a NR12 – Máquinas e Equipamentos. A NR 12 define requisitos para uso de EBT em que “os componentes de partida, parada, acionamento e controles que compõem a interface de operação das máquinas e equipamentos devem operar em extra-baixa tensão de até 25 VCA ou de até 60 VCC, ou ser adotada outra medida de proteção contra choques elétricos, conforme normas técnicas oficiais vigentes. Algumas medidas de controle para choque elétrico no acionamento de máquinas são: isolação das partes vivas, equipamentos com grau de proteção IP 2X, aterramento das partes metálicas, sistema de aterramento TN-S, desconexão automática no caso de defeito.

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
CA1	Não combustíveis	-	-
CA2	Combustíveis	Edificações construídas principalmente com materiais combustíveis	Edificações construídas principalmente com madeira ou com outros materiais combustíveis

Figura 5 – Influências externas de construção. Fonte: ABNT NBR 5410.

Tensão Fase - Neutro	Situação 1	Situação 2
115, 120, 127 V	0,80s	0,35s
220 V	0,40s	0,20s
254 V	0,40s	0,20s
277 V	0,40s	0,20s
400 V	0,20s	0,05s

Figura 6 – Tempo de desconexão para garantir proteção contra choque elétrico.

Av. Sérgio Abdul Nour, 2106 .  
Distrito Industrial II . Itápolis SP . Brasil

+55 16 3263 9400

FAX 16 3263 9401

comercial@itaiputransformadores.com.br

[www.itaiputransformadores.com.br](http://www.itaiputransformadores.com.br)

# **ITAIPU**

## **TRANSFORMADORES**

MUITA TECNOLOGIA NA GERAÇÃO  
E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA.



Deve ser garantida a proteção para choque elétrico quando o seccionamento automático das instalações evidenciando-se os tempos de atuação dos dispositivos de seccionamento automático existentes para Situação 1 - Corpo Seco e Situação 2 - Corpo Molhado, conforme exemplo da Figura 6.

A proteção contra choque elétrico é garantida totalmente com as medidas já mencionadas como seccionamento automático da alimentação, aterramento e isolamento das partes vivas. No quesito de supervisão do sistema de parada, atualmente, predominam na indústria sistemas classificados como risco 1.



Figura 7 – Esquema de parada - Risco 1.

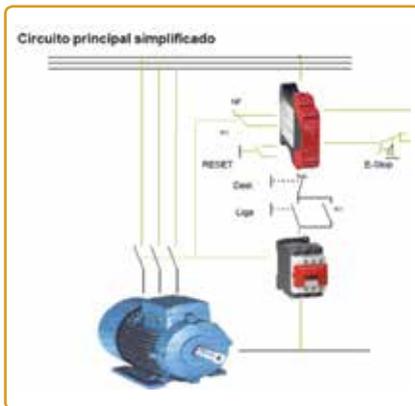


Figura 8 – Esquema de parada - Risco 2.

Sendo que ideal é o uso de sistemas classificados como risco 2, conforme Figura 8, em que há a inclusão de um relé de segurança para monitorar o circuito de abertura e garantir a sua integridade e garantia de parada.

**Áreas especiais:** Locais nos quais as condições favorecem o risco de choque elétrico, em que

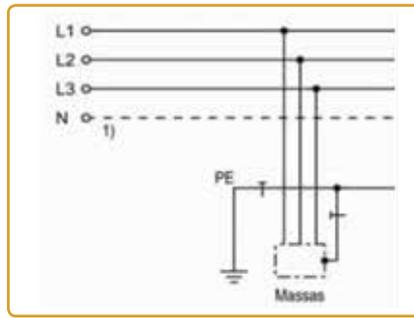


Figura 9 – Esquema sistema IT – “Puro”.

existem influências externas que não garantam as medidas de controle acima descrita, são denominadas de áreas especiais. Nessas localidades, a adoção das medidas de controle para choque elétrico, básica, suplementar e adicional, não garantem total proteção. Sendo assim será utilizado o recurso de fontes de separação com regime de aterramento IT, conforme mostra a Figura 9.

De acordo com a ABNT NBR 5410, em uma instalação IT, a corrente de falta, no caso de uma única falta à massa ou à terra, é de pequena intensidade, não sendo imperativo o seccionamento automático da alimentação, se satisfeita a condição da tensão de contato limite.

$$R_A \times I_d < U_L$$

Em que:

$R_A$  é a resistência do eletrodo de aterramento das massas, em ohms;

$I_d$  é a corrente de falta, em Ampere, praticamente nula sendo basicamente formada por corrente capacitiva;

$U_L$  é a tensão de contato limite.

No sistema de aterramento IT não há risco de aparecimento de tensão de contato e a desconexão frente à primeira falta não se faz necessária. Mesmo assim, o sistema promove a sinalização da falha de isolamento e por procedimento interno o trabalho é interrompido e a fonte substituída. Este tipo de alimentação é intrinsecamente seguro, pois não apresenta risco de choque elétrico no primeiro defeito. Os locais nos quais estas situações se aplicam são: compartimentos condutivos,

espaços de trabalho com locomoção restrita, painéis de área com influência externa de umidade e/ou água.

Evidências das medidas de controle adotadas: Deve ser evidenciado no RTI as medidas de controle adotadas considerando-se as premissas apresentadas, onde como exemplo citamos:

#### Proteção para choque elétrico – Alta tensão:

Em uma subestação de entrada em alta tensão, por exemplo 138 kV, as medidas de controle adotadas são: limitação das tensões de passo e toque, malha de aterramento, restrição de acesso, sinalização, colocação fora de alcance, e outros.

#### Proteção para choque elétrico – Média tensão:

Nas instalações de média tensão, as medidas adotadas são: aterramento das partes metálicas, compartimentação, seccionamento automático da fonte, sinalização, e outros.

#### Proteção para choque elétrico – Baixa tensão:

Nas instalações de baixa tensão em uma área fabril, por exemplo, devem ser adotadas as seguintes medidas: aterramento das partes metálicas, compartimentação, seccionamento automático, sinalização, sistema de aterramento por alta impedância (IT), painéis do Tipo TTA \ PTTA, e outros.

Ressalta-se que o atendimento a requisitos técnicos específicos para proteção a riscos elétricos está definido na NR 10 vigente, e no “texto proposto”, para atualização da mesma, requisitos específicos para proteção ao risco de choque elétrico por contato direto, choque elétrico por contato indireto e arco elétrico são descritos de forma explícita tendo como referências as normas técnicas ABNT NBR 5410 (baixa tensão) e ABNT NBR 14039 (média tensão).

\*Aguinaldo Bizzo de Almeida é engenheiro eletricista e de Segurança 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.



# GRUPO *Gimi*



# NEW PICCOLO



Somos homologados



- ✓ Classe de Tensão: 17,5kV;
- ✓ NBI: 95kV;
- ✓ Capacidade de curto circuito: 16kA/1s;
- ✓ Corrente nominal: 400A / 630A;
- ✓ Grau de Proteção: IP-4X - uso abrigado e IP-54 - uso ao tempo;
- ✓ Classificação ao arco interno: IAC-A-FL-12,5kA/1s-PM.



• **Microcompact**  
Cubículo classe 24 kV  
com seccionadora em SF6  
17,5kV / 24kV, 12,5kA/1s 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,  
600A, 380V, Forma construtiva 2A, 25kA



• **MAGGIORE**  
Cubículo extravel classe 15kV,  
até 2500A, 01,5 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



gimisolucoesenergia  
 gimi.com.br  
 +55 11 4752-9900



GIMI POGLIANO BLINDOSBARRA  
BARRAMENTOS BLINDADOS

gpbarramentosblindados  
 gimipogliano.com.br  
 +55 11 4752-9900

# Capítulo IV

## Descarbonização na Pandemia: situação momentânea ou catalizador permanente?

### DESCARBONIZAÇÃO NO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2020

O mundo foi assolado pela Covid-19 neste primeiro semestre de 2020. De forma a frear a propagação do vírus e reduzir a quantidade de vidas perdidas, medidas extremas de lockdown e isolamento social foram implementadas. Além do impacto na saúde, a crise teve grandes impactos para economias globais, uso de energia e emissões de CO<sub>2</sub>. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), até meados de abril os países em lockdown passaram por um declínio médio de 25% na demanda de energia e nos países em bloqueio parcial houve um declínio médio de 18%, durante o período em que foram impostas as restrições.

A demanda global de energia diminuiu 3,8% ou 150 milhões de toneladas de óleo equivalente (Mtoe), no primeiro trimestre de 2020, sendo o mês de março aquele em que houve menor demanda, quando as medidas de isolamento foram fortemente aplicadas na Europa, América do Norte e em outras regiões.

No cenário global, e considerando as principais fontes de energia, o carvão teve a

maior queda na demanda, caindo quase 8% em comparação com o primeiro trimestre de 2019. A China, com uma economia baseada em carvão, foi a principal responsável pela queda, tanto por ter sido o epicentro da pandemia no 1º trimestre, como pela influência do barateamento do gás natural, do crescimento das renováveis e pela ajuda do clima, que limitaram o seu uso.

A demanda de petróleo teve uma queda de quase 5% no primeiro trimestre, principalmente em relação à redução da mobilidade e da aviação, que representam quase 60% do petróleo global. No caso do gás natural, o impacto girou em torno de 2%, porque as economias baseadas em gás não foram fortemente afetadas no primeiro trimestre de 2020. Já as fontes renováveis, na contramão da queda dos outros combustíveis, foram as únicas que registraram um crescimento na demanda, impulsionado por maior capacidade instalada e expedição prioritária, conforme anunciado pela IEA.

Com relação às emissões globais de CO<sub>2</sub> em função dos impactos da pandemia, estas caíram acima de 5% no primeiro trimestre de 2020 em relação ao mesmo

período de 2019. Este resultado foi em função do declínio de 8% das emissões do carvão, 4.5% das emissões do óleo e 2.3% do gás natural.

As emissões de CO<sub>2</sub> tiveram o seu maior declínio nas regiões que sofreram mais cedo os maiores impactos, como a China (-8%), a União Européia (-8%) e os Estados Unidos (-9%). A expectativa da IEA é de que as emissões totais em 2020 deverão diminuir em 8%, ou quase 2,6 gigatoneladas (Gt), para níveis de 10 anos atrás. Essa redução seria seis vezes maior que a redução recorde anterior de 0,4 Gt em 2009, causada pela crise financeira global - e duas vezes maior que o total de todas as reduções anteriores, desde o final da Segunda Guerra Mundial.

No Brasil, de acordo com o Observatório do Clima, nas emissões decorrentes das mudanças de uso da terra, em especial o desmatamento na Amazônia e Cerrado, não foi possível identificar um comportamento correlacionado entre a Covid-19 e o ritmo das atividades e, portanto, o impacto nas emissões. Esse grupo de emissões corresponde a 44% do total do Brasil, de acordo com os últimos dados disponíveis, que usou como ano base 2018.

A energia corresponde ao segundo grupo com mais emissões no Brasil, 21 %, e este sim apresentou uma forte redução em suas emissões no primeiro semestre, decorrente da forte retração econômica.

O terceiro fator com maior emissão no Brasil é o setor da pecuária com 20% do total de emissões. Esse setor apresentou uma alta das emissões neste período de pandemia. Esse crescimento é decorrente da recessão econômica em que a população em geral está com menos condições financeiras para comprar carne, fazendo com que tenha ocorrido uma redução no abate de bovinos no País, o que está acentuando as emissões de gases causadores do efeito estufa.

Analisando com mais detalhes as emissões do setor de energia elétrica, é possível afirmar que a redução no consumo de energia diminuiu também a operação das usinas que precisam produzir essa energia e, conseqüentemente, as emissões provocadas por elas. Cenários elaborados pela IEA apontam que a crise econômica associada à pandemia pode causar um impacto na demanda de energia sete vezes maior do que a crise financeira global de 2008.

Um estudo realizado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica entre o período de 21 de março e a 8 de maio aponta uma redução de 11% no consumo de energia elétrica em todo o País, quando comparado com o mesmo período do ano passado. Alguns setores tiveram quedas muito bruscas como as indústrias automobilísticas e de metalurgia.

É possível observar que apenas os setores alimentícios e de saneamento apresentaram crescimento no consumo no período de 12 meses analisado, tendo em vista que eles foram menos afetados pela crise, pois os seus produtos são considerados necessidades vitais para as pessoas.

Analisando o consumo do setor residencial, é possível observar que também há aumento em seu consumo, o que é explicado pelo fato de as pessoas

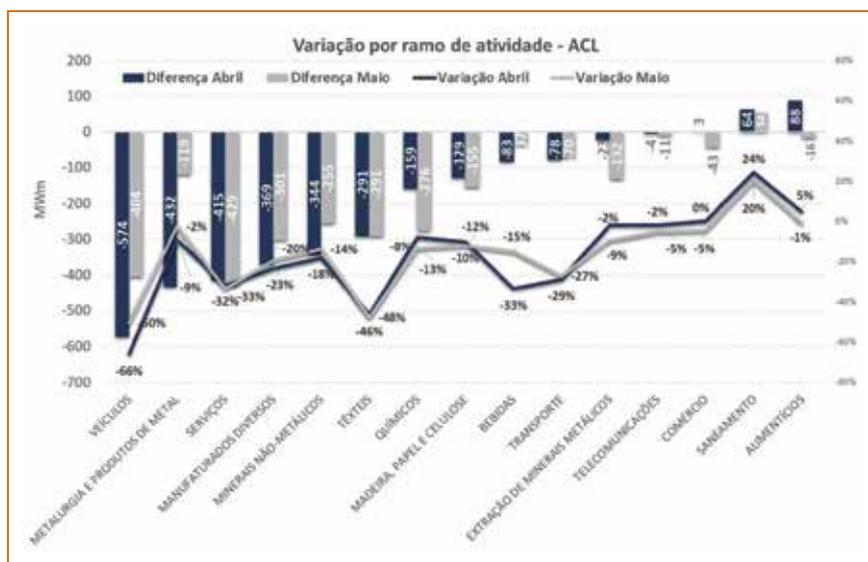


Figura 1 - Diferença do consumo de energia elétrica entre 21 de março e 8 de maio de 2020 em comparação com o mesmo período de 2019.

estarem mais em casa nesse período. Entretanto, a maior representatividade no consumo de energia no País é atribuída ao setor industrial, por esse motivo que a redução brusca nesse setor é mais representativa para o consumo do País como um todo, fazendo com que haja essa redução de 11% no consumo nacional dentro do período analisado.

## MUDANÇA DE HÁBITO DOS CONSUMIDORES

Os efeitos identificados no primeiro semestre de 2020 correspondem a um cenário em que vivemos o pico das restrições de isolamento social. Ao longo do segundo semestre haverá medidas progressivas de relaxamento dessas restrições, porém ainda em um cenário transitório.

Apenas a partir do momento em que for desenvolvida uma vacina eficaz, e que toda a população tenha a oportunidade de recebê-la, é que teremos o nosso novo normal. A mudança de hábitos ao qual este fascículo está se referindo considera justamente o momento após vacina, na qual poderemos ter novamente a liberdade de retomar a nossa rotina de

vida e, por consequência, os nossos hábitos de consumo.

Um estudo da consultoria internacional McKinsey, realizado em maio deste ano, estabeleceu 10 características principais de mudança do comportamento dos brasileiros em seus hábitos de consumo, após passada essa fase de crise, sendo eles:

- Realização de atividades a distância que antes não eram comuns, como, por exemplo, aulas para crianças, atividades de bem estar físico e psicológico, telemedicina, dentre outros;
- Corte de gastos em produtos e serviços supérfluos por consequência da crise financeira que deverá levar muito tempo para passar, fazendo com que consumidores estejam mais dispostos a realizar compra de produtos usados;
- Aumento da infidelidade a uma marca ou loja justamente para buscar alternativas mais baratas e com outras facilidades como entrega;
- Deverá permanecer parte do hábito com limpeza e higiene, tendo em vista que esse comportamento previne outras doenças;
- Maior preocupação com a saúde e qualidade de vida, refletido na

alimentação direcionada para produtos frescos e realização de atividade física em casa;

- A casa das pessoas assume um papel mais importante no convívio, entretenimento e até mesmo para o trabalho;

- Quebra da barreira de comportamento e vestuário entre casa e trabalho, fazendo com que haja um novo padrão comum a ambas situações;

- As pessoas devem dedicar ainda mais importância às ações de sustentabilidade, tendo em vista seu reflexo na qualidade de vida de todos de uma forma geral;

- Busca por compra de produtos e serviços de marcas que apresentam um propósito adicional ao negócio principal, que se dedique a trazer benefícios para a sociedade em geral;

- Desvalorização da metrópole, tendo em vista maior oportunidade de trabalhar em casa e maior disseminação de compras online, considerando também que regiões densamente povoadas são grandes transmissoras de doenças por contágio.

Nota-se por esse estudo que alguns comportamentos que desenvolvemos nesse período de intenso isolamento social devem permanecer após o relaxamento das restrições, fazendo com que tenhamos novos hábitos de convívio e consumo.

Tal comportamento trará impactos diretos e indiretos na descarbonização. Além do comportamento e do impacto de cada pessoa em si, as mudanças na forma de consumo e na seleção das marcas e produtos também devem indicar um novo sinalizador ao mercado das preocupações dos consumidores que ajudarão nos direcionadores estratégicos dessas empresas.

Até o ano passado, o mundo de uma forma geral já estava evoluindo com

uma tendência muito forte de redução das suas emissões de gases que afetam o meio ambiente. Nos capítulos seguintes avaliaremos mais especificamente como essa mudança no hábito dos consumidores deve refletir nessa tendência mundial de descarbonização.

### IMPACTOS PERMANENTES

Tendo em vista um novo cenário econômico e, por consequência, novos hábitos de consumo que farão parte do novo comportamento normal dos consumidores, algumas mudanças terão um resultado permanente após o período transitório de pandemia. A seguir estão descritos alguns exemplos desses efeitos que apresentam um impacto direto no processo de descarbonização, seja ele com impacto positivo ou negativo.

#### *Infraestrutura hospitalar*

Neste primeiro semestre de 2020 vimos um investimento muito grande na infraestrutura hospitalar, algumas de caráter provisório e outras de forma permanente. Mesmo os hospitais de campanha, que serão posteriormente desativados, trazem um efeito permanente nos equipamentos utilizados para equipá-los, que posteriormente poderão ser utilizados pelos hospitais permanentes.

Toda essa infraestrutura fez movimentar não apenas a indústria de fabricação, mas também de manutenção desses equipamentos. O crescimento desse segmento causará um aumento em suas emissões, tendo em vista o maior emprego de pessoas, o aumento da fabricação de insumos, o maior deslocamento das pessoas para realizar manutenção nos equipamentos, dentre outros aspectos.

Neste cenário de crise, apenas poucos setores da economia apresentam desempenho positivo, como o caso

relatado do setor de saúde, entretanto, a maior parte tem sofrido efeitos negativos, que inclusive deve repercutir posteriormente em nosso novo normal.

#### *Turismo*

O setor de turismo está sendo um dos mais afetados por essa crise no momento atual, e não deverá retornar ao seu porte antes da crise. Vamos avaliar algumas informações para materializar esse impacto. Em março de 2020, quando foram decretadas as primeiras medidas de isolamento social, a bolsa de valores de São Paulo fechou com queda de 30%, o pior resultado dos últimos 22 anos. Dentre os 20 papéis que mais desvalorizam, encontram-se várias companhias aéreas e empresas de turismo, contabilizando perdas de mais de 50%.

A imagem que reflete esse impacto é o aeroporto de Congonhas, localizado dentro da cidade de São Paulo. Em abril deste ano houve 98% de redução na quantidade de voos neste aeroporto.

Passada essa crise, não há expectativa de retomada do movimento anterior, por alguns motivos. O primeiro, e talvez o principal, refere-se à crise econômica que fará com que as pessoas cortem gastos supérfluos, nos quais se encaixam viagem de férias. Outra questão refere-se ao dólar elevado que reduz ainda mais a quantidade de pessoas que possuem condições financeiras de viajar para fora do País. Segundo projeções do Banco Suíço UBS, mesmo para 2021 o dólar deve variar entre 4,30 e 7,30, ou seja, valores muito elevados para realizar gastos fora do País.

Até mesmo as viagens de negócio devem diminuir, tendo em vista que as empresas de uma forma geral estão usando em grande escala as reuniões e eventos por meio de videoconferência. Esse é um hábito de deve substituir boa parte das viagens a trabalho em nosso novo normal.

### **Logística**

As empresas que possuem a possibilidade de desenvolver trabalhos remotos se viram forçadas a implementar essa metodologia de trabalho (para quem ainda já não havia estabelecido este método) e algumas delas devem adotar esse método como uma forma permanente de trabalho. Com isso temos menos deslocamento das pessoas, menos uso de energia no escritório, e conseqüentemente, menos emissões.

Algumas grandes empresas como Coca-Cola, Twitter, XP, Nubank e Enel já anunciaram que o home-office está instituído até o final de 2020 e estudam a adoção como forma definitiva de trabalho para as atividades que permitem esse regime. O caminho que essas grandes empresas estão adotando certamente serve de exemplo para as demais, já que essa é uma forma de trabalho de grande interesse dos colaboradores e as ações de gestão de pessoas das empresas buscam sempre equiparar os benefícios e condições de trabalho para evitar a perda dos seus profissionais talentosos.

A telemedicina teve a sua regulamentação acelerada por causa da pandemia e deve se tornar uma nova forma comum de consulta, reduzindo o deslocamento das pessoas para uso deste tipo de serviço.

Com essas tendências, haverá muita redução permanente no deslocamento diário das pessoas até os seus destinos, o que representa uma significativa redução nas emissões.

Continuando no setor de transporte, mas agora com outra vertente, vamos avaliar os efeitos decorrentes das compras on-line já citadas anteriormente. Com a realização de mais compras on-line há necessidade de realizar a entrega dos produtos, o que resulta em um aumento das emissões, porém, observando a cadeia como um todo, considerando que essa entrega deve ser feita em um veículo compartilhado com

várias outras entregas, com uma logística otimizada, a quantidade de emissões deve ser menor do que o deslocamento de todas as pessoas individualmente que poderiam ter ido a loja comprar todos os produtos que estão dentro de um único caminhão de transporte. Portanto, em âmbito geral, deve haver um resultado benéfico na redução das emissões dessa tendência pós-pandemia.

O setor de transporte, seja ele terrestre ou aéreo, é um grande emissor de gases que impactam o meio ambiente, por esse motivo, a redução neste setor deve causar também uma redução significativa que permanecerá após essa fase transitória de crise.

Ampliando essa análise, toda a logística de uma forma geral será alterada de modo que as pessoas se desloquem menos. Um estudo realizado pelo banco BTG Pactual e a empresa Decode no mês de maio deste ano intitulado “O legado da quarentena para o consumo” indica 8 tendências que devem ficar como esse legado, sendo que a maior parte delas está relacionada à questão da redução da logística e mobilidade das pessoas. Vejam essas tendências:

- Cursos on-line;
- e-Commerce de farmácia;
- Contactless payment;
- Apps de atividades físicas;
- Web meeting;
- Logística (esse tema trata do aumento do serviço de delivery para alimentação);
- Entretenimento vs. educação (plataformas online de jogos e vídeos);
- Health (cuidados com a saúde).

### **IMPACTOS INCERTOS**

Algumas tendências de mercado estão bem consolidadas e há indicadores e ações efetivas que apontam o caminho a seguir após o período de pandemia. Contudo, nem todos os setores apresentam a mesma sinalização. A seguir estão descritas algumas perspectivas que podem ter impactos em

nosso novo normal, com um maior grau de incerteza sobre esse cenário prospectivo.

### **Geração distribuída**

Já está muito evidente a ênfase das pessoas no consumo racional e busca pela redução de despesas. Antes da pandemia havia um movimento intenso das pessoas gerarem sua própria energia elétrica para buscar redução das despesas. Por mais que esse objetivo esteja consonante com o propósito das pessoas após pandemia, gerar sua própria energia requer um investimento inicial, o que pode ser inviável para um cenário de crise econômica para muitas pessoas.

Caso as pessoas consigam desenvolver essas ações, ou se houver programas governamentais que auxiliem nesse investimento inicial, a geração de energia elétrica de forma distribuída pode continuar crescendo, contribuindo para a descarbonização.

Essa contribuição refere-se ao fato que a geração descentralizada geralmente não emite gases ao meio ambiente, pois predominantemente no Brasil é utilizada a fonte solar fotovoltaica, enquanto a geração centralizada é atendida parcialmente por usinas térmicas, que apresentam emissões de diferentes graus de acordo com a fonte utilizada.

### **Investimento das empresas em descarbonização**

Um dos motivos que atribuía muita força ao movimento de descarbonização referia-se à visão de que uma empresa que colabora com o meio ambiente é bem vista pelo consumidor, por esse motivo que este tema passou a fazer pauta da visão estratégica das empresas, sendo refletido em diversas ações corporativas de redução dos impactos de suas operações.

No momento as empresas estão “lutando pela sua sobrevivência”, por esse motivo que a visão estratégica de longo prazo não

tem sido prioridade das organizações em detrimento das medidas necessárias para conseguir ter fluxo de caixa suficiente para cumprir com seus compromissos nesse período de queda repentina de receita.

Depois que passar esse período mais crítico, a visão estratégica deve ser retomada e é possível que sejam mantidos os vetores ambientais que norteavam esses planos. Contudo, essa é uma afirmação ainda incerta, tendo em vista a dificuldade de realizar a previsão do comportamento futuro dos consumidores frente a visão que eles têm das empresas.

Como teremos um novo perfil de consumidor, as empresas deverão estabelecer novos planejamentos estratégicos, observando o novo cenário que se apresenta e, principalmente, quais serão os principais aspectos valorizados pelos consumidores no momento de comprar um produto ou serviço.

A crise econômica que sucederá esse período pode fazer com que a busca por produtos de menor custo seja a prioridade máxima do consumidor, acima de qualquer outro perfil ou característica das empresas. Por outro lado, o momento de crise pode despertar ainda mais nas pessoas o valor da vida, fazendo com que haja uma valorização das empresas que se preocupam com o bem estar das pessoas, o que inclui as condições do Planeta em que vivemos.

A questão que se impõe é que ao estar dentro do furacão fica muito difícil olhar para fora dele. Esses impactos são incertos, podendo até mesmo serem neutros, retomando o comportamento anterior das empresas que estava contribuindo com os aspectos ambientais. Possivelmente precisamos de mais tempo para ter essas afirmações, com menor grau de incerteza.

#### **Investimento privado em geração renovável de energia**

Outro efeito incerto refere-se ao

aumento do mercado livre de energia, que é um grande fomentador de geração renovável. Para ilustrar essa questão, a Honda possui uma usina eólica no município de Xangrilá no RS, a Ambev possui 31 usinas solares espalhadas pelo Brasil para atender suas plantas e o último exemplo é da Braskem que fechou um contrato para comprar toda a energia proveniente da expansão de uma usina solar no Rio Grande do Norte. A energia de todas essas usinas é utilizada por essas empresas no mercado livre.

Com a redução do consumo de energia elétrica no País, as distribuidoras de energia estão passando por dificuldade financeira e o governo criou a Conta Covid, que consiste em um empréstimo bancário de aproximadamente 15 Bilhões de Reais para socorrer essas empresas. Esse empréstimo será pago pelo consumidor de forma parcelada na tarifa.

Um empréstimo semelhante ocorreu em 2014, causando um aumento da tarifa do consumidor regulado no ano seguinte, criando uma grande onda de migração de consumidores para o mercado livre em 2015 e 2016, na busca por menores custos com energia elétrica.

É possível que ocorra algo parecido agora, porém o cenário é muito diferente do que o existente na época. Em 2014, a taxa Selic estava na casa dos 11%, agora estamos com 3%, portanto, o custo financeiro sobre a operação é muito menor. O empréstimo de 2014 totalizou um montante de R\$ 21,2 bilhões, o atual é menor, mas esse valor ainda pode ser alterado até o final do ano dependendo das condições do setor.

As variáveis ainda são muitas para afirmar se haverá uma nova onda de muitas migrações para o mercado livre e se essa onda alavancará a geração renovável, como estávamos observando antes do início na pandemia, portanto essa é um impacto incerto que precisa ser monitorado.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base neste cenário é possível observar que o nosso novo normal terá impactos relevantes na vida das pessoas e isso deve se refletir no comportamento do consumidor, que por sua vez será o direcionador da revisão do posicionamento estratégico das empresas.

A intensa e abrupta descarbonização apresentada no momento atual de pandemia não será permanente, porém, a sua retomada voltará em diferentes graus dependendo do setor da economia com o qual está sendo tratado.

É possível que algumas cicatrizes desse cenário atual fiquem por um longo período, o que deve se tornar um catalizador do processo descarbonização, porém essa afirmação precisará de um período maior e acompanhamento do comportamento das pessoas e das organizações para que seja possível estabelecer um cenário mais maduro do que será o nosso novo normal.

---

*\*Célio Berman é professor associado 2 do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP); Daniel Bento é engenheiro eletricista, com MBA em Finanças e certificação internacional em Gerenciamento de Projetos pelo PMI. Membro do Cigré e atual diretor executivo da Baur do Brasil; Sonia Hermsdorff é bióloga, tendo trabalhado por 14 anos no setor elétrico. Atualmente, é doutoranda em Energia pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP).*

*\*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, tendo sido o responsável técnico por toda a rede de distribuição subterrânea da cidade de São Paulo. Atualmente, é diretor executivo da Baur do Brasil.*

# Renováveis

ENERGIAS COMPLEMENTARES

Ano 3 - Edição 46 / Maio - Junho de 2020



Atitude.editorial

## FASCÍCULO

### Sistemas de armazenamento de energia como suporte à GTD

NOTÍCIAS DE MERCADO

COLUNA SOLAR: NOVAS TECNOLOGIAS E MODELOS DE NEGÓCIOS PARA A RECUPERAÇÃO ECONÔMICA DO BRASIL

COLUNA EÓLICA: DIA MUNDIAL DO VENTO E 16 GW DE ENERGIA EÓLICA

CONVERSA COM VINICIUS AYRÃO: HOMOLOGAÇÃO DE MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA

APOIO





# Sistemas de armazenamento de energia como suporte à transmissão, distribuição e geração de energias renováveis



**Figura 1 – Sistema de Armazenamento de Energia por Bateria (BESS) com 309 MW no parque eólico de construída pela Tesla, no sul da Austrália.**

A utilização de fontes renováveis para a geração de energia vem crescendo nos últimos anos com destaque para a energia eólica e solar, as quais são fontes limpas e inesgotáveis. Dentre elas, a eólica vem crescendo mais rapidamente. Estima-se que, até 2030 a energia total de usinas eólicas existentes no mundo seja algo em torno de 2200 TWh.

Apesar de o uso de fontes renováveis trazer vantagens ao meio ambiente, a sua inserção, de maneira mais pesada, ao sistema elétrico ainda passa por dificuldades, pois, devido à natureza intermitente do vento e da radiação solar, flutuações de energia elétrica são comuns na saída de parques eólicos e solares. Por causa de tais flutuações, garantir uma boa estabilidade e confiabilidade ao sistema elétrico se torna um desafio. Levantar formas para mitigar essa intermitência torna-se um ponto crucial na inserção das fontes renováveis ao sistema elétrico.

Existem quatro formas básicas para mitigar os problemas ocasionados pela inclusão das fontes intermitentes: uso de centrais geradoras flexíveis de rápida entrada em operação; aumento de interconexão com regiões vizinhas – aumento da potência de curto-circuito (rede mais forte); aplicação de controle pelo lado da carga (resposta do lado de demanda, que requer a opção pelo cliente e rede de comunicação forte) e, finalmente, o uso de Sistemas de Armazenamento de Energia (ESS – Energy Storage System).

Como já é conhecido, a tecnologia ESS converte energia elétrica em outra forma de energia que possa vir a ser armazenada e, quando necessário, converter-se de volta em energia elétrica. Essa energia pode ser armazenada de forma mecânica, química, eletromagnética e térmica. Vale ressaltar que, entre todas as soluções apresentadas para eliminar os problemas devido à intermitência, a utilização de ESS vem a ser a mais promissora devido a sua alta flexibilidade em aplicações no sistema elétrico.

As aplicações da tecnologia ESS podem acontecer em todos os níveis do sistema elétrico (geração, transmissão, distribuição e consumidor) e são divididas em cinco categorias: suprimento de

energia, serviços ancilares, serviços de infraestrutura e suporte da transmissão e distribuição, serviços atrás do medidor e serviços de integração a renováveis.

## Aplicações e vantagens na utilização de ESS

Na divisão em categorias a seguir, são apresentadas algumas aplicações e vantagens oferecidas pelo ESS.

Suprimento de energia	Serviços ancilares	Serviços de suporte e infraestrutura a transmissão e distribuição	Serviços atrás do medidor
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Time-shift</li> <li>• Capacidade de fornecimento de energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulação de tensão</li> <li>• Regulação de frequência</li> <li>• Capacidade de reserva elétrica</li> <li>• Suporte a tensão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postergação</li> <li>• Alívio de congestionamento</li> <li>• Suporte a transmissão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade de energia</li> <li>• Confiabilidade</li> <li>• Time-shift</li> <li>• Controle de demanda</li> </ul>

### Suprimento de energia

São serviços que devem armazenar grandes quantidades de energia. Existem duas aplicações nessa categoria:

- **Time-Shift ou deslocamento de energia:** a energia é armazenada em períodos nos quais a geração excede a demanda com o objetivo de ser utilizada em momentos em que a demanda excede a geração.
- **Capacidade de fornecimento de energia:** a energia aqui é armazenada em período de baixa demanda como, por exemplo, durante a madrugada, para ser utilizada em período de ponta ou eventos que venha resultar em sobrecarga do sistema elétrico.

### Serviços ancilares

São serviços considerados necessários para a operação segura e confiável do sistema elétrico, com as seguintes aplicações:

- **Regulação por área:** são regulações que são realizadas na tensão ou na frequência.
  - **Regulação de tensão:** as variações de tensão entre a geração e a demanda podem ser reguladas utilizando potência reativa provida pela tecnologia ESS.
  - **Regulação de frequência:** as variações de frequência entre a geração e a demanda podem ser reguladas utilizando potência ativa provida pela tecnologia ESS.

• **Capacidade de reserva elétrica:** São reservas elétricas que estão sempre disponíveis para suprir o sistema elétrico e que são utilizadas quando, por algum motivo, a geração não produz como normalmente deveria. ESS que trabalham nesse tipo de aplicação devem estar sempre carregadas para descarregar apenas quando solicitadas/necessário. De maneira geral, há três tipos de capacidade de reserva elétrica:

– **Reserva girante:** primeiro tipo a ser utilizado durante um evento de insuficiência na geração. Esse tipo de reserva está funcionando em sincronia com a rede (mesma frequência) e deve estar sempre on-line (funciona em conjunto com a rede). Se trata de uma reserva elétrica capaz de responder dentro de 10 minutos na ocorrência do evento. Para correção de variação na frequência, a reserva girante é capaz de responder dentro de 10 segundos.

– **Reserva suplementar:** reserva que pode estar off-line (trabalhando de maneira cega ao sistema) ou que trabalha exclusivamente com cargas que são consideradas restritivas e/ou interrompíveis. O serviço é capaz de responder dentro de 10 minutos. A reserva suplementar não está trabalhando em sincronia com o sistema e é utilizada quando todas as reservas girantes estão on-line.

– **Reserva de suporte:** reserva que essencialmente serve de suporte à reserva girante e a reserva suplementar.

• **Suporte a tensão:** É possível conseguir uma tensão estável ao eliminar reativos do sistema elétrico através do uso conjunto de uma tecnologia ESS e um conversor de frequência. Esse tipo de aplicação é bem relevante em diversos níveis do sistema elétrico.

Serviços de suporte e infraestrutura à transmissão e à distribuição São serviços voltados a infraestrutura da rede elétrica bem como de capacidade e qualidade de transmissão. Tem-se nessa categoria as seguintes aplicações:

• **Postergação:** está relacionado com as mudanças na infraestrutura que pode acontecer na rede elétrica. O investimento no reforço de uma linha de transmissão ou no aumento de uma subestação para atender à demanda crescente pode ser postergado ao utilizar uma tecnologia ESS. Geralmente, a necessidade de investimento na linha de transmissão ou subestação acontece por causa dos picos esporádicos de demanda, como por exemplo, horários de ponta. Tais picos possuem duração de apenas algumas horas, o qual uma tecnologia ESS é capaz de suprir tranquilamente. Nesse caso, o investimento em uma ESS pode ser menos custoso se comparado a ampliação da rede elétrica ou subestação. Dependendo do perfil de carga, a postergação pode se tornar bem grande.

• **Alívio de congestionamento:** muitas das vezes a geração não consegue atender à demanda ou a geração produz mais do que a demanda, isso resulta no congestionamento da linha de transmissão. Uma tecnologia ESS é capaz de suprir a demanda ou armazenar o excesso da geração, desse modo, evitando o congestionamento da linha de transmissão.

• **Suporte à transmissão:** O ESS utilizado para suporte de transmissão melhora o desempenho do sistema transmissão e distribuição ao todo através da compensação de anomalias elétricas e distúrbios, como queda de tensão, tensão instável, e ressonância subsíncrona. O resultado é um sistema mais estável com desempenho melhorado. Serviços atrás do medidor

São serviços relacionados a sistemas elétricos de pequeno porte ou cliente. É importante destacar que os serviços dessa categoria atuam exclusivamente no nível do consumidor, diferente das outras aplicações mostradas anteriormente as quais podem atuar em todos níveis. Encaixa-se nessa categoria as seguintes aplicações:

• **Qualidade de energia:** basicamente, a ESS é responsável por filtrar harmônicos e variações na tensão.

• **Confiabilidade:** a tecnologia ESS é capaz de suprir eletricidade em momentos de falta.

• **Time-Shift ou deslocamento de energia:** similar ao anteriormente comentado, porém, aqui, o suporte de tensão acontece exclusivamente no nível do consumidor.

• **Controle de demanda:** A tecnologia ESS é capaz de suprir a demanda do cliente, desse modo, tornando-o mais independente da rede elétrica. Ajuda a reduzir contratos de demanda, bem como reduzir custos de consumo.

---

*Pedro André Carvalho Rosas possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Pernambuco (1996), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Pernambuco (1999) e doutorado em Engenharia Elétrica na Universidade Técnica da Dinamarca (2003). Atualmente é professor Adjunto 1 da Universidade Federal de Pernambuco. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Geração da Energia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: turbinas eólicas, qualidade de energia, integração elétrica de novas fontes, armazenamento e mobilidade elétrica. Atualmente 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 graduado em Engenharia Elétrica com habilitação em eletrônica, possui pós graduação em Engenharia de Suprimentos em petróleo e gás natural com especialização em classificação de áreas para instalações elétricas em ambientes com atmosferas explosivas, mestrado em processamento de energia renovável, doutorado em andamento em utilização de armazenamento de energia para sistemas híbridos de geração de energia renovável, transmissão e distribuição conectados à rede elétrica pela UFPE e MBA em gestão de projetos pela UNESA. Atua em projetos de pesquisa e desenvolvimento em armazenamento de energia, integração de fontes renováveis e mobilidade elétrica para empresas de geração, transmissão e distribuição de energia. É professor de cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia e professor formador no IFPE em sistemas de energia renovável.*



# CINASE

Congresso & Exposição



# O CINASE te espera!

O Circuito Nacional do Setor Elétrico voltará com força total no próximo semestre. É hora de programar-se para nossas próximas edições.

+ 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.

**SUL**



**NOVA DATA**

**38ª Edição – Curitiba/PR**  
02 e 03 de Setembro de 2020  
Centro de Eventos FIEP

**NORDESTE**

**39ª Edição – Salvador/BA**  
07 e 08 de Outubro de 2020  
Centro de Convenções de Salvador

**SUDESTE**

**40ª Edição – Campinas/SP**  
04 e 05 de Novembro de 2020  
Expo D. Pedro

**CENTRO-OESTE**



**NOVA DATA**

**41ª Edição – Goiânia/GO**  
01 e 02 de Dezembro de 2020  
Centro de Convenções de Goiânia - CCGO



aponte a câmera do seu smartphone e saiba mais





*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.*

Na edição anterior tratamos de homologação de um sistema de minigeração fotovoltaica.

Falaremos agora sobre homologação em minigeração.

Antes de começar, me sinto na obrigação de ressaltar que esse texto tem uma série de opiniões pessoais, então, prepare-se!

### **Minigeração – O que é?**

A REN 482/2012 e alterações define que Minigeração distribuída é quando a potência do sistema é superior a 75 kW e inferior a 5.000 kW. Normalmente, a potência em CC (a chamada potência pico) é superior à potência do inversor em CA (em colunas futuras trataremos do porquê disso).

A ANEEL considera que a potência do gerador FV é o menor valor entre a potência CC e a potência CA.

Para potências acima de 75 kW e inferior a 2500 kW, a tensão de atendimento da unidade consumidora, pela REN 414 é igual ou inferior a 34,5 kV (a maioria das concessionárias vai trabalhar com tensões nominais de 13,8 kV; 24,5 kV; e 34,5 kV).

Potências superiores a 2500 kW são alimentadas em 69 kV ou superior. Existem uma série de exceções nesses limites, que não trataremos hoje.

### **Homologação de minigeração**

Eu dividirei a homologação da minigeração em três condições distintas:

- Minigeração onde existe UC e carga disponível;
- Minigeração onde existe UC e não há carga disponível;
- Minigeração onde não existe UC.

#### **Minigeração onde existe UC e carga disponível**

Essa seria a hipótese mais simples. Ou nem sempre.

De forma geral, nesses casos, as concessionárias basicamente exigem um formulário, padronizado pela Aneel, o esquema unifilar, um projeto elétrico, o memorial descritivo e os registros do Inmetro de módulos e inversores. No entanto, dependendo da potência da subestação e da potência do sistema, podem ser necessárias intervenções na subestação, principalmente na proteção.

A Cemig, por exemplo, irá exigir que seja instalado um transformador de aterramento no lado de média tensão.

A grande maioria das concessionárias, a partir de 300kW de sistema fotovoltaico, exigirá a instalação de relés com outras funções, além das tradicionais funções ANSI 50 e 51.

### **Problemas à vista**

A maioria das empresas de energia solar, as chamadas integradoras, não possui expertise em instalações elétricas de média tensão.

Ao verem que a subestação possui carga o suficiente para o sistema fotovoltaico pretendido, não consultam um especialista e não consideram mais nenhum custo.

Além de possíveis adequações na proteção, que podem eventualmente demandar obras de maior porte na subestação, algumas concessionárias possuem exigências maiores.

Para exemplificar, usaremos a CPFL. Unidades consumidoras com carga igual ou inferior a 300 kVA podem ser atendidas por uma subestação simplificada, em poste ou transformador pedestal.

Resumidamente, esse tipo de subestação possui a proteção do primário realizada por fusíveis, e no secundário por disjuntor termomagnético.

Esse tipo de subestação ocupa menos espaço e possui preço inferior do que uma subestação com proteção através de relé secundário.

Em meados de 2019, a CPFL alterou a norma de minigeração, o GED 15303, e determinou que qualquer usina de minigeração precisa ter um disjuntor de média

tensão e proteção secundária, dentre outras medidas.

Esse ponto traz um aumento dos custos muito grande em relação ao preço do sistema, inviabilizando o investimento em certos casos.

### **Minigeração onde existe UC e carga disponível**

Bem, se não há carga disponível, a primeira coisa a se fazer é o aumento de carga da subestação.

Como disse anteriormente, as integradoras não conhecem de instalações em média tensão, tendo, portanto, têm dificuldade para precificar e visualizar os riscos.

Para a homologação dessa UFV serão necessários dois processos, que podem ser feitos conjuntamente ou não, dependendo da concessionária.

### **Minigeração onde não existe UC**

O tipo mais comum de minigeração, normalmente de usinas para geração remota, seja autoconsumo ou compartilhada, é o de um UFV em local que ainda não possui UC.

Dessa forma, são necessários dois processos, um para a ligação nova e outro para a UFV.

Da mesma forma que no item anterior, esses processos andam juntos ou separados a depender da concessionária.

Esse item é o que mais problemas ou surpresas pode trazer ao investidor ou ao EPCista, vamos discorrer um pouco sobre o assunto.

### **Usina solar como investimento**

A decisão de compra de um sistema

de energia sola fotovoltaica é pela ótica financeira na maior parte das vezes.

Em resumo, realiza-se um investimento X em troca de uma série de economias Y na conta de energia ao longo de um período.

Se, analisando sobre uma ótica financeira, isso fizer sentido, então negócio fechado, caso contrário, não.

Temos então dois questionamentos importantes:

- Quanto custa o empreendimento e a sua operação e manutenção, o X?
- Qual o valor da economia, o Y?

A precificação de um empreendimento possui suas técnicas e variáveis, bastante conhecida do setor de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção).

No entanto, existe a possibilidade de termos custo para conexão da Usina, e esse custo temos certeza apenas após a solicitação do parecer de acesso junto a concessionária.

Então, para que a decisão final de investimento seja realizada, é necessário que se inicie os trâmites de conexão junto a concessionária.

E para isso, você precisa desenvolver o PROJETO.

### **Despesas pré-operacionais e erros**

Isso, o projeto e os custos da concessionária para conexão são pontos críticos, é o que tem impactado os projetos em desenvolvimento no Brasil.

Um problema no Brasil é que abandonamos as disciplinas de projeto e planejamento em engenharia.

Em virtude disso, o mercado espera que

a atividade intelectual seja realizada sem custo, no caso, o projeto, tendo como contra partida que, caso o negócio seja viável, a empresa que fez o projeto estará contratada para execução.

Bem, se algo não tem valor, a entrega será, SEM VALOR.

Esse impasse, entre profissionais de qualidade, que precisam ser remunerados, e a visão de que é só um projetinho tem trazido várias consequências para o mercado. Investidores têm realizado aquisição de terrenos ou até de equipamentos com análise financeira incorreta.

No afã de vender, muitas empresas não se capacitam e não entendem os impostos e obrigações.

Como exemplo temos o desconhecimento de que é necessário o pagamento de demanda contratada e que em determinadas condições, como geração compartilhada, não possuímos isenção no ICMS na energia injetada.

### **Resumo do dia**

Usinas de minigeração demandam mais cuidados técnicos (que serão tratados futuramente) quanto processuais, não se restringindo apenas em uma série de formulários para a concessionária.

### **Na próxima edição**

Na próxima edição abordaremos sobre algumas particularidades que o projetista de instalações deve ter em virtude dos diferentes inversores.

Qualquer dúvidas, comentários, críticas ou sugestões, mande um e-mail para [vinicius@viniciusayrao.com.br](mailto:vinicius@viniciusayrao.com.br).

Nos vemos na próxima edição!



**Rodrigo Suaia**  
é presidente  
executivo da  
Absolar



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



**Davi Saadia** é  
CEO da Go Solar,  
divisão fotovoltaica  
da Golden  
Distribuidora.



## Energia solar: novas tecnologias e modelos de negócio para a recuperação econômica do Brasil

Simultaneamente ao enfrentamento da Covid-19, um dos principais debates do mundo neste momento está em como reativar o crescimento da economia global e dos países no pós-pandemia. Diversos países, com o apoio de suas autoridades e especialistas, avaliam, com razão, que a estratégia de recuperação deve incluir iniciativas sustentáveis.

Dentre as ações sustentáveis com forte potencial de aceleração econômica, as fontes renováveis oferecem uma plataforma estável e segura para aliar políticas econômicas de curto prazo, com foco na atração de investimentos e na geração de empregos e renda, a metas de diversificação de suprimento elétrico e de sustentabilidade, voltadas ao médio e longo prazos. A geração de energia elétrica limpa, em especial a fonte solar fotovoltaica, se apresenta como uma alavanca poderosa para reaquecer a economia diante da crise do novo coronavírus.

No caso de países da Europa, por exemplo, o plano de recuperação econômica proposto pela Comissão Europeia inclui fontes renováveis como uma peça-chave no enfrentamento aos efeitos da pandemia da Covid-19. Batizado de “Next Generation EU”, o programa tem como um dos pilares

estratégicos a geração limpa de eletricidade, especialmente por meio das fontes solar e eólica.

O plano viabilizaria 750 bilhões de euros para financiar investimentos em projetos de geração renovável, construções sustentáveis, redes 5G, requalificação de trabalhadores, entre outras iniciativas. Representantes do organismo afirmaram que fontes renováveis e armazenamento de energia serão priorizadas no fundo e o setor produtivo aguarda a divulgação de mais detalhes sobre o ambicioso programa europeu.

Este “Acordo Verde” busca impulsionar empregos e crescimento econômico, aliado à proteção ao meio ambiente, em vista de outro desafio que paira no horizonte: o aquecimento global. Assim, a proposta mostra o empenho da sociedade europeia em busca de mais resiliência, autonomia e de soluções que aproveitem os recursos locais abundantes, reduzindo a dependência de recursos escassos e finitos.

Segundo dados da Agência Internacional de Energia Renovável (International Renewable Energy Agency – IRENA), a solar é a fonte renovável que mais gera empregos no planeta, sendo responsável por mais de um terço dos mais de 11

milhões de empregos renováveis do mundo.

Diante deste cenário, o Brasil pode encontrar oportunidades preciosas em meio à crise. O País possui vastos recursos renováveis, com radiação solar muito superior à dos europeus. Além disso, temos ampla área territorial, equivalente a toda a área da Europa Ocidental, além de telhados e até superfícies de reservatórios hídricos, disponíveis para gerar energia pelo sol.

Com a fonte solar, o Brasil tem a seu favor uma ferramenta estratégica em prol da retomada da economia e da geração de empregos locais. A tecnologia fotovoltaica alivia os gastos dos consumidores com eletricidade, protegendo-os dos aumentos recorrentes em tarifas. Isso traz mais segurança e estabilidade, mesmo em cenários adversos. Por isso, além de fortalecer a atividade econômica do País, a solar ajuda a movimentar os setores produtivos brasileiros, do agronegócio ao comércio, dos serviços à indústria. Para o poder público, contribui na recomposição dos cofres públicos, via arrecadação sobre as atividades do setor.

O desenvolvimento de novos modelos de negócio mostra como este setor é dinâmico, resiliente e acostumado a se adaptar às mudanças. Novas tecnologias

surtem a cada momento, dando espaço para as soluções mais versáteis, robustas e competitivas. Entre elas, se destacam baterias para armazenamento de energia elétrica, módulos e inversores fotovoltaicos cada vez mais eficientes e uma série de novas aplicações, como uso de drones com câmeras térmicas para monitoramento e segurança das usinas e pequenos sistemas, que medem, em tempo real, temperatura, funcionamento dos módulos, sombreamento e necessidade de manutenção, entre outros inúmeros lançamentos na área.

Com forte combinação de benefícios e em constante evolução, a fonte solar se mostra cada vez mais relevante ao desenvolvimento da economia brasileira e de muitas nações do planeta. Um dos grandes aprendizados que a pandemia traz aos líderes mundiais e a toda a sociedade é que devemos repensar o modelo de sociedade que queremos para o presente e o futuro. Que possamos trabalhar juntos para construir uma sociedade que acelere a prosperidade econômica com o devido cuidado ao meio ambiente e que se torne, ao mesmo tempo, mais próspera, resiliente e sustentável.



**ABEÓlica**  
Associação Brasileira  
de Energia Eólica



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

## Dia Mundial do Vento e 16 GW de energia eólica

O setor de energia eólica comemorou, no dia 15 de junho de 2020, Dia Mundial do Vento, a marca de 16 GW de capacidade instalada de energia eólica, com 637 parques eólicos e mais de 7.700 aerogeradores. Essa infraestrutura gerou, no ano passado, 55,9 TWh de energia, representando um crescimento de 15% em relação à geração do ano anterior. A energia gerada, na média mensal, é suficiente para abastecer 28,8 milhões de residências por mês, o que significa uma população de cerca de 86 milhões de pessoas. Desde o ano passado, a energia eólica é a segunda fonte da matriz elétrica brasileira.

Em média, no ano passado, 9,7% de toda a geração injetada no Sistema Interligado Nacional veio de eólicas, sendo que elas já chegaram a abastecer 17% do País em momentos de recorde nos meses que fazem parte do período chamado de “safra dos ventos”. No ano passado, a indústria eólica investiu R\$ 13,6 bilhões no Brasil, de acordo com a Bloomberg New Energy Finance (BNEF). Em 2020, o Brasil subiu mais uma posição no Ranking Mundial do GWEC (Global Wind

Energy Council) chegando à sétima posição. Em 2012, estávamos na 15ª posição.

O eficiente desenvolvimento da indústria eólica no Brasil pode ser explicado pela ótima qualidade dos ventos brasileiros e também pelo forte investimento das empresas que, nos últimos dez anos, construíram uma cadeia produtiva nacional para sustentar os compromissos assumidos e o enorme potencial de crescimento desta fonte de energia no Brasil. No que se refere à qualidade dos ventos, é importante citar que o Brasil tem um fator de capacidade (dado que mede a produtividade dos ventos) acima da média mundial. No ano passado, por exemplo, o fator de capacidade médio mundial foi de 34%, enquanto no Brasil foi de 42,7%, sendo que chegamos a registrar mês de média com 59% durante a safra dos ventos.

Todos estes números positivos mostram não apenas um setor consolidado, mas demonstram que a energia eólica tenha um futuro promissor no Brasil. A energia produzida pelos ventos é renovável; não polui; possui baixíssimo

impacto ambiental; contribui para que o Brasil cumpra o Acordo do Clima; não emite CO<sub>2</sub> em sua operação; tem um dos melhores custos benefícios na tarifa de energia; permite que os proprietários de terras onde estão os aerogeradores tenham outras atividades na mesma terra; gera renda por meio do pagamento de arrendamentos; promove a fixação do homem no campo com desenvolvimento sustentável; gera empregos que vão desde a fábrica até as regiões mais remotas onde estão os parques e incentivam o turismo ao promover desenvolvimento regional.

E a energia eólica é um setor que será ainda mais necessário na recuperação econômica global pós-covid. O GWEC (Global Wind Energy Council) lançou, há algumas semanas, o documento “Energia eólica: um pilar para a recuperação da economia global – Reconstruindo melhor para o futuro”. No manifesto, o Conselho apresenta argumentos sobre o poder de investimento da eólica, com criação de empregos e efeitos positivos para as comunidades e para o desenvolvimento tecnológico.

Além disso, o GWEC apresenta ações que podem ser tomadas pelos governos para garantir que, no “day after” dessa pandemia, os esforços para reconstrução e retomada da economia possam acontecer de forma a contribuir para termos uma sociedade mais justa e sustentável.

Considero que esta seja uma discussão imprescindível. A pandemia está abrindo ainda mais os olhos da humanidade para o inadiável combate ao aquecimento global. E, nesse processo, as fontes que não emitem gases de efeito estufa e apresentam benefícios sociais, econômicos e ambientais, como é o caso da eólica, são nossa melhor aposta para quando chegar o momento da retomada econômica. No caso do Brasil, a boa notícia é que temos como uma das suas principais vantagens comparativas em relação a uma grande maioria dos países o fato de sermos uma potência energética com uma grande diversidade de energias limpas e, no caso das eólicas, tem ainda o fato de que o Brasil tem um dos melhores ventos do mundo, o que significa energia muito competitiva.

## Fonte de energia solar já gerou mais de 37 mil empregos no Brasil em 2020

**Segundo a Absolar, de janeiro a maio deste ano, o setor adicionou 1236,6 MW em capacidade instalada, um crescimento de 27,3% frente ao histórico consolidado até o final de 2019**

A fonte solar fotovoltaica foi responsável por gerar mais de 37 mil empregos nos primeiros cinco meses de 2020, mesmo com a queda da atividade econômica decorrente da pandemia da Covid-19. A informação é da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar).

Segundo a entidade, de janeiro a maio deste ano, o setor adicionou 1236,6 MW em capacidade instalada, o que representa um crescimento de 27,3% frente ao histórico consolidado até o final de 2019. Nestes cinco meses, foram atraídos novos investimentos privados ao Brasil de R\$ 6 bilhões. Com isso, os empreendimentos fotovoltaicos já operacionais proporcionaram uma arrecadação agregada de mais de R\$ 2 bilhões em tributos aos cofres públicos em 2020.

Somente em maio deste ano, o setor gerou de 7,2 mil empregos,

trazendo R\$ 1 bilhão em novos investimentos e a arrecadação de mais de R\$ 424,5 milhões aos governos do País.

No acumulado desde 2012, a fonte já ultrapassou a marca de 5,7 GW de potência operacional total, somando a geração centralizada e os sistemas de pequeno porte (geração distribuída). Com isso, a solar agregou mais de R\$ 30 bilhões em investimentos ao Brasil, gerando 165 mil novos empregos no período.

Segundo o presidente do Conselho de Administração da Absolar, Ronaldo Koloszuk, a energia solar se apresenta como uma alavanca poderosa para reaquecer a economia brasileira, como já fez no passado recente. "No Brasil, durante a crise dos anos de 2015 e 2016, o PIB foi de 3,8% e 3,6% negativos, respectivamente, uma verdadeira catástrofe econômica. Enquanto isso, o setor solar fotovoltaico estava movimentando o país em outra



direção: cresceu mais de 100% ao ano e ajudou a reestruturar a economia brasileira mais rapidamente. Passada a fase mais aguda desta pandemia, o setor irá novamente alavancar a recuperação do Brasil", comenta.

Para o CEO da Absolar, Rodrigo Sauaia, com a fonte solar fotovoltaica, o Brasil tem a seu favor uma ferramenta estratégica em prol da competitividade e do desenvolvimento sustentável. "Além de ser limpa, renovável e

cada vez mais competitiva, a solar alivia os gastos dos consumidores com eletricidade, protegendo-os de aumentos recorrentes nas tarifas. Com isso, fortalece a economia do País e acelera os setores produtivos brasileiros, do agronegócio ao comércio, dos serviços à indústria. E ainda ajuda na recomposição dos cofres públicos e no cumprimento das metas ambientais assumidas pelo Brasil internacionalmente", conclui Sauaia.

## Casa dos Ventos e Anglo American fecham maior contrato corporativo de energia renovável do Brasil

A Casa dos Ventos assinou contrato de compra e venda de energia renovável de longo prazo com a Anglo American, uma das maiores empresas de mineração do mundo. A mineradora será sócia dos parques eólicos de Rio do Vento (504 MW), localizado no Rio Grande do Norte, tornando-se a primeira unidade do grupo no mundo a ser autoprodutora de energia.

A parceria com a Anglo American é o maior volume de compra de energia renovável entre um consumidor final e um gerador no Brasil: serão 95 MW médios. O

acordo, que tem prazo de 20 anos a partir de 2022, será responsável pelo fornecimento de cerca de 30% de toda a energia consumida pelas plantas da mineradora no país. "Desenvolvemos um modelo novo, em que assumimos os riscos de construção e operação do projeto e, uma vez que ele começa a operar, o cliente pode exercer a opção de se tornar sócio da usina e se tornar autoprodutor", explicou Lucas Araripe, diretor de Novos Negócios da Casa dos Ventos. Ao se enquadrar como autoprodutor de sua energia, as empresas reduzem seus custos

com a isenção de encargos setoriais.

Com investimento de R\$ 2,4 bilhões, Rio do Vento é formado por oito Sociedades de Propósito Específico (SPE) – sendo três destinados para atender ao consumo da Anglo American –, o que viabiliza acordos com empresas de portes e setores diferentes. Recentemente, a Casa dos Ventos anunciou outros dois contratos para o mesmo projeto: a multinacional brasileira de tecnologia Tivit e a fabricante de calçados Vulcabras Azaleia. "Rio do Vento é um grande condomínio

onde diversas companhias se beneficiam das economias de escala do empreendimento, um privilégio que era restrito aos grandes autoprodutores e que ampliamos para demais empresas", afirmou Araripe.

Rio do Vento possui 120 turbinas V150-4.2 MW da dinamarquesa Vestas, líder mundial na fabricação de aerogeradores, e está localizado nos municípios de Caiçara do Rio do Vento, Riachuelo, Ruy Barbosa e Bento Fernandes. A operação comercial está prevista para o segundo semestre de 2021.

# QUALIDADE QUE TE CONDUZ.



- PROTEGIDOS
- NUS
- MULTIPLEXADOS

✓  
DUPLA CAMADA  
XLPE



Escolha  
Certa



Qualidade  
Certificada



Metragem  
Garantida



neocable.com.br

HOMOLOGADOS PELAS PRINCIPAIS  
CONCESSIONÁRIAS NACIONAIS  
DE ENERGIA ELÉTRICA.

**neo**  
**cable**  
Condutores Elétricos

Por Fernando Barrêra da Silva e Djan de Almeida do Rosario\*



# Data Center Verde e o consumo energético dos sistemas de climatização

Recente estudo realizado pela SIMILARWEB (2020) apontou o Brasil como o 4º maior tráfego de internet do mundo. O país se destaca pelo consumo de internet em smartphones e mostra uma queda de acesso via computadores. De acordo com os índices divulgados pelo estudo e considerando ainda os investimentos em transformação digital, pode-se inferir que os aspectos que envolvem o armazenamento, o processamento de dados e, conseqüentemente, a infraestrutura dos Data Centers ganham uma maior relevância, já que basicamente todas as aplicações utilizadas pelos serviços online dependem desta infraestrutura.

A norma TIA-942-A Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers (ANSI/TIA, 2012), define o Data Center como sendo um edifício, ou parte de um edifício, cuja função primária é a de abrigar uma sala de computadores e suas áreas de suporte. Segundo Marin (2016), o projeto de infraestrutura de um Data Center começa pela identificação dos requisitos de tecnologia: rede, servidores, equipamentos de armazenamento de dados – storage e conectividade. Na seqüência são identificados os requisitos de engenharia, distribuição elétrica, climatização, cabeamento de rede e telecomunicações e o sistema de controle e segurança do site. Na Tabela 1 é possível observar os principais sistemas de engenharia que compõem um Data Center.

**TABELA 1- COMPONENTES DE ENGENHARIA DA INFRAESTRUTURA DE UM DATA CENTER**

Infraestrutura	Sistemas	Componentes
Engenharia	Distribuição elétrica	Cabine primária ou subestação
		Chave de transferência automática
		Energia renovável
		Grupos geradores
		Iluminação
		Módulos UPS e baterias
		Power Distribution Unit (PDU)
		Quadro elétrico primário
	Quadro elétrico secundário	
	Mecânico	Climatização
Cabeamento de rede e telecomunicações	Cabeamento estruturado de alto desempenho	
Sistema de segurança física do site	Segurança contra incêndio	
	Vigilância e controle de acesso	
Sistema de monitoramento	Data Center Infrastructure Monitoring (DCIM)	

Fonte: Barreira Silva (2018)

Tolond (2012) define TI Verde como uma aplicação eficiente (tamanho e capacidade) de tecnologias inteligentes (que gerenciam o consumo de energia) e tecnologias ecologicamente corretas (eco-friendly) em toda a organização. De forma mais abrangente, o conceito de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) verde recebeu destaque no Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), entidade responsável pela definição de padrões mundiais para dispositivos elétricos e eletrônicos. No início de 2015, o IEEE declarou a missão da iniciativa TIC verde como a busca em promover a incorporação de métricas (Eficiência energética, redução das emissões de carbono e gerenciamento do ciclo de vida) e “padrões verdes” em conceitos de design para vários domínios técnicos. A iniciativa reúne conhecimentos de diferentes áreas, em conferências e publicações, com o objetivo de promover abordagens holísticas de design e

## Linha completa de DPS

### Classe I e II

(NBR IEC 61643-1:2007)



**EMBRASSTEC**  
www.embrastec.com.br

(16) 3103.2021  
embrastec@embrastec.com.br

@embrastec

padronização (IEEE, 2017).

Derivado do conceito de TI verde, temos o conceito de Data Center Verde, que apesar de não ser um conceito oficial ou normatizado, possui várias definições. Será utilizado como referência para este artigo, a seguinte definição:

Um Data Center Verde deve, além de priorizar a máxima eficiência energética, ser composto em sua plenitude por uma infraestrutura de tecnologia e de engenharia ambientalmente sustentáveis (BARREIRA SILVA, 2018).

Atualmente, o consumo de energia dos Data Centers representam em torno de 3% do consumo total de energia do mundo. Estima-se que este consumo chegue a mais de 1.000TWh até 2025. Esta previsão impulsiona ainda mais a tendência pelo desenvolvimento de projetos de Data Centers que busquem a identificação dos requisitos que maximizam os impactos ambientais positivos e os que minimizam os possíveis impactos ambientais negativos trazidos com a sua construção e operação.

Para Marin (2016), o consumo elétrico médio de um Data Center está caracterizado em 45% para o sistema mecânico (climatização), 36% para as cargas críticas de TI (sala de equipamentos), 11% para as fontes de alimentação (UPS), 5% para espaços e suporte e os 3% restantes são utilizados pelo sistema de iluminação. Já para Lange (2014), o sistema de climatização consome aproximadamente entre 40% a 45% do total consumido pelo Data Center, perdendo apenas para o consumo de energia dos servidores, sendo assim, se bem dimensionado, o sistema de climatização pode contribuir significativamente com a eficiência energética do Data Center.

Na Figura 1 podemos observar com um maior nível de detalhamento de como o consumo de energia está distribuído em um Data Center típico ou legado. Segundo Tozer (2008), este consumo está dividido entre os Sistemas mecânicos, incluindo refrigeração, ventiladores,

umidificadores e DEG de combustível. Sistemas e equipamentos de TI, incluindo ventiladores, inversores e processadores – sistemas elétricos, incluindo UPS, geradores e iluminação. A partir desta composição, fica claro que as prioridades para economia de energia do data center podem ser classificadas em ordem de magnitude como energia de TI, seguida por energia de resfriamento e energia de ventilador / UPS.

A partir destas referências, podemos considerar o sistema de climatização como um dos grandes consumidores do site, tornando-se primordial a identificação e a utilização das técnicas mais eficientes para o processo de retirada de calor do ambiente do Data Center. Considerando que os equipamentos críticos de TI dispostos dentro da sala de computadores geram muito calor, os projetos devem priorizar a climatização deste ambiente, não desprezando os espaços de suporte como a sala de impressão, sala de baterias, centro de controle de operações, etc.

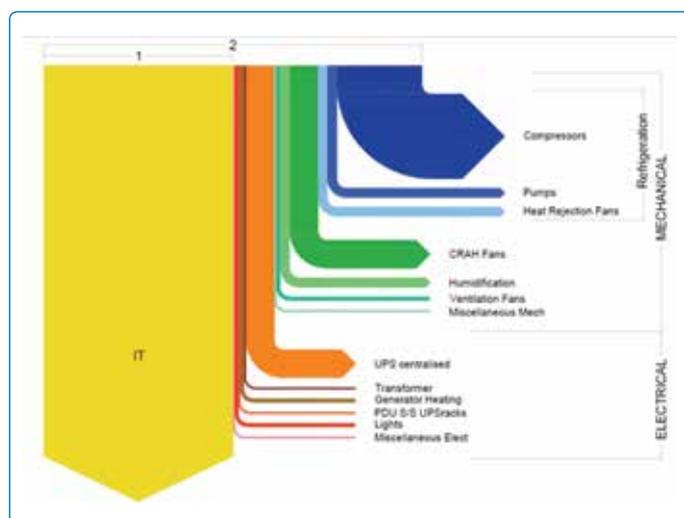
Uma forma de melhorar a eficiência energética dos sistemas de climatização é a aplicação das melhores práticas. Entre elas pode-se considerar o gerenciamento do fluxo de ar, reduzindo a mistura de ar quente e ar frio, minimizar as desumidificações desnecessárias, efetuar o resfriamento próximo à carga térmica, otimizar o leiaute da sala de computadores, reduzir a recirculação do ar e aumentar a temperatura de operação do Data Center.

É aconselhável que a localização do Data Center priorize características que garantam uma baixa probabilidade de ocorrência de catástrofes naturais, longe de grandes vias e centros populacionais, com temperaturas favoráveis à otimização do sistema de climatização (PEREIRA, 2015).

Dependendo do porte do Data Center, os sistemas de climatização podem utilizar unidades Computer Room Air Handling (CRAH), com refrigeração baseada em chillers de água gelada e torres de resfriamento ou unidades Computer Room Air Conditioner (CRAC), com expansão direta do refrigerante ou outros métodos de troca de calor.

As normas ABNT NBR 14565, ANSI/TIA-942-A e ANSI/BICSI 002 utilizam como referência para a definição da temperatura e umidade relativa do ar o padrão TC 9.9 especificado pela American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), entidade norte-americana reconhecida na área de padronização de climatização. O padrão TC 9.9 recomenda que a temperatura na entrada de ar dos equipamentos críticos de TI deva estar entre 18°C e 27°C com uma umidade relativa do ar entre 40% e 55% e a saída de ar quente deve estar a uma temperatura aproximada de 38°C com umidade relativa do ar em 20% (ASHRAE TECHNICAL COMMITTEE, 2011).

Várias são as iniciativas internacionais que contribuem para a redução dos impactos negativos que a utilização dos equipamentos de TI pode causar ao meio ambiente. Um dos destaques entre as iniciativas internacionais relacionadas aos Data Centers é o The Green Grid, associação que tem como principal objetivo tratar dos aspectos



Fonte: Tozer (2008)

Figura 1 - Distribuição de energia em um Data Center típico ou legado



## A IMPORTÂNCIA DA STRING BOX COMO UM ELEMENTO INDEPENDENTE NOS SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

Saiba como a String Box atua como um elemento independente nos sistemas de geração de energia solar, principalmente na proteção dos inversores, no artigo disponível no QR Code.



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

ACESSO AQUI



WWW.CLAMPER.COM.BR

31 3689-9500

Especialista em dispositivos  
de proteção contra raios e  
surtos elétricos.



relacionados ao consumo de energia elétrica e requisitos de climatização em Data Centers.

Uma das métricas mais utilizadas como parâmetro para avaliação da eficiência do consumo de energia em Data Centers e que foi desenvolvida pelo Green Grid é a Power Usage Effectiveness (PUE) (AVELAR et al., 2012), conforme a expressão (1), a seguir:

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Energy}}{\text{IT Equipament Energy}} \quad (1)$$

Sendo:

*Total Facility Energy* ou Carga Total da Infraestrutura, trata-se do consumo de energia dedicada exclusivamente ao Data Center, medido na entrada do edifício ou do Data Center quando este é atendido diretamente pela concessionária e não compartilha a alimentação elétrica com outros sistemas.

*IT Equipment Energy* ou Carga de TI, trata-se do consumo de energia total de equipamentos usados para processar, armazenar e rotar informações dentro do Data Center, ou seja, o consumo de todos os equipamentos ativos presentes na sala de computadores.

Por recomendação da Força Tarefa Global, a medição da Carga de TI deve ser realizada na saída da unidade de distribuição de energia (PDU) ou no mínimo na saída da fonte de alimentação ininterrupta (UPS) (THE GREEN GRID et al., 2014). Dessa forma, a PUE nos mostra a relação entre a energia disponível para alimentar o Data Center e aquela utilizada pelos equipamentos críticos de TI. Quanto mais próximo de 1.0 for o resultado do PUE, melhor será a eficiência energética do Data Center.

Encontramos atualmente outras métricas que podem estar associadas ao projeto de novos Data Centers e especificamente aos sistemas de climatização. A Electrical Loss Component (ELC), que demonstra o atendimento de padrões mínimos de eficiência energética do sistema elétrico e o Mechanical Loss Component (MLC) definindo requisitos de conformidade específicos altamente detalhados para eficiência energética mínima para os sistemas de resfriamento mecânico (NEUDORFER, 2016).

Em pesquisa realizada em 2018, intitulada “Critérios para implantação de infraestrutura de Data Centers alinhados aos princípios da TI verde”, utilizando-se da metodologia de pesquisa bibliográfica, gerou uma lista de 62 requisitos de engenharia ambientalmente sustentáveis relacionados aos sistemas de cabeamento estruturado, climatização, energia renovável, grupos geradores, iluminação, segurança contra incêndio, UPS e baterias. Desta lista, 47 requisitos foram considerados aplicáveis e 16 novos requisitos foram sugeridos pelos especialistas consultados. Dos 12 requisitos identificados para o sistema de climatização, oito foram considerados aplicáveis. Pode-se observar na Tabela 2 os requisitos considerados aplicáveis para o sistema de climatização pelos especialistas consultados durante a pesquisa.

**TABELA 2 - REQUISITOS CONSIDERADOS APLICÁVEIS PARA O SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO**

Sistema de climatização	01	Instalação do Data Center em locais com temperaturas favoráveis à otimização do sistema de climatização. (Dados climáticos)
	02	Utilizar sistemas de climatização que operem com o menor consumo de água anual.
	03	Utilizar sistemas de confinamento, com a separação dos corredores quente e frio.
	04	Utilizar sistemas de climatização que utilizem gases refrigerantes (naturais ou sintéticos) classificados como limpos – com índice zero de Ozone Depletion Potential (ODP) e índice inferior a cinquenta de Global Warming Potential (GWP)
	05	Indicar o aumento da faixa de temperatura e umidade relativa do ar na entrada e saída dos equipamentos críticos de TI
	06	Utilizar sistemas de climatização que possam operar no modo econômico parcial ou completo, utilizando o ar externo durante os meses mais frios
	07	Utilizar os itens que compõem o sistema de climatização, como por exemplo, os trocadores de calor e os resfriadores evaporativos com a maior expectativa de vida.
	08	Considerar a complexidade de controle para a transição do modo de operação econômico e de operação normal.

Fonte: Barreira Silva (2018)

Ainda na mesma pesquisa, uma segunda questão do tipo aberta, tinha como objetivo colher os comentários, justificativas ou a indicação de novos critérios por parte dos especialistas para cada um dos sete sistemas selecionados. Na Tabela 3 são apresentadas as respostas dos especialistas para a pergunta específica ao sistema de climatização. As respostas geraram quatro novos requisitos.

**TABELA 3 – SUGESTÕES DE NOVOS REQUISITOS - CLIMATIZAÇÃO**

Sistema	Item	Requisitos sugeridos pelos especialistas
Sistema de climatização	01	Tomar medidas adequadas para a coleta, armazenamento e descarte seguro;
	02	Utilizar chillers com condensação à ar no lugar de chillers com condensação à água;
	03	Utilização de chillers de absorção para uso de cogeração em data centers;
	04	Considerar o espaço ocupado do sistema de climatização em kW / rack.

Fonte: Barreira Silva (2018)

Este artigo buscou trazer à luz uma pequena parte da complexidade que envolve o projeto, a construção, a operação e os serviços de um Data Center. Pode-se inferir com base em todas as referências acima que dentre os sistemas que compõem o Data Center, o de climatização, devido ao seu consumo de energia, é o que gera um dos maiores impactos negativos na eficiência energética do site. Por sua vez, o Data Center verde deve além de priorizar a máxima eficiência energética, ser composto em sua plenitude por uma infraestrutura de tecnologia e de engenharia ambientalmente sustentáveis. Desta forma, torna-se prioridade identificar ainda durante a fase de projeto, todos os requisitos que de alguma forma possam impactar negativamente ao meio ambiente, considerando todo o ciclo de vida do componente, da produção, utilização e do descarte do mesmo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14565: *Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers*. Rio de Janeiro, 2013b. 133p

AVELAR, Victor; AZEVEDO, Dan; FRENCH, Alan; SCHNEIDER ELECTRIC; DISNEY; EMERSON NETWORK POWER. PUETM: *A Comprehensive Examination of the Metric*. [s.l.: s.n.]. v. 49 Disponível em: <http://nikom.in/Downloads/0a58778d-fc96-4482-8c46-13abe76b015c.pdf>. Acesso em: 30 maio. 2017.

BARREIRA SILVA, Fernando. *Crítérios para implantação de infraestrutura de Data Centers alinhados aos princípios da TI verde: Um levantamento junto a especialistas*. 2018. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, [S. l.], 2018.

IEEE Green ICT. *Consulta geral a homepage oficial*. Disponível em: <http://greenict.ieee.org/>. Acesso em: 13 set. 2017.

LANGE, Milena. *Contribuição da climatização na eficiência energética do Data Center*. 2014. Disponível em: <https://blog-br.schneider-electric.com/gestao-de-energia/2014/10/21/contribuicao-da-climatizacao-na-eficiencia-energetica-data-center/>. Acesso em: 23 jun. 2017.

MARIN, P. S. *Data Centers engenharia: infraestrutura física*. São Paulo: PM Books, 2016. 280p.

NEUDORFER, Julius. *Examining the Proposed ASHRAE 90.4 Standard*. 2016. Disponível em: <https://datacenterfrontier.com/examining-proposed-ashrae-90-4-standard/>. Acesso em: 12 jun. 2020.

PEREIRA, Antonio Manuel de Jesus Moura. *Crítérios de projecto de um Data Centre*. 2015. INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA, [S. l.], 2015. Disponível em: <http://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/4330/1/Dissertação.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2017.

ROBERT TOZER. *Developing a Viable Data Center Energy Strategy*. 2008. Disponível em: <http://archive.datacenterdynamics.com/focus/archive/2008/12/developing-viable-data-center-energy-strategy>. Acesso em: 12 jun. 2020.

SIMILARWEB. *Tendências digitais para 2020 - Similarweb*. 2020. Disponível em: <https://www.similarweb.com/corp/reports/2020-digital-trends-report/>. Acesso em: 4 jun. 2020.

TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. *TIA-942-A Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*. Arlington, USA, 2012.

THE GREEN GRID. *The green grid data center power efficiency metrics: PUE and DCiE*, 2007. Disponível em: [http://www.premiersolutionsco.com/wp-content/uploads/TGG\\_Data\\_Center\\_Power\\_Efficiency\\_Metrics\\_PUE\\_and\\_DCiE.pdf](http://www.premiersolutionsco.com/wp-content/uploads/TGG_Data_Center_Power_Efficiency_Metrics_PUE_and_DCiE.pdf). Acesso em: 5 jun. 2017

TOLONI, I. *Smart /green ICT framework - green ICT definition*. e2Readiness, 2012.

\*Fernando Barreira da Silva é mestre em Engenharia de Computação pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, pós-graduado em Gestão Estratégica de Serviços pela FGV com especialização em Datacenter pela Universidade do Sul de Santa Catarina. Atua como professor desde 1995, lecionando em várias instituições de ensino da Baixada Santista e São Paulo capital. Atualmente, é CIO da Bistec, empresa de consultoria em tecnologia da informação.

Djan de Almeida do Rosário é graduado em Engenharia Elétrica pela UFSC e especialista em Sistemas de Telecomunicações e em Gestão da Administração Pública pela Universidade Castelo Branco, em parceria com o Exército Brasileiro, com ênfase em Gestão de Pessoas.

**Seus desafios de comunicação são nossos.**

A Finder Brasil escolheu a Alphacom para o projeto e execução de seus totêns Yesly® para Ponto de Venda.



**Alphacom: a agência de comunicação das grandes marcas do Setor Elétrico**

Branding • Design Gráfico e Digital • Marketing Visual • Feiras e Eventos • Produção de Vídeos Transmissões ao Vivo • Websites e Redes Sociais

**ALPHACOM**  
Soluções Integradas de Comunicação

 11 94221.0361





# Mercado de equipamentos para transmissão e distribuição de energia

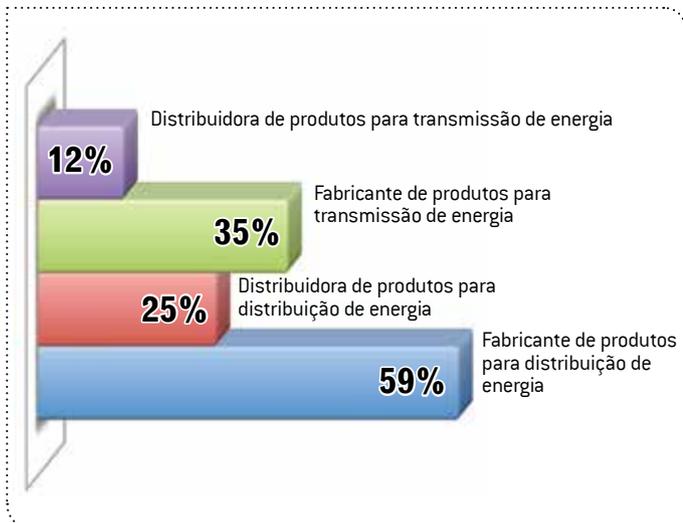
Fabricantes e distribuidores de equipamentos para transmissão e distribuição de energia revelam crescimento médio de 9% em 2019 e projetam resultado similar para 2020 apesar da crise sanitária

Como serviço essencial, o fornecimento de energia elétrica continua sendo oferecido ininterruptamente, mas as concessionárias têm sentido os efeitos da queda do consumo por conta do distanciamento social em decorrência da pandemia provocada pelo novo coronavírus. Muitas indústrias fecharam turnos ou mesmo fábricas inteiras e escritórios ficaram vazios. Apesar de as pessoas continuarem trabalhando em suas casas, o consumo foi reduzido consideravelmente. De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), no mês de abril, a queda foi de cerca de 6% na comparação com o mesmo período de 2019, o que representa uma importante redução das receitas das companhias, prejudicando as suas operações. Também foi de 6% a queda de receita do setor de distribuição de energia elétrica em abril de 2020 com relação ao ano anterior.

As empresas fornecedoras de equipamentos para transmissão e distribuição de energia são alvo da pesquisa desta edição. Consultamos fabricantes e distribuidores de equipamentos, como transformadores, isoladores, painéis, subestações, chaves de transferência, fusíveis, entre outros, para entender suas perspectivas sobre o mercado em que atuam. Os resultados são revelados nos gráficos publicados a seguir. Logo após a análise de mercado, você confere um guia completo das empresas que participaram desta pesquisa com informações de contato, produtos e serviços oferecidos.

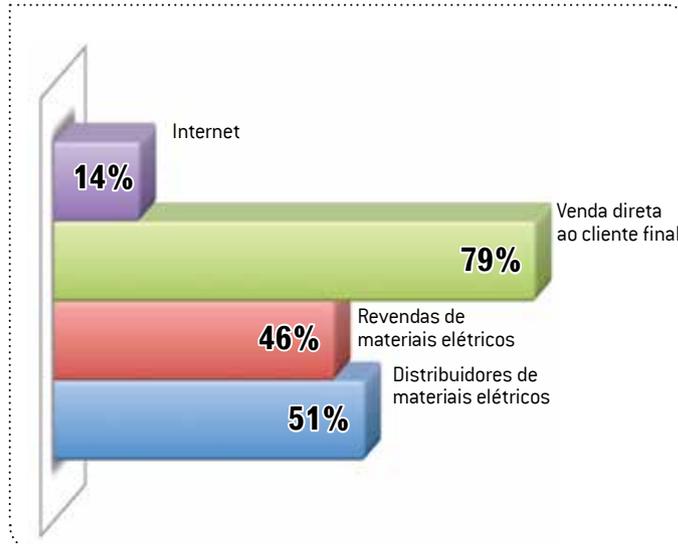
Esta pesquisa foi realizada pela Revista O Setor Elétrico contou com a participação de 65 companhias do mercado de soluções para transmissão e distribuição de energia. A maior parte delas, 59%, é constituída por fabricantes de produtos para distribuição de energia e 35% são fabricantes de produtos para transmissão. Conheça o perfil das pesquisadas:

**PERFIL DAS EMPRESAS**



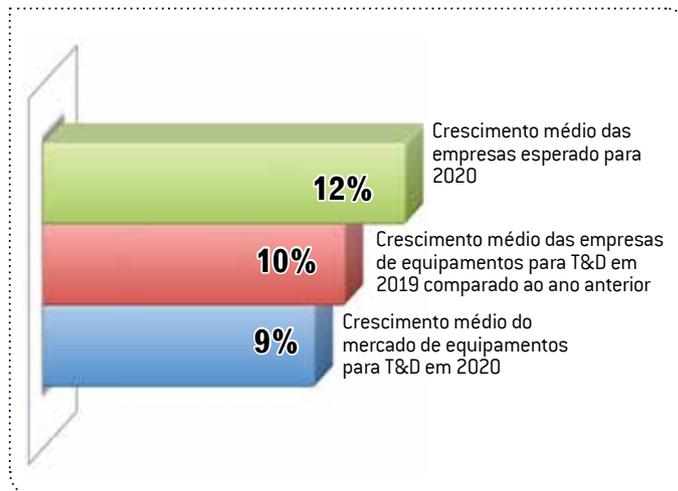
O meio de comercialização mais empregado neste segmento é a venda direta ao cliente final. 79% das pesquisadas declararam que este formato é o principal canal de vendas. No entanto, 51% também apontaram os distribuidores de materiais elétricos como parceiros importantes de comercialização.

**PRINCIPAIS CANAIS DE VENDAS**



As empresas que participaram desta pesquisa relataram que, em 2019, apresentaram crescimento médio de 10% na comparação com o ano anterior. Para este ano de 2020, apesar de todo o cenário de pandemia, as companhias estão confiantes de que, na média, haja um crescimento muito próximo ao apresentado no ano passado. Para o mercado de transmissão e distribuição, como um todo, a expectativa é que que encerre este ano com elevação média de 9%. Confira as previsões:

**PREVISÕES DE CRESCIMENTO**



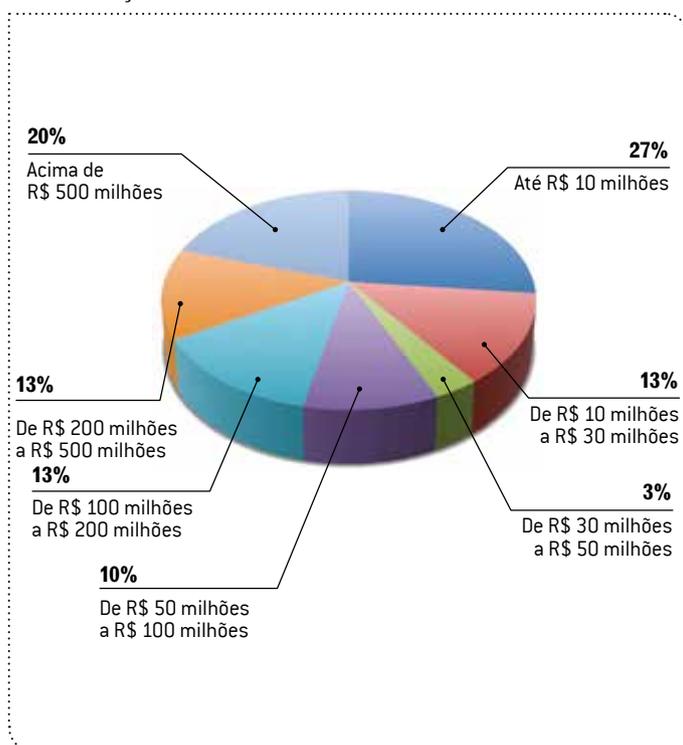
Questionadas quanto aos problemas que mais afetam a integridade das redes de distribuição e de transmissão de energia, as empresas pesquisadas indicaram as sobretensões causadas por descargas atmosféricas. Sobretensões devido a manobras e condições climáticas extremas também foram apontadas pelas empresas.

**PROBLEMAS QUE ASSOLAM A INTEGRIDADE DE UMA REDE DE TRANSMISSÃO/DISTRIBUIÇÃO**

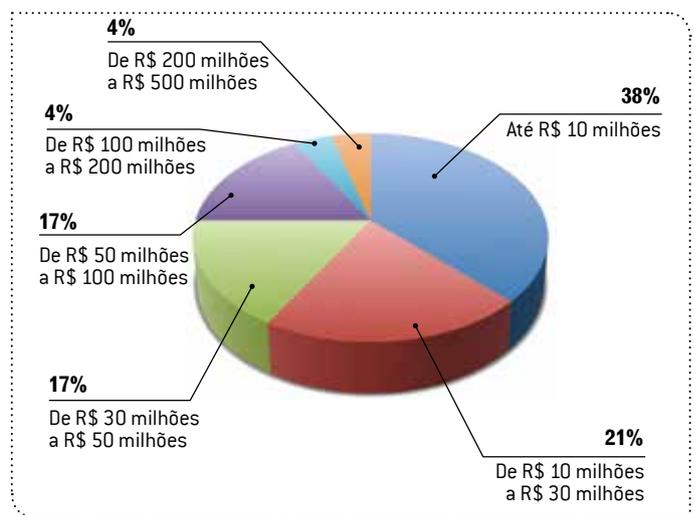


Os quatro próximos gráficos mostram a percepção das empresas pesquisadas sobre o tamanho dos mercados de alguns equipamentos para redes de distribuição de energia. No caso dos isoladores, a grande maioria (65%) das pesquisadas acredita que se trata de um mercado de até R\$ 30 milhões/ano.

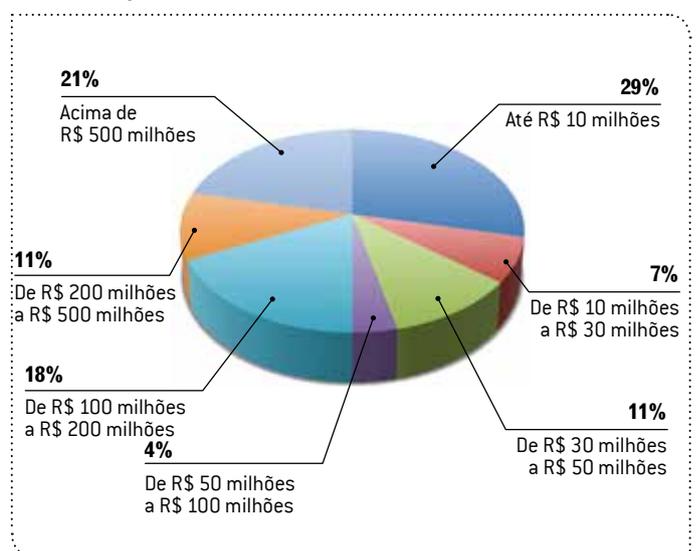
**PERCEPÇÃO SOBRE O TAMANHO DO MERCADO (ANUAL) DE SUBESTAÇÕES DE MÉDIA TENSÃO PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA**



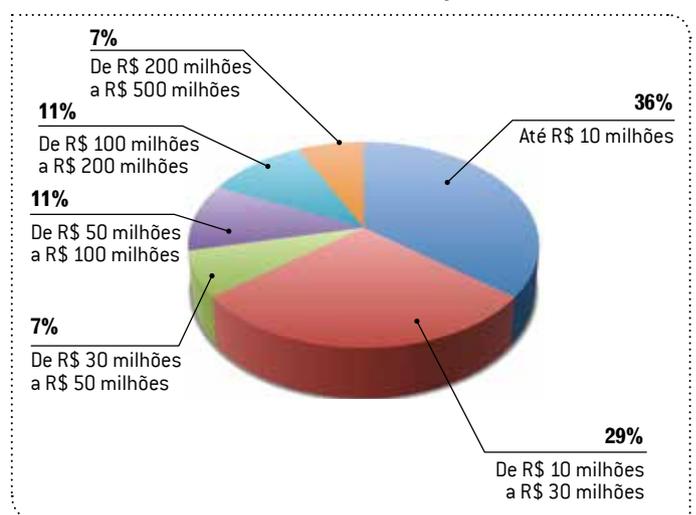
**PERCEPÇÃO SOBRE O TAMANHO DO MERCADO (ANUAL) DE DISJUNTORES PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA**



**PERCEPÇÃO SOBRE O TAMANHO DO MERCADO (ANUAL) DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA**

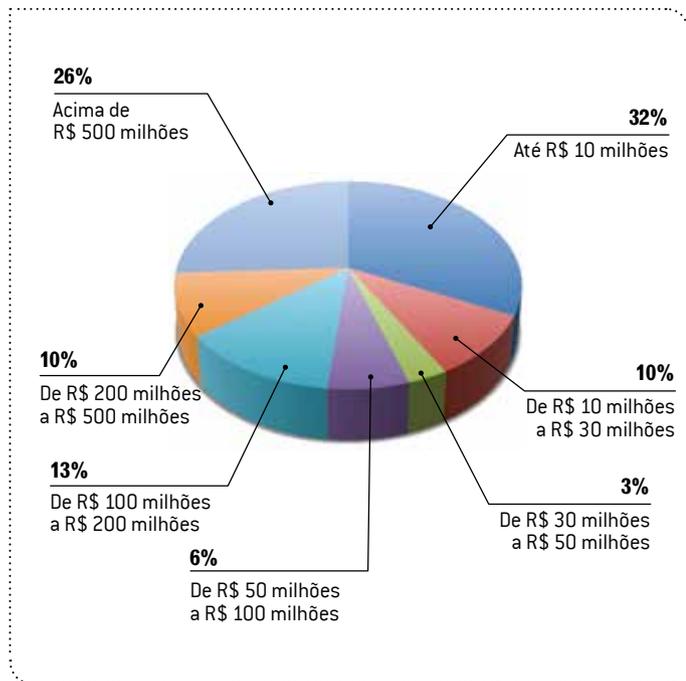


**PERCEPÇÃO SOBRE O TAMANHO DO MERCADO (ANUAL) DE ISOLADORES PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA**

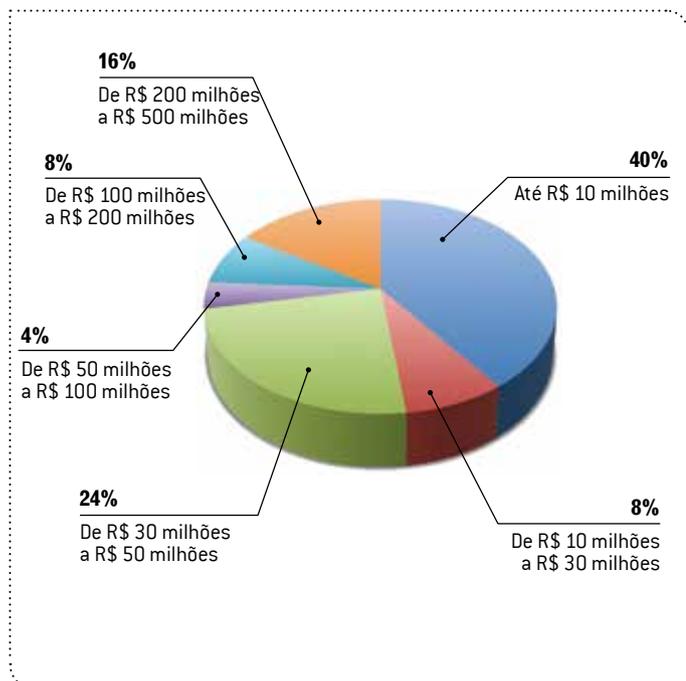


Já os gráficos seguintes trazem a percepção dos pesquisados a respeito dos mesmos produtos (subestações, disjuntores, transformadores de potência e isoladores), mas para redes de transmissão de energia. Pode-se inferir, por exemplo, que o mercado de disjuntores para transmissão fatura anualmente até R\$ 10 milhões. É o que acreditam 40% das empresas consultadas.

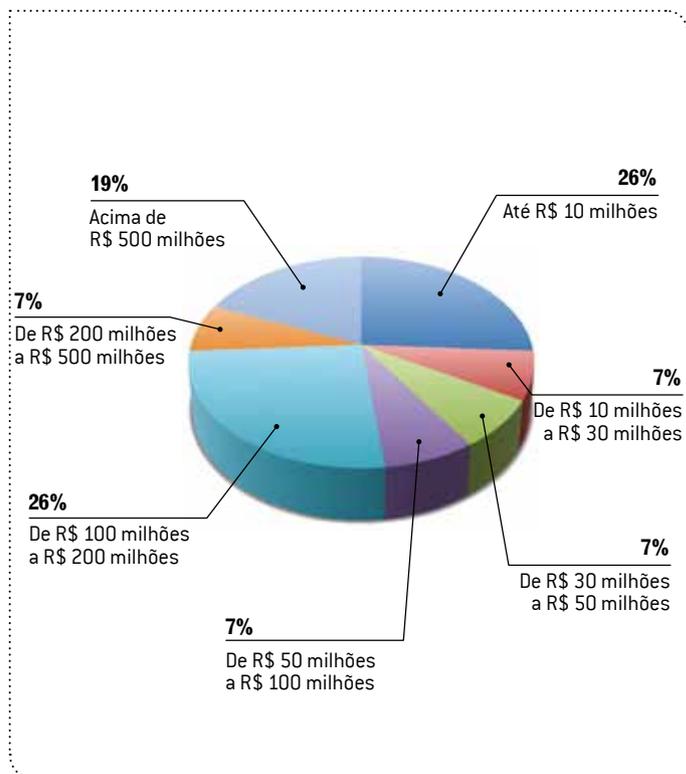
**PERCEPÇÃO SOBRE O TAMANHO DO MERCADO (ANUAL) DE SUBESTAÇÕES DE ALTA TENSÃO PARA REDES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA**



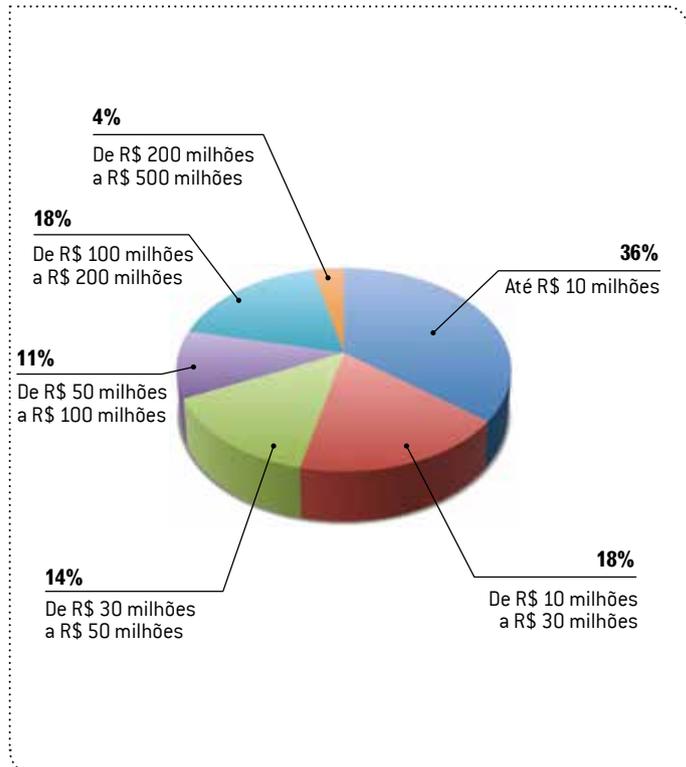
**PERCEPÇÃO SOBRE O TAMANHO DO MERCADO (ANUAL) DE DISJUNTORES PARA REDES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA**



**PERCEPÇÃO SOBRE O TAMANHO DO MERCADO (ANUAL) DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA PARA REDES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA**



**PERCEPÇÃO SOBRE O TAMANHO DO MERCADO (ANUAL) DE ISOLADORES PARA REDES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA**











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

## Parte 1

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 70mm<sup>2</sup> 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.

### COMPARAÇÃO ENTRE COBRE, AÇO GALVANIZADO E AÇO-COBRE

#### Aspectos elétricos

Para a análise do comportamento dos condutores, hastes e conexões de aterramento, do ponto de vista de solicitações elétricas, devemos considerar dois casos típicos:

- 1 - As solicitações causadas pelas correntes de curto-circuito (Icc), levando em consideração a amplitude e o tempo de circulação das mesmas;
- 2 - As solicitações causadas pelas correntes associadas às descargas atmosféricas (raios), também levando em consideração a amplitude, forma de onda e os tempos de atuação.

Inicialmente, iremos analisar as solicitações causadas pelas correntes de curto-circuito. Um dos pontos de fundamental importância, além dos aspectos relacionados à corrosão causada pela heterogeneidade de metais e eletrólitos por ação das correntes dispersas ou por diferença de concentração de oxigênio, é o correto dimensionamento

da seção dos condutores de aterramento (determinação adequada da bitola). Portanto, com o objetivo de obtermos um sistema de aterramento confiável quanto à capacidade de condução de corrente e desempenho compatível com os sistemas elétricos atuais, devemos cumprir basicamente as seguintes premissas:

- Ter capacidade adequada de condução de corrente de falta (curto-circuito), isto é, dimensionar a seção transversal com ampacidade adequada, levando em consideração não só a amplitude da corrente, como também o tempo de duração que esta corrente solicita do sistema. E, havendo religamento automático, o que é comum, a respectiva sequência de operações também deve ser criteriosamente considerada no dimensionamento, como será visto em exemplos ilustrativos no decorrer deste artigo;
- Ter um tempo de vida útil compatível com o tempo de vida do sistema elétrico no qual ele está conectado, condição esta dependente do dimensionamento e dos aspectos relativos à resistência à corrosão dos materiais utilizados;
- Proporcionar segurança adequada às pessoas e aos equipamentos que compõem o sistema elétrico no qual está conectado de forma permanente;
- Proporcionar um valor de resistência de aterramento operativa em Ohms calculada, levando em consideração as características

próprias de cada sistema elétrico e as características de cada dispositivo de proteção que está sendo utilizado neste sistema elétrico;

- Um valor de resistência de aterramento operativa, o mais invariável possível, independentemente das condições climáticas.

#### **Cálculo da seção transversal dos condutores em sistemas de aterramento levando em consideração o tipo de material utilizado**

O curto espaço de tempo que a corrente de defeito  $I_{cc}$  circula pelo condutor de aterramento faz com que praticamente toda elevação de temperatura gerada por efeito joule ( $I^2 R$ ), fique armazenada na massa do próprio condutor, elevando a sua temperatura. O correto dimensionamento da seção transversal deve considerar principalmente a limitação desta temperatura a valores que não possam causar alterações nas características mecânicas destes condutores. Na equação que será apresentada para o adequado dimensionamento serão considerados os seguintes fatores principais:

- Temperatura máxima permitida, a qual pode ser alcançada pelo material que é utilizado no condutor para que as suas características mecânicas não sofram alteração ( $T_m$ );
- Tempo de duração da corrente de defeito em segundos  $e$ , se houver religamento, os mesmos deverão ser levados em consideração ( $t$ );
- Temperatura inicial ( $T_i$ ), normalmente a ambiente;
- Valor da corrente de falha (curto-circuito) em Amperes ( $I$ );
- Tipo de conexão utilizada.

#### **Temperaturas máximas permitidas pelos condutores em função do material**

Testes feitos em laboratório [1] demonstraram que os fios e cabos aço-cobre recozidos podem ser aquecidos por correntes de curto-circuito, sem maiores problemas até 800 °C, perdendo a rigidez mecânica

**TABELA I - VALORES USUALMENTE ADOTADOS PARA A TEMPERATURA MÁXIMA DOS CONDUTORES**

MATERIAL	TEMPERATURA MÁXIMA	FATOR LIMITANTE
COBRE	450°C	PERDA DA RIGIDEZ MECÂNICA
AÇO-COBRE	850°C	PERDA DA RIGIDEZ MECÂNICA
AÇO GALVANIZADO	419°C	TEMPERATURA DE FUSÃO DO ZINCO

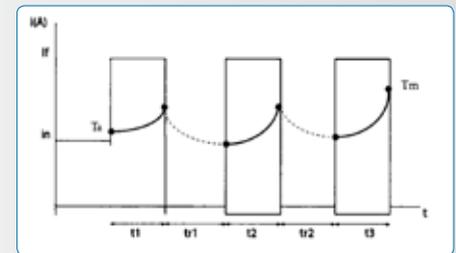
com 850°C, enquanto os condutores de cobre tornam-se moles (perdem a rigidez mecânica) a partir de 450 °C. Na Tabela I estão representados os valores mais usualmente adotados para a temperatura máxima dos condutores. Cabe observar que estes foram obtidos por meio de ensaios laboratoriais na década de 1980-1990. Estamos sugerindo que os mesmos sejam repetidos, com condutores fabricados atualmente e com a utilização de técnicas e materiais atuais.

#### **Tempo de eliminação da falha**

Um outro fator determinante no dimensionamento da seção transversal dos condutores de aterramento é o tempo ( $t$ ) que a corrente de falta ( $I_{cc}$ ) permanece circulando por estes condutores, pois a temperatura dos mesmos irá se elevar por efeito Joule, sendo que esta elevação de temperatura não poderá ultrapassar a temperatura máxima característica de cada material de que o mesmo é fabricado, para que a sua rigidez mecânica não fique comprometida (Tabela I). Para o dimensionamento teremos que utilizar uma equação que leve em conta este tempo ( $t$ ), entre outros fatores, como será visto na sequência do artigo.

Cabe observar que levando em consideração que os tempos de resposta da proteção dinâmica dos modernos disjuntores estão na faixa dos 0,05 a 0,1 segundos, e os tempos de resposta da proteção estática são no máximo igual a 0,5 segundos, podemos dizer que na falta de informações mais precisas deste tempo ( $t$ ) de eliminação da falta fornecida pelos responsáveis pela calibração das proteções, um tempo de eliminação da falta igual a 0,5 segundos pode

ser utilizado. Considerando o sistema elétrico possuindo religamento automático, conforme esquematizado na Figura 1.



**Figura 1 – Defeito com religamento automático [2].**

Temos:

$T_a$  = Temperatura inicial, normalmente ambiente assumida igual a 40 °C.

$T_m$  = Temperatura máxima que pode ser atingida pelo condutor após todos os desligamentos e religamentos, a qual deve ser menor do que a temperatura máxima característica de cada material de que é fabricado o respectivo condutor, no caso do cobre  $T_m = 450$  °C, assumir no dimensionamento  $T_m = 400$  °C, para o aço-cobre  $T_m = 850$  °C, assumir  $T_m = 800$  °C e finalmente para o aço galvanizado  $T_m = 419$  °C assumir  $T_m = 369$  °C (sugestão do autor: menos 50°C em relação à  $T_m$ , temperatura máxima que os mesmos perdem a rigidez mecânica, à favor da segurança).

$t_1$ ,  $t_2$  e  $t_3$ : São os tempos que a corrente de defeito circula pelo condutor, aquecendo-o.

$tr_1$ ,  $tr_2$  e  $tr_3$ : São os tempos gastos para os religamentos.

*Nota: Os tempos de religamento deveriam ser todos maiores do que 2 segundos, pois este é o tempo que se assume como necessário para que os efeitos perturbadores do primeiro choque sejam atenuados/eliminados nos seres humanos,*

permitindo assim uma reação. Porém este intervalo de tempo nem sempre é observado.

O tempo (t) que deveremos considerar como sendo o da duração da corrente de defeito no condutor de aterramento deve obedecer às seguintes regras [2]:

- Se o intervalo de tempo entre os religamentos ( $t_r$ ) for menor ou igual a 0,5 segundos o tempo (t) a ser considerado para o cálculo da seção transversal dos condutores de aterramento deve ser a soma dos tempos, isto é  $(t_1) + (t_2) + (t_3)$ .
- Se os intervalos de tempo antes dos religamentos forem maiores do que 0,5 segundos, o tempo (t) a ser utilizado para o cálculo deverá ser o maior dos tempos durante o qual a corrente de defeito permanece circulando.

#### Conexões dos componentes de um sistema de aterramento

O tipo de conexão utilizada nos

sistemas de aterramento tem influência significativa no cálculo da seção transversal dos condutores deste sistema, detalhe que nem sempre é observado na prática. Ou seja, se em um projeto de aterramento ao invés da utilização de conexões à compressão por meio de ferramenta hidráulica, as mesmas forem executadas por solda tipo oxiacetilênica, a seção dos condutores deverá ser obrigatoriamente aumentada para que não haja a um aquecimento inadequado, e até fusão dos mesmos no caso de um curto-circuito. A tabela II nos informa os limites máximos de temperatura em função do tipo de conexão utilizada.

#### Equação para o dimensionamento térmico da seção transversal dos condutores de aterramento

Por ser um dos pontos que tem suscitado mais dúvidas quando se pensa em substituir os condutores de cobre pelos de aço-cobre,

torna-se necessário e importante apresentar a equação para a determinação das seções transversais dos referidos condutores. A capacidade que um dado condutor de aterramento tem para dissipar para a terra intensidades de corrente de defeito, curto-circuito, é calculada em função do que estabelece o princípio termodinâmico de equivalência entre calor e trabalho. Em face dos tempos desta dissipação serem geralmente muito curtos, praticamente todo o trabalho elétrico gera calor que se armazena integralmente na massa do condutor, elevando a sua temperatura até um valor, considerado de segurança em relação as suas características mecânicas.

A equação 1 permitirá estabelecer a seção transversal na qual a corrente de defeito poderá circular durante determinado tempo, sem que a temperatura ultrapasse o chamado valor de segurança, constantes na tabela III para os condutores que estão sendo comparados.

$$S = I_t \sqrt{\frac{I \times \alpha_r \times \rho_t \times 10^4}{TCAP \times \ln \left( \frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a} \right)}}$$

Em que:

S = a seção, expressa em milímetros quadrados ( $\text{mm}^2$ );

$I_t$  = a corrente de falta fase-terra, expressa em quilo ampères (kA);

t = o tempo, expresso em segundos (s);

$\alpha_r$  = o coeficiente térmico de resistividade do condutor a t °C (°C<sup>-1</sup>);

$\rho_t$  = a resistividade do condutor de aterramento a t °C, expressa em ohm x centímetro ( $\Omega \times \text{cm}$ );

TCAP = o fator de capacidade térmica, em joule por centímetro cúbico vezes graus Celsius [ $\text{J}/(\text{cm}^3 \times ^\circ\text{C})$ ];

$T_m$  = a temperatura máxima suportável, expressa em graus Celsius (°C), conforme Tabela 1;

$T_a$  = a temperatura ambiente, expressa em graus Celsius (°C);

$k_0 = 1/\alpha_0$  ou  $(1/\alpha_r) - T_r$ ;

$K_0$  = o coeficiente térmico de resistividade do condutor a 0 °C;

$T_r$  = é a temperatura de referência das constantes do material, em graus Celsius.

TABELA II – TIPOS DE CONEXÕES E SEUS LIMITES MÁXIMOS DE TEMPERATURA [2]

CONEXÃO	TEMPERATURA MÁXIMA EM GRAUS CELSIUS (°C)
Mecânica (parafusada ou por pressão)	250
Emenda tipo solda oxiacetilênica	450
Emenda com solda exotérmica	850 (a)
Emenda por compressão	850 (b)

TABELA II – TIPOS DE CONEXÕES E SEUS LIMITES MÁXIMOS DE TEMPERATURA [2]

Tipo do condutor	Condutibilidade	Coeficiente térmico de resistividade		Temperatura de fusão	Resistividade	TCAP
	%	$\alpha_0$ (0°C)	$\alpha_r$ (20°C)	°C	$\rho_r$ (20°C) em ( $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ )	[ $\text{J}/(\text{cm}^3 \times ^\circ\text{C})$ ]
Cobre (macio)	100,0	0,00427	0,00393	1083	1,724	3,422
Cobre (duro)	97,0	0,00413	0,00381	1084	1,777	3,422
Aço-cobre 53%	53,0	0,00408	0,00378	1084	3,318	3,846
Aço-cobre 40%	40,0	0,00408	0,00378	1084	4,397	3,846
Aço-cobre 30%	30,0	0,00408	0,00378	1084	5,862	3,846
Aço-cobre 21%	21,0	0,00408	0,00378	1084	8,374	3,846
Aço carbono zincado	8,5	0,00134	0,00130	419	20,1	3,931

TABELA IV – CONDUTIVIDADE X FORMAÇÃO BIMETÁLICA

IACS	21%	30%	40%	53%
Área do cobre	14%	25%	35%	49%
Área do aço	86%	75%	65%	51%

## QUESTIONAMENTO

“Ao substituímos os condutores de aterramento de cobre nu por condutores de aço-cobre, precisamos aumentar as seções transversais dos mesmos, calculadas em função da corrente de defeito e dos tempos de eliminação da falta?”

A resposta é: NÃO. Podemos perfeitamente fazer a substituição pelos condutores de aço-cobre sem ter que alterar a seção transversal anteriormente calculada. Objetivando provar através de cálculo, faremos o exemplo ilustrativo:

Em uma subestação cujo sistema de proteção atua na sequência em conformidade com o da Figura 2, calcular a bitola de um condutor da malha de aterramento da referida subestação, utilizando inicialmente cobre macio, com a opção de utilizar nas mesmas condições condutor de aço-cobre. As conexões da malha serão à compressão por ferramenta hidráulica:

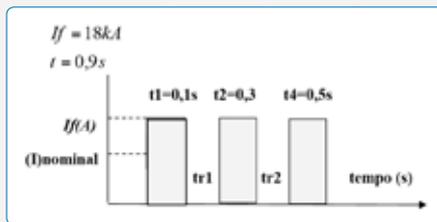


Figura 2 - Defeito com religamento [2].

$tr1 = tr2 \leq 0,5s$  (Tr = tempo de religamento)

Quando o tempo de religamento (Tr) for menor ou igual a 0,5 segundos, o tempo (t) deverá ser igual à soma dos tempos que o sistema permanece energizado, no caso:

$$t1+t2+t3 = 0,1+0,2+0,3 = 0,9 s$$

Cálculo da bitola dos condutores utilizando cobre macio:

$$\begin{aligned} I_f &= 18kA = 18.000A \\ t &= 0,9s \\ \alpha &= 0,00393 \\ \rho &= 1,724 \\ k_0 &= 234 \\ TCAP &= 3,422 \end{aligned}$$

O que nos leva à seguinte seção do condutor, com (Tm) = 400 °C:

$$S = 18 \times \sqrt{\frac{0,9 \times 0,00393 \times 1,724 \times 10^4}{3,422 \times \ln \frac{234 + 400}{234 + 40}}} \text{ mm}^2 = 82,95 \text{ mm}^2$$

Adotar bitola 95 mm<sup>2</sup>, cobre macio, classe 3, 19 fios (cobre nu).

Cálculo da seção transversal dos condutores utilizando aço-cobre 53%, conforme a tabela IV.

$$\begin{aligned} I_f &= 18kA = 18.000A \\ t &= 0,9s \\ \alpha &= 0,00378 \\ \rho &= 3,318 \\ k_0 &= 245 = \frac{1}{0,00408} \\ TCAP &= 3,846 \\ S &= 18 \times \sqrt{\frac{0,9 \times 0,00378 \times 3,318 \times 10^4}{3,846 \times \ln \frac{(245 + 800)}{(245 + 40)}}} \text{ mm}^2 = 85,55 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Adotar bitola 95mm<sup>2</sup>, aço-cobre 53% IACS

## ASPECTOS MECÂNICOS

Os condutores utilizados em sistemas de aterramento, além do dimensionamento térmico, devem ser escolhidos em termos de seção transversal considerando as solicitações mecânicas. Como há bem pouco tempo não existia nem uma norma brasileira ou um critério uniforme caracterizando a bitola mínima de condutores de aterramento considerando as condições mecânicas, diversas bitolas eram utilizadas como mínimas, tais como 1/0 ou 2/0 AWG para o cobre com conexões soldadas ou mecânicas respectivamente. Posteriormente constatou-se que grande parte da indústria adotava bitola 4/0 AWG para o cobre.

Atualmente, na norma ABNT NBR 15751:2013 [2], temos as bitolas mínimas que por razões mecânicas devem ser observadas como as seguintes:

- Cobre - 50mm<sup>2</sup>
- Aço (protegido contra à corrosão de acordo com as normas aplicáveis) - 38mm<sup>2</sup> (5/16”).

Sugestão do autor: como bitolas mínimas em sistemas de aterramento:

- Cobre - 50 mm<sup>2</sup>
- Aço-cobre - 50 mm<sup>2</sup>
- Aço galvanizado - 70 mm<sup>2</sup>.

Cabe observar que quaisquer que sejam os critérios adotados, se houver possibilidade

de reduzir a bitola ao substituir os condutores de cobre por aço-cobre não haverá prejuízo da resistência mecânica, conforme comprovam as Tabelas V e VI. Observa-se que condutores aço-cobre se comportam melhor perante o esmagamento e ao cisalhamento em comparação com os de cobre.

TABELA V – DUREZA BRINNEL

MATERIAL	RECOZIDO	DURO
Cobre	45	100
Aço	150	400

TABELA VI CIZALHAMENTO (KG/MM<sup>2</sup>)

MATERIAL	RECOZIDO	DURO
Cobre	16	20
Aço	37	47

## 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.

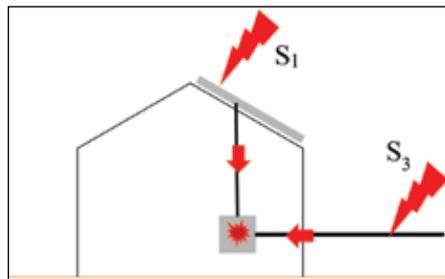
\*Galeno Lemos Gomes é engenheiro eletricista e de segurança do trabalho, MsD em Educação Técnica pela Universidade de Oklahoma (USA) e Sócio Gerente Técnico da Empresa Galeno Gomes Engenharia Consultoria e treinamento Ltda. É ainda professor dos cursos: Sistemas de Aterramento Projeto, construção, medições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

## Sistemas fotovoltaicos – Quando instalar DPS classe I

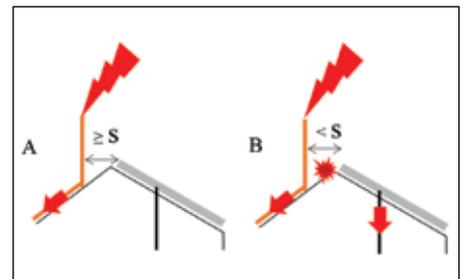
À luz da ABNT NBR 5419:2015, devemos instalar Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) para reduzir o risco de incêndio, choque por tensão de passo e toque e dano nos sistemas internos – equipamentos ligados à energia ou sinal. No caso dos sistemas fotovoltaicos, principalmente aqueles em instalações residenciais e comerciais, a utilização dos DPS envolve todo esse escopo citado. O incêndio e o choque por tensão de passo e toque são os mais importantes por envolver vidas humanas e devem ser priorizados.

Somente DPS classe I é capaz de prover proteção contra incêndio e tensão de passo e toque. Esse DPS é aquele capaz de suportar uma corrente limp em uma forma de onda 10/350 $\mu$ s. Logo, podemos indicá-los na descrição impressa no próprio produto ou em seus documentos, tendo pelo menos um dos seguintes parâmetros: “Classe I”, “10/350 $\mu$ s” ou “limp”.

A necessidade de DPS classe I em uma instalação fotovoltaica deve ser analisada considerando a possibilidade de uma descarga que pode ser injetada no sistema pelas placas – fonte S1 da Figura 1 – ou a que pode ser injetada pela linha de energia que sai para o ambiente externo – fonte S3 da Figura 1.

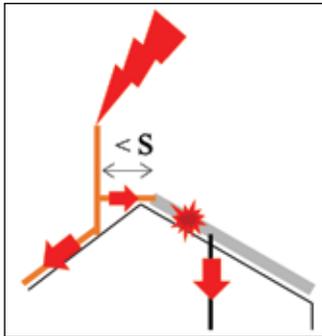


**Figura 1 – Pontos de entrada da corrente da descarga atmosférica na instalação.**

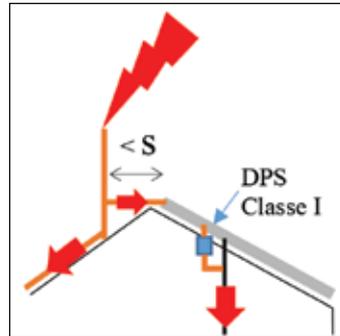


**Figura 2 – Relação da distância de segurança e a necessidade de DPS classe I.**

A possibilidade de ocorrência tanto de S1 quanto S3 é dada pela parte 2 da NBR 5419:2015 que trata do gerenciamento de risco. Mas há como aproveitar uma avaliação já realizada. É o caso de uma estrutura que já tenha Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA. Se há SPDA, a necessidade de DPS classe I já é evidente, pelo menos nas entradas ou saídas das linhas da edificação, restando avaliar a necessidade de instalação em outros pontos da instalação.



**Figura 3 – Equipotencialização do painel fotovoltaico e o captor.**



**Figura 4 – Adoção de DPS classe I contra dano na placa.**

A relação com a distância de segurança “s”, quando há um SPDA, é que determinará a necessidade de DPS classe I nas linhas de energia que ligam as placas fotovoltaicas ao interior da edificação. Se a distância de segurança é atendida – conforme Figura 2A – não haverá a injeção de corrente para dentro da instalação, não sendo necessário, nesse caso, o DPS classe I. Já quando a distância de segurança não é atendida – conforme Figura 2B – um centelhamento perigoso do captor para a placa, além de causar o dano na placa e um possível incêndio nesse ponto, irá injetar corrente da descarga atmosférica para o interior da instalação, sendo necessária a instalação de DPS classe I, para se evitar o incêndio e o choque em pessoas.

Para se evitar o centelhamento perigoso, é necessária a equipotencialização – interligação – do captor e a estrutura metálica do painel que sustenta a placa. Porém, diferentemente do que muitos pensam, essa medida não irá evitar que a corrente da descarga entre na instalação pelos condutores que saem da placa. Essa interligação também não irá evitar o dano na placa, bem como um incêndio – conforme Figura 3. A proximidade da placa, do suporte metálico de sustentação e dos condutores é muito menor do que a necessária para suportar a tensão que tipicamente surge na ocorrência de uma descarga atmosférica.

A solução para o dano na placa e se evitar um provável incêndio nesse ponto é a adoção de DPS classe I interligando os condutores que saem da placa à estrutura metálica que as sustentam – conforme Figura 4. Entretanto, essa medida não irá impedir que parte da corrente da descarga atmosférica siga para dentro da instalação, sujeitando as pessoas a choque e provocando incêndio.

O DPS utilizado nesse ponto, além de ser classe I, tem que suportar a corrente da descarga atmosférica ( $I_{imp}$ ) que irá passar por esse caminho que foi estabelecido por ele e ter uma tensão de operação contínua ( $U_c$ ) superior à tensão entre o condutor e o suporte da placa.

Definir a corrente limp do DPS é extremamente importante,

apesar de não ser uma tarefa trivial, podemos obtê-la nas normas disponíveis. O primeiro passo é definir o valor da corrente da descarga atmosférica ( $S_1$ ) que será injetada no captor do SPDA. A ABNT NBR 5419:2015 apresenta esses valores – conforme a Tabela 1 – ou seja, para um SPDA de classe I ou de classe não conhecida, essa corrente seria de 200 kA. O segundo passo é definir a parcela dessa corrente que irá se dividir para a equipotencialização da placa com o SPDA. Essa parcela está intimamente ligada ao número de caminhos que a corrente da descarga terá até o solo, através dos condutores de descidas do SPDA. Quanto maior o número de descidas do SPDA, menor deve ser a corrente que irá para o DPS ligado no sistema fotovoltaico.

**TABELA 1 - CORRENTE DA DESCARGA ATMOSFÉRICA EM FUNÇÃO DA CLASSE DO SPDA**

Classe do SPDA	Corrente de pico ( $S_1$ )
IV ou III	100 kA
II	150 kA
I	200 kA

As normas brasileiras de sistemas fotovoltaico não tratam especificamente da divisão da corrente da descarga atmosférica para a determinação de limp, mas a ABNT NBR 5419:2015 nos fornece base para fazermos. Entretanto, há a IEC 61643-32:2017 – DPS conectado no lado CC de instalações fotovoltaicas – que fornece os valores mínimos da corrente limp do DPS classe I, dependendo da classe e da quantidade de condutores de descidas do SPDA.

**TABELA 2 - CORRENTE  $I_{imp}$  PARA DPS CLASSE I COMPOSTO DE VARISTORES PARA UM SISTEMA FOTOVOLTAICO MONTADO SOBRE A COBERTURA DE UMA ESTRUTURA COM SPDA, EM QUE A DISTÂNCIA DE SEGURANÇA NÃO FOI ATENDIDA – ADAPTADO DA IEC 61643-32:2017**

Classe do SPDA	Número de condutores de descidas		
	< 4	>= 4	>= 4
	$I_{imp}$ (10/350)	$I_{total}$ (10/350)	$I_{imp}$ (10/350)
I	10 kA	20 kA	5 kA
II	7,5 kA	15 kA	3,75 kA
III ou IV	5 kA	10 kA	2,5 kA

Um SPDA classe II – segundo a Tabela 2 – com menos de 4 condutores de descida, necessita de um DPS classe I, cuja corrente limp deve ser maior que 7,5 kA, mas se houver pelo menos 4 condutores de descidas, deverá ser maior que 3,75 kA.

Devemos lembrar que esse DPS irá injetar corrente da descarga atmosférica dentro da instalação e precisará ser tratada, mas para este artigo ficaremos até esse ponto.

Por Ivan Nunes Santos, José Carlos de Oliveira,  
Andréia Crico dos Santos e Bárbara Morais Giancesini\*

## Compartilhamento de responsabilidades harmônicas via processos de mudança de estado: tendências e desafios

A presença crescente de componentes não-lineares em instalações consumidoras industriais, comerciais e residenciais ocasiona a intensificação das distorções harmônicas presentes nas redes elétricas, com subsequentes impactos sobre a qualidade da energia suprida. Neste cenário de aumento da presença de harmônicos, há ainda de se reconhecer a contribuição da popularização de fontes de energia renováveis não-convencionais, como a geração eólica e a fotovoltaica. Diante dessa situação, é evidente a necessidade de se estabelecer limites para os níveis individuais e totais das distorções de tensão, conforme especificado em vários documentos normativos e padrões nacionais e internacionais. Como motivadores para tais medidas é possível citar diversos impactos causados pela presença de harmônicos em sistemas elétricos, como operações anômalas de equipamentos, sobreaquecimentos e sobretensões. Estes fenômenos estão fortemente correlacionados com a confiabilidade, segurança e vida útil dos mais diversos equipamentos elétricos.

Uma vez constatadas distorções acima dos valores preconizados, medidas mitigadoras se fazem necessárias, a exemplo do emprego de soluções baseadas na filtragem harmônica por meio de compensação passiva ou ativa. Tendo em mente que tais dispositivos são

tecnicamente eficazes, mas demandam significativos custos de investimento, surge a necessidade de se investigar, entre as partes envolvidas no processo, a questão das responsabilidades compartilhadas. Neste sentido, ganha relevância o questionamento de como determinar, em um sistema constituído por supridores e consumidores diversos, as parcelas de responsabilidade sobre as distorções harmônicas encontradas em um barramento de acoplamento comum.

Essa questão, que apresenta alta relevância para a área, tem sido tema de muitas investigações ao longo dos últimos 20 anos. Seguindo distintas linhas de pesquisa, nota-se a proposição, pela comunidade científica, de várias estratégias com o intuito de estabelecer metodologias sólidas e factíveis de implementação em campo. Todavia, até o momento não se reconhece nenhuma proposta que seja consensual ou, em outras palavras, o desafio de compartilhar responsabilidades harmônicas ainda se encontra em aberto.

Dentre as investigações relatadas na literatura, o Método da Superposição, que fora publicado nos anos 2000 [1], certamente é o procedimento que recebe maior destaque até os dias de hoje. Por ser fundamentado em princípios básicos de solução de circuitos elétricos, essa metodologia é consistente,



porém encontra fortes obstáculos para sua implementação prática. O motivo central para tal limitação está no fato de o processo matemático requerer várias grandezas próprias ao sistema elétrico, a exemplo das impedâncias harmônicas dos agentes envolvidos, as quais não se encontram, na grande maioria dos casos, disponíveis.

Buscando meios para contornar os entraves mencionados, uma alternativa concebida em nível nacional foi denominada por Método da Impedância Dominante ou Método da Superposição Modificado [2]. O princípio estabelecido se mostrou efetivo ao dispensar a necessidade de conhecimento das impedâncias harmônicas das partes constituintes do sistema elétrico. O fundamento físico desta alternativa está no emprego de um dispositivo passivo que ofereça uma impedância dominante sobre as demais envolvidas no processo, fato este conseguido através da definição e inserção de filtros harmônicos passivos multissintonizados. Não obstante ao desempenho promissor desta metodologia, é notório que a inclusão de componentes outros à topologia original da rede, pode trazer impactos sobre o desempenho do sistema na sua frequência fundamental. Trata-se, pois, de uma metodologia com processo invasivo, e a alteração nas condições operacionais da rede elétrica pode ser um fato indesejável.

Avançando nesta área de pesquisas, trabalhos mais recentes apontam para uma direção embasada no princípio da mudança controlada de estado da rede elétrica. Nesse campo, algumas pesquisas se destacam, a saber: Método do Chaveamento de Capacitores [3], Método da Injeção de Corrente Harmônica [3] e o Método do Isolamento Harmônico [4]. Apesar das distintas terminologias utilizadas, todos estes procedimentos possuem um ponto em comum: seus princípios encontram

sustentação na técnica de “mudanças de estado controladas”. Através de duas ou mais situações operacionais distintas, uma sendo a original e as demais advindas de alterações operacionais controladas da rede, são estabelecidas equações que correlacionam as grandezas envolvidas e conduzem à solução desejada para o compartilhamento da responsabilidade entre os agentes, quando de sua estrutura original.

Embora a fundamentação seja comum, vale ressaltar que cada um dos procedimentos mencionados possui suas peculiaridades. O método do chaveamento de capacitores, por exemplo, utiliza a variação de potência proporcionada pela inclusão e/ou remoção de estágios de bancos de capacitores, para determinação dos estados necessários à metodologia. Por outro lado, os métodos da injeção de corrente harmônica e o baseado no isolamento harmônico por meio do emprego de filtros ativos são estratégias embasadas na injeção de correntes harmônicas controladas para viabilização das mudanças de estado.

É verdade que os trabalhos investigativos que envolvem mudança de estado são ainda embrionários, contudo, os resultados obtidos até o momento se mostram promissores. Estas estratégias apresentam as vantagens de poderem assumir caráter pouco invasivo e dispensarem informações próprias aos sistemas, a exemplo das impedâncias harmônicas das partes. Neste cenário, os autores se encontram altamente comprometidos com pesquisas adicionais, envolvendo, principalmente, estudos experimentais em laboratório e em campo, com o intuito de consolidar um procedimento que venha a oferecer meios seguros e confiáveis para se atingir respostas aos desafios aqui estabelecidos.

## REFERÊNCIA

[1] W. Xu e Y. Liu, “A method for determining

customer and utility harmonic contributions at the point of common coupling,” *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 15, no. 2, pp. 804–811, 2000.

[2] I. N. Santos, “Método da Superposição Modificado como uma Nova Proposta de Atribuição de Responsabilidades Sobre Distorções Harmônicas,” *Universidade Federal de Uberlândia (Tese de Doutorado)*, 2011.

[3] A. C. dos Santos, “Compartilhamento de Responsabilidades Harmônicas: Análises, Contribuições e Proposições,” *Universidade Federal de Uberlândia (Tese de Doutorado)*, 2019.

[4] F. C. Véliz, S. L. Varricchio, C. de O. Costa, O. A. da Cunha, e R. C. Amaral, “Metodologia Baseada em Medições e no uso de Filtros Ativos para a Determinação das Responsabilidades sobre as Distorções Harmônicas Relativas à Conexão de Novas Instalações ao SIN,” em *Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (XXIV SNPTEE)*, 2017.

Os autores também expressam seus agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Grupo Neoenergia (PD-7284-0001/2016).

Ivan Nunes Santos é professor e pesquisador na Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia (FEELT/UFU) e coordenador do Núcleo de Qualidade da Energia Elétrica (NQEE) – [www.nqee.com.br](http://www.nqee.com.br)

José Carlos de Oliveira é professor aposentado pela FEELT/UFU. Atualmente é colaborador do Programa de Pós-Graduação FEELT/UFU e pesquisador do NQEE.

Andréia Crico dos Santos é professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) e pesquisadora do NQEE.

Bárbara Morais Giancesini é mestrandia pela FEELT/UFU e pesquisadora do NQEE.



**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](http://www.guismo.com.br)**



## Novos tempos

Isolamento social, muita gente em casa, a maioria com afazeres reduzidos, tudo somado às necessidades financeiras fez com que a atenção das pessoas se voltasse para o meio de comunicação com acesso mais compatível com o momento: a Internet. São centenas de webinars, lives e outros nomes tecnológicos, todos girando em torno de um único objetivo: não ser esquecido.

Nada contra, afinal todos nos viramos como podemos, eu já me rendi aos cursos “on-line e ao vivo”, as dívidas não são susceptíveis ao vírus.

Mas, quando se analisa o todo nota-se onde reside o problema a ser destacado: o despreparo intelectual e a falta de cuidado com a qual a “easy way da tecnologia” facilita a transmissão de qualquer informação. Verdades continuam sendo criadas a partir da forma como são incansavelmente repetidas (não pactuo dos pensamentos do autor, mas esta frase define perfeitamente a situação). Pessoas que antes esbarravam em sua incompetência, agora, amparadas pela facilidade encontrada em seus computadores, contribuem incessantemente para a disseminação de absurdos.

No caso da proteção contra descargas

atmosféricas, não é diferente:

- A mistura na aplicação de conceitos para grandezas impulsivas que deveriam ser utilizados apenas em frequência industrial ou abaixo;
- Demonstrações de como medir resistência de aterramento do SPDA (não exigida pela ABNT NBR 5419:2015) com um multímetro, dois pedaços de condutores e uma lâmpada;
- Artefatos caseiros adaptados na utilização da proteção contra surtos de tensão;
- Textos completamente inócuos, ou até mesmo errados, sendo tratados como “a última bolacha do pacote” da normalização brasileira;
- Análises sem fundamento sobre a questão da proteção para seres vivos em áreas abertas, e por aí vai.

Essa situação de facilidade de acesso à informação trouxe consigo a necessidade de aguçar ainda mais o senso crítico, de questionar a todo momento se aquela informação faz sentido, enfim, de pensar. Estamos preparados?

Apesar de serem tempos de inovação e renovação, não podemos prescindir do óbvio que é fazer o certo.

A engenharia nacional agradece.

# PARATEC

SISTEMAS DE PÁRA-RAIOS PREDIAIS

SISTEMA COMPLETO



## PARATEC

A SOLUÇÃO QUE PROTEGE

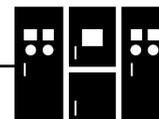
(11) 3641-9063

[vendas@paratec.com.br](mailto:vendas@paratec.com.br)

[www.paratec.com.br](http://www.paratec.com.br)



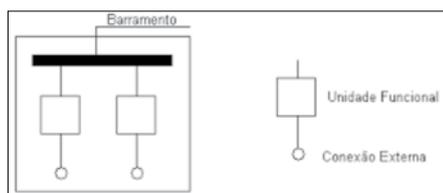
**Nunziante Graziano é engenheiro eletricista, mestre em energia, redes e equipamentos pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP); Doutor em Business Administration pela Florida Christian University; membro da ABNT/CB-003/CE 003 121 002 – Conjuntos de Manobra e Comando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



## Compartimentação de um quadro elétrico de baixa tensão: como escolher

Prezado leitor, muito se discute sobre a forma construtiva de um quadro elétrico de baixa tensão, mas trago à baila hoje esta discussão para entendermos o porquê desta diferenciação em 7 modelos e qual a razão de ser destas opções.

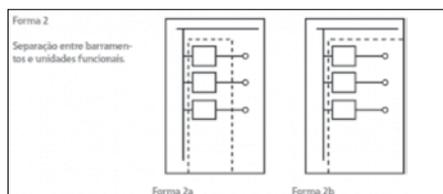
Inicialmente, devemos entender como se diferencia cada uma das opções. Para isso, veja a Figura 1:



**Figura 1 – Forma construtiva 1.**

O invólucro externo do painel é representado na Figura 1 como o retângulo que envolve o barramento, as unidades funcionais e o ponto de conexão externo. Esta construção recebe a designação de forma construtiva 1.

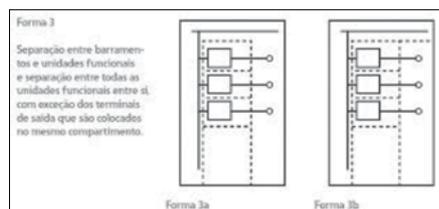
A forma construtiva 2 apresenta a inclusão de uma separação física, geralmente metálica, entre o barramento e as unidades funcionais. Veja a Figura 2 a seguir:



**Figura 2 – Forma construtiva 2.**

É importante notar que a diferenciação entre as formas 2A e 2B se dá pela separação ou não do ponto de conexão externo (local onde conectaremos os cabos de saída), que pode estar junto com a unidade funcional (Forma 2B) ou no compartimento dos barramentos (Forma 2A).

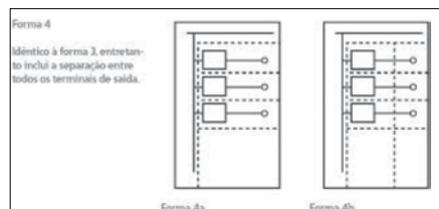
A forma construtiva 3, em comparação com a 2, apresenta a inclusão de separação física, geralmente metálica, entre cada uma das unidades funcionais.



**Figura 3 – Forma construtiva 3.**

É importante notar que a diferenciação entre as formas 3A e 3B se dá pela separação ou não do ponto de conexão externo (local onde conectaremos os cabos de saída), que pode estar separado das unidades funcionais e do barramento (Forma 3B) ou no compartimento dos barramentos (Forma 3A).

A forma construtiva 4, em comparação com a 3, apresenta a inclusão de separações físicas, geralmente metálicas, entre cada uma das unidades funcionais e dos pontos de conexão externos.



**Figura 4 – Forma construtiva 4.**

É importante notar que a diferenciação entre as formas 4A e 4B se dá pela separação individual ou não do ponto de conexão externo (local onde conectaremos os cabos de saída), que pode estar individualmente separado das unidades funcionais e do barramento (Forma 4B) ou no respectivo compartimento da unidade

funcional (Forma 4A).

Ora, me interpela o leitor, essa é a explicação que está na norma! Ok, respondo eu, mas para que serve cada uma delas se, incluindo mais separações internas eu incluo mais barreiras (que agregam custo) e dificulto a ventilação interna (o que torna o painel cada vez mais quente e que exige mais cobre ou projetos mais sofisticados, o que sempre encarece cada vez mais o painel)?

A explicação está sempre na necessidade de interação com partes internas do painel nas atividades de operação e manutenção. Quanto mais sofisticado é o processo produtivo que depende deste painel, mais difícil é seu regime de manutenção e menos vezes e por menos tempo eu posso desligá-lo para fazer uma manutenção preventiva ou corretiva. Sendo assim, se o painel não pode ser desligado para manutenção, se faz necessário compartimentar internamente de modo que se possa isolar e aterrar a parte onde eu necessito intervir mantendo as unidades funcionais adjacentes, barramento e pontos de conexão externos das outras unidades funcionais energizados e em operação, sem com isso expor o profissional que interage com o painel a risco.

Portanto, a escolha da compartimentação adequada é resultado de uma boa análise de como será o processo de operação e manutenção do painel antes de sua construção, visto que a diferença de preço entre um painel forma construtiva 1 e um painel forma construtiva 4B pode chegar a 4 vezes! Portanto, como é sempre desejável desligar e aterrar o ponto de intervenção para manutenção, verifique o processo que está sendo alimentado pelo painel e escolha corretamente de acordo com a sua necessidade.

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](http://www.baurdobrasil.com.br)**



## “Se você está atravessando o inferno, não pare”

O título desta coluna é uma frase atribuída a Winston Churchill, que, na interpretação desse colunista, significa que em momentos de crises não podemos parar porque o que for realizado hoje terá impacto no amanhã. E por falar em amanhã...

O que queremos do nosso amanhã? O que pensamos para o futuro? Se tem algo que nos conforta em momentos de crise é ter a esperança de que a dificuldade é passageira e o futuro apresenta perspectivas muito melhores.

No setor elétrico, o momento é de forte redução na demanda por energia, o que tem feito com que haja uma capacidade excedente em toda a infraestrutura de geração e transmissão. Entretanto, isso não significa que há um excedente estrutural no setor elétrico brasileiro.

Os planejamentos de expansão do setor são realizados com antecedência de dez anos, justamente porque o tempo de desenvolvimento das obras do setor requer muita antecedência.

Grandes obras de geração de transmissão precisam de 5 a 6 anos para serem construídas, e para que seja colocada a sua pedra fundamental, meses e às vezes anos de trabalho foram precedidos para tratar dos aspectos ambientais que viabilizam a construção do empreendimento.

Por esse motivo que é fundamental não perdermos de vista esse horizonte de longo prazo, caso contrário, lá na frente pagaremos o preço de termos a visão restrita a conjuntura

atual.

Estamos passando no momento pela discussão da viabilização do leilão de transmissão previsto para ser realizado em dezembro deste ano. Este leilão possui importantes obras de subestações e linhas de transmissão espalhadas pelo Brasil.

Nesta relação existem também linhas de transmissão previstas para serem instaladas em regiões com alta concentração de carga, que, justamente por serem áreas densamente povoadas, precisam ser construídas de forma subterrânea.

Essas linhas foram planejadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) justamente por serem consideradas necessárias para atendimento do aumento da carga previsto para o próximo decênio. Apesar da queda atual na demanda energética, a retomada da economia ocorrerá, e, em um horizonte de longo prazo, a necessidade dessa infraestrutura permanece sendo necessária.

Em junho deste ano, a Aneel deliberou pela postergação por quatro meses o prazo de entrega dos empreendimentos de transmissão que foram outorgados após a decretação da pandemia. A medida foi instituída justamente pela dificuldade em realizar a mobilização inicial para o início da execução do empreendimento.

Essa postergação é uma medida razoável e sensata, sem prejuízo no longo prazo, tendo em vista a ampla antecedência que estes empreendimentos foram viabilizados.

Entretanto, no caso das obras previstas no leilão de transmissão a ser realizado no final deste ano, o governo tem cogitado a possibilidade de não realizar o leilão, sem nova data definida.

Operar o setor elétrico é como comandar um navio transatlântico. A inércia é muito grande e qualquer movimento precisa ser planejado com muita antecedência. Os empreendimentos que estão planejados neste leilão têm a previsão de início de operação entre 2025 e 2026, pelo edital que foi colocado em consulta pública.

Se perdermos o ritmo agora, o tempo de retomada será muito grande e depois não conseguiremos compensar, podendo passar por problemas que já tivemos em passado recente de termos usinas em condições de operar, mas que precisam ficar paradas pela falta de linhas de transmissão disponíveis para escoar essa produção.

Ou ainda, no caso das linhas próximas dos centros de carga, haverá redução da confiabilidade pela falta de opções de escoamento da carga em situações de contingência, ou poderá haver sobrecargas nas linhas existentes que não poderão contar com os reforços que haviam sido previstos para atender o aumento de demanda esperado.

O cenário é de muita atenção e o governo precisa ter essa visão de longo prazo para o setor elétrico, caso contrário, a crise atual poderá estar plantando a semente de outras crises que se desenvolverão futuramente.



**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/Cobeci. 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 sustentabilidade

Seguindo a série de artigos, neste mês, em função do dia do meio ambiente comemorado no dia 05 de junho, nosso tema será iluminação e sustentabilidade. A reflexão proposta é: de que maneira podemos fazer a iluminação mais sustentável? Quando pensamos no tema invariavelmente já associamos o uso do Led, mas podemos ir além. Podemos pensar no sistema de controle, que, associado à iluminação eficiente, manterá o fluxo luminoso constante durante toda a vida útil, podendo ser associado com sistemas que emitam o fluxo luminoso necessário para cada horário e/ou necessidade de utilização. A iluminação pode ser mais humana e gentil com o usuário que deve ter a possibilidade de utilizá-la da melhor maneira possível sempre.

Mas não precisamos pensar somente na tecnologia Led e no sistema de controle para tornar a iluminação mais sustentável, precisamos pensar no processo produtivo como um todo, desde a concepção do produto, utilização, reparos ao longo do tempo com as manutenções necessária até sua substituição e reutilização ou reciclagem. Aumentar o ciclo de vida não somente em termos de aumento de vida útil, mas no custo geral de propriedade e descarte deveria já estar sendo uma metodologia considerada para todos

os projetos de eficiência energética em iluminação. Infelizmente ainda discutimos somente o lm/W e a vida do componente LED, perdendo a oportunidade de uma transformação completa do sistema em termos gerais considerando diversas outras questões técnicas pertinentes.

Quando pensamos na iluminação urbana mais sustentável nos deparamos com o paradigma de cada vez mais pessoas vivendo nas cidades e demandando recursos e uso de espaços e buscando uma melhor qualidade de vida. Estima-se que até 2050 mais de 70% da população viva nas cidades, cada vez mais sobrecarregadas com espaços limitados. As cidades precisam de eficiência e sustentabilidade gerando oportunidades para todos os habitantes. A iluminação interferindo diretamente em nossa saúde deve ser cada vez melhor projetada e levando em conta as pessoas e não somente os espaços. Nas cidades, a iluminação deve ajudar a transformar o ambiente urbano no período noturno garantindo que as pessoas tenham condições visuais favoráveis e interferindo o mínimo possível na flora e na fauna. A tecnologia atualmente deve ser apenas uma ferramenta para conseguirmos melhorar nossas metas de eficiência e sustentabilidade.

Uma iluminação mais sustentável que em sua essência respeite o meio ambiente depende de nossas escolhas e atitudes. O menor preço hoje por apresentar riscos e uma conta a ser paga em longo prazo que não está sendo considerada por quem projete, investe, avalia e adquire um produto nos dias de hoje. Demandar menos recursos e gerir estes recursos bem como gerir de forma correta a energia e os resíduos do uso da iluminação são questões essenciais nos dias de hoje. Pensar em economia circular e agir neste sentido deve ser considerado em uma concessão de iluminação daqui para frente. Assim como compatibilizar a iluminação com a arborização urbana.

Precisamos buscar rapidamente que estes novos critérios sejam incorporados nos futuros projetos para que sustentabilidade em iluminação deixe de ser um conceito, uma tendência ou uma meta e se torne efetivamente algo valorizado, consolidado no entendimento de todos de forma prática e seja requisito essencial em qualquer nova implantação ou reforma dos sistemas existentes. A iluminação sustentável diz respeito a nossa melhoria da qualidade de vida atual, ao nosso futuro, e a vida das próximas gerações.



José Starosta é diretor da Ação Engenharia e Instalações e membro da diretoria do Deinfra-Fiesp e da SBQEE. [jstarosta@acaoenge.com.br](mailto:jstarosta@acaoenge.com.br)



## O consumo de reativos e a geração distribuída

A geração distribuída vem se tornando uma alternativa interessante na busca por redução dos custos de suprimento. Assim, os consumidores têm à disposição uma série de oportunidades que consideram o uso de fontes próprias como geradores a gás, biocombustíveis ou painéis fotovoltaicos que pelos inversores injetam a energia nas redes das distribuidoras de forma a compensar o consumo de suas cargas.

Além dos cuidados clássicos relacionados à interligação, aos equipamentos e à própria aprovação do projeto de acesso pela distribuidora, surge uma necessidade que deverá ser considerada por estes “prosumidores” como estão sendo tratados em uma nova morfologia da nossa língua. A situação aqui tratada é ilustrada na Figura 1, em que se apresenta:

- Alimentação pela distribuidora em média tensão em transformador do consumidor em SE própria (ponto P4);
- Conexão de sistema fotovoltaico no Quadro Geral de BT onde também são conectadas as cargas da planta e o sistema de compensação de energia reativa;
- A Figura 1 apresenta o fluxo de potência ativa e reativa, considerando a carga, a geração FV e as correntes harmônicas geradas pela própria carga e pelo inversor do sistema FV.

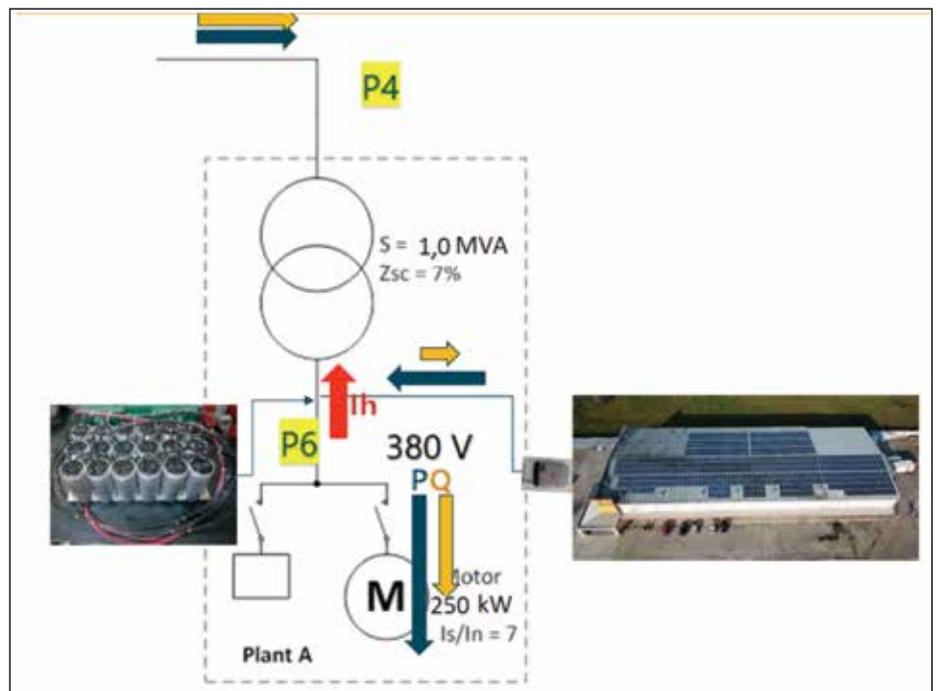


Figura 1 – Esquema de alimentação pela distribuidora, cargas e GD fotovoltaica.

O que se nota é que o fator de potência da carga definido pela conhecida relação trigonométrica das potências reativa e ativa definiu aos gestores da planta a instalação de um sistema de compensação reativa, representado na Figura 1

Neste caso podemos assumir uma situação de demanda típica da carga de 300 kW com 200 kvar, e o fator de potência típico de 83%. Nesta situação foi definido

um sistema de compensação reativa com injeção de 100 kvar, elevando o fator de potência para 95%. Nesta situação, a frequência de ressonância é da ordem da 12ª harmônica.

Caso o sistema de compensação reativa não fosse do tipo antirressonante, o sistema estaria eventualmente sujeito a ressonância na 11ª harmônica dependendo de outros fatores da instalação.

Quando da ligação do sistema de geração distribuída é importante que se observe a potência gerada e a capacidade do inversor também gerar potência reativa. Note que este cenário deve ser claramente definido, uma vez que em medição tomada como a ilustrada nas Figuras 2 e 3, existindo somente geração de potência ativa líquida que será descontada daquela consumida na tarifação de energia ativa, sem considerar a geração proporcional da potência reativa. A Figura 3 indica uma pequena porção de energia reativa consumida pelo sistema de GD.

Neste cenário, a nova situação apresenta uma potência ativa consumida não mais de 300 kW, mas, de 220 kW durante o pico de geração e a potência reativa consumida anteriormente será levemente acrescida em função do consumo do sistema de GD. Assumindo-se o mesmo consumo de 200 kvar anteriormente definido e injeção dos mesmos 100 kvar existentes para a compensação reativa, o novo fator de potência durante o pico de geração solar será de 74% sem a compensação reativa e 91% com a injeção do reativo dos capacitores existentes. A inserção de novos capacitores para a correção do

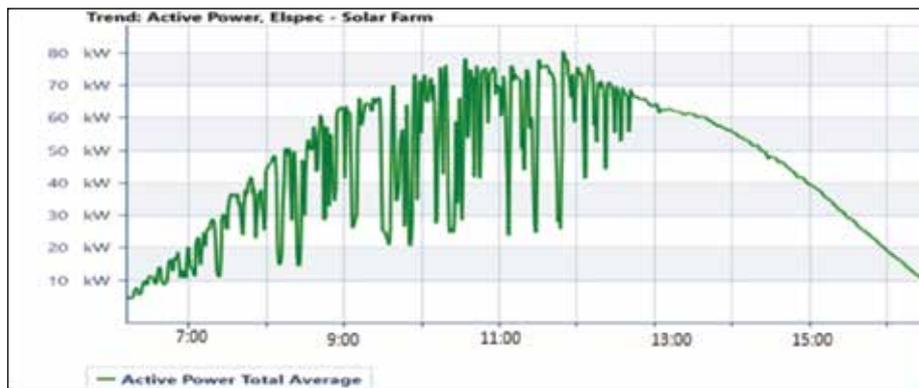


Figura 2 – Potência ativa gerada pela GD.

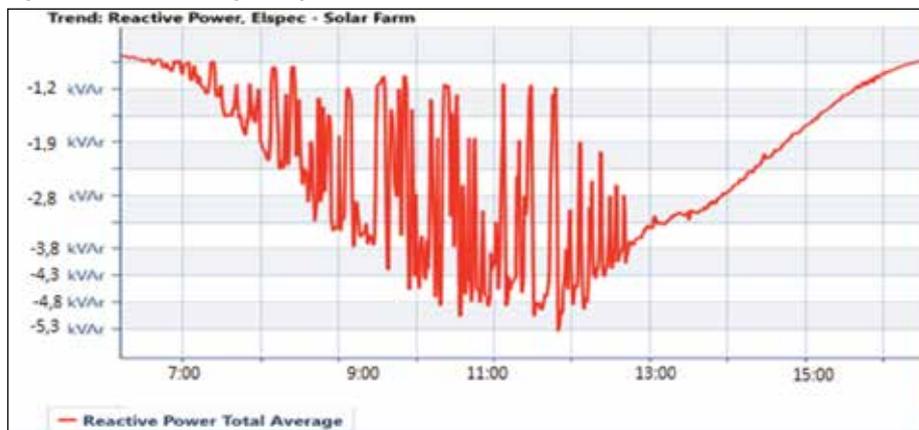


Figura 3 – Potência reativa gerada pela GD.

novo fator de potência mudará a frequência de ressonância para valores próximos ao das frequências das correntes harmônicas típicas das cargas e inversor aumentando

a possibilidade de ressonância harmônica. Portanto, a implantação de GD deve ser precedida de um estudo de compensação reativa e ressonância harmônica.



- Soluções à prova d'água (IP68)
- Resistente à temperaturas altas/ baixas (-40 +125)
- Pressão agua fria e quente até 85°C (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





**Roberval Bulgarelli é engenheiro sênior da Petrobras. Possui 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 pelos reconhecidos trabalhos realizados em prol da Normalização Técnica Internacional da IEC sobre eletricidade.**



## Novos requisitos para equipamentos imersos em líquido para atmosferas explosivas com tensão até 245 kV – Tipo de proteção Ex “o”

Foi publicada pela IEC em 24/02/2020, a Edição 4.1 (consolidada) da Norma sobre atmosferas explosivas: IEC 60079-6 - Proteção de equipamentos por imersão em líquido “o”.

Esta parte da série de Normas Técnicas Internacionais IEC 60079 especifica os requisitos para projeto, fabricação, ensaios e marcação de equipamentos “Ex” e componentes “Ex” com tipo de proteção por imersão em líquido “o”, destinados à utilização em atmosferas explosivas de gases inflamáveis.

Podem ser citados como exemplos de equipamentos elétricos para instalação em atmosferas explosivas com o tipo de proteção Ex “o” os transformadores de potência, com enrolamentos de força e demais componentes elétricos imersos em um líquido de proteção.

A técnica de proteção Ex “o” é aplicável também a equipamentos eletrônicos de alta tensão instalados em áreas classificadas, tais como os sistemas de chaveamento de alta tensão (da ordem de 50 kV) comumente utilizados em precipitadores eletrostáticos e dessalgadoras de petróleo.



Equipamentos e componentes “Ex” com o tipo de proteção por imersão em líquido “o” podem proporcionar:

- Nível de proteção “ob” (EPL “Mb” ou “Gb”)
- Nível de proteção “oc” (EPL “Gc”)

Para o Nível de Proteção “ob”, esta norma é aplicável quando a tensão nominal não exceder 11 kV. Para o Nível de Proteção “oc”, esta norma é aplicável quando a tensão nominal não exceder 15 kV. Adicionalmente, para o nível de proteção

(EPL) “oc”, é aplicável o novo Anexo D, quando a tensão nominal for maior que 15 kV, até 245 kV.

Por solicitação do Brasil e de outros países participantes do TC 31 da IEC, foram incluídos na IEC 60079-6 requisitos para tensões mais elevadas para aplicações de equipamentos e sistemas Ex “o” com tensão nominal até 245 kV.

A tensão de equipamentos elétricos com tipos de proteção Ex “o” era historicamente limitada para o nível de proteção (EPL) “oc” até 15 kV. No entanto, existem aplicações atuais com tensões superiores, para alimentar instalações marítimas (offshore) que estão localizadas distantes da costa. Níveis de tensão até 245 kV são requeridas para permitir a transmissão de energia elétrica até centenas de quilômetros da costa para instalações offshore ou entre instalações terrestres e marítimas em atmosferas explosivas. Para incorporar estes requisitos existentes, foi incluído como um “Amendment” na IEC 60079-6 Ed. 4.1, um novo Anexo D (Normativo): Requisitos complementares para equipamentos elétricos com nível de proteção (EPL) “oc” para tensões acima de 15 kV até 245 kV inclusive.

Este novo Anexo D da IEC 60079-6 Ed.



4.1 pode ser aplicado a transformadores de potência imersos em líquido, reatores, reguladores de potência, comutadores de tap (tap-changers) ou outros equipamentos elétricos de alta tensão imersos em líquido instalados em áreas classificadas, para os quais não existam normas IEC aplicáveis, como conectores móveis (swivels) para conexões elétricas de alta tensão, resistores de aterramento imersos em óleo e resistores de chaveamento imersos em óleo.

Com o advento de equipamentos "Ex" com tensões até 245 kV, serão elaborados os respectivos requisitos e procedimentos de serviços de seleção de equipamentos, montagem, inspeção, manutenção e reparos, nas respectivas normas técnicas da Série IEC 60079.

A Comissão de Estudo CE 003:031.002 do Subcomitê SCB 003:031 (Atmosferas explosivas) da ABNT/CB-003 (COBEI), responsável pela elaboração e

atualização da respectiva Norma técnica brasileira adotada ABNT NBR IEC 60079-6, acompanhou todo o processo de atualização, comentários, revisão, votação, aprovação e publicação da respectiva Norma internacional da IEC 60079-6.

Esta Comissão de Estudo conta com a participação de profissionais envolvidos com equipamentos e instalações em atmosferas explosivas, representantes das seguintes empresas: Conaut, Eaton/Crouse-Hinds/Blinda, Vextrom, Melfex, Naville, Petrobras, Reeme Iluminação, SEW, Soul consultoria, Tramontina e Weg.

Esta norma técnica brasileira é uma adoção idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação, à IEC 600796, que foi elaborada pelo Technical Committee Equipment for Explosive Atmospheres (IEC/TC 31), conforme ISO/IEC Guide 211 e ABNT Diretiva 3 - Adoção de documentos técnicos internacionais.



As normas técnicas brasileiras adotadas das séries ABNT NBR IEC 60079 e ABNT NBR ISO 80079 elaboradas pelas Comissões de Estudo do Subcomitê SCB 003:031 do Cobei são idênticas, sem desvios técnicos nacionais em relação às respectivas normas internacionais da IEC. 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.

16 de Junho | Aniversário da Alpha

*É com imensa alegria que celebramos os 44 anos de estrada. Obrigado a todos os clientes, fornecedores e colaboradores por fazer parte da nossa história.*

**ALPHA**  
EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

**Ação Engenharia 55**

(11) 3883-6050  
www.acaoenge.com.br

**Alpha 73**

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

**Beghim 3ª capa**

(11) 2942-4500  
beghim@beghim.com.br  
www.beghim.com.br

**BRVAL 4ª capa**

(21) 3812-3100  
vendas@brval.com.br  
www.brval.com.br

**CINASE 37**

(11) 98433-2788  
cinase@cinase.com.br  
www.cinase.com.br

**Clamper 47**

(31) 3689-9500  
comunicacao@clamper.com.br  
www.clamper.com.br

**Condumax / Incesa 15**

0800 701 3701  
www.condumax.com.br  
www.incesa.com.br

**D'Light Fascículos**

(11) 2229-8489  
vendas@dlightsolar.com.br  
www.dlightsolar.com.br

**Embrastec 45**

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

**Exponencial 6**

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

**Gimi Pogliano 27**

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

**Intelli 7**

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

**Itaipu Transformadores 25**

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

**Neocable 43**

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

**Novemp 5 e Fascículos**

(11) 4093-5300  
vendas@novemp.com.br  
www.novemp.com.br

**Onix Distribuidora 23**

(44) 3233-8500  
www.onixcd.com.br

**Paratec 66**

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

**RDI Bender 57**

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

**Romagnole 23**

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

**S&C 17**

41 3382-6481  
www.sandc.com/MarkV  
www.sandc.com/ts18

**Siemens 2ª capa**

www.siemens.com.br

**SEL 9**

(19) 3518-2110  
vendas@selinc.com.br  
www.selinc.com.br

**Techno do Brasil 71**

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

**Trael 21**

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

# 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.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

# BRVAL

ELECTRICAL

**Empresa Líder** no segmento de cabines, cubículos e subestações blindadas no Rio de Janeiro, homologada em diversas concessionárias e com fornecimento para todo Brasil!



Garantia da Qualidade

Atendimento Especializado

Experiência Comprovada

Inovação Permanente



Linha Compacta SF6



Transformador a Seco de Média Tensão



Soluções Customizadas para uso ao tempo e abrigado



Cabines, Subestações e Cubículos de Média Tensão

Produtos Homologados em Diversas Concessionárias do Brasil

Todas as nossas fábricas possuem certificação ISO 9001



### Atendimento ao Cliente | Vendas:

Shopping Nova América - Offices - Sala 1109 - Rio de Janeiro - RJ

(21) 3812-3100 | vendas@brval.com.br

www.brval.com.br

Fábrica I (Valença - Rio de Janeiro):  
(24) 2453-5004 | sac@brval.com.br



Fábrica II (Santo - São Paulo):  
(11) 4028-8276 | sac@brval.com.br



# BRVAL

ELECTRICAL