

# O Setor elétrico

REVISTA



## REDES INTELIGENTES

Conheça o projeto de implantação de smart grids da Copel para atendimento a mais de 5 mil consumidores em baixa tensão

2021: Ano decisivo para os sistemas de armazenamento de energia

### Fascículos desta edição:


Indústria 4.0: A transformação digital em 2020

Segurança em eletricidade: Manutenção de semáforos e a NR 10

Inovação em distribuição: O futuro dos 3Ds no Brasil







**MAIS QUE  
ENERGIA,  
DISTRIBUÍMOS  
DESENVOLVIMENTO  
PARA O BRASIL.**

Reconhecida no mercado de transmissão,  
a Alubar também possui condutores para todos os  
empreendimentos de distribuição de energia elétrica.

Nosso portfólio atende projetos elétricos de pequeno  
e grande porte.

Com tecnologia de ponta e profunda expertise no que  
fazemos há mais de 20 anos, levamos mais eficiência  
a importantes empreendimentos da infraestrutura do  
setor elétrico brasileiro.

De Norte a Sul do Brasil, apoiamos e acreditamos no  
crescimento de nossos clientes e do Brasil.

[www.alubar.net.br](http://www.alubar.net.br)

[comercial.cabos@alubar.net](mailto:comercial.cabos@alubar.net)

 /GrupoAlubarOficial  GrupoAlubar  /GrupoAlubar  /GrupoAlubar  GrupoAlubar





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 Rançoleta - 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, Jobson Modena, José Starosta, Luciano Rosito,  
Nunziante Graziano, Roberval Bulgarelli.

#### Colaboradores desta edição

Aguinaldo Bizzo de Almeida, Andrea Maia, André Pedretti,  
Carlos Eduardo Boechat, Celso Campo Dall'Orto, Cyro Boccuzzi,  
Daniel Bento, Edison Ribeiro da Silva, Elon Carlo Valério,  
Elbia Gannoun, Fabrício Parra Santilío, Guilherme Rissi,  
Gustavo José Luna Filho, Jobson Modena, José Starosta,  
José Maurílio da Silva, Julio Omori, Luciano Rosito, Nicolau  
Dantas, Pedro André Carvalho Rosas, Rinaldo Junior Botelho,  
Roberto Perillo Barbosa da Silva, Roberval Bulgarelli, Rodolfo  
Quadros, Rodrigo Sauaia, Ronaldo Koloszuk,  
Rosane Maris Ribas, Tiago Augusto Santana.

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](http://www.shutterstock.com) | [metamorworks](http://metamorworks)

Impressão - Grafilar

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](http://www.anatec.org.br)



Suplemento Renováveis

29

2021: ano decisivo para os sistemas de armazenamento de energia; Energia solar nas cidades do futuro; 2020 foi um bom ano para os certificados de energia renovável. Estas e outras notícias sobre fontes renováveis de energia.

#### 4 Editorial

#### 6 Coluna do consultor

O clássico descaso com a eficiência energética.

#### 8 Painel de notícias

Schneider Electric lança programa de fidelidade para engenheiros e projetistas; Engie lança ferramenta para gerenciamento de energia; EDP lança app para localizar eletropostos; MME e EPE lançam Plano Nacional de Energia 2050; Aneel ultrapassa em mais de 800 MW a meta de expansão da geração em 2020. Estas e outras notícias sobre produtos, empresas e mercado da engenharia elétrica no Brasil.

#### 13 Fascículos

Indústria 4.0 e a Transformação Digital

Segurança em Eletricidade

Inovação em Distribuição de Energia - Digitalização, Descentralização e Descarbonização

#### 40 Aula prática

Projeto Ipiranga: implantação de redes inteligentes no atendimento a mais de 5.000 consumidores em baixa tensão.

#### 46 Espaço Aterramento

Panorama da normalização.

#### 50 Espaço SBQEE

Cobrança de excedente de reativos por fator de potência ou fator de deslocamento?

#### Colunas

52 Luciano Rosito - Iluminação pública

53 Daniel Bento - Redes subterrâneas em foco

54 José Starosta - Energia com qualidade

56 Roberval Bulgarelli - Instalações Ex



Edição 175

## Um 2021 de saúde e de segurança energética

Como já é habitual, o fornecimento de energia elétrica no Brasil depende majoritariamente da força da natureza - ou do humor de São Pedro para nos abençoar com chuvas constantes e abundantes. Mas nem sempre ele olha por nós e vamos combinar que, ultimamente, os brasileiros não estão fazendo muito por merecer. Fato é que, no início de dezembro, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) admitiu que o nível dos reservatórios das principais hidrelétricas do país estava entre os mais baixos da história. Os reservatórios das regiões Sudeste e Centro-Oeste estavam com 17,7% da capacidade, superior apenas ao registrado no mesmo período em 2014, quando o país enfrentou sérias dificuldades de abastecimento. Os primeiros meses, janeiro a março, costumam ser os mais úmidos do ano e é bom continuarem assim em 2021 para garantir o fornecimento e evitar o acionamento de mais térmicas e, com isso, termos de engolir a fatídica bandeira tarifária vermelha por mais tempo.

Além de incentivar e prover recursos para que as fontes eólica e solar cresçam cada vez mais, incluindo a importante geração distribuída, uma tecnologia cada vez mais necessária e que pode ajudar o país a ter um controle maior sobre a oferta e a demanda é o armazenamento de energia, pilar fundamental da transição energética e para um futuro descarbonizado. Em um planeta em plena transição das fontes fósseis para as energias renováveis, em que a preocupação com o meio ambiente está cada vez mais presente nas economias dos países de todo o mundo, o desenvolvimento de técnicas viáveis de armazenamento de energia é vital para o equilíbrio do sistema, evitando desperdícios de fontes verdes (ou não) e, conseqüentemente, eventuais problemas de abastecimento.

Esta edição traz uma discussão importante sobre o tema, em que os autores evidenciam os benefícios que os sistemas de

armazenamento de energia podem oferecer às concessionárias, aos reguladores e aos consumidores, como balanço de oferta e demanda, suporte às redes de transmissão e distribuição, prestação de serviços ancilares e resiliência e autonomia ao fornecimento. Para os autores, o ano de 2021 reserva muitos debates em torno deste tema e uma maior valorização dos investimentos na área.

Também encerramos, nesta edição, os fascículos que iniciamos em janeiro de 2020 sobre os temas que dominaram muitas das discussões durante o ano que passou: indústria 4.0 e a transformação digital; segurança em serviços com eletricidade; e inovação na distribuição e a transição energética. Confira o fechamento destas séries de artigos e as perspectivas para 2021 de cada um dos autores sobre os respectivos assuntos.

Para 2021, esperamos continuar disseminando muito conteúdo técnico e relevante para os profissionais de engenharia elétrica por meio desta revista impressa e que passará a ter mais presença nos meios digitais: site e redes sociais. Como aumentaremos nossa exposição na internet, teremos mais espaço para oferecer ainda mais conteúdo e novas formas de contribuir para o conhecimento e amadurecimento dos profissionais que nos acompanham. Se chegou até aqui e tem alguma sugestão de tema, curso, evento (digital ou presencial) que gostaria de ler ou participar, por favor, nos escreva! Fique à vontade para nos acionar por e-mail (abaixo) ou nos enviar uma mensagem pelas redes sociais. Estamos em todas! Basta procurar por Revista O Setor Elétrico no Instagram, Twitter, Facebook ou LinkedIn.

A todos, um 2021 de muita saúde e de dias melhores!

Abraços,

*Flávia Lima*

flavia@atitudeeditorial.com.br



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



# Para cada necessidade, uma solução Novemp

## Barramentos Blindados com grau de proteção IP-55

Distribuição e transporte de energia com  
segurança, versatilidade e eficiência.

## QGBT - TTA, Painéis e Quadros para baixa tensão

Quadros gerais para manobra e proteção de  
circuitos de grande potência. Configurações  
especiais PTTA e padronizadas TTA.



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.



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



**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

## O clássico descaso com a eficiência energética

Não bastasse a edição da medida provisória 998 que ora tramita no legislativo aguardando as negociações da pauta e as prioridades dos parlamentares que pode reduzir drasticamente os investimentos em eficiência energética transformando os recursos em “conta covid” em mais um banquete da galinha dos ovos de ouro, ouvimos boquiabertos o Sr Presidente solicitar aos cidadãos brasileiros que, em função do esvaziamento dos lagos das hidrelétricas e a natural definição pela Aneel da bandeira vermelha com aumento dos custos, reduzam seus períodos de banho e apaguem as lâmpadas antes de sair de casa.

Enquanto os interessados no tema eficiência energética alimentam novas esperanças com as premissas do Plano Decenal de Energia de 2029 – PDE 2029 e do primeiro Plano Decenal de Eficiência Energética do Brasil previsto para ser lançado agora em dezembro, os comentários sobre as formas de economizar energia soam ironicamente como uma verdadeira ducha de água fria.

Mais uma vez o tema da eficiência energética só é lembrado quando a energia literalmente falta ou fica mais cara, tornando-se sistematicamente um assunto conjuntural e nunca estrutural.

Alguns fatos ilustrados nas Figuras 1 e 2 elaboradas a partir de dados disponibilizados no site da EPE – Empresa de Pesquisa Energética, em dezembro de 2020, podem auxiliar na análise.



O que se nota na análise das figuras é que:

- A classe de consumo industrial ainda possui a maior fatia de consumo de energia e possui tendência de alta conforme projeção linear na Figura 1;
- O consumo na classe residencial responde por valores da ordem de 30% do consumo global e o uso de chuveiros elétricos, bem menos. Os sistemas de iluminação perderam representação com a tecnologia do Led.

A preocupação com a sazonalidade do nível dos reservatórios das hidrelétricas merece tratamento estratégico por nossas autoridades e necessariamente não é apenas um detalhe passageiro. Os aspectos ambientais do uso de térmicas também devem ser considerados além dos preços de operação bem mais elevados estas fontes de energia, que são mantidas desligadas quando os reservatórios estão em níveis adequados.

Voltando à Figura 1, espera-se um aumento do consumo de energia na classe industrial e teremos que ter condições de atender a esta demanda com consumo eficiente além das novas fontes renováveis que estão entrando.

Utilizar novas fontes para alimentar sistemas sem eficiência tornarão a conta mais cara devidos a investimentos desnecessários já que os custos de projetos de eficiência energética possuem menores valores que implantação de novas fontes, sejam renováveis ou não.

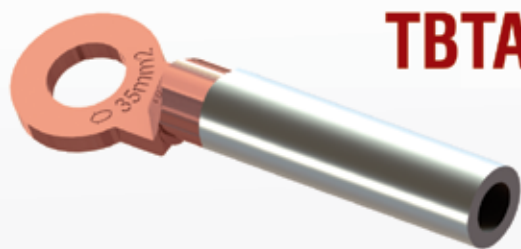
A história recente (MP 579) mostra que medidas populistas utilizando a redução da conta de energia não são boas alternativas e o problema deve ser encarado de frente com a aplicação de técnicas e tecnologias adequadas.

Definitivamente energia elétrica não é “papo de boteco”. Viveremos e veremos.



# TERMINAIS BIMETÁLICOS

PARA CONEXÕES BIMETÁLICAS DE COBRE-ALUMÍNIO

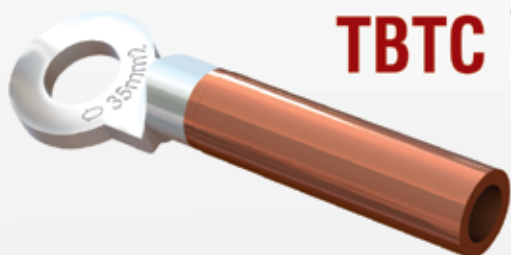


**TBTA** TERMINAL À COMPRESSÃO BIMETÁLICO (Sapata de Cobre)

25 a 400mm<sup>2</sup>

NBR-5370 / NBR-11788

Constituído por sapata de cobre e barril em alumínio, é indicado para aplicação de condutores de alumínio em barramentos de cobre, inversores, painéis fotovoltaicos entre outros.

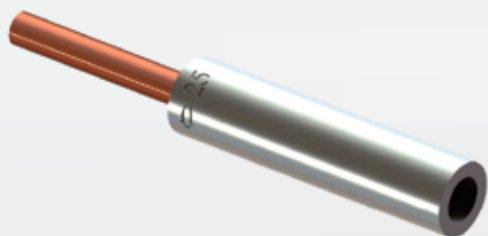


**TBTC** TERMINAL À COMPRESSÃO BIMETÁLICO (Sapata de Alumínio)

25 a 400mm<sup>2</sup>

NBR-5370 / NBR-11788

Constituído por sapata de alumínio e barril em cobre unidos, é indicado para aplicação de condutores de cobre em barramentos, chapas, fitas de alumínio, estruturas para painéis fotovoltaicos entre outros.



**TBB** TERMINAL BIMETÁLICO PARA BORNE

10 a 120mm<sup>2</sup>

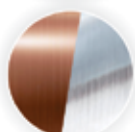
NBR-5370 / NBR-11788

Constituído por barril de alumínio e um pino de cobre, permite a conexão entre um condutor de cobre a um borne ou bucha de cobre.



## SOLDA POR FRICÇÃO

Garante eliminação do par galvânico em sua conexão bimetalica.



## MATERIA PRIMA NOBRE

Cobre com no mínimo 99,5% de pureza e alumínio liga 1050 H-14 com no mínimo 57% IACS



## CONEXÃO CONFIÁVEL E DURADOURA

Fornecido com composto anti-óxido INTELTROX, que evita a formação de óxido no condutor de alumínio.



## MME e EPE lançam o Plano Nacional de Energia 2050

**Documento consiste em um conjunto de recomendações e diretrizes a serem seguidas na definição das ações e iniciativas a serem implementadas ao longo do horizonte de 2050**

Foi lançado no último dia 16 de dezembro de 2020, pelo Ministério de Minas e Energia (MME) em parceria com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) o Plano Nacional de Energia - PNE 2050, um dos principais instrumentos de planejamento do MME, na medida em que suas análises buscam modelar e analisar o impacto no horizonte de longo prazo de diferentes escolhas de política energética tomadas hoje.

O objetivo do documento é auxiliar os tomadores de decisão num contexto em que as relações são muito complexas, as incertezas e variáveis são abundantes, algumas mudanças são por vezes disruptivas e, além disso, há a possibilidade de se deparar com eventos raros, inesperados e de grande magnitude.

"Uma das principais mensagens que o PNE 2050 traz é a mudança de paradigma sobre a disponibilidade de recursos energéticos. A disponibilidade

de recursos supera em muitas vezes as projeções mais otimistas de demanda por energia para os próximos 30 anos. Temos a grande oportunidade de passar a sermos exportadores líquidos de energia!", afirmou o Ministro Bento Albuquerque.

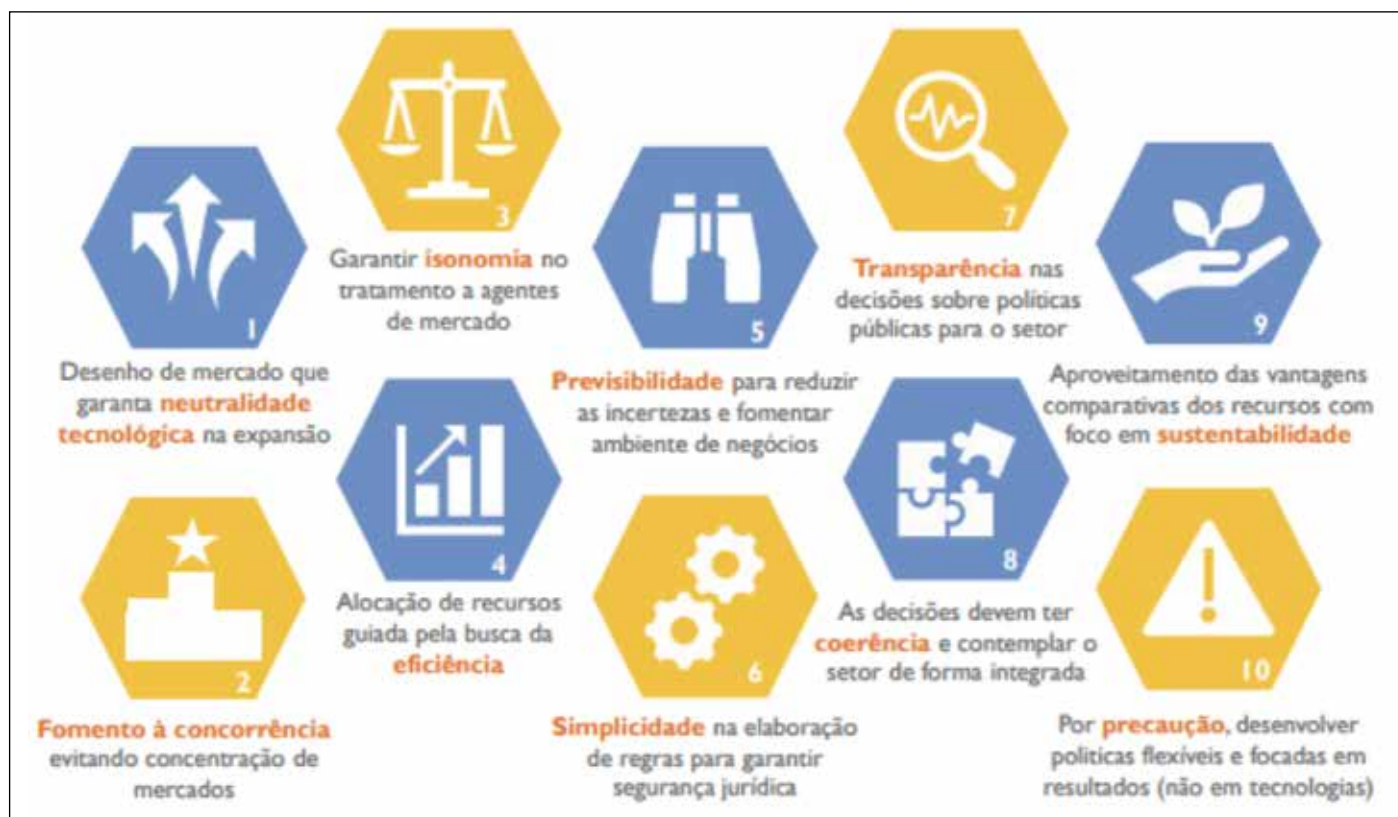
O documento aborda, entre diversos pontos, o papel e atuação do governo para questões, como transição energética, mudanças climáticas, descarbonização, comportamento do consumidor de energia, pesquisa e desenvolvimento, fontes e novas tecnologias. Um conjunto de 10 princípios busca direcionar o aprimoramento do arcabouço legal e infralegal dentro de uma visão de longo prazo do setor:

1. Neutralidade tecnológica
2. Fomento à concorrência
3. Isonomia
4. Eficiência
5. Previsibilidade

6. Simplicidade
7. Transparência
8. Coerência
9. Sustentabilidade
10. Precaução

O PNE tem um ciclo de elaboração e publicação de 5 anos, conforme a Portaria MME nº 6/2020. Assim, é possível atualizar as projeções de longo prazo e os trade-offs das diferentes escolhas de política energética à mais atuais condições macroeconômicas, de desenvolvimento tecnológico e de atualizações legais e regulatórias. Esse processo contínuo de aprimoramento do planejamento é positivo no sentido de transmitir tempestivamente os sinais de tendência dos investimentos na expansão do setor de energia.

O documento na íntegra pode ser obtido em: [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)







## Schneider Electric lança programa de fidelidade para engenheiros e projetistas

**Iniciativa vai garantir a essas empresas e profissionais acesso a conteúdos exclusivos dedicados a cada tipo de negócio**

A Schneider Electric, empresa global especializada em transformação digital, gerenciamento e automação de energia, lança seu novo programa de fidelidade para engenheiros e projetistas, o mySchneider Projetistas. Com a iniciativa, os usuários terão acesso a conteúdos exclusivos dedicados a seu tipo de negócio.

Ao alinhar o projeto com uma nova experiência digital, a Schneider passa a oferecer um ambiente personalizado para os parceiros. "O objetivo do novo programa é estar cada vez mais próximo das engenhas e projetistas, oferecendo

conteúdo, capacitação, ferramentas digitais e apoio mais efetivo, salvando tempo e otimizando a jornada do parceiro em busca da melhor solução. O programa mySchneider Projetistas nos ajuda a dar mais um passo adiante no compartilhamento e entendimento dos benefícios que os avanços tecnológicos da indústria 4.0 e da transformação digital podem trazer para o projeto de nossos clientes", diz Fábio Leite, gerente do canal de Engenharias e Projetistas da Schneider Electric Brasil.

Além dos conteúdos exclusivos para cada nível do programa, a empresa deve oferecer

treinamentos, webinars e softwares a fim de otimizar o tempo dos projetistas que fazem parte do programa. Entre os benefícios da iniciativa está uma consultoria técnica digital. Ou seja, ao trazer as suas dúvidas técnicas, o parceiro sobe de nível e passa a receber uma consultoria gratuita (auxílio no cálculo elétrico do seu projeto, na definição dos dimensionais, elaboração de especificações técnicas, etc) fornecida por um dos experts da Schneider.

Para mais informações sobre o programa, acesse a Experiência Personalizada da Schneider Electric: <https://bit.ly/360fNrN>

## Engie lança ferramenta digital que ajuda empresas a reduzirem consumo de energia

**Batizado de Energy Planner, simulador gera um relatório personalizado do consumo de energia da empresa e aponta oportunidades para ampliar a eficiência energética**

A Engie, empresa de energia que atua em geração, comercialização e transmissão de energia elétrica, transporte de gás e soluções energéticas, lançou uma ferramenta virtual gratuita que ajuda estabelecimentos comerciais na identificação de oportunidades de redução de consumo de energia elétrica. Batizado de Energy Planner, o simulador está disponível no site <https://energyplanner.engie.com.br/> e permite consultar dados e gerar um relatório personalizado do consumo de energia da empresa.

A partir do preenchimento de um rápido questionário, a ferramenta disponibiliza um breve diagnóstico energético automático. Nele, é possível ver o valor gasto com os diferentes grupos de consumo, como refrigeração, iluminação, ar-condicionado, entre outros, além das despesas totais em termos percentuais de cada item.

O relatório também estima o volume de emissões de CO2 da empresa pelo consumo de eletricidade, o que permite um planejamento do negócio para uma transição energética rumo a uma economia de baixo carbono.

O documento lista ainda a performance comparativa com outros estabelecimentos comerciais do mesmo porte e região, a análise dos gastos com energia e utilidades, bem como insights de melhoria para otimizar custos com dispositivos e plano de ação com algumas soluções da Engie para redução de custos e da pegada de carbono. Segundo a empresa, desse modo, o Energy Planner auxilia aos empreendedores a melhor posicionar seus negócios frente à concorrência local.

O Energy Planner se ajusta à demanda de setores como varejo, shoppings centers, supermercados, hotéis e hospitais neste primeiro momento. A previsão é que, a partir de março 2021, a ferramenta esteja disponível também para segmentos industriais.

"O propósito da Engie é agir para acelerar a transição para um mundo neutro em carbono, através do consumo reduzido de energia e de soluções mais sustentáveis, conciliando performance com um impacto positivo sobre as pessoas e o planeta. A descarbonização da operação de diversos setores é uma necessidade e já uma realidade. Há um estímulo do mercado financeiro para companhias investirem em descarbonização, que vem para acelerar esse processo", ressaltou Leonardo Serpa, diretor-presidente da Engie Soluções.



# Siemens utiliza tecnologia blockchain para comércio de eletricidade na Alemanha

**Aplicativo permite comercialização de eletricidade diretamente com os consumidores locais, sem ter a necessidade de passar por comerciantes ou operadoras de rede tradicionais**

Especialista global em soluções voltadas para as cidades inteligentes, a Siemens inova ao disponibilizar uma plataforma de comercialização de eletricidade utilizando a tecnologia blockchain. A solução será utilizada na cidade de Wildpoldsried, na região de Allgäu, na Alemanha, e o principal diferencial é que os produtores privados poderão usar um aplicativo para comercializar sua eletricidade diretamente aos consumidores locais, sem a necessidade de passar por comerciantes ou operadoras de rede tradicionais.

A iniciativa é parte do projeto de pesquisa Pebbles e, além da Siemens, envolve também a concessionária regional Allgäuer Überlandwerk (AÜW) e seus parceiros locais. A nova plataforma é um passo importante para a criação do primeiro mercado local para comercialização de eletricidade otimizada com base em blockchain. A solução também suporta energia flexível de armazenamento de bateria ou cargas controláveis, como bombas de calor ou estações de carregamento para veículos elétricos. A tecnologia blockchain, que forma a base para a gestão de transações de mercado, é projetada para criar transparência e confiança de ponta a ponta entre os usuários.

A plataforma permite a consumidores e clientes definirem preferências de compra de eletricidade, como a porcentagem e o preço da eletricidade dos sistemas locais fotovoltaicos e eólicos. Com financiamento do Ministério Federal Alemão de Economia e Energia, o objetivo do Pebbles Project é demonstrar que gargalos na rede podem ser evitados por meio de energia local e comércio de flexibilidade, reduzindo, portanto, os custos associados à transição energética.

"A plataforma digital usada para o



Pebbles conecta produtores, consumidores e instalações de armazenamento para que possam otimizar a maneira como comercializam energia localmente e flexibilidade entre si. Isso permite que os sistemas de geração de energia a partir de fontes renováveis de energia permaneçam economicamente atraentes depois que os subsídios do governo acabarem e continuem a produzir energia sem CO2 e alimentá-la na rede de uma forma que beneficie todo o sistema", explica Sabine Erlinghagen, CEO de Digital Grid da Siemens Smart Infrastructure.

O mercado de eletricidade está passando por uma transformação radical. As maneiras como produzimos, consumimos, armazenamos e compartilhamos eletricidade estão mudando fundamentalmente. Os sistemas de energia unidimensionais, nos quais os fornecedores transferem energia para objetos passivos, estão sendo substituídos por modelos multidimensionais inteligentes, nos quais consumidores anteriormente passivos se tornam consumidores ativos

ou mesmo produtores. Com o auxílio de cargas controláveis ou dispositivos de armazenamento de energia, eles também podem injetar flexibilidade para equilibrar as flutuações na geração de eletricidade.

O caminho para a descarbonização escolhido pelo Governo Federal Alemão exige um aumento contínuo da porcentagem de eletricidade dos produtores distribuídos. Com a conversão para e-mobility e bombas de calor, o número de consumidores elétricos e a demanda por eletricidade irão aumentar ao mesmo tempo. Essas mudanças podem causar gargalos temporários na rede elétrica, bem como flutuações de energia que precisam ser corrigidas.

Esses desafios exigem uma expansão intensiva em certos pontos da rede de distribuição, o que está associado a altos custos. Projetos inovadores, como Pebbles, mostram aos operadores da rede alternativas reais para a expansão da rede. Ao mesmo tempo, atendem às solicitações dos usuários finais para uma atuação mais ativa no sistema energético.

## Alicate amperímetro

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

Fabricado pela Minipa, o alicate amperímetro modelo HDF100 é ideal para arealizar medições em locais de difícil acesso, com range de 0,2 AC a 200 AC. Trata-se de um amperímetro digital AC/DC do tipo Fork com 3 5/6 dígitos. Seguro e confiável, o instrumento é usado para medir corrente AC e tensão AC / DC até 600 V, resistência, continuidade e detector de presença de tensão sem contato com o condutor (NCV). O instrumento possui ainda funções, como data Hold, faixa automática/manual, backlight, alarme áudio/visual e lanterna. É constituído de um design especial para melhor desempenho nas medições de corrente.



## Bateria estacionária de pequeno porte

[www.clarios.com](http://www.clarios.com)

A marca Freedom, da Clarios, empresa especialista em baterias, está ampliando seu portfólio com o lançamento da linha VRLA. Com o mesmo padrão de qualidade da marca, a linha VRLA é destinada a alimentar sistemas de iluminação de emergência e nobreaks de pequeno porte para residências e pequenas empresas. As baterias já podem ser encontradas na rede de distribuição da marca.

Segundo o gerente de Marketing da Clarios, Alexandre Schaefer, a marca oferece ao mercado um produto essencial para momentos de quedas no sistema de fornecimento de energia elétrica. "As baterias VRLA conseguem manter o sistema de iluminação de emergência e pequenos nobreaks em funcionamento, evitando problemas com apagões, que muitas vezes causam diversos danos materiais", explica.

A linha Freedom VRLA possui baterias com correntes de 4 a 18 amper/hora e tensão de 6 V a 12 V. Esse tipo de acumulador de energia tem o diferencial de ser selado, evitando a liberação dos gases que existem dentro do suporte plástico. Dessa forma, a bateria pode ser transportada e colocada em qualquer posição, sem o risco de apresentar vazamentos do ácido que compõe a caixa do produto. "Outro ponto é que ela não tem eletrólito livre, ou seja, mesmo que danificada o ácido não vaza, pois está absorvido em uma fibra de vidro", complementa Schaefer.

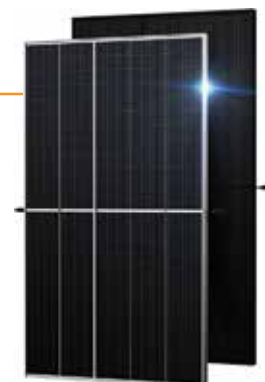


## Painéis fotovoltaicos para geração distribuída

[www.trinasolar.com](http://www.trinasolar.com)

A Trina Solar acaba de lançar a série de painéis Vertex S, o mais novo membro da linha de painéis fotovoltaicos de alta potência Vertex. Ideal para uso em telhados residenciais e comerciais, essa nova série utiliza a tecnologia Vertex de modo a aumentar a potência de saída de produtos de energia distribuída para além de 405 W.

O Vertex S é uma solução universal, projetada para usinas de energia fotovoltaica distribuída, disponível em uma série de opções personalizáveis, suprimindo as necessidades de clientes tanto residenciais quanto comerciais. A plataforma de tecnologia Vertex combina wafers de 210 mm, design de multibarramento, corte não destrutivo e interconexão de alta densidade. Ao adotar essas inovações tecnológicas à família Vertex S, a Trina Solar amplia a potência de saída para além de 405 Wp, um aumento de até 60 Wp, ou 17%, em comparação às gerações anteriores de produtos. A eficiência do painel também aumentou em 1%, agora chegando em 21%. Com o Vertex S, a Trina Solar criou uma solução universal para telhados que possui um alto grau de performance e flexibilidade. Esta série de produtos é compatível com sistemas de montagem, otimizadores e inversores convencionais e já existentes. O produto possui uma dimensão de 1754 mm x 1096 mm e pesa 21 kg. Os parâmetros elétricos se mantêm dentro dos limites operacionais de inversores convencionais. A família de produtos Vertex S está disponível em três versões: DE09, DE09.05 e DE09.09.





# SOLUÇÕES

## INDÚSTRIA 4.0 E A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

### 14 CARLOS BOECHAT

---

#### Capítulo VIII - A indústria 4.0 e a transformação digital em 2020

- Resumo dos capítulos anteriores
- Indústria 4.0: pilotos e PoCs
- Tendências para 2021

## SEGURANÇA EM ELETRICIDADE

### 18 AGUINALDO BIZZO DE ALMEIDA

---

#### Capítulo VIII - Atividades em manutenção de semáforos - Interface com a NR 10

- Sistema Elétrico de Potência (SEP)
- Análise de medidas de controle para riscos elétricos

## INOVAÇÃO EM DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

### 24 DANIEL BENTO

---

#### Capítulo VIII - O futuro dos 3Ds no Brasil

- O futuro da descarbonização no Brasil
- O futuro da descentralização no Brasil
- O futuro da digitalização no Brasil
- Conclusão

Por Carlos Eduardo Boechat\*

## Capítulo VIII

# A indústria 4.0 e a transformação digital em 2020

Inicialmente, gostaria de agradecer a todos os leitores e seguidores da Revista O Setor Elétrico que nos acompanharam neste ano de 2020. Aceitei o desafio de liderar o tema de Indústria 4.0 e Transformação, tratando do conteúdo dos fascículos das 08 (oito) edições deste ano. Tive também importantes apoios de especialistas nos temas nos quais se prontificaram a nos ajudar com conteúdos relevantes, dos quais espero que tenham gostado.

Para fechar este ano atípico de 2020, resolvi dedicar a última edição do ano a um resumo e uma reflexão sobre o tema de Indústria 4.0 e Transformação Digital no Brasil.

Quem poderia imaginar que teríamos um ano como este de 2020? Uma pandemia realmente modificou o nosso modo de viver, de enxergar a vida e de valorizar as coisas que realmente importam.

Nos primeiros meses, havia uma boa expectativa na pauta econômica, que apontava uma recuperação da indústria brasileira. Já em março, com a chegada do Covid-19, tivemos toda a incerteza e insegurança até pela falta de conhecimento sobre o vírus, impactos e duração da pandemia.

De imediato vimos que as empresas que já haviam evoluído digitalmente, no aspecto de preparar o ambiente para o trabalho remoto, largaram na frente. Muitas outras tiveram que correr atrás de infraestrutura, criar as devidas políticas e educar a liderança para adaptação ao novo modelo. A transformação cultural das organizações foi um dos grandes focos e continuará sendo para o próximo ano. Não existe transformação digital somente com

tecnologia e processos. Sempre o aspecto de pessoas é fundamental para a evolução digital das companhias.

O início da pandemia e a incerteza de cenários futuros fizeram com que alguns investimentos fossem retidos e, obviamente, alguns setores sentiram mais do que outros. Vimos indústrias automotivas paralisarem fabricação por um período, assim como vimos algumas indústrias farmacêuticas manterem ou ampliarem as vendas.

Os eventos presenciais deram lugar aos eventos digitais como tivemos a oportunidade de acompanhar o Cinase Digital no qual tive a satisfação de ser um dos convidados a compartilhar conteúdo sobre Internet das Coisas (IoT).

Profissionalmente, tivemos que nos reinventar, criando encontros virtuais com o time, clientes e parceiros. Quantas vezes não tivemos que avisar ao colega que ele estava no mudo? E quantas vezes não ouvimos choros de crianças? Pois é, trata-se de um novo modelo de trabalho que obviamente tem as suas vantagens e desvantagens e cada um tem as suas preferências.

Se no começo da pandemia vimos muitas empresas demitindo, hoje vemos também algumas empresas contratando, como a própria Accenture (empresa em que atuo no momento), que possui centenas de vagas para diferentes posições. Essas vagas talvez sejam reflexo do que vemos quanto ao desejo das indústrias em evoluírem digitalmente, fazendo com que grandes empresas de consultoria e tecnologia estejam preparadas para tal demanda.

A pandemia certamente é algo extremamente negativo para



todos nós, mas o fato é que ela foi sim um componente de aceleração da transformação digital. Talvez algumas empresas tenham o tema no médio prazo e tiveram que trazer para o curto prazo, até por uma questão de sobrevivência nesse mercado competitivo.

Resiliência é uma característica de destaque nas organizações, assim como a pauta ambiental e social. Possivelmente, esses sejam componentes de uma futura revolução industrial no qual começaremos a nos aprofundar no próximo ano.

Muitos devem se perguntar se já é o momento de falar numa nova revolução industrial, sendo que ainda estamos iniciando ou nem iniciamos a jornada de Indústria 4.0 nas indústrias. O que digo é que a fase de estudo antecede e já é importante sim desenharmos e projetarmos o nosso futuro. Em paralelo, é claro que dando o devido foco no presente para que as empresas consigam evoluir na jornada de indústria 4.0.

Neste ano de 2020 tive a felicidade de participar de programas, projetos e jornadas de indústria 4.0 em diversas indústrias, sendo algumas delas multinacionais com fábricas no Brasil e outras delas grandes indústrias brasileiras. Isso me deixa bastante otimista com relação ao futuro.

Diversas empresas buscaram entender sobre o que é Indústria 4.0, experimentar e fazer pilotos / PoCs. Infelizmente, muitas

delas caíram em algumas armadilhas da transformação digital, tais como:

- Focar em novas tecnologias ao invés do valor do negócio;
- Recusa em atualizar e iterar;
- Focar no pontual sem expandir para o sistêmico;
- Não se atentar ao modelo operacional, cultura e mudança.

Passado esse momento, em que alguns CEOs já relataram não querer mais ouvir falar em pilotos e PoCs, pois acabaram investindo e muitas vezes não tiveram o devido resultado para o negócios, chegou o momento de apoiar as indústrias brasileiras na escalabilidade. Ou seja, como conseguimos apoiar nossas indústrias a gerarem resultado de produtividade, eficiência e redução de custos através de uma jornada de indústria 4.0 e transformação digital da manufatura / operação.

Embora muitas indústrias da América Latina ainda possuem um cenário de falta de visibilidade e confiabilidade das informações para tomada de decisão em tempo real, tendo as máquinas como ilhas e desconectadas, já temos algumas outras indústrias que estão avançando no tema.

Os resultados aparecem e aparecerão mais fortemente quando



# ROMAGNOLE SKID SOLAR

Contribuindo com a energia limpa do futuro.

A tecnologia do Skid RSS Power da Romagnole traz ao mercado de geração fotovoltaica a robustez e a qualidade exigidas pelas usinas reduzindo os custos de implantação e manutenção. Fornecido montado e pronto para o uso, seu projeto inovador permite que o equipamento seja totalmente personalizado para atender as demandas de cada cliente e das concessionárias de energia.

tratamos esses dados, agregando tecnologias como Inteligência Artificial, Machine Learning, Manutenção Preditiva. E aqui existe algo a ser desmistificado no mercado. Não precisamos primeiro conectar todo o chão de fábrica para depois inserirmos essas tecnologias. Essa estratégia é falha e levaria anos com milhões de investimentos.

É possível sim selecionar uma linha, um conjunto de máquinas ou algum setor para transformá-lo em 4.0. Hoje não precisa mais fazermos todo aquele famoso retrofit de máquinas, em que atualmente é possível inserir um hardware IoT com o devido protocolo (por exemplo, OPC UA embarcado). Podemos já considerá-lo numa arquitetura em nuvem (por exemplo Microsoft Azure, Google, AWS) e a partir daí fazer a tal tratativa dos dados com as tecnologias citadas.

Vejam que em um simples exemplo, citei tecnologias como IoT, Cloud, Analytics, Inteligência Artificial, Machine Learning. Mas novamente repito, baseie-se no problema do negócio que a partir daí veremos qual a combinação de tecnologias resolverá o problema. O inverso já provou ser uma armadilha que não leva a resultados.

Cloud será, sem dúvida, um dos grandes focos de 2021 e aqui temos um grande paradigma para quebrar nas manufaturas e operações. Quando estamos no ambiente de OT (Operational Technology), sempre imaginamos servidores locais, arquiteturas on premise, mas, agora nos deparamos com a evolução digital em que teremos que analisar essa arquitetura de OT em Cloud. Baita desafio para nós! Nesse ano tive a oportunidade de já apoiar uma indústria e desenvolver o novo MES (Manufacturing Execution System) totalmente em Cloud. Ou seja, imaginem toda a integração do ERP com o chão de fábrica sendo feita por um sistema já na nuvem. Essa é a realidade para essa indústria e será para várias outras no futuro.

Um tema crítico para as organizações em meio à pandemia é o de cybersecurity na manufatura e/ou operação. Nunca houve tantos ataques quanto temos tido, colocando em risco as nossas fábricas. Uma vez que temos evoluído digitalmente, temos que ter sim essa preocupação e a devida governança de modo que possamos mitigar ao máximo o risco de ataques.

Mais um tema de extrema relevância em 2020 foi o de flexibilidade fabril nos quais as indústrias tiveram que olhar para as unidades, fábricas, linhas e máquinas e analisar como poderiam extrair melhores resultados através deste tema.

A robotização também trouxe resultado financeiro para as organizações. Como exemplo, citaria os cobots (robôs colaborativos) em paletização e embalagem, que, além do aspecto financeiro também ajuda no problema de ergonomia.

Se analisar toda a cadeia de valor de uma indústria, é impressionante a infinidade de oportunidades de utilização de video analytics para gerar valor para o negócio. Digital Twin,

Realidade Aumentada e Virtual, Big Data, entre outras tecnologias são realidades sim no Brasil. Quando perguntarem quais empresas já evoluíram digitalmente e que possuem cases reais no Brasil, os convido a assistir algumas lives realizadas em 2020, nas quais tive a oportunidade de compartilhar o conteúdo com os(as) profissionais de diversas indústrias. Para encontrar, podem acessar pelo meu linkedin que chegará aos links e qualquer dificuldade, podem me acionar que terei o prazer de ajudar.

Para 2021, dentre vários tópicos em foco, destacaria alguns:

- Diversidade. É foco de várias empresas, haverá mais uma evolução e será excelente para as empresas e para a nossa sociedade;
- Transformação cultural. Entende-se que não adianta nada ter toda a tecnologia e excelência em processos sem atuar no principal aspecto que são as pessoas. Capacitação, ReSkill, engajamento, liderança, gestão de mudança, etc.;
- ESG (Environmental, social and corporate governance). Veremos empresas colocando este tema como foco, o que será um grande avanço para a nossa sociedade;
- Escalabilidade digital. É a vez de conseguir sair do piloto / PoC e trazer resultados para as indústrias, acelerando a transformação digital;
- Data driven. Organizações voltadas a dados, tendo o tema como foco da companhia passando por todos os setores, desde o P&D, manufatura e vendas;
- Cloud. Teremos pelo menos os próximos três anos com esse tema em alta nas organizações.

2020 foi um ano atípico, de grandes desafios para a humanidade, em que as pessoas e organizações tiveram que se reinventar. Em 2021, além da chegada da tão esperada vacina, vejo que evoluiremos ainda mais como seremos humanos e sociedade. Estou esperançoso que as empresas começarão um novo ciclo de capitalismo consciente e sustentável.

Do meu lado, espero ter impacto positivamente de algum modo você que está lendo este artigo, ou que teve a oportunidade de ler os demais artigos ao longo do ano, ou que assistiu a alguma live de indústria 4.0 e Transformação Digital no qual tive a satisfação de participar e em alguns casos moderar. Também espero ter contribuído para reinvenção e evolução digital das indústrias.

No próximo ano, espero poder contribuir e impactar positivamente ainda mais pessoas e indústrias. Feliz 2021 a todos!

---

*\*Carlos Eduardo Boechat é engenheiro eletricista e eletrônico, com MBA em Gestão Comercial e Strategic Business Leadership. Atualmente, é Senior Manager na Accenture, responsável por levar transformação digital a clientes industriais | +55 11 93030-1805 / +55 31 99393-1670 / carloseduardoboechat@gmail.com / carlos.boechat@accenture.com*



## TRANSFORMADOR DE FORÇA TRIFÁSICO COM ENCHIMENTO INTEGRAL ITAIPU.

ALTA PERFORMANCE  
E TECNOLOGIA DE PONTA.

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

Imerso em Óleo Mineral  
ou Vegetal (Biodegradável).



**ITAIPU**  
TRANSFORMADORES



## Capítulo VIII

# Atividades em manutenção de semáforos - Interface com a NR 10

Neste artigo abordaremos trabalhos em proximidade conforme a NR 10, avaliando a interpretação e a sua aplicação para atividades de manutenção em semáforos, sendo esse tipo de atividade um dos segmentos preocupantes quanto à exposição a riscos elétricos face à situação laboral predominante para a maioria dos profissionais que realizam esse tipo de atividade, sejam eles de prefeituras municipais, sejam eles de empresas contratadas.

Esta norma dispõe sobre as diretrizes básicas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, destinados a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que direta ou indiretamente interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade nos seus mais diversos usos e aplicações e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades.

A Norma Regulamentadora NR 10 estabelece os requisitos e as condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. De uma forma intrínseca existe a interface da NR10 com a NR1 – Disposições Gerais, especificamente com o GRO – Gerenciamento de Riscos Ocupacionais e o PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos, em que a Graduação de Riscos elétricos deverá atender aos dispositivos legais das normas regulamentadoras aplicáveis.

A NR 10 define em seu glossário o conceito de trabalho em

proximidade como sendo o “trabalho durante o qual o trabalhador pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com extensões condutoras, representadas por materiais, ferramentas ou equipamentos que manipule”.

Dessa forma, não deixa dúvidas sobre a aplicação do mesmo em diversas atividades que expõem os trabalhadores a riscos elétricos, e, que são “ negligenciados “ por diversos profissionais “ que atuam na área elétrica, segurança do trabalho, e, principalmente, na área jurídica.

A norma traz orientações objetivas quanto às especificidades, finalidades e aplicabilidade, resumindo e condicionando as disposições regulamentadas.

Já no introito fica absolutamente claro que a norma fixa os requisitos e as condições mínimas necessárias ao processo de transformação das condições e trabalhos com energia elétrica, de forma a torná-las mais seguras e salubres. No termo “mínimo” denota-se a intenção de regulamentar o menor grau de exigibilidade, passível de auditoria e punibilidade, no universo de medidas de controle e sistemas preventivos possíveis de aplicação, e que, conseqüentemente, há muito mais a ser estudado e implantado. No item 10.1.2 da norma, verifica-se a ampliação desse entendimento. A redação estende o conceito de garantia em segurança e saúde a todos os trabalhadores envolvidos, assegurando-lhes o direito à segurança e saúde quando houver intervenções, ações físicas do trabalhador com interferência direta ou indireta em serviços ou instalações elétricas.

Assim, uma vez que tenha trabalhadores expostos aos fatores de riscos decorrentes do emprego da energia elétrica, deve se considerar o disposto na NR1, onde o processo de identificação de perigos deve considerar o disposto nas normas regulamentadoras e demais exigências legais de segurança e saúde no trabalho.

Ressalta-se ainda o disposto na NR 10 para riscos adicionais, ou seja, todos os demais grupos ou fatores de risco, além dos elétricos, específicos de cada ambiente ou processos de trabalho que, direta ou indiretamente, possam afetar a segurança e a saúde no trabalho.

A NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo das diversas fontes de energia elétrica, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, comissionamento, operação e manutenção de instalações elétricas de baixa ou alta tensão, em corrente alternada e/ou contínua, de caráter permanente ou temporário.

A imposição da norma está sujeita a todas as atividades desde a produção ou geração até o consumo final da energia elétrica, abrangendo as etapas do projeto (planejamento, levantamentos, medições), construção (preparação, montagens e instalações), reformas (atualizações, modificações e ampliações), operação (supervisão, controles, ação e acompanhamentos), manutenção (diagnóstico, reparação, substituição de partes e peças, testes) incluindo, ainda, os trabalhos (tarefas ou atividades) realizados nas proximidades de instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Dessa forma, a caracterização do “trabalho em proximidade” estabelecido pela NR 10 tem como condição intrínseca a “possibilidade de acesso acidental” com parte do corpo ou com materiais, equipamentos e ferramentas que o trabalhador utilize na sua atividade dentro dos limites estabelecidos como “zona controlada”, ou seja, que possa adentrar distâncias padronizadas pela NR 10 “em quaisquer níveis de tensão elétrica”, conforme Anexo I do texto vigente (veja Figuras 1 e 2).

*Nota: predominam interpretações equivocadas quanto à caracterização do “trabalho em proximidade” condicionado somente a alta tensão (acima de 1 kvca ou 1,5 kvcc), sendo essa interpretação errônea, visto que a condição de “trabalho em proximidade” estabelecido na NR 10 é para “quaisquer níveis de tensão elétrica”.*

Ressalta-se que a caracterização de zona controlada está condicionada a dois fatores específicos:

- a) Circuito elétrico energizado;
- b) Circuito elétrico sem segregação.

Assim, de forma intrínseca, abrange todos os trabalhadores em ambientes circunvizinhos sujeitos às influências das instalações elétricas ou execução de serviços elétricos que lhes são próximos, neste caso, a manutenção de semáforos, que são instaladas em estruturas “próximas a redes de distribuição de energia elétrica”. Na maioria dos casos,

# QUALIDADE QUE TE CONDUZ AO DESENVOLVIMENTO







DUPLA CAMADA  
XLPE

CABOS HOMOLOGADOS PELAS MAIORES  
CONCESSIONÁRIAS DE ENERGIA



Condutores Elétricos





(11) 4891.1226

neocable.com.br

contato@neocable.com.br

possuem dispositivos de alimentação e de seccionamento (chaves seccionadoras, disjuntores, ou análogos) instalados em estruturas (postes) compartilhadas com redes de distribuição e/ou transmissão de energia elétrica, ou em atividades em outras estruturas, que devido às características laborais, possam expô-los ao fator de risco (perigo) da eletricidade.

**ANEXO I**  
**ZONA DE RISCO E ZONA CONTROLADA**  
**Tabela de raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre.**

Faixa de tensão Nominal da instalação elétrica em kV	R <sub>r</sub> - Raio de delimitação entre zona de risco e controlada em metros	R <sub>c</sub> - Raio de delimitação entre zona controlada e livre em metros
<01	0,20	0,70
≥01 e <3	0,22	1,22
≥03 e <6	0,25	1,25
≥06 e <10	0,35	1,35
≥10 e <15	0,38	1,38
≥15 e <20	0,40	1,40
≥20 e <30	0,56	1,56
≥30 e <36	0,58	1,58
≥36 e <45	0,63	1,63
≥45 e <60	0,83	1,83
≥60 e <70	0,90	1,90
≥70 e <110	1,00	2,00
≥110 e <132	1,10	3,10
≥132 e <150	1,20	3,20
≥150 e <220	1,60	3,60
≥220 e <275	1,80	3,80
≥275 e <380	2,50	4,50
≥380 e <480	3,20	5,20
≥480 e <700	5,20	7,20

Figura 1 - Anexo I da NR 10 - Tabela de raios de delimitação de zonas de risco - controlada.

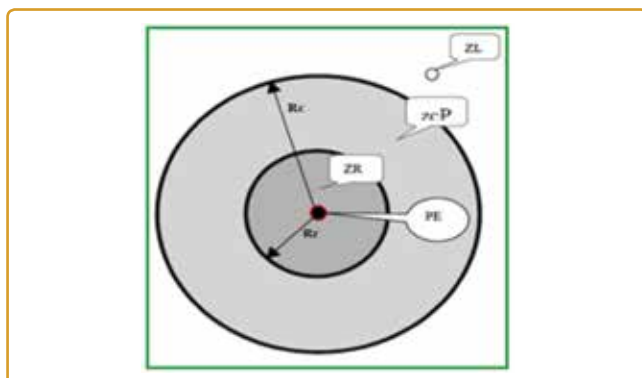


Figura 2 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco - controlada e livre.

## SEP - SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA

Segundo a definição da NR 10, Sistema Elétrico de Potência (SEP) é o conjunto das instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição, inclusive.

Em gênero, a definição do SEP refere-se a instalações elétricas de concessionárias de energia elétrica que possuem características construtivas específicas de suas instalações elétricas. Neste artigo, serão abordadas somente as condições específicas de “redes de distribuição de energia elétrica”.

### Conceitos técnicos intrínsecos

Quando tratamos de análise de exposição a riscos elétricos para

atividades em redes de distribuição de energia elétrica ou “atividades em proximidades”, de forma intrínseca devem-se considerar riscos elétricos específicos e intrínsecos ao fator de risco de eletricidade, ou seja, risco de choque elétrico por contato direto, choque elétrico por contato indireto e arco elétrico, e também riscos adicionais, conforme já citado anteriormente. Dessa forma, a definição de conceitos técnicos é fundamental para interpretação correta dos requisitos técnicos legais bem como para elaboração de análise de risco adequada.

Um contato direto se refere ao contato de uma pessoa com um condutor elétrico que normalmente está energizado, sem segregação, onde possa vir a sofrer um choque elétrico, por exemplo, condutores elétricos da rede da concessionária de energia elétrica que normalmente não possuem segregação, bem como em condutores elétricos que venham ser manipulados durante o processo de manutenção elétrica nos próprios semáforos.

Um contato indireto ocorre quando um indivíduo, ao tocar num material “condutor”, e que em condições normais não energizado, como por exemplo “massas” ou partes metálicas das instalações elétricas, sofre um choque elétrico em decorrência de uma falha de isolamento ou alguma outra causa que provoque a energização dessas “massas”. Por exemplo, postes metálicos onde são instalados os semáforos, materiais e/ou equipamentos metálicos instalados nas estruturas (postes, torres, etc.), onde estão as redes de distribuição de energia elétrica, como braços de iluminação, pública, reatores, estruturas de roldanas, etc.

Considerando o disposto nas normas técnicas da ABNT, especialmente, a ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, temos como referência técnica aplicável as prescrições básicas para proteção aos riscos de choque elétrico por contato direto e contato indireto:

### Proteção para garantir a segurança

#### Princípio fundamental

- partes vivas perigosas não devem ser acessíveis; e
  - massas ou partes condutivas acessíveis não devem oferecer perigo, seja em condições normais, seja, em particular, em caso de alguma falha que as tornem acidentalmente vivas.
- Ainda, outros conceitos técnicos intrínsecos devem ser considerados para avaliação da exposição a riscos elétricos:

#### Proteção básica

“Meio destinado a impedir contato com partes vivas perigosas em condições normais” (ABNT NBR 5410 – subitem 3.2.2);

#### Proteção supletiva

“Meio destinado a suprir a proteção contra choques elétricos quando massas ou partes condutivas acessíveis tornam-se acidentalmente vivas” (ABNT NBR 5410 – subitem 3.2.3);



**Barreira**

“Dispositivo que impede qualquer contato com partes energizadas das instalações elétricas”  
Glossário NR 10 – Item 06;

**Invólucro**

“Envoltório de partes energizadas destinado a impedir qualquer contato com partes internas.”  
Glossário NR 10 – Item 15;

**Proteção parcial****Generalidades**

São considerados meios de proteção parcial contra choques elétricos o uso de obstáculos, conforme 5.1.5.3, e a colocação fora de alcance, conforme 5.1.5.4”

**Proteção parcial****Casos em que se admite proteção parcial contra choques elétricos**

Admite-se uma proteção parcial contra choques elétricos, mediante o uso de obstáculos e/ou colocação fora de alcance, conforme 5.1.5.3 e 5.1.5.4, respectivamente, em locais acessíveis somente a pessoas advertidas (BA4 - tabela 18) ou qualificadas (BA5 - tabela 18).

Os obstáculos podem ser removíveis sem auxílio de ferramenta ou chave, mas devem ser fixados de forma a impedir qualquer remoção involuntária.

**Omissão da proteção contra choques elétricos**

Admite-se omitir a proteção contra choques elétricos nos locais acessíveis somente a pessoas advertidas (BA4 - tabela 18) ou qualificadas (BA5 - tabela 18) e se as condições de 5.1.6.2 a 5.1.6.7 forem simultaneamente satisfeitas.

A pessoa BA4 ou BA5 (tabela 18) deve estar devidamente instruída com relação às condições do local e as tarefas a serem nele executadas.

Os locais devem ser sinalizados de forma clara e visível, por meio de indicações apropriadas. Não deve ser possível ingressar nos locais sem o auxílio ou a liberação de algum dispositivo especial.

**ANÁLISE DE MEDIDAS DE CONTROLE PARA RISCOS ELÉTRICOS**

Considerando as premissas básicas estabelecidas pelas normas técnicas para proteção ao risco de choque elétrico por contato direto e por contato indireto, é possível uma análise quanto às características laborais dos profissionais que executam atividades de manutenção de semáforos em “proximidade” face às características construtivas de redes de distribuição de energia elétrica quanto à exposição ao risco de choque elétrico:

- Não existem medidas de engenharia para proteção ao risco de choque elétrico por contato e por contato indireto em redes de distribuição de energia elétrica, ou seja, não existe “dispositivo de seccionamento automático da alimentação”, caso o trabalhador sofra um choque elétrico. Isso ocorre devido às características construtivas do SEP – Sistema Elétrico de Potência para redes de distribuição de energia elétrica, assim, as medidas de controle intrínsecas são:
  - Colocação fora de alcance: os condutores energizados são construídos em estruturas áreas onde “acidentalmente” pessoas comuns BA1, não tocam acidentalmente os condutores energizados;
  - Dessa forma, somente “profissionais autorizados” que necessitem “sair do solo” em direção

**Classe I+II**  
(NBR IEC 61643-1:2007)



**Instalação de DPS**

**DPS Ecobox**

Os Dispositivos de Proteção Contra Surtos da Linha DPS Ecobox foram desenvolvidos para proteger a instalação elétrica. Deverá ser instalado após os disjuntores do quadro de distribuição, com fixação em trilho TS 35.

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

(16) 3103.2021  
embrastec@embrastec.com.br  
@embrastec

às redes energizadas, deverão ser autorizados, conforme NR 10, incluindo capacitação e adoção de procedimentos específicos para proteção aos riscos elétricos intrínsecos, como EPI, e EPC isolantes, análise de risco, procedimentos operacionais, supervisão, procedimentos para emergência, testes de ausência de tensão, desenergização, barreiras, obstáculos, etc.;

- Riscos adicionais específicos intrínsecos às atividades em cenários do SEP – Distribuição de Energia Elétrica e Trabalhos em Proximidade são fatores de riscos intrínsecos aos trabalhadores, como, por exemplo: trabalho em altura, trânsito, descargas atmosféricas, vegetação (árvores), outras fontes de energia (telefonia, equipamentos elétricos diversos que utilizam estruturas compartilhadas, etc.), e que “em situações rotineiras” as ações dos trabalhadores, mesmo que planejadas adequadamente não são suficientes para impedir possível “fator externo” (como abalroamentos), que os exponham ao risco de choque elétrico devido a materiais que manipulem, como, por exemplo, cabos elétricos ou de telefonia, tocarem os condutores da rede elétrica;

- As instalações elétricas de semáforos “normalmente” são construídas em estruturas metálicas sob redes aéreas de distribuição de energia elétrica próximas aos postes da concessionária, conforme a Figura 3, a fim de facilitar a alimentação elétrica dos semáforos, através de cabos elétricos, sendo que “salvo exceções”, o “dispositivo de interligação da rede elétrica da concessionária e o circuito elétrico de alimentação do semáforo normalmente é feito em caixa de ligação, conforme a Figura 4, instalada no poste da concessionária, próximo da rede de distribuição de energia elétrica de BT. Ou seja, para a realização de atividades “nessas caixas de ligação” obrigatoriamente devem acessar esse dispositivo “caracterizando novamente, de forma intrínseca, os trabalhos em proximidade conforme NR 10, uma vez que poderão acidentalmente adentrar o limite de zona controlada definida na NR 10, ou seja, 70 cm das redes elétricas secundárias de BT (127 V \ 220 V) com possibilidade de choque elétrico por contato direto, bem como poderão tocar massas (partes metálicas) da estrutura, como braços de iluminação pública e outras ferragens, que poderão estar energizadas devido a falhas e, dessa forma, com possibilidade de choque elétrico por contato indireto;



Figura 3 - Estrutura metálica típica de semáforos em via pública.



Figura 4 - Caixa de ligação dos condutores, alimentação dos semáforos instalados no poste.

- O meio de acesso dos profissionais que executam manutenção em redes de semáforos, normalmente, é feito por escadas, andaimes, e excepcionalmente por “cestos aéreos”, sendo que, dessa maneira, de forma intrínseca, estão caracterizados riscos adicionais estabelecidos pela NR 10, em que, obrigatoriamente, devem ser atendidas outras NR, especificamente aqui citadas a NR 35 – Trabalho em Altura e, no caso do uso de cestos aéreos, o Anexo XII da NR 12 – Equipamentos de Guindar para Elevação de Pessoas. Notoriamente, observa-se a falta de procedimentos específicos no atendimento à NR 35 por esse segmento, especialmente, aos requisitos referentes ao sistema de ancoragem e procedimentos de emergência;

- Existem ainda outras situações de risco de choque elétrico por contato indireto na própria estrutura metálica do semáforo, devido à possível instalação inadequada, como mostrado na Figura 5, em que se verifica que os condutores isolados estão instalados de forma inadequada, ou seja, com a isolação do cabo diretamente na parede metálica do tubo onde pode provocar avaria na isolação, podendo ocorrer energização acidental das massas com risco de choque elétrico por contato indireto dos trabalhadores.

Ressalta-se também que, normalmente, não existe dispositivo de seccionamento automático (DR) para proteção ao risco de choque elétrico na maioria das instalações elétricas.

- Na Figura 5 é possível verificar que os cabos de alimentação do semáforo estão pendurados sobre o equipamento e redes de telefonia. Em caso de possível abalroamento, esses cabos poderão ser “esticados” e arrebitados, podendo, por efeito mola tocar rede secundária BT ou mesmo a rede de AT, expondo os trabalhadores a choque elétrico em AT.



**Figura 5 – Caixa de ligação na estrutura metálica do semáforo – sem proteção entre condutores de alimentação e borda metálica.**

Assim, de forma intrínseca existe a interface das atividades de manutenção em semáforos com “instalações elétricas do SEP - Sistema Elétrico de Potência e, dessa forma, os trabalhadores que executam tais atividades estão expostos intrinsecamente aos riscos elétricos oriundos desse tipo de instalação.

Ainda, a exposição ao risco de arco elétrico é condição intrínseca para todos que realizam atividades em instalações elétricas sem segregação para esse fim ou em suas proximidades, onde caracteriza-se uma distância de segurança específica além das ZR e ZC consideradas na NR 10, ou seja, o LAS – Limite de Exposição Segura para o risco de arco elétrico. A avaliação do nível de exposição ao risco de arco elétrico tem como fator intrínseco o cálculo do nível de energia incidente em cal/cm<sup>2</sup>, sendo que a maioria das concessionárias ainda não possui de forma adequada e praticamente todos os segmentos que atuam em proximidade conforme a NR 10 de redes de distribuição de energia elétrica sequer consideram “esse risco”, e, dessa forma, não possuem quaisquer procedimentos para esse tipo de exposição.

Nota: ressalta-se que somente é possível avaliar se a exposição ao risco de arco elétrico é um fator de risco considerável nas atividades de manutenção de semáforos por meio de análise de risco específica incluindo avaliação do nível de energia incidente.

Considerando a realidade laboral praticada pelos profissionais que executam atividades de manutenção em semáforos, bem como as condições físicas construtivas das redes de distribuição de energia elétrica e das estruturas dos semáforos, face as critérios técnicos intrínsecos às normas técnicas aplicáveis à NR 10, conclui-se que

de forma intrínseca está caracterizado o trabalho em proximidade, conforme a NR 10, uma vez que, conforme as distâncias estabelecidas pela NR 10 como zona controlada para baixa tensão, ou seja, 0,7 m, constata-se que o próprio padrão construtivo das instalações elétricas para alimentação dos semáforos faz com que os trabalhadores tenham possam acidentalmente adentrar os limites de ZC para BT e ocasionalmente em AT.

Por concepção de projeto, as redes de distribuição de energia elétrica têm como medida de controle a colocação fora de alcance, ou seja, uma vez no solo, pessoas BA1 – Comuns estariam em ZL – Zona Livre. Dessa forma, somente pessoas autorizadas a realizar atividades com interface direta ou indireta com redes de distribuição de energia elétrica podem acessar estruturas de concessionárias, uma vez que de forma intrínseca estão sujeitos aos riscos elétricos específicos. Assim, uma vez que instalados quaisquer dispositivos de seccionamento (como por exemplo caixa de ligação) nos postes das concessionárias, já está caracterizado o acesso a “proximidade do SEP”, além do que mesmo nas estruturas áreas dos semáforos, uma vez que exista possibilidade de abalroamento, ou mesmo extensão da lança do cesto aéreo, também fica caracterizado o trabalho em proximidade.

De formam intrínseca, os trabalhadores estão expostos ao Fator de Risco (perigo) do agente eletricidade, estando expostos a riscos intrínsecos de choque elétrico por contato direto e contato indireto, cujas consequências são agravadas devido à falta de medidas de engenharia específicas para proteção a riscos elétricos em redes de distribuição de energia elétrica, especialmente por não existir dispositivo de seccionamento automático da alimentação.

Ainda, também de forma intrínseca, os trabalhadores estão expostos ao risco de choque elétrico por contato direto e indireto nas estruturas onde estão instalados os semáforos, ou seja, na própria instalação elétrica da empresa, sendo que salvas exceções, não existem dispositivos de seccionamento automático da alimentação para proteção ao risco de choque elétrico.

Dessa forma, é necessário que as atividades de manutenção em semáforos atendam de forma intrínseca as prescrições estabelecidas na NR 10 para trabalhos em proximidade, a NR 35 e demais NR aplicáveis, com foco na NR 1 quanto à elaboração do PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos, onde é necessário que seja feita a classificação de riscos. Além disso, o real entendimento sobre os fatores de risco existentes é condição intrínseca para a proteção dos trabalhadores.

---

*\*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.*



Por Por Daniel Bento\*

## Capítulo VIII

# O futuro dos 3Ds no Brasil

Este texto encerra a série de fascículos publicada ao longo de 2020 sobre a transição energética pela qual o mundo está passando, baseada nos 3Ds: Descarbonização, Descentralização e Digitalização.

Ao longo desta série, foi possível observar que existe uma dependência entre os 3Ds, fazendo com que haja grande sinergia entre eles. Nas edições que antecederam esse fascículo, cada um dos 3Ds foi abordado com maior profundidade.

Agora, nesta edição de fechamento, será apresentada uma perspectiva de evolução desses três fatores para os próximos anos no Brasil, partindo do cenário em que nos encontramos atualmente. É evidente que essa transformação depende de diversos fatores e variáveis envolvidas, que, por sua vez, dependem de aspectos econômicos, políticos e até mesmo culturais. Portanto, há uma considerável margem de incerteza nesse futuro, porém, essa variação deve estar mais relacionada à velocidade em que ocorre essa transição do que a certeza de que de fato ela ocorrerá.

### O FUTURO DA DESCARBONIZAÇÃO NO BRASIL

Primeiramente, vale destacar que a matriz elétrica brasileira possui uma grande participação de fontes limpas e renováveis. De acordo com o Balanço Energético Nacional elaborado em 2020 pela Empresa de Pesquisa Energética, a participação de renováveis em nossa matriz foi de 83% no ano de 2019, muito à frente da realidade mundial. Esta posição privilegiada em relação à sustentabilidade de nossa matriz não significa que haja uma acomodação. Diversas ações estão em andamento no sentido de potencializar ainda mais

esse cenário.

Tal movimento possui uma preocupação adicional com a configuração dessa matriz, tendo em vista que a maior parte dessa parcela é oriunda da fonte hidráulica. Nos últimos anos, esse tipo de fonte não tem crescido com tanta intensidade como no passado e também quando se constrói uma nova usina hidroelétrica, seu reservatório é muito reduzido para mitigar os impactos ambientais.

Tal cenário faz com que não seja possível atender plenamente à expansão com esse tipo de fonte. Para suprir essa característica, outras fontes têm apresentado um crescimento muito intenso, com o caso das usinas eólica e solar.

Olhando para o futuro, tanto a energia de origem eólica como a solar devem continuar apresentando intenso crescimento, conforme ilustra a figura 1 do Plano Decenal de Expansão de 2029.

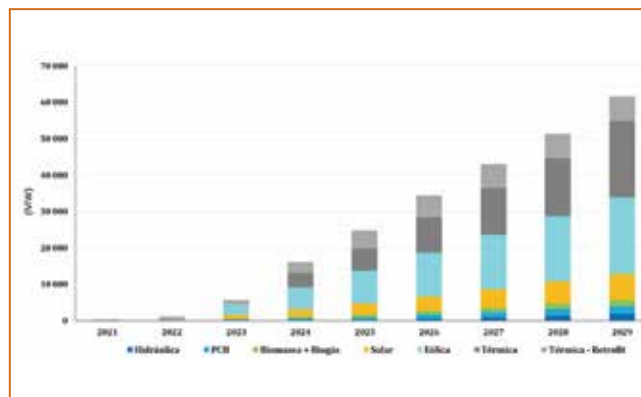


Figura 1 - Plano Decenal de Expansão de Energia 2029.  
Fonte: Empresa de Pesquisa Energética

Nas projeções desse plano, é possível observar a participação representativa de térmicas e, por outro lado, a baixa participação de usinas de fonte hidráulica. A hidroeletricidade já foi muito explorada no Brasil e, somado às restrições ambientais, ela apresenta pouca perspectiva de futuro.

Contudo, operar um sistema elétrico com uma participação muito grande de fontes com geração variável como eólica e solar torna-se algo complexo e que coloca em risco a confiabilidade do sistema. Por esse motivo que este plano considera também uma participação significativa de fontes térmicas.

O plano decenal não deixou de lado a tendência de descarbonização da fonte térmica, pois ela está fortemente ancorada no gás natural, que representa uma das fontes térmicas com menor nível de emissão.

O carvão mineral presente em nossa matriz, e que possui elevado nível de emissão de gases que afetam o meio ambiente, está presente neste plano, mas considerando retrofit para aumento de eficiência das plantas existentes. Portanto, observamos por parte dos órgãos institucionais uma preocupação significativa no que se refere ao movimento de descarbonização em relação a oferta de energia elétrica no Brasil. Este movimento é tão intenso que não tem dependido apenas de ações do governo. A própria iniciativa privada tem avançado no sentido de desenvolver a geração a partir de fontes limpas e renováveis.

Por exemplo, em 2020 não foi realizado nenhum leilão oficial do governo para viabilizar a construção de novas usinas de geração de energia elétrica, porém, a construção de muitas usinas foi viabilizada em função de iniciativas de contratação por parte das empresas privadas.

No evento Brazil Wind Power, realizado em outubro de 2020, a presidente executiva da Associação Brasileira de Energia Eólica, Élbia Gannoum, afirmou que o ano deve ser encerrado com uma quantidade entre 2 GW a 3 GW contratados dessa fonte. Essa quantidade representa um montante superior aos anos em que a fonte eólica foi contratada nos leilões oficiais organizado pelo governo, portanto, com um desempenho excepcional.

Toda essa energia está sendo viabilizada devido ao interesse de grandes empresas que compram eletricidade no Ambiente de Contratação Livre. Desta forma, as empresas conseguem assegurar que o recurso energético por ela consumido tenha baixos níveis de emissão de gases que afetam o meio ambiente, o que não é possível de ser feito quando a empresa atua no Ambiente de Contratação Regulado.

Agora, vamos sair da produção de energia e passar para uma das maiores fontes de emissão de gases que afetam o meio ambiente no Brasil, o transporte. A mobilidade elétrica é uma tendência que vem evoluindo muito no Brasil. É importante destacar que nós temos o etanol como uma importante fonte energética no transporte, que possui um ciclo em que o crescimento da cana compensa as emissões da sua queima. Contudo, ainda há uma participação muito grande das fontes de origem fóssil, principalmente no transporte pesado.

De acordo com a Associação Brasileira do Veículo Elétrico, o Brasil deve encerrar 2020 com cerca de 19 mil veículos elétricos vendidos, quase o dobro do desempenho de 2019. Portanto, mesmo com o grande impacto econômico causado pela pandemia, esse resultado demonstra o interesse da sociedade neste

**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)

tipo de veículo.

É evidente que esse montante é pouco representativo em comparação com os cerca de 2 milhões de veículos comercializados no Brasil ao longo do ano. Contudo, ele demonstra o início de um movimento que deve ganhar força no país, seguindo a tendência do que já ocorre ao redor do mundo.

Um exemplo dessa aposta e tendência pode ser considerado o lançamento realizado pelo Itaú de um serviço de compartilhamento de veículos elétricos, a exemplo do que a instituição financeira já realiza com bicicletas. O banco anunciou que este serviço será disponibilizado em 2021 e contará apenas com veículos de propulsão elétrica.

Uma premissa para o desenvolvimento da mobilidade elétrica é a ampla ramificação dos pontos de recarga. Por isso que o país vem avançando nesse sentido para prover a infraestrutura necessária para que as pessoas possam utilizar seu veículo elétrico com tranquilidade.

Nesse sentido, a elétrica EDP, em parceria com Audi, Porsche e Volkswagen, instalará 30 pontos de recarga no estado de São Paulo, sendo o primeiro instalado em outubro de 2020 na cidade de Caraguatatuba.

A empresa automobilística Volvo tem investido fortemente no Brasil na disseminação de pontos de recarga, devendo fechar o ano de 2020 com cerca de 700 postos espalhados por todo o País.

Todo esse movimento demonstra como a descarbonização tem evoluído fortemente no Brasil, devendo continuar ganhando força e tracionando o desenvolvimento da transição energética que estamos passando.

## O FUTURO DA DESCENTRALIZAÇÃO NO BRASIL

A descentralização é um movimento que apresentou nos últimos anos um crescimento muito significativo em relação à geração de energia elétrica distribuída pelo país, instalada diretamente nas unidades consumidoras.

No final de 2020, o país contava com pouco mais de 4,2 GW de capacidade instalada em geração distribuída, proveniente de 341 mil unidades de produção. Esses números são muito expressivos e chamam ainda mais a atenção ao observar que, de toda essa capacidade, 4,1 GW é proveniente da fonte solar, que representa uma quantidade superior ao que o que existe no país dessa mesma fonte instalada na modalidade de usinas de grande porte.

Vale destacar que esse montante foi atingido basicamente nos últimos dois anos, pois no final de 2018 a capacidade instalada em geração distribuída era de, aproximadamente, apenas 10% do valor atual.

Olhando para o futuro, as projeções realizadas pela Empresa

de Pesquisa Energética (EPE) apontam para dois cenários. No cenário mais conservador, o país chegará em 2030 com 16,8 GW de capacidade instalada em geração distribuída. No cenário mais arrojado, esse número será de 24,5 GW.



**Figura 2 - Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 – Micro e Minigeração Distribuída & Baterias.**

**Fonte: Empresa de Pesquisa Energética**

Portanto, esse é um movimento que apresenta uma projeção de evolução muito forte e intensa, mesmo com a regulamentação atual, podendo apresentar um potencial ainda maior considerando possíveis evoluções na regulamentação do setor.

Por exemplo, sistemas de armazenamento não tem apresentado viabilidade econômica e atualmente são pouquíssimos casos em que esses dispositivos são instalados. Mesmo com a tarifa branca disponível aos consumidores de baixa tensão, em que há horas do dia com menores valores de tarifa e parte do dia com valores mais elevado, não tem se apresentado viável economicamente instalar sistemas de armazenamento.

Contudo, esse cenário pode mudar com a abertura do mercado de energia que está sendo planejado. Há projetos de lei que preveem a possibilidade de todo e qualquer consumidor de energia elétrica no Brasil adquirir energia de qualquer comercializadora.

Quando esta possibilidade se tornar uma realidade, as empresas especializadas poderão oferecer produtos que façam a gestão das variações de preço, sendo que, neste cenário, o armazenamento poderá se tornar viável.

Um conceito existente em muitos países e que poderá ser futuramente implementado no Brasil é conhecido como Virtual Power Plant. Neste conceito, um sistema de gerenciamento controla diversos recursos energéticos distribuídos, otimizando aquele que melhor oferece condições de operar para atender à necessidade energética do momento.



Tal condição, no entanto, requer uma grande evolução regulatória e pode ser que não seja implementada em sua plenitude, até mesmo devido à organização centralizada que temos no Brasil da operação do sistema elétrico.

Contudo, existem dois nichos em que essa tecnologia possui maior possibilidade de aplicação, primeiro seria em locais remotos, em que a rede elétrica de distribuição possui dificuldade ou restrição para chegar. Nesses casos, um sistema isolado com diversos recursos energéticos e controlados localmente pode ser uma boa opção.

A segunda aplicação futura que poderá ser utilizada em larga escala refere-se à possibilidade de comercializar a energia elétrica produzida de forma distribuída. Com o crescimento da geração distribuída, apenas compensar a energia consumida, como é feito atualmente, será um uso muito limitado e, certamente, haverá demanda do mercado para aproveitar esse recurso de outra forma.

Considerando que a redução de carga também pode ser considerada como um recurso energético que contribui para a relação entre a oferta e a demanda do sistema, serviços de resposta à demanda também serão recursos disponíveis futuramente.

Assim como a abertura do mercado de energia já citado deve contribuir para a expansão dos sistemas de geração, o mesmo deve ocorrer para que os comercializadores possam também assumir um papel de agregadores de carga para promover resposta à demanda.

Esse papel de agregador de carga precisa ser regulamentado, pois é muito complexo e pouco efetivo realizar um programa de resposta à demanda, sem alguém que tenha interação em nível de varejo com os consumidores de energia elétrica.

Essa interação é necessária para proporcionar incentivos aos consumidores de energia para reduzir suas cargas e consolidar esse resultado, para que ele seja um montante que efetivamente demonstre representatividade para o sistema elétrico.

Portanto, podemos observar que há uma diversidade significativa de recursos energéticos distribuídos que já estão em funcionamento e outros que podem evoluir para que em breve estejam disponíveis para todos os Brasileiros, contribuindo para a transição energética que estamos passando.

## O FUTURO DA DIGITALIZAÇÃO NO BRASIL

A digitalização é um movimento que não teve origem no setor elétrico, mas que apresenta intensos resultados neste setor. Apenas para ter uma ordem de grandeza do que estamos falando, o Instituto Domo, sediado nos Estados Unidos, apresentou em seu estudo de 2020 intitulado “Data Never Sleeps 8.0” que, no mundo, a cada minuto são trocadas 41 milhões de mensagens do whatsapp e são postadas mais de 340 mil fotos no Instagram.

Esse é um contexto muito intenso em que as pessoas estão inseridas em um mundo cada vez mais digital. Os recursos advindos da digitalização passaram a permear todo o setor elétrico e já estão inseridos nas atividades diárias.

Atualmente, toda a operação dos sistemas elétricos das empresas de energia possui um elevado nível de automação que permite a realização de manobras e operações de modo centralizado e remoto.

Futuramente, recursos de inteligência artificial poderão auxiliar os operadores de sistemas elétricos a sugerir a realização de manobras de usinas e linhas de transmissão. Talvez eles poderiam até mesmo realizar essas manobras de forma autônoma, a partir do momento em que esses sistemas desenvolverem um aprendizado tão grande que transmita confiabilidade na sua atuação.

Nas redes de distribuição, esse tipo de recurso já está presente em projetos piloto, podendo expandir ainda mais o conceito de self healing, em que a própria rede toma as decisões de modo autônomo para isolar defeitos, reestabelecendo o fornecimento para a maior parte possível dos consumidores que foram afetados por um desligamento ocasionado por um defeito na rede.

O crescimento do emprego de medidores eletrônicos também é uma ferramenta para conceder mais informações e serviços aos consumidores. Futuramente, esses dispositivos poderão prover aos consumidores informações do seu próprio consumo em tempo real, integrado com o seu celular ou até mesmo com o funcionamento dos próprios eletrodomésticos da casa.

Como citado anteriormente no capítulo de descentralização, nos programas de resposta à demanda, quando essa funcionalidade chegar até os consumidores de baixa tensão, certamente ela estará associada a recursos digitais que permitam a gestão das cargas e tomada de decisão por parte dos consumidores que desejem participar.

Na gestão dos sistemas elétricos, os recursos digitais permitem o desenvolvimento de ações precisas de manutenção centrada em confiabilidade. Em um conceito tradicional, as ações de manutenção são desenvolvidas com base no tempo de vida e utilização dos recursos. Empregando conceitos mais modernos, a manutenção preditiva realiza verificações periódicas e com base nos indicativos são definidas as estratégias de atuação.

Com o emprego da digitalização, podem ser instalados sensores nos equipamentos elétricos que enviam informação em tempo real das condições do sistema para centrais que analisam a condição e definem o momento exato de realizar algum tipo de intervenção, evitando a atuação desnecessária e aumentando a confiabilidade do sistema.

O controle digital das instalações pode prevenir também acidentes, pois o monitoramento em tempo real de condições de sistemas, como por exemplo a temperatura das instalações, pode disparar comandos em sistemas de proteção.

Por exemplo, um equipamento elétrico que apresente um defeito e, em curto período de tempo, ocorre uma elevação brusca de temperatura, pode ter esse problema identificado por dispositivos digitais que, antes mesmo de causar um dano maior, aciona o desligamento da rede que o está alimentando.

Esse acionamento pode ser seguido imediatamente da geração

de um relatório da evolução do quadro, que é enviado para os responsáveis pela operação do sistema, de modo que não façam o religamento antes de tratar a causa desse aquecimento.

Nos sistemas comerciais das empresas de distribuição, a digitalização permite a gestão dos dados de milhões de consumidores para produzir análises e resultados que apoiam o desenvolvimento de suas atividades.

Futuramente, os medidores de energia elétrica dos consumidores poderão estar conectados em uma rede de blockchain, de modo que esse dado seja certificado e todas as entidades que precisem dessa informação possam acessá-la de forma simples, confiável e próxima do tempo real.

A partir do momento em que a opção do mercado livre de energia chegar aos consumidores de baixa tensão, a aplicação da tecnologia de blockchain será um diferencial não apenas para a medição, mas também para os contratos.

Tendo em vista que futuramente haverá uma enorme quantidade de transações de compra de energia por parte dos consumidores, a formalização dessa compra precisará ser algo célere e integrada, até mesmo porque o consumidor terá a opção de mudar de fornecedor a qualquer momento. Portanto, as tecnologias de blockchain terão um papel fundamental nesse desenvolvimento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi possível observar ao longo das edições publicadas desse fascículo durante o ano de 2020, o setor elétrico tem passado no mundo inteiro por uma revolução e o Brasil não está fora desse processo.

Observamos que alguns países já estão bem avançados com alguns desses processos. É o caso da descarbonização, que já possui metas concretas e inclusive prazo para limpeza total da matriz elétrica em Países da Europa.

Os veículos elétricos também têm apresentado forte crescimento, tendo sido estabelecido em alguns Países um prazo para término da comercialização de veículos que utilizam combustível fóssil.

Neste artigo de encerramento, observamos que ainda não estamos tão avançados do que esses exemplos em relação aos 3Ds, porém, estamos no caminho para chegar a este propósito.

A digitalização é movimento que está mais avançado e que começou bem antes em relação aos seus outros colegas da família dos 3Ds. Atualmente, ela já proporciona muitos benefícios não apenas para as empresas do setor de energia, como também para os consumidores que estão na ponta da cadeia.

Por outro lado, a descentralização, dentre os 3Ds, é o que foi impulsionado de modo mais recente, porém de uma forma muito intensa. Ela deve continuar tendo um crescimento significativo, mas possui barreiras regulatórias que precisam ser desenvolvidas, senão haverá um limite de até onde ela poderá chegar.

Contudo, há um destaque para a descarbonização que não foi

a pioneira e nem a mais moderna, mas é ela quem está tracionando esse movimento de transição energética. Pode-se observar esse movimento, pois, por exemplo, a geração distribuída está baseada fortemente em fontes de baixa emissão de gases que afetam o meio ambiente. Outro exemplo é que, por meio dos recursos de geração de fontes limpas e descentralizadas, podem-se abrir oportunidades de recursos digitais para comercializar essa energia.

A descarbonização também toca toda a cadeia, desde as empresas em que o seu negócio principal é energia, na construção de usinas de grande porte, como os consumidores residenciais, que podem instalar placas de geração fotovoltaica no telhado de suas casas.

## ENCERRAMENTO

Portanto, encerramos aqui essa maratona que apresentou aos leitores desse fascículo o passado, o presente e o futuro desse grande movimento que são os 3Ds do setor elétrico.

Como mensagem final, vale destacar a importância de que estejamos atualizados ao movimento do setor e às novas tendências que estão por vir. Observar o mercado internacional é sempre uma boa prática, mas ter um olhar para dentro não pode ser deixado de lado.

Então, Descentralizar, Descarbonizar e Digitalizar são os movimentos dessa transição. Vamos ficar atentos e atuantes para transformar esses recursos em benefícios para toda a sociedade!

## AGRADECIMENTOS

Ao longo desta jornada de escrevermos sobre um assunto tão desafiador, muitos colaboraram com informações precisas e conceitos importantes para que esses fascículos fossem contemporâneos e que agregassem valor ao leitor e ao setor elétrico. Por esse motivo, gostaria de destacar e agradecer esses profissionais:

Júlio Martins, da Schneider Electric;

Flávio Sousa, da CPFL Soluções;

Sonia Hermsdorff, da USP;

Célio Bermann, da USP;

Marco Delgado, da CCEE.

---

*\*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)*

# Renováveis

ENERGIAS COMPLEMENTARES

Ano 3 - Edição 50 / Dezembro de 2020



Atitude.editorial

## 2021 E OS SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Alto custo de investimento, economia desaquecida e lacunas regulatórias inibem utilização desse tipo de sistema

NOTÍCIAS DE MERCADO


COLUNA ABSOLAR: ENERGIA SOLAR NAS CIDADES DO FUTURO

COLUNA ABEEÓLICA: O ANO DOS CERTIFICADOS DE ENERGIA RENOVÁVEL

APOIO



Por Celso Campo Dall'Orto, Pedro Rosas, Gustavo Luna Filho, Nicolau Dantas,  
Guilherme Rissi e Andrea Maia\*



# Capítulo VIII

## 2021: ano decisivo para os sistemas de armazenamento de energia?

## Introdução

Os reguladores, os operadores e os agentes da cadeia produtiva do setor elétrico vêm se preparando para o uso dos Sistemas de Armazenamento de Energia – SAE, principalmente os baseados em baterias (também conhecidos por Sistema de Armazenamento de Energia em Baterias – SAEB, ou Battery Energy Storage Systems – BESS, em inglês). Há um certo consenso que este tipo de sistema tem potencial muito significativo, quase disruptivo, e que será um tema chave para o futuro do setor elétrico.

Os dois principais fatores que contribuem para esta elevada expectativa são (i) a disseminação de tecnologias de geração renovável intermitente em sistemas elétricos em todo o mundo, gerando preocupações no que diz respeito à intermitência dessas fontes e à necessidade de serviços ancilares que poderiam ser prestados pelos SAEs, e (ii) a trajetória de queda nos preços das baterias ao longo dos últimos anos, motivada por ganhos tecnológicos incrementais e aumento na demanda para aplicações como eletrônicos portáteis e veículos elétricos [1].

Embora exista consenso no setor de que os SAE terão um papel fundamental no setor elétrico do futuro, ainda existe uma grande incerteza no que diz respeito a quais modelos de negócio prevalecerão e qual a melhor forma de extrair o máximo de benefícios para o sistema. Em [2], foi feito um levantamento dos modelos de negócio vigentes, que foram classificados de acordo com os serviços prestados e quanto ao cliente deste serviço, ou segmento atendido. Identificou-se na ocasião uma concentração em quatro modelos de negócio: modelos de venda direta do ativo; oferta de serviços ancilares; serviços ao consumidor e modelos híbridos.

Com a profunda evolução do interesse no mercado em tecnologias de armazenamento ao longo dos últimos anos, houve uma série de inovações estruturais, levando a uma ampliação da gama de possibilidades de modelos de negócio.

Recursos de geração intermitente, como solar e eólico, requerem uma rede elétrica mais flexível. Contudo, flexibilidade não é uma demanda nova e oriunda exclusivamente das fontes alternativas. Esse é um tópico conhecido por aqueles que planejam e operam o sistema elétrico, cujos requisitos são ampliados conforme cresce a participação dos recursos intermitentes na matriz de geração [3]. Atualmente, os sistemas elétricos dependem principalmente da flexibilidade

trazida pelas usinas térmicas de despacho rápido, normalmente com combustíveis fósseis, usinas hidrelétricas além da utilização de modelos de previsão de consumo e geração.

Outra característica das fontes de geração por recursos renováveis não hidrelétricos é que, uma vez instalados e conectados, tem-se pouca capacidade de gerenciar a potência entregue à rede. Quando a geração supera a demanda os operadores do sistema são forçados a tomar ações rápidas antes que ocorra perda da estabilidade e subsequente colapso do sistema elétrico. Uma solução de simples execução consiste em limitar ou desconectar a geração intermitente [4] (por exemplo, alterar o pitch das turbinas eólicas de modo a converter menos energia). Essa alternativa implica em reduzir o aproveitamento dos recursos aportados, por exemplo, nas centrais geradoras eólicas e solares, diminuindo a eficácia dos sistemas e, logo, o retorno nos investimentos.

Paralelamente aos desafios das fontes renováveis não hidrelétricos tem-se a grande flexibilidade dos sistemas de armazenamento; há desde sistemas com volantes de inércia até ultra capacitores. A aplicação e seleção de cada tecnologia está intimamente relacionada ao uso final, com especial atenção para a velocidade da resposta e a potência total instalada, não esquecendo o custo total (implantação e operação) da tecnologia. Segundo o Instituto Rocky Mountain, o armazenamento de energia pode fornecer 13 serviços [5] que beneficiam diretamente os consumidores, as concessionárias e os reguladores do sistema elétrico, conforme ilustrado na Figura 1.

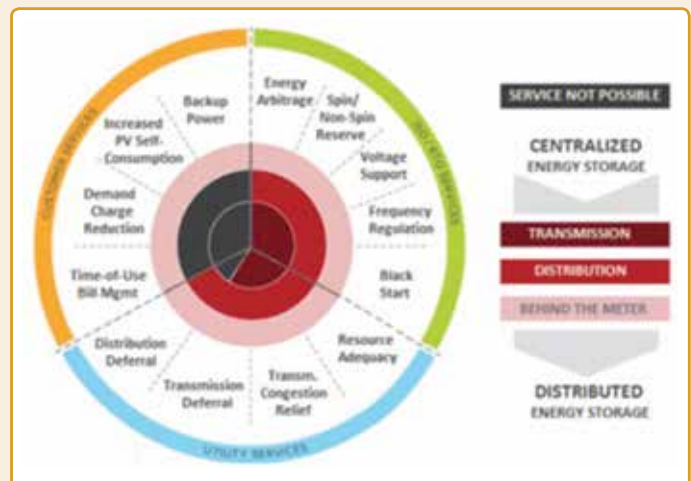


Figura 1 - Serviços e benefícios dos sistemas de armazenamento de energia.

SAEs têm respostas que podem variar de milissegundos a horas [4], dependendo da tecnologia utilizada, resultando em um espectro de aplicações que abrange toda a cadeia de funcionamento do sistema elétrico. Essa flexibilidade torna a SAE um grande complemento ao sistema e pode fazer os sistemas de armazenamento de energia economicamente atraentes.

Apesar dos diversos serviços e do grande potencial dos sistemas de armazenamento de energia, o atual custo de investimento, a falta de sinais econômicos e as lacunas regulatórias estão inibindo a utilização desses sistemas.

### Serviços prestados pelos SAEs

Os serviços oferecidos pelos SAE podem ser resumidos em 4 grandes grupos, com base em [6] e [7]:

#### 1 - Balanço de oferta e demanda

O principal serviço nesta categoria é o deslocamento temporal de energia, onde o SAE armazena energia em um momento de preço mais baixo para injetar em momentos de preço mais alto. Também podem ser utilizados para reduzir a energia que seria “vertida”, em momentos em que a capacidade de geração é maior que a demanda de energia. Outra utilização seria para o atendimento à demanda de ponta, em serviços de fornecimento de potência e para a gestão de custos e receitas de contratos (não apenas em energia, mas como demanda contratada e modalidades tarifárias). Ao invés de investir em novas usinas térmicas para atender aos requisitos de geração durante horas de pico de consumo de eletricidade, os operadores e concessionárias da rede podem contratar outros ativos, incluindo armazenamento de energia, visando adiar ou reduzir a necessidade de uma nova usina [5].

A prestação do serviço de capacidade tem se tornando cada vez mais relevante no contexto brasileiro, uma vez que se deseja separar a prestação de serviço de geração de energia elétrica do atendimento à demanda de pico, ou seja, o serviço de capacidade. Porém para muitos mercados internacionais, este serviço já é dissociado do serviço de geração, difundido e maduro.

#### 2 - Suporte às redes de transmissão e distribuição

Os serviços prestados para as redes de transmissão e distribuição incluem alívio de congestão, melhoria no desempenho da rede e qualidade de energia, mitigação dos efeitos de fontes renováveis e postergação de investimento.

#### 3 - Prestação de serviços ancilares

Os serviços ancilares podem ser prestados para um gerador ou para o operador nacional do sistema e incluem serviços como regulação de frequência, controle de tensão, autorrestabelecimento, reserva operativa, serviço de rampa e controle da geração.

No Brasil, os serviços ancilares são regulamentados pela Resolução Normativa Aneel nº 697/2015, que foi atualizada pela Resolução Normativa Aneel nº 833/2018. A resolução estabelece os procedimentos para prestação de serviços ancilares e adequação de instalações de centrais geradoras motivada por alteração na configuração do sistema elétrico. Nesta resolução são definidas as regras para a participação dos geradores e a remuneração da prestação dos serviços e são definidos os seguintes serviços ancilares: (I) autorrestabelecimento integral; (II) autorrestabelecimento parcial; (III) controle primário de frequência; (IV) controle secundário de frequência; (V) despacho complementar para manutenção da reserva de potência operativa; (VI) Sistema Especial de Proteção – SEP; e (VII) suporte de reativos [8].

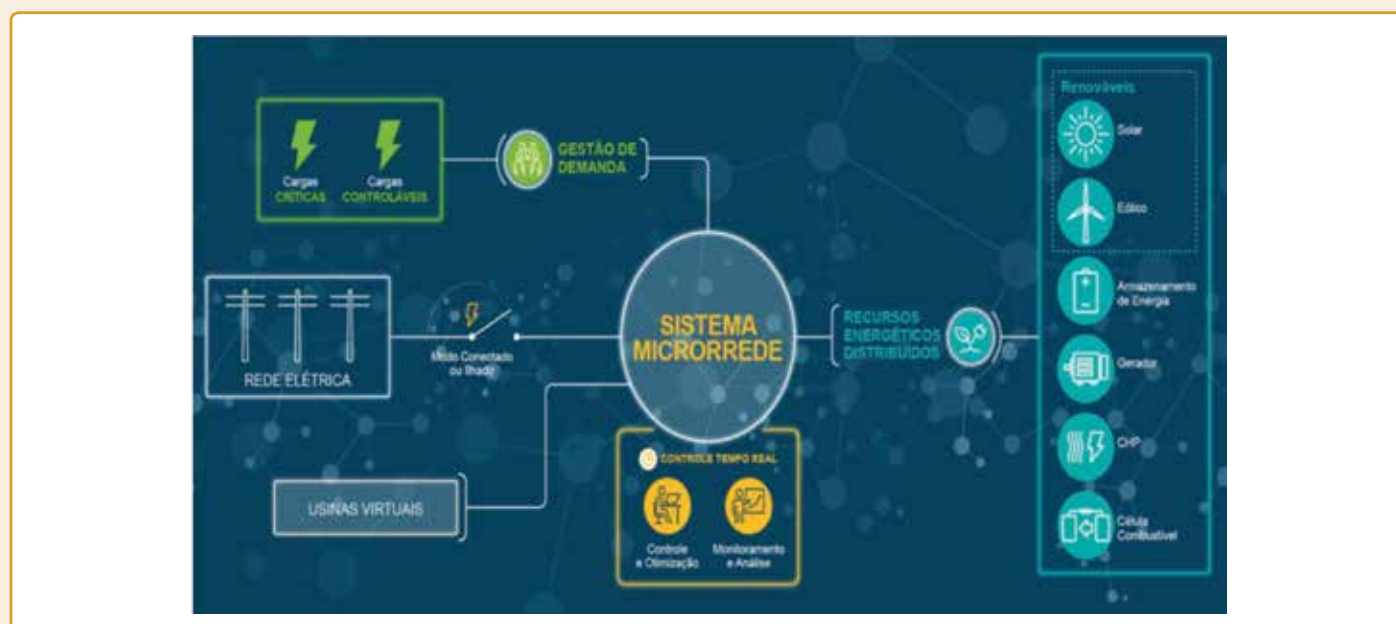


Figura 2 - Exemplo teórico de microrrede.



# AI BOOST

## Custo Otimizado da Eletricidade & Segurança Ativa

Com o Sistema de Armazenamento de Energia Inteligente LUNA2000, conectado a inversores solares e os otimizadores de potência SUN2000-450W-P, você tem agora a solução FV inteligente com o mais alto rendimento, que oferece muito mais energia, dia e noite, e proteção ativa contra arcos elétricos.

A solução permite armazenar de 5kWh a 30kWh, por bateria de lítio-ferro fosfato (LiFePO4), o tipo mais eficiente, durável e seguro já lançado.

Além da Inteligência Artificial integrada (AI BOOST), que diferencia todos os produtos Huawei e que permite comissionar, monitorar, gerenciar e até intervir na instalação, por um simples dispositivo de celular.

Segurança, simplicidade e eficiência tem nome.  
Huawei

#### 4 – Resiliência e autonomia

Serviços para resiliência e autonomia são muito associados aos serviços prêmio de energia, onde a qualidade de fornecimento é um ponto fundamental com o objetivo de melhorar a confiabilidade e a qualidade de fornecimento de energia. Também podem ser oferecidos serviços para os setores de transporte e logística e microgrids.

As microgrids ou microrredes geralmente são compostas por uma rede elétrica, que agrega diversos recursos energéticos distribuídos, diferentes tipos de cargas e sistemas de controle e monitoramento. Os serviços prestados são baseados na gestão de tarifas, otimização da demanda, resposta da demanda, gerenciamento do consumo, gerenciamento durante blackout, entre outros.

Sua operação pode ocorrer de forma isolada ou conectada às redes de distribuição através de switches, e informações relativas à proteção, medição e comunicação podem ser realizadas com uso conjunto de relés, hardwares e processadores de sinais digitais, como ilustrado na Figura 2.

#### Alterações que podem alimentar a participação dos SAEs

Segundo [7], as possíveis soluções para reduzir as barreiras para a maior participação dos SAE nos setores elétricos ao redor do mundo são: I – educação sobre os SAE e sobre os serviços que estes podem prover; II – classificação do SAE: identificação se é um equipamento de geração, de distribuição, de transmissão ou se precisaria de uma classificação específica;

III – reconhecimento dos serviços prestados sem a discriminação de tecnologia. Neste caso, haveria a necessidade de clara definição do serviço, e regras claras para o fornecimento, remuneração e penalidades associadas ao não fornecimento do serviço solicitado. Com isso, os investidores conseguiriam verificar a viabilidade dos seus projetos:

IV – melhoria do sinal locacional e temporal de preços, de forma a refletir as necessidades do sistema. A partir de 2021, será adotada no Brasil a precificação em base horária para a liquidação de diferenças de contratos. Atualmente a precificação é feita por patamares de carga, em base semanal. A maior discretização temporal é importante para a valoração dos serviços e a granularidade deve ser cada maior, como já é tendência no mundo [13];

V – criação de formas de valoração dos atributos ou serviços que podem ser prestados e melhorias nas regras de remuneração.

Para auxiliar na elaboração de propostas, a Aneel abriu a Chamada de P&D Estratégico Aneel nº 021/2016 em que mais de 20 projetos foram inicialmente aprovados, com a participação de diversas empresas, universidades, centros de pesquisa e consultorias estão analisando as formas de viabilização dos sistemas de armazenamento de energia no Brasil.

Algumas alterações estão sendo discutidas e podem afetar a competitividade dos SAEs, dentre eles destaca-se:

A – Modernização do setor elétrico brasileiro: [9] instituiu um Grupo de Trabalho (GT) para a elaboração de propostas que viabilizassem a modernização do setor elétrico fundamentados nos pilares da governança, da transparência, e da estabilidade jurídico-regulatória. O grupo foi formado por órgãos do governo com participação de representantes da sociedade civil, associações e especialistas. Foram criados 14 grupos temáticos e elaborado um diagnóstico setorial.

O plano de ação resultante foi dividido em 15 frentes de atuação com 88 ações. As ações foram desde propostas de alterações processuais do setor quanto de alteração legal com alterações no desenho de mercado e forma de valoração e remuneração da cadeia de atividades do setor elétrico. A Tabela 1 apresenta os principais tópicos discutidos.

**TABELA 1 - FRENTES DE ATUAÇÃO DA MODERNIZAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO**

<p><b>Melhoria dos sinais de preço</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preços horários</li> <li>• Mercado day ahead com ofertas de preço</li> <li>• Granularidade das tarifas no varejo (temporal e locacional)</li> </ul>
<p><b>Organização dos produtos a serem comercializados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade + energia + atributos ambientais + serviços ancilares</li> <li>• Mercados spot e financeiros para a comercialização dos produtos</li> <li>• Leilões de capacidade para todo o sistema</li> <li>• Precificação dos serviços</li> </ul>
<p><b>Aperfeiçoamento do mercado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de garantias financeiras mais robusto</li> <li>• Clearing houses</li> <li>• Aperfeiçoamento do financiamento para o mercado livre</li> <li>• Melhor alocação dos custos da expansão</li> <li>• Riscos de mercado alocados aos geradores</li> <li>• Revisão dos subsídios</li> </ul>
<p><b>Liberalização do mercado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumidores totalmente livres</li> <li>• Distribuidoras com incentivos à inovação</li> <li>• Tratamento dos contratos legados</li> </ul>

O Comitê de Implementação da Modernização – CIM [10] ficou responsável por dar sequência no processo de modernização.

#### PLS 232/2016 E PL 1.917/2015

Algumas das propostas da Modernização do Setor Elétrico foram anexadas aos projetos de Lei que estavam tramitando no Congresso, tanto no Senado (PLS 232) quanto na Câmara dos Deputados (PL 1.917). Esses projetos, se aprovados, podem afetar muito o mercado de SAE, e de forma positiva.

Um dos principais pontos desses projetos de Lei é a separação do lastro e energia. Atualmente, quando uma usina vende um contrato de energia, ela está oferecendo juntos diversos outros produtos como, por exemplo, o lastro de energia firme. Este último produto trata da capacidade de geração de energia da usina, independentemente se ela está gerando de fato ou não, enquanto o primeiro produto se refere à entrega efetiva da energia gerada. A separação pode permitir o reconhecimento de atributos das fontes e a remuneração pelos itens

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

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

**Equipamentos:**

**DSI – Dispositivo Supervisor de Isolamento**



**DSCR – Dispositivo Supervisor da Corrente Residual**



**DSR – Dispositivo Supervisor do Resistor**



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



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

que o sistema está precisando no momento. Como citado anteriormente, o sistema está em evolução e demandando cada vez mais flexibilidade, atributo que o SAE consegue prover.

Além disso, os projetos falam em racionalização dos encargos e subsídios, que pode tornar a necessidade de serviços ancilares mais explícita, se identificar quais são os encargos que estão sendo pagos pelos consumidores para o fornecimento de serviços que deveriam ser fornecidos como serviços ancilares.

Outro ponto que os projetos têm em comum é a valoração dos serviços ancilares. Apesar de não deixarem claro como isso seria feito, apenas citam a possibilidade da contratação por mecanismos concorrenciais.

**Tomada de subsídio Aneel nº 06/2019**

Em 2019, a Aneel abriu a Tomada de Subsídio nº 6/2019 [11] com o objetivo de obter subsídios para fomentar abertura de discussão sobre o tema serviços ancilares aplicáveis ao Sistema Interligado Nacional (SIN). A tomada de subsídio ficou aberta para contribuições até fevereiro de 2019 e no texto inicial apresentou as regras vigentes para os serviços ancilares e questionamentos para a sociedade de quais regras precisariam ser aprimorados. Também foram disponibilizadas apresentações de um Workshop promovido pelo ONS sobre o tema. Apesar da rica discussão sobre o tema, os SAEs foram pouco discutidos, com menção apenas que eles poderiam prover algum serviço, mas sem o detalhamento técnico que seria necessário. Esse tema está na agenda regulatória da Aneel para o biênio 2021-2022.

**Tomada de subsídio Aneel nº 11/2020**

Em 2020, a Aneel abriu a Tomada de Subsídio nº 11/2020 [12] para obter subsídios para a elaboração de propostas de adequações regulatórias necessárias à inserção de sistemas de armazenamento no setor elétrico brasileiro. O documento inicial apresenta uma visão sobre as tecnologias de armazenamento de energia, os serviços que poderiam ser prestados, as discussões regulatórias internacionais e diversas perguntas, divididas em temas para a sociedade contribuir. Esse é o primeiro passo para a evolução da regulação do mercado de SAE. Os temas propostos para análise são: (i) caracterização dos recursos de armazenamento; (ii) especificação dos serviços a serem prestados; (iii) mercado de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional; (iv) serviços ancilares; (v) mercado de capacidade (ou lastro); (vi) resposta da demanda; (vii) uso dos sistemas de transmissão e distribuição; (viii) processo de outorga; e (ix) atendimento aos sistemas isolados.

A Tomada de Subsídio está aberta para contribuições até março de 2020.

**Oferta de preços**

Atualmente, o despacho das usinas e a precificação da energia é feita de forma centralizada com a utilização de ferramentas computacionais para a otimização do despacho. Porém, um outro desenho de mercado seria a oferta de preços pelos agentes. Neste desenho, cada gerador pode oferecer diversos tipos de serviços, em diferentes etapas de tempo e por diferentes preços, e a demanda declara o preço que estaria disposta a comprar os produtos. Apesar de manter o despacho centralizado, a ordem de mérito não seria definida pelo modelo computacional.

**Conclusão**

Os Sistemas de Armazenamento de Energia serão peça fundamental no



funcionamento do setor elétrico. A maior participação das usinas renováveis não hidrelétrica na matriz de geração tem alterado a dinâmica de planejamento da expansão e da operação dos sistemas elétricos ao redor do mundo exigindo cada vez mais flexibilidade operativa.

Os SAEs conseguem fornecer uma gama grande de serviços para toda a cadeia do setor: geração, transmissão, distribuição, consumo. Portanto, muitos serviços poderiam ser prestados, com valor para o sistema. A lacuna está em como transformar valor para o sistema em remuneração do investimento.

Apesar dos diversos benefícios, a utilização dos SAEs pelas usinas no Brasil dependerá da redução do custo destas tecnologias, da alteração regulatória para que sejam eliminadas as barreiras para a participação da fonte e criação de mercado para diversos serviços, como atendimento à ponta, flexibilidade operativa e serviços ancilares.

O reconhecimento dos atributos e serviços que as fontes podem oferecer, com isonomia das fontes e a maior discretização temporal e espacial dos preços, vão facilitar a valoração e a remuneração dos serviços prestados pelos SAEs e serão decisivos na viabilidade econômica destas novas tecnologias.

Em 2021 muitos destes temas estarão em debate e os resultados podem ser decisivos para a correta valoração e remuneração dos serviços prestados pelos SAEs, permitindo a participação destas tecnologias em toda a cadeia do setor elétrico.

## Agradecimentos

Os resultados apresentados nesse artigo são o resultado do projeto de pesquisa PA3026 aprovado na chamada estratégica 21 ANEEL financiado pelo Grupo CPFL.

## REFERÊNCIAS

- [1] A.A. Asif and R. Singh. "Further Cost Reduction of Battery Manufacturing". *MDPI, Batteries* 3, 2017.
- [2] Burger, Scott P. and Luke, Max. "Business models for distributed energy resources: A review and empirical analysis," *Energy Policy, Elsevier*, vol. 109(C), pages 230–248, 2017.
- [3] US DOE. 2011. *The Importance of Flexible Electricity Supply*. [ONLINE] Disponível em: <https://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/50060.pdf> [Acesso em 29 de novembro de 2019].
- [4] Golden, R; Bentham, P.2015. *Curtailment of Renewable Energy in California and Beyond. The Electricity Journal*, 28(6), 36–50.
- [5] Rocky Mountain Institute. 2015. *The Economics of Battery Energy Storage*. [ONLINE] Disponível em: <https://rmi.org/wp-content/uploads/2017/03/RMI-TheEconomicsOfBatteryEnergyStorage-FullReport-FINAL.pdf> [Acesso em 29 de novembro de 2019].
- [6] Nordling, A; et. Al. *Energy Storage – Electricity storage technologies. IVA 2016*
- [7] Hossain, E.; Faruque, H.M.R.; Sunny, M.S.H.; Mohammad, N.; Nawar, N. *A Comprehensive Review on Energy Storage Systems: Types, Comparison, Current Scenario, Applications, Barriers, and Potential Solutions, Policies, and Future Prospects. Energies* 2020, 13, 3651.
- [8] Aneel. *Resolução normativa nº 697, de 16 de dezembro de 2015.*
- [9] Brasil. *Portaria MME nº 187, de 4 de abril de 2019.*
- [10] Brasil. *Portaria MME nº 403, de 29 de outubro de 2019.*
- [11] Brasil. *Diário Oficial da União de 31/12/2019, seção 3, pág 160.*
- [12] Brasil. *Diário Oficial da União de 22/09/2020, seção 3, pág 82.*
- [13] Aneel. *Nota Técnica nº 094/2020-SRG/ANEEL, de 10/09/2020.*
- 
- \*Celso Eduardo Ramos Campo Dall'Orto é formado em Engenharia Elétrica com ênfase em Telecomunicações, especialista em Geração de Energia Elétrica e Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá. Ingressou na PSR em 2015, onde vem atuando e gerenciando diversos projetos em consultoria estratégica, técnica, regulatória e de mercado de energia elétrica. Pedro André Carvalho Rosas possui graduação em Engenharia Elétrica, mestrado em Energia Eólica pela Universidade Federal de Pernambuco (1999) e doutorado em integração de energia Eólica na Universidade Técnica da Dinamarca (2003). Atualmente é professor da Universidade Federal de Pernambuco e coordena o projeto da chamada estratégica 21 da ANEEL sobre aplicação de armazenamento em centrais eólicas com objetivo de viabilizar sistemas de armazenamento. Gustavo José Luna Filho é graduado em engenharia elétrica pela UFPE e gestor de projetos com MBA pela UNESA, possui pós-graduação em engenharia de suprimentos, mestrado em processamento de energia renovável e 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. É professor de cursos de graduação e pós-graduação em engenharia e professor formador no IFPE em sistemas de energias renováveis. Guilherme Ferretti Rissi possui graduação em Engenharia Elétrica - Ênfase em Sistemas de Energia e Automação pela Universidade de São Paulo (2009). Atualmente é gerente de projetos de inovação na CPFL Energia. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Transmissão da Energia Elétrica, Distribuição da Energia Elétrica e Manutenção elétrica industrial. Andrea Sarmiento Maia é pesquisadora do Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura (ITEMM) voltada ao desenvolvimento de soluções em sistemas de armazenamento de energia. Possui formação em Engenharia Eletrônica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e mestrado em Tecnologia da Energia pela Universidade de Pernambuco (UPE). Atualmente, coordena dois projetos no ITEMME da chamada estratégica 21 da Aneel sobre armazenamento de energia. Nicolau Kellyano Leite Dantas é mestre e graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Atualmente trabalha no Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura (ITEMM). Possui interesse e experiência em Sistemas de Armazenamento de Energia com Baterias (BESS, Battery Energy Storage System), Power Conversion System (PCS), Algoritmos de Sincronização, Sistemas fotovoltaicos e instalações elétricas residenciais, prediais e industriais.

## Até 2050 mais de 80% da energia mundial será gerada por fontes renováveis

A projeção é do Relatório Statkraft Baixas Emissões - Cenário 2020, que destaca as tendências no mercado global de energia para uma transição energética até 2050, e faz análises tendo como base modelos internos e estudos aprofundados de fontes externas.

Segundo previsões do estudo, a partir de 2035, em todo o mundo, a energia solar será a maior tecnologia utilizada para a geração, ultrapassando a eólica, hidrelétrica, carvão e gás. Isso se deve principalmente à redução de custos de produção neste segmento, mas também à

flexibilidade das usinas solares fotovoltaicas em termos de localização, além de serem relativamente rápidas e fáceis de construir em comparação a outras tecnologias.

Com a energia solar fotovoltaica como a maior fonte de energia em apenas 15 anos, o estudo prevê que a capacidade no setor de energia mundial aumentará três vezes até 2050. Todo este aumento será atingido por meio de energias renováveis, que crescerão de forma acelerada até 2050. O relatório prevê um crescimento na geração de energia solar na

ordem de 12% ao ano, em média, enquanto a geração de energia eólica aumentará em mais de 8% ao ano. Já a energia hidrelétrica crescerá de forma mais lenta quando comparada a outras fontes, em uma média prevista de 1,5% ao ano.

Mesmo com um crescimento menor, a produção de energia hidrelétrica vai superar a de carvão em 2040, e em 2045 a energia a gás. Em um cenário em que tecnologias de baixas emissões sejam privilegiadas, em 2050, as energias renováveis constituirão mais de 80% do total de geração de energia

global, e 66% disso será gerado de fontes variáveis como a energia solar e a eólica.

A mudança climática continua como um fator motivador da transição energética, mas o declínio contínuo dos custos e o aumento da capacidade das energias renováveis tornam a escolha econômica e inteligente. O estudo ainda prevê que o sistema de energia do futuro será intimamente integrado e levará a uma interação complexa: eletricidade e hidrogênio livre de emissões estarão no centro.

## Energia solar deve gerar mais de 147 mil empregos no Brasil em 2021

Projeções da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) apontam que a fonte solar fotovoltaica deverá gerar mais de 147 mil novos empregos aos brasileiros em 2021, espalhados por todas as regiões do país. Segundo a avaliação da entidade, os novos investimentos privados no setor poderão ultrapassar a cifra de R\$ 22,6 bilhões em 2021, somando os segmentos de geração distribuída (sistemas em telhados e fachadas de edifícios) e centralizada (grandes usinas solares).

Segundo estimativas da associação, serão adicionados mais de 4,9 gigawatts (GW) de potência instalada, somando as usinas de grande porte e os sistemas distribuídos em telhados, fachadas e pequenos



terrenos. Isso representará um crescimento de mais de 68% sobre a capacidade instalada atual do País, hoje em 7,5 GW. As perspectivas para o setor são de chegar ao final de 2021 com um total acumulado de mais de 377 mil empregos no Brasil desde 2012, distribuídos entre todos os elos produtivos do setor.

A maior parcela destes postos de trabalho deverá vir do segmento de geração distribuída, que serão responsáveis por mais de 118 mil empregos neste ano. Dos R\$ 22,6 bilhões de investimentos previstos para este ano, a geração distribuída corresponderá a cerca de R\$ 17,2 bilhões.

Para a geração distribuída solar fotovoltaica, a Absolar projeta um crescimento de 90% frente ao total já instalado até 2020, passando de 4,4 GW para 8,3 GW. Já no segmento de usinas solares de grande porte, o crescimento previsto será de 37%, saindo dos atuais 3,1 GW para 4,2 GW.



**Rodrigo Suaia**  
é presidente  
executivo da  
Absolar



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



**Cyro Boccuzzi** é sócio-  
diretor da Ecoee



## A energia solar nas cidades do futuro

A pandemia do Covid-19 mostrou à sociedade a importância das novas tecnologias de comunicação e do trabalho remoto, executados à distância, nas próprias residências das pessoas. A energia elétrica é, por sua vez, um insumo fundamental para que os sistemas de informática e internet operem com qualidade, continuidade e segurança, permitindo que os cidadãos possam trabalhar adequadamente durante o confinamento.

Por esse motivo, várias tendências tecnológicas que já vinham despontando e começavam a ganhar velocidade na construção das cidades do futuro deverão experimentar uma grande aceleração ainda maior de uso. Isso inclui sistemas próprios de geração de energia elétrica, especialmente, a partir da fonte solar fotovoltaica e também sistemas de armazenamento associados. A eletromobidade compartilhada, ou seja, veículos elétricos contratados sob demanda, também é uma tendência que se fortalece neste novo cenário.

A geração de energia em edificações passa a se justificar ainda mais, pois as pessoas aumentaram sua demanda de uma hora para outra por um serviço absolutamente confiável e contínuo para que possam manter suas casas funcionando, mesmo durante tempestades ou panes do setor elétrico.

Já existem mecanismos

previstos na regulamentação do setor elétrico para viabilizar a conexão de sistemas próprios de geração de energia com a rede elétrica existente, de forma a proporcionar o uso otimizado desses recursos, fazendo com que a casa seja supridora do excedente de energia para sua vizinhança.

Desde 2012, com o início da vigência da regulamentação atual, foram instalados mais de 4,0 GW de sistemas de geração distribuída, a grande maioria da fonte solar fotovoltaica. Com isso, atendem a mais de 415 mil unidades consumidoras, ou seja, mais de um milhão e meio de pessoas no Brasil, em apenas sete anos.

Dois características fundamentais explicam esse sucesso. Primeiramente, a rapidez, facilidade e modularidade da instalação, ou seja, desde a contratação até a conexão e o início de operação, um sistema solar fotovoltaico descentralizado pode ser instalado em poucos meses.

Em segundo lugar, depois de feito o investimento, os sistemas permanecem fornecendo energia elétrica por cerca de 25 anos, com baixíssimos custos de operação e manutenção. Isso, pois os sistemas não possuem partes móveis, requerendo basicamente limpeza simples e, eventualmente, a substituição de componentes eletrônicos após décadas de uso.

Na construção de uma nova residência, o investimento adicional para inclusão destes sistemas é mínimo e bastante recompensador. Por isso, até mesmo projetos de habitações populares de novas incorporadoras, providos por programas oficiais do governo brasileiro, já estão trazendo a tecnologia desde o projeto. Muitas vezes, isso possibilita tanto a geração de eletricidade quanto a inclusão de sistemas de aquecimento de água, já que a área disponível no telhado das residências comporta as duas tecnologias.

Os sistemas de geração distribuídas de energia elétrica estão sendo crescentemente associados a sistemas de armazenamento de energia, na forma de baterias. Seu custo-benefício tem se mostrado cada vez mais atrativo e vantajoso, não só economicamente, mas considerando suas funcionalidades, como forma de reduzir a dependência dos consumidores de uma infraestrutura de energia que eles antes não conseguiam controlar.

Sistemas inteligentes de chaveamento, transação comercial de excedentes de geração e serviços de retaguarda de energia em momentos de queda de energia para comunidades locais, as chamadas microrredes, estão surgindo em diversos mercados. As microrredes são baseadas em tecnologia blockchain, já disponibilizada

em vários países. Funcionam como um mercado seguro para a monetização dos investimentos em sistemas próprios de geração de energia elétrica. Conectam comunidades locais ao seu entorno, proporcionando benefícios coletivos maiores do que investimentos individuais e podendo gerar receitas aos seus proprietários. Isso poderá acelerar ainda mais a implantação de sistemas de geração e de armazenamento de energia, facilitando a sua disseminação.

As cidades do futuro terão diversos sistemas próprios de geração e armazenamento distribuídos de energia elétrica, conectados às redes elétricas locais. Isso reduzirá a necessidade de investimentos em mais postes, transformadores e outros itens de infraestrutura de rede elétrica, aliviando custos pagos por todos os consumidores. Também diminuirá o uso do espaço público, proporcionando opções mais econômicas para a conversão de redes elétricas aéreas para subterrâneas em locais de maior presença destes recursos distribuídos.

As escolhas dos consumidores refletirão diretamente na evolução destas cidades do futuro, em linha com a sustentabilidade e o combate às mudanças climáticas, já que a consciência ambiental despertou em todos os níveis e áreas da sociedade.





**ABEólica**  
Associação Brasileira  
de Energia Eólica



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

## O bom ano dos certificados de energia renovável

Gostaria de terminar o ano de 2020 com boas notícias sobre os Certificados de Energia Renovável: o mercado de certificados está crescendo, o Brasil está se destacando no mercado global e as perspectivas de futuro são as melhores possíveis. O número de usinas brasileiras com Certificados de Energia Renovável é cada vez maior. No final de 2019, eram 104 usinas registradas e finalizamos 2020 com 148 usinas. Isso faz com que o Brasil ocupe hoje a liderança na plataforma I-REC, o International REC Standard (I-REC), sistema global que possibilita o comércio de certificados de energia renovável.

Também podemos avaliar o ano olhando para os números de emissões de certificado renovável. Em 2018, emitimos pouco mais de 300 mil certificados. Em 2019, esse número foi de 2,5 milhões, sendo que aproximadamente três em cada quatro certificados emitidos foram de fonte eólica. Os números de 2020 ainda não estão fechados, mas a expectativa é fecharmos com quase 5 milhões de certificados emitidos. Isso coloca o Brasil em segundo lugar

no mundo na emissão de I-RECs, ficando somente atrás da China.

Estes dados que estou mencionando são fornecidos pelo Instituto Totum, emissor local de RECs no Brasil credenciado pela organização mundial I-REC Services. O Programa de Certificação de Energia Renovável, por sua vez, foi criado pela Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa (Abragel) e a Associação Brasileira de Energia Eólica (Abeeólica), e já conta com apoio da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia (Abraceel).

E também no processo de certificação há novidades. Além do certificado da energia em si, que já é renovável, alguns consumidores também se interessam em saber os benefícios socioambientais decorrentes daquela fonte de energia limpa – aí entra a Certificação REC Brazil. Os critérios utilizados no REC Brazil para o registro são diretamente ligados aos ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Assim a empresa compradora sabe quais objetivos



de desenvolvimento sustentável aquele empreendimento atende: incentivo à educação, preservação da fauna e flora, preservação dos rios e mares, redução da pobreza, dentre outros. Esse é chamado um REC com garantia de sustentabilidade. No site do programa, [www.recbrasil.com.br](http://www.recbrasil.com.br), é possível ter informações detalhadas sobre todo o processo e como são feitas a compra e a venda verificadas, em ambiente certificado, de acordo com as legislações vigentes que normatizam este sistema.

E mais uma boa notícia é que o REC Brazil também cresceu em 2020. Em 2019, foram emitidos cerca de 185 mil certificados REC Brazil (7% do total) e a expectativa é fechar 2020 com 1,5 milhões certificados (30% do total).

Uma outra forma de avaliar o ano são os avanços tecnológicos para o sistema de emissão de Certificados de Energia Renovável. O novo sistema de emissões de RECs foi lançado (SISREC) e 100% das emissões de I-RECs no Brasil são gerenciadas por uma segunda camada de segurança com a tecnologia Blockchain (SISREC LEDGER). Para 2021 está prevista a integração do SISREC com o registro global I-REC e a possibilidade de medição de I-RECs em tempo real.

O crescimento do interesse pela certificação e compra dos RECs, e mais ainda do REC Brazil, sinaliza que as empresas estão preferindo consumir energia renovável e, ao mesmo tempo, mostra o compromisso com a mudança de comportamento energético e práticas de ESG.

Por André Pedretti, Edison Ribeiro da Silva, Elon Carlo Valério, Julio Shigeaki Omori e Tiago Augusto Silva Santana\*

# A Copel e as smart grids

Conheça o projeto Ipiranja: implantação de redes inteligentes para atendimento a mais de 5.000 consumidores em baixa tensão



Em 26 de outubro de 1954, a Copel iniciava sua trajetória de constantes incrementos na qualidade do fornecimento de energia. Ao longo das décadas de 1950, 1960 e 1970, ampliou seu atendimento para todas as regiões do Estado do Paraná, enquanto construía usinas, linhas e redes em busca de um sistema com autonomia energética. Em julho de 1981 atingia a marca de 1 milhão de consumidores, marco da trajetória até os atuais 4,7 milhões de consumidores. Nesta mesma década, ainda em 1984, foi iniciado um programa de eletrificação rural, o Clic Rural, uma iniciativa que propiciou o desenvolvimento do agronegócio paranaense, atualmente, referência internacional no setor.

Durante as décadas de 1990, 2000 e 2010, a Copel desenvolveu e disseminou soluções de automação e controle, na sua maioria desenvolvidas dentro de casa, embora também tenha adquirido soluções de mercado: em 1987 iniciava a supervisão de suas instalações; em 1995 implantava a segunda versão de seu próprio sistema SCADA ao mesmo tempo em que iniciava a interligação de suas instalações com uma rede de fibras óticas; em 1996 entrava em operação sua primeira transferência automática de carga, também conhecida como reversão automática; em 1998 entrava em operação a primeira recomposição automática de barramentos de 'alta tensão – AT'; em 2007 a primeira estação de chaves em postes; e em 2012 entravam em operação sistemas centralizados de reconfiguração de rede desenvolvidos em linguagem Lua. Após a concentração dos desenvolvimentos até o nível de subestações, que foram totalmente automatizadas, a nova fronteira é a rede de média e baixa tensão chegando até os consumidores finais.

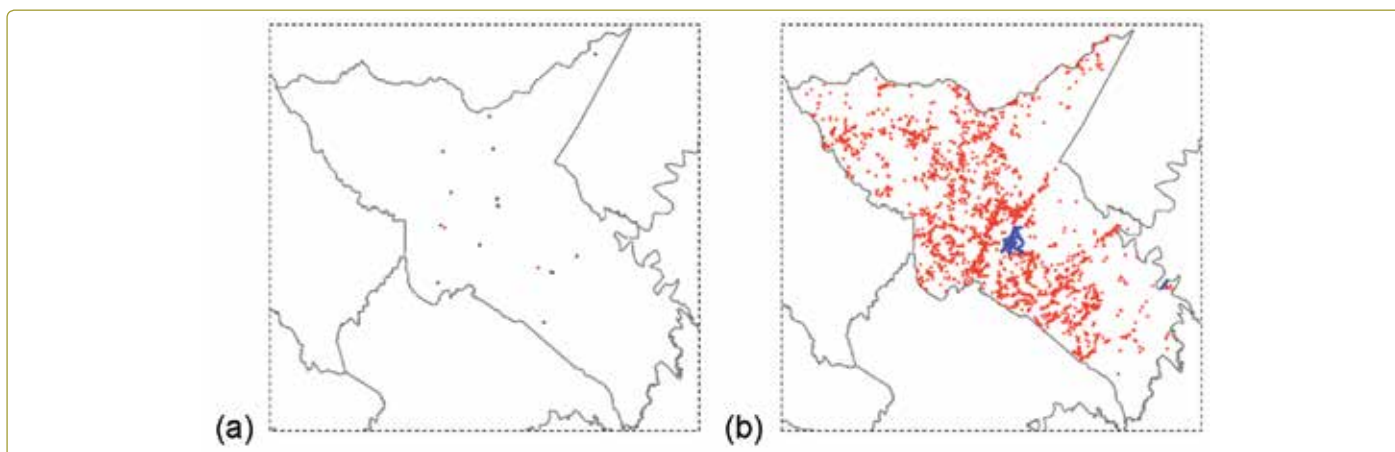
Ainda em 2012 a Copel alcançava a universalização do atendimento na sua área de concessão de distribuição e, mais recentemente, em 2015, foi iniciado o programa Mais Clic Rural, modernizando as redes elétricas da área rural para transformar a qualidade do fornecimento de energia para consumidores do campo. Foi este o período em que os debates internacionais sobre smart grids (redes elétricas inteligentes) e smart cities (cidades

inteligentes) ganhavam maturidade e as empresas desenvolvedoras de tecnologia demonstravam a possibilidade de fornecimento no Brasil.

Percebendo o potencial da implementação de smart grids e smart cities, por gerar ganhos de eficiência para o negócio e elevação da qualidade do serviço prestado para os consumidores, fatores impulsionadores de resultados corporativos, de crescimento econômico e de bem estar social, a Copel vem pesquisando e testando a viabilidade técnica e financeira para implantação de tecnologias de smart grids ao longo da última década. No decorrer da década de 2010 algumas iniciativas foram desenvolvidas, com destaque para o projeto de soluções e tecnologias de automação de uma cidade da Região Metropolitana de Curitiba, Fazenda Rio Grande, e para o projeto Paraná Smart Grid, que implantou uma rede de comunicação proprietária capaz de integrar os serviços de leitura de água, gás e energia elétrica de um bairro de Curitiba.

Reconhecido o potencial real da disseminação destas tecnologias, em 2016, a Copel destacou um time focado na disseminação das smart grids. Este time de profissionais das mais diversas áreas técnicas da empresa é responsável por prospectar e internalizar novas tecnologias, dentre elas, as relacionadas às smart grids. Assim, no ano de 2017 foi concebido o Projeto Ipiranga para implantação de redes inteligentes em toda a extensão territorial do município de mesmo nome do projeto. Tendo como um dos principais objetivos a avaliação dos benefícios idealizados e, em caso de sucesso, a disseminação de projetos de implantação massiva de smart grids.

O Projeto Ipiranga é basicamente composto por uma rede de comunicação integrada para o atendimento de 21 equipamentos de automação, sendo 4 bancos reguladores de tensão e 17 religadores automáticos, e 5250 consumidores atendidos em baixa tensão. Além disso, para fins de teste de conceito, dois consumidores atendidos em média tensão foram inseridos no projeto. A Figura 1 apresenta os locais em que há equipamentos de automação e consumidores em Ipiranga.



**Figura 1 – (a) Equipamentos de automação do município e (b) consumidores: rurais em vermelhos e urbanos em azul.**



## Características do município

O município de Ipiranga está localizado na mesorregião do sudeste paranaense e possui moderada predominância de consumidores rurais. Dos 5250 consumidores de energia elétrica, 60% estão na área rural. Outro ponto de destaque do município é a sua área geográfica de 927 km<sup>2</sup>. A título de comparação, Curitiba possui aproximadamente 900 mil unidades consumidoras em uma área geográfica de menos da metade da área de Ipiranga. Ou seja, a densidade de pontos de medição no município de Ipiranga é de apenas 5,66 consumidores por km<sup>2</sup> ao mesmo tempo que em Curitiba este número aproxima-se de 2.000 consumidores por km<sup>2</sup>. Dadas estas características, fica evidente um dos motivos para a escolha de Ipiranga: implantar comunicação para smart grids em uma região de baixa densidade de pontos de medição.

Nestas condições extremas, a tecnologia a ser empregada estaria à prova, explicitando tanto as melhores oportunidades quanto os maiores riscos da sua disseminação. Deve-se ter em mente também que municípios com predominância de adensamento urbano, como é o caso extremo de Curitiba, possuem mais opções de comunicação do que os municípios com paridade urbano-rural ou predominância rural. Por exemplo, em Ipiranga, o sinal de operadoras de celular se restringe à pequena região urbana da cidade, há apenas uma antena de cada operadora na cidade. Portanto, este fator se soma às dificuldades a que queríamos expor a tecnologia a ser avaliada.

Com a variedade de desafios que foram encontrados para a região-alvo, e que representa a diversidade de desafios para uma eventual cobertura ampla do estado do Paraná, optou-se pela utilização de redes de comunicação no padrão Wi-SUN (Smart Ubiquitous Networks). Este padrão, dentre as alternativas disponíveis em mercado, foi o que demonstrou maior aderência aos requisitos percebidos para o projeto, além da longevidade tecnológica e melhorias de desempenho já previstas. Outro fator que se deve ter em mente é que uma rede mesh como a adotada também pode ser usada como uma rede ponto-a-ponto em condições extremas de uso como pode ocorrer em locais de baixa densidade. Tal condição ocorre em pontos extremos do município e se caracteriza em mais uma vantagem na aplicação deste tipo de solução.

## Resultados obtidos

Os resultados obtidos pelo projeto mostram que a tecnologia de redes inteligentes é técnica e economicamente viável. No caso de estudo de Ipiranga, houve grandes ganhos com a otimização dos processos operacionais. Para se ter ideia, os serviços que normalmente eram realizados nas entradas de serviço dos consumidores, por exemplo, leitura, corte, religação, desligamento, religa de 'unidade consumidora – UC' existente, troca de parâmetros de medidor (tarifa branca e programa de irrigação noturna), etc, praticamente não precisam mais de intervenção

humana e encontram-se em fase de integração entre sistemas para eliminação da carga de trabalho residual ainda existente.

Vale destacar que alguns ganhos já eram esperados para o projeto, a leitura das UCs, por exemplo. Porém outros não foram contabilizados, pois não foram sequer imaginados quando da concepção do projeto.

Sobre as leituras, pelo menos 97% das unidades consumidoras atendidas pelo projeto podem ser lidas diariamente. Quando se estende este tempo para o intervalo de três dias, o índice de leituras ultrapassa a marca dos 99%.

Outro serviço de suma importância para o projeto é o corte de consumidores inadimplentes. Neste caso, 94% dos cortes solicitados no mês de janeiro de 2020 foram executados sem intervenção humana. Além disso, outro dado relevante é que 70% dos consumidores pagam as faturas no intervalo de até 24 horas após o corte. Assim, as redes inteligentes se mostram como uma importante ferramenta no controle da 'Provisão/Perdas Estimadas de Crédito de Liquidação Duvidosa – PECLD'. Atualmente, em Ipiranga, são realizados aproximadamente 10 cortes por dia, totalizando mais de 250 cortes por mês, sem que seja necessária a intervenção humana para os cortes e religações. Sob o ponto de vista ambiental, estamos deixando de rodar aproximadamente 3.750 km por mês para executar as atividades de corte e religação das unidades consumidoras.

Um dos ganhos não mensurados no plano do projeto foi a redução de ligações ao call center. Quando um consumidor é cortado, 70% costuma pagar sua dívida em menos de 24 horas. Além da elevada parcela de consumidores que consulta o motivo do corte, assim que os consumidores efetuam o pagamento eles costumam ligar para a Copel solicitando a religação. No caso do projeto de Ipiranga, quase a totalidade dos consumidores não chega a ligar informando o pagamento, pois em até 15 minutos a quitação do débito é reconhecida e o sistema comercial solicita ao sistema gerenciador de medidores que efetue a religação.

Outro fator de relevante a ser considerado em projeto similares está relacionado à previsão das alterações em processos necessárias para se conviver melhor com a nova tecnologia. Por exemplo, foi possível perceber que é necessário possibilitar ao consumidor agendar a concretização das solicitações de desligamento. Em um caso específico, o consumidor ligou à Copel durante a madrugada pedindo o desligamento de sua unidade consumidora, pois estava de mudança e no mesmo instante a UC foi desligada pelo sistema. No outro dia, por volta das 7 horas da manhã o consumidor se realimentou com energia fornecida pelo vizinho, condição verificada pelo retorno de potencial nos bornes de saída do medidor. Ou seja, ele ainda precisava de energia e não sabia que seria instantaneamente desligado. Este caso emblemático deixou claro que alguns serviços não devem ocorrer instantaneamente, mas devem ser agendados. Caracterizando a necessidade de predição dos novos comportamentos a serem assumidos tanto pelas distribuidoras quanto pelos consumidores.

# ALPHA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS LTDA



(11) 3933-7533

[WWW.ALPHA-EX.COM.BR](http://WWW.ALPHA-EX.COM.BR)

[VENDAS@ALPHA-EX.COM.BR](mailto:VENDAS@ALPHA-EX.COM.BR)

Atmosferas Explosivas e  
Áreas industriais

**ALPHA**  
EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Outro ponto importantíssimo é a redução do DEC na área do projeto. Como visto anteriormente, o projeto proporcionou rede de comunicação para os equipamentos de automação da distribuição, dentre eles, 17 religadores automáticos. Por normatização de segurança da Copel, só tem as funcionalidades de self healing (auto-regeneração da rede) permitidos em locais em que haja supervisão dos equipamentos de automação com o centro de controle, mesmo que o self healing seja descentralizado. Portanto, a comunicação destes religadores permitiu a entrada em operação de três conjuntos de self healing, que foram responsáveis pela redução de 41% do DEC do município. A marca de 40 pontos percentuais de redução é extremamente notória e pôde ser percebida pelos consumidores como uma melhoria significativa.

## O aplicativo

O aplicativo da Copel foi criado em 2011 com o intuito de propiciar à companhia mais um canal de atendimento, no qual o público poderia realizar alguma operação sem a necessidade de ligar ou se deslocar para uma agência da Copel. Inicialmente, o aplicativo foi criado apenas com a funcionalidade de registrar falta de energia, e em pouco tempo surgiram outras funcionalidades, tais como, a consulta de débitos e dados para pagamento. Atualmente, além das funcionalidades anteriormente informadas, é possível cadastrar a fatura em débito automático, cadastrar fatura digital, visualizar os locais de atendimento, verificar se existe desligamento programado, solicitar religação, registrar autoleitura, alterar vencimento da fatura e alterar dados cadastrais.

Atualmente, a empresa possui pouco mais de 422.000 downloads ativos no sistema operacional Android e aproximadamente 180.000 downloads ativos no sistema operacional iOS. Com toda esta estrutura oriunda do Smart Grid em Ipiranga, diversos serviços automatizados, facilidades para o cliente, velocidade de propagação das informações com a Copel, quantidade de dados que podem ser adquiridos com os novos medidores, vislumbrou-se a oportunidade de deixar tais informações na mão dos nossos clientes.

O grande objetivo era aproximar a Copel dos seus clientes, possibilitando que a empresa conheça com mais detalhes informações que possam ser usadas para motivar os mesmos no gerenciamento de seu consumo, levando a utilização cada vez maior do APP (Copel Mobile), diminuindo as demandas de atendimento pelo call center.

Sendo assim, a Copel contratou o Centro de Estudos Superiores Positivo Ltda (Universidade Positivo) para o desenvolvimento de funcionalidades dentro do aplicativo Copel mobile (APP) para o cliente Copel, contemplando funções específicas que respondam as demandas do novo medidor inteligente de consumo.

A partir daí foi criada pela Universidade Positivo uma nova funcionalidade no aplicativo Copel, nomeada de "medições inteligentes". Esta funcionalidade é liberada automaticamente para

todos os consumidores de Ipiranga do grupo B que estejam logados no app e com a unidade consumidora devidamente selecionada.

Ao abrir esta funcionalidade, o aplicativo internamente realiza diversas consultas "rest" através de uma Application Programming Interface (api) que busca informações do sistema de billing (CIS), juntamente com informações fornecidas pelos medidores e armazenadas no nosso MDM. Estas informações são consolidadas e fornecidas pela api, mediante requisição do aplicativo cliente.

A tela de abertura da funcionalidade é a de Histórico. Esta por sua vez exibe:

- Histórico de consumo faturado dos últimos 6 meses;
- Exibe o consumo do mês atual, contanto a partir da data da última leitura até a data de hoje;
- Exibe a média de consumo dos últimos 6 meses. O gráfico com as barras de consumo de cada mês foi criado de forma interativa, permitindo o toque para detalhamento do consumo dentro do mês selecionado. Ao clicar em um dos meses exibidos na tela anterior, o aplicativo proporciona a exibição do consumo para cada dia que houve consumo;
- Exibe a média de consumo dos últimos seis meses. O gráfico com as barras de consumo de cada mês foi criado de forma interativa, permitindo o toque para detalhamento do consumo dentro do mês selecionado. Ao clicar em um dos meses exibidos na tela anterior, o aplicativo proporciona a exibição do consumo para cada dia que houve consumo.



Figura 2 - Imagem das telas do aplicativo na função "Medições inteligentes".

Da mesma forma que na tela anterior, tocando na data desejada, o aplicativo exibirá ainda mais as informações, desta vez exibindo gráfico na forma de linha. Os dados mostrados representarão o consumo ao longo dia, permitindo ao cliente observar quais são os horários que mais consome energia. Além disso, é exibido o consumo total do dia.





**Figura 3 - Tela que mostra o consumo diário da instalação.**

Na segunda aba, o aplicativo exibe um comparativo do consumo da unidade consumidora selecionada em relação à média de consumo da região (no caso, município) pertencente a faixa de consumo e nível de tensão, dentro do mês indicado.

Esta funcionalidade envolveu tecnologias da área de geoprocessamento, que utilizando a ferramenta FME (Feature Manipulation Engine – Safe Software) consolida mensalmente os dados de consumo por município e por tipo de consumidor (através do CNAE e pela faixa de consumo). E para que o aplicativo possa consultar estes dados, foi publicado um serviço de geoprocessing dentro do ArcGIS Server, da ESRI, que devolve o consumo médio dos últimos seis meses da região onde a unidade consumidora está localizada, permitindo assim uma análise comparativa não só do mês atual, mas também do histórico recente de consumo.

Por fim, a terceira aba, exibe uma estimativa de consumo. Esta estimativa é baseada no consumo por mês, do ano atual e anterior, bem como uma estimativa para cada mês, baseado nos consumos do mês atual, consumos dos últimos meses e o consumo do mesmo mês do ano anterior.

Para o consumidor, o aplicativo passa a fornecer diversas informações de seu consumo durante o mês, ou seja, a informação do consumo passa a ser gerada e lida pelo cliente em um tempo muito próximo do real. A informação de leitura, por exemplo, só era de fato “gerada” para o cliente quando o leiturista a fazia e a registrava no sistema de billing da Copel. Mesmo assim, o cliente no fechamento de sua fatura só iria saber quanto consumiu durante todo o período de faturamento, ou seja, não tem detalhes do consumo por dia. Com os medidores inteligentes é possível armazenar o consumo do cliente por dia, inclusive das horas do dia. Mas não adianta apenas armazenar. É necessário compartilhar esta informação. E é neste ponto que o aplicativo Copel entra em ação.

Estas informações podem informar quanto o cliente já gastou



**Figura 4 - Acompanhamento do consumo dos meses anteriores e estimativa de consumo para cada mês.**

de kWh até o dia atual, sendo a data início a data considerada como data de início do período do faturamento do respectivo mês. Isto proporciona ao cliente um monitoramento muito mais próximo, propiciando uma maior economia de energia. Para a Copel uma maior transparência. Mesmo sendo contratado o desenvolvimento, conforme informado anteriormente, as informações estão armazenadas nos sistemas internos, ou seja, foi necessário também um grande esforço das equipes internas, tanto pela equipe que mantém o aplicativo, como também profissionais da equipe do Geoprocessamento, MDM, e responsáveis pelas integrações com o sistema de Billing (CIS).

## Cenário futuro

O avanço obtido com o Projeto de Smart Grid em Ipiranga credencia a ampliação desta tecnologia para outras áreas de concessão da Copel Distribuição, além da possibilidade de incorporação de novas funcionalidades como a integração com recursos energéticos distribuídos, novas possibilidades tarifárias, o gerenciamento pelo lado da demanda entre outros.

*\*André Pedretti é engenheiro electricista, com MBA em Gestão Empresarial, em Gestão de Projetos e especialização em manutenção de sistemas elétricos. Atualmente, é gerente da divisão de Pesquisa e Desenvolvimento, Utilização de energia e Eficiência Energética na Copel Distribuição.*

*Edison Ribeiro da Silva é engenheiro eletrônico e electricista e gerente na Copel Distribuição.*

*Elon Carlo Valério possui graduação em Informática, com especialização em Tecnologia da Informação. Atualmente, é analista de sistemas na Copel Distribuição.*

*Julio Shigeaki Omori é superintendente na Copel Distribuição e professor de engenharia elétrica e energia na Universidade Positivo.*

*Tiago Augusto Silva Santana é engenheiro electricista, com MBA em desenvolvimento humano de gestores. É engenheiro de medição na Copel Distribuição.*



## Aterramentos elétricos - Panorama da normalização

A ideia deste artigo é levar aos leitores o conhecimento obtido ao longo do tempo e detalhar pontos importantes de cada norma ligada ao assunto “aterramento elétrico”.

A Comissão de Estudos que atua na área específica de “aterramentos elétricos” é a CE-03.102, reativada em setembro de 2004, após desenvolvimento de trabalhos árduos e extremamente produtivos no âmbito do CODI – Comitê de Distribuição nos anos de 1980. Daquele comitê participaram profissionais de todas as empresas de distribuição de energia elétrica do país, sendo os trabalhos interrompidos no início do processo de privatização destas empresas.

A nova comissão, integrada por representantes de empresas concessionárias de energia elétrica, projetistas, consultores, fabricantes de equipamentos de medição e materiais para aterramento e instituições de pesquisa, teve então como escopo a normalização sobre assuntos relacionados “aterramento”. Este tema inclui resistividade de solos, medições em sistemas de aterramento de qualquer natureza energizados ou não energizados, projetos de aterramentos para sistemas de distribuição de energia elétrica, critérios de projetos para subestações de energia elétrica, materiais de aterramento etc.

Ao longo dos anos o tema “aterramento elétrico” vem exigindo cada vez mais estudos e incorporação de novas técnicas alinhadas à evolução do conhecimento e a evolução dos dispositivos e equipamentos que devem ser protegidos.

Mas um sistema de proteção e aterramento não visa apenas atender às necessidades de proteção de equipamentos, mas fundamentalmente a proteção à vida e para tanto há que se estabelecer normas que tornem os sistemas mais seguros e confiáveis.

É de suma importância destacar que as revisões das normas internacionais (IEEE e IEC) também impactam em nossas normas e a comissão atua na vanguarda destas atualizações. A norma IEEE 80, por exemplo, (serviu e serve como guia para projeto de sistemas de aterramento em subestações) indicou em sua revisão de 2012 a necessidade de medir as componentes reativas das resistências de aterramento com alta frequência (dezenas de kilohertz).

A versão de 2012, parágrafo 12.1 traz: *“Traditional ground test instruments operate using a low-frequency ac balanced bridge or other similar methods, and the impedance measured is the resistance nearly equal to dc, thus, not including high-frequency reactance components. Testers used to evaluate the high-frequency reactance of a ground electrode system apply either a high-frequency current in the tens of kHz range or a sharp impulse with a fast rise time (1 μs). The three-point method or the fall-of-potential method test configurations are typically used for this type of tester.”*

A norma brasileira ABNT NBR 15749 – *Medições de potenciais superficiais – Toque e Passo*, de 2009 já apresentava um anexo com esta orientação indicando a necessidade de medição com terrômetro de 25 kHz apresentando um grande avanço a nível mundial.

Outra inovação: estabelecer uma norma de “materiais de aterramento” e mais ainda, incluir nesta norma “tratamento para solo de alta resistividade”, que também esta muito alinhada as IEC-62305 e 62561.

As normas desenvolvidas pela comissão e já publicadas pela ABNT são:

**NBR 7117 – Medição de Resistividade do solo pelo método dos 4 pontos (Wenner);**

**NBR 15751 – Sistemas de aterramento de subestações – Requisitos;**

**NBR 15749 – Medições de potenciais superficiais – Toque e Passo;**

**NBR 16527-1 – Aterramento para sistema de distribuição – Parte 1;**

**NBR 16254 -1 – Materiais para sistema de aterramento – Parte 1.**

A norma NBR 16527-1 foi publicada em 06/10/2016 sendo, portanto, o mais recente trabalho da comissão. As demais estão em revisão e complementação conforme quadro abaixo.

Neste artigo abordaremos a ABNT NBR 16254-1 Parte 1 – Materiais para sistemas de aterramento – Requisitos.

A norma NBR 16254 traz em seu primeiro capítulo os requisitos gerais para materiais utilizados em sistemas de aterramento. A Comissão de Estudos já iniciou os trabalhos para os demais capítulos (hastes de aterramento, conectores, condutores etc.), conforme descrito na Tabela 1.

A ênfase da ABNT NBR 16254 parte 1 está nas características

funcionais e não nas características construtivas dos materiais, assuntos que serão objeto dos capítulos subsequentes.

As características das instalações atuais, como aterramento de transformadores de distribuição na área urbana, sistemas de telefonia, e outros, que geralmente tem limitações de espaço para desenvolvimento de grandes malhas de aterramento, ou ainda, parques de geração fotovoltaica ou eólica que em geral são instalados em solos de alta resistividade, muitas vezes obrigam o projetista, a partir das medições de resistividade do solo e da análise geométrica da malha, usar elementos (aditivos para tratamento de solo) que reduzam a resistividade do solo, conferindo resistência e impedância baixas ao sistema.

A norma NBR 16254-1 trata no item 8, especificamente sobre Melhoria do solo.

Este trabalho foi desenvolvido a partir de uma série de estudos, análises em laboratório e em campo e também baseado na norma internacional, IEC 62561 - 7 *Lightning protection system components (LPSC) – Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds*.

Muitos artificios eram e ainda são utilizados visando obter aterramentos de baixa resistência, embora a obtenção de resistência pré-definida (10 ohms, por exemplo) já não conste nas normas como exigência, mas como recomendação, sendo mais importante eliminação de potenciais perigosos e a equalização destes potenciais. O conjunto resistência e impedância ainda influenciam na análise independente de cada sistema de aterramento e sua função (surtos, corrente de curto circuito etc..).

Era comum se utilizar carvão, produtos químicos altamente danosos ao meio ambiente (sais e sulfatos), geralmente produtos facilmente lixiviáveis, e através destes tentar obter baixas resistências e “melhorar o aterramento”.

**TABELA 1 - NORMAS EM PROCESSO DE ELABORAÇÃO E REVISÃO**

<b>Título</b>		<b>NBR</b>	<b>POSIÇÃO</b>
Materiais para sistema de aterramento - parte 1	Requisito Gerais	NBR 16254-1	Publicado 08/01/2014
Materiais para sistema de aterramento - parte 2	Hastes de aterramento		Em estudo
Materiais para sistema de aterramento - parte 3	Condutor de aterramento		Em estudo
Materiais para sistema de aterramento - parte 4	Conector de aterramento		Em estudo
Materiais para sistema de aterramento - parte 5	Práticas recomendadas		Em estudo
Aterramento para sistema de distribuição - Parte 1	Requisitos Gerais	NBR 16527 -1	Publicada em 06/10/2016
Aterramento para sistema de distribuição - Parte 2	Procedimentos construtivos		em estudo
Aterramento para sistema de distribuição - Parte 3	Sistema monofilar com retorno pela terra		em estudo
Sistema de aterramentos de subestações - parte 1	Requisitos Gerais	NBR 15751	publicado em 21/01/2010 - em revisão
Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento	Requisitos Gerais	NBR 15749	publicada em 13/08/2009
Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo		NBR 7117	Publicada em 19/07/20-12 - em revisão



Esta seção da norma define justamente os ensaios a serem realizados em aditivos (também chamados de despolarizantes), que podem ser aplicados em solos, envolvendo condutores e/ou hastes de aterramento com objetivo de reduzir a resistência de aterramento.

Estes materiais devem ter as seguintes características mínimas:

- Não tóxico, não agressivo ao meio ambiente;
  - Não causar efeitos na pele.
- E devem ser analisados quanto à:
- determinação da condutividade e resistividade;
  - determinação da capacidade de retenção de água;
  - determinação da umidade do solo;
  - determinação do potencial de corrosão;
  - determinação do pH do solo saturado com água;
  - determinação da sobretensão do hidrogênio;
  - determinação do potencial Redox;
  - determinação do pH do extrato aquoso;
  - determinação de cloretos;
  - análise qualitativa de sulfatos.

Os dois primeiros itens devem ser comprovados através de testes específicos em laboratórios especializados, para os demais a norma estabelece os padrões de ensaios.

## Quanto à resistividade

A determinação da resistividade do aditivo para tratamento do solo leva em conta:

- resistividade do produto seco;
- variação da resistividade com o teor de umidade;
- grau de absorção de umidade.

A condução de corrente por um determinado elemento está ligada a sua estrutura atômica, definido por seus elétrons livres ou ainda por troca iônica.

Quando utilizamos um tratamento para o solo, o mesmo pode ser um condutor ou um eletrólito, facilitando o trânsito de elétrons entre a malha e o solo.

A resistência e a impedância do sistema também estão ligadas à geometria da malha, ao tipo de condutor utilizado (seção condutora e geometria) e também às características do solo.

Quando se utiliza um componente para tratamento que apresente baixa resistividade e conseqüente boa condutividade, significa que se está ampliando o contato dos eletrodos com o solo e permitindo melhor escoamento e dispersão de corrente.

A análise estabelecida em norma visa a verificação e a comprovação destes fatores, que influenciarão na resistência final de aterramento.

A Figura 1 mostra o perfil do comportamento da variação da resistividade com teor de água para um solo hipotético, a Figura 2 evidencia a curva característica de um tratamento de solo hipotético e a

Figura 3 exibe o comportamento característico um tratamento de solo misturado a areia lavada.

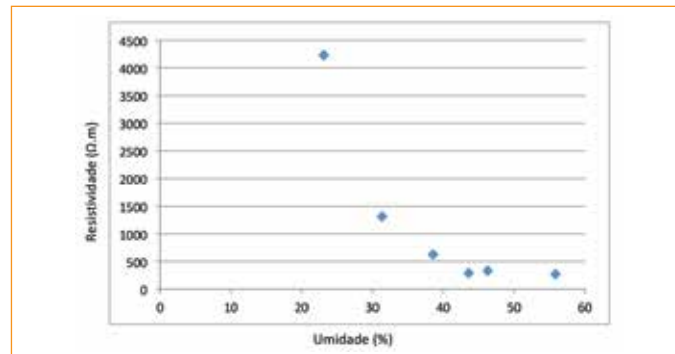


Figura 1 – Variação da resistividade do solo em função do teor de umidade.

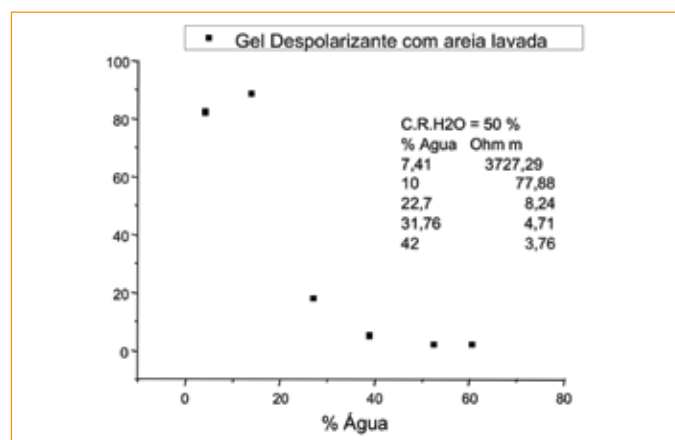


Figura 2 – Curva característica de um tratamento de solo puro x adição de água.

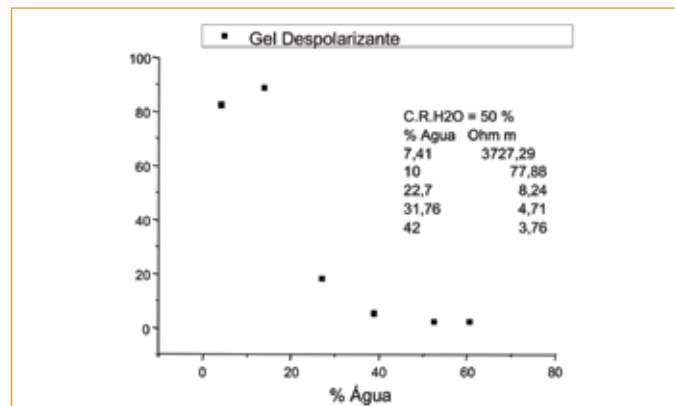


Figura 3 – Curva característica de um tratamento do solo misturado com areia tratada x adição de água.

Os anexos C e D da norma ABNT NBR 16254-1 apresentam ensaios para a caracterização do aditivo ou despolarizante pela obtenção da resistividade mínima e pela capacidade de retenção de água.

## Quanto à corrosão

Quanto mais condutor é um solo, maiores serão os índices de corrosão, portanto, deve-se sempre analisar os materiais empregados em um sistema de aterramento quanto a sua vida útil

e o seu grau de corrosividade.

A corrosão de estruturas enterradas é causada tanto pelas propriedades físico-químicas e biológicas do solo (agressividade específica) como por fatores externos que interferem no processo de corrosão (agressividade relativa).

Os parâmetros relacionados com os fatores externos estão detalhados no Anexo B da norma ABNT NBR 16 254 – 1. A agressividade específica, por sua vez, está intimamente ligada às propriedades locais do solo, como: resistividade elétrica, teor de umidade, acidez ou alcalinidade, permeabilidade, presença de sais solúveis e microorganismos. Estes fatores atuam de forma conjunta e, por este motivo, a agressividade ou corrosividade dos solos não pode ser avaliada com base em propriedades isoladas.

A norma ABNT NBR 16254 – 1 estabelece os métodos de medição em laboratório, dos principais parâmetros que influenciam a corrosividade dos solos e fornece alguns métodos e critérios básicos para a sua avaliação. Estes métodos e critérios não são únicos, havendo várias proposições que apresentam, na maioria dos casos, resultados satisfatórios quando comparados com os observados em campo. No entanto, nenhum desses métodos envolve todas as variáveis que atuam no processo de corrosão pelo

**TABELA B.4 – CRITÉRIO PROPOSTO PARA CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS COM BASE NA RESISTIVIDADE MÍNIMA (IEEE 2002)**

$\rho_{mínima} \Omega m$	<b>Corrosividade do solo</b>
> 1 000	Não agressivo (< 25µm/ano)
250 a 1 000	Pouco agressivo (25 a 100) µm/ano
70 a 250	Média agressividade (100 a 200) µm/ano
25 a 70	Agressivo (200 a 300) µm/ano
< 25	Muito agressivo (>300 µm/ano)

**TABELA B.5 – CRITÉRIO PROPOSTO PARA CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS COM BASE NA PORCENTAGEM DE ÁGUA NO PONTO DE RETENÇÃO (ASTM D2017-81, 11.1.1)**

<b>C.R.H<sub>2</sub>O (%)</b>	<b>Corrosividade do solo</b>
< 15	Não agressivo
15 a 30	Pouco agressivo
> 30	Agressivo

**TABELA B.6 – CRITÉRIO PROPOSTO PARA AVALIAÇÃO DA CORROSIVIDADE DE SOLOS COM BASE NO PH (IEEE-2002)**

<b>pH<sub>água</sub></b>	<b>Corrosividade do solo</b>
> 7	Não agressivo (<25 µm/ano)
4 a 7	Média agressividade (25 a 300) µm/ano
<4	Muito agressivo (>300 µm/ano)

**TABELA B.7 – CRITÉRIO PROPOSTO PARA AVALIAÇÃO DA CORROSIVIDADE DE SOLOS COM BASE NA QUANTIDADE DE CLORETOS (KAIN, R.M.;OLDFIELD, J.W. 1990)**

<b>[cloretos]/PPM</b>	<b>Corrosividade do solo</b>
<40	Não agressivo
40 a 90	Pouco agressivo
90 a 180	Média agressividade
>180	Agressivo

solo, devendo ser sempre analisados caso a caso, verificando o mais adequado para cada situação.

As tabelas B.4, B.5, B.6 e B.7 (reproduzidas a seguir), os critérios propostos para análise de corrosão do solo.

Além dos critérios já mencionados, a norma abrange outros como: par galvânico, potencial Redox etc. Estas análises podem ser feitas no solo, no tratamento do solo (aditivo) e no solo tratado.

O solo tratado sofrerá alteração em suas características ao redor dos eletrodos que resultará em redução da resistividade, sendo esta diferença entre um eletrodo tratado e um eletrodo sem tratamento traduzido em um coeficiente (kT). Este coeficiente será tanto menor quanto maior for a resistividade do solo.

Na prática, pode-se determinar o coeficiente de redução comparando um eletrodo tratado e um eletrodo não tratado e definir a resistência de uma haste tratada ( $R_{1hT}$ ) conforme equação:

$$R_{1hT} = \frac{kT \times \rho_a \times \ln \frac{4L}{d}}{2\pi L}$$

Em que:

$\rho_a$  é a resistividade aparente, expressa em ohms metro ( $\Omega m$ );

L é o comprimento da haste, expressa em metros (m);

d é o diâmetro do eletrodo, expresso em metros (m);

kT é a resistência após o tratamento/resistência antes do tratamento.

Nota: os coeficientes de redução (kT) obtidos na prática variam de 0,05 a 0,50.

Com todos estes parâmetros definidos e ensaiados, é possível estabelecer um tratamento para o solo adequado, com longa vida útil, sem contaminar o meio ambiente.

Convém lembrar ainda que a norma ABNT NBR 16254 – 1 é finalizada com um item sobre segurança a ser seguido durante a etapa de campo e/ou de laboratório.

Rinaldo Junior Botelho é matemático, engenheiro eletricista, sócio fundador da empresa Fastweld, atua há 30 anos no segmento de materiais para aterramento, é membro da CE 03:102 – Comissão de estudos de “Segurança em Aterramento Elétrico de Subestações C.A”, que faz parte do Comitê Brasileiro de Eletricidade (CB-03), do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (Cobei).

Rosane Maris Ribas é engenheira, trabalhou por 30 anos no departamento de engenharia da COPEL, é membro da CE 03:102 – Comissão de estudos de “Segurança em Aterramento Elétrico de Subestações C.A”, que faz parte do Comitê Brasileiro de Eletricidade (CB-03), do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (Cobei).

José Maurílio da Silva é pesquisador, doutor em físico química, especialista em corrosão pelo solo, trabalhou no LACTEC e é membro da CE 03:102 – Comissão de estudos de “Segurança em Aterramento Elétrico de Subestações C.A”, que faz parte do Comitê Brasileiro de Eletricidade (CB-03), do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (Cobei).

Por Roberto Perillo Barbosa da Silva, Rodolfo Quadros e  
Fabrício Parra Santilio\*

## Cobrança de excedente de reativos por fator de potência ou fator de deslocamento?

### Eis a questão

O crescente uso das cargas eletrônicas tem trazido discussões interessantes na área de engenharia elétrica, não somente no desenvolvimento de novas tecnologias para o aumento de eficiência, como também na tarifação da energia elétrica. A revisão da literatura mostra diversos trabalhos que discutem essa questão. Mas, qual o problema dessas cargas?

Por serem baseadas em eletrônica de potência, muitas delas apresentam característica não linear (sinal de tensão diferente do sinal de corrente) e, uma vez conectadas ao sistema elétrico, principalmente em grande quantidade, podem distorcer o sinal de tensão, o que irá afetar a todos os consumidores conectados a um determinado alimentador ou ponto da rede.

Em condições não senoidais, não há ainda um consenso na comunidade acadêmica sobre qual é a melhor maneira de tarifar os consumidores. Usualmente, dentre as propostas existentes, duas são bem conhecidas: via fator de potência (FP) e via fator de deslocamento ou fator de potência fundamental (FP1). A primeira considera as distorções presentes e a segunda considera apenas o sinal fundamental (no caso brasileiro, 60 Hz). Em ambos os casos, os sinais são considerados no ponto de medição. Um estudo detalhado a respeito de ambas as escolas de pensamento pode ser consultado em [1]. Uma vez que hoje muitos dos medidores utilizados são eletrônicos e, por vezes, considerados inteligentes (smart meters), as concessionárias de energia elétrica conseguem identificar e tarifar aqueles consumidores que estão sujeitos a verificação de reativo e que não atendem aos limites estabelecidos na regulamentação, em relação ao excedente de reativo.

Há ainda uma discussão sobre a atribuição de responsabilidades das distorções harmônicas presentes nas redes de distribuição. Trata-se de um tema amplo e complexo, que envolve múltiplas variáveis. Se, por um lado, não se pode deixar de considerar este quesito, por outro não se pode “apenas”





dizer que devido às incertezas, deve-se considerar para fins de faturamento somente os sinais fundamentais. E mais, há quem afirma que se o consumidor é tarifado por injetar/causar distorção na rede, dever-se-ia dar descontos para àqueles que absorvem a distorção presente na rede.

Mas, então, qual é o cerne do problema? Desde a geração da energia, passando pelo sistema de transmissão e chegando no lado de média tensão dos sistemas de distribuição, os níveis de distorção harmônica são muito baixos e, portanto, a tensão é praticamente senoidal. Contudo, no lado de baixa tensão, em alguns casos, a grande quantidade de cargas não lineares causa distorção na tensão. Este sinal segue pela rede, a qual alimenta diversos consumidores. Acontece que um sinal distorcido de tensão irá influenciar as grandezas elétricas medidas e que são utilizadas para fins de faturamento.

Portanto, pode ocorrer de um consumidor pagar um valor maior ou mesmo menor daquilo que pagaria caso o sinal de tensão fosse senoidal. Contudo, na prática, é bem complexo determinar o quanto este ou aquele consumidor contribuiu para a distorção. De qualquer maneira, a tarifação existe e é preciso entender o porquê de não ser sugerido utilizar apenas os sinais fundamentais e sim o sinal contendo distorções. Obviamente, é necessário evoluir na maneira com que os consumidores são tarifados. Em outras palavras, é preciso sim propor novos métodos de cobrança, mas considerando as distorções harmônicas presentes no sistema.

No Brasil, o fator de potência é utilizado para fins de faturamento. Mas há países que considera apenas o sinal fundamental e outros que só cobra pela energia ativa (ou seja, o custo para manter o sistema dentro dos limites estabelecidos é repassado para todos os consumidores, na tarifa, de maneira igualitária).

Para exemplificar, e considerando como base os resultados obtidos em [1], se pensarmos na aplicação do fator de potência fundamental, e para efeitos de comparação usarmos o caso brasileiro (FP = 0,92), independente do valor limite adotado para o FP1, as concessionárias sempre sofrerão redução na receita. Mesmo que o PF1 seja unitário, a redução na receita será da ordem de 6,1%. Se o valor limite para o FP1 for mantido

em 0,92, a redução da receita será de 82,9%. Ou seja, menos consumidores pagarão por excedente de reativos. Além disso, é evidente que a simples mudança de um índice pelo outro não soluciona os problemas causados pelas distorções harmônicas nas redes elétricas. Contudo, é importante lembrar que as concessionárias terão de fazer investimentos, visando a manutenção dos indicadores de qualidade de energia, como também dos níveis de reativos da rede. Estes custos serão repassados para todos os consumidores, via tarifa da energia elétrica.

Logo, é possível concluir que, do ponto de vista da concessionária, o uso do FP1 não é vantajoso. Por outro lado, do ponto de vista dos consumidores, tal índice é sempre interessante uma vez que eles poderão deixar de pagar por excedente de reativos, comparando com as regras atuais.

De qualquer maneira, é importante lembrar que cada país adota sua própria estrutura de tarifação e faturamento. Há países como o Egito e Espanha, por exemplo, que concedem bônus aos consumidores que atingem determinados valores do FP. Portanto, é necessário que mais pesquisas sejam realizadas nesta discussão dos métodos de tarifação em condições não senoidais, visando cobrir este gap existente, e contribuindo para um sistema de tarifação justo para ambos os lados, consumidores e concessionárias, zelando pela qualidade da energia enquanto produto.

[1] Silva, R. P. B., Quadros, R., Shaker, H. R., Silva, L. C. P. Effects of mixed electronic loads on the electrical energy systems considering different loading conditions with focus on power quality and billing issues. *Applied Energy* 277 (2020) 115558. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115558>

---

*\*Roberto Perillo Barbosa da Silva é professor no Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Mato Grosso (DENE/UFMT);*

*Rodolfo Quadros é professor no Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Mato Grosso (DENE/UFMT);*  
*Fabricio Parra Santílio é professor no Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Mato Grosso (DENE/UFMT).*



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



## Iluminação pública e temperatura de cor ideal

Trataremos, neste mês, do tema da temperatura de cor utilizada nas luminárias públicas e seus respectivos projetos, tanto viárias instaladas em ponta de braço quando luminárias decorativas instaladas em topo de poste para iluminação de praças, parques, passeios, etc. Com o final da atual revisão da ABNT NBR 5101 – Iluminação pública – Procedimento este tema deve ser pauta de todos os projetos de iluminação a seguir. Esta revisão, entre várias modificações e acréscimo de temas incluindo novos conceitos e evolução, determina que em projetos de iluminação pública não deverá ser utilizada temperatura de cor acima de 4.000 K. Isto implica uma mudança significativa no que existe atualmente visto que muitos municípios adotam temperaturas de cor de 5.000 K ou superiores.

No início da iluminação pública Led era muito comum a utilização de Leds com alta temperatura de cor, por volta de 6.500 K para melhorar a eficácia do conjunto e chamar a atenção para a substituição da “luz amarela” a vapor de sódio pelo branco da iluminação Led. Com o tempo e com uma melhor percepção e estudos, percebe-se que altas temperaturas de cor muitas vezes são desagradáveis e podem interferir mais significativamente na nossa saúde.

Usualmente, nas licitações e especificações de compra, as prefeituras estabelecem temperaturas de cor entre 4.000 K e 5.000 K, ainda havendo especificações que permitem 6.500 K. Com o advento das PPPs e maiores critérios de projetos também é possível perceber a especificação de luminárias com 3.000 K para determinadas áreas da cidade ou para determinados tipos de vias locais. Esta já é a tendência em outros países e começa a ser percebida no Brasil. A iniciativa do Procel em limitar a temperatura de cor em 5.000 K para obtenção do Selo Procel para luminárias pública já foi um primeiro avanço no sentido de limitar o uso de luminárias com luz “branco frio”.

Com a publicação da revisão da ABNT NBR 5101 ficam algumas perguntas que, com o tempo, serão respondidas: como serão feitos os novos projetos de iluminação pública e em que medida o mercado irá considerar a redução da temperatura de cor nos novos projetos e desenvolvimento de luminárias pública? Como as novas PPPs serão planejadas de acordo com as novas diretrizes? Sabendo que existe um tempo de adaptação os novos projetos já poderiam considerar estes critérios mesmo a norma revisada não estando vigente? Quem sabe em

um futuro próximo não poderemos ter luz dinâmica de 3.000 K e 4.000 K para luminárias públicas (viárias e decorativas) e criar diferentes cenários em ambientes urbanos de acordo com os meses do ano, necessidade visual de acordo com o horário da noite, desejo da população etc.

Mas, afinal, existe temperatura de cor ideal? Qual seria? Na prática seria interessante termos, além de 3.000 K e 4.000 K, o uso de Leds de 3.500 K na iluminação pública? E Leds com Tcc abaixo de 3.000 K poderiam ser utilizados em áreas históricas das cidades garantindo um bom IRC (índice de reprodução de cores) e ao mesmo tempo mantendo a característica histórica das fontes de luz anteriores à iluminação elétrica? A avaliação da temperatura de cor de acordo com os critérios atuais de Tcc ainda é a melhor maneira de avaliação ou deveríamos evoluir para outras métricas?

Precisamos estudar cada vez mais como utilizar de forma consciente e a serviço do cidadão as diferentes temperaturas de cor para cada ambiente urbano, pensando na vida e na saúde das pessoas, integrando as tecnologias de controle de luz faladas nos artigos anteriores e garantir uma maior qualidade na luz que recebemos todas as noites em nossas cidades.



**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)**



## O apagão do passado como exemplo para a luz do futuro

O Brasil inteiro acompanhou o sofrimento dos Amapaenses com a falta de energia elétrica no Estado, ao longo do mês de novembro. Foram 22 dias com restrições no fornecimento, sendo que nos primeiros 5, praticamente todo o Estado ficou no escuro. Apenas uma pequena região no Norte e outra no Sul tinha energia disponível. Nos demais dias, o fornecimento de energia elétrica foi realizado no sistema de rodízio.

Esta ocorrência no Amapá trouxe luz para um problema conhecido no setor elétrico, a confiabilidade dos sistemas. Muito foi debatido, devido a essa ocorrência, em relação à falta de uma infraestrutura de contingência para regiões atendidas por uma única linha e/ou subestação.

Tal cenário não é apenas algo conhecido pelo setor elétrico, pois toda a sociedade já acompanhou uma situação parecida que ocorreu em 2003 na cidade de Florianópolis (SC), que ficou 55 horas totalmente no escuro. Nesta época, o fato também foi amplamente noticiado, tendo em vista a gravidade da situação.

Uma atividade de manutenção que estava sendo realizada na rede elétrica dentro da ponte Colombo Sales causou um incêndio, danificando os únicos cabos de alta tensão que alimentavam a ilha na ocasião, que estavam localizados

próximo deste local.

Para reestabelecer o fornecimento de energia elétrica na ilha, foi instalado um circuito elétrico pendurado sob a ponte, que operou até 2008, quando foi inaugurada uma nova linha de transmissão construída em parte de modo subterrâneo e em outra parte submarino, interligando o continente ao sul da ilha.

Ainda com essa contingência, o sistema elétrico Catarinense não era considerado plenamente seguro e há alguns anos foi prevista a necessidade de instalação de outra linha de transmissão, também parte subterrânea e outra parte submarina, para interligar outra subestação do continente, agora com o norte da ilha.

Esta nova linha foi viabilizada em um leilão de transmissão realizado em 2018 e que neste momento está com toda a infraestrutura em fase de construção. Trata-se da construção de circuito duplo em 230 kV com uma rede de 13 km instalada de forma submarina e mais, aproximadamente, 4 km instalados de forma subterrânea na ilha.

Portanto, com mais essa obra, a capital Catarinense contará com três fontes de alimentação, trazendo mais segurança e confiabilidade ao fornecimento de energia.

Essas novas redes submarinas

instaladas para alimentar Florianópolis adotam o mesmo conceito de contingência comumente empregado nos sistemas subterrâneos existentes em algumas cidades do Brasil.

Portanto, já existe muito conhecimento de como tornar um sistema elétrico seguro e confiável. As redes subterrâneas demonstram um excelente exemplo destas virtudes, não apenas devido às medidas de contingência, mas também pela sua maior segurança por conta do aspecto construtivo que a protege de interferências externas.

A situação crítica sofrida pelos Florianopolitanos em 2003 serviu de aprendizado para a atenção das autoridades no que se refere ao fornecimento de energia da ilha. Espera-se que o ocorrido no Amapá também traga visibilidade para a importância de assegurar a confiabilidade dos sistemas elétricos em todo o País.

São em episódios críticos como esse ocorrido no Amapá que percebemos a importância de valorizar a confiabilidade do sistema elétrico. E para isso, temos muito conhecimento e tecnologia capaz de colocar em prática esses conceitos. O momento é de arregañar as mangas para colocar em caráter prioritário o bem-estar dos Brasileiros, com o provimento de energia elétrica segura e confiável.





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



## Conceitos básicos de eletrotécnica aplicada - 4ª parte

### Modelos das cargas das instalações

Esta é a quarta parte da série de conceitos básicos de eletrotécnica aplicados a qualidade de energia, gestão de energia e eficiência energética. Serão apresentados os conceitos relacionados à tipologia das cargas que são alimentadas pelas instalações elétricas.

Em uma abordagem mais acadêmica e conceitual, as cargas elétricas são classificadas em função do seu comportamento quando alimentadas por uma fonte adequada. Possuem características de potência constante, impedância constante e corrente constante, conforme detalhado na sequência. Contudo, estas cargas quando empregadas nas atividades industriais, ou em prédios comerciais, sistemas de transportes, hospitais e outros, adquirem também outras características sob o ponto de vista de operação, vinculados ao regime da curva de carga, podendo ser classificadas em "constantes", por exemplo, lâmpadas e motores em regime de curva de carga sem variações, variáveis no caso de variações bem definidas ao longo de um período, ou muito variáveis como é o caso de soldas a pontos, fornos, sistemas de transporte como guindastes, elevadores ou ponte rolantes.

Outra classificação proposta considera a linearidade das cargas e a

linearidade está relacionada à presença das correntes harmônicas. As cargas lineares, se apresentarem em sua corrente elétrica, somente sinais em 60 Hz e as não lineares quando possuem em seu espectro de corrente a presença também, além de 60Hz, de componentes harmônicas em (outras frequências).

Quando no espectro de corrente de uma carga observa-se a presença de sinais de corrente em 60 Hz, e também, de outras frequências, a carga é considerada como não linear.

Portanto, uma carga pode ser de impedância constante, muito variável e não linear ao mesmo tempo, como o caso de um guindaste portuário, uma esteira transportadora ou um equipamento de solda a ponto.

#### Classificações das cargas

- Carga de potência constante: independentemente da variação da tensão, a potência consumida é constante, como no caso de motores elétricos sem acionamento; partida direta. As lâmpadas Led com boa concepção também possuem esta característica de potência constante. De uma forma geral, havendo variação na tensão de alimentação a corrente varia de forma a manter a potência

consumida constante. Matematicamente  $U \cdot I = \text{constante}$ ;

- Carga de impedância constante: são as cargas que, havendo variação da tensão, a impedância da carga definirá a resposta da potência, como é o caso de lâmpadas incandescentes ou mesmo cargas acionadas por inversores de frequência. Matematicamente  $P/U^2 = \text{constante}$ .

Os capacitores, apesar de não serem considerados exatamente como uma carga, possuem também características de impedância constante e sua potência reativa injetada varia de acordo com a variação da tensão ao quadrado verificada na alimentação;

- Carga de corrente constante: são as cargas que, havendo variação da tensão de alimentação, a potência consumida irá variar de forma a manter a corrente constante. É o caso das lâmpadas de descarga de vapores como as de sódio e metálicas. Matematicamente, a relação  $P/U$  é mantida constante como no gráfico da Figura 1, em que se observa que a variação de tensão provocada na alimentação de lâmpada vapor de sódio causa redução da potência consumida.

Observa-se na Figura 2, relativa à Figura 1, que a variação da potência com a tensão possui alto valor de coeficiente de correlação ( $R^2$ ) próximo a 1.

**COMPENSAÇÃO REATIVA  
TEMPO REAL**



**MEDIÇÃO DA QUALIDADE  
DE ENERGIA**



**SOLUÇÕES EM  
PRODUTOS E SERVIÇOS  
TRANSFORME SEU  
CAPEX EM OPEX**

**A QUALIDADE DE ENERGIA  
EM SUAS MÃOS**



Figura 1 – Variação da potência em função da variação de tensão em lâmpada a vapor de sódio de característica de corrente constante.

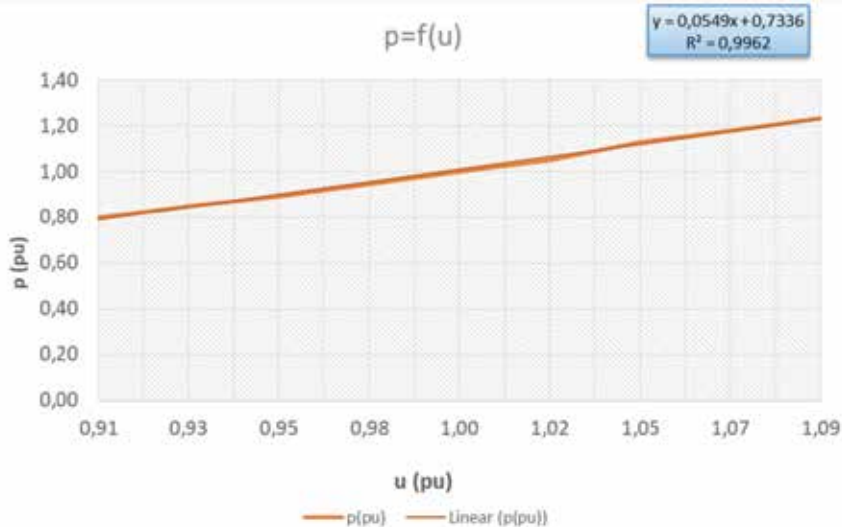


Figura 2 - Variação da potência com a tensão em carga de corrente constante.

A expressão geral da tipologia das cargas está a seguir, em que se pode observar que os coeficientes de ponderação (a,b,c) caracterizam a tipologia da carga:

$$P = P_o * [a + b * (V/V_o) + c * (V/V_o)^2]$$

Os coeficientes a,b e c representam o grau de proporcionalidade das cargas aos modelos de “potência constante”, “corrente constante” e “impedância constante”, respectivamente, e a soma dos três coeficientes devem manter a relação: a+b+c=1

Na próxima edição abordaremos características das cargas variáveis e não lineares.



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



## Gestão de segurança e competências pessoais em atmosferas explosivas – Parte 3-3

Os profissionais envolvidos com a necessidade de certificação “Ex” incluem, entre outros, aqueles que atuam nas áreas de segurança industrial, operação, processo, eletricidade, instrumentação, automação, telecomunicações, mecânica, suprimento, fabricação de equipamentos “Ex”, laboratórios de ensaios de equipamentos “Ex”, organismos de certificação de produtos, organismos de certificação de pessoas, entidades de acreditação, organismos reguladores e provedores de treinamentos “Ex”.

Com relação à evolução dos sistemas de certificação “Ex” no Brasil, com foco no ciclo total de vida das instalações “Ex” adotado pelo IECEx e apoiado pelas Nações Unidas, são disponíveis sistemas de certificação de competências pessoais em atmosferas explosivas. O objetivo destes sistemas é o de certificar as competências pessoais de profissionais que executam ou supervisionam atividades relacionadas com atmosferas explosivas, tendo como base os requisitos das Normas aplicáveis da Série ABNT NBR IEC 60079.

Estes sistemas de certificação de competências pessoais “Ex” estão harmonizados com os Documentos Operacionais aplicáveis do IECEx - Sistema da IEC de certificação em

relação às normas sobre atmosferas explosivas. O sistema de Certificação de Competências Pessoais “Ex” composto pelas 11 Unidades de Competências “Ex”, que representam as diversas atividades relacionadas com áreas classificadas. A existência no Brasil deste tipo de sistema de certificação de competências pessoais em atmosferas explosivas acordo com as Normas adotadas da Série ABNT NBR IEC 60079, está alinhada com a abordagem do “ciclo total de vida” das instalações “Ex”, adotada internacionalmente pelo IECEx e que conta com o apoio das Nações Unidas para implantação e harmonização nos regulamentos nacionais dos diversos países membros.

Especificamente sobre o tema “competências pessoais”, foi publicada pela ABNT em 01/07/2020 a segunda edição da Norma Técnica Brasileira adotada ABNT NBR ISO 10015 - Gestão da qualidade - Diretrizes para gestão da competência e desenvolvimento de pessoas. Como pode ser verificado, a relevância do tema “competências pessoais” é motivo de estudos, esforços e consolidação em nível internacional da ISO, reforçando a necessidade da certificação de competências pessoais de executantes e supervisores, próprios ou contratados, que trabalham em atividades

relacionadas com “atmosferas explosivas”.

A Norma ABNT NBR ISO 10015 tem como escopo “prover as diretrizes para uma organização estabelecer, implementar, manter e melhorar sistemas de gestão da competência para afetar positivamente resultados relacionados à conformidade de produtos e serviços e às necessidades e expectativas de partes interessadas pertinentes. A ABNT NBR ISO 10015 é aplicável a todas as organizações, independentemente do seu tipo ou porte”.

De acordo com a norma ABNT NBR ISO 10015, “as pessoas são essenciais para organizações. O desempenho organizacional depende de como as competências de pessoas são aplicadas no trabalho. A gestão da competência e o desenvolvimento de pessoas nos níveis organizacional, de equipe, de grupo e individual são requeridos para que organizações sejam bem sucedidas. Aplicar processos planejados e sistemáticos para gestão da competência provê uma contribuição importante para ajudar organizações a melhorar suas capacidades, atender sua direção estratégica e alcançar os resultados pretendidos. A gestão da competência tem importância significativa para elevar a capacidade da organização para criar e entregar valor”.





inspeções das instalações “Ex”, uma grande “normalização de desvios Ex”, oriundas de falhas humanas nas atividades de projeto, montagem, inspeção, manutenção, reparo e operação.

- A forma mais adequada e efetiva para as pessoas evidenciarem o atendimento dos requisitos normativos da Série ABNT NBR IEC 60079 (Atmosferas explosivas) é por meio da certificação de terceira parte, realizada por Organismos de Certificação de Pessoas, acreditado no escopo envolvendo atmosferas explosivas.
- Com a existência no Brasil de sistemas de certificação de competências pessoais em atmosferas explosivas, de acordo com os requisitos internacionais, o Brasil dá um grande passo no sentido da elevação dos níveis de segurança das instalações industriais envolvendo atmosferas explosivas, bem como das pessoas que nelas trabalham.
- Com a aplicação deste sistema de certificação de competências pessoais “Ex” pelas empresas usuárias que possuem equipamentos e instalações em atmosferas explosivas, podem ser esperados ganhos significativos para toda a sociedade, em termos de segurança industrial, saúde ocupacional e preservação do meio ambiente.

### Conclusões sobre a gestão de segurança e a certificação de competências pessoais “Ex”

- Em termos de segurança industrial, deve ser ressaltada a importância da existência de sistemas de certificação de competências pessoais e de empresas de serviços para atmosferas explosivas para garantir a segurança destas instalações durante o seu ciclo total de vida.

- Pode ser verificado, na prática, que há uma grande quantidade de empresas que realiza serviços de projeto, montagem, inspeção e manutenção em áreas classificadas, não possui os devidos procedimentos de trabalho, sistemas de gestão da qualidade, equipamentos e pessoal devidamente competentes para a execução e supervisão destas atividades.
- Em função destas deficiências, podem ser verificadas nas plantas industriais, durante as

## A ENERGIA É O QUE NOS MOVE.



**Ação Engenharia** <sup>55</sup>

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

**Alpha** <sup>43</sup>

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

**Alubar** <sup>2ª capa</sup>

(91) 3322-7257  
www.alubar.net.br

**Clamper** <sup>4ª capa e Fascículos</sup>

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

**D'Light** <sup>57 e Fascículos</sup>

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

**Embrastec** <sup>21</sup>

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

**Gimi Pogliano** <sup>3ª capa</sup>

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

**Huawei Solar Brasil** <sup>33</sup>

www.solar.huawei.com

**Intelli** <sup>7</sup>

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

**Itaipu Transformadores** <sup>17</sup>

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

**Neocable** <sup>19</sup>

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

**Novemp** <sup>5 e Fascículos</sup>

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

**Paratec** <sup>25</sup>

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

**RDI Bender** <sup>35</sup>

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

**Romagnole** <sup>15</sup>

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

**Trael** <sup>9</sup>

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



# GRUPO *Gimi*



# BX-E

## BARRAMENTO BLINDADO



GIMI POGLIANO BLINDOSBARRA  
BARRAMENTOS BLINDADOS



- ✓ Classe de Tensão: 1kV;
- ✓ NBI: 8kV;

- ✓ Corrente nominal: de 320A / 6300A 3P+N+PE;
- ✓ Grau de Proteção: IP-55 (IEC60529). IP-65 sob consulta;

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

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

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

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

• **BIMBO**  
Painel de distribuição  
TTA até 250A

• **noTTabile**  
Painel de baixa tensão TTA.  
3200A, 380V. Forma construtiva 4B, 30kA

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



www.gimi.com.br  
+55 (11) 4752-9900



GIMI POGLIANO BLINDOSBARRA  
BARRAMENTOS BLINDADOS

www.gimipogliano.com.br  
+55 (11) 4752-9900



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



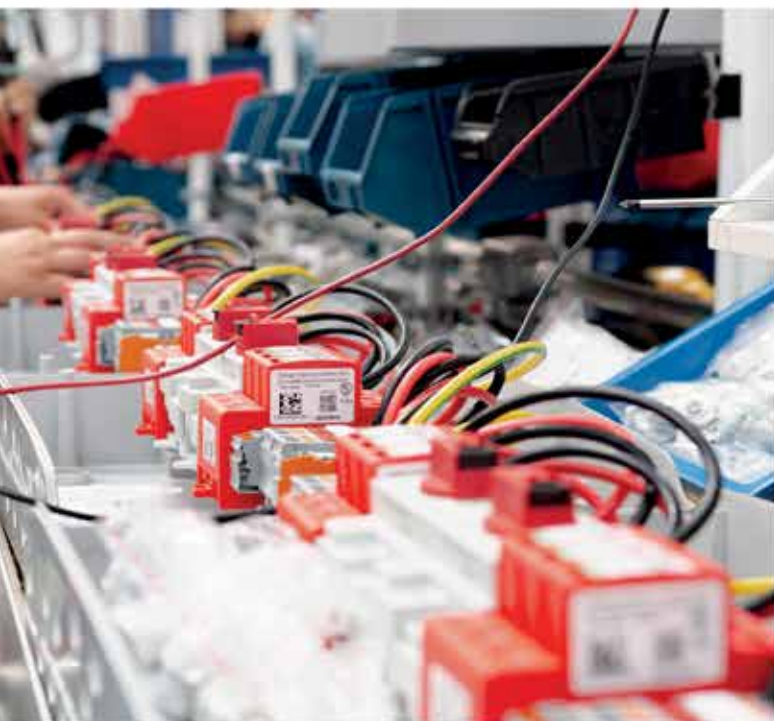


## CLAMPER, PRONTA PARA GANHAR O MUNDO.

Somos uma empresa **100% brasileira**, **especialista em DPS** e a **primeira indústria** a instalar suas operações no 1º Aeroporto Industrial da América Latina.

Uma área fabril totalmente nova e mais moderna, estrategicamente localizada no Aeroporto Internacional de Belo Horizonte. Mais um marco na história da CLAMPER, reforçando o **compromisso com a qualidade dos produtos** e o respeito que nossos clientes merecem.

**Estamos prontos para ganhar o mundo!**



[WWW.CLAMPER.COM.BR](http://WWW.CLAMPER.COM.BR)

31 3689-9500

Especialista em dispositivos de proteção contra raios e surtos elétricos.

