REVISTA
o setor elétrico
ISSN 1983-0912
Ano 17 - Edição 188 / Julho de 2022

CINASE 12
Congresso & Exposição
39ª EDIÇÃO NORDESTE BAHIA

ENERGIA INCIDENTE

ANÁLISE DE RISCO E A DETERMINAÇÃO DAS VESTIMENTAS DE PROTEÇÃO IDEAIS

Inventário de riscos elétricos: exposição ao arco elétrico

NOVO FASCÍCULO: Smart grids - redes elétricas inteligentes

E MAIS:

- A influência da IEC 61850 e da Indústria 4.0 sobre os sistemas de proteção e controle de subestações
- Guia setorial de fabricantes de dispositivos elétricos de proteção, manobra e comando
- Sensores e o monitoramento de instalações elétricas

Painéis de Média Tensão isolados em SF6 e equipamentos para Smart Grid

GBL
Gimi Bonomi
LATIN AMERICA

Conjunto de Manobra e comando em invólucro metálico de isolação mista Ar/ SF6

- Tensão nominal 17,5kV, 24kV e 36kV;
- Corrente nominal 630A;
- Classificação de Arco Interno: IAC A FLR 16kA/1s;
- Conforme NBR IEC 62271-200;
- Modularidade, tamanho reduzido;
- Facilidade e Segurança Operacional.

MICROCOMPACT

Conjunto de manobra e comando de distribuição secundária integralmente isolados com SF6

- Tensão nominal de 24kV e 36kV;
- Corrente nominal 630A;
- Classificação de Arco Interno:IAC A FLR 20kA/1s;
- Conforme NBR IEC 62271-200;
- Modularidade, tamanho reduzido,
- Facilidade e Segurança Operacional.

RMU - Integral SF6

Seccionadora de média tensão para montagem em poste, 3 sensores de corrente e tensão (LPVT) integrados

- Interruptor de manobra seccionador de uso externo;
- Seccionalizador em SF6;
- Tensão nominal 24kV e 36kV;
- Corrente nominal 630A.

ESG MATIC

Member Of
GRUPO Gimi SOLUÇÕES EM ENERGIA DESDE 1971
BONOMI

+55 (11) 95840-9548
GIMI BONOMI LATIN AMERICA

Gimibonomi.com.br

Atitude.editorial
atitude@atitudeeditorial.com.br

Diretores
Adolfo Vaiser
Simone Vaiser

Assistente de circulação, pesquisa e eventos
Henrique Vaiser – henrique@atitudeeditorial.com.br
Victor Meyagusko – victor@atitudeeditorial.com.br

Administração
Roberta Nayumi
administrativo@atitudeeditorial.com.br

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

Reportagem
Fernanda Pacheco - fernanda@atitudeeditorial.com.br

Publicidade
Diretor comercial
Adolfo Vaiser

Contato publicitário
Willyan Santiago - willyan@atitudeeditorial.com.br

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

Consultor técnico
José Starosta

Colaboradores técnicos da publicação
Daniel Bento, Jobson Modena, José Starosta, Luciano Rosito, Nunziante Graziano, Roberval Bulgarelli.

Colaboradores desta edição
Afonso Carlos Aguilar, Aguinaldo Bizzo, Ângelo César Alves, Caio Huais, Christiane Vieira, Claudio Monteiro, Daniel Bento, Felipe Resende, Guilherme Chrispim, Heron Fontana, Iony Patriota de Siqueira, Jobson Modena, José Starosta, Julio Omori, Luciano Haas Rosito, Luiz Carlos Catelani Junior, Marco Bonelli, Markus Vlasits, Nunziante Graziano, Paulo Edmundo F. Freire, Paulo Henrique Soares, Raquel Gregory, Ricardo Campos, Roberval Bulgarelli, Rodrigo Leal, Rodrigo Sauaia, Ronaldo Koloszuk e Thales Cyrino.

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: Simulação de arco elétrico. Foto: Westex, a Milliken brand
Impressão - Referência Editora e Gráfica
Distribuição - Correios

Atitude Editorial Publicações Técnicas Ltda.
Rua Piracuama, 280, Sala 41
Cep: 05017-040 – Perdizes – São Paulo (SP)
Fone - (11) 98433-2788
www.osetoreletrico.com.br
atitude@atitudeeditorial.com.br

Filiada à
anatec
www.anatec.org.br

31 ***Suplemento Renováveis***
Desafios e soluções regulatórias da inserção de sistemas de armazenamento no setor elétrico brasileiro. E mais: semestre histórico para a geração distribuída; Absolar traz levantamento sobre tarifas de transmissão e o desenvolvimento da fonte solar.

4 ***Editorial***

6 ***Coluna do consultor***
O "apagão" no Allianz Parque.

8 ***Painéis de mercado***
Brasil lidera grupo de trabalho para discutir padrão internacional de produção de hidrogênio verde; Fox Engenharia celebra 25 anos com aposta em tecnologia; Utilização de termelétricas sobe 77% em 2021, indica estudo. Estas e outras notícias sobre o mercado de engenharia elétrica no Brasil.

19 ***Fascículos***
Manutenção 4.0
Segurança cibernética
Smart grids – redes elétricas inteligentes

44 ***Artigo - Segurança***
Determinação de vestimentas elétricas por meio de análise de risco por funções de densidade de probabilidade.

50 ***Guia setorial***
Inovação em sistemas de proteção e controle: o que vale a pena destacar?

54 ***Aula prática***
Confira a parte IV do artigo sobre inventário de riscos elétricos segundo a NR 1 e a NR 10.

58 ***Espaço Aterramento***
Modelagem do solo para sistemas de aterramento – a determinação da profundidade do modelo geoelétrico.

60 ***Espaço SBQEE***
Anúncio da edição presencial da XV CBQEE.

62 ***Espaço Cigre-Brasil***
Reflexões e oportunidades no processo de revisão tarifária da transmissão.

Colunas
64 Jobson Modena - Proteção contra raios
65 Luciano Rosito - Iluminação pública
66 José Starosta - Energia com qualidade
68 Daniel Bento - Redes subterrâneas em foco
70 Roberval Bulgarelli - Instalações Ex

72 ***Opinião***
Sensores e o monitoramento das instalações elétricas.

Edição 188

Riscos elétricos

A imagem de capa desta edição foge ao que normalmente publicamos e, confesso que ficamos relutantes a chamar a atenção do leitor com uma foto tão impactante. Por outro lado, nos fez seguir adiante o fato de que, por vezes, é preciso ser perturbador para impressionar e provocar mudança.

A imagem traz o registro de uma simulação de arco elétrico no laboratório de Kema, na Philadelphia, nos Estados Unidos, e exibe um manequim sendo atingido em cheio pelo fogo. A este risco estão expostos muitos profissionais que atuam com instalações de baixa a alta tensão. Dois artigos publicados nesta edição tratam diretamente deste tema. O primeiro deles, sobre energia incidente, traz uma série de dados e de constatações para que sejam determinados os equipamentos e as vestimentas de proteção adequadas para garantir a segurança do operador. Segundo o autor, considerando as condições que podem gerar um arco elétrico, a probabilidade de um circuito energizado gerar um arco com sustentação é extremamente elevada. Por isso, a importância de se avaliar de maneira apropriada e objetiva os valores calculados de energia incidente e sua correlação com os equipamentos de proteção. Saiba, neste trabalho publicado a partir da página 44, como o uso de ferramentas estatísticas pode contribuir para a análise de riscos.

O segundo artigo é, na verdade, a quarta parte do trabalho sobre riscos elétricos que temos publicado desde a edição 185 (março), em que o especialista em segurança do trabalho Aguinaldo Bizzo complementa o tema com foco na estruturação do Inventário de Perigos e Riscos Elétricos, retratando as atividades que requerem cuidado com a segurança. Chama a atenção ainda para os projetos de instalações elétricas em geral, que devem nascer com conceitos de proteção coletiva embutidos. Convido a leitor a visitar estes artigos e fazer uma imersão ao tema da segurança do trabalho, ainda que esta não seja sua área de atuação.

Na reportagem, que abre o nosso guia setorial de fabricantes de dispositivos de proteção e manobra, conversamos com especialistas em proteção e automação de concessionária de distribuição, de indústria e de provedores de tecnologia com vistas a entender os impactos da chamada Indústria 4.0 e da "sempre novidade" IEC 61850 sobre os processos e equipamentos de proteção e controle em subestações elétricas. Recomendo fortemente a leitura deste material (página 50).

Nas poucas linhas que me restam, chamo a atenção para o novo fascículo que iniciamos nesta edição. Em complemento ao tema anterior, de digitalização, inauguramos uma série de quatro artigos sobre redes inteligentes de energia.

Por fim, esta edição tem tiragem extra especial para circulação na 39ª edição do Circuito Nacional do Setor Elétrico (CINASE), que, finalmente, está de volta em sua versão presencial. Caso você esteja próximo a Salvador e lendo este conteúdo antes do dia 10 de agosto, aviso que ainda dá tempo de participar! Faça sua inscrição em www.cinase.com.br e se junte às centenas de profissionais que estarão reunidos para discutir as novidades tecnológicas e normativas do setor e as melhores práticas da engenharia elétrica. Nos vemos lá =)

Boa leitura!

Abraços,

Flávia Lima

flavia@atitudeeditorial.com.br

YouTube

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

EXPERTISE EM SOLUÇÕES DE ENGENHARIA

SAÚDE
QUÍMICA
LOGÍSTICA
COMERCIAL
MINERAÇÃO
ÓLEO E GÁS
FINANCEIRO
ALIMENTÍCIO
DATA CENTER
INFRAESTRUTURA
PAPEL E CELULOSE
SETOR DE ENERGIA

FOX Engenharia e Consultoria

25 ANOS

(61) 2103-9555
fox@foxengenharia.com.br
www.foxengenharia.com.br

José Starosta é diretor da Ação Engenharia e Instalações e presidente da Sociedade Brasileira de Qualidade da Energia Elétrica (SBQEE). É consultor da revista O Setor Elétrico.
jstarosta@acaoenge.com.br

"É fogo, torcida brasileira!"

O site g1 apresentava no dia seguinte ao jogo entre Fortaleza e Palmeiras em 11/07/2022: "Apagão no Castelão foi causado por curto-circuito em estação de energia, diz secretaria; Enel contesta". A nota oficial dos responsáveis pelo estádio indicava que "foi identificada uma explosão de um poste de energia do lado de fora do estádio e, por consequência, houve o mesmo problema em uma subestação da Arena Castelão".

Aos que assistiam a transmissão pela televisão e acompanhavam ao vivo, a interrupção de energia ocorreu aos 44 minutos do segundo tempo, quando tanto Fortaleza quanto o Palmeiras ainda tentavam sair do 0 X 0. Um apagão que só não foi "geral" em função da placa de publicidade que continuou iluminada possivelmente devido ao sistema de energia de backup e aos celulares da torcida que produziam um belo espetáculo.

No campo, os protagonistas da partida aguardavam, enquanto os civilizados torcedores arremessavam pedaços de cadeiras uns contra os outros. Tudo no escuro! Ao final de 30 minutos regulamentares o que se observava era a falta total de iluminação (e energia) nas instalações, mesmo nos vestiários e saídas do estádio para os torcedores, além de um volume de informações desencontradas que tentavam explicar o que ocorrera. Fatos que poderão ser mais bem evidenciados se houver interesse.

Sensacionalismos à parte e sob o ponto de vista analítico e comportamental das instalações elétricas, alguns pontos poderiam ser melhor entendidos pela equipe técnica de manutenção do estádio, que foi integralmente reformado em 2014:

a) Causa raiz do problema, o que de fato aconteceu e qual a cronologia. Existem evidências ou medições elétricas? Como sempre ouço do meu professor Eduardo Desio, "a energia elétrica é silenciosa". Contudo, o comportamento da qualidade da energia no suprimento e na alimentação das cargas pode ser recuperado a cada ciclo de rede, facilitando o entendimento do que e quando teria ocorrido cada evento;
b) Certamente, os projetos elétrico e de segurança do estádio previam o pleno atendimento às normas técnicas de instalações e segurança, relacionadas às atividades desenvolvidas e deveriam ter sido aplicadas, comissionadas e mantidas. O que ficou claro pelas imagens é que as únicas baterias que funcionaram no estádio foram as dos celulares dos torcedores e as dos "lanterninhas" que conduziram os últimos torcedores para fora das arquibancadas;
c) Os sistemas de transmissão das rádios e televisões continuaram operando devido aos seus próprios geradores e telefones celulares;
d) As questões de manutenção são as mais instigantes. Os geradores estariam sendo testados e mantidos adequadamente? Os geradores aplicáveis nas atividades de segurança e alimentação de backup das cargas de emergência, sinalização de saídas e outras de uso essencial teriam de fato sido danificados por causas externas, como informado? Em que condições de segurança os 25.000 torcedores saíram do estádio?
e) E os ambulatórios do estádio funcionaram?
f) Quais outras arenas e estádios públicos e privados no Brasil se encontram em situação semelhante?

O autor da célebre frase "é fogo, torcida brasileira" é o sempre lembrado Fiori Gigliotti, a quem saúdo como um apaixonado pelo futebol, além da eletricidade. Talvez sua frase de efeito teria sido uma previsão para "a explosão do poste"!

Vamos nos profissionalizar e criar competências, pois nossa engenharia está pronta para atender às demandas. Particularmente, o Ceará é uma terra de gente muito boa na área.

Fiori Gigliotti, jornalista esportivo.

PROTEÇÃO PARA QUADROS ELÉTRICOS

CLAMPER
LÍDER E ESPECIALISTA EM DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS E SURTOS ELÉTRICOS

CONHEÇA NOSSA LINHA COMPLETA

CLAMPER Connect, **CLAMPER** Front Mini, **CLAMPER** Front (classe II), **CLAMPER** Front (classe I/II), **CLAMPER** Front (classe II) bipolar, **CLAMPER** Front (classe II) tripolar.

clamper.com.br
31 3689.9500

Especialista e Líder em Dispositivos de Proteção contra Raios e Surtos Elétricos

Great Place To Work.

CLAMPER

14 ANOS
GAZQUEZ
Painéis Elétricos

CAMINHO:

A Gazquez Painéis Elétricos tem conduzido suas atividades técnicas comerciais em grande escala nacional, em uma ampla variedade de soluções e atualmente atingindo também as Usinas Solar, mas não menos importante a nossa primeira linha de fabricação Subestação Principal de Entrada, seja ela para um Comércio, Indústria ou até mesmo uma Usina, e visa alcançar a prosperidade e realizar sonhos por meio de atividades comerciais sadias.

Desde a sua fundação em 2008, temos crescido continuamente graças ao aprimoramento de nossa capacidade de criar valores junto às partes interessadas, tais como parceiros de negócios e clientes, com soluções comerciais em todo território nacional.

Nossa declaração de missão empresarial carrega a filosofia empresarial da GAZQUEZ, que formou a base dos negócios da empresa ao longo dos últimos 14 anos. Um dos valores desta filosofia afirma: “O benefício para si mesmo e para os outros, o interesse comercial é único e o mesmo”. Esse valor ressalta a importância de que as atividades de negócios da Gazquez sejam vantajosas não apenas para a Gazquez, mas também beneficiem a sociedade que nos cerca, para alcançarmos junto um crescimento sustentável.

Hoje, o mundo enfrenta uma ampla variedade de problemas sociais graves, tais como, a mudança climática, e o papel do setor privado tornaram-se ainda mais importante. As condições sociais e o estilo de vida

UNIDADE I / MAIRIPORÃ

das pessoas também mudaram devido à disseminação da COVID-19, e a Gazquez vem se reinventando a cada dia para conseguir honrar os compromissos aos seus parceiros e clientes.

É por este motivo que a Gazquez vem apresentar o pacote de investimentos dos últimos 02 (dois) anos, buscando sempre em confortar vocês nossos parceiros e clientes que acreditaram em nosso projeto desde o início abrindo as portas de sua obra para que juntos construíssemos uma empresa tão vencedora!!!

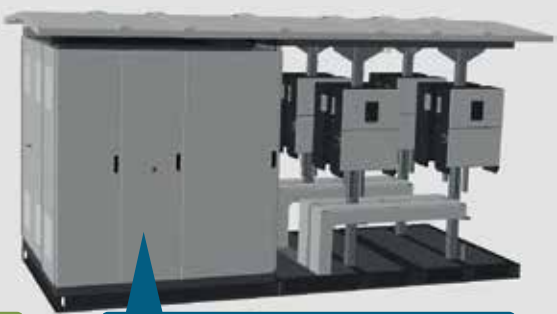
UNIDADE II / ATIBAIA

CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO / ATIBAIA

CABINE CONVENCIONAL/SKID SOLAR

CABINE COMPACTA CONVENCIONAL

SKID SEM INVERSORES



SKID COM INVERSORES

Brasil lidera grupo de trabalho para discutir padrão internacional de produção de hidrogênio verde

Já pré-aprovada pelo CIGRE, iniciativa será validada durante conferência em Paris

Entre os dias 28 de agosto e 02 de setembro, acontece em Paris a edição de 2022 do "CIGRE Session", um dos principais eventos globais para especialistas em sistemas de energia, conduzido pelo Conselho Internacional de Grandes Sistemas Elétricos (CIGRÉ). Entre os tópicos abordados, a busca pela descarbonização do setor através do hidrogênio não poderia ficar de fora, com o Brasil se colocando em uma posição de destaque no assunto. Isso porque, durante a realização do congresso, ocorrerá o processo de validação do Grupo de Trabalho Internacional de Certificação do Hidrogênio, idealizado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

A iniciativa brasileira, já pré-aprovada junto ao Conselho, visa instituir e viabilizar a criação de um padrão internacional de requisitos que definam e garantam as características do hidrogênio de baixa emissão de carbono. Para Ricardo Gedra, gerente de Análise e Informações ao Mercado na CCEE e coordenador do projeto, a importância desse grupo de trabalho se dá, em grande parte, pelo movimento de comercialização e importação do item que, na visão do engenheiro, tende a ser uma commodity no futuro. "Com isso, é importante que ele seja padronizado, uma vez que não é possível comercializar um produto que não possua um padrão", destaca.

Referência em energias renováveis, o Brasil vive uma tendência de aumento das iniciativas na busca por hidrogênio descarbonizado – item que ainda se encontra em fase de pesquisa e de desenvolvimento de soluções mais baratas, considerando que a tecnologia de produção deste produto ainda é cara. Segundo estudo divulgado pela empresa de consultoria empresarial McKinsey & Company em novembro de 2021, estamos entre os países mais competitivos para a produção de hidrogênio verde no mundo. Em junho deste ano, vimos um novo avanço: foi assinado o primeiro pré-contrato para a criação do Hub do Hidrogênio Verde no Ceará, que ficará localizado no Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP). O documento firmado pela empresa australiana Fortescue prevê a instalação de uma usina produtora de hidrogênio verde no setor 2 da ZPE Ceará.

A produção de hidrogênio verde

Considerado o elemento químico mais abundante na natureza, o hidrogênio é um recurso energético com potencial para resolver um problema enfrentado por diversas organizações e governos ao redor do mundo: a alta emissão de gases causadores do efeito estufa. Contudo, sua obtenção só pode ser feita a partir de processos que envolvem outros elementos. Os procedimentos mais comuns são realizados por meio de combustíveis fósseis e geram o chamado hidrogênio cinza por conta das emissões de CO2 resultantes destes processos.

Ao substituir essa técnica por outra que utilize fontes renováveis, gera-se uma produção energética mais sustentável, conhecida popularmente como hidrogênio verde. Essas produções podem ser realizadas de diversas maneiras, sendo a mais usual a que envolve a eletrólise da água – resultado da separação das moléculas da água (H2O), por meio de uma corrente elétrica, em moléculas de hidrogênio (H2) e oxigênio (O2). Sobre esse método, Ricardo Gedra cita outro ponto fundamental para ilustrar a importância da certificação: "Se uma empresa que compra esse hidrogênio quer usá-lo para descarbonizar, é importante que ela tenha certeza de que a descarbonização realmente aconteceu. A certificação entra nesse momento para garantir que houve um processo limpo em toda a cadeia produtiva".

GERENCIAMENTO DE FALTAS

MELHORANDO A CONFIABILIDADE COM INOVAÇÕES EM LOCAIS-CHAVE DA REDE

Seu sistema de distribuição é único e complexo, portanto não há uma solução única para o gerenciamento de faltas sustentadas e transitórias. Porém, se estrategicamente você integrar a dose correta de tecnologias inovativas próximas ao ponto da rede onde as faltas ocorrem, podem ser obtidas melhorias de confiabilidade e de satisfação dos consumidores, com redução nos custos operacionais.

Interruptor de Faltas IntelliRupter® PulseCloser®

ALIMENTADOR

Confiabilidade

- Interrupções de qualquer duração em alimentadores impactam um número expressivo de consumidores.

Interruptor de Faltas IntelliRupter® PulseCloser®

- Segmenta os alimentadores em seções menores, com menor número de consumidores afetados
- Redireciona automaticamente o fornecimento por fontes alternativas para isolamento rápido de segmentos com falta

Pequena

- Entre 2 e 6 dispositivos por alimentador

Tecnologia PulseClosing®

- Usa 95% menos energia que o religador convencional no teste de falta
- Pode ser também usado em sistemas híbridos e em linhas subterrâneas

Religador Montado em Chave Fusível TripSaver® II

DERIVAÇÃO

Economia na Operação e na Manutenção

- Estratégias existentes de preservação ou queima de fusíveis provocam interrupções desnecessárias.
- Estas linhas longas são a parte mais exposta da rede e de manutenção cara.

Religador Montado em Chave Fusível TripSaver II

- Evita que as interrupções temporárias se tornem permanentes
- Ajuda a evitar deslocamentos desnecessários

Intermediária

- Entre 10 e 50 dispositivos por alimentador

Elimina Interrupções Desnecessárias

- 80% das interrupções em linhas aéreas são temporárias
- Recompõe o fornecimento automaticamente em interrupções temporárias

Interruptor com Rearme Automático VacuFuse® II

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA

Satisfação do Consumidor

- Questões de confiabilidade quase sempre se concentram em pontos específicos nesta parte da rede.
- Clientes estão insatisfeitos com o acesso de pessoal em suas instalações.

Interruptor com Rearme Automático VacuFuse® II

- Leva o teste de falta às fronteiras da rede – mais longe do que antes
- Determinação mais precisa dos pontos para as concessionárias que monitoram Consumidores Expostos a Interrupções Múltiplas (CEMI)

Ampla

- Dezenas de dispositivos por alimentador

Elimina Interrupções Indevidas

- 70% dos fusíveis queimados em transformadores aéreos de distribuição são resultado de operações indevidas
- Elimina a necessidade de operações de fusíveis e interrupções desnecessárias, mantendo a satisfação dos consumidores

Contate-nos em sandc.com

Descubra como melhorar a confiabilidade e reduzir custos de manutenção com as inovações da S&C em cada local da rede

100-4504P 020722
© S&C Electric Company 2019-2022, todos os direitos reservados

Fox Engenharia celebra 25 anos com aposta em tecnologia

Empresa foi uma das pioneiras a utilizar a modelagem BIM em seus projetos

Em 2022, a Fox Engenharia e Consultoria completa 25 anos de existência. A empresa, que possui grande reconhecimento nacional na promoção de soluções integradas em projetos multidisciplinares, traz consigo importantes cases de sucesso ao longo dessas quase três décadas de atividades. Dentre eles, destaca-se o projeto executivo para a construção do Centro de Processamento de Dados da Usina Hidrelétrica de Itaipu e os projetos de arquitetura e engenharia do chamado "Projeto Perishable" da LATAM Airlines, localizado no Aeroporto Internacional de Guarulhos.

Durante conversa com a Revista O Setor Elétrico, Maurício Moura, diretor-técnico da Fox, destacou que nenhuma empresa consegue celebrar tal feito sem superar grandes desafios. "A Fox nasceu a partir de um processo de quarteirização. Éramos funcionários de uma instituição privada, que nos deu a oportunidade de criar a empresa. Há 25 anos nascíamos com apenas oito colaboradores – três deles sendo sócios-fundadores. Ao longo desse tempo, fomos construindo nossa trajetória e angariando clientes, com muito suor e muita dedicação, de modo que o nosso patrão se tornou o nosso cliente", salienta.

Atualizações ao longo dos anos

Indiscutivelmente, a realidade da engenharia elétrica brasileira passou por importantes transformações entre 1997 e os dias atuais. Coube à Fox se adaptar e participar ativamente dessas mudanças. Sobre essa questão, Moura ressalta que a empresa sempre buscou acompanhar novas tecnologias, tendo como exemplo mais nítido a incorporação do sistema BIM (Modelagem da Informação da Construção, em tradução livre). "Incorporamos o BIM em 2002, o que nos torna uma das empresas pioneiras no país a utilizar esse modelo", enfatiza o diretor-técnico.

Celebrações

A marca de 25 anos foi oficializada em maio. Contudo, a empresa não restringiu as comemorações a um único mês. Heloisa Resende, head de inovação na Fox, explica que desde o início do ano ocorrem ações de celebração, partindo principalmente do compartilhamento de conhecimento, através de webinars e vídeos especiais com clientes.

Schneider Electric disponibiliza novos cursos para o setor de data centers

Plataforma de educação digital da empresa é gratuita e pode ser acessada em 14 idiomas

Visando a atualização de profissionais que atuam diretamente nos centros de processamento de dados (conhecidos como CPD ou data centers), a Schneider Electric anunciou uma série de atualizações para a sua plataforma de educação digital, denominada Schneider Electric University. A plataforma está disponível em 14 idiomas e pode ser acessada gratuitamente em qualquer lugar do mundo.

As atualizações presentes no site incluem fundamentos de energia, resfriamento, racks, segurança física e orientações sobre como otimizar projetos de data center para impulsionar a resiliência, eficiência energética e sustentabilidade. Entre os novos cursos disponíveis, estão:

- Otimização de layouts de resfriamento para o ambiente de armazenamento de dados;
- Estratégias fundamentais de cabeamento;
- Exame de métodos de proteção contra incêndio no data center;
- Fundamentos do Resfriamento II – Umidade no Data Center.

Segundo a companhia, a Schneider Electric University disponibilizou mais de um milhão de cursos para mais de 650 mil usuários de data centers, localizados em mais de 180 países.

É possível acessar a plataforma em: university.se.com

ITAIPU
TRANSFORMADORES

Transformadores de Força ITAIPU.

Energia constante, desenvolvimento total.

Transformadores de força, nas potências de 500 kVA a 40.000 kVA (40 MVA), nas classes de 15, 24,2, 36,2, 72,5 e 145 kV, frequência de 50 ou 60 Hz, para uma elevação de temperatura do enrolamento sobre o ambiente de 55°C ,65°C ou 75°C.

APLICAÇÕES: Subestações de Distribuição de Concessionárias, subestações industriais, etc.

ISO 45001 ISO 9001 ISO 14001

Av. Sérgio Abdul Nour , 2106
Distrito Ind. II , 14900 000
Itápolis/SP , +55 16 3263 9400
itaiputransformadores.com.br

Utilização de termelétricas sobe 77% em 2021

Inventário produzido pelo IEMA confirma aumento de uso das termelétricas fósseis e alerta para o impacto ambiental desta tendência

Imagem: Reprodução/ Pixabay.

O Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) lançou, no final de junho, o estudo inédito "Inventário de emissões atmosféricas em usinas termelétricas". A pesquisa consolidou uma base de dados com parâmetros técnicos e ambientais das usinas, tais como combustíveis utilizados, tecnologias adotadas e potenciais de emissões atmosféricas. Entre as constatações mais relevantes está a indicação de que a geração de energia em termelétricas fósseis conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN) cresceu 77% em 2021, alcançando cerca de 96 TWh e sendo responsável pela emissão de 58 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO2e), 78% a mais que em 2020.

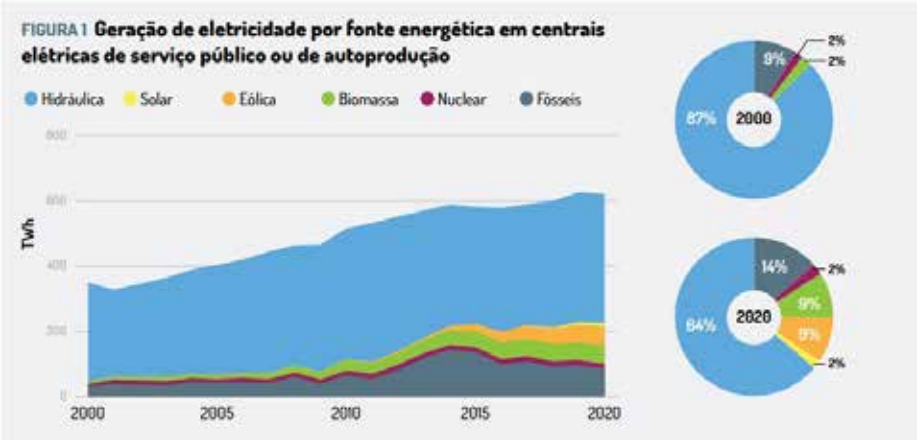
Durante a apresentação do documento, o diretor-presidente do IEMA, André Luis Ferreira, destacou as dificuldades em obter os dados que serviram como base do levantamento: "Como é comum no País, os dados ambientais não estão disponíveis de maneira fácil para a sociedade, você tem que praticamente garimpá-los". Ferreira também enfatizou a importância de se divulgar tais informações: "Esse inventário vai permitir um debate sobre as responsabilidades pelas emissões de CO2 e de óxido de nitrogênio no setor elétrico", afirmou.

Confira os principais tópicos apresentados pelo Instituto:

Uso de termelétricas dispara em 2021

De acordo com o inventário, em 2021 foi confirmada a tendência crescente de utilização de termelétricas fósseis para minimizar o risco de atendimento à demanda. Estimativas preliminares do IEMA indicam que a geração em termelétricas fósseis de serviço público do Sistema Interligado

Imagem: Reprodução/IEMA



Nacional (SIN) cresceu 77% em relação a 2020, alcançando cerca de 96 TWh. Essa geração foi responsável pela emissão de 58 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO2e), 78% a mais que em 2020.

Matriz elétrica brasileira em transição

O estudo destaca também que, desde o início dos anos 2000, a matriz elétrica brasileira passa por uma transição caracterizada pela crescente ampliação da participação de renováveis não hídricas, como biomassa e eólica, e pela expansão do uso de combustíveis fósseis. "Nas duas últimas décadas, a geração total de energia elétrica cresceu 78%, enquanto a geração por meio da fonte hidráulica teve ampliação de apenas 30%", expõe o IEMA.

Dentre os tópicos que demonstram tal movimento de transição, evidencia-se o aumento da geração termelétrica fóssil, que subiu 177% nos últimos 20 anos – crescendo de 30,6 TWh em 2000 para 84,8 TWh em 2020. Consequentemente, o total de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor elétrico brasileiro aumentou 90% neste período.

Consequências ambientais

Ao todo, as 72 usinas inventariadas pelo IEMA emitiram 32,7 milhões de toneladas de CO2e em 2020. Essas emissões se concentraram em um número relativamente pequeno de termelétricas: 49% dos gases de efeito estufa emitidos em 2020 foram de responsabilidade de somente dez usinas – seis delas têm o carvão mineral como combustível principal e outras quatro utilizam o gás natural.

De acordo com o Instituto, além das emissões de gases de efeito estufa, essa categoria de geração resulta em uma série de outros problemas ambientais, como estresse hídrico por conta da utilização de água para resfriamento de sistemas, poluição atmosférica local ou competição no despacho de energia com fontes renováveis. "Ademais, as termelétricas fósseis contribuem significativamente para o encarecimento das contas de eletricidade", afirma a organização.

Escopo do inventário

Segundo informações do documento, a base de dados de geração termelétrica utilizada para listar as usinas inventariadas diz respeito às térmicas de serviço público que disponibilizaram energia ao Sistema Interligado Nacional (SIN), excluindo tanto as unidades de geração de autoprodutores quanto as plantas movidas a combustíveis renováveis. A geração termelétrica nos sistemas isolados (Sisol), supridos por pequenas ou médias usinas com pouca disponibilidade de informações, também está fora do escopo da primeira edição do inventário.

É possível conferir a íntegra do estudo em: www.energiaeambiente.org.br

Prêmio Abilux 2022 reconhece criatividade e eficiência de luminárias

Fortalecimento da cultura brasileira foi inspiração para a criação das luminárias premiadas

A 8ª edição do Prêmio Abilux Design de Luminárias reconheceu, em cerimônia realizada em 12 de julho, na Fiesp, em São Paulo (SP), as peças que destacaram o fortalecimento da cultura brasileira e a inovação das empresas que movimentam o setor da iluminação. Ao todo foram 11 premiações organizadas em duas categorias: ambientes exteriores e interiores.

De acordo com o diretor técnico da Associação Brasileira das Indústrias da Iluminação (Abilux), Isac Roizenblatt, um dos destaques desse ano foi a participação de designers independentes, o que trouxe um diferencial de criatividade e de ousadia. Como resultado disso, foi possível conhecer projetos com "desenhos mais dinâmicos, linhas mais limpas, melhor aproveitamento das tecnologias dos leds e luminárias mais elegantes", afirmou.

Concorreram ao prêmio 83 soluções aplicadas nos segmentos comercial, público, institucional, residencial e comercial em duas categorias, com participações de 39 indústrias dos estados de Pará, Pernambuco, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

As peças vencedoras estarão expostas no período de 02 a 05 de agosto na feira Expolux, que acontece no Expo Center Norte, em São Paulo (SP).

Poste Monolito, dos designers Guto Indio da Costa, Noah Miller e Pedro Antunes, vencedor do primeiro lugar na categoria "Luminárias para vias públicas, incluindo praças".

Confira os premiados:

CATEGORIA INTERIOR

Luminárias de parede

1° lugar	2° lugar	3° Lugar
Luminária: PEG	Luminária: Arandela Cooper	Luminária: Arandela ASA
Empresa: Omega Light	Empresa: Mister LED	Empresa: Munclair Iluminação Brasil
Designer: Ricardo Fahl	Designer: Edson Queiroz	Designer: Erlon Tessari

Luminárias de piso

1° lugar	2° lugar	3° lugar
Luminária Naiá	Luminária: Balance	Luminária: Nostalgia
Empresa: Accord Iluminação	Empresa: Accord Iluminação	Empresa: Accord Iluminação
Designer: Studio Accord - Bruno Felippe	Designer: Studio Accord - Bruno Felippe	Designer: Studio Accord - Bruno Felippe

Luminárias de mesa

1° Lugar	2° Lugar	3° Lugar
Luminária: Donna	Luminária: Abajur Disco	Luminária: Impulse
Empresa: Interlight Iluminação	Empresa: Munclair Iluminação Brasil	Empresa: Luxion Iluminação
Designer: Studio Interlight	Designer: Erlon Tessar	Designer: Studio Luxion

Luminárias de teto

1° Lugar	2° Lugar	3° Lugar
Luminária: Pendente ASA	Luminária: Pendente Lótus	Luminária: Kevo Semi Embutir
Empresa: Munclair Iluminação Brasil	dinâmico sustentável	Empresa: Luxion Iluminação
Designer: Erlon Tessari	Empresa: Classic Lar	Designer: Studio Luxion
	Designer: Equipe Classic Lar	

IFC/COBRECOM CABO SUPERATOX FLEX HEPR 90°

CABO SUPERATOX FLEX HEPR 90 °C 0,6/1 kV

É O CABO NÃO HALOGENADO DA COBRECOM COM CLASSES DE ENCORDOAMENTO 4 E 5, ISOLADO EM HEPR PARA 90 °C, COBERTURA COM POLIMÉRICO, TIPO POLIOLEFÍNICO NÃO HALOGENADO E INDICADO PARA LOCAIS COM ALTA DENSIDADE DE OCUPAÇÃO E/OU EM CONDIÇÕES DIFÍCEIS DE FUGA, TAIS COMO, ESTÁDIOS DE FUTEBOL, SHOPPING CENTERS, HOSPITAIS, ESCOLAS, CINEMAS, TEATROS, HOTÉIS, TORRES COMERCIAIS E RESIDENCIAIS, CENTROS DE CONVENÇÕES E METRÔ. OFERECE MAIOR SEGURANÇA POR APRESENTAR CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DE NÃO PROPAGAÇÃO E AUTO-EXTINÇÃO DE FOGO E BAIXO ÍNDICE DE EMISSÃO DE FUMAÇA, SENDO ISENTOS DE HALOGÊNIO.

cobrecom

(11) 2118-3200 /cobrecom - www.cobrecom.com.br

Luminárias de aplicação industrial		
1° Lugar Luminária: Olympus SMD Empresa: Zagonel Designer: Equipe Zagonel	**2° Lugar** Luminária: Luminária hermética Empresa: Zagonel Designer: Equipe Zagonel	**3° Lugar** Luminária: Luminária Highbay modular Empresa: SX Led Lighting Designer: Equipe SX LED
Sistema de iluminação		
1° Lugar Luminária: UBÁ Empresa: Omega Light Designer: Ricardo Fahl	**2° Lugar** Luminária: Valaistu Empresa: Fasa Fibra Ótica Designer: Equipe de Design FASA Fibra Ótica	**3° Lugar** Luminária: Antera SL Circadiano Empresa: Intral Designer: Vinicius Bortoluzzi

CATEGORIA EXTERIOR

Luminárias para vias públicas, incluindo praças		
1° Lugar Luminária: Poste Monolito Empresa: Indio da Costa Design Designers: Guto Indio da Costa, Noah Miller e Pedro Antunes	**2° Lugar** Luminária: Poste Mandorla Triplo Empresa: Alloy Iluminação Designer: Nathália Pinto Araújo	**3° Lugar** Luminária: Luminária pública Lumos EVO Empresa: Zagonel Designer: Equipe Zagonel
Luminárias para jardins		
1° Lugar Luminária: Luminária Brut Empresa: Mister LED Designer: Edson Queiroz	**2° Lugar** Luminária: DL AR8 – Arandela Jardim Vertical Empresa: Direct Light Indústria Designer: Equipe Direct Light	**3° Lugar** Luminária: Petra Empresa: Vira Iluminação Designer: Lucas Bittar
Luminárias de parede, piso ou solo		
1° Lugar Luminária: HDA Infrared Empresa: HDA Iluminação LED Designer: Engenharia HDA	**2° Lugar** Luminária: DL AR9 – Arandela Luna 180 Empresa: Direct Light Designer: Equipe Direct Light	**3° Lugar** Luminária: Luminária F23 Empresa: Mister LED Designer: Edson Queiroz
Projetor		
1° Lugar Luminária: Invictus Empresa: Zagonel Designer: Equipe Zagonel	**2° Lugar** Luminária: Led Blindado – Linha Guaeca - CLG-HG Empresa: Conex Eletromecânica Designer: Equipe CONEX LED	**3° Lugar** Luminária: Qatar Empresa: Repume Repuxação e Metalúrgica Designer: Engenharia Repume
Luminárias subaquáticas		
1° Lugar Luminária: Acqua Aura Empresa: Fasa Fibra Ótica Designer: Equipe de Design Fasa Fibra Ótica	**2° Lugar** Luminária: Cubos Spot Led Empresa: Cubos Comércio e Indústria Ltda. Designer: Caio de Cicco Bianco	**3° Lugar** Luminária: Micro Led Pool Empresa: LedArt Iluminação Designer: Aníbal Rene Reichenbach

EMBRASTEC®

Líder em Qualidade!

Linha DPS

Ecobox

geração 6

Os Dispositivos de Proteção Contra Surtos da Linha DPS Ecobox foram desenvolvidos para proteger a instalação elétrica.

@embrastec

5 GARANTIA

Quer saber mais sobre os ***nossos produtos?***

Capture o ***QR Code*** *e fale com a gente!*

www.embrastec.com.br

Âmbar Energia inaugura sua primeira Usina Fotovoltaica (UFV)

Projeto faz parte dos investimentos da companhia em geração de energia, que pretende desprender R$ 6,5 bi até 2025

A Âmbar Energia, empresa de soluções em energia do grupo J&F, inaugurou recentemente sua Usina Fotovoltaica (UFV) Âmbar Saltinho, em Saltinho, no interior de São Paulo. Trata-se da primeira UFV inaugurada pela empresa, que iniciou em 2021 um robusto plano de investimentos em geração de energia solar. O projeto teve um investimento de R$ 23 milhões.

O sistema de Saltinho é composto por quatro usinas, que somam 9.408 placas fotovoltaicas. Essa energia renovável suprirá a demanda de diversos clientes, entre eles, a Swift e produtores integrados da Seara, ambas pertencentes à JBS. As residências de funcionários de todo o grupo J&F na região também serão abastecidas com a energia solar gerada pela UFV Âmbar Saltinho com desconto em relação a fatura da distribuidora.

No total, as quatro usinas somam a potência de 5.174 kWp, o que equivale à energia consumida por 2,8 mil residências. O sistema evitará a emissão de 12,193 toneladas de CO2 na atmosfera, o mesmo que o plantio de 4 mil novas árvores por mês. "A inauguração da UFV Âmbar Saltinho é um marco na nossa estratégia de crescimento em energias renováveis. Iremos investir mais de R$ 6,5 bilhões apenas em geração solar até 2025", afirma o presidente da Âmbar Energia, Marcelo Zanatta.

Além de UFVs espalhadas pelo país, a Âmbar está investindo também na construção de micro usinas em propriedades dos próprios clientes, como por exemplo nos telhados das lojas Swift.

Hoje no portfólio da Âmbar Energia em Geração Distribuída existem 58 dessas Usinas Fotovoltaicas em operação comercial, cinco aguardando conexão e três em fase em obra, totalizando 2.185 kWp, em seis concessionários de distribuição do Sudeste.

Voltalia inicia construção de novo cluster de energia renovável em Minas Gerais

Em desenvolvimento no município de Arinos, projeto terá capacidade potencial superior a 1,5 GW

A Voltalia anunciou o desenvolvimento de mais um cluster para produção de energia limpa, agora no Sudeste. Depois de outros dois no Nordeste - Serra Branca (potencial de 2,4 GW, no Rio Grande do Norte) e Canudos (1 GW, na Bahia) –, chegou a vez de Arinos, cluster fotovoltaico com capacidade potencial superior a 1,5 GW no Estado de Minas Gerais.

O projeto é dedicado à geração de energia para portfólio próprio e para terceiros, inclusive já com parcerias firmadas, como com a CTG Brasil, além de outras. Após os atingimentos dos marcos de desenvolvimento acordados entre a Voltalia e os parceiros, estes comprarão parte significativa das plantas solares no cluster Arinos, pouco antes do início efetivo da construção.

Com o lançamento do cluster Arinos, a Voltalia confirmou sua capacidade de realizar projetos de grande escala no Brasil como produtora de energia renovável, assim como prestadora de serviços. "Há quase dez anos, desenvolvemos com sucesso esses grandes clusters eólicos e solares para produzir energia renovável acessível ao maior número de pessoas, um objetivo que está no centro de nossa missão", diz Sébastien Clerc, CEO do grupo Voltalia.

20 REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES

O setor elétrico em todo o mundo está caminhando a passos largos em direção à transição energética. Os desafios são muitos, mas os avanços até aqui têm mostrado que é possível um mundo mais digital, descentralizado e descarbonizado. As redes inteligentes de energia estão no cerne deste movimento e sobre elas falará este fascículo de 4 capítulos que se inicia nesta edição.

Capítulo I – Smart grid: a rede elétrica inteligente

Por Julio Omori

- *Introdução;*
- *Motivações para as redes inteligentes;*
- *Panorama mundial.*

24 MANUTENÇÃO 4.0

Cada vez mais, a manutenção de instalações de média e alta tensão incorpora hardwares, softwares e inteligências que auxiliam na organização, no controle e na eficiência dos processos, eliminando prejuízos e conferindo mais agilidade aos mantenedores. Esta série de 8 capítulos, coordenada pelo engenheiro Caio Huais, gerente nacional de manutenção no Grupo Equatorial Energia, discorre sobre a chegada da chamada "Manutenção 4.0", passando por aspectos conceituais e práticos.

Capítulo V - Boas práticas na tríade projetos-construção-manutenção em regimes de contratação turnkey

Por Felipe Resende Sousa e Caio Huais

- *O projeto no modelo turnkey – soluções customizadas para os clientes;*
- *Habilidades do gestor de projetos em contratos de construção;*
- *Desafios na gestão de contratos;*
- *A contribuição da manutenção nos processos de projetos e obras;*
- *Considerações finais.*

28 SEGURANÇA CIBERNÉTICA

A transformação digital tem revolucionado o mundo que conhecemos. Neste ambiente de constante evolução, é preciso aproveitar as oportunidades e monitorar os riscos. Um deles diz respeito à segurança cibernética, tema que tem preocupado gestores de todos os setores, incluindo o elétrico. Por isso, é tema deste fascículo de 8 artigos sob o comando de Rodrigo Leal, assessor da Diretoria de Operação da Chesf.

Capítulo V - História e evolução dos Centros de Operações de Segurança (SOCs)

Por Thales Cyrino e Rodrigo Leal

- *Monitoração de disponibilidade;*
- *Monitoração reativa;*
- *Monitoramento proativo/ monitoramento proativo com automação.*

*Por Julio Omori**

Capítulo I

Smart Grid – A rede elétrica inteligente

Introdução

O mundo está diante de uma grande crise energética novamente. Isso devido às dificuldades surgidas com a pandemia da Covid-19, que alterou de forma drástica o comércio e o suprimento mundial, somada à atual guerra da Ucrânia com a Rússia, que, entre muitas dificuldades, trouxe um problema de suprimento de energia na Europa e um aumento expressivo no custo do barril de petróleo, provocando um efeito de inflação em vários países inclusive os desenvolvidos.

Cada vez mais se discute uma grande "transição energética" mundial, com a adoção de fontes renováveis de energia para a substituição das fontes não renováveis. Trata-se de um movimento sem precedentes buscando a sustentabilidade ambiental e as metas que evitariam o aquecimento global.

Neste ambiente conturbado é que as redes elétricas inteligentes se tornam imprescindíveis. Nunca foi tão importante ter níveis elevados de monitoramento e controle dos ativos que compõem o sistema elétrico de potência e a possibilidade de integração com o consumidor de energia elétrica do futuro, que terá um papel de protagonismo em todo este contexto. A escalada da digitalização em todas as indústrias também favorece de forma decisiva a aplicação na área da energia elétrica.

Muito tem sido desenvolvido globalmente, desde que o termo Smart Grid nasceu nos Estados Unidos em 2005, quando apareceu pela primeira vez no artigo de Bruce F. Wollenberg e S. M. Armin, denominado "Toward A Smart Grid". O elemento principal defendido neste conceito inicial era o de renovação de um sistema elétrico com elevados níveis de depreciação. Esta complexa renovação deveria ser realizada utilizando o estado da arte das novas tecnologias digitais, ou seja, uma oportunidade única para a construção de uma rede inteligente.

A rede elétrica inteligente pode ser definida como um conceito de aplicação em larga escala de sensores, atuadores e controladores sobre os ativos tradicionais do sistema elétrico de potência, utilizando recursos de tecnologia de comunicação e de informação (TIC), promovendo a possibilidade de fluxo bidirecional de dados e da energia com segurança e qualidade.

A urgência de sua aplicação cresce diariamente devido à necessidade de gestão e controle dos Recursos Energéticos Distribuídos (REDs): geração distribuída, armazenamento de energia, veículos elétricos e gerenciamento pelo lado da demanda. Orquestrar estes novos elementos de forma otimizada é um grande desafio para o setor. Também deve ser destacado que este nível de controle permite acomodar a geração distribuída renovável de forma segura, não comprometer a entrada de veículos elétricos que vão trocar a sua fonte de energia para elétrica/renovável, reduzir níveis de perdas técnicas e picos de consumo com o gerenciamento pelo lado da demanda e o armazenamento de energia, e proporcionar uma experiência única dos consumidores com um nível de gestão e de eficiência energética muito elevado. Todos estes novos benefícios estão plenamente integrados à sustentabilidade, sendo a contribuição decisiva ao setor de energia para a sua transição integral.

A Digitalização, a Descentralização e a Descarbonização, conhecidas como 3Ds, são as maiores tendências do setor elétrico mundial da atualidade e pode-se afirmar que estas tendências são correlacionadas e possuem sinergia entre si. A digitalização tem como principal expoente as redes elétricas inteligentes, sendo um requisito para a aplicação plena da descentralização, principalmente quando se consideram os recursos energéticos distribuídos e, da mesma forma, a descarbonização, que pode ganhar mais amplitude e eficiência.

Esta é a importância da rede elétrica inteligente neste contexto, ou seja, sem a implantação deste conceito de forma robusta, as engrenagens de benefícios dos "3Ds" ficam comprometidas.

Figura 1 – Smart Grid: base para os 3Ds.

Motivações para as Redes Elétricas Inteligentes

São diversas as motivações para a adoção das redes elétricas inteligentes, pois existem muitos benefícios em vários segmentos distintos. Facilmente é possível relacionar o consumidor final de energia, as distribuidoras, o órgão regulador de energia elétrica, a própria sociedade, entre vários outros.

- Consumidor de energia – será o principal beneficiado com a melhoria do serviço percebido pela entrega de energia pela distribuidora. Também terá condições de adesão a várias outras modalidades tarifárias envolvendo demanda e energia em horários distintos, podendo atingir o patamar de tarifas dinâmicas. Outro benefício é poder receber informações detalhadas em tempo real do seu consumo, permitindo a realização de uma gestão energética de suas instalações. É importante destacar que as condições seriam favoráveis para que os próprios consumidores pudessem fornecer serviços para o sistema elétrico e permitir o despacho de seus recursos energéticos pelo operador da rede de distribuição;
- Distribuidora – terá condições de atuar em um ambiente com uma redução drástica de perdas técnicas e não técnicas com possibilidade de predição e antecipação de falhas devido ao monitoramento contínuo de seus ativos. Será possível trabalhar com um nível extremamente elevado de automatização de seus

processos, tanto operacionais da rede elétrica, quanto de serviços comerciais, proporcionando uma redução de custos passível de ser compartilhada com toda a sociedade. Mais um aspecto importante é a possibilidade de a distribuidora de energia se tornar efetivamente um DSO (Distribution System Operator), sendo o grande responsável pela organização da entrada e a extração do máximo benefício dos recursos energéticos distribuídos se transformando um agente responsável pela gestão energética do ambiente de distribuição de energia e não apenas o gestor do fio;

• Regulador – o regulador dos serviços de energia elétrica que, no Brasil, é uma função centralizada e única para todos os agentes que operam no território nacional teria condições excepcionais para o monitoramento da qualidade da energia e dos serviços prestados aos consumidores. Poderia propor novos arranjos tarifários suportados pelos medidores inteligentes em sua execução, incluindo sistemas de pré-pagamento mais amplos. Também poderia ter acesso aos dados gerados pelos novos sensores instalados no sistema e executar várias análises desde a vida útil de ativos até a inserção de novas tecnologias no sistema elétrico.

Seria redundante, mas é importante ressaltar que toda a sociedade também se beneficiaria com a movimentação de um grande mercado de digitalização do sistema elétrico devido aos investimentos necessários, mas, sobretudo, com os benefícios de um sistema elétrico mais democrático, otimizado e com uma elevada qualidade da energia.

Panorama das redes elétricas inteligentes no mundo

Os projetos de redes elétricas inteligentes foram iniciados no começo deste século, mas a implantação de forma mais robusta ocorreu a partir de 2010 principalmente pela adoção do conceito em grande número de projetos nas distribuidoras dos Estados Unidos, Europa, Japão e China. Desde então, apesar de não existir um padrão mundial de interoperabilidade de sistemas avançados de infraestrutura de medição e automação de rede, tem ocorrido um amadurecimento de tecnologias e de metodologias de implantação de projetos e determinados mercados se tornaram referências mundiais. Vale ressaltar que o mercado global de redes inteligentes tem uma expectativa de investimentos superiores aos U$ 55,7 bilhões até 2028.

Neste tópico é apresentado um panorama das redes elétricas inteligentes no mundo e, naturalmente, uma comparação com o que tem sido desenvolvido no Brasil.

Europa

A perspectiva geral da Europa é atingir 80% de medidores inteligentes instalados até 2025. O país pioneiro nas instalações foi a Itália, que conclui seu primeiro sistema com infraestrutura avançada de medição em 2005, com 27 milhões de pontos automatizados. Os resultados divulgados pela Enel (responsável pelo projeto na Itália) apresentam números expressivos de redução de custos e melhoria da qualidade da energia após a implantação. Este projeto pioneiro serviu como referência para os demais projetos na Europa e nos Estados Unidos.

A perspectiva europeia para a implantação de redes inteligentes sempre foi pautada na sustentabilidade, com a integração da energia renovável distribuída e a eficiência energética possibilitando a redução de CO2 emitido. Nesse sentido, países escandinavos, como a Suécia, Finlândia e outros, como a Holanda, desenvolveram grandes projetos de redes inteligentes, praticamente finalizando suas implantações em 2020.

Atualmente, o maior projeto de redes inteligentes da Europa está sendo implantado no Reino Unido, que atingiu no início de 2022 a marca de 28 milhões de pontos automatizados chegando a 50% dos pontos totais previstos no projeto.

América do Norte

Nos Estados Unidos, as grandes "utilities", como a Florida Power, Comed, Oncor, PG&E, SDG&E, Southern California Edison, Center Point, entre outras, já tiveram a implantação de projetos de redes inteligentes há mais de dez anos.

Os Estados Unidos possuem mais de 50% de sua rede coberta pelo conceito, é interessante observar as instalações realizadas, pois, assim como no Canadá, existe uma grande similaridade com a rede de distribuição de energia no Brasil. São países continentais que possuem várias áreas de baixa densidade de carga e grandes metrópoles de altíssima densidade de carga. Trata-se de uma rede área abrangente, que adotou majoritariamente sistemas de comunicação sem fio para cobertura principalmente da última milha.

Assim como nos Estados Unidos, no Canadá também existem grandes empresas (Hydro One e Hydro Quebec) que já aplicaram elementos de redes elétricas inteligentes há mais de uma década e estão em patamares avançados da utilização da grande massa de dados provenientes deste sistema, integrando cada vez mais com os conceitos de digitalização.

Ásia

O Japão se destaca com o projeto de Tóquio. São aproximadamente 30 milhões de medidores inteligentes instalados com um volume impressionante de dados sendo enviados a cada 10 minutos. Para a rede de última milha foi utilizado um sistema de RF com aplicações baseadas no padrão Wisun (Smart Utility Network). O projeto foi concluído recentemente e demostra o potencial de aplicação em grandes cidades com dezenas de milhões de consumidores de energia.

A State Grid da China já possui mais de 500 milhões de pontos telemedidos de consumo de energia na sua área de concessão. Foram privilegiadas inicialmente as áreas de grande densidade de carga nas cidades chinesas com a utilização da rede elétrica como elemento de comunicação de dados na última milha.

A Índia iniciou recentemente a implantação de seu programa de Smart Grid com a divulgação de seu primeiro milhão de pontos a serem instalados até 2023. Assim como a China, trata-se de um mercado com grande número de ativos a serem automatizados e que naturalmente se beneficiarão pela melhoria do serviço e potencial de otimização do sistema, facilitando a entrada de energia renovável para atender seu grande parque fabril referência em exportações globais.

América do Sul

Oito dos dozes países sul-americanos possuem alguma iniciativa relativa ao conceito de redes elétricas inteligentes. No entanto, são países que possuem metas regulatórias que se destacam, demonstrando a importância destas diretrizes.

O Chile é o país mais avançado. Tem uma meta estabelecida para substituição de 100% dos medidores convencionais para medidores inteligentes até 2023 com limitação de acréscimo da tarifa de energia. Conta com uma política pública adotada para evitar a avaliação de benefícios apenas no sistema de distribuição.

A Colômbia possui uma meta para adoção integral do conceito de redes elétricas inteligentes até 2020. Vários projetos de pequeno e médio porte têm sido executados para sustentar a adoção em larga escala.

O Uruguai também possui um programa avançado de redes inteligentes com um plano para instalação de 1 milhão de medidores inteligentes até 2025, correspondente a aproximadamente 40% do número de unidades consumidoras.

No Brasil, como já foi objeto de cobertura pela Revista O Setor Elétrico, a primeira cidade a ter implantado o conceito pleno de redes elétricas inteligentes foi em Ipiranga, no Paraná, na área de concessão da Copel Distribuição, em 2018. Também foram realizados muitos projetos pilotos e algumas iniciativas isoladas também continuaram sendo desenvolvidas em todos estes anos. Algumas questões técnicas, regulatórias, mas, principalmente, a necessidade de capital intensivo tem sido impeditiva ao avanço nacional, no entanto, já existem mais de 2 milhões de pontos automatizados previstos para serem implantados até o final de 2023, o que demonstra que as perspectivas são muito positivas para o segmento.

**Julio Shigeaki Omori é engenheiro eletricista e possui mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. É professor de Engenharia Elétrica e de Energia na Universidade Positivo e superintendente na Copel Distribuição.*

Gimi Bonomi LATIN AMERICA
TRAEL TRANSFORMADORES ELÉTRICOS TRAEL 30 anos
CLAMPER

*Por Felipe Resende Sousa e Caio Huais**

Capítulo V

Boas práticas na tríade projetos-construção-manutenção em regimes de contratação turnkey

Para manter a competitividade industrial no Brasil, a demanda de energia deve aumentar com a evolução temporal, ensejando o aumento da capacidade e da confiabilidade dos sistemas de baixa, média e alta tensão. Em complemento tem-se o estabelecimento de metas cada vez mais desafiadoras de qualidade no produto/serviço de energia elétrica. Assim, para elevar a agilidade, a segurança e o sucesso do processo de operação do sistema elétrico, faz-se necessário investimento em modernização das subestações. Esse processo conta com diversos desafios, principalmente, em nível de projeto e execução de uma obra.

Entre os modelos de contratação atualmente praticados em construção e/ou ampliação de subestações e linhas de transmissão, destaca-se o turnkey. Neste modelo, a principal característica é uma única relação jurídica contratante-contratada, em que a contratada é responsável por várias etapas do empreendimento. Resta à contratante o monitoramento do avanço do projeto. Assim, apesar da praticidade que este modelo traz, há uma tendência em distanciar a contratante da obra. Com isto, poderão surgir problemas futuros associados a custos não previstos, falhas prematuras em equipamentos, performance baixa de ativos, e até transtornos de maior proporção, tais como acidentes graves e danos ao patrimônio público. Neste sentido, o objetivo deste artigo é apresentar boas práticas na interface executante do turnkey – equipes de manutenção.

O projeto no modelo turnkey – soluções customizadas para os clientes

O modelo turnkey exige grande experiência por parte da empresa contratada, uma vez que todo o processo da obra é realizado por ela, entre as quais se destacam: elaboração de especificações técnicas, propostas técnicas e comerciais para atendimento às demandas solicitadas; alocação de recursos; planejamento de todo o projeto; engenharia; direcionamento da produção; inspeções e testes; logística de equipamentos; comissionamento; energização e entrega.

Apesar de diferenças regionais de nomenclatura, que porventura podem ser encontradas, existem sumariamente duas formas de contrato, a saber:

- ***EPC – Engineering, Procurement and Construction (engenharia, aquisição e construção):*** nessa modalidade de contrato, uma única empresa de construção é responsável não apenas pelo projeto, mas também por montagem, compra de equipamentos, materiais e execução de toda a obra. Nela é preciso definir tudo antes da assinatura: preço, prazos, serviço, condições etc. É de extrema importância o correto dimensionamento das etapas para o atendimento ao cliente;
- ***EPCM - Engineering, Purchase, Construction, Management (engenharia, compra, construção e gestão):*** nessa modalidade, a empresa da construção é contratada para fazer o projeto, assim como as compras e a gestão da construção. De fato, a principal diferença em relação à modalidade anterior é que dessa vez existe a responsabilidade da gestão da construção, mas não da execução em si. Ou seja, a empresa fará a gestão de uma outra empreitada que executará a obra. Da mesma forma que na modalidade EPC, há a obrigação de entregar desde o projeto, com as compras de materiais, prazos, custos, tudo já previsto, assim como a gestão da construção até a entrega das chaves. Portanto, no modelo EPCM, também existem etapas para o desenvolvimento do projeto e compra de

materiais, mas a realização da obra não é responsabilidade do fornecedor, apenas a execução do projeto.

Comparando os dois modelos, nota-se a tendência em utilização do modelo EPC nas empresas do setor elétrico.

Habilidades do gestor de projetos em contratos de construção

Uma figura importante na condução do projeto é o PM (Project Manager ou Gestor de Projeto), que é o profissional responsável por garantir o diálogo entre todas as áreas envolvidas no projeto. Além das atividades administrativas e relatórios aos interessados, algumas atribuições do PM podem envolver: acompanhamento das atividades na obra; supervisão, fiscalização e auditoria; análise de comportamento e risco; análise financeira e perenidade; acompanhamento e solução ambiental; avaliação fundiária; e viabilidade técnica.

Para o sucesso dessas etapas, é necessário que o profissional conheça os desafios, principalmente, de campo. Isso vai permitir que ele se antecipe aos principais problemas que podem surgir. Assim, alguns dos grandes desafios de uma empresa que oferece o serviço de turn-key são: segurança dos profissionais em campo; qualidade na prestação dos serviços; cumprimento das etapas; atendimento ao cronograma; antecipação de divergências; redução de risco para o investimento; aderência do executado com o planejado financeiramente.

Desafios na gestão de contratos

O sucesso na execução de uma obra de distribuição de energia depende altamente de dois parâmetros: segurança e qualidade. Quando uma empresa é contratada para tal serviço, ela se responsabiliza por compor a estrutura do projeto e administração/condução necessários para a realização da obra. Possuir know-how no tema é essencial para garantir a segurança e a produtividade dos profissionais em campo. São apresentadas na Tabela 1 algumas ferramentas de gestão em processos de segurança e qualidade que podem auxiliar no sucesso do projeto.

No pilar segurança, ter um acompanhamento de um profissional que entende os processos e cada etapa da execução facilita a antecipação a situações adversas. Os prazos, em sua maioria, são desafiadores, causando um ambiente propício a acidentes. Além do acompanhamento, o estímulo a um ambiente seguro e colaborativo parte de ações simples, como autoinspeção e inspeções de segurança no time, diálogos diários de segurança, conferência da presença de procedimentos e demais ações em campo. Não há como não associar segurança com produtividade. Um ambiente seguro é, sobretudo, um ambiente produtivo.

Tabela 1 - Ferramentas para o auxílio na gestão de contratos

Pilar	*Processo*	*Ferramentas*
Segurança	Ferramentas	• Diálogos de segurança
		• Autoinspeção
		• Análise preliminar de riscos
		• Checklist
		• Indicadores de segurança
	Processos	• Feedback diário aos clientes
		• Relatório diário de segurança
	Serviços	• Inspeções de segurança
		• Auditorias documentais
		• Verificações de licenças
Qualidade	Planejamento	• Planos de trabalho e intervenção na rede
		• Procedimentos de trabalho
	Foco no cliente	• Feedback diário aos clientes
		• Senso de dono
	Inovação	• Uso de técnicas proativas em testes
		• Monitoramento de proatividade
		• Mobilidade de equipes
	Execução	• Definição de papéis
		• Garantia de recursos necessários
		• Auditoria de qualidade na execução
	Avaliação	• Auditoria das atividades realizadas
		• Mutirão de qualidade
		• Feedback ao cliente

A qualidade do serviço está atribuída também ao desempenho dos profissionais em campo e ao domínio de todos os processos e etapas: projeto, montagem, ligações elétricas, controle e supervisão, comissionamento e startup. A qualidade na execução do serviço evita futuros transtornos tais como: retrabalho; necessidade de correções; paradas não programadas; oneração da obra. Fundamental para a experiência do cliente na contratação modelo turnkey é o cumprimento de todas as etapas no cronograma acordado. É alta a probabilidade de que a data prevista para a energização de uma subestação esteja atribuída a demanda reprimida do conjunto, necessidade de potência instalada para a instalação de uma indústria ou ampliação da capacidade de produção de uma planta. Logo, postergações na data poderão impactar negativamente os clientes finais de uma instalação elétrica, prejudicando a imagem das distribuidoras de energia.

Quando a obra e o processo de automação são acompanhados por um especialista, a detecção de futuras anomalias é aprimorada. Com isto, reduz-se o risco de desligamentos indevidos no fornecimento de energia, bem como atrasos no reestabelecimento do fornecimento. Alguns dos principais defeitos encontrados são: equívoco no lançamento de fios; inconsistências nas lógicas digitais (ajustes e sistemas); divergências em projetos esquemáticos; desvios de montagem, entre outros.

Considerando os pilares apresentados (segurança e qualidade), bem como os riscos a que o empreendimento é submetido caso não haja um correto acompanhamento por especialistas, nota-se a importância da participação das equipes de manutenção durante todo o processo de planejamento, projeto e construção de subestações e linhas de transmissão.

A contribuição da manutenção nos processos de projetos e obras

Para garantir a entrega de uma obra com sucesso, é vital que haja sempre uma interface entre as áreas interessadas, dentre as quais destacam-se normatização/projetos, execução e manutenção/operação. Considerando o ciclo de vida dos ativos, as principais contribuições da área de manutenção para o processo são:

- ***Normatização técnica:*** apontamento de sugestões de aspectos construtivos, compartilhamento de histórico de falhas e defeitos, recomendação de boas práticas e padrões construtivos para redução de custos futuros;
- ***Planejamento e estudos preliminares:*** definição de pontos para auxílio em futuras operações logísticas; estudos operativos perante condições de contingência; suporte na definição de topologias de instalações;
- ***Elaboração de projetos eletromecânicos, elétricos e funcionais:*** consulta na definição de equipamentos e posicionamento, favorecendo aspectos de segurança e logística; suporte na definição de lista de pontos de equipamentos que vão para o sistema supervisório;
- ***Aquisição de equipamentos e controle de qualidade:*** verificação do atendimento a especificações técnicas; apoio/acompanhamento em processo de TAF – testes de aceitação em fábrica; verificação de defeitos e fragilidades construtivas em equipamentos; diagnóstico de defeitos e falhas em nível incipiente;
- ***Execução de obras civis:*** conferência da integridade de bases de equipamentos; acompanhamento de construção de malhas de aterramento; apoio na definição de arruamentos para facilitar o trânsito de caminhonetes e caminhões;
- ***Montagens eletromecânicas e elétricas:*** acompanhamento de transporte e recebimento de equipamentos; inspeção visual em equipamentos antes e durante o processo de montagem;
- ***Ensaios elétricos, testes funcionais e comissionamento:*** verificação de características de defeitos, localização de falhas incipientes, apoio à área de construção na abertura de incidentes junto a fornecedores, conhecimento da planta que irá receber e os ativos correspondentes;
- ***Acompanhamento de energização a vazio e em carga:*** verificação do correto funcionamento dos equipamentos em seus instantes iniciais; monitoramento de parâmetros diversos que podem indicar falhas incipientes; complemento no conhecimento de características técnicas da planta e ativos.

Considerações Finais

O modelo de contratação em regime turnkey é uma presença constante no setor elétrico, tanto para distribuidoras como para clientes, uma vez que as praticidades deste modelo se mostram atrativas para a contratante. No entanto, caso não ocorra uma boa comunicação e troca de experiências entre a contratada e as áreas de operação e manutenção, poderão surgir adversidades futuras nas instalações e ativos da contratante, que trarão transtornos não previstos para a empresa. Recomenda-se, então, que durante todo o processo de contratação integrantes das equipes de O&M participem do fluxo de construção da instalação.

**Felipe Resende de Carvalho Sousa é bacharel (2014), mestre (2017) e doutor (2021) em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás. Atua na Enel Distribuição Goiás na manutenção de subestações e linhas de alta tensão.*

Caio Huais é engenheiro de produção, pós-graduado em Engenharia Elétrica e Automação com MBA em Engenharia de Manutenção. Atualmente, é gerente corporativo de manutenção de alta tensão no Grupo Equatorial Energia.

MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

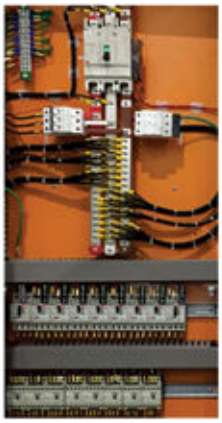
Solução completa em dispositivos de proteção, comando e medição elétrica

Qualidade japonesa com ótimo custo-benefício na sua instalação

Referência mundial em automação industrial, a Mitsubishi Electric fornece também produtos e soluções para proteção elétrica de instalações, que podem ser aplicados em diversos segmentos, de grandes indústrias e edifícios a painéis e residências, inclusive no canteiro de obras.

Nossa família de produtos de baixa tensão é composta por disjuntores, contatores, relés de sobrecarga e multimedidores. São mais de cinco mil itens fabricados no Japão, de fácil instalação e manutenção, além de alta qualidade, confiabilidade e custo-benefício. São disjuntores até 6.300A e partidas de motores até 800A que seguem as principais normas internacionais de segurança, atendendo inúmeros clientes ao redor do mundo.

No Brasil, contamos com uma vasta rede de distribuidores e integradores de sistemas devidamente treinados e prontos para atendê-lo tanto em novas instalações como em retrofits. Acesse os nossos canais de comunicação e conheça mais.



Leia o QR Code e conheça nossos Cursos Online gratuitos

mitsubishielectric.com.br/ia

(11) 4689-3000

mitsubishielectric.com.br/facebook

mitsubishielectric.com.br/instagram

mitsubishielectric.com.br/linkedin

mitsubishielectric.com.br/youtube

Gimi Bonomi LATIN AMERICA
TRAEL TRANSFORMADORES ELÉTRICOS TRAEL 30 anos
CLAMPER

*Por Thales Cyrino e Rodrigo Leal**

Capítulo V

História e evolução dos Centros de Operações de Segurança (SOCs)

Como abordado em capítulos anteriores, as ameaças de segurança cibernética estão se tornando mais complexas e sofisticadas. Por trás destas ameaças estão organizações com alto nível de conhecimento, como Anonymous, Conti, Revil, Lapsus$ e outras. As principais motivações para os ciberataques são ganhos financeiros, reconhecimento, motivação política, espionagem corporativa, dentre outras. Neste contexto, é possível identificar que qualquer pessoa, organização pública ou privada, país ou qualquer outra entidade que, de alguma forma esteja conectada, é um alvo em potencial.

Para se proteger deste tipo de ataque, primeiramente, é necessário monitorar todos os ativos que possam ser uma porta de entrada para ameaças digitais e, hoje, com o aumento exponencial das superfícies expostas, isto se torna cada vez um desafio maior. Além desta etapa, é fundamental termos ações visando construir redes robustas e controles de acessos seguros, como já tratado nos capítulos passados.

Para endereçar a necessidade de monitoramento constante foram criados os SOCs - Security Operation Centers. O SOC é um conjunto de profissionais de segurança cibernética responsáveis pelo monitoramento e investigação em tempo real de eventos de segurança para prevenir, detectar e responder a ameaças cibernéticas através processos e tecnologias.

Os SOCs são o resultado da soma entre as melhores tecnologias de segurança, gerenciadas pelos mais experientes profissionais com processos realmente qualificados e eficazes. Com operações 24x7, os analistas monitoram e gerenciam cada ativo da companhia e respondem prontamente a qualquer sinal de alerta. É difícil algo passar despercebido. Eles têm ali, ao alcance dos olhos, tudo que pode representar uma ameaça para o negócio: uma informação sensível sendo enviada para uma pessoa de fora da empresa, uma máquina desatualizada, configurações malfeitas, tentativas de acesso a dados sigilosos por pessoas não autorizadas, tudo que possa representar um risco cibernético deve ser identificado e tratado da melhor forma possível. Dessa maneira, através de uma metodologia, é possível conter as atividades suspeitas rapidamente.

A história de evolução do SOC está relacionada à evolução dos ataques e das ferramentas de segurança, ao aprimoramento dos processos e, no centro de tudo, à capacitação dos profissionais.

Podemos dividir esta história em 4 principais momentos:

• ***Monitoração de disponibilidade***

Nesta fase, basicamente, era feita uma gestão de ativos de rede e análise de código malicioso, o que podemos entender como um NOC – Network Operation Center, modelo existente até 1995 e realizado principalmente por Governos e Forças Militares.

• ***Monitoração reativa***

Podemos dizer que foi a partir de 1996 que realmente se iniciaram as primeiras iniciativas de SOC. Com a implementação de antivírus, IDS e Firewalls foi possível identificar vírus e intrusos. A partir de 2001, com a implantação de gestão de vulnerabilidades, IPS e AntiSpam, foi possível iniciar um trabalho de conformidade e aumentar a capacidade de resposta a incidentes, já que a visibilidade de fato aumentou.

Entre 1996 e 2006, o papel do SOC ainda era reativo e somente Governos, Forças Militares, grandes empresas e bancos implementavam esta estrutura dentro de suas organizações.

• ***Monitoramento proativo***

A principal evolução que ocorreu no modelo de SOC foi entre 2007 e 2013, quando, de fato, o monitoramento passou a ser

proativo. Com a implementação de soluções de DLP (data leakage prevention), SIEM (Security Information and Event Management), passou a ser possível identificar APTs (Advanced Persistent Threats). O termo APTs é utilizado para descrever um ataque onde o intruso ou intrusos estabelecem uma conexão de longo prazo em uma rede para extrair dados sensíveis e confidenciais. O principal trabalho do SOC neste período foi identificar e conter APTs, iniciando assim uma monitoração proativa. Neste período também surgiram os MSSPs (Managed Security Services Providers), empresas especializadas em prover serviços de SOC, o que permitiu que outras organizações, além de Governos, forças militares, grandes empresas e bancos, pudessem contar com um SOC, já que o alto custo em ferramentas, processos e pessoas era e ainda é inviável para muitas companhias.

Entre 2013 e 2015, o monitoramento proativo evoluiu ainda mais com a adoção de tecnologias e processos, como CASB, Cloud Security, UEBA, TIP, Sandboxing, CERT e BYOD.

• ***Monitoramento proativo com automação***

A partir de 2015 o SOC continuou evoluindo com a inclusão de "threat intelligence", através de feeds opensource e comerciais. A inteligência contra ameaças enriqueceu o contexto dos incidentes e ajudou os analistas de segurança a tomarem melhores decisões. O threat intelligence também deu visibilidade às táticas, aos comportamentos, às ferramentas e aos processos dos adversários, adicionando mais valor aos SOCs através de TTPs (Táticas, Técnicas e Procedimentos) focados em threat hunting, permitindo uma detecção e remediação de ameaças escondidas mais rapidamente. Para se ter uma ideia, em 2013, o MITRE iniciou o ATT&CK que é uma base de conhecimento de comportamento e taxonomia dos adversários cibernéticos, que passou a ser utilizado em maior escala pelos SOCs neste momento.

Outro grande avanço neste momento foi a adoção de automação, ou seja, através de ferramentas como a SOAR (Security Orchestration, Automation and Response), foi possível escalar as respostas aos incidentes já conhecidos implementando estas automações. A implantação de automação nos SOCs faz parte de processo contínuo de evolução.

Os SOCs continuam em processo de evolução contínuo, primeiro, para atender à demanda de proteger mais superfícies expostas, e, segundo, para tentar se antecipar às novas ameaças que surgem todos os dias. O investimento em conhecimento é de suma importância, atrelado ao grande desafio da falta de profissionais. Hoje se estima que faltam 4 milhões de profissionais de cybersecurity no mundo, 441 mil só no Brasil. Atualmente, no mundo 100% conectado, todas as organizações devem possuir um SOC, próprio ou terceirizado, uma vez que é muito importante

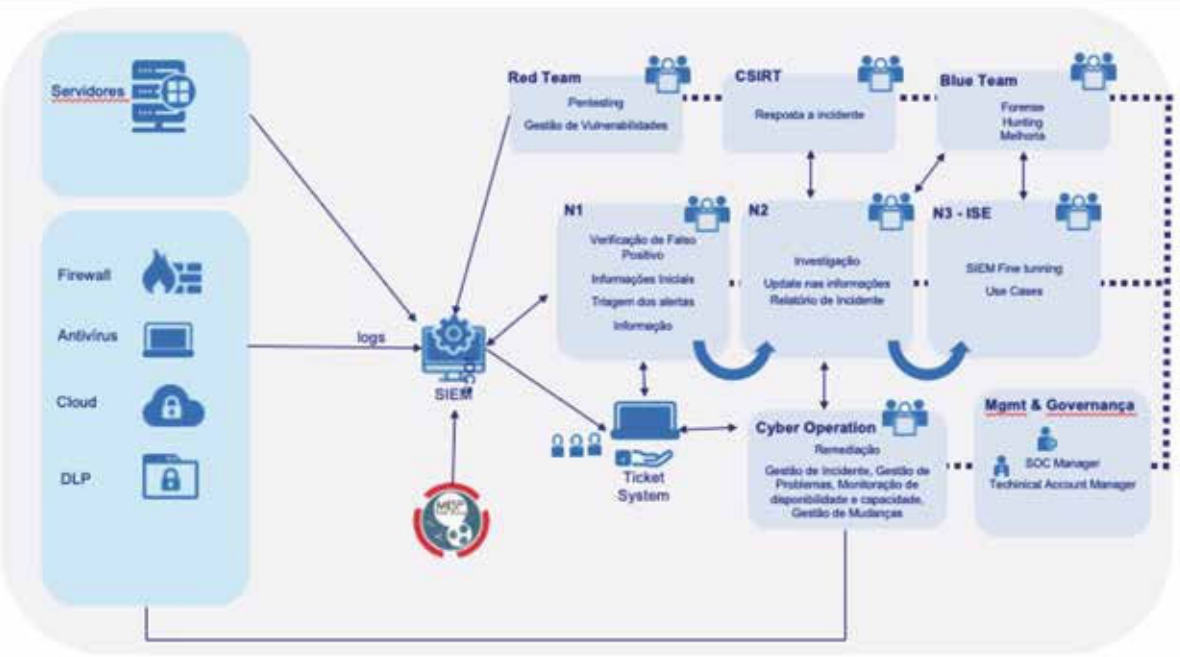


Figura 1 – Modelo de estruturação de um SOC.

para avaliar todos os desafios e riscos, entender os custos diretos e indiretos de se manter uma estrutura atualizada em processos, pessoas e tecnologias para que o negócio não seja afetado.

O SOC deve estar sob gestão de um CISO (Chief Information Security Officer), mas esta é apenas uma de suas responsabilidades. Portanto, o SOC deve ser gerenciado ou dirigido por um profissional sênior que reporte diretamente ao CISO, já que este é responsável também pelo planejamento de arquitetura de segurança e pelo alinhamento constante com o board e as áreas de negócio para entender e apoiar o desenvolvimento do negócio com segurança, através de uma metodologia de security by design, governança, fraude, programas de conscientização, entre outros. É importante também que o CISO tenha autonomia e reporte diretamente ao board, e não mais ao CIO. Este é um movimento global que já vem ocorrendo e o principal motivo é garantir autonomia a este profissional, considerando que cybersecurity hoje é um risco de negócio e deve ser tratado como tal.

Existem diversas formas de se estruturar um SOC, dependendo do nível de maturidade da organização. A Figura 1 traz um modelo com algumas funções, como Red Team, CSIRT, Blue Team, Cybersecurity Operations, Gestão e Governança, e N1, N2 e N3 para gestão e triagem dos eventos.

Como se pode notar, é possível internalizar ou terceirizar cada uma destas funções de acordo com o momento e recursos de cada organização. Independentemente de qual parte do SOC seja interna ou externa, é importante entender os desafios, as vantagens e as desvantagens de cada modelo.

As principais vantagens de se terceirizar um SOC são: menor valor de investimento e facilidade para gerenciar os custos, acesso imediato a especialistas em cybersecurity, escalabilidade, flexibilidade, acesso a múltiplos feeds de threat intelligence, isenção de conflito com outras áreas da organização.

Já as principais desvantagens podem ser: envio de dados para fora do perímetro, acesso a um time compartilhado, conhecimento limitado do negócio, pouca possibilidade de customização de serviços e valores.

Por isso, a decisão de se terceirizar e a escolha de uma empresa para fornecer este tipo de serviço devem ser feitas de forma criteriosa para que as vantagens possam superar as desvantagens, já que os Centros de Operações de Segurança oferecem às empresas a oportunidade de se manterem focadas em seu core business. Diante de um cenário em que organizações passam por uma grande transformação digital e enfrentam ameaças em constante evolução, ao mesmo tempo em que lidam com os crescentes custos e a complexidade de sua infraestrutura, o SOC como serviço se mostra uma alternativa eficaz para desafogar os times de TI e apoiar as decisões de negócios.

**Thales Cyrino é técnico em processamento de dados, administrador de empresa pela Universidade Anhembi Morumbi e pós-graduado em Marketing pela FGV SP, com mais de 20 anos de experiência no mercado de TI. Atualmente, é diretor de vendas de cybersecurity na NTT.*

Rodrigo Leal é graduado e mestre em Engenharia Elétrica com MBA em Gestão de Projetos e cursando MBA Executivo de Negócios do Setor Elétrico pela Fundação Getúlio Vargas. Desde 2006 é funcionário da Chesf, onde já exerceu cargos de Assessor e Gerente, na área de Telecomunicações, Proteção e Automação. Atualmente está como assessor do Diretor de Operação. Também ocupa a posição de Vice-Presidente do Conselho Diretor da UTC América Latina e Coordenador do Comitê de Tecnologia da Informação e Telecomunicações no CIGRE-Brasil.

Renováveis

ENERGIAS COMPLEMENTARES

Ano 5 - Edição 63 / Julho de 2022

Atitude.editorial

ARMAZENAMENTO DE ENERGIA:

Inserção de sistemas de armazenamento no setor elétrico brasileiro – desafios e soluções regulatórias

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: Em um semestre histórico, geração distribuída cresce 500 MW por mês

ENERGIA SOLAR: As tarifas de transmissão e o desenvolvimento da fonte solar

APOIO

ABEEólica Associação Brasileira de Energia Eólica

ABGD Associação Brasileira de Geração Distribuída

ABSOLAR Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

*Por Markus Vlasits e Tiago Barros**

Capítulo V

INSERÇÃO DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO – DESAFIOS E SOLUÇÕES REGULATÓRIAS

INTRODUÇÃO

No capítulo III do nosso fascículo, publicado na edição 186 da revista, falamos sobre a relevância de sistemas de armazenamento para reduzir o custo de geração e para a descarbonização de sistemas isolados. Já no capítulo IV apresentamos as principais aplicações de sistemas de armazenamento de grande porte no âmbito do setor elétrico brasileiro. Destacamos como aplicações prioritárias: reserva de capacidade, principalmente na modalidade do produto potência, a prestação de serviços ancilares, o uso de sistemas de armazenamento para mitigar os efeitos do constrained-off e o uso do armazenamento no âmbito da transmissão e distribuição de energia elétrica.

A relevância e competitividade de sistemas de armazenamento para a prestação desses serviços são confirmadas pelas experiências obtidas em mercados internacionais. Nos Estados Unidos, sistemas de armazenamento estão substituindo o despacho de usinas termoelétricas durante o horário ponta. No Reino Unido, a autoridade reguladora estabeleu uma série de produtos, tais como o 'dynamic firm frequency response' ou o 'dynamic containment', que permitem a contratação de sistemas de armazenamento, aproveitando da sua agilidade e flexibilidade para a prestação de serviços ancilares no contexto de uma matriz elétrica com participação crescente de recursos renováveis variáveis. Sistemas de armazenamento já estão sendo usados como reserva de capacidade em vários países, incluindo Itália, Bélgica e o Reino Unido. E em países como Alemanha, França e Lituânia, projetos de armazenamento estão sendo implementados para tornar as redes de transmissão de energia mais eficientes, flexíveis e mais robustas.

Evidentemente, estes projetos internacionais não estão acontecendo em um 'vácuo regulatório'. Muito pelo contrário! Tratando-se de serviços prestados para a rede elétrica como um todo, e envolvendo, em algumas localidades, situações de monopólios naturais, uma regulamentação clara e específica torna-se essencial para que esse tipo de serviço possa ser prestado e para que o benefício gerado pelos recursos de armazenamento possa ser capturado pela sociedade e pelos usuários do sistema elétrico.

Neste capítulo, assim como nos anteriores, focaremos em aplicações com relevância para o setor elétrico brasileiro, principalmente reserva de capacidade, serviços ancilares, armazenamento no âmbito da transmissão e distribuição, bem como para sistemas isolados. O uso de sistemas por agregadores, os operadores dos chamados 'virtual power plants' e as aplicações 'atrás do medidor' serão objeto de um capítulo futuro deste fascículo.

PROBLEMAS E PRINCÍPIOS REGULATÓRIOS PARA O ARMAZENAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Deve-se reconhecer que sistemas de armazenamento representam um desafio para qualquer órgão regulador. Primeiro, porque um sistema de armazenamento –independente da tecnologia usada – em determinados momentos pode se comportar como uma carga e, em outros momentos, como uma fonte de energia. Adicionalmente, sistemas de armazenamento, principalmente aqueles usando o armazenamento eletroquímico, podem prestar uma série de serviços independente do seu local de instalação e da natureza do seu titular. Por exemplo, um sistema de armazenamento acoplado a uma unidade geradora poderá ser usado como reserva de capacidade, ou prestar serviços ancilares. Contudo, um sistema operado por um agente de transmissão poderia prestar esses mesmos serviços. Já um agente de armazenamento, dedicado exclusivamente à operação desses ativos, poderia prestar serviços ancilares, prover reserva de capacidade e postergar investimentos em transmissão, por exemplo.

Em muitos países, o setor elétrico é dividido em vários segmentos, caraterizados por atividades mutuamente excludentes – geração, transmissão, distribuição, comercialização e consumo. Também é comum em diversos locais do mundo que agentes pertencentes a um determinado segmento não possam exercitar as atividades de um outro. Evidentemente, dada a natureza transversal da tecnologia de armazenamento e as caraterísticas 'multiuso' que possui, seu enquadramento em um desses segmentos fica difícil ou até impossível.

Em alguns países, sistemas de armazenamento – novamente não importando a tecnologia utilizada – foram classificados no segmento de geração, como se fossem fontes de energia. Este é o caso do Reino Unido. Para fins de licenciamento de projetos, o Electricity Act de 1989 estabelece que bancos de baterias e demais sistemas de armazenamento deveriam ser tratados como ativos de geração. Na França e na Alemanha existem regras semelhantes. Todavia, do ponto de vista técnico, esse enquadramento não corresponde à realidade operativa e não representa adequadamente os serviços prestados e o valor adicionado pelos recursos de armazenamento ao sistema elétrico. Independente da tecnologia que façam uso, sistemas de armazenamento nunca geram energia, eles simplesmente a armazenam. Na verdade, esse processo consome energia. Mesmo os mais eficientes sistemas eletroquímicos, usando baterias de íons de lítio de ponta, não são neutros do ponto de vista energético. Eles têm uma 'round trip efficiency' entre 85% e 95%, ou seja, em cada ciclo de carregamento e descarregamento, 5% a 15% da energia armazenada está sendo desperdiçada.

Diante dessas caraterísticas, há que se perguntar: como classificar sistemas de armazenamento do ponto de vista regulatório? Como melhor lidar com sua versatilidade funcional? Sistemas operados por agentes de diferentes segmentos podem preencher as mesmas funcionalidades? Uma possível resposta a esta pergunta pode ser encontrada no Chile. Em 2016, o país andino promulgou a lei 20936, cujo principal objetivo é estabelecer

um novo sistema de transmissão elétrica e criar um órgão independente de coordenação do sistema elétrico. Esta lei, no seu artigo 225, estabelece o seguinte:

"Sistema de armazenamento de energia: equipamento tecnológico capaz de retirar energia do sistema elétrico, transformá-la em outro tipo de energia (química, potencial, térmica, entre outras) e armazená-la para, por meio de uma transformação inversa, injetá-la de volta na rede elétrica, contribuindo para a segurança, suficiência ou eficiência econômica do sistema, conforme determinado pela regulamentação.

Para estes efeitos, os montantes de energia retirados no processo de armazenamento não estarão sujeitos aos encargos associados aos clientes finais. A regulamentação estabelecerá as disposições aplicáveis às referidas retiradas." (Tradução dos autores).

À primeira vista, parece ser um conceito interessante que pode servir como inspiração para as discussões referentes ao enquadramento regulatório do armazenamento para o setor elétrico brasileiro.

DEFINIÇÃO DE AGENTES E DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO

A inserção de sistemas de armazenamento na rede elétrica acontece de várias formas. De um lado, observamos a implementação de sistemas de armazenamento de forma separada, como ativo sui generis. De outro, encontramos projetos em que sistemas de armazenamento são acoplados a ativos de geração, transmissão ou distribuição, formando uma unidade operacional integrada.

Figura 1 - Projeto 'stand-alone' Drumkee, 80 MWh, Reino Unido.

Figura 2 - Projeto Edwards & Sanborn Solar + Storage: usina FV de 950 MWp, sistema de armazenamento de 2.400 MWh, Califórnia.

Do ponto de vista técnico, existem argumentos válidos para ambas as configurações. O acoplamento a ativos existentes de geração ou transmissão pode justificar-se pelo uso mais racional de pontos de conexão à rede elétrica ou pela grande variedade de aplicações que estes sistemas podem preencher no âmbito da geração, transmissão e distribuição. Não obstante, um projeto 'stand-alone' pode ser justificado pela necessidade de prestar serviços específicos em uma determinada localidade da rede elétrica, aproveitando-se da flexibilidade locacional da tecnologia, principalmente de sistemas de armazenamento com baterias. Evidentemente, um robusto marco regulatório deveria prever e permitir ambas as configurações, de modo que a escolha da alternativa mais adequada para cada caso concreto seja baseada nas condições técnicas e econômicas dos modelos de negócios, sem a limitação de barreiras regulatórias.

Atualmente, o arcabouço regulatório brasileiro não possui nenhuma definição de sistemas de armazenamento. Estes sistemas poderiam, de forma muito pragmática, ser definidos como 'sistemas capazes de absorver, armazenar e despachar energia elétrica de forma controlada'. Neste contexto, é importante observar o critério da neutralidade tecnológica, já que não cabe ao legislador, ou regulador, determinar a tecnologia de armazenamento (hídrico, eletroquímico, mecânico, térmico, entre outras) a ser utilizado, sendo igualmente importante não estabelecer nenhuma limitação com relação ao tipo ou origem de energia a ser utilizada para o carregamento de sistemas de armazenamento. Por mais desejável que seja o uso de energia renovável, não faz sentido estabelecer nenhuma prescrição legal ou regulatória a respeito.

Sistemas de armazenamento poderão ser operados por agentes específicos, definidos da seguinte forma: 'considera-se agente armazenador de energia elétrica a pessoa jurídica titular de autorização ou registro de sistemas de armazenamento para uso próprio, ou para prestação de serviços por sua conta e risco'. No entanto, como já mencionamos, é importante prever que os demais agentes do setor elétrico também possam ser donos e operar esses sistemas. A regulamentação deveria prever que: 'os agentes de geração, autoprodução, transmissão e distribuição de energia elétrica poderão possuir e operar sistemas de armazenamento, sem alteração das suas respectivas outorgas, autorizações, concessões e permissões'. Neste contexto, a determinação 'sem alteração das suas respectivas outorgas, autorizações, concessões e permissões' é crucial. Significa que o proprietário de uma usina fotovoltaica poderia adicionar um sistema de armazenamento à sua usina, sem que isto altere a natureza do seu ativo. A usina continua sendo um ativo de geração, a única diferença se dá pelo fato que esta usina, diferentemente de uma UFV "padrão", poderá despachar uma parte ou sua potência nominal em momentos quando não há irradiação solar. Por analogia, uma subestação da rede básica com um sistema de armazenamento acoplado aos seus transformadores continuaria sendo uma ativo de transmissão, e não uma instalação sui generis. A regulamentação também precisa prever regras para consumidores

mse engenharia

Há 42 anos **levando energia** para as principais **obras do país.**

Conheça as obras da mse.

Ano após ano estamos expandindo nossas operações e investindo em tecnologia, com soluções para atender obras industriais, de geração de energia, corporativas e de infraestrutura.

Acesse nosso site e entre em contato com nossa equipe de engenharia.

mse.com.br

mse

que desejam utilizar sistemas de armazenamento para fins de backup, ou para uma melhor gestão do seu consumo de energia elétrica. Estes, seja na qualidade de pessoas físicas ou jurídicas, e de forma individual ou agrupados em VPPs (virtual power plants), deveriam ter a possibilidade de possuir e operar sistemas de armazenamento aproveitando-se do ponto de conexão que eles possuem com a rede elétrica. As regras para a conexão desses sistemas à rede precisam ser especificadas pelo órgão regulador competente.

As definições recomendadas no parágrafo acima seriam muito úteis, pois elas permitiriam o uso de sistemas de armazenamento por todos os agentes, e ao mesmo tempo, contribuiriam para a neutralidade tecnológica. Ou seja: um agente do setor elétrico poderá avaliar se em uma determinada situação seria mais vantajoso usar um sistema de armazenamento ou outra tecnologia, facilitando a implantação daquela solução que promete o menor custo global para ele e para o sistema elétrico.

Dada a generalidade e importância dessas regras, seria muito importante que elas passassem a ter caráter de lei. Em tramitação na câmara dos deputados, o PL 414/21, que trata da modernização do setor elétrico, seria um excelente 'veículo' para incorporar essas regras. Como alternativa, também seria possível a construção de um projeto de lei específico acerca das atividades de armazenamento no sistema elétrico brasileiro, com abrangência tanto para o SIN (sistema interligado nacional), como para os sistemas isolados.

REGRAS PARA CONEXÃO À REDE

Em qualquer setor elétrico do mundo, as regras e os procedimentos que determinam o acesso à rede elétrica são de especial importância. Para sistemas de armazenamento, é um ponto particularmente sensível. Imaginemos um sistema de armazenamento prestando serviços de estabilização de frequência da rede elétrica (um dos serviços ancilares possíveis de serem prestados). Este sistema, ao longo do dia, realizará um grande número de curtos ciclos de carregamento e descarregamento, conforme for necessário para manter a rede elétrica dentro da faixa de frequência desejada.

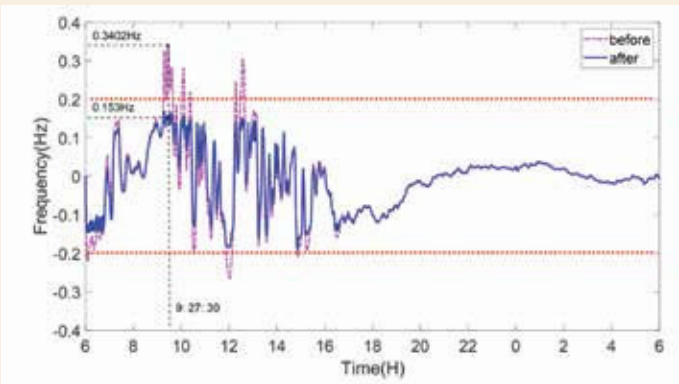


Figura 3 - Uso de sistema de armazenamento com baterias para regulação de frequência. Fonte: Yongzgu Hua et al.: Voltage/Frequency Deviations Control via Distributed Battery Energy Storage System Considering State of Charge, applied sciences, 2019.

Sem dúvida alguma, o pior cenário, do ponto de vista regulatório, seria que cada um desses ciclos de carregamento e descarregamento fosse interpretado, de forma independente, como atividade de consumo e geração de energia elétrica. Por incrível que pareça, é exatamente este o entendimento que prevaleceu na Alemanha. Em 2009, em um processo envolvendo uma usina hidroelétrica reversível, a suprema corte do país determinou que 'em termos energéticos, os sistemas de armazenamento de energia elétrica têm uma dupla função. Por um lado, são os consumidores finais da eletricidade armazenada. A eletricidade armazenada em uma instalação de armazenamento de eletricidade é convertida em outra forma de energia e, portanto, é consumida. Por outro lado, o operador de armazenamento também é um produtor no que diz respeito às quantidades de eletricidade despachadas' (BGH EnVR 56/08 Rn. 9, citado pela Bundesnetzagentur, 2021). Neste caso, o Bundesgerichtshof entendeu que o ato de carregamento (bombeamento de água para o reservatório) e o ato de descarregamento (geração de energia via liberação da água armazenada) seriam dois atos separados, independentes um do outro, e consequentemente, todos os encargos e tributos aplicáveis ao consumo e à geração de energia deverão ser aplicados de forma cumulativa. Infelizmente, este mesmo entendimento foi mantido para outras tecnologias de armazenamento, incluindo sistemas de armazenamento com baterias. Sob o ponto de vista técnico, é uma interpretação questionável, já que um acumulador não tem a finalidade de conversão de energia elétrica e sim de armazená-la para uso posterior. Mas, aparentemente, não é esta a argumentação que prevaleceu na Alemanha.

Na nossa visão, o entendimento dos alemães é extremamente restritivo, e não leva em consideração que, em muitas situações, ciclos de carregamento e descarregamento de um sistema de armazenamento não são atividades de consumo ou geração separadas, mas simplesmente intervenções energéticas necessárias para prestar determinados serviços, tais como serviços ancilares, mitigação de constrained-off, entre outros.

Sem dúvida, agentes e sistemas de armazenamento também precisam pagar pelo uso da rede elétrica. No entanto, seria importante desenhar as regras de uso dos sistemas de transmissão e distribuição de forma para evitar o pagamento em duplicidade. Isto significa que sistemas de armazenamento acoplados a ativos de geração, transmissão ou distribuição não deverão ser sujeitos às cobranças adicionais de tarifas de uso da rede elétrica quando estas tarifas já foram cobradas dos respectivos ativos 'base' e não haja aumento na demanda máxima contratada. Já os agentes de armazenamento, cuja única finalidade consiste na prestação de serviços para a rede elétrica, não deveriam ser cobrados de forma cumulativa, como acontece na Alemanha, mas apenas uma única vez. Por exemplo, a regulamentação poderia prever que não serão cobrados desses agentes os encargos relativos ao consumo no momento do carregamento dos seus sistemas. Na hora de detalhar essas regras, surgirão uma série de perguntas sem respostas óbvias,

como por exemplo: um sistema de armazenamento que carrega no horário fora-ponta, e descarrega na ponta deveria ser cobrado por qual Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (Tusd)? Àquela da ponta, da fora-ponta, ou uma média ponderada de ambos? Ainda não está claro.

Dada a relevância destes aspectos, seria importante que as regras gerais referentes à conexão à rede sejam estabelecidas por lei, assim como as definições mencionadas no parágrafo anterior. Adicionalmente, será necessário construir um detalhado marco infralegal, a fim de definir de forma satisfatória e justa todas as modalidades de acesso à rede por agentes e sistemas de armazenamento.

METAS DE DESCARBONIZAÇÃO

No Brasil, conforme dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as fontes fósseis representam 16,17% da capacidade de geração de energia elétrica. É um valor muito pequeno quando comparado com as demais grandes economias do planeta. Nos Estados Unidos, as fontes renováveis representam apenas 15% da matriz elétrica, na China são 25%, no Reino Unido 33%, na Alemanha 46%, e o Canadá, beneficiado por uma extensa matriz hidroelétrica, gera 65% da sua eletricidade a partir de fontes renováveis. No entanto, esses 16,17% de geração fóssil no setor elétrico brasileiro representam 10% do total de gases de efeito estufa emitidos por processos industriais no Brasil – no total são mais de 53 milhões de toneladas de equivalente de dióxido de carbono (CO2e).

Avaliando o desafio da descarbonização sob a ótica da racionalidade econômica, parece óbvio focar as ações de supressão de gases ESG naqueles setores, onde o custo da tonelada de CO2 evitada seja o menor possível. Importante ressaltar que o setor elétrico brasileiro tem custos de mitigação negativos, já que quase todas as fontes renováveis têm um custo de geração menor que as fontes fósseis. Não é à toa que a Bloomberg prognosticou que até 2030 o setor elétrico brasileiro poderá ser predominantemente renovável. Como as fontes renováveis, principalmente a solar fotovoltaica e a eólica, são extremamente competitivas no Brasil, a descarbonização e a modicidade tarifária não são metas contraditórias. Pelo contrário: elas se complementam.

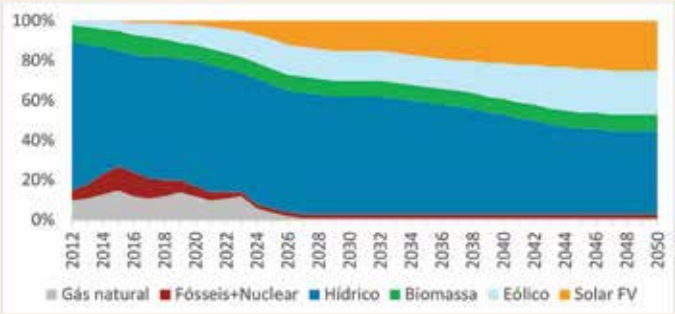


Figura 4 – Perspectiva da participação das fontes renováveis no Brasil. Fonte: Bloomberg, 2019.

A lei 8.987, que dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos, estabelece no seu artigo 6° que *'toda concessão ou permissão pressupõe a prestação de serviço adequado ao pleno atendimento dos usuários'*, e esclarece que o serviço adequado é aquele que *'satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, ..., e modicidade das tarifas'.* Que tal complementar o 'mandamento' da modicidade com uma meta de descarbonização? Seria bom para o clima, fomentaria o crescimento das fontes renováveis, e ainda traria impulsos positivos para o armazenamento de energia.

REGULAMENTAÇÕES PARA SERVIÇOS E APLICAÇÕES ESPECÍFICAS

Por mais importantes que sejam as determinações feitas no capítulo anterior, elas ainda não estabelecem as regras necessárias para tornar realidade nossas aplicações prioritárias – reserva de capacidade, serviços ancilares, armazenamento para transmissão e distribuição, e sistemas isolados. Para isso, precisamos de mecanismos específicos, e muitos deles não terão caráter de lei, mas serão portarias ministeriais e resoluções normativas de agências reguladoras. Ou seja, estamos falando de instrumentos infralegais. Os parágrafos a seguir darão um breve resumo das principais alterações que seriam necessárias para estimular o mercado de armazenamento, respeitando os princípios de modicidade tarifária, neutralidade tecnológica, e também de descarbonização.

Reserva de capacidade

Conforme mostramos no capítulo IV deste fascículo, a prestação do serviço de reserva de capacidade será uma das mais importantes aplicações da tecnologia de armazenamento no setor elétrico brasileiro, e a inovação regulatória introduzida no ano passado – a contratação separada dos produtos potência e energia – será essencial para facilitar a inclusão de sistemas de armazenamento em leilões futuros.

Além da competitividade de custo, sistemas de armazenamento proporcionam uma flexibilidade operacional para este tipo de serviços que outras tecnologias dificilmente oferecerão. Atualmente, as principais fontes para a prestação deste serviço são os geradores a gás natural. Estes geradores, especialmente as instalações a ciclo combinado, são caraterizados por uma séria de inflexibilidades operacionais: possuem uma 'rampa' que, em alguns casos, pode chegar até 24 horas (tempo percorrido entre a ativação do gerador até o início da geração de energia elétrica), exigem uma duração mínima de operação – que em muitos casos ultrapassa a duração desejada de intervenção – e também requerem uma "pausa mínima" entre dois acionamentos. Conjuntamente, esses fatores impossibilitam a operação otimizada de geradores termoelétricos para o serviço de reserva de capacidade, exceto em situações que requerem um despacho de longa duração. Sistemas de armazenamento, especialmente aqueles usando baterias, podem eliminar essas restrições operacionais por completo.

É importante ressaltar que, atualmente, as inflexibilidades operacionais dos geradores termoelétricos não estão incorporadas na precificação dos serviços por eles prestados. Além da remuneração

contratada através do leilão, esses agentes recebem um ressarcimento pelo custo da rampa e outras despesas operacionais, que são contabilizados nos Encargos de Serviços do Sistema (ESS).

Para que sistemas de armazenamento possam participar de leilões futuros, uma série de ajustes serão necessários:

• Ampliação dos produtos do leilão, permitindo a participação de sistemas de armazenamento independentes (não associados a empreendimentos de geração), também como sistemas de armazenamento acoplados a unidades geradoras com caraterísticas de flexibilidade operacional;
• Os requisitos de cadastramento de sistemas de armazenamento precisarão assegurar que certos padrões mínimos de eficiência (roundtrip efficiency) e durabilidade (número de ciclos suportados pelas tecnologias de armazenamento) sejam atingidos;
• O edital do leilão terá que especificar a frequência máxima de uso (número de ciclos anuais), bem como a autonomia desejada. Este último ponto é crucial, sendo que a precificação dos lances será feita em R$ por MW de potência, enquanto o capex dos projetos de armazenamento é determinado, predominantemente, pela autonomia desejada (MWh);
• Também será importante revisar a metodologia de precificação dos lances, assegurando que as externalidades negativas causadas pelos geradores termoelétricos sejam devidamente incorporadas na precificação dos seus lances. Adicionalmente, será importante levar em consideração o CVU dos projetos que participarão de leilões futuros.

Armazenamento no âmbito da transmissão e distribuição

Atualmente, está sendo implementado na subestação de Registro/SP, o maior sistema de armazenamento no Brasil, com potência de 30 MW e capacidade de 60 MWh (autonomia de 2 horas). Será usado para assegurar a segurança e a qualidade de fornecimento de energia elétrica no litoral sul paulista, especialmente durante os meses de alta temporada.

Este sistema foi aprovado como reforço de rede para um ativo de transmissão através de uma resolução autorizativa da ANEEL. Tal alternativa foi baseada nos estudos desenvolvidos no âmbito chamado GT (grupo de trabalho) Litoral, ao longo de mais de um ano e meio. Neste GT, participaram, além da ANEEL, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e as concessionárias de transmissão e distribuição das regiões afetadas. Foram avaliadas, de forma detalhada, várias opções de reforço de rede e de sistemas de armazenamento, para diferentes subestações da região. Ao final das avaliações e ponderações com os agentes envolvidos, a opção de armazenamento com 30MW/60MWh e uma opção "convencional" ficaram com custos semelhantes, dentro da margem de empate do critério de menor custo global. No entanto, a opção 'armazenamento' teve uma vantagem importante com relação ao prazo de realização. Depois de muitas deliberações, o projeto foi autorizado em novembro do ano passado, e deve entrar em operação em novembro de 2022, ou seja, apenas 12 meses após sua autorização. Comparado com os prazos de implementação de soluções "tradicionais" do setor de transmissão, isso é muito rápido.

Este exemplo mostra que a inclusão de sistemas de armazenamento no âmbito da transmissão e distribuição é complexa do ponto de vista analítico, e requer uma ampliação e alteração das metodologias de planejamento dessas redes. Será essencial que a EPE incorpore nas suas análises de expansão de rede as caraterísticas e potenciais benefícios de sistemas de armazenamento. As condições que viabilizam esse tipo de projetos são, sem dúvida alguma, específicas. Estamos falando de fatores tais como curvas de cargas com sazonalidade expressiva e grandes picos horários, restrições espaciais, dificultando a implementação de linhas e subestações, e restrições de cronograma. Sempre quando esses fatores estiverem presentes, sistemas de armazenamento podem representar uma alternativa atraente.

Além da ampliação das metodologias de estudo, a inserção de sistemas de armazenamento também será facilitada pela inclusão da tecnologia nos leilões de sistemas de transmissão, assim como a elegibilidade de sistemas de armazenamento para remunerações no âmbito das receitas anuais permitidas (RAP).

Serviços ancilares

O termo 'serviços ancilares' refere-se a uma ampla gama de serviços voltados a assegurar a estabilidade e o funcionamento seguro da rede elétrica. As aplicações "clássicas" são o controle de tensão, controle de frequência e black start (recomposição de rede após falha e interrupção de suprimento). Alguns autores também incluem reserva de capacidade (já analisada no parágrafo 6.1.) e programas de resposta à demanda.

Conforme já mencionamos no capítulo IV deste fascículo, no Brasil, os serviços ancilares são prestados por máquinas rotativas – principalmente os geradores das grandes usinas hidrelétricas – por níveis de remuneração muito baixos. Antes de debater os ajustes regulatórios necessários para facilitar o uso de sistemas de armazenamento para a prestação desses serviços, será necessário fazer duas reflexões:

• Quais são os serviços ancilares que o setor elétrico brasileiro efetivamente precisará, levando em consideração alterações estruturais – principalmente o crescimento de fontes renováveis não despacháveis, e da geração distribuída – e o maior risco de alterações desfavoráveis na vazão afluente das grandes usinas hidroelétricas do país? Conforme mostra o exemplo do setor britânico de serviços ancilares, apresentado no capítulo anterior, sistema de armazenamento poderão ter uma vantagem competitiva sempre que um determinado serviço exija velocidade e agilidade na resposta, e quando as intervenções são de curta duração. No entanto, a pergunta não diz respeito a "quais seriam os serviços que o sistema de armazenamento poderia prestar". O questionamento a ser feito é: quais serão os tipos de serviços que o sistema elétrico interligado (SIN) precisará para estar bem preparado para os desafios do futuro e qual será a competitividade de sistemas de armazenamento na prestação desses serviços, em comparação com outras tecnologias;
• Em segundo lugar, será necessário determinar um nível de

remuneração justo que capture o valor destas atividades e ao mesmo tempo leve em consideração a remuneração mínima que os prestadores desses serviços precisarão – sejam eles agentes de armazenamento ou outros.

Sistemas isolados

Conforme mencionamos no terceiro capítulo deste fascículo, os sistemas isolados representam menos de 1% da carga total do sistema elétrico brasileiro, mas sua geração é predominantemente fóssil. Segundo dados disponibilizados pelo ONS, 95% da potência instalada em sistemas isolados públicos é de geradores à óleo diesel e demais tipos de óleos combustíveis. A capacidade de geração para sistemas isolados públicos é contratada através de leilões públicos. Em princípio, tanto fontes renováveis como sistemas de armazenamento podem participar desses leilões. No entanto, não é isto que acontece. No último leilão, quase 30% dos projetos habilitados contemplavam sistema de armazenamento, mas nenhum desses projetos conseguiu arrematar um lote. Novamente, o óleo diesel saiu como fonte vencedora, representando mais de 60% da potência contratada.

Figura 5 – Fontes habilitadas e contratadas em leilões. Fonte: EPE, CCEE, MME.

No leilão do ano passado, chama atenção o preço das fontes fósseis, principalmente da geração diesel em Roraima e no Acre. São valores muito baixos, quando considerados os atuais custos de combustível. É importante entender que estes preços não necessariamente representam o custo futuro de geração quando esses empreendimentos entrarem em operação. Para fins de comparação de lances no dia do leilão, a EPE disponibiliza preços de referência, que sempre estão baseados no histórico de preços – no caso do óleo diesel da média dos preços da região Norte, conforme apurado pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), e no caso do gás natural de uma cesta de preços internacionais cotados em dólar americano (USD). O empreendedor não está preocupado com a evolução futura desses preços, porque segundo as regras desses leilões, ele poderá repassar todo e qualquer aumento de preços de combustíveis à sociedade.

Resultados por lote, fonte e prazo –

Lote	Estado	Fonte	Potência (MWmed)	Prazo (meses)	Preço (R$/MWh)
1	Acre	Diesel	30	30	1.098
2	Amazonas	Gás natural	4	180(?)	890
3	Pará	Biodiesel	17	28-46	1.100
4	Rondônia	Biodiesel	0,4	180	1.252
5	Roraima	Diesel	3	60	989

Figura 6 – Tabela de resultados do leilão de 2021. Fonte: EPE, CCEE, MME

Seria desejável para leilões futuros que os órgãos responsáveis pela elaboração do edital e das notas técnicas (ANEEL e EPE) considerassem uma metodologia de precificação que possa incorporar a volatilidade dos preços de combustíveis fósseis e também sua tendência de aumento acima da inflação. Também serão necessários uma série de outros ajustes, um dos quais possa até aparecer contra intuitivo.

Curiosamente, um dos empecilhos tem sido o requerimento de que projetos renováveis precisem assim sê-lo em sua totalidade. Para projetos de biodiesel ou biomassa, isto não deve apresentar um grande problema. No entanto, para projetos usando a fonte solar fotovoltaica ou qualquer outra fonte variável, isto representa um desafio.

Análises indicam que uma solução híbrida, composta por um gerador fotovoltaico e um sistema de armazenamento, possui custos menores que um gerador a óleo diesel ou uma planta usando gás natural, desde que a exigência não seja a substituição completa do gerador termoelétrico. O equilíbrio econômico geralmente acontece com participações da fonte renovável no patamar de 75% a 85% da energia total – sendo que os últimos 15% são muito caros. Isso significa que a descarbonização da matriz elétrica dos sistemas isolados deve permitir que geradores renováveis, tanto variáveis ou despacháveis, possam incorporar uma certa participação termoelétrica, que em muitos casos será fóssil. Esta tendência é condizente com as experiências feitas no exterior, em países como Austrália e Estados Unidos (Havaí).

CONCLUSÃO

Conforme mostramos ao longo deste capítulo, a evolução do marco regulatório para o setor de armazenamento passa por muitas etapas. Inclui a definição de agentes e sistemas de armazenamento, das regras para seu acesso à rede elétrica, além de exigir regras muito específicas para as diferentes e variadas funções que sistemas de armazenamento poderão preencher. Estamos falando de alterações profundas que terão impactos em todas as esferas do setor elétrico, mas, que sem dúvida, contribuirão para torná-lo mais eficiente, mais robusto, e reduzir os impactos ambientais causados por ele.

**Markus Vlasits é fundador e sócio-diretor da NewCharge Projetos, empresa de engenharia e desenvolvimento focada em soluções de armazenamento de energia elétrica. Foi diretor comercial e cofundador da Faro Energy. Foi diretor e vice-presidente da Q-Cells SE na Alemanha, uma das principais fabricantes de células e módulos fotovoltaicos. É conselheiro de administração e coordenador do grupo de trabalho de armazenamento de energia elétrica da Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR).*

Tiago Barros é fundador e sócio-diretor da RegE Barros Correia Consultoria, empresa de consultoria focada em análises da regulação e de modelos de negócios em infraestrutura e energia. É economista e mestre em planejamento energético pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e especialista em políticas públicas e gestão governamental pela Escola Nacional de Administração Pública (ENAP). Foi diretor da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e assessor econômico no Ministério de Minas e Energia (MME).

Por Guilherme Chrispim, presidente da Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD)

Um semestre para entrar para a história

No início do ano, quando foi sancionada a Lei 14.300/2022, a geração distribuída no Brasil somava cerca de 8,5 GW de potência instalada. A concretização de uma legislação própria para o setor elevou as projeções de crescimento do número de sistemas de microgeração e minigeração.

Fruto de esforços coletivos de integrantes da Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD) e de outras entidades representativas, passando por rodadas de diálogo democrático com demais agentes relevantes do setor de energia e parlamentares, o Marco Legal da Geração Distribuída deu previsibilidade e escalonou as mudanças que, inevitavelmente, seriam impostas aos cidadãos e empresas que geram a própria energia.

A carência para o início da cobrança da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) foi, de imediato, percebida como o principal fator para um crescimento sem precedentes. De fato, ao fim do primeiro semestre, a potência instalada em geração distribuída atingiu pouco mais de 11,5 GW, adicionando novos 3 GW. Foi a primeira vez que, num período de seis meses, a geração distribuída cresceu 500 MW por mês! A expectativa é que, mantido o ritmo de crescimento, o setor encerre o próximo ano com 15 GW de potência instalada.

Porém, fazendo um retrospecto do que ocorreu no primeiro semestre e analisando fatores que podem influenciar a tomada de decisão para instalação de novos sistemas, a ABGD está tomando medidas para que o desempenho corresponda ao esperado ou seja ainda melhor.

No fim do ano passado, havia cerca de 240 MW em projetos finalizados e aguardando parecer de concessionárias locais para serem ligados à rede. Ao fim desse mês de junho, o monitoramento da ABGD constatou que o número saltou para 370 MW.

Sobre essa questão, a ABGD continua recebendo as informações encaminhadas pelos associados e reunindo os casos semelhantes para pleitear encaminhamentos das respectivas companhias distribuidoras.

Afastar a possibilidade de tributação dos equipamentos de sistemas fotovoltaicos, com a possível incidência de ICMS e IPI, foi outra frente de ação da ABGD em favor do setor. A Associação manteve diálogo constante com o Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz) que, no início de julho, atendeu aos pedidos de atualização do convênio 101/1997, de acordo com a nova Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), mantendo as isenções desses impostos.

Internamente, para reforçar a eficácia das ações em favor do setor e melhor atender aos associados, a ABGD promoveu a reorganização da estrutura de Diretorias Regionais e Temáticas que resultou na criação de cinco novos núcleos de gestão: Treinamento e Capacitação, dirigido por Fábio Furtado; Relacionamento com o Integrador, gerenciado por Tiago Fraga; e Projetos Especiais, sob comando de Aurélio Souza. Também foram criadas as Diretorias Regionais do Piauí e do Maranhão, dirigidas por Jean Cantalice e Patryckson Santos, respectivamente.

De modo geral, as expectativas para o desenvolvimento da geração distribuída no segundo semestre são positivas e a ABGD continuará aprimorando os serviços prestados aos associados, bem como os meios de atuação institucional em favor do setor.

Inovação e Sustentabilidade

ESSA é a nossa Energia há 51 anos

Soluções em Energia
DESDE 1971

Painel de distribuição em baixa tensão até 6300A, até 120kA/1s, até IP65, resistente ao arco interno tipo System Pro E-Power

System Pro E Power®

Skid solar totalmente customizável, projetado para atender transformadores entre 500kVA até 3000kVA para sua usina fotovoltaica.

Skid Solar Gimi®

Painéis de baixa tensão modulares até 5000A e 50kA/1s, para uso abrigado e ao tempo.

NoTTAbile®

Cubículos modulares MAGGIORE com disjuntor extraível até 2500A, 31,5kA/1s, 17,5kV para uso abrigado e ao tempo, resistente ao arco interno.

Maggiore®

Cubículos classe 17,5kV/16kA compacto com isolamento e seccionadoras a ar.

New Piccolo®

Solicite seu orçamento!

Save the World
Gimi.com.br

(11) 9.9334-1229
@Grupogimi

Rodrigo Sauaia é presidente executivo da Absolar

Ronaldo Koloszuk é presidente do Conselho de Administração da Absolar

Carlos Dornellas, diretor do Departamento Técnico-Regulatório da Absolar

As tarifas de transmissão e o desenvolvimento da fonte solar

O Brasil tem registrado uma intensa inserção de fontes renováveis, notadamente a solar fotovoltaica, na matriz elétrica nacional. Tais fontes estão estreitamente alinhadas com os princípios de ESG e oferecem uma excelente oportunidade para a geração de empregos formais e, ao mesmo tempo, uma maior arrecadação de impostos e tributos por parte do poder público, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da nação.

Atualmente, o país possui mais de 5 GW de potência operacional da fonte solar fotovoltaica em usinas de grande porte, o equivalente a 2,2% da matriz elétrica brasileira. Desde 2012, o segmento de geração solar centralizada já trouxe mais de R$ 26,7 bilhões em novos investimentos e mais de 150 mil empregos acumulados, além de proporcionar uma arrecadação de R$ 8,2 bilhões aos cofres públicos.

De modo geral, o Brasil apresenta condições diferenciadas para a implantação da fonte solar fotovoltaica. Especialmente, as regiões Nordeste, norte de Minas Gerais e de São Paulo, bem como Centro-Oeste apresentam índices de irradiação solar e produtividades anuais das usinas solares excepcionais, quando comparados aos valores de países desenvolvidos, como Alemanha, Reino Unido ou Japão. Por isso, atualmente, a maioria da capacidade instalada de grandes usinas solares está localizada nestas regiões, com forte tendência de crescimento nos próximos anos.

Por outro lado, por motivos históricos, os principais mercados consumidores de energia elétrica se localizam nas regiões Sudeste e Sul. Assim, o planejamento da expansão e operação setorial, conduzido pelas instituições de governo, estabelece que grande parte da energia elétrica gerada pela fonte solar fotovoltaica na região Nordeste seja transferida para consumo, especialmente no mercado Sudeste, com o objetivo principal de viabilizar o mínimo custo global para os consumidores finais, em face das diversas tecnologias.

Para transmitir a energia elétrica gerada pelas usinas grandes solares, há um custo chamado Encargos de Uso do Sistema de Transmissão (EUST), associado ao pagamento das Tarifas de Uso do Sistema de Transmissão (TUST), ou simplesmente tarifas de transmissão. É um conceito que muito se assemelha à cobrança de pedágios em rodovias, sendo um dos custos que mais pesa e influi na avaliação econômico-financeira de empreendimentos de geração.

O regramento atual para as tarifas de transmissão permite a estabilização (com reajuste somente pelos índices de inflação) dessas tarifas até o fim do período de concessão, sendo extremamente relevante para a viabilização de fontes renováveis, como a solar. Para os empreendimentos que comercializaram a energia no Ambiente de Contratação Regulada (ACR), a regra vale por todo o período de concessão, usualmente entre 15 e 35 anos, e para os do Ambiente de Contratação Livre (ACL), pelo período de 10 anos.

Desde 1º de julho de 2021, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) tem feito uma consulta pública à sociedade para aprimorar a regulamentação das tarifas de transmissão. O tema é conceitualmente complexo, referenciado como intensificação do sinal locacional, e envolve problema e algoritmos para repartição de custos, com profundos rebatimentos comerciais sobre a geração solar fotovoltaica instalada nas regiões de grande potencial para a tecnologia no Brasil. Até 29 de julho de 2022, estará no ar a terceira fase desta consulta, com várias contribuições de diversos agentes nas duas fases iniciais. Diante deste cenário, a ampla maioria dos agentes solicitou que a nova metodologia pudesse ser implementada de forma mais paulatina, com melhor fundamentação técnica e com a preservação da segurança jurídica e regulatória dos negócios já realizados.

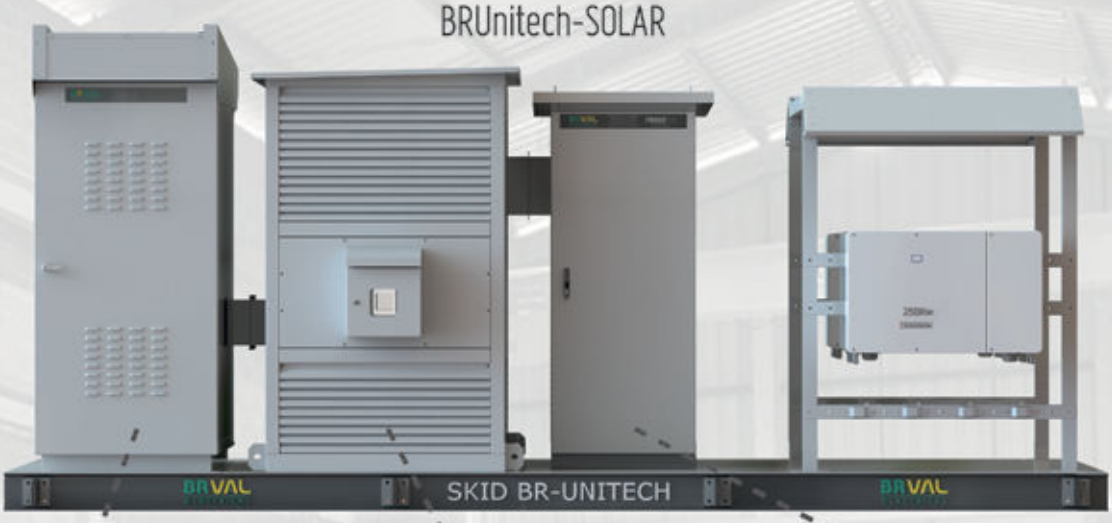
Em breves palavras, a proposta, ainda que tenha evoluído da primeira para a terceira fase, consiste em implementar o mais rapidamente uma metodologia que onera mais tais geradores (do Nordeste e Norte de Minas Gerais), inclusive eliminando o mecanismo de estabilização das tarifas.

Assim, a ABSOLAR defende a remoção de barreiras regulatórias e comerciais para o desenvolvimento da fonte solar fotovoltaica no Brasil. Portanto, a associação tem se posicionado nesta consulta pública pelo maior aprofundamento técnico do debate, antes da publicação/implementação da nova metodologia, bem como pela manutenção do mecanismo de estabilização das tarifas de transmissão, considerando que medidas para elevação de custos desproporcionais aos benefícios socioeconômicos, amplamente conhecidos, podem resultar em obstáculos ao desenvolvimento da fonte solar fotovoltaica no País.

BRVAL
ELECTRICAL

Soluções para Usinas de Geração Distribuída

BRUnitech-SOLAR



G2 SLIM

Painel de Média Tensão à prova de arco interno (NBR IEC 62271-200)

TRANSFORMADOR A SECO

Transformadores a Seco de Média Tensão – 15kVA à 3000kVA

PROSET7

Painel de Baixa Tensão totalmente testado (NBR IEC 61439)

FABRICAÇÃO PRÓPRIA DE TODA A SOLUÇÃO

CABINES BLINDADAS HOMOLOGADAS E/OU ENERGIZADAS EM TODAS AS REGIÕES DO BRASIL

CEMIG Eletropaulo edp enel Grupo Equatorial Energia COPEL CELPE COELBA NEOENERGIA ELEKTRO energisa Light

21 97105-6853 21 3812-3100 vendas@brval.com.br

brvalelectrical

ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

Determinação de vestimentas elétricas por meio de análise de risco por funções de densidade de probabilidade

No começo de 2015, com a publicação da edição de mesmo ano da NFPA 70E, dava-se início à orientação de avaliação de risco sobre o arco elétrico. Isso levava em conta muito mais do que simplesmente realizar o cálculo de energia incidente, mas quantificar, sob determinadas condições, a probabilidade de o arco elétrico acontecer, dos danos relacionados com os trabalhadores e da necessidade de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adicionais para arco elétrico.

O mesmo conceito de avaliação de risco para arco elétrico era também estendido para choque elétrico, criando um dos pilares para a autorização e permissão de trabalho em circuitos energizados.

Como consequência direta, a análise de equipamentos de proteção para arco elétrico passa a ser vinculada com uma análise de risco tornando as tabelas meramente orientativas quando sugere que os EPIs adicionais devam ser escolhidos caso a caso mediante avaliação.

Na edição de 2021, o programa de gerenciamento de risco é desenhado como:

- Identificação dos perigos;
- Análise de risco;
- Implementação das medidas de controle.

Somam-se a isso os erros humanos e a hierarquização das medidas de controle.

Pode-se entender como uma análise de risco elétrico:

- Avaliação de risco de choque elétrico;
- Avaliação de risco de arco elétrico.

A avaliação de risco e as metodologias usadas são

completamente diferentes nos itens acima. No caso do choque elétrico, a avaliação é do tipo qualitativa. Para a análise usa-se uma matriz tridimensional onde é feita a ponderação entre exposição, probabilidade e severidade.

Exposição:

Menor que 1 vez ao dia	Menor que 1 vez na semana	Menor que 1 vez ao mês	Menor que 1 vez ao ano
5	4	3	2

Probabilidade:

Muito alta	Possível	Provável	Raro	Insignificante
5	4	3	2	1

Severidade:

Irreversível	Permanente	Grandes lesões reversíveis	Pequenas lesões reversíveis
8	6	3	1

Na matriz anterior, o evento mais severo teria peso de 18 pontos, enquanto o menor evento teria peso de 4 pontos. Para arco elétrico, a quantificação pode ser numérica, uma vez que existem dados sobre a energia incidente calculada e os valores estão disponíveis no estudo de arco elétrico. Além disso, há mensurado o limite de aproximação segura (LAS), na qual a influência de um arco elétrico não reproduz efeito térmico expressivo nas pessoas que estão além desta distância.

O programa de gerenciamento de risco para choque elétrico está centrado em:

- Identificar os riscos envolvendo choque elétrico;
- Estimar a probabilidade do risco;
- Avaliar a necessidade de medidas adicionais para controle.

A probabilidade torna-se difícil de ser quantificada e, portanto, pode ser utilizada uma matriz com ponderação, como exemplo dado anteriormente.

Para a avaliação de risco de choque elétrico diversos fatores devem ser levados em consideração para o programa de gerenciamento de risco. Entre os fatores, podemos elencar:

- Contato direto ou indireto;
- Superfície de contato;
- Situação do contato (seco, úmido ou imerso);
- Sistema de aterramento;
- Tipo de seccionamento automático existente;
- Medidas de controle adicional.

Outras medidas de controle adicional:

- Limitação do nível de tensão;
- Limitar a aproximação a partes energizadas;
- Adotar medidas de engenharia conforme a ABNT NBR 5410;
- Adotar EPI's além dos previstos normalmente na NFPA 70E.

Todos os fatores acima são qualitativos. Sendo assim, é razoável atribuir uma matriz com peso para cada um dos itens que podem compor a análise de risco e as atividades relacionadas ao choque elétrico. Não há como criar uma função de densidade de probabilidade contínua frente aos eventos avaliados, ou seja, construir uma curva que relacione exposição com probabilidade de ocorrência. Detalhes adicionais podem ser obtidos na NFPA 70E , na ABNT NBR 5410, na IEC 60364 e na ISO 31010.

Diferentemente, o programa de gerenciamento de risco para arco elétrico é fundamentado em:

- Identificar os pontos de risco para ocorrência do arco elétrico;
- Estimar a probabilidade de acontecer;
- Estimar a probabilidade de dano severo;
- Determinar os equipamentos de proteção adequado.

No caso do arco elétrico, a determinação numérica de cada item é muito mais fácil de quantificar, pois temos como base um valor expresso em cal/cm2 que determina a severidade do dano a uma determinada distância de exposição.

Um arco elétrico pode ocorrer sempre que (definição OSHA 1910-269):

- Existir um circuito elétrico energizado compartimentado ou não;
- Houver dispositivos de manobra;
- Em qualquer circuito elétrico com corrente suficiente para sustentar um arco.

Considerando os itens acima, a probabilidade de um arco elétrico acontecer é praticamente 100% para equipamentos energizados.

Pelas metodologias e modelamento de arco elétrico, tensões superiores a 208 V (fase – fase) e correntes de curto-circuito superiores a 700 A são capazes de gerar um arco elétrico com sustentação e produzir um fluxo de energia superior a 1,2 cal/cm2.

Pelo exposto acima, o arco tem 100% de chance de ocorrer nas condições de contorno dadas. Então, como avaliar de maneira objetiva os valores calculados de energia incidente em um estudo e a sua correlação com as vestimentas?

Sabendo -se que a ocorrência do arco elétrico é certa para as

condições de contorno, deve-se lançar mão de uma ferramenta matemática denominada de inferência estatística com teste de hipótese.

As funções de densidade de probabilidade são equações capazes de determinar a frequência (probabilidade) de um evento ocorrer dentro de um espaço amostral (universo na qual está sendo estudado determinado fenômeno). Essas funções são utilizadas para tratar grande quantidade de dados de uma maneira mais simplificada conseguindo estimar a probabilidade de o evento acontecer e conseguir gerar planos de ação concisos e com capacidade de avaliar sua evolução e eficácia.

Para cada tipo de dado coletado existem funções mais apropriadas. Normalmente, as funções de probabilidade apresentam a sua forma de:

$$P_R[a < x < b] = \int_a^b f(x)dx$$

A equação acima pode ser traduzida com a probabilidade de um evento x estar entre os valores a e b. Essa probabilidade é numericamente igual à integral da função densidade de probabilidade entre os intervalos a e b.

Para o uso de função de probabilidade acumulada, a equação acima torna-se:

$$P_R[x < b] = \int_{-\infty}^b f(x)dx$$

Trata-se da mesma interpretação da outra equação, simplesmente mudando o intervalo. Qual a probabilidade de um determinado evento ocorrer sendo este menor do que b? Vamos fazer um paralelo com o problema de análise de risco ao arco elétrico. Supondo que foram calculadas todas as energias incidentes dos equipamentos em baixa tensão de um determinado site e foi obtido:

Emin = 3,8 cal/cm^2
Emax = 69,2 cal/cm^2

Posso desejar fazer a seguinte pergunta: qual a probabilidade dentro deste espaço amostral (site onde foi feito o estudo) de um mantenedor da instalação entrar em contato com um equipamento no qual a energia incidente não fosse superior a 8,4 cal/cm2a qual corresponde ao ATPV da vestimenta disponível?

Traduzindo matematicamente:

$$P_R[E_i < 8{,}4] = \int_{-\infty}^{8{,}4} f(E_i)dE_i$$

Em que:
F(Ei) → função densidade de probabilidade obtida pelo estudo de energia incidente.

Esta função é obtida através dos dados coletados com os valores calculados e feita a análise da curva que leve a um erro aceitável.

Existem diversas funções de densidade de probabilidade já estudas e tabeladas. A mais comum e conhecida é a distribuição de Gauss ou distribuição normal. Para o caso de energia incidente, ela não é recomendada, pois leva a erros elevados para valores de energia que se afastam do valor médio obtido.

Outro fato que deve ser levado em consideração é que a média não é por si só um bom estimador estatístico de um conjunto de dados esparsos. Distribuição por valores extremos pode ser utilizada, mas leva a um sistema superdimensionado. Para cada conjunto de dados obtidos uma análise deve ser elaborada para manter a confiabilidade do modelo escolhido.

Para se elaborar qualquer análise de risco sobre exposição ao arco elétrico, as etapas a seguir devem ser obrigatoriamente cumpridas.

De posse do cálculo de energia incidente, conforme as normas cabíveis e aplicáveis a cada situação, devem ser feitas as etapas:

a) Estimativa de probabilidade e gravidade ao risco do arco elétrico

A estimativa da probabilidade de ocorrência e da gravidade potencial de lesão ou danos à saúde deve levar em consideração o seguinte:

• A concepção do equipamento elétrico, incluindo o seu dispositivo de proteção contra sobrecorrente e seu tempo de operação;
• A condição de operação do equipamento elétrico e de manutenção.

b) Medidas de proteção adicionais

Se medidas de proteção adicional são necessárias, elas devem ser selecionadas e implementadas de acordo com a hierarquia de controle de risco identificado na norma NFPA 70E.

c) Documentação

Os resultados da avaliação de risco de arco elétrico devem ser documentados.

d) Limite de aproximação para arco elétrico

Deve ser calculada a distância na qual a energia incidente é igual a 1,2 cal/cm2 ou 5 J/cm2.

e) EPI para arco elétrico

Um dos métodos disponíveis na NFPA 70E ou na OSHA 1910-269 deve ser usado para a seleção de EPI de arco elétrico.

f) Identificação

Etiquetar todos os pontos com probabilidade de ocorrência de arco elétrico com as informações pertinentes.

Vamos nos concentrar na primeira etapa sobre modelar a probabilidade de ocorrência do arco elétrico com determinada energia, para tanto, devem ser executados os seguintes passos:

USE Blinda®

Energia que traz segurança

60 anos

E PREVINA-SE.

Equipamentos Ex de segurança aumentada e à prova de explosão para prevenção de acidentes, em áreas classificadas.

- Fabricação e Montagem
- Estoque dedicado de componentes
- Projetos customizados
- Equipamentos Ex Certificados
- Conformidade normativa e legal das instalações em áreas classificadas

Ex

Área classificada
Risco da presença de atmosferas explosivas

INMETRO

Polar GROUP

www.blinda.com.br
vendas@blinda.com.br

FAÇA O DOWNLOAD

Equipamentos Ex - Segurança Aumentada

SOLICITE

Catálogo Blinda à Prova de Explosão

• Determinação do Programa de Análise de Dados de Energia Incidente;
• Determinar o espaço amostral;
• Calcular a energia incidente representativa;
• Determinar curva de probabilidade;
• Determinar um intervalo de confiança;
• Executar os testes de hipótese com o valor proposto das medidas de controle;
• Repetir os testes de hipóteses até atingir o objetivo desejado.

De uma maneira mais clara, vamos utilizar como exemplo o cálculo realizado em uma planta industrial dos valore de energia incidente em baixa tensão, entre 220 V e 690 V. Será utilizado um estudo de energia incidente na baixa tensão com os parâmetros resumidos:

Energia mínima – 0,56 cal/cm²
Energia máxima – 48,06 cal/cm²
Média – 6,44 cal/cm²
Variância – 57,77 cal/cm²
Desvio padrão – 7,52 cal/cm²

A amostra possui 51 valores de energia calculada.

De posse destes dados vamos utilizar os três modelos previstos por norma para determinação do ATPV representativo do site.

1 - Usando o critério de intervalo de confiança – 100%:

Nessa metodologia, as energias com valores acima de 40 cal/cm² são proibidas para trabalho energizado, pois não existe classe de EPI disponível. A energia incidente representativa passa a ser o maior valor encontrado inferior a 40 cal/cm².
Ei_REPRESENTATIVA = 15,82 cal/cm²
Intervalo de confiança = 100 %
EPI mínimo recomendado – Classe 3

2 - Usando o critério das duas categorias:

Essa metodologia está prevista no anexo da NFPA 70E e é conhecida como metodologia simplificada e está atrelada as tabelas 130.7(C)(15)(a) e 130.7(C)(15)(b). Pontos com energias com valores acima de 40 cal/cm² são proibidas de realização de trabalhos energizados.

A energia incidente representativa passa a ser:

Atividades de rotina pontos com energia incidente inferior a 8 cal/cm²:
Ei_REPRESENTATIVA = 8 cal/cm²
EPI mínimo recomendado = classe 2

Atividades de esporádicas pontos com energia superior a 8 cal/cm²:
Ei_REPRESENTATIVA = 40 cal/cm²
EPI mínimo recomendado = classe 4

Neste método todos os pontos com energia inferior a 8 cal/cm² são tratados como atividades de rotina EPI classe 2 e seguem o previsto na norma. Demais pontos com energia superior são tratados como atividade esporádica e usa EPI classe 4.

3 - Usando o método de densidade de probabilidade:

Nesse método, a primeira tarefa a ser feita é criar o modelo de probabilidade para os valores calculados. Para o modelo matemático de distribuição de probabilidade não há necessidade de se retirar as amostras com energia superiores a 40 cal/cm².

Como foi mencionado anteriormente, o desvio padrão é superior à média, o que indica que os valores são esparsos e com grande variação.

Utilizando as metodologias de análise estatística será estimado o modelo com uma curva de distribuição não central com os 51 dados obtidos no estudo.

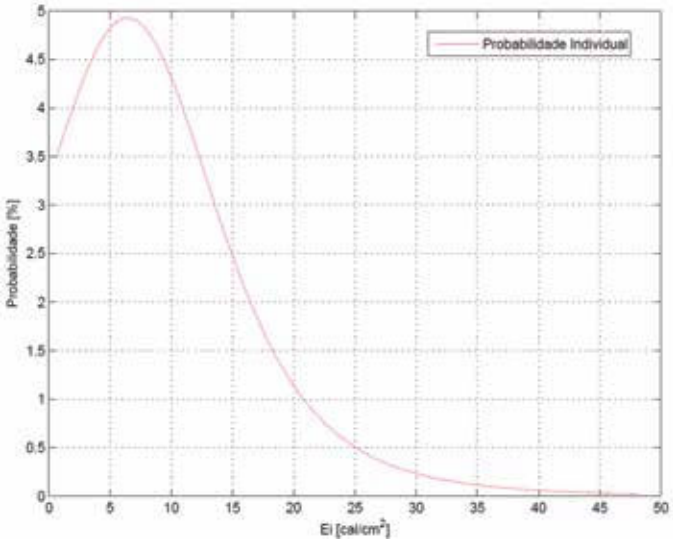


FIGURA 1 - GRÁFICO DA PROBABILIDADE INDIVIDUAL.

Após a análise individual, o gráfico mostra que a maior ocorrência, valor modal de valores de energia está em torno de 6,46 cal/cm2, com uma probabilidade isolada de quase 5% e a curva termina na maior energia incidente calculada (48,06 cal/cm²).

Com o estudo do modelo individual passa -se para o modelo acumulativo, o que significa avaliar o conjunto de dados como um todo e não somente com valores isolados (probabilidades individuais).

Com a curva de probabilidade acumulada pode-se definir o valor do intervalo de confiança em relação à vestimenta utilizada.

A partir deste ponto, a análise de risco trata a vestimenta com o valor garantido de ensaio (ATPV) e não mais o de classe. Assim, podem se fazer diversas considerações como:

• Uma vestimenta com ATPV 10,86 cal/cm2 garante um intervalo de confiança de 70%;
• Para um intervalo de 90% precisa de uma vestimenta com ATPV mínimo de 18,16 cal/cm2;
• Uma vestimenta de classe 2 (8 cal/cm2) irá levar a um intervalo de confiança de 57%.

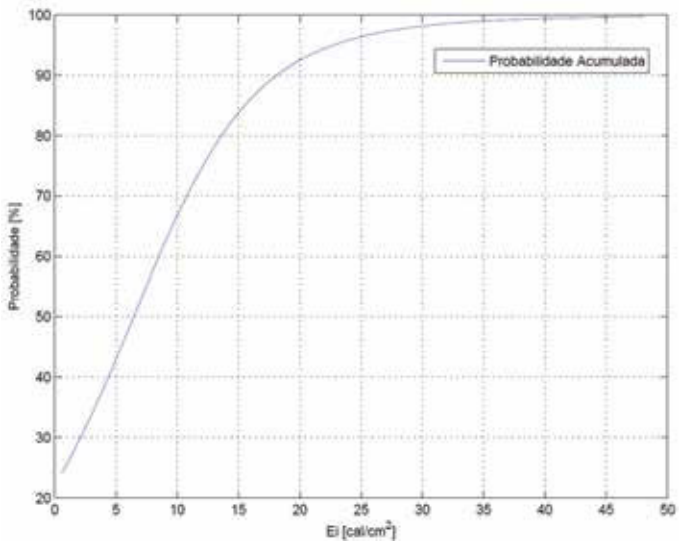


FIGURA 2 – GRÁFICO DA DENSIDADE DE PROBABILIDADE ACUMULADA.

Além de auxiliar na estimativa do risco, permite comparar EPIs com mesma classe, mas com valores de ATPV diferentes. No caso a seguir temos EPIs classe 2:

ATPV	8,20 cal/cm²	10,86 cal/cm²	12,42 cal/cm²
Intervalo de confiança	59%	70%	76%

Dessa forma foram feitas as três metodologias utilizadas tanto na NFPA – 70E como na OSHA 1910-269 para compor o programa de análise de risco ao arco elétrico:

- Intervalo de confiança de 100%;
- Método simplificado das duas categorias;
- Função densidade de probabilidade.

Assim, podemos realizar um comparativo na tabela abaixo.

Os dois primeiros métodos são restritos a até 40 cal/cm2, mas de fácil aplicação. Não permitem avaliar a eficácia das medidas propostas e nem definir um intervalo de confiança prévio.

O método da densidade de probabilidade permite todo tipo de estimativa se tornando uma ferramenta muito útil na gestão de riscos ao arco elétrico e na análise de grande quantidade de dados produzidos pelos estudos de energia incidente.

Vale lembrar que, para o ensaio do EPI, a metodologia estatística já é utilizada. Neste caso, o intervalo de confiança do EPI quando nos referimos ao valor do ATPV é de 50%.

Isto pode ser demonstrado pela própria definição da grandeza denominada ATPV:

"Especificamente, o ATPV de um tecido se refere à quantidade de energia incidente necessária para que haja uma probabilidade de 50% de que um indivíduo vestindo aquele tecido sofreria uma queimadura de segundo grau se exposto a um arco voltaico na ponta do tecido usado".

Uma vez que o próprio EPI já trabalha com um conceito de probabilidade, nada mais obvio do que refletir tal conceito para a análise de risco de arco elétrico.

	Intervalo de confiança 100%	Duas categorias	Densidade de probabilidade
Valor da energia incidente	Até 40 cal/cm2	Até 40 cal/cm2	Qualquer valor
Restrição	Nenhuma	Somente as atividades dentro da tabela NFPA 70E	nenhuma
Quantificar probabilidade da severidade do arco elétrico	Não disponível	Não disponível	Disponível
Aprimoramento com medidas de controle	Sim	Sim	Sim
Estimativa da eficácia do EPI	Não	Não	Sim
Executar teste de hipótese	Não	Não	Sim
Energia usada para avaliação do EPI	Maior valor calculado	Sempre as duas classes: 8 cal/cm2 e 40 cal/cm2	Intervalo de confiança definido
Condição estudada para efeito comparativo	Energia até 40 cal/cm2	Energia até 40 cal/cm2	Todas os valores de energia calculado
Vestimenta	Classe (1 a 4)	Classe (1 a 4)	Valor do ATPV de ensaio

**Luiz Carlos Catelani Júnior é graduado em Física e em Engenharia Elétrica pela Unicamp, possui larga experiência em proteção de sistemas elétricos, subestações AT, linhas de transmissão elétrica e plantas industriais. Ao longo de sua carreira, tem desenvolvido atividades ligadas à geração de fontes renováveis, sendo, atualmente, um dos principais especialistas do país em análise de energia incidente de média e alta tensão – ATPV e Arc Flash. Possui diversas licenças e certificados em gerenciamento de risco, energia incidente e segurança. É ainda autor de inúmeros artigos técnicos sobre arco elétrico, aterramento e outros temas.*

Reportagem

Por Fernanda Pacheco

Inovação em sistemas de proteção e controle: o que vale a pena destacar?

Indústria 4.0 e IEC 61850 têm transformado a área, mas ainda há avanços tecnológicos importantes a serem feitos e adotados em equipamentos e processos para subestações

Em um mundo cada vez mais automatizado, os recursos tecnológicos passaram a desempenhar papel fundamental em nossas ações rotineiras, em nível pessoal e profissional. O setor elétrico não é uma exceção neste processo. De alguns anos para cá, em especial com as restrições impostas pela pandemia, o movimento de digitalização do setor tem avançado num ritmo mais intenso, e muitas empresas passaram a fazer investimentos robustos na modernização das suas instalações. Mas o que isso significa de fato?

Para responder a esta e outras perguntas, a Revista O Setor Elétrico conversou com especialistas no assunto, visando compreender o que temos de novo em tecnologias, equipamentos e processos no que diz respeito à proteção e ao controle de subestações e redes de média tensão.

Avanços após a IEC 61850

Há um consenso entre especialistas de que o lançamento e a consolidação do padrão IEC 61850 foi essencial para as principais evoluções no setor de proteção e controle. Publicada pela primeira vez em 2003, a norma internacional estabeleceu os princípios de interoperabilidade e intercambiabilidade entre dispositivos eletrônicos inteligentes (IEDs, na sigla em inglês), possibilitando que os mais variados equipamentos pudessem ser utilizados em conjunto. Para o gerente corporativo de manutenção de alta tensão no Grupo Equatorial Energia, Caio Huais, o desenvolvimento da IEC 61850 ofereceu uma possibilidade muito maior de monitoramento do sistema. "Temos hoje, por exemplo, a capacidade de proteger uma seção de barras de média tensão dentro de uma subestação a partir da comunicação entre relés de proteção do alimentador e do transformador", explica.

O gerente de aplicação técnica da GE Grid Automation, Denys Lellys, salienta que o maior destaque desta evolução foi no barramento de processo, uma vez que os cabos metálicos, no nível de processo (pátio da subestação), foram substituídos por uma rede ethernet de fibra ótica, permitindo que todos os sinais digitais e analógicos dos equipamentos primários sejam digitalizados através dos dispositivos denominados como "Merging Unit" ou unidades de interface de processo (process interface unit - PIU). Lellys explica que estes sinais são digitalizados e transmitidos através da rede ethernet para os dispositivos eletrônicos inteligentes de medição, proteção, controle e supervisão com maior segurança elétrica, imunidade a interferências eletromagnéticas, flexibilidade, interoperabilidade, monitoramento remoto e menor custo.

O setor elétrico e a Indústria 4.0

Utilizamos a expressão "Indústria 4.0" ou "4ª revolução industrial" para descrever algumas tecnologias que visam a automação e a troca de dados e que empregam conceitos de sistemas ciberfísicos, como "Internet das Coisas" e computação em nuvem. O foco da Indústria 4.0 é a melhoria da eficiência e da produtividade dos processos, e é fato que esse movimento também tem influência direta nas principais tecnologias que o setor elétrico tem adotado no que diz respeito a proteção, controle e supervisão.

O vice-presidente das unidades de Power Products, Power Systems e Digital Energy da Schneider Electric Brasil, Júlio Martins, destaca a digitalização de todos os sinais como um dos principais resultados desta transformação tecnológica. "Temos utilizado cada vez mais sensores, o que gera equipamentos que são mais capazes de gerar e captar informações. Vamos digitalizando e

colocando sensores em todos os cantos, e o que começa a acontecer – e que é um próximo passo muito relevante? São os sistemas analíticos, pois depois que colocamos tantos sensores e obtemos tamanha quantidade de dados, como é que vamos tratar isso? A partir deste ponto, vamos trazendo novas informações – aqui podemos incluir algumas expressões que temos escutado bastante, como 'Machine Learning', 'Inteligência Artificial' e 'Big Data' – e começamos a ter análises preditivas", explica o engenheiro.

Especificamente no âmbito de proteção, controle e supervisão, a aplicação da norma IEC 61850 novamente ganha destaque pelo fato de este compêndio de documentos trazer técnicas de indústria 4.0 para os projetos de automação de subestações, como explica Júlio Oliveira, gerente de automação para a América Latina na Hitachi Energy: "com o uso dos recursos da norma, a digitalização alcança níveis sem precedentes, com protocolos e serviços interoperáveis, uso da tecnologia Ethernet em larga escala e a possibilidade de colaboração entre os IEDs com o uso de um serviço de comunicação horizontal, isto é, os IEDs não precisam mais de cabos de cobre para trocar informações entre si, já que pela própria rede de comunicação estabelecida por fibras óticas é possível fazê-lo, reduzindo custos, complexidade de instalação e o espaço outrora necessário nos painéis".

Oliveira cita também outro ponto importante advindo deste avanço: a descarbonização. "Há recursos disponíveis atualmente para reduzir a quantidade de insumos para as instalações no pátio das subestações com a substituição dos cabos de cobre para controle por fibras óticas considerando a digitalização das grandezas elétricas em sua origem – TPs, TCs, disjuntores, seccionadoras, reatores e transformadores. Dessa forma, todo o ecossistema que interliga o pátio até a sala de controle é drasticamente simplificado quanto à obra civil. E por último, mas não menos importante: as funções de proteção e controle são mais rápidas, mais confiáveis e mais flexíveis do que em qualquer outro período anterior à norma IEC 61850", salienta.

A utilização do dispositivo Merging Unit em subestações é bastante mencionada quando o assunto é o avanço do setor elétrico na era da Indústria 4.0. Caio Huais lembra que algumas regiões do País sofrem com a atuação ainda muito forte do vandalismo, sendo que os cabos de controle acabam se tornando um "convite" para mal-intencionados. "A presença do Merging Unit, de Transformadores de Corrente (TCs) óticos, de modelos de proteção seletivos e o avanço dos sensores têm grande contribuição e têm tudo a ver com a Indústria 4.0. Hoje conseguimos monitorar as grandezas elétricas através de um computador e avançar nos modelos de manutenção", exemplifica. O gerente de manutenção cita também o exemplo dos disjuntores: "atualmente, há modelos de monitoramento de bobina de abertura e carregamento de molas, coisas que são essenciais para uma distribuidora ou para uma fábrica que trabalha com a necessidade de garantir a continuidade de energia".

Novas tecnologias possibilitam também o monitoramento da corrente contínua presente em subestações – fluxo essencial para os esquemas de controle, proteção e supervisão, como lembra Huais. "Meu pai, que também trabalhou com subestação, dizia que o coração da subestação era o banco de baterias. Então, a presença da corrente contínua é realmente importante. Hoje existem modelos bastante avançados de monitoramento da corrente contínua a partir de ondas quadradas – existe um dispositivo que monitora a partir da geração dessas ondas, de CA no circuito de CC. Ele consegue coletar qualquer tipo de fuga em circuitos específicos de corrente contínua", explica.

A importância da capacitação

No que diz respeito à importância da capacitação diante de mudanças tão significativas, fica o questionamento: os profissionais de operação e manutenção de subestações estão preparados para lidar com essas novas tecnologias? De acordo com o coordenador de tecnologia operacional na Vale, Paulo Henrique Vieira Soares, a resposta é não. "Não estão porque é uma mudança muito grande que está ocorrendo na proteção, automação e controle (PAC) do sistema elétrico. O sistema elétrico, principalmente na indústria, sempre foi um 'sistema à parte', com equipe especializada, porém reduzida. Hoje, com a enorme quantidade de dados provenientes da digitalização, a maior parte dos profissionais – tanto os com muitos anos de atuação quanto os recém-formados – não possui expertise para atuar minimamente com as informações presentes em toda a cadeia do PAC. Neste contexto, a maior contribuição que as empresas podem realizar, principalmente na figura do gestor, é investir na capacitação e na formação da equipe", enfatiza.

"É apenas o começo"

Apesar dos avanços feitos até aqui, o setor elétrico brasileiro ainda tem muito a se desenvolver na agenda da modernização digital, tanto no âmbito técnico quanto na regulação. Nesse sentido, Júlio Oliveira, da Hitachi Energy, destaca que órgãos como o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) vêm acompanhando e participando das discussões com agentes/fabricantes para criar um ambiente mais propício para a aplicação e melhor aproveitamento dos benefícios que a tecnologia do pode trazer. "Dentro das disciplinas de proteção e controle, alguns avanços interessantes têm acontecido. Mas é só o começo, há muito trabalho ainda por fazer inclusive em questões regulatórias para incentivar e fomentar a adoção de novas tecnologias", conclui.

					Empresa			Principal segmento de atuação				Principal canal de vendas													Disjuntores BT				
EMPRESA	Telefone	Site	Cidade	UF	Fabricante	Distribuidora	Serviços (manutenção, montagem de painéis, etc)	Industrial	Comercial	Residencial	Montadores de painéis	Distribuidores/Atacadistas	Revendas/Varejistas	Venda direta ao cliente final	Telemarketing	Internet	Possui certificado ISO 9001 (qualidade)	Possui certificado ISO 14001 (ambiental)	Possui serviço de atendiemnto ao cliente por telefone e/ou internet	Possui programas na área de responsabilidade social	Exporta produtos acabados	Importa produtos acabados	Tem corpo técnico especializado para oferecer suporte ao cliente	Oferece treinamento técnico para os clientes	Abertos	Caixa moldada	Mini-disjuntores	Disjuntor-motor	Acessórios para disjuntores
ABB ELETRIFICAÇÃO	0800 014 9111	0800 014 9111	SÃO PAULO	SP	X			X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
APS COM. ELÉTRICOS	(11) 5555-3800	(11) 5555-3800	SÃO PAULO	SP		X	X	X	X			X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BEGHIM	(11) 2942-4590	(11) 2942-4590	GUARULHOS	SP	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHINT	(11) 3266-7786	(11) 3266-7786	SÃO PAULO	SP	X			X	X	X	X		X	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
CLAMPER	(31) 3689-9500	(31) 3689-9500	LAGOA SANTA	MG	X			X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X					
DECORLUX MAT. ELÉTRICO	(41) 3029-1144	(41) 3029-1144	CURITIBA	PR	X	X			X	X		X	X		X	X			X			X	X	X			X		
D'LIGHT	(11) 2937-4650	(11) 2937-4650	GUARULHOS	SP		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			X	X		X	X	X	X
ELETROTRAFO	(43) 3520-5000	(43) 3520-5000	CORNELIO PROCOPIO	PR	X	X	X	X	X	X	X			X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ELOS	(41) 3383-9290	(41) 3383-9290	CURITIBA	PR	X	X		X			X	X		X			X		X		X	X	X	X					
EMBRASTEC	(16) 3103-2021	(16) 3103-2021	RIBEIRÃO PRETO	SP	X			X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X		X	X					
KRAUS & NAIMER	(11) 2198-1288	(11) 2198-1288	COTIA	SP	X			X			X	X	X	X		X	X		X	X	X		X	X					
LUKMA ELETRIC	(17) 2138-5050	(17) 2138-5050	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	SP		X			X			X	X				X		X			X	X			X	X	X	X
MARGIRIUS	0800 707 3262	0800 707 3262	PORTO FERREIRA	SP	X			X	X	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X			X		
MÉDIA TENSÃO	(11) 2384-0155	(11) 2384-0155	GUARULHOS	SP		X		X			X	X	X	X		X			X				X	X	X	X				
METALTEX	(11) 5683-5700	(11) 5683-5700	SÃO PAULO	SP	X			X	X	X	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MITSUBISHI ELECTRIC	(11) 4689-3000	(11) 4689-3000	BARUERI	SP	X			X	X		X	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
OBO BETTERMANN	(15) 3335-1382	(15) 3335-1382	SOROCABA	SP		X		X						X			X	X	X	X	X	X	X	X					
PEXTRON	(11) 5094-3200	(11) 5094-3200	SÃO PAULO	SP	X			X				X		X			X		X			X	X	X					
PHOENIX CONTACT	(11) 3871-6400	(11) 3871-6400	SÃO PAULO	SP	X			X			X	X	X				X	X	X	X		X	X	X				X	X
ROMAGNOLE	(44) 3233-8500	(44) 3233-8500	MANDAGUARI	PR	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SCHNEIDER ELECTRIC	(80) 0728-9110	(80) 0728-9110	SÃO PAULO	SP	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SEL	(19) 3515-2000	(19) 3515-2000	CAMPINAS	SP	X			X						X			X		X	X	X	X	X	X					
SOPRANO	(54) 2101-7000	(54) 2101-7000	CAXIAS DO SUL	RS	X	X		X	X	X	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TRAMONTINA ELETRIK	(54) 3461-8200	(54) 3461-8200	CARLOS BARBOSA	RS	X				X	X	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
VARIXX	(19) 3424-4000	(19) 3424-4000	PIRACICABA	SP	X			X				X	X	X			X	X	X	X	X		X	X					
WEG	(47) 3276-4000	(47) 3276-4000	JARAGUÁ DO SUL	SC	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
WEIDMÜLLER CONEXEL	(11) 4366-9600	(11) 4366-9600	DIADEMA	SP	X			X			X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X					X

OBO BETTERMANN

+ 30.000 Produtos.

Agora com presença nacional mais forte.

(15) 3335-1382
www.obo.com.br / mkt.info@obo.com.br

Bandejamento para Cabos

DPS

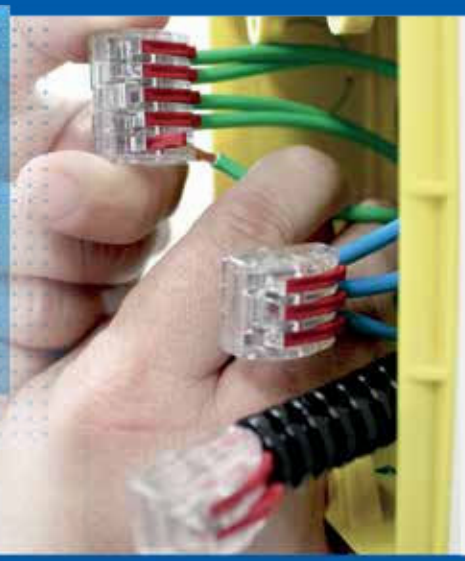
Proteção Passiva Contra Incêndio

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

HellermannTyton

Conector de emendas recuperável: para instalações rápidas, fáceis e seguras

MADE FOR REAL®



/hellermanntytonbrasil
www.hellermanntyton.com.br
11 99610-6060

HelaCon Plus Releasable é um conector recuperável para emendas e derivações de fios **rígidos** ou **flexíveis** com bitolas 0.2 a 4.0mm², Suporta corrente de até **32A**, **tensão máxima de 450V**, possui tamanho compacto e corpo transparente que auxilia visualmente a correta instalação.
Além disso, ele também possui ponto de teste para verificação da passagem de corrente elétrica.

HCRN-2 (2 pólos)

HCRN-3 (3 pólos)

HCRN-3 (5 pólos)

CINASE

Venha visitar o nosso espaço na 39ª Edição do Cinase em Salvador.
Acesse o QrCode para mais informações:

Por Aguinaldo Bizzo*

Inventário de riscos elétricos segundo a NR 1 e a NR 10

Parte IV – Exposição ao risco de arco elétrico

A exposição ao risco de arco elétrico é um risco intrínseco para os profissionais que realizam atividades de operação e manutenção em instalações elétricas, tanto no SEP (Sistema Elétrico de Potência), quanto no SEC (Sistema Elétrico de Consumo). A caracterização da exposição a esse risco elétrico no Brasil pode ser considerada como recente, uma vez que somente passou a ser realmente discutida sob a ótica prevencionista após a publicação da NR 10 – Segurança em Instalações Elétricas e Serviços com Eletricidade, em dezembro de 2014, principalmente devido à necessidade de especificação de Vestimentas AR adequadas, ou seja, devido à obrigatoriedade do uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI).

A relevância desse tema na estruturação do Inventário de Perigos e Riscos Elétricos no PGR é ratificada quando se tem que mais de 80% de todos os acidentes elétricos industriais são resultados de arco elétrico e combustão de roupas inflamáveis. "Contrariando" o que a maioria dos profissionais pensa, predominam acidentes em atividades realizadas em baixa tensão, ou seja, abaixo de 1.000 vca, ou seja, em atividades realizadas rotineiramente pelos profissionais autorizados a trabalhos em instalações elétricas.

Considerando-se o fator "proximidade", acidentes com arco elétrico podem ocorrer de diversas maneiras, sendo que predominam ocorrências em equipamentos elétricos energizados sem segregação devido a características construtivas de painéis elétricos, vide Figura 1, em que o profissional realiza atividades rotineiras de "bloqueio de equipamentos ", pesquisa de defeitos e inspeções visuais.

Figura 1 – Atividade em painel elétrico BT com "involucro descompartimentado".

Nesses cenários, a classificação de riscos dever ser considerada como elevada (ou conceitos similares conforme matriz de risco) haja vista a exposição intrínseca aos riscos de choque elétrico por contato direto e arco elétrico (que pode ser ampliado conforme nível de energia incidente).

Considerando–se o tipo de atividades realizadas, ainda predominam em instalações elétricas antigas acidentes com extração de fusíveis NH, como mostra a Figura 2, devido à característica construtiva das instalações elétricas, onde não há um dispositivo de seccionamento automático para seccionar a alimentação da base dos fusíveis NH. Dessa forma, devido à necessidade do imperativo da produção, ou seja, para que não seja desligada grande parte da instalação elétrica para a troca de um fusível, opta-se por retirar somente a carga, realizando a atividade de extração com o circuito energizado, provocando inúmeras ocorrências de arco elétrico e expondo o profissional a riscos graves de queimaduras.

Figura 2 – Atividade em painel elétrico BT - extração "fusíveis NH'.

Outra atividade com grande número de acidentes com arco elétrico é a de medição de grandezas elétricas em baixa tensão, em que a principal causa é a característica inadequada dos equipamentos de medição, principalmente quanto à categoria deles.

Infelizmente, acidentes com voltímetros são comuns, nos quais predominam choques elétricos com contato acidental em circuitos "vivos", onde se deve utilizar equipamentos com dupla isolação, pontas encapsuladas dentro do meter, anel protetor nas pontas, e transientes de alta energia na iluminação, chaveamento de cargas (desligamento de motores, capacitores etc.) e os equipamentos devem ter categoria adequada conforme a norma IEC 61010, que trata de equipamentos de medição, e define quatro categorias para voltímetros (Figura 3):

- CAT IV - Origem da instalação: cabines de entrada e outros cabeamentos externos;
- CAT III - Distribuição da instalação, incluindo barramentos principais, alimentadores e demais circuitos, cargas permanentemente instaladas;
- CAT II - Tomadas ou plugues, cargas removíveis;
- CAT I - Circuitos eletrônicos protegidos. Dessa forma, conforme localização da instalação, deve-se utilizar voltímetros com categoria específica.

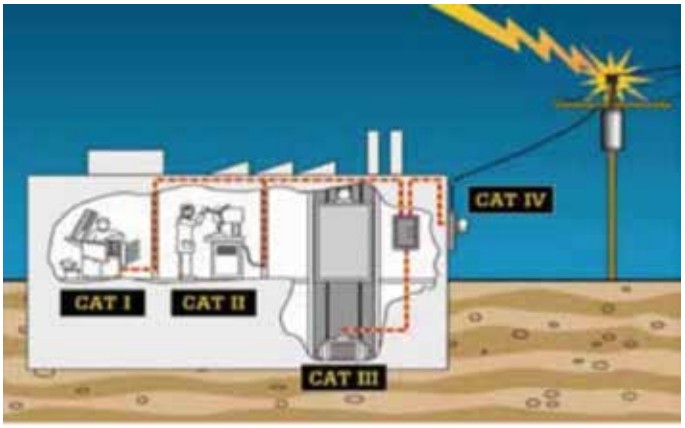


Figura 3 – Categorias de equipamentos de medição de grandezas elétricas.

Dessa forma, a especificação adequada dos equipamentos de medição é condição intrínseca para minimização do nível de risco a ser classificado no Inventário de Perigos e Riscos Elétricos no PGR.

Atividades de extração de disjuntores e/ou gavetas, vide Figura 4, tanto de baixa tensão quanto de média tensão, é uma das atividades com maior número de acidentes com arco elétrico, sendo que vários fatores podem causar esse tipo de ocorrência, e destacamos procedimentos e equipamentos inadequados. Deve-se ressaltar que, ao se efetuar a classificação de risco na exposição ao efeito de arco elétrico, a "severidade da consequência" é uma condição intrínseca para a caracterização de risco elevado (ou conceitos similares conforme matriz de risco), uma vez que pode ocasionar danos severos aos profissionais, além de danos materiais e ao meio ambiente. Algumas das principais consequências de uma falta interna são: sobreaquecimento significante (temperatura no centro do arco de 10.000 °C), produção de gases quentes e partículas em chamas, deterioração e projeção de partes e peças para fora do painel (material fundido é projetado a alta velocidade e pode facilmente penetrar na pele, a pressão chega a 9000 kgf / m2), e a pressão sonora pode chegar a 140 dB.

Figura 4 – Atividade de manobra de disjuntor MT.

Desta maneira, a exposição ao arco elétrico, conforme nível de energia incidente, poderá provocar queimaduras graves (até fatais) nos profissionais que executam atividades em instalações elétricas energizadas, especialmente se o EPI – Vestimenta AR não for especificada adequadamente e/ou o produto não propiciar a efetiva eficácia (Figura 5).

Figura 5 – Exposição ao efeito de arco elétrico.

Existem várias causas para a ocorrência de arco elétrico e as de maior destaque são aquecimento de uma conexão mal apertada, esquecimento de ferramentas após a manutenção, poluição excessiva ou degradação dos meios isolantes, operação indevida, sobretensões devido à descarga atmosférica, operação do sistema de proteção defeituosa, componente defeituoso, intrusão de itens externos etc. Verifica-se que existem causas devido à ação do homem, bem como ao tipo de equipamento e material utilizado, e também ao ambiente de trabalho. Assim, é necessário que todos esses fatores sejam considerados na elaboração de uma análise de risco eficaz, assim como na definição de medidas de controle adequadas, sendo condições intrínsecas a serem consideradas para uma eficaz "classificação de risco no inventário do PGR", principalmente se a medida de controle for o uso de EPI.

Devido à falta de conhecimento e à falta de literatura específica sobre o tema no Brasil, muitas dúvidas ainda existem sobre a análise de risco para definição do nível de exposição ao risco de arco elétrico. Por isso, predominam Inventários de Perigos e Riscos Elétricos insuficientes ou com interpretações errôneas quanto à real exposição dos profissionais que rotineiramente executam atividades de operação e manutenção de instalações elétricas energizadas.

Uma das principais dúvidas refere-se a equipamentos segregados, onde predomina-se a ideia de que uma vez o painel fechado, a proteção ao risco de arco elétrico está garantida. Esse tipo de afirmação não é correto, visto que o conceito genérico de segregação está vinculado à impossibilidade de acesso às partes vivas da instalação elétrica, ou seja, refere-se à possibilidade de adentrar-se acidentalmente nos limites estabelecidos pela NR 10 como zonas de risco, ou seja, ao risco de choque elétrico por contato direto.

Em seu glossário, a NR 10 define o conceito de equipamento segregado como um equipamento tornado inacessível por meio de invólucro ou barreira, sendo a definição do nível de segregação intrínseco ao Grau de Proteção IP. Assim, um painel elétrico pode ter circuitos elétricos internos que possuam Grau IP 2x que minimizam a exposição ao risco de choque elétrico por contato direto, entretanto, não é possível garantir a proteção contra possíveis efeitos na ocorrência de um arco elétrico, em que o uso de EPI adequado (conforme nível de energia incidente) é condição fundamental para a classificação ode riscos (Figura 6).

Figura 6 – Atividade em painel elétrico de baixa tensão – EPIs adequados.

Obviamente, uma vez segregado com uma barreira física, existirá uma proteção intrínseca na ocorrência de um arco elétrico, sendo que não é possível afirmar que essa barreira física (por exemplo, a porta do painel) seja suficiente para a proteção aos efeitos do arco elétrico se ela não foi projetada e ensaiada para esse fim, salvo

equipamentos que possuam características intrínsecas de ensaio a arco interno. Assim, é necessária uma real avaliação considerando o nível de energia incidente existente contextualizado com as características físicas das instalações elétricas e procedimentos de trabalho.

Com exceção de casos específicos, outra situação laboral em que ocorre de forma intrínseca a exposição dos profissionais ao risco de arco elétrico é a atividade de termovisão em painéis elétricos de baixa e/ou média tensão (Figura 7), em que, devido à característica construtiva predominante das instalações elétricas, por conta da idade avançada, exige que o invólucro seja descompartimentado para a realização da atividade de termografia. Dessa forma, não existe qualquer barreira física que minimize o efeito de possível arco elétrico. Nessas condições, é intrínseca a exposição ao risco de arco elétrico, sendo a severidade associada ao nível de energia incidente, independentemente do nível de tensão. A medida de controle normalmente adotada é o uso de EPI, ou seja, vestimentas AR. Ressalta-se novamente que o uso do EPI é a última barreira de proteção preconizada na NR 1 e na NR 10, assim, a especificação correta do mesmo é condição intrínseca para real classificação de riscos.

Figura 7 – Atividade de termografia.

É fundamental que se priorizem soluções de engenharia, especialmente em instalações elétricas novas, com projetos adequados que considerem a construção de instalações elétricas seguras com medidas de proteção coletivas, a fim de eliminação do perigo de eletricidade ou minimização do nível de risco elétrico.

Como exemplos de medidas de controle coletivas e/ou de engenharia para eliminação do Fator de Risco (perigo) ou minimização do nível de risco para o risco de arco elétrico, que, de forma intrínseca, impactará na classificação de riscos no Inventário de Riscos Elétricos no PGR, estão: painéis MT tipo IAC resistentes a arco interno, instalação de janelas termográficas, extração de disjuntores através de equipamentos (robôs) a distância, instalação de sensores internos para medições de temperatura e outros a distância, instalação de relés de arco para minimização do nível de energia incidente, etc.

Distâncias de segurança

Considerando a análise referente às distâncias estabelecidas pela NR 10, podemos afirmar que, além das Zr – Zona de risco, ZC – Zona controlada e Zl – Zona livre, é necessário calcular uma outra distância para se definir o limite de proteção ao risco de arco elétrico. Utilizando como referência as definições da NFPA70E, "em certas circunstâncias, a fronteira de proteção ao risco de arco elétrico pode ser uma distância maior às partes energizadas do que a fronteira de aproximação limitada". Ou seja, mesmo posicionado em local onde não exista o risco de acesso a partes vivas da instalação elétrica, e, portanto, não exista o risco de choque elétrico por contato direto, o profissional ou pessoa poderá sofrer danos oriundos de um arco elétrico.

A NFPA70E define ainda que a fronteira de proteção ao risco de arco elétrico é a distância na qual é provável que uma pessoa receba queimadura de segundo grau, assumida quando recebe uma energia incidente de 5 j\cm2 (1,2 cal\cm2).

Assim, é necessário calcular o "LAS – Limite de Aproximação Segura" para o risco de arco elétrico, sendo que essa condição é fundamental na elaboração do Inventário de Perigos e Riscos Elétrico no PGR, visto ser o fator determinante para a real classificação do nível de risco para exposição ao arco elétrico.

É ainda fundamental ressaltar que o risco de arco elétrico é uma "condição dinâmica', ou seja, o nível de risco pode alterar repentinamente devido a vários fatores (alteração do tempo de ajuste da proteção, defeitos em componentes elétricos etc.), podendo provocar acidentes graves, inclusive a morte dos trabalhadores. Assim, o monitoramento dessa condição é fundamental no processo de classificação de riscos preconizada na NR 1.

Infelizmente, predominam documentos genéricos que não retratam a realidade laboral existente nas organizações, expondo os profissionais que realizam atividades de operação e manutenção de instalações elétricas a acidentes graves, bem como expõem o SESMT e o PLH – Profissional Legalmente Habilitado em caso de acidente. Tais documentos costumam não atender às premissas estabelecidas na NR 1 e NR 10, uma vez que a "classificação de risco" é inadequada, não propiciando o efetivo gerenciamento de risco preconizado, já que não retratam a realidade laboral e não adotam medidas eficazes para a minimização da exposição ao risco de arco elétrico.

**Aguinaldo Bizzo de Almeida é engenheiro eletricista e de Segurança do Trabalho. É membro do GT\ GTT - Elaboração da NR 10 (vigente). É inspetor de conformidade e ensaios elétricos da ABNT NBR 5410 (baixa tensão) e ABNT NBR 14039 (média tensão). Conselheiro do CREA SP – Câmara Especializada de Engenharia Elétrica, atua ainda como diretor da DPST - Desenvolvimento e Planejamento em Segurança do Trabalho e da B&T - Ensaios Elétricos.*

*Por Paulo Edmundo da Fonseca Freire**

Modelagem do solo para sistemas de aterramento – a determinação da profundidade do modelo geoelétrico

Publiquei recentemente (junho de 2022) na edição 25 da revista Cigre Science&Engineering (publicada pelo Cigre, em Paris/França) o artigo "Ground modeling for the design of electrical grounding systems – The determination of the geoelectric model depth". Apresento aqui o resumo e as conclusões deste artigo, que demonstram a necessidade de modelos de solo profundos para o projeto de sistemas de aterramento de grandes dimensões, como os caracterizados por usinas fotovoltaicas e parques eólicos.

O problema aqui proposto é a determinação da profundidade necessária do modelo geoelétrico a ser utilizado no projeto do sistema de aterramento de plantas de geração de energia renovável, com quilômetros de extensão, que deve ser compatível com a área e a geologia local. Plantas situadas em regiões de baixa resistividade, como bacias sedimentares, requerem modelos geoelétricos mais rasos, enquanto aquelas localizadas em áreas cratônicas, que apresentam alta resistividade, requerem modelos geoelétricos mais profundos.

Com base no conhecimento da estrutura geológica local, a profundidade do modelo geoelétrico pode ser estimada e as campanhas de sondagem geoelétrica podem ser planejadas, o que pode incluir uma combinação de sondagens elétricas verticais rasas (SEV, com arranjos e Wenner ou de Schlumberger) com sondagens audiomagnetotelúricas (AMT) e/ou levantamentos eletromagnéticos no domínio do tempo (TDEM).

Neste artigo foi elaborado um estudo paramétrico que avalia a profundidade do modelo geoelétrico necessário para o projeto de um parque eólico e para dois tamanhos de UFV. Este artigo interdisciplinar aplica conhecimentos de geofísica para a solução de um problema de engenharia elétrica.

A primeira constatação do conjunto de simulações realizado é

que, considerando o sistema de aterramento integrado, seja de uma UFV ou de um parque eólico, não há motivos para preocupações quanto à resistência de aterramento, pois essas plantas de grande extensão sempre apresentarão uma resistência de aterramento baixa, abaixo do clássico valor de referência de 10 Ω.

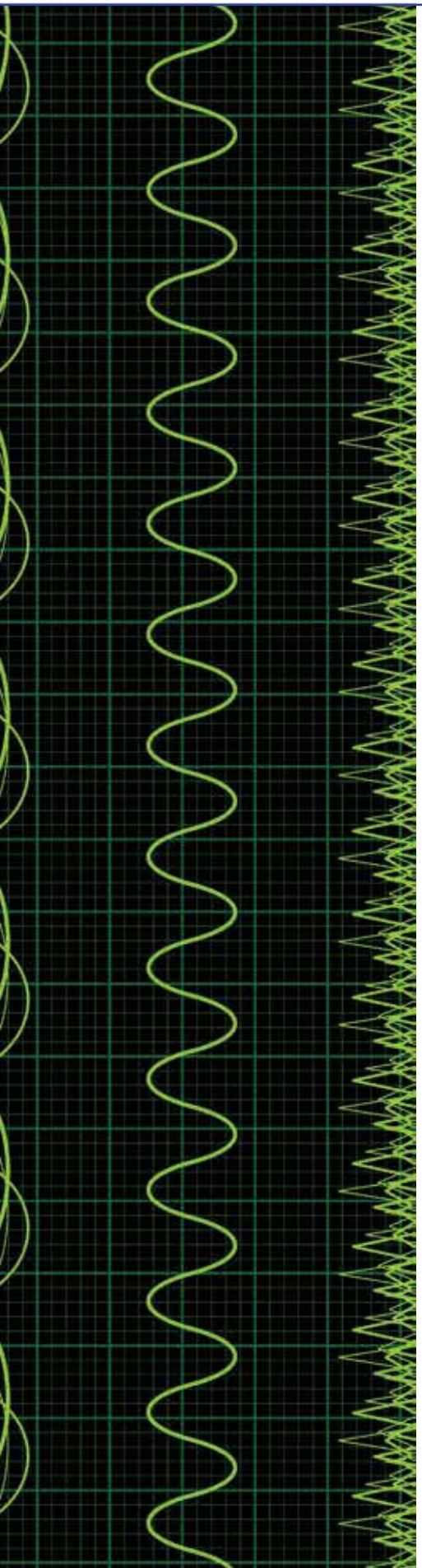
Para o projeto de eletrodos de aterramento HVDC, é necessário um modelo geoelétrico profundo, que pode atingir toda a crosta superior (cerca de 20 km de profundidade). Para o sistema de aterramento de uma instalação em corrente alternada, não importa o tamanho da área, um modelo geoelétrico de 2 km de profundidade será suficiente, mesmo em um meio geológico de alta resistividade.

Para uma única torre de aerogerador de um parque eólico, o levantamento tradicional de eletrorresistividade com arranjo de Wenner e espaçamento de até 64 m é suficiente para a construção de um modelo geoelétrico adequado. No entanto, para as plantas de geração renovável aqui analisadas, a construção de um modelo geoelétrico requer a combinação de sondagens elétricas verticais rasas (SEV) com sondagens eletromagnéticas mais profundas, como o audiomagnetotelúricos (AMT) e/ou no domínio do tempo (TDEM – Time Domain Electromagnetic).

A norma ABNT NBR 7117/2020 inclui os levantamentos eletromagnéticos como um dos recursos de mapeamento da resistividade das camadas mais profundas do solo, considerando sua aplicação para sistemas de aterramento de grande área. A metodologia para a construção de um modelo geoelétrico profundo, combinando dados elétricos e eletromagnéticos, foi inicialmente estabelecida para o projeto de eletrodos de aterramento HVDC, porém, já foi aplicada aqui no Brasil para a modelagem geoelétrica de diversas instalações de energia (dois parques eólicos, três UFV e uma SE).

O estudo paramétrico realizado adotou um modelo geoelétrico 1D de três camadas. No entanto, para um projeto de sistema de aterramento de grande área, usualmente será necessário um modelo com mais camadas, de modo a permitir uma boa representação das camadas superficiais, responsáveis pelos gradientes de potencial da superfície do solo, e das camadas mais profundas, importantes para a determinação da resistência de aterramento da planta. A resistência de aterramento é um importante parâmetro para o cálculo do split-factor, que determina a distribuição da corrente de falta para a terra na SE coletora pelos caminhos disponíveis (cabos para-raios da LT, malha da SE e malha da UFV ou torres de aerogeradores).

**Paulo Edmundo da Fonseca Freire é engenheiro eletricista e Mestre em Sistemas de Potência (PUCRJ). Doutor em Geociências (UNICAMP) e membro do CIGRE e do COBEI, também atua como diretor da Paiol Engenharia*



A XV CBQEE voltará a ser presencial!

A CBQEE (Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica) é um evento dedicado ao tema "qualidade da energia elétrica", que congrega academia, indústrias, concessionárias de energia, centros de pesquisa, entre outros agentes. Iniciada em 1996, a conferência é realizada bienalmente e já esteve presente em todas as regiões do Brasil. O evento se consolidou rapidamente e hoje é o maior fórum dedicado ao assunto em toda a América Latina, recebendo contribuições não só do Brasil, mas também de diversos países vizinhos.

Enquanto inúmeros eventos foram adiados por conta da pandemia de Covid-19, a diretoria da Sociedade Brasileira de Qualidade da Energia Elétrica (SBQEE), junto a seus conselheiros, resolveu manter a realização da 14ª edição da CBQEE no ano passado em uma edição totalmente online.

Passado o evento, concluímos ter sido a melhor decisão tomada. Foram quatro dias de intensas atividades em 170 trabalhos desenvolvidos por 503 autores, apresentados em 20 eixos temáticos e com um público de mais de 300 profissionais.

Destes artigos, 24 foram considerados destaque e merecem sua citação a seguir:

- Abordagem probabilística para análise do impacto da inserção da geração distribuída em um sistema de distribuição brasileiro;
- Análise comparativa entre resultados de medições e simulações envolvendo eventos de manobras de disjuntores em sistemas elétricos;
- Análise experimental de conceitos físicos da potência elétrica sob condições não ideais;
- Análise probabilística dos impactos da recarga descoordenada de veículos elétricos em sistemas de distribuição;
- Aplicação de algoritmo de clusterização para priorização de equipamentos na manutenção de redes de distribuição;
- Aplicando Perturba & Observa para controle de fator de potência por BT-STATCOM monofásico;
- Avaliação da utilização de quadrículas como unidade de análise da qualidade do serviço coletiva para a comparação de desempenho dos indicadores DEC e FEC;
- Avaliação de desempenho de um modelo simplificado para estimação de correntes harmônicas em aerogeradores;
- Avaliação de estratégias de regulação de tensão em sistemas de distribuição com elevada penetração de microgeradores fotovoltaicos;
- Controle Volt/VAr em sistemas de geração distribuída: perspectiva global e suas normatizações;
- Desenvolvimento de um medidor de baixo custo para atendimento aos requisitos de medição amostral de tensão

no âmbito do PRODIST;

- Estimativa de impacto na fatura de energia em um prédio comercial utilizando sistemas fotovoltaicos e banco de baterias;
- Ferramenta de visualização da operação de transformadores por meio da redução de dimensionalidade usando RPCA;
- Impacto no fator de potência de dispositivos de iluminação sujeitos a distorções na tensão de alimentação;
- Impactos da geração distribuída fotovoltaica na tensão elétrica de uma rede de distribuição em baixa tensão;
- Interações harmônicas em sistemas com elevada penetração de conversores eletrônicos modernos: estado da arte e novos desafios;
- Melhorias em métodos de identificação do rompimento e queda de condutores do circuito primário de redes de distribuição;
- Plataforma para avaliação de conexão de Geração Distribuída;
- Recondicionamento do CE de Fortaleza - necessidade de um filtro amortecido tipo C;
- Smart Optimization of Power System Operation with Renewables and Energy Storage Systems;
- Um método para diagnóstico de faltas em sistema HVDC utilizando dados de um terminal e transformada Wavelet;
- Use of the Economic Market Model "Optimized Tariff - TAROT" for Assessment of Sustainable Business Scenario of Micro and Mini Shared Distributed Generation;
- Uso de filtragem digital para detecção e identificação de eventos de qualidade de energia elétrica em microrredes.

Call for papers

Lembramos que estamos exatamente no intervalo entre duas conferências e vale ressaltar que em breve será lançado o call for papers para a próxima edição. A XV CBQEE voltará a ser realizada presencialmente daqui um ano e estará em São Luís (MA), sendo organizada pela SBQEE, UFMA, UEMA e CREA-MA. Acompanhe as atualizações no site www.sbqee.org.br e no perfil da SBQEE no LinkedIn.

**Arthur Fernando Bonelli é vice-presidente da SBQEE.*

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

- Luminárias públicas LED;
- Cabos de cobre nu, flexíveis e isolados;
- Preformados;
- Cabos de alumínio nu, multiplexados, protegidos e isolados;
- Isoladores, chaves, para-raios, cruzetas, dutos corrugados;
- Rede de distribuição aérea e subterrânea.

Produtos Homologados CEMIG

exponencialmg

www.exponencialmg.com.br

Rua Titânio 153 – Camargos - BH/MG
vendas@exponencialmg.com.br
(31) 3317-5150

Compre com seu cartão BNDES

Exponencial MATERIAL ELÉTRICO

Lições aprendidas, reflexões e oportunidades no processo de revisão tarifária da transmissão

Em 11 de setembro de 2012 foi publicada a Medida Provisória nº 579, posteriormente convertida na Lei nº 12.783, de 11 de janeiro de 2013. A Lei dispôs sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, redução dos encargos setoriais, modicidade tarifária, entre outros assuntos. As nove concessionárias que aceitaram os termos de prorrogação dos contratos de concessão celebraram seus termos aditivos em 4 de dezembro de 2012, e alguns desses contratos teriam a primeira revisão periódica realizada em 1º de julho de 2018.

A publicação da Medida Provisória 579/2012 trouxe como reflexos para as empresas, principalmente as estatais, a redução significativa de suas receitas. Como exemplo podemos citar uma grande empresa estatal, que teve uma redução de suas receitas na transmissão em torno de 75%. Uma gestão de ativos eficiente tornou-se fundamental para que as empresas pudessem se adaptar a essa nova realidade regulatória do sistema elétrico brasileiro de modo a minimizar as suas perdas de receita. Essa necessidade é sentida principalmente quando da realização do processo de revisão tarifária.

Quando se inicia o levantamento das informações e documentos necessários para garantir a conciliação físico-contábil e a avaliação dos ativos dos contratos de concessão de transmissão, submetidos à revisão tarifária, em algumas empresas, começa a dificuldade para se obter o material necessário a ser entregue para a empresa avaliadora, destacando-se:

- Ativos constantes da base incremental, com recebimento de receita e ainda não unitizados;
- Ativos constantes da base incremental, com recebimento de receita, ainda não unitizados e realizados como despesa de custeio;
- Ativos em operação e que não foram unitizados e nem providenciado a solicitação de receita perante a Aneel;
- Muitos ativos ainda não unitizados, sendo necessário um trabalho árduo para a regularização desses ativos;
- Processo de unitização manual, originando

a necessidade da utilização de um número acentuado de planilhas eletrônicas;

• Poucas pessoas com o conhecimento do processo de unitização;

• Muitos problemas relacionados com as baixas contábeis;

• Preocupação com a unitização somente quando da revisão tarifária;

• Ativos que entram em operação originados de peça sobressalente e que não são unitizados;

• Falta de interação entre as áreas operacional, contábil e regulatória;

• As informações constantes do processo de unitização não são suficientes para atendimento a avaliação físico-contábil.

Depreende-se uma perda de receita e que poderia ser minimizada ou eliminada no caso de as empresas se estruturarem adequadamente para a implantação de uma gestão de ativos eficiente. O grande desafio que se apresenta é que, por ser um processo transversal, a gestão de ativos implica na necessidade de mudanças na estrutura organizacional alinhada às particularidades do processo. Hoje em dia podemos afirmar que algumas empresas do setor elétrico já se adequaram à nova realidade.

Uma gestão de ativos eficiente engloba as etapas: planejamento, aquisição, implantação, processo de unitização, armazenamento, operação e manutenção. No caso específico do processo da revisão tarifária, essa estrutura devidamente organizada cria oportunidades que resultam em ganho financeiro substancial para as empresas. A parte referente à fiscalização feita pela Aneel ainda tem muitos desafios e oportunidades que podem ser exploradas pelas empresas resultando em ganhos consideráveis para garantir o equilíbrio econômico-financeiro.

Na revisão tarifária da transmissão de 2018, revisão esta que englobou várias empresas de porte do setor elétrico brasileiro, foram aprendidas algumas lições importantes para a melhoria do processo da revisão tarifária, das quais destacamos:

• Necessidade de automatização do processo de unitização;

• Necessidade de automatização do processo de baixa dos ativos;

• Necessidade de unitização de ativos em operação;

• Necessidade de reavaliação dos dados cadastrados no Ativo Imobilizado em Serviço (AIS);

• Necessidade de controle quanto à solicitação de RAP para as melhorias implantadas nos ciclos anteriores nos reajustes anuais;

• Necessidade de relatório de Ativo Imobilizado em Serviço – AIS que atenda aos modelos estabelecidos pela Aneel;

• Necessidade de Relatório do Razão que atenda aos modelos estabelecidos pela ANEEL;

• Necessidade de garantir que as melhorias e reforços sejam executadas com o orçamento de investimento;

• Necessidade de padronização na codificação de Projeto do SAP/R3.

A necessidade urgente de capacitação de pessoas no processo, o fortalecimento da interação das áreas de engenharia, operação, contábil e regulatória e a implantação de normativos com foco no processo regulatório vigente no país, bem como a implantação de um sistema de gestão adequado, informatizado, de modo a facilitar o trabalho das pessoas envolvidas nesse processo terá um incremento financeiro importante durante o processo de revisão tarifária.

Antônio Simões Pires é engenheiro eletrotécnico com mestrado em Sistemas de Potência e MBA em Gestão do Conhecimento e Inteligência Empresarial. É diretor financeiro no Cigre-Brasil e consultor na área de operação e manutenção de sistemas elétricos.

Apoio EMBRASTEC PARATEC

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

O aproveitamento das armaduras do concreto como elemento natural do SPDA

Há indiscutíveis vantagens no aproveitamento das armaduras do concreto como elemento natural do SPDA, especialmente nos subsistemas de descida e aterramento, entre os quais pode-se enumerar:

- Redução do custo na instalação e na manutenção do sistema;
- Pouca exposição do sistema a furto;
- Viabilização da instalação em locais onde simplesmente não há condição física (espaço) para a fixação de elementos que formam a proteção, etc.;
- Redução da possibilidade de centelhamento e do aparecimento de tensões de toque e passo;
- Exigência de condutores externos formando anéis intermediários interligando os condutores de descida deixa de ser necessária, pois os anéis intermediários que deveriam ser instalados conforme o nível de proteção adotado em projeto são substituídos pelas vigas de amarração dos pilares, geralmente dispostas a cada 3m em uma construção.

Em estruturas existentes ou ainda para assegurar a eficiência das interligações na fase de construção da edificação, a ABNT NBR 5419 recomenda ensaiar a continuidade elétrica das armaduras a fim de utilizá-las como componente natural do SPDA. Descrito no anexo F da norma, o método de ensaio para determinar a continuidade elétrica das armaduras da estrutura deve ser realizado através da medição da resistência ôhmica entre várias partes da estrutura. Para tanto devem ser escolhidos pontos estratégicos que proporcionem a configuração de circuitos de ensaio com comprimentos semelhantes. Em cada ponto, retira-se o concreto a fim de expor o vergalhão de aço da armadura o suficiente para que os terminais de ensaio (geralmente em forma de garra) possam ser conectados possibilitando a realização de diversas medições em várias direções (horizontal, vertical e diagonal). Basicamente, o procedimento denominado como primeira verificação é realizado entre o topo e a base do mesmo pilar, entre o topo e a base de pilares diferentes e ao longo das vigas (baldrame e de amarração dos pilares). Se, após diversas medições nos vários trechos citados, os valores medidos nos circuitos forem da mesma ordem de grandeza, relativamente ao comprimento de cada um deles, e todos inferiores a 1 Ω, a continuidade das armaduras é considerada aceitável. Já a verificação final, realizada após a instalação completa do SPDA, determina que a continuidade elétrica do sistema deve ser obtida por meio de uma única medição entre a parte superior do SPDA instalado e o BEP – Barra de equipotencialização principal. A resistência medida não deve ser superior a 0,2 Ω.

O instrumento de medição deve utilizar uma configuração a quatro fios (dois para injeção de corrente elétrica e dois para medição da tensão). Ele deve ser capaz de injetar corrente elétrica entre 1 e 10 ampères entre os pontos extremos do circuito sob ensaio e, ao mesmo tempo, medir a queda de tensão entre esses pontos da armadura. A resistência ôhmica do trecho é calculada dividindo-se a tensão medida pela corrente elétrica injetada, sendo que a maioria dos equipamentos possibilita a leitura direta desse valor. O fato de o equipamento dever ser suficientemente robusto para oferecer esse nível de corrente ao circuito ensaiado, não significa que os resultados não possam ser obtidos com correntes menores, bastando para isso que o trecho seja relativamente curto ou que sua continuidade elétrica seja muito boa.

A configuração de equipamentos a quatro fios, basicamente miliohmímetros ou microohmímetros, evita possíveis erros no ensaio, provocados pela resistência própria dos cabos utilizados, porém, a baixa resistência de contato entre garras de ensaio com os vergalhões que fazem parte do circuito sob ensaio é fundamental para obtenção de resultados satisfatórios. A ABNT NBR 5419 não permite a utilização de multímetro na função de ohmímetro para a realização desse ensaio.

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

Qualidade da iluminação pública

Neste artigo, trataremos da qualidade da iluminação de uma maneira ampla, buscando abordar as tendências deste tema na iluminação pública, que nos últimos anos evoluiu rapidamente em termos de eficácia luminosa e redução de custos de aquisição de luminárias LED. Entretanto, os pontos qualitativos dos sistemas não acompanharam a mesma evolução em termos de melhoria da qualidade da luz, de aplicação de temperatura de cor mais adequada, de reprodução de cores, de controle de ofuscamento e de poluição luminosa. Desta forma, precisamos trazer à tona estes e outros temas quanto aos aspectos qualitativos da iluminação, que precisa sofrer melhorias nos próximos anos.

A complexidade de um projeto de substituição de iluminação pública não deveria ser tratada somente como atendimento a índices de iluminância média e uniformidade dentro de um IRC de 70, conforme certificação compulsória. Os projetistas e estruturadores de projetos já poderiam estar incorporando com mais velocidade critérios qualitativos, tendo em vista que a viabilidade econômica do projeto atualmente já atingiu índices altamente significativos pelos motivos já citados (alto lm/W combinado com redução de preços). Sempre é bom lembrar de outro tema importante para qualidade da iluminação pública, que foi tratado recentemente: qualidade da manutenção e disponibilidade de luz. Abordaremos este tema novamente no futuro para maior detalhamento e profundidade. No que diz respeito ao aperfeiçoamento da qualidade, elencamos alguns aspectos a seguir:

- Temperatura de cor entre 1.800 K/2.000 K e 3.000 K em qualquer região das cidades. A demanda por temperaturas de cor mais baixa fará a indústria se preparar para esta tendência mundial que em muitos países já limita os valores máximos em 3.000 K. A eficácia luminosa, mesmo um pouco mais baixa nestas temperaturas de cor, é alta o suficiente para viabilizar qualquer projeto de eficiência, e não há desculpas para que os novos projetos sejam desenvolvidos com esta baixa temperatura de cor. Alguns países já estão banindo as temperaturas de cor na faixa de 4.000 K.
- Controle de ofuscamento: a inclusão dos índices BUG na norma nacional e em referências internacionais, com o controle de emissões para cada zona da cidade, já deveria estar sendo aplicada em larga escala no Brasil e nos processos de Parcerias Público-Privadas (PPPs). É um contrassenso ter uma boa uniformidade de iluminância se o ofuscamento gerado para obter esta uniformidade prejudicar a visão das pessoas que circulam pelas vias;
- Melhoria do IRC e do espectro da luz: neste ponto os fabricantes do componente LED têm papel fundamental no sentido de "vender" estes diferenciais, visto que os componentes LED não são nem de perto o componente mais caro dentro de uma luminária pública LED. Um aumento do IRC mantendo os valores de eficácia e tendo pouco aumento de custo seria perfeitamente aceitável nos dias atuais;
- Em termos de poluição luminosa, os fatores acima citados também vão influenciar, mas aqui o planejamento das cidades e a definição de índices máximos por zona conferem disciplina não somente ao tipo de equipamento mais adequado, mas a um bom projeto luminotécnico que irá contribuir para evitar a luz direta e a luz refletida para o céu.

Em um futuro breve, seria importante o desenvolvimento de critérios mínimos, tais como a criação de indicador de desempenho de qualidade da iluminação, como proposto em trabalho da IFES do Espírito Santo em 2021, através dos colegas Marconi Fardin, Janaina Carneiro e Marcio Almeida. Estes critérios e estudos serão a base necessária para uma mudança necessária e que pode ser rapidamente aplicada nos novos projetos de iluminação pública no Brasil.

Confira em: ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/959

José Starosta é diretor da Ação Engenharia e Instalações e presidente da Sociedade Brasileira de Qualidade da Energia Elétrica (SBQEE)
jstarosta@acaoenge.com.br

A Resolução 1000 da Aneel

A Resolução 1000 (RN 1000) da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) foi lançada no final de 2021 e passou a vigorar no primeiro semestre deste ano. Entre os pontos cobertos pela RN 1000 e normas revogadas estão:

• Contratação de energia elétrica por consumidor livre no Sistema Interligado Nacional (antiga REN 376/2009);
• Condições gerais de fornecimento de energia elétrica (antiga REN 414/2010);
• Ouvidoria (antiga REN 470/2011);
• Modelo e condições de atendimento de energia elétrica para comunidades isoladas (SIGFI / MIGDI, constava na antiga REN 493/2012);
• Condições de acesso ao sistema de distribuição (antiga REN 506/2012 + PRODIST 3);
• Bandeiras tarifárias – Procedimentos comerciais (antiga REN 547/2013);
• Prestação de atividades acessórias pelas distribuidoras (antiga REN 581/2013);
• Modalidades de pré-pagamento e pós-pagamento eletrônico (antiga REN 610/2014);
• Aplicação da modalidade tarifária horária branca (antiga REN 733/2016);
• Recarga de veículos elétricos (antiga REN 819/2018).

Objetivando complementar a lista acima, seguem alguns tópicos específicos tratados pela norma que são relacionados ao tema da qualidade da energia elétrica, independentemente se são novos ou já eram validos nas resoluções anteriores.

a) Cargas transitórias e não lineares: o artigo 23 e §1º são autoexplicativos:

Art.23. A distribuidora deve definir o grupo e o nível de tensão de conexão ao sistema elétrico, observados os critérios a seguir:
§ 1° Unidade consumidora com carga maior que 50 kW e menor ou igual a 75 kW pode ser enquadrada no Grupo A, desde que possua equipamentos que possam prejudicar a qualidade do serviço prestado a outros consumidores e demais usuários, e seja justificado no estudo da distribuidora.

b) Sobre mudança do ponto de conexão com melhor qualidade: o artigo 59 e §1º são autoexplicativos:

Art. 59. O consumidor e demais usuários devem fornecer as informações para a elaboração do orçamento estimado, dispostas nos formulários disponibilizados pela distribuidora.
§ 1° O consumidor e demais usuários podem indicar um ponto de conexão de interesse, a tensão de conexão, o número de fases e as características de qualidade desejadas, que devem ser objeto da análise de viabilidade e de custos pela distribuidora.

c) Aspectos de fator de potência, energia reativa excedente e compensação de energia reativa

A novidade dessa RN é a responsabilização do consumidor pela instalação de sistemas de compensação de energia reativa/capacitores que causem ressonância harmônica ou transientes de manobra. Os modelos de cobrança permanecem inalterados.

Seção VIII
Do fator de potência e do reativo excedente
Art. 302. O fator de potência de referência "fR", indutivo ou capacitivo, tem como limite mínimo permitido o valor de 0,92 (noventa e dois décimos) para a unidade consumidora do grupo A.
Art. 303. A distribuidora não pode cobrar a unidade consumidora do grupo B, que não tem fator de potência de referência, pelo consumo de energia elétrica reativa excedente.

Art. 304. A distribuidora deve cobrar o montante de energia elétrica e demanda de potência reativas excedentes da unidade consumidora do grupo A, incluindo a que optar pelo faturamento com a aplicação da tarifa do grupo B, conforme as seguintes equações:

$$E_{RE} = \sum_{T=1}^{n} \left[EEAM_T \times \left(\frac{f_R}{f_T} - 1 \right) \right] \times VR_{ERE}$$

$$D_{RE}(p) = \left[\sum_{T=1}^{n} MAX \left(DAM_T \times \frac{f_R}{f_T} \right) - DAF(p) \right] \times VR_{DRE}$$

Art. 316. A distribuidora deve conceder para a unidade consumidora do grupo A um período de ajustes no início do fornecimento de energia elétrica para adequação do fator de potência, com duração de 3 (três) ciclos consecutivos e completos de faturamento.

Art. 30. O consumidor e demais usuários devem instalar e construir os seguintes equipamentos e instalações, desde que exigidos nas normas técnicas da distribuidora:

§ 5° A instalação de bancos de capacitores para correção de fator de potência deve ser realizada de modo que sua operação não provoque efeitos transitórios ou ressonâncias que prejudiquem o desempenho do sistema de distribuição ou outras instalações.

d) Responsabilidades dos consumidores sobre suas cargas e correções aplicáveis:

Artigo 69

XI - indicação da necessidade da instalação pelo consumidor e demais usuários de equipamentos de correção ou implementação de ações de mitigação, decorrente de estudos de perturbação ou de qualidade da energia elétrica realizados pela distribuidora;

XII - informações sobre equipamentos ou cargas que podem provocar distúrbios ou danos no sistema de distribuição ou em outras instalações.

e) Responsabilidade sobre investimentos em obras voltadas ao aumento qualidade da energia em níveis superiores aos regulados pelas distribuidoras:

Art. 100. A distribuidora deve assumir os custos adicionais caso opte pela realização de obras com dimensões maiores do que as necessárias para a conexão, ou que garantam níveis superiores de qualidade em relação aos especificados na regulação.

f) Idem pelos consumidores

Art. 110. O consumidor, demais usuários e outros interessados, incluindo a Administração Pública Direta ou Indireta, são responsáveis pelo custeio das seguintes obras realizadas a seu pedido:

II - Melhoria de qualidade em níveis superiores aos fixados pela Aneel.

g) Medição de qualidade de energia pelo consumidor

Art. 231. O consumidor pode optar pela instalação de sistema de medição com funcionalidades adicionais de qualidade, desde que se responsabilize financeiramente pela diferença de custo entre o sistema de medição com funcionalidades adicionais e o sistema de medição que possua os requisitos mínimos necessários ao faturamento da tarifa branca.

h) Qualidade do serviço/produto e o Prodist – Módulo 8

Art. 433. A qualidade do serviço prestado pela distribuidora é avaliada quanto à sua continuidade por indicadores coletivos e individuais relacionados à duração e frequência das interrupções do serviço, conforme Módulo 8 do Prodist.

§ 1° O consumidor e demais usuários têm o direito de receber compensação financeira em sua fatura de energia no caso de a distribuidora violar os limites de continuidade individuais relativos às suas instalações.

Seção II

Da Conformidade da tensão

Art. 437. A conformidade da tensão entregue pela distribuidora, de acordo com o Módulo 8 do Prodist, é avaliada pelos seguintes fenômenos:

I - Regime permanente: tensão em regime permanente, fator de potência, harmônicos, desequilíbrio de tensão, flutuação de tensão e variação de frequência; e

II - Regime transitório: variações de tensão de curta duração (VTCD).

i) Reclamações dos consumidores:

Art. 438. Ocorrendo problemas relacionados à qualidade da energia elétrica em sua unidade consumidora, o consumidor deve registrar reclamação junto à distribuidora, devendo fornecer, no mínimo, os seguintes elementos:

I - Dias da semana e horários prováveis em que o problema foi verificado; e

II - Descrição do problema verificado.

§ 1° Nos casos de reclamação efetuada sobre a tensão em regime permanente, a distribuidora tem os seguintes prazos, contados da data da reclamação:

I - Até 15 (quinze) dias: para realizar a inspeção técnica no ponto de conexão do consumidor, a medição instantânea do valor eficaz de 2 (duas) leituras e comunicar o resultado ao consumidor; e

II - Até 30 (trinta) dias: para realizar a medição pelo período de 168 (cento e sessenta e oito) horas, caso o problema não tenha sido regularizado ou o consumidor solicite, e entregar ao consumidor o laudo técnico do resultado da medição.

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

Cabo isolado de média tensão: será que vai falhar hoje? Parte IV

Neste último artigo da série sobre confiabilidade em cabos isolados de média tensão, vamos abordar o fenômeno das atividades de descargas parciais. Se essa for a primeira vez que você está lendo essa série de colunas, sugiro ler os três textos anteriores para ter um entendimento melhor.

Descargas parciais são rupturas/centelhamentos que ocorrem localmente em determinada região do cabo ou em seus acessórios. Podem produzir alteração nas características e propriedades elétricas dos materiais que compõem os cabos, aquecimento localizado, entre outros fenômenos. A identificação e a correção desses defeitos são fundamentais para evitar falhas nos cabos. Geralmente, os defeitos que causam descargas aos isolamentos do cabo são identificados durante os testes de tensão aplicada em VLF, seja no comissionamento, seja em testes de performance durante manutenções de rotina.

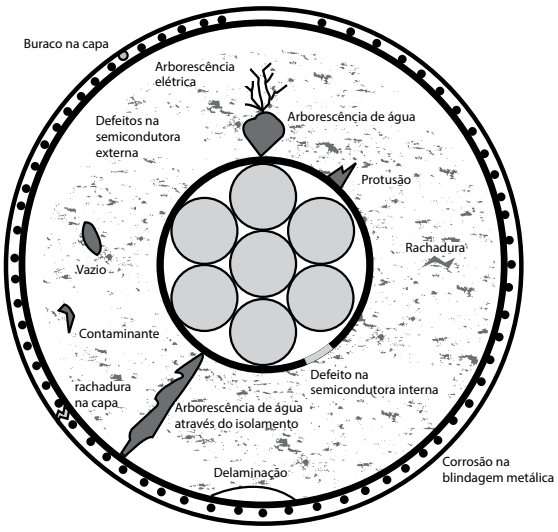


Figura 1 - Defeitos típicos que podem produzir atividade de descargas parciais no cabo isolado.

Os acessórios confeccionados em campo apresentam maior prevalência à ocorrência de defeitos que produzem descargas parciais. Abertura incorreta de ponteiras, limpeza inadequada, entre outras causas produzem uma diferença de potencial significativa nas interfaces dos materiais. Dependendo do tipo de defeito e características, os acessórios podem vir a falhar rapidamente, logo após a energização, ou permanecer diversos anos em operação com defeitos latentes e menor velocidade de evolução. Portanto, a técnica de medição de descargas parciais, fundamentalmente, é aplicada para diagnóstico de acessórios, terminações e emendas. A Figura 2 apresenta os principais tipos de defeitos em terminações e emendas encontrados que produzem descargas parciais.

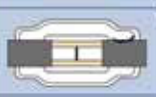
Acessórios	Causa	Efeito	Padrão de fase
Terminação	Acúmulo de sujeira, oxidação	Descargas através da superfície	DP externa
	Falhas de instalação, falhas em manutenção	Descargas parciais internamente no isolamento	DP interna
Emendas XLPE/EPR	Falhas na instalação, falhas na manutenção, envelhecimento	Descargas parciais, lento dano aos isolamentos	DP interna
	Umidade	Descargas superficiais entre condutor e malha	DP externa

Figura 2 - Defeitos típicos em acessórios de cabos isolados.

Métodos para detecção de descargas parciais

Realizar medições de descargas parciais em cabos isolados em operação sempre foi um grande desafio, tendo em vista a baixa

amplitude do fenômeno e os ruídos presentes em ambientes não controlados, como por exemplo, dentro de uma subestação.

Nas últimas décadas houve grande evolução, tanto na eletrônica de potência, que permitiu fabricar equipamentos mais sensíveis com alta precisão, como nos algoritmos de inteligência artificial, que conseguem tratar uma grande quantidade de dados e fazer uma pré-avaliação dos sinais, selecionando os sinais típicos associados às descargas parciais."

Existem duas classes de métodos para identificação de descargas parciais em cabos: os que são realizados online, com sistemas energizados, e os que são realizados offline, com sistemas desenergizados. Nos ensaios offline, as terminações são desconectadas e uma fonte externa é utilizada para aplicar tensão ao cabo. O equipamento que identifica e quantifica as descargas geralmente é mantido em paralelo ao sistema, conforme indicado na Figura 3.

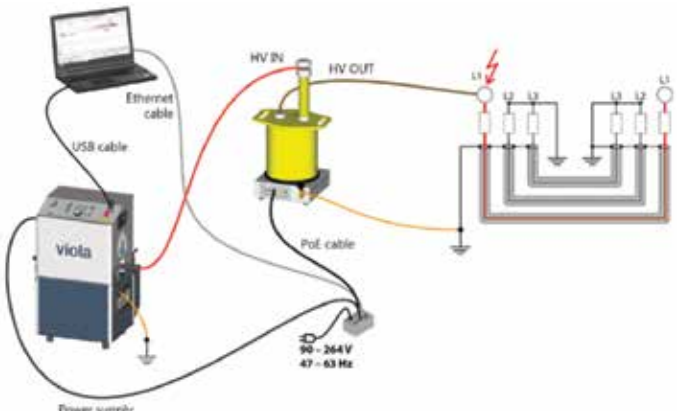


Figura 3 - Esquema de montagem usual para arranjos de medição de descargas parciais em ensaios offline.

Através de princípios de reflectometria, é possível obter a posição da origem dos defeitos, como demonstrado na Figura 4.

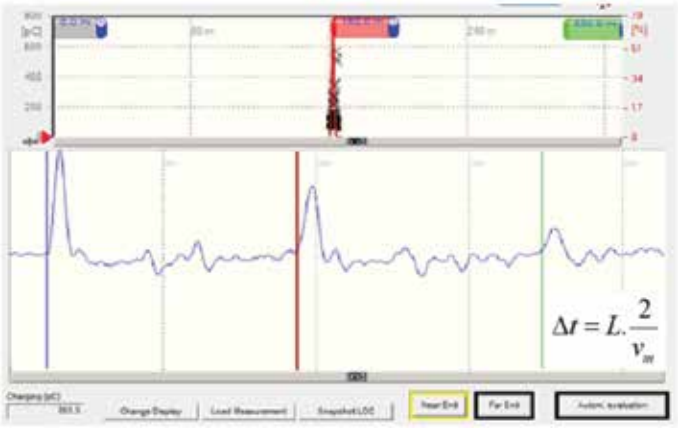


Figura 4 - Sinal típico de uma descarga parcial localizada no meio do trecho de cabo.

Os ensaios online envolvem a utilização de transdutores de corrente de alta frequência, que são conectados à blindagem dos cabos para monitoramento temporário ou permanente. Os ensaios online podem apresentar ruído elevado ou interferência de máquinas, de modo que são menos sensíveis que os ensaios offline. Os programas utilizam inteligência artificial para seleção de possíveis descargas dentro de um grande volume de medições realizadas continuamente. A grande vantagem em relação aos métodos offline é sua realização com o circuito ligado. Em parques eólicos e solares, em que frequentemente há baixa disponibilidade para desligamentos, a aplicação online tem se tornado uma alternativa cada vez mais usual.

Figura 5 - Típico arranjo empregado em ensaios de descargas parciais online.

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

Aterramento e equipotencialização em áreas classificadas – Parte 1

Sinopse: este artigo trata da necessidade do devido aterramento ou equipotencialização de equipamentos e instalações de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricas e mecânicas em áreas classificadas, com o objetivo da proteção contra os efeitos de descargas atmosféricas e o indevido acúmulo de cargas eletrostáticas em áreas classificadas, os quais podem representar fontes de ignição de atmosferas explosivas formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis que podem estar presentes nas instalações.

Para um melhor entendimento sobre este assunto, de fundamental importância para a segurança das instalações em áreas classificadas contra a indevida existência de fontes de ignição, sob o ponto de vista de "definições", o termo "equipotencializar" significa deixar tudo no mesmo potencial. A equipotencialização é a técnica utilizada para minimizar a diferença de potencial entre dois objetos condutivos, de forma que fiquem no mesmo valor. Os equipamentos e objetos equipotencializados, nestes casos, não são necessariamente aterrados. Também sob o ponto de vista de definições, o termo "aterramento" significa a técnica de equalizar a diferença de potencial entre dois objetos condutivos e o terra.

A combinação das técnicas de equipotencialização e de aterramento é utilizada de forma a manter o potencial do sistema sob consideração no potencial zero do sistema de terra, tanto em instalações em áreas classificadas como em áreas não classificadas.

Podem ser citados como os principais objetivos dos circuitos de aterramento e equipotencialização:

• Eliminar a possibilidade de choques elétricos para as pessoas;

• Proporcionar a devida operação de dispositivos de proteção contra sobrecorrente, de forma que o tempo de duração das correntes de falta seja minimizado;

• Equalizar o potencial de tensão de partes metálicas não destinadas à condução de corrente;

• Evitar o acúmulo de cargas eletrostáticas geradas pela movimentação de fluidos sólidos, líquidos ou gasosos, nos equipamentos de processo.

De forma diferente do aterramento, em que os elementos condutores obrigatoriamente precisam ter contato "direto" com o sistema de terra, a equipotencialização não envolve a ligação "direta" com o sistema de terra. No aterramento é feita uma ligação elétrica intencional e de baixa impedância com o sistema de terra. Na equipotencialização de equipamentos, o principal objetivo é fazer com que os elementos condutores, as massas e a terra estejam o mais próximo possível de um mesmo potencial.

O conceito de aterramento envolve necessariamente algum tipo de contato "direto" das massas e dos elementos condutores com o sistema de terra, com o objetivo de fazer com que todos os componentes do sistema de aterramento fiquem no potencial mais próximo possível do sistema de terra. Por exemplo, quando é feito um aterramento em um transformador ou em um painel, o objetivo é que as massas destes equipamentos fiquem "diretamente" no potencial do sistema de terra.

O conceito de equipotencialização não envolve necessariamente uma ligação "direta" com o sistema de terra. Na equipotencialização, o principal objetivo é fazer com que todas as massas e elementos condutores de diferentes equipamentos estejam no mesmo potencial entre si, independentemente do valor deste potencial em relação à terra.

Em uma aeronave, por exemplo, todas as massas e elementos condutores são equipotencializados, ou seja, interligados entre si, mas estas massas e elementos condutores não estão conectados ao sistema de terra. Mesmo não existindo a aplicação do conceito do "aterramento" em uma aeronave, a equipotencialização de todas as suas partes é fundamental para a sua operação segura, de forma a evitar que houvesse diferenças de tensão entre as diferentes partes de um avião, por exemplo, quando este é atingido por uma descarga atmosférica.

As atividades de equipotencialização e de aterramento de aeronaves durante o processo de reabastecimento evita o acúmulo de cargas eletrostáticas que são geradas pela movimentação do querosene ou da gasolina de aviação, as quais poderiam, em caso contrário, causar a ignição dos vapores combustíveis.

A aplicação dos conceitos de aterramento e de equipotencialização é requerido para assegurar, dentre outros requisitos de segurança, a proteção contra os efeitos de descargas atmosféricas bem como contra o acúmulo indevido de cargas eletrostáticas que poderiam gerar arcos ou centelhas capazes de causar a ignição de atmosferas explosivas de gases inflamáveis ou poeiras combustíveis. A equipotencialização é utilizada para a proteção contra a geração ou o acúmulo de cargas eletrostáticas em peças metálicas que estejam indevidamente isoladas, choques elétricos, sobretensões e

perturbações eletromagnéticas.

A ABNT IEC TS 60079-32-1 (Atmosferas explosivas - Parte 32-1: Riscos eletrostáticos, orientações) apresenta uma série de "orientações" sobre a segurança dos equipamentos e instalações em áreas classificadas contendo gases inflamáveis ou poeiras combustíveis, contra o risco da presença de fontes de ignição devido à geração ou ao acúmulo de cargas eletrostáticas, que podem causar acidentes catastróficos em locais com a presença de atmosferas explosivas.

A Figura apresentada a seguir mostra um exemplo de aterramento e de equipotencialização para controle de eletricidade estática em atmosferas explosivas, com base nos requisitos especificados na ABNT IEC TS 60079 32 1.

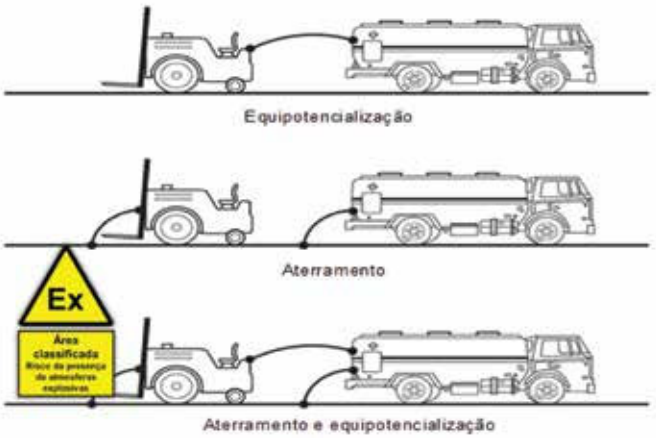


Figura 1 - Exemplos de aplicação dos conceitos de aterramento e equipotencialização de equipamentos em áreas classificadas contra o acúmulo de cargas eletrostáticas.

Em áreas classificadas, a eliminação das fontes de ignição pode ser considerada como um requisito fundamental, sendo que a implantação de um sistema efetivo de aterramento e de equipotencialização representa um critério básico de projeto.

Além de evitar o acúmulo de eletricidade estática, o sistema de aterramento contribui também para a devida atuação de dispositivos de proteção contra faltas a terra, no caso da ocorrência de falhas do isolamento para a terra em equipamentos e circuitos elétricos, os quais rapidamente desligam o circuito. Caso contrário, poderia ocorrer a existência de pontos quentes com temperatura excessiva (acima da classe de temperatura do local da instalação) ou a geração de arcos elétricos devido à falha do isolamento.

Figura 2 - Exemplo de barra de aterramento com a conexão direta com o sistema de terra.

Figura 3 - Exemplo de equipotencialização entre partes condutivas não destinadas à condução de corrente elétrica.

É apresentado a seguir um exemplo de equipotencialização de tubulações metálicas, de forma a assegurar que estejam no mesmo potencial, sem o risco de apresentarem o risco de elevadas diferenças de tensão que pudessem gerar descargas eletrostáticas capazes de atuar como fontes de ignição e resultar na explosão de atmosferas explosivas que possam estar presentes em áreas classificadas.

Figura 4 - Exemplo de equipotencialização entre partes condutivas de tubulações metálicas.

É apresentado a seguir um exemplo de equipotencialização de flanges em tubulações metálicas industriais, de forma a assegurar um mesmo potencial eletrostático e um caminho para a condução de descargas atmosféricas em instalações marítimas.

Figura 5 - Exemplo de equipotencialização de flanges de tubulações em instalações marítimas, de forma a assegurar a continuidade elétrica contra descargas atmosféricas e que as partes estejam no mesmo potencial eletrostático.

Para instalações marítimas (offshore) em atmosferas explosivas, devem ser também atendidos os requisitos sobre aterramento e equipotencialização indicados na norma brasileira adotada ABNT NBR IEC 61892-7 (Unidades marítimas fixas e móveis - Instalações elétricas - Parte 7: Áreas classificadas), bem como devem ser observados complementarmente, os requisitos apresentados por entidades classificadoras navais.

Este tema continua na próxima edição.

Nunziante Graziano é engenheiro eletricista, mestre em energia, redes e equipamentos pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP), Doutor em Business Administration pela Florida Christian University, Conselheiro do CREASP, membro da Câmara Especializada de Engenharia Elétrica do CREASP e diretor da Gimi Pogliano Blindosbarra Barramentos Blindados e da GIMI Quadros elétricos | nunziante@gimipogliano.com.br

SENSORES E O MONITORAMENTO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

"A quarta revolução industrial não é definida por um conjunto de tecnologias emergentes em si mesmas, mas a transição em direção a novos sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da revolução digital", esclarece Schwab, em seu livro A Quarta Revolução Industrial.

As tecnologias que fazem parte do conjunto da Indústria 4.0 não estão restritas aos universos da nanotecnologia, da biotecnologia, da robótica, da inteligência artificial e do armazenamento de energia. Falamos em sistemas físicos cibernéticos, internet das coisas, mas sobretudo, redes. O mundo onde tudo é conectado.

Hoje, é possível conectar, monitorar, medir, controlar, proteger, entre tantas funções usando sensores, relés, controladores, drives, isso tudo conectado às redes de dados. Mas, pergunto: por que e para que buscamos e armazenamos tantos dados sobre o funcionamento de instalações elétricas? Para esta pergunta, seguramente, centenas de respostas devem surgir,

portanto, usando um pouco de futurologia e esoterismo, declaro as minhas previsões.

São diversas as razões pelas quais queremos dados. Sem dados, não é possível entender o passado, razão pela qual estudamos História. Entendendo o passado, analisando causas e consequências, conseguimos entender e estabelecer padrões e, com isso, evitar problemas futuros. Com dados sobre consumo energético, a gestão das empresas pode reformar contratos de demanda contratada junto às distribuidoras, remanejar horários de trabalho, controlar o consumo, monitorar rateio de despesas e análise de custos operacionais, ou seja, com dados, a visão é clara e ações podem ser tomadas com maior acuracidade. Também com base em dados de manutenção, a gestão de ativos monitora preditivamente os ciclos de vida útil de equipamentos, podendo prever os melhores momentos para se executar manutenções preventivas e evitar paradas em linhas de produção, o que gera prejuízos, além de evitar acidentes que destruam os ativos e causem também perdas produtivas.

Cabe ressaltar que tudo isso é muito interessante, mas custa, e o custo desse sistema todo precisa ser muito bem analisado, pois o aparato preventivo não pode custar mais caro do que o custo de uma linha de produção parada por conta de uma falha de um sistema sem manutenção.

Ora, se é assim, qualquer sistema preventivo é viável? Pois bem, se a resposta para essa pergunta não é sempre sim, então é preciso racionalizar o aparato preventivo para a real necessidade de cada uma das instalações. Evidentemente, uma instalação de missão crítica como um datacenter terá sempre um aparato preventivo muito mais sofisticado do que uma indústria de transformação.

Assim sendo, na minha visão, reduzindo ao mínimo o aparato preventivo de sensores e sistemas acessórios, chega-se ao conjunto de sensores que monitore temperatura e vibração. Com essas duas grandezas, entendo que é possível, através de um bom software de tratamento de dados e um eficaz sistema de aquisição de dados em tempo real, proteger os ativos elétricos de panes. 95% das ocorrências em sistemas elétricos são evidenciadas por aumentos de temperatura ou de vibração. Assim sendo, um sistema eficiente de aquisição de dados, com amostragem em frequência bem ajustada, um bom software de tratamento de dados que analise o perfil de comportamento daquele sistema pelo histórico de seu funcionamento, consegue antecipar uma trajetória de aquecimento ou de vibração excessiva e alarmar as equipes de manutenção preventiva. Minha aposta é nestes sensores, mas reitero que a qualidade do sistema de aquisição e análise de dados é tão importante quanto os dados em si, portanto, essa infraestrutura precisa ser confiável e muito bem testada.

Um detalhe importante que gostaria de abordar é a qualidade e durabilidade dos sensores. São eles que trazem ou traduzem as grandezas sob análise aos softwares de gestão. Assim sendo, a escolha destes aparelhos pode ser a diferença entre o herói ou o vilão. Como estamos entregando aos sensores toda a responsabilidade, se eles deixarem de ser confiáveis ou perderem a acuracidade ao longo do tempo, não temos mais plano "B", ou seja, as equipes de manutenção não estão mais abrindo painéis e reapertando-os de tempos em tempos como no passado, apenas o fazem quando o sensor indica aumento de temperatura. Portanto, economizar no "CAPEX" do sensor é como comprar pastilha de freio no "mercado paralelo", um enorme risco!

Do ponto de vista ambiental, sensores precisam de alimentação auxiliar para funcionarem, o que, em muitos casos, envolve o uso de baterias, em especial aqueles ligados a sistemas de alta tensão que não podem ser alimentados por fios. Nestes casos, é essencial escolher sempre sensores autoalimentados pela própria barra onde estão e que não tenham baterias internas, pois, quando você mais precisar, a bateria vai acabar e o sistema ficará "cego". Escolha sempre sensores sem baterias, pois o meio ambiente agradece que não descartemos mais baterias.

Por fim, a segurança cibernética dos sistemas de aquisição e armazenamento dos dados é fundamental para o funcionamento de todo o aparato. Preocupe-se sempre em manter seus dados protegidos, com redes exclusivas de medição e monitoramento separados de sistemas operacionais, pois a invasão de redes por hackers é uma realidade e o sequestro de sistemas de comando e controle é um fantasma que assusta operadores do mundo todo.

Por fim, analise suas necessidades, oportunidades e dificuldades para dimensionar bem e adequadamente o melhor aparato preventivo e de monitoramento por meio de sensoriamento das instalações elétricas para não gastar além do que precisa, mas, sobretudo, para não comprar "gato por lebre".

Índice de anunciantes

BRVAL 43
(21) 3812-3100
www.brval.com.br

Clamper 7 e Fascículos
(31) 3689-9500
www.clamper.com.br

Cobrecom 15
(11) 2118-3200
www.cobrecom.com.br

Condumax 23
0800 701 3701
www.condumax.com.br

Embrastec 17
(16) 3103-2021
www.embrastec.com.br

Expolux 3ª capa
(11) 4659-0012
www.expolux.com.br

Exponencial 61
(31) 3317-5150
www.exponencialmg.com.br

Famatel Brasil 29
(15) 3326-5429
www.famatelbr.com

Fox Engenharia 5
(61) 2103-9555
www.foxengenharia.com.br

Gimi Soluções 2ª capa, 41 e Fascículos
(11) 2532-9825
www.gimi.com.br

Hellermann Tyton 53
(11) 99610-6060
www.hellermanntyton.com.br

Incesa 23
0800 770 3228
www.incesa.com.br

Intelli 4ª capa
(16) 3820-1500
www.grupointelli.com.br

Itaipu Transformadores 11
(16) 3263-9400
www.itaiputransformadores.com.br

JEA Sul 13
(41) 3278-7800
www.jeasul.com.br

Kitframe 59
(11) 4613-4555
www.kitframe.com

MSE Engenharia 35
(43) 3031-0500
www.mse.com.br

Mistubishi Electric 27
(11) 4689-3000
www.mistubishielectric.com.br/ia

Paratec 63
(11) 3641-9063
www.paratec.com.br

Polar Componentes Brasil 47
(22) 2105-7777
www.polarb2b.com

Romagnole 21
(44) 3233-8500
www.romagnole.com.br

S&C 9
(41) 9687-9222
www.sandc.com

Trael 69 e Fascículos
(65) 3611-6500
www.trael.com.br

EXPOLUX

FEIRA INTERNACIONAL DA INDÚSTRIA DA ILUMINAÇÃO

O FUTURO SERÁ BRILHANTE.

02 A 05 DE AGOSTO | 2022

EXPO CENTER NORTE - SP

VISITE O PRINCIPAL EVENTO DE ILUMINAÇÃO DA AMÉRICA LATINA!

A Expolux concentra tecnologias e tendências, apresentando soluções em produtos e serviços para lojistas especializados, varejistas, atacadistas, distribuidores, lighting designers, arquitetos, designers de interiores, engenheiros, projetistas, técnicos e gestores públicos.

É o ponto de encontro ideal para quem quer acompanhar de perto as inovações do setor, aprimorar conhecimentos e gerar muitos negócios.

FAÇA O SEU **CREDENCIAMENTO GRATUITO** AGORA MESMO!

www.expolux.com.br

expolux_oficial /expolux

Realização:

ABILUX
Associação Brasileira da Indústria de Iluminação

SINDILUX

Organização e Promoção:

RX

CONDUTORES DE ALUMÍNIO MULTIPLEXADOS

(DUPLEX, TRIPLEX E QUADRUPLEX)

Cabos de potência multiplexados autossustentados isolados com PE ou XLPE, para tensões de até 0,6/1kV.

Indicados para:

- Redes aéreas urbanas de distribuição de baixa tensão
- Ramais de ligação em redes secundárias rurais

CDP - CONECTOR DERIVAÇÃO PERFURANTE

Indicado para condutores isolados de 1,5 a 240mm² em redes aéreas.

Conexões:

- **Alumínio-Alumínio**
- **Alumínio-Cobre**
- **Cobre-Cobre**

Imagem real do produto

VISITE-NOS NO CINASE
CONGRESSO & EXPOSIÇÃO
SALVADOR/BA
10 E 11 DE AGOSTO

GRUPO INTELLI

Siga-nos nas redes sociais.

/grupo-intelli /grupointelli /grupo_intelli /grupointelli

WWW.GRUPOINTELLI.COM.BR