

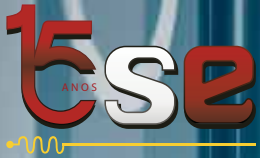


REVISTA

O setor elétrico

ISSN 1983-0912

Ano 16 - Edição 177 / Março de 2021



INTERNET DAS COISAS E O SETOR ELÉTRICO

AS OPORTUNIDADES E POTENCIAL DE GANHOS EM MONITORAMENTO,
CONTROLE E QUALIDADE DE ENERGIA NA GERAÇÃO, TRANSMISSÃO E,
PRINCIPALMENTE, NA DISTRIBUIÇÃO

ENERGIA RENOVÁVEL

Proteção de sistemas fotovoltaicos contra descargas atmosféricas

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:

Avaliação do ciclo de vida aplicada à conversão de energia

Um guia prático de consulta às empresas fabricantes e distribuidoras de linhas elétricas

OPINIÃO:

Um ensaio sobre a qualidade das instalações elétricas brasileiras



7



GIMI POGLIANO BLINDOSBARRA

BARRAMENTOS BLINDADOS

Há 7 anos distribuindo energia pelo Brasil
e mais de 100 anos pelo mundo!

TRADIÇÃO

TECNOLOGIA

CONFIANÇA



UMA EMPRESA DO





GIMI POGLIANO BLINDOSBARRA
BARRAMENTOS BLINDADOS

UMA EMPRESA DO



BARRAMENTO BLINDADO BX-E

Linhas elétricas pré-fabricadas com capacidade de 320A até 6300A 3P + N + PE adequadas para o transporte e distribuição de energia elétrica nas seções verticais e horizontais de qualquer tipo de instalação elétrica.

A ENERGIA E A INOVAÇÃO
CORREM EM NOSSAS VEIAS



✉ vendas@gimipogliano.com.br ☎ +55 (11) 4752-9900



Edição 177

15 anos de OSE

A revista O Setor Elétrico completa, neste ano, a emblemática marca de 15 anos de vida. Concebida no início do ano de 2006 com o grande diferencial de ser uma revista técnica colecionável, a publicação manteve por todos esses anos a sua essência de publicar artigos técnicos em série, em que especialistas aprofundam assuntos de alta relevância para o nosso público. São, ao todo, 177 edições até agora (e contando...) com inúmeros papers, reportagens, pesquisas e colunistas de peso compartilhados com nossos leitores. Considerando o enfraquecimento do mercado editorial impresso nos últimos anos, alcançar essa marca com uma publicação técnica especializada é uma conquista a ser comemorada com louvor.

O ano de 2020 e este ano de 2021 (ou 2020, o ano que não acabou) estão sendo extremamente desafiadores para o mundo, mas especialmente para o Brasil, cuja liderança teve muita dificuldade para aceitar a pandemia e para enfrentá-la com seriedade e inteligência. O preço que estamos pagando está nos tristes noticiários que "nos acostumamos" a ler/ouvir/assistir diariamente. As perdas, claro, são irreparáveis, mas se podemos tirar uma lição dessa crise toda que vivemos é que a sociedade aprendeu novas formas de se comunicar, de estudar e de trabalhar. Novas maneiras que não devem substituir as formas tradicionais de convivência e trabalho, mas devem coexistir quando a pandemia não for mais um problema.

E nós aqui da editora aprendemos muito com tudo isso. Fizemos uma versão totalmente digital do nosso conhecido evento CINASE (Circuito Nacional do Setor Elétrico), que nos rendeu muitos aprendizados, e nos dedicamos mais ao universo online com mais presença nas redes sociais, com revista digital e com as dezenas de webinars que produzimos nos últimos meses, que somaram mais de 60 mil visualizações. A propósito, todas elas continuam disponíveis em nosso canal no YouTube: <https://www.youtube.com/osetoreletrico>

O digital é isso: nos permite chegar mais longe e alcançar mais pessoas. E é por isso que a revista O Setor Elétrico está direcionando mais energia neste mundo paralelo. Em breve, lançaremos um portal totalmente reformulado repleto de novidades e de muita informação para os nossos leitores. Um site mais moderno e com conteúdo exclusivo para o ambiente virtual. Fiquem ligados em nossas redes sociais para acessar as nossas novidades em primeira mão! Basta procurar por @osetoreletrico ou Revista O Setor Elétrico. Estamos em todas as mídias: YouTube, Facebook, Instagram, Twitter e LinkedIn ;)

Cuidem-se!

Abraços,

Flávia Lima

flavia@atitudeeditorial.com.br

Nota de pesar

Lamentamos, profundamente, o falecimento do engenheiro Theodoro Bender no último dia 23 de fevereiro. O eng. Bender colaborou muito com a engenharia elétrica no Brasil. Foi membro ativo da elaboração de normas na ABNT e contribuiu enormemente para a segurança elétrica do paciente e da engenharia clínica com a introdução do sistema IT Médico no país. Fundador da empresa RDI Bender, Theodoro Bender recebeu em 2018, aos 90 anos, homenagem com a Láurea de Reconhecimento do CREA-SP pelos seus relevantes serviços prestados ininterruptamente nos 50 ou mais anos anteriores. Com seu jeito manso, educado e modesto, o eng. Bender definitivamente deixou sua marca registrada no país.



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



Atitude.editorial
atitude@atituedeeditorial.com.br

Diretores

Adolfo Vaiser
Simone Vaiser

Assistente de circulação, pesquisa e eventos

Henrique Vaiser – henrique@atituedeeditorial.com.br

Administração

Paulo Martins Oliveira Sobrinho
administrativo@atituedeeditorial.com.br

Editora

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

Publicidade

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

Contato publicitário

Ana Maria Rancoleta - anamaria@atituedeeditorial.com.br

Direção de arte e produção

Leonardo Piva - atitude@leonardopiva.com.br

Consultor técnico

José Starosta

Colaborador técnico de normas

Jobson Modena

Colaboradores técnicos da publicação

Daniel Bento, Jobson Modena, José Starosta, Luciano Rosito,
Nunziane Graziano, Roberval Bulgarelli.

Colaboradores desta edição

Breno de Assis, Carlos Evangelista, Cláudio Onsei Garcia,
Daniel Bento, Elbia Gannoum, Flávio Garcia,
Guilherme Chrispim, Guilherme Susteras, João Mamede Filho,
Jobson Modena, José Antonio de Souza Brito, José Starosta,
Julio Omori, Luciano Rosito, Nunziane Graziano,
Patrick Almeida, Paulo Edmundo da Fonseca Freire,
Roberval Bulgarelli, Rodrigo Sawaia, Ronaldo Kascher,
Ronaldo Kolozzuk, Sérgio Almeida Pacca.

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

Capa: www.shutterstock.com | Preechar Bowonkitwanchai

Impressão - Grafilar

Distribuição - Correios

Atitude Editorial Publicações Técnicas Ltda.

Rua Piracama, 280, Sala 41
Cep: 05017-040 – Perdizes – São Paulo (SP)
Fone - (11) 98433-2788
www.osetoreletrico.com.br
atitude@atituedeeditorial.com.br

Filiada à

anatec
www.anatec.org.br



35 Suplemento Renováveis

Sistemas fotovoltaicos e os danos provenientes de descargas atmosféricas diretas; Projeto de lei prevê marco legal para geração distribuída no país; A diversidade no setor elétrico. Estas e outras notícias sobre o universo das fontes renováveis de energia.

4 Editorial

6 Coluna do consultor

Covid e a tênue linha entre as patologias física e mental.

8 Pannel de notícias

Queimadas aumentam ocorrências em linhas de transmissão; Enel amplia as ações de combate a fraudes e furtos de energia; Signify anuncia novos produtos para iluminação pública; Engerey amplia fábrica de painéis elétricos; Cemig registra mais de 3,6 mil colisões em postes; Brametal fecha 2020 com produção recorde de 200 mil toneladas. Estas e outras notícias sobre produtos, empresas e mercado da engenharia elétrica no Brasil.

15 Fascículos

Instalações elétricas de média e alta tensão
Pesquisa e Desenvolvimento - Os melhores projetos
Eficiência energética - Planejamento e execução

48 Aula prática

Internet das Coisas e o setor elétrico.

52 Guia setorial

Um guia prático de consulta às empresas fabricantes e distribuidoras de linhas elétricas.

58 Espaço Aterramento

ABNT NBR 7117 - Parâmetros do solo para projetos de aterramento - Sondagens geoeletricas.

60 Espaço SBQEE

Dimensionamento de filtros harmônicos passivos para parques eólicos.

Colunas

62 Jobson Modena - Proteção contra raios

64 Nunziane Graziano - Quadros e painéis

66 Luciano Rosito - Iluminação pública

67 Daniel Bento - Redes subterrâneas em foco

68 José Starosta - Energia com qualidade

70 Roberval Bulgarelli - Instalações Ex

72 Opinião

Um ensaio sobre a qualidade das instalações elétricas brasileiras.



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

A Covid seria uma patologia mental?

Os alarmistas de plantão indicam uma série de efeitos colaterais causados naqueles que foram contaminados pelo vírus na pandemia. Os efeitos podem ser variados, como os cardiovasculares, síndromes respiratórias, musculares e outros.

Contudo, boa parte dos gestores públicos, políticos, juízes e todos aqueles que têm como tarefa conduzir a vida dos cidadãos brasileiros e que em última análise pagam seus salários, parece terem sido afetados por algum efeito colateral, mesmo sem a própria contaminação com fortes sequelas mentais, talvez só por proximidade. Vejamos alguns fatos novos que perturbam nossas vidas enquanto a vacina e a redenção (não rendição) não chegam para a maioria da população.

No nosso setor elétrico, as empresas dedicadas às atividades de eficiência energética e aquelas dedicadas aos programas de pesquisa e desenvolvimento, incluem-se aí as universidades e os centros de pesquisas, estão perdendo os financiamentos para suas atividades. De uma forma geral, a Lei 14120, oriunda da MP 998, promulgada

pela presidência da república e em regulação pela Aneel (março de 2021), parece apontar para aportar os recursos, em detrimento aos organismos acima informados, com uma mínima redução de tarifas de forma muito semelhante às medidas populistas já efetuadas no passado, preterindo os projetos efetuados por essas empresas, laboratórios e universidades. Não vamos falar da morte da galinha dos ovos de ouro, mas vamos matar a galinha e ficar sem os ovos; e vida que segue até a próxima eleição. O governo manda no Estado e essa é uma de nossas outras síndromes.

No outro ponto, um “juiz supremo” se acha individualmente no poder de invalidar uma condenação por incompetência do local de julgamento (estou aqui tentando traduzir para o português coloquial). Como diríamos no bom português P* &#! Por que não resolveu isso antes, excelência? O que há por trás? Vaidades? Interesses? De quem? Quanto nossos bolsos pagaram pelas investigações e julgamento? Talvez não lhe interesse! Novamente, a tal da síndrome mental, imaginando que o povo

pode ser enganado, mesmo nas alturas de um triplex. Alguém pode avisar a esse “time de 11” que o termo “supremo” é só uma figura de linguagem mal aplicada?

Enquanto isso, os governos federais, ministros, governos estaduais, redes hospitalares e outros envolvidos não se entendem sobre as vacinas, testes, estúpidos “lockdowns”, hospitais de campanha e outros temas associados e, naturalmente, o impossível distanciamento social em transporte público, casas de massagens abertas e festas em geral promovidas por desmiolados. Será que os recursos estão sendo alocados de forma adequada? Com competência, planejamento e sem desvios e corrupção? Pior! Boa parte destes senhores e senhoras foram escolhidos por voto popular!

Qual seria a ordem de grandeza da relação entre os recursos mal empregados por esses gestores e aqueles que estão sendo arrancados de eficiência energética e P&D? Respondam aqueles que não estiverem acometidos de patologias radicalizadas e polarizadas que assolou nossa sociedade.

SMART TRAFÓ.

TECNOLOGIA E EFICIÊNCIA DE MONITORAMENTO EM TEMPO REAL.

O Smart Trafo foi desenvolvido para integrar os transformadores de energia elétrica de redes de distribuição com as redes inteligentes (Smart Grid). Este equipamento envia informações em tempo real permitindo a administração remota de dados importantes da rede elétrica como: tensão, corrente, potência passante, energia, temperatura, sobrecarga entre outros, mapeando seu funcionamento, prevendo a vida útil dos ativos e aferindo perdas técnicas e não técnicas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- ▶ Medição monofásica, bifásica e trifásica no mesmo equipamento.
- ▶ Comunicação modular, Wi-Fi, GSM ou IoT (NB, Sigfox, LoRa).
- ▶ Várias classes de tensão (127/220/380 V) e corrente (0 a 60 A, 0 a 250 A ou 0 a 1.000 A ou 0 a 5.000 A) no mesmo medidor.
- ▶ Uso de transformador de corrente tipo Split Core (até 500 A) ou tipo Rogowski flexível (0 a 5.000 A).

APLICÁVEL EM TRANSFORMADORES A SECO



APLICÁVEL EM TRANSFORMADORES A ÓLEO



INTERFACE WEB

- Excelente ferramenta para gestão de energia em consumidores com mini ou micro geração fotovoltaica: medidor está no ponto de conexão com a concessionária.
- Ferramentas de Power BI.
- Plataforma para visualização dos dados atualizada a cada 5 minutos.
- Gestão de cliente, usuário e instalação.
- Intuitiva, aglutinando informações para o administrador.



Queimadas causam aumento de 400% em ocorrências em LTs

Os incêndios e queimadas irregulares que aconteceram nos últimos meses figuraram entre as principais causas de desligamentos forçados na rede de transmissão de energia elétrica. De acordo com a ISA CTEEP, foram registradas, de janeiro a dezembro de 2020, aproximadamente 133 ocorrências com queimadas próximas às linhas da empresa, um aumento de cerca de 400% em relação ao mesmo período de 2019. Dentre as cidades mais impactadas estão Araraquara, Ribeirão Preto, Bauru e Mirassol, no interior do estado de São Paulo.

Além de diversas campanhas de conscientização sobre a proibição de atear fogo em proximidades das linhas de transmissão e subestações, a empresa tem investido em mecanismos e procedimentos de fiscalização responsiva, como o uso da plataforma de monitoramento de descargas atmosféricas do Clima Tempo. A ferramenta identifica queimadas ao longo das linhas de transmissão, ajudando a atuar preventivamente e a identificar a causa do desligamento, já que, dependendo da proporção do incêndio, não há tempo de o Corpo de Bombeiros atuar antes.



Pós-queimada embaixo de uma linha de transmissão, na região de Ribeirão Preto (SP).

Enel amplia em 27,8% as ações de combate a fraudes e furtos de energia

A Enel Distribuição São Paulo intensificou as ações de combate às fraudes e aos furtos de energia em 2020. No ano passado, a distribuidora realizou mais de 246 mil inspeções na rede elétrica dos 24 municípios de sua área de concessão, representando um crescimento de 27,8% na comparação com as 192 mil inspeções realizadas em 2019.

Essa ação permitiu à companhia identificar 69,9 mil irregularidades no ano passado, um aumento de 19,5% em relação às 58,5 mil fraudes encontradas em 2019. Com isso, a Enel Distribuição

São Paulo conseguiu recuperar 92 milhões de kWh de energia furtada. Esse volume, que representa uma expansão de 142,5% frente aos 37,93 milhões de kWh recuperados em 2019, seria suficiente para abastecer 35,6 mil residências na área de concessão da distribuidora com consumo médio mensal de 215,14/kWh.

Maior município da área de concessão da concessionária, São Paulo lidera o ranking de inspeções em 2020, totalizando 167,4 mil, com 45.071 irregularidades encontradas. A capital é seguida por São Bernardo (13.149 inspeções e 2.960 irregularidades), Santo André (8.778 inspeções e 1.892

irregularidades), Diadema (8.197 inspeções e 2.032 irregularidades) e Osasco (7.953 inspeções e 2.032 irregularidades).

As fraudes e furtos são crimes previstos no Código Penal, e a pena pode variar de um a oito anos de detenção. Além disso, também são cobrados dos fraudadores os valores retroativos referentes ao período em que ocorreu a irregularidade, acrescida de multa. São igualmente delituosos tanto as pessoas que executam fisicamente a fraude nas instalações como também os titulares das contas de energia elétrica.

Gere mais negócios, mais energia limpa e inteligente, 24 horas.

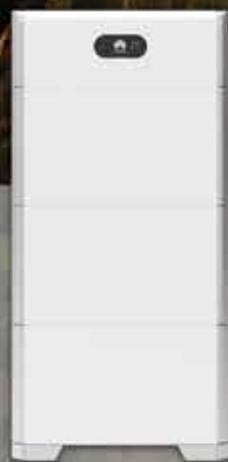
A Solução FV Inteligente FusionSolar da Huawei, há anos inova, em usinas solares pelo mundo e também no Brasil.

Agora, expande sua atuação para os cenários residencial, comercial e industrial, e você poderá levar a mais avançada tecnologia baseada em Inteligência Artificial até a sua instalação fotovoltaica.

Segurança, simplicidade e eficiência tem nome. Huawei.



@HuaweiSolarBrasil



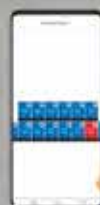
LUNA2000
5/10/15-S0



SUN2000L
2/3/4/5KTL



SUN2000
450W-P



FusionSolar
App

Saiba Mais:



Signify anuncia novos produtos para iluminação pública

A Signify, multinacional de iluminação e detentora da marca Philips, lançou uma nova linha de produtos para iluminação pública com foco no mercado brasileiro. Os produtos Philips RoadForce são fabricados inteiramente na planta da Signify em Varginha (MG) e prometem economia de energia na faixa de até 70% frente às soluções convencionais implementadas em grandes áreas como rodovias, estradas, aeroportos, centros urbanos e parques.

Tendo inovação como um de seus pilares, a Signify investe 4% de sua receita global em projetos de Pesquisa & Desenvolvimento. Como fruto destes projetos, nasceu a RoadForce, desenvolvida com base em pesquisas que analisaram as demandas locais das cidades, gestores, planejadores e população.

A família de luminárias RoadForce apresenta desempenho óptico de alta performance e eficácia luminosa real acima do mercado, de até 190 lm/W, ou seja, resultando em uma redução significativa no consumo de energia elétrica pelo sistema de iluminação. A linha de produtos RoadForce alia versatilidade de instalação, além de ser a mais completa e diversificada família



de produtos da categoria, com 24 opções de fluxos e potências para um projeto luminotécnico mais otimizado.

A linha RoadForce foi desenvolvida especialmente para o Brasil com o objetivo de criar ambientes urbanos seguros, atrativos e sustentáveis, mesmo para gestões que operam com restrições orçamentárias e de recursos. A nova linha utiliza tecnologia LED e é ideal para projetos que exigem aplicações renováveis e de longa durabilidade permitindo servir à sociedade nos próximos anos enquanto as cidades economizam energia e reduzem os custos de manutenção.

A novidade chega para reforçar o conceito de cidades inteligentes, que têm ganhado cada vez mais espaço por conta do seu impacto significativo na forma como gerenciamos, administramos e fazemos crescer nossas cidades. As luminárias podem ser conectadas com sistemas de controle e telegestão, permitindo uma visão estratégica e inteligente da iluminação pública das cidades com informações em tempo real.

Os novos produtos estão disponíveis em diferentes fluxos luminosos, potências e temperaturas de cor (4.000 K e 5.000 K), além de dois tipos de óticas.

Engerey amplia fábrica de painéis elétricos

A Engerey, fabricante de painéis elétricos com sede em Curitiba (PR), está ampliando sua unidade fabril para atender à demanda por painéis elétricos, que cresceu por conta da retomada da economia, que ficou estagnada durante os primeiros meses da pandemia de Covid-19.

A alta demanda deve-se ainda à abertura da Engerey para novos mercados. O CEO da companhia, Fábio Amaral, explica que o período de instabilidade no início da pandemia levou a empresa a realinhar suas estratégias e enxergar novos mercados para seus painéis certificados, quadros de distribuição, automação, tomadas e uma série de outros produtos voltados à gestão elétrica de empreendimentos.

Para suprir o grande número de pedidos, a empresa aumentou sua capacidade produtiva em 20%, contratou novos profissionais para a montagem de painéis e expandiu sua fábrica, que agora totaliza 2,5 mil metros quadrados.

Outro aspecto que garantiu grande penetração da empresa em novos mercados foi o seu foco na fabricação de painéis elétricos certificados. Segundo a empresa, cerca de 70% dos painéis elétricos no Brasil não atendem às normas e o fato de a Engerey ser rigorosa com a certificação de seus painéis tornou-se um atrativo.

Cemig registra mais de 3,6 mil colisões em postes em 2020

Uma cena se tornou comum nas principais cidades de todas as regiões de Minas Gerais: colisões de veículos em postes da Cemig. Esse tipo de acidente, na maioria das vezes, derruba a estrutura, atrapalha o trânsito e deixa parte da população local sem luz. Levantamento da Cemig evidencia que aconteceram 3.650 ocorrências dessa natureza no Estado, em 2020. Esses acidentes prejudicam o fornecimento de energia para mais de 1,3 milhão de clientes da empresa. A média é de dez colisões de veículos em postes por dia na área de concessão da empresa, que abrange 774 cidades mineiras.

Apenas na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), a Cemig registrou 647 ocorrências, que interromperam o fornecimento de energia para cerca de 335 mil clientes. Além do dano material, esse tipo de acidente pode colocar a vida do condutor e de outras pessoas em risco.

É importante ressaltar também que quando um poste é danificado, uma equipe de emergência é deslocada para avaliar a situação e definir as ações que deverão ser realizadas. Geralmente, os serviços são complexos e demandam tempo e diversas equipes, pois envolvem o isolamento da área afetada, a retirada do veículo e a substituição ou reconstrução do

poste quebrado e da rede elétrica, o que traz transtornos ao trânsito e à população.

Outra informação que vale esclarecer é que o motorista causador do acidente tem prazo de até 60 dias para ressarcir os danos causados à rede da Cemig. Somente a estrutura do poste custa, em média, cerca de R\$ 4.000. Esse valor pode subir para até R\$ 10 mil em caso de danos a equipamentos, como transformadores e religadores.

Em Minas Gerais, a média é de dez postes derrubados por colisões de veículos diariamente. Na Região Metropolitana de BH, são três postes danificados, em média, todos os dias em acidentes de veículos.



• **Bandejamentos** • Painéis Elétricos • Comércio de Aço •

INOVAÇÃO ELETROPOLL
JUNÇÃO RÁPIDA

Redução de
85%
no tempo de
instalação

Leitos | Perfilados
Eletrocalhas | Acessórios
Galvanização a Fogo Própria



**Virola
360°**

21 ANOS
Inovando com o Brasil

vendas@eletropoll.com.br
eletropoll.com.br

47 3375 6700

Matriz - Corupá/SC

Centro de Distribuição - Ribeirão Preto/SP

Seguindo os protocolos de segurança da OMS,
a Embrastec está atendendo seus clientes
e parceiros através dos telefone: (16) 3103.2021
e e-mail: embrastec@embrastec.com.br

#EstamosJuntosEmCasa

**Linha completa
de DPS**

Classe I e II

(NBR IEC 61643-1:2007)



EMBRASTEC
Lider em Qualidade!

www.embrastec.com.br

(16) 3103.2021

embrastec@embrastec.com.br

@embrastec

Brametal fecha 2020 com produção recorde de 200 mil toneladas e faturamento de R\$ 1,2 bi



A Brametal, fabricante de estruturas metálicas e que acaba de entrar no mercado de iluminação pública, comemora os números alcançados em 2020, mesmo com a crise pandêmica que assola o mundo. Com três unidades fabris localizadas em Linhares/ES, Criciúma/SC e Sabará/MG, a Brametal bateu o recorde em volume de vendas nas Américas com a produção de 200 mil toneladas de estruturas metálicas, ou seja, um aumento de 78% em relação a 2019, quando produziu 112,5 mil toneladas. Já o faturamento da companhia teve um aumento de 70%, atingindo a marca de R\$ 1,2 bilhão.

"Nossa meta é definida antes do ano começar por causa das vendas realizadas em licitações anteriores. Os pedidos que estamos produzindo hoje foram gerados há pelo menos dois anos, quando o mercado de transmissão de energia estava aquecido. Tínhamos um bom estoque de matéria-prima, o que nos ajudou a não parar nesse período e também fizemos contratações, que já estavam previstas em nosso planejamento de crescimento. Já para esse ano, nosso objetivo é manter o faturamento em patamar igual ou superior a R\$ 1,2 bilhão", afirma Alexandre Queiroz Schmidt, diretor comercial e de marketing da Brametal.

Com 2 mil funcionários, contando os

contratados durante a pandemia, a Brametal também investiu na consultoria da Porsche para maximizar sua gestão, reduzindo custos e melhorando o atendimento. "Entendemos que mais do que ter o maquinário mais moderno, precisamos investir primeiro no capital humano. Por meio da consultoria da Porsche, conseguimos nos reinventar, ganhar mais eficiência e competitividade para nos tornarmos uma Indústria 4.0. Os resultados já são mensuráveis em nossas plantas e acreditamos que esse investimento em pessoas nos permitirá crescer ainda mais nos próximos anos", reforça Schmidt.

Iluminação pública

A Brametal começou 2021 com uma nova aposta: a área de iluminação pública. Desde março deste ano, a Brametal começa a sua produção de postes e braços, com processo que inclui desde a engenharia, ensaios, cortes, conformação, galvanização, embalagens até a logística.

O novo negócio conta com a gerência comercial de Ernesto Ullrich, profissional que possui mais de 40 anos de experiência em vendas, sendo 25 anos dedicados aos segmentos de iluminação pública e eficiência energética.

Neoenergia investe R\$ 3,3 bilhões em expansão

Com foco na continuidade, na segurança e na confiabilidade do sistema elétrico, a Neoenergia investiu R\$ 3,3 bilhões em redes de distribuição em 2020. Os recursos foram destinados à expansão e melhorias na rede, renovação de ativos e ações de combate a perdas nas suas quatro distribuidoras – Coelba (BA), Celpe (PE), Cosern (RN) e Elektro (SP e MS). Os investimentos em redes e inovação se refletem na qualidade do serviço prestado ao consumidor, com indicadores melhores que os estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

Os recursos aportados na ampliação e modernização do sistema elétrico também repercutem de forma determinante no desenvolvimento econômico das áreas de concessão das distribuidoras. A infraestrutura elétrica e a disponibilidade de energia contribuem para a atração de novos empreendimentos nas regiões, além da geração de emprego e renda, com a contratação de empresas e mão de obra locais.

Os investimentos incluem ainda a instalação de equipamentos de automação de redes. Um exemplo são os de self healing (auto reconfiguração, na tradução do inglês), que permitem a recomposição em caso de falhas, normalmente provocadas por fatores externos, como descargas atmosféricas e quedas de árvores. Em 2020, foram instalados 2.253 equipamentos telecomandados, que permitem a operação remota e contribuem com a melhoria dos indicadores de qualidade.

Os R\$ 3,3 bilhões investidos em redes de distribuição foram destinados para diversas ações, sendo R\$ 2,072 bilhões expansão de ativos. As ações de renovação de ativos e melhorias de redes desenvolvidas em 2020 somam outros R\$ 894 milhões. A Coelba investiu, ao todo, em 2020, R\$ 1,6 bilhão. Na Celpe, o Capex foi de R\$ 722 milhões; na Cosern, R\$ 359 milhões; e, na Elektro, R\$ 635 milhões.



Subestação Jandaíra, no Rio Grande do Norte.

SEGURANÇA E EFICIÊNCIA OPERACIONAL

CABOS SAFETYMAX FLEX 0,6/1KV
UNIPOLARES E MULTIPOLARES.
COBRE E ALUMÍNIO

PRODUTO CERTIFICADO

CARACTERÍSTICAS

Fabricados conforme a NBR 13248, os cabos possuem condutor formado por fios de cobre nu eletrolítico, têmpera mole, encordoamento classe 4 (1,50 a 6,00 mm²) e classe 5 (10,00 a 400,00 mm²), isolamento por composto poliolefinico termofixo HEPR 90 °C, não-halogenado, suportando até 90° em serviço contínuo.

APLICAÇÕES

Locais com alta concentração de pessoas e condições de fuga difíceis, tais como: cinemas, restaurantes, hospitais, trens/metrô, entre outros, bem como em áreas de eletrônica e de computação, conforme recomendação da NBR 5410.

BENEFÍCIOS

- ✓ BAIXA EMISSÃO DE FUMAÇA E GASES TÓXICOS
- ✓ NÃO-PROPAGAÇÃO E AUTO-EXTINÇÃO DO FOGO
- ✓ TEMPERATURA DE OPERAÇÃO DE 90 °C
- ✓ SEGURANÇA



"PEQUENAS ATITUDES GERAM GRANDES RESULTADOS"

Condumax
FIOS E CABOS ELÉTRICOS

Incesa
COMPONENTES ELÉTRICOS

CONDUMAX.COM.BR
INCESA.COM.BR



0800 701 3701 | 0800 770 3228

Índice de Confiança do setor eletroeletrônico cai pela terceira vez seguida

O Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) do Setor Eletroeletrônico, conforme dados da CNI agregados pela Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica (Abinee), registrou 54,8 pontos no mês de março de 2021, 4,5 abaixo do verificado no mês anterior (59,3).

Apesar da forte retração apontada em março, o ICEI permaneceu acima da linha

divisória dos 50 pontos, demonstrando confiança do empresário industrial do setor. O índice varia de 0 a 100 pontos e valores acima de 50 pontos mostram confiança do empresariado.

Esse indicador apresentado, no entanto, mostra que os empresários percebem piora no quadro atual da economia e das empresas devido, principalmente,

ao aumento das preocupações com o agravamento da pandemia, neste mês de março.

O índice de expectativas, mesmo com a queda verificada neste mês, permaneceu acima de 50 pontos, apontando confiança do empresário para os próximos seis meses, porém com alterações nas suas expectativas.

CPFL Soluções começa a emitir certificados de energia renovável

A CPFL Soluções começou a emitir os certificados de energia renovável (RECs) para empresas. Reconhecidos internacionalmente, esses documentos atestam que a energia consumida provém de fontes limpas, e com eles também é possível zerar ou compensar as emissões de CO₂.

Ao longo dos anos, a responsabilidade socioambiental vem se tornando um importante elemento para a imagem das empresas. Usar energias renováveis é, além de uma forma de contribuir para a redução das emissões de GEE na atmosfera, uma maneira de agregar valor ao seu produto ou serviço. Parte do plano de sustentabilidade da CPFL Energia, os certificados são importantes para empresas que querem atestar que estão colaborando com o meio ambiente utilizando energias de fontes renováveis.

Interessados em saber como adquirir os certificados devem acessar o link <https://cpflsolucoes.com.br/contato/>

Tramontina amplia portfólio de iluminação

A Tramontina acaba de ampliar seu portfólio de produtos para iluminação com os refletores para lâmpadas LED, indicados para instalações externas e áreas de paisagismo, incluindo objetos específicos, jardins verticais, áreas de lazer, quadras esportivas, estacionamentos, quintais, trilhas e árvores, além de fachadas de edificações.

Disponíveis em quatro potências (30 W, 50 W, 100 W e 150 W), na cor branca, os novos refletores LED da Tramontina possuem grau de proteção IP65 (garantia

de um produto à prova de poeira e protegido contra jatos fortes de água) e um diferencial exclusivo: contam com válvula de alívio, que evita a condensação de umidade na parte interna do vidro, garantindo sua integridade e durabilidade.

Os modelos são multitensão (entre 100 V e 240 V) e garantem um fluxo luminoso de até 13.500 lúmens, com rendimento de 90 lm/W. Contam com driver de LED incorporado de alta eficiência, que possibilita baixo consumo de energia.

Os refletores podem ser instalados tanto



no chão quanto em paredes e é importante observar alguns detalhes no momento da instalação: evitar locais com risco de alagamento; instalar o refletor com o cabo voltado para baixo; e proteger a emenda de conexão contra projeção de água.

16 **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE MÉDIA E ALTA TENSÃO**

Este fascículo discutirá tecnicamente alguns pormenores das instalações elétricas de média e alta tensão e está sob a coordenação do engenheiro João Mamede Filho, diretor técnico da CPE Estudos e Projetos Elétricos e autor de diversos livros sobre sistemas elétricos de potência. Serão abordados neste espaço durante todo o ano de 2021 temas como subestações, interferências eletromagnéticas, perdas em linhas de transmissão, aplicação de resistores, isolamento, entre outros. No capítulo desta edição:

Capítulo II - Proteção de subestações de alta tensão contra descargas atmosféricas - Cabos guarda e coordenação de isolamento

Autor: João Mamede Filho

- **Descargas atmosféricas incidentes sobre a subestação**
- **Surtos de tensão transitória**
- **Características técnicas dos equipamentos**
- **Sobretensão dos equipamentos e margens de proteção**

24 **PESQUISA E DESENVOLVIMENTO - OS MELHORES PROJETOS**

As concessionárias de energia investem, necessariamente, uma parcela de sua receita líquida em pesquisa e desenvolvimento. O objetivo deste fascículo é dar luz a alguns dos melhores projetos, considerando inovação, viabilidade e resultados obtidos. Nesta edição, um projeto da Neenergia desenvolveu um sistema de observação da rede elétrica inteligente por meio de sensores. Saiba mais:

Capítulo II - Sensor inteligente para monitorar eventos nas linhas de alta tensão e aferição de perdas não técnicas

Autores: José Antonio de Souza Brito e Cláudio Osnei Garcia

- **Descritivo do sensor inteligente**
- **Sistema de análise dos resultados**
- **Treinamentos**
- **Conclusões do programa**

30 **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO**

O intuito deste fascículo é discutir eficiência energética e sua importância para a segurança energética e para a construção de um país mais sustentável. Serão oito artigos, que contam com a curadoria do professor Danilo Ferreira de Souza, da Universidade Federal de Mato Grosso, e que tratam de temas, como avaliação de ciclo de vida, sistemas de condicionamento ambiental, impactos da MP 998, sistemas motrizes e outros. Nesta edição:

Capítulo II - Avaliação do ciclo de vida aplicada à conversão de energia

Autor: Sérgio Almeida Pacca

- **Etapas do ciclo de vida de uma unidade de conversão de energia**
- **Avaliação do impacto do ciclo de vida**
- **Aplicações da ACV**



Capítulo II

Proteção de subestações de alta tensão contra descargas atmosféricas

Cabos guarda e coordenação de isolamento

INTRODUÇÃO

As subestações de alta tensão são pontos vulneráveis às descargas atmosféricas, tanto por incidência direta como por ondas viajantes pelas linhas de transmissão aéreas. Em geral, são instaladas em áreas afastadas dos grandes urbanos e sem nenhuma proteção natural. Normalmente, as linhas de tensão iguais ou superiores a 138 kV são projetadas com cabos guarda, também conhecidos como cabos para-raios.

Nas linhas de transmissão aéreas, as sobretensões atmosféricas são decorrentes de descargas atmosféricas diretas incidentes nos condutores de fase, quando inexistem cabos guarda, ou por simples falhas da blindagem da linha de transmissão. Em alguns casos ocorrem flash over entre os cabos guarda, que recebem a descarga e os condutores de fase. Se a descarga atmosférica atingir o solo nas proximidades da linha aérea de transmissão haverá indução nos condutores de fase e se formará uma onda viajante na linha. São denominadas de descargas indiretas ou simplesmente backflash. No caso de linhas de transmissão e subestações, mesmo que estejam corretamente projetadas com cabos guarda, no seu nível mais elevado de confiabilidade, há sempre a possibilidade, mesmo que remota, de a descarga atmosférica “furar” o bloqueio de proteção atingindo os condutores de fase da linha ou os equipamentos no pátio de manobra, no caso de subestações. Devemos sempre levar em conta que estamos tratando de fenômenos da natureza que surpreendem por sua imprevisibilidade os melhores projetos contra descargas atmosféricas. Nesse artigo iremos considerar somente a falha na blindagem dos cabos guarda da linha de transmissão.

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS INCIDENTES DIRETAMENTE SOBRE A SUBESTAÇÃO

As subestações de alta tensão são normalmente protegidas por cabos guarda instalados na parte superior das estruturas metálicas ou de concreto armado, em todos os bays: entrada e saída de linhas, transformação e casa de comando e controle. As correntes decorrentes dessas descargas atmosféricas sobre os cabos guarda são conduzidas à malha de terra que está instalada sob o pátio de manobras, casa de comando e controle e demais estruturas ou edificações que compõem a subestação. A Figura 1 mostra a vista lateral de uma subestação de 138 kV, identificando os cabos guarda e as hastes de proteção contra descargas diretamente incidentes. A posição dos cabos guarda é determinada pelo Método da Esfera Rolante, conforme se observa na Figura 2.

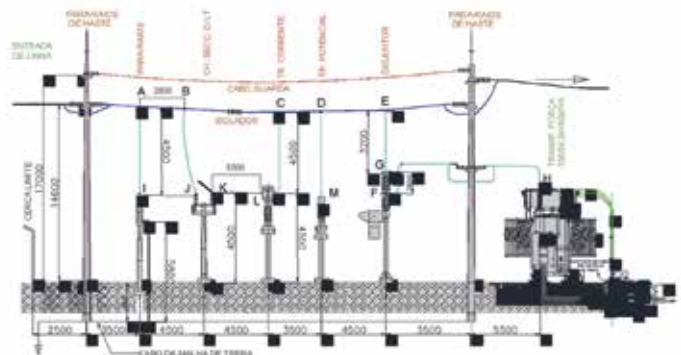


Figura 1 – Vista lateral de uma subestação de 138 kV.



O princípio do Método da Esfera Rolante consiste em definir o raio de uma esfera virtual, de acordo com a tabela da norma anteriormente mencionada, e fazê-la rolar sobre a estrutura a partir do solo girando em todas as direções de forma que nenhum ponto da estrutura entre em contato com a esfera virtual. A Figura 2 mostra a vista de uma subestação de 138 kV e a aplicação dessa metodologia de SPDA nessas estruturas.

O raio da esfera rolante é determinado pela Tabela 2 da ABNT NBR 5419-3:2015 em função da classe do SPDA, ou seja: [1] classe I: R = 20 m; [2] classe II: R = 30 m; [3] classe III: R = 45 m; [4] classe IV: 60 m.

A determinação da seção dos cabos guarda é normalmente definida levando em consideração o valor da corrente de curto-circuito fase e terra que leva o cabo a solicitações térmicas extremas e também as suas características térmicas e mecânicas. O tipo de cabo guarda bastante utilizado é o cabo de aço HS (alta resistência). A seção do cabo guarda pode ser conhecida utilizando-se metodologias do ONS e simulações realizadas pelo EMTP/ATP.

O valor da seção do cabo guarda para atender ao critério da capacidade térmica a partir da corrente máxima de curto-circuito pode ser determinado de forma pela seguinte expressão:

$$S_{\text{ter}} = \frac{1.000 \times \sqrt{T} \times I_{cc}}{\sqrt{4,184 \times \frac{E \times \rho_d}{\alpha_{20} \times \rho_c} \ln[1 + \alpha_{20} \times (T_{\text{máx}} - T_i)]}} \quad (\text{mm}^2)$$

Segue o significado das variáveis da equação anterior e os dados referentes ao cabo de aço HS:

[1] S_{ter} - seção do cabo, em mm^2 ; [2] $T = 0,5\text{s}$ (tempo de operação da proteção); [3] $I_{cc} = 20 \text{ kA}$ (corrente de curto-circuito simétrica, valor eficaz); [4] $E = 0,120 \text{ cal.g}^{-1}/^\circ\text{C}$ (calor específico do aço); [5] $\rho_d = 7,78 \text{ g.cm}^{-3}$ (densidade do aço) [6] $\rho_{20} = 0,19157$ (resistividade do aço em $\Omega.\text{mm}^2/\text{m}$ à temperatura de 20°C); [7] $\alpha_{20} = 0,00320$ (coeficiente de variação da resistência do aço com a temperatura); [8] $T_i = 40^\circ\text{C}$ (temperatura inicial do cabo antes do defeito); [9] $T_{\text{máx}} = 850^\circ\text{C}$ (temperatura máxima admitida para o cabo de aço).

$$\rho_c = \rho_{20} \times [1 + \alpha_{20} \times (T_i - 20)] = 0,19157 \times [1 + 0,00320 \times (40 - 20)] = 0,20383$$

$$S_{\text{ter}} = \frac{1.000 \times \sqrt{0,5} \times 20}{\sqrt{4,184 \times \frac{0,120 \times 7,78}{0,00320 \times 0,20383} \times \ln[1 + 0,00320 \times (850 - 40)]}} = \frac{14.142,13}{\sqrt{5.988,72 \times 1,2787}} = 161,6 \text{ mm}^2$$

$$D_{\text{cabo}} = 14,34 \text{ mm} \Rightarrow D_{\text{ca}} = 5/8" = 15,88 \text{ mm (diâmetro nominal do cabo de aço HS)}$$

Deve-se observar que se a descarga atmosférica conseguir “furar” o bloqueio de proteção formado pelos cabos guarda pode atingir diretamente qualquer equipamento causando danos irreparáveis na maioria das vezes. Essa situação pode ocorrer se houver deficiência na elaboração do projeto da blindagem da subestação ou aderirmos ao fato de que os fenômenos naturais podem surpreender os mais severos cálculos de risco. Essas duas alternativas são algumas das questões que fazem parte das hipóteses



FERRAGENS ELETROTÉCNICAS

A mais completa linha do país

Segurança. Qualidade. Aprovado pelas Concessionárias.



ARRUELAS • PORCAS • PARAFUSOS • PINOS • SAPATILHAS • CINTAS • HASTES • ARMAÇÕES • BRAÇOS



em estudo para a determinação da causa do dano sofrido pelo transformador de 230 kV da subestação Macapá, no Amapá.

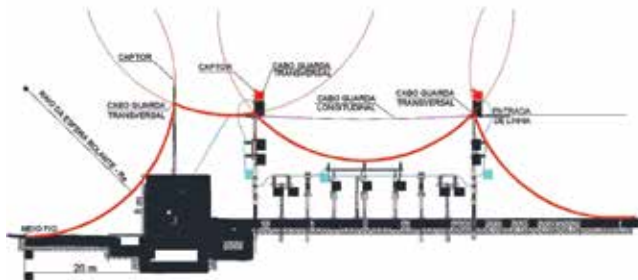


Figura 2 – Proteção da subestação por cabos guarda de uma subestação de 138 kV.

SURTOS DE TENSÃO TRANSITÓRIA DECORRENTES DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS INCIDENTES NOS CABOS DE FASE DAS LTs

A outra situação que pode danificar qualquer equipamento de uma subestação é a onda de tensão transiente decorrente de uma descarga direta sobre os cabos de fase de uma linha de transmissão que sai ou alimenta determinada subestação. Nesse caso, a subestação deve ser protegida por um conjunto de para-raios, um por fase, instalado no ponto de conexão da linha de transmissão com a subestação. No entanto, pode ser necessária a instalação de outro conjunto de para-raios na subestação para complementar o nível de proteção do primeiro conjunto de para-raios, provavelmente nas proximidades do transformador de potência.

As descargas atmosféricas, que incidem sobre os condutores de fase das linhas de transmissão, produzem elevadas tensões e correntes de surto que, divididas, viajam em sentidos opostos até os terminais de geração e de carga, conforme pode ser ilustrado na Figura 3. Se a tensão de surto superar a tensão suportável de impulso dos isoladores mais próximos ao ponto de incidência dos raios, ocorrerá uma descarga para a terra através dos próprios isoladores. Caso contrário, a tensão de surto irá trafegar até as subestações localizadas nas duas extremidades da linha de transmissão, onde estão instalados os conjuntos de para-raios de sobretensão, ou seja, nos pontos de conexão da linha com as subestações, e que devem ter capacidade adequada para conduzir à terra a corrente de descarga.

Porém, durante a condução da corrente de descarga à terra, ocorrerá uma queda de tensão nos resistores não lineares dos para-raios, denominada de tensão residual do para-raios, provocando uma tensão de surto entre os seus terminais de fase e de terra. Essa tensão de surto evolui com a mesma taxa de crescimento da onda de surto original ao longo do barramento da subestação, no sentido dos transformadores de potência. Todos os equipamentos, instalados nesse percurso e nos demais bays, devem ser especificados com a tensão suportável de impulso, onda de $1,2 \times 50 \mu s$, igual ou superior à tensão de surto esperada em cada ponto de conexão desses



Figura 3 – Direção das ondas de tensão e corrente.

equipamentos com o barramento.

Para realizar esse estudo, fundamental à integridade da subestação, deve-se desenvolver um Estudo de Coordenação de Isolamento que tem como objetivo determinar o valor da sobretensão que pode atingir cada equipamento da subestação devido à onda de surto que se propaga para o seu interior decorrente da descarga dos para-raios. Essa onda é inferior ao surto de onda gerada pela descarga incidente que pode ser resultado de uma descarga atmosférica sobre quaisquer uma das linhas de transmissão conectadas ao barramento, ou decorrente de um surto de tensão de manobra.

O estudo de coordenação de isolamento pode ser realizado utilizando-se dois métodos: [1] método convencional, mais apropriado para a análise de suportabilidade dos equipamentos não auto-regenerativos (transformadores, cabos isolados de energia, capacitores etc.); e [2] método estatístico, mais utilizado para análise de equipamentos auto-regenerativos (cadeia de isoladores de suspensão, de vidro ou porcelana, isoladores de apoio, de vidro ou porcelana etc.), normalmente instalados em linhas de transmissão, subestações e redes de distribuição. Esses estudos são realizados, em geral, por meios de programas digitais dedicados ou por meio do TNA Transient network analyser (analisador de transitórios de rede) ou ainda por meio do ATP-EMTP - ElectroMagnetic Transient Program.

O projeto de uma subestação de 138 kV a 550 kV, normalmente, tem início com a elaboração de um projeto básico consistente. O primeiro passo é a seleção da configuração elétrica da subestação e, em seguida, o desenvolvimento do arranjo físico dos equipamentos de pátio, em função das dimensões desses equipamentos, obtidos dos fabricantes, e das distâncias normativas entre fases e entre fase e terra para o nível de tensão do empreendimento. Nessa fase de projeto, devem ser elaboradas as especificações técnicas dos equipamentos que estão sendo utilizados no projeto. A partir dessas

Referência em Indústria 4.0



Soluções IoT com foco na redução do custo de desenvolvimento, produção e manutenção.


A Mitsubishi Electric oferece uma ampla linha de **produtos e soluções para aplicações IoT** de energia renovável, automação predial, agricultura e processos industriais já adotadas no Brasil, facilitando a integração dos sistemas de tecnologia da informação, o que **melhora a eficiência, reduz custos e aumenta a produtividade** através de coleta, visualização, análise e otimização das indústrias, processos, gerenciamento de utilidades e edifícios.

Somos uma empresa centenária, **referência** no que há de mais moderno em automação industrial, pois **aplicamos nossa tecnologia de ponta em nossas instalações no Japão**, onde produzimos: CLPs, IHMs, inversores de frequência, servo acionamentos, robôs industriais, CNCs, produtos de baixa tensão, monitoramento de energia, sistema supervisorio, entre outros equipamentos utilizados por **diversos clientes ao redor do mundo**.

Visando agregar produtividade e qualidade à Indústria, temos uma **extensa rede de distribuidores e integradores** de automação industrial espalhada pelo país, além de um centro de reparos próprio, reposição de peças originais e atendimento em campo com rapidez e dinamismo. **Conheça a Mitsubishi Electric nos seguintes canais:**



 mitsubishielectric.com.br/ia

 (11) 4689-3000

 [mitsubishielectric.com.br/facebook](https://facebook.com/mitsubishielectric.com.br)

 [mitsubishielectric.com.br/instagram](https://instagram.com/mitsubishielectric.com.br)

 [mitsubishielectric.com.br/linkedin](https://linkedin.com/mitsubishielectric.com.br)

 [mitsubishielectric.com.br/youtube](https://youtube.com/mitsubishielectric.com.br)

Leia o QR Code
com seu celular
para baixar nosso
catálogo geral.



 qrco.de/cat_geral



informações elabora-se o estudo de coordenação de isolamento que é função do arranjo da subestação e das especificações técnicas dos equipamentos como já foi mencionado. O resultado desse estudo pode implicar na necessidade de alterar o arranjo físico e/ou as especificações técnicas para tornar o empreendimento mais econômico. Somente após a aquisição dos equipamentos é possível elaborar o projeto executivo. Dessa forma, os equipamentos adquiridos devem ser fornecidos de acordo com as especificações técnicas fornecidas. Qualquer alteração de projeto, que influencie os estudos de coordenação de isolamento, e também outros estudos realizados, deve ser motivo de reanálise.

No caso de subestações existentes, quando se percebe a queima constante de equipamentos, principalmente durante os dias de chuva na região, é aconselhável que se elabore o cálculo de coordenação de isolamento para verificar se os para-raios de entrada e saída da subestação estão provendo total proteção sobre os equipamentos instalados à jusante.

Com base nas premissas anteriores será desenvolvido um estudo de coordenação de isolamento de uma subestação, isolação a ar, a partir do corte lateral do arranjo físico, mostrado na Figura 1, e muito utilizado em parques eólicos e fotovoltaicos. A potência nominal da subestação é de 60/80 MVA - 138/34,5 kV. Além do arranjo físico da subestação da Figura 1, indicaremos os dados técnicos dos equipamentos que serão utilizados no desenvolvimento do estudo de coordenação de isolamento.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS

As normas ABNT NBR - 6939: Coordenação de isolamento e ABNT NBR - 8186: Guia de aplicação de coordenação de isolamento são documentos fundamentais no desenvolvimento desses estudos.

As características técnicas iniciais dos equipamentos instalados entre os para-raios de entrada da subestação e o transformador de potência, conforme visto na Figura 1, estão descritas a seguir. Esses dados correspondem às condições técnicas mínimas necessárias para se iniciar um estudo de coordenação de isolamento:

Transformador de potência

- Potência nominal 60/80 kV
- Tensão máxima de operação 145 kV
- Tensão suportável de impulso, (1,2x50 μs)..... 550 kVpico

Para-raios de AT

- Tensão nominal 144 kV
- Corrente nominal de descarga 10 kA
- Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2x50μs) .. 650 kVpico
- Tensão residual máxima (8x20μs)339 kVpico

Chave seccionadora AT

- Tensão suportável de impulso atmosférico 650 kVpico
- Transformador de corrente AT**
- Tensão máxima 145 kV
 - Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2x50 μs).. 650 kVpico
- Transformador de potencial AT**
- Tensão máxima 145 kV
 - Tensão suportável de impulso (1,2x50 μs)650 kVpico
- Disjuntor de potência**
- Tensão máxima 145 kV
 - Tensão suportável de impulso (1,2x50 μs)650 kVpico

MÉTODO DE CÁLCULO DE COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Os para-raios de sobretensão (três unidades) devem ser os primeiros equipamentos a serem posicionados na subestação, pois deverão prover a proteção contra ondas de impulso decorrentes de descargas atmosféricas na linha de transmissão que se conecta à respectiva subestação. A atuação dos para-raios de sobretensão, instalados na entrada da linha de transmissão, propiciam a barreira de proteção contra as sobretensões máximas esperadas no ponto de conexão de cada equipamento.

CÁLCULO DA IMPEDÂNCIA DE SURTO DA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO DE ALTA TENSÃO (LDAT)

A LDAT de 138 kV é constituída por dois cabos por fase, tipo CAA de 300 MCM (Ostrich). A distância entre os centros dos cabos é de 400 mm. O diâmetro do cabo vale 17,28 mm.

$H_{cf} = 20\text{m}$ [altura do cabo fase na torre da Linha de Distribuição de Média Tensão - LDAT];

$H_{mv} = 12\text{m}$ [altura do condutor fase no meio do vão médio do cabo fase da LDAT];

$$H_m = H_{cf} - \frac{2}{3} \times (H_{cf} - H_{mv}) \Rightarrow H_m = 20 - \frac{2}{3} \times (20 - 12) = 14,66 \text{ m} \Rightarrow H_m = 14,660 \text{ mm}$$

[altura média do cabo fase na LDAT];

$$R_{mg} = \sqrt{R_c \times L_c} = \sqrt{8,64 \times 400} = 58,78 \text{ mm}$$

[raio médio geométrico dos dois cabos por fase de 300 MCM];

$L_c = 400\text{mm}$ - distância entre os dois cabos de uma fase, em mm;
mm [raio do cabo de 300 MCM]

$$R_c = \frac{17,28}{2} = 8,64 \text{ mm} \text{ [raio do cabo de 300 MCM]}$$

A impedância de surto simplificada, segundo a fonte [1], pode ser dada pela seguinte equação:

$$Z_s = 60 \times \ln \left(\frac{2 \times H_m}{R_{mg}} \right) = 60 \times \ln \left(\frac{2 \times 14,660}{58,78} \right) = 372 \Omega \text{ [impedância de surto da LDAT].}$$



TENSÃO MÁXIMA ESPERADA NO PONTO DE CONEXÃO DOS PARA-RAIOS DE AT

$$V_{mepv} = V_{rpr} + L \times \frac{di}{dt} \times L_{cabo}$$

V_{mepv} - tensão máxima esperada, entre fase e terra, no ponto de conexão dos para-raios, em kV;

$V_{rpr} = 339$ kV [tensão residual dos para-raios, corrente de descarga igual a 10 kA, onda de 8×20 μ s];

$L_{cabo} = 4,5 + 5,80 = 10,3$ m [veja na Figura 1 o comprimento dos cabos correspondentes à conexão dos para-raios à malha de terra];

$L = 1,4$ μ H/m [indutância do cabo de conexão dos para-raios - valor indicado na NBR 5424, item A.1.1.7];

$\frac{di}{dt}$ - taxa de crescimento da corrente, em kA/ μ s;

$\Delta V = 500$ kV/ μ s [taxa de crescimento do surto de tensão; valor recomendado pela NBR 5424].

$$\frac{di}{dt} = \frac{2 \times \Delta V}{Z_s} = \frac{2 \times 500}{372} = 2,68 \text{ kA}/\mu\text{s}$$

Logo, o valor de V_{mepv} vale:

$$V_{mepv} = 339 + 1,4 \times 2,68 \times L_{cabo} = 339 + 3,75 \times 10,3 = 377 \text{ kV}$$

(esse é o valor denominado de nível de proteção que os para-raios oferecem aos equipamentos da subestação).

TENSÃO MÁXIMA ESPERADA NO PONTO DE CONEXÃO DOS EQUIPAMENTOS

De acordo com o item 6.5 da ABNT NBR 8186/2011 – Guia de aplicação de coordenação de isolamento, deverá ser considerada uma margem de segurança de 1,20, ou seja, 20%, entre a tensão nominal suportável de impulso do equipamento e o nível de proteção a impulso do para-raios.

A tensão que será aplicada entre fase e terra em cada equipamento pode ser determinada pela tensão desenvolvida entre os terminais dos para-raios e a terra ($V_{mepv} = 377$ kV), anteriormente calculada, adicionando-se a tensão desenvolvida no trecho do cabo (barramento) entre o ponto de conexão dos para-raios e o ponto de conexão do equipamento (L_{preq}), ou seja:

$$V_{mepv} = 377 + L \times \frac{di}{dt} \times L_{caeq} = 377 + 1,4 \times 2,68 \times L_{caeq} = 377 + 3,75 \times L_{caeq}$$

Logo, essa equação será aplicada para determinar o surto de tensão que atinge cada equipamento, variando-se somente o comprimento do cabo, L_{caeq} , desde o ponto de conexão dos para-raios, ponto A visto na Figura 1, até o ponto de conexão do barramento relativo ao equipamento em estudo.

SOBRETENSÃO NA CHAVE SECCIONADORA (PONTO J)

$L_{caeq} = AB+BJ = 2,80 + 4,5 = 7,30$ m [comprimento do cabo entre os terminais de conexão dos para-raios com o barramento e os terminais da chave seccionadora – veja Figura 1];

$$V_{metc} = 377 + 3,75 \times 7,30 = 404 \text{ kV}$$

V_{mecs} - tensão máxima esperada no ponto de conexão da chave seccionadora;

MARGEM DE PROTEÇÃO DA CHAVE SECCIONADORA

$V_{ics} = 650$ kV [tensão suportável de impulso da chave seccionadora – ver especificação técnica];

$$F_{seg} = \left(\frac{V_{ics}}{V_{mecs}} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{650}{404} - 1 \right) \times 100 = 60,89\% = 1,60 > 1,2$$

[margem de segurança satisfeita].

SOBRETENSÃO NO TRANSFORMADOR DE CORRENTE (PONTO L)

A tensão que se estabelece nos terminais dos transformadores de corrente corresponde à sobretensão no ponto J (ou K, desprezando a influência do comprimento da lâmina da chave seccionadora) acrescida da sobretensão desenvolvida no trecho KL.

$L_{caeq} = AB+BJ+KL = 2,80+4,5+3,30 = 10,6$ m [comprimento do cabo entre os terminais dos para-raios (ponto A) e os terminais da do transformador de corrente];

$$V_{metc} = 377 + 3,75 \times 10,60 = 416 \text{ kV}$$

V_{metc} - tensão máxima esperada no ponto de conexão do TC;

MARGEM DE PROTEÇÃO DO TRANSFORMADOR DE CORRENTE

$V_{itc} = 650$ kV [tensão suportável de impulso da chave seccionadora – ver especificação técnica];

$$F_{seg} = \left(\frac{V_{itc}}{V_{metc}} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{650}{416} - 1 \right) \times 100 = 56,25\% = 1,56 > 1,2$$

[margem de segurança satisfeita].

SOBRETENSÃO DO TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (PONTO M)

$L_{caeq} = AB+BJ+KL+LC+CD+DM = 2,80 + 4,5 + 3,3 + 4,50 + 3,50 + 4,50 = 23,10$ m [comprimento do cabo entre os terminais dos para-raios (ponto A) e os terminais da do transformador de corrente (ponto M)];



$V_{metc} = 377 + 3,75 \times 23,10 = 463$ kV [tensão máxima esperada no ponto de conexão do TP];

MARGEM DE PROTEÇÃO DO TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

$V_{itp} = 650$ kV [tensão suportável de impulso do transformador de potencial – ver especificação técnica];

$$F_{seg} = \left(\frac{V_{itp}}{V_{metp}} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{650}{463} - 1 \right) \times 100 = 40,38\% = 1,40 > 1,2$$

[margem de segurança satisfeita].

SOBRETENSÃO DO DISJUNTOR (PONTO G)

$L_{caeq} = AB+BJ+KL+LC+CD+DE+EG = 2,80 + 4,5 + 3,3 + 4,50 + 3,50 + 4,50 + 3,20 = 26,30$ m [comprimento do cabo entre os terminais dos para-raios (ponto A) e os terminais do disjuntor (ponto G)];

$V_{medj} = 377 + 3,75 \times 26,30 = 475$ kV [tensão máxima esperada no ponto de conexão do disjuntor];

MARGEM DE PROTEÇÃO DO DISJUNTOR

$V_{idj} = 650$ kV [tensão suportável de impulso do disjuntor]

$$F_{seg} = \left(\frac{V_{idj}}{V_{medj}} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{650}{475} - 1 \right) \times 100 = 36,84\% = 1,36 > 1,2$$

[margem de segurança satisfeita].

SOBRETENSÃO NO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA (PONTO H)

$L_{caeq} = AB+BJ+KL+LC+CD+DE+EG+FH = 2,80 + 4,50 + 3,30 + 4,50 + 3,50 + 4,50 + 3,20 + (1,50 + 3,50 + 5,50) = 36,80$ m [comprimento do cabo entre os terminais dos para-raios (ponto A) e os terminais do disjuntor (ponto F)];

$V_{medj} = 377 + 3,75 \times 36,80 = 515$ kV

V_{metp} - tensão máxima esperada no ponto de conexão do transformador de potência;

MARGEM DE PROTEÇÃO DO TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

$V_{idj} = 550$ kV [tensão suportável de impulso do transformador];

$$F_{seg} = \left(\frac{V_{itp}}{V_{metp}} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{550}{515} - 1 \right) \times 100 = 6,79\% = 1,06 < 1,2$$

[margem de segurança não atendida]

Nota: Logo, será necessário instalar um conjunto de para-raios para a proteção do transformador de potência. Caso contrário, o transformador poderá ser danificado, pois os para-raios instalados no ponto de conexão da subestação com a linha de transmissão somente protegerão os equipamentos da subestação até o disjuntor de 138 kV (Ponto G).


CONCLUSÕES

- Os novos para-raios referidos anteriormente podem ser instalados entre o disjuntor e o transformador fixados a uma estrutura igual à dos para-raios existentes. Também os para-raios poderiam ser instalados numa estrutura metálica fixada na parte superior do transformador, nas proximidades das buchas de alta tensão. Para isso, o transformador deveria ser liberado de fábrica com os para-raios já instalados, ou somente com a estrutura de suporte.
- Se o transformador não foi ainda comprado, seria mais econômico alterar a especificação técnica do transformador elevando o valor da tensão suportável de impulso de 550 kV para 650 kV. Deixamos para os leitores verificar se essa solução atende à margem de segurança de 20% exigida por norma.
- Ainda há uma possível solução que deveria ser considerada, ou seja, deslocar a posição do transformador de potência para um ponto mais próximo ao disjuntor.
- Outra solução poderia ser tentada pelos leitores. Em vez de utilizar o barramento em cabo de alumínio na altura mostrada na Figura 1, deslocar o mesmo até o nível dos terminais dos equipamentos interligando-os entre si. Pode-se utilizar o mesmo cabo de alumínio (300 MCM) ou tubo de alumínio, já que os terminais dos equipamentos estão aproximadamente no mesmo nível. Isso reduziria a zero o comprimento dos cabos de conexão entre o barramento e os terminais dos equipamentos.

REFERÊNCIAS:

- [1] *Transitórios Elétricos e Coordenação de Isolamento (nove autores)* - Universidade Federal Fluminense.
- [2] *Catálogos de fabricantes de equipamentos.*
- [3] *Manual de Equipamentos Elétricos – João Mamede Filho – 5ª Edição – LTC – Livros Técnicos e Científicos*
- [4] *NBR 8186/2011 – Guia de aplicação de coordenação de isolamento*

*João Mamede Filho é engenheiro eletricista e atualmente é diretor técnico da CPE - Estudos e Projetos Elétricos. Foi professor na Universidade de Fortaleza entre 1979 e 2012 e presidente da Nordeste Energia nos anos 1999 e 2000. É autor dos livros *Manual de Equipamentos Elétricos (5ª Edição)*, *Instalações Elétricas Industriais (9ª Edição)*, *Proteção de Sistemas Elétricos de Potência (2ª Edição)* e *Proteção de Equipamentos Eletrônicos Sensíveis (2ª Edição)*.



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

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

Nosso portfólio atende projetos elétricos de pequeno
e grande porte.

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

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

www.alubar.net.br

comercial.cabos@alubar.net



/GrupoAlubarOficial



GrupoAlubar



/GrupoAlubar



/GrupoAlubar



GrupoAlubar





Capítulo II

Sensor inteligente para monitorar eventos nas linhas de alta tensão e aferição de perdas não técnicas

Com presença em 18 estados brasileiros, nos quais atua por meio de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, com eficiência, qualidade, segurança, sustentabilidade e respeito ao indivíduo, o Grupo Neoenergia promove o bem-estar e o desenvolvimento da sociedade, sendo controlado pelo grupo espanhol Iberdrola, reconhecido globalmente por sua excelência operacional.

Nesse sentido, reduzir perdas, melhorar a qualidade do serviço e do produto e aumentar a segurança da rede elétrica estão entre os principais objetivos do Programa de P&D que o Grupo Neoenergia vem desenvolvendo no âmbito das Redes Inteligentes.

O Programa de P&D de Redes Inteligentes, vinculado ao Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), consiste na instalação de equipamentos e sensores na rede elétrica que passarão a enviar informações para um sistema de tecnologia da informação.

A utilização dessas novas informações permite o aprimoramento dos processos de apuração de perdas, de alocação de equipamentos para melhoria da confiabilidade (redução da frequência e duração das interrupções), aumento da eficiência energética e melhoria de gestão da qualidade do produto e do serviço. Conseqüentemente, outros benefícios indiretos serão obtidos como, por exemplo, a melhoria do índice de satisfação do consumidor.

O programa, coordenado pelo Gerente do Departamento Corporativo de P&D da Neoenergia, Eng. José Antonio de Souza Brito, foi elaborado para atendimento das necessidades

das empresas distribuidoras do Grupo Neoenergia e, diante da preocupação que o grupo possui com a segurança, contempla o desenvolvimento de funcionalidades para manutenção preditiva, gestão de ativos e proteções especiais, que farão uso das informações dos sensores desenvolvidos, tornando o sistema ainda mais seguro. Segundo Gustavo Travassos (engenheiro especialista da equipe de P&D da Neoenergia), a nacionalização das tecnologias de redes inteligentes deverá resultar em redução nos custos de aquisição dos equipamentos desenvolvidos, o que também causa impacto financeiro às empresas distribuidoras. “Assim, espera-se que o projeto possa melhorar a relação entre custo e benefício da implantação das tecnologias de redes inteligentes para as distribuidoras da Neoenergia”, informa Gustavo

HISTÓRICO

O Programa de P&D de redes inteligentes (Smart-grid) que o Grupo Neoenergia vem desenvolvendo contempla a instalação de equipamentos (sensores) na rede elétrica que passarão a enviar informações para um sistema de tecnologia da informação. “Smart-grid”, de uma forma geral, consiste na integração dos equipamentos da rede elétrica e dos sistemas de informação por meio das tecnologias de informação e comunicação (TIC), de modo a permitir a inserção de funcionalidades com objetivo de garantir uma operação do sistema elétrico mais confiável, eficiente, segura e autossustentável. A utilização dessas novas informações permite o aprimoramento dos processos de apuração de perdas,



de alocação de equipamentos para melhoria da confiabilidade (redução da frequência e duração das interrupções), aumento da eficiência energética e melhoria de gestão da qualidade do produto e do serviço.

Dentro do escopo deste programa, em parceria com o Lactec - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, em Curitiba/PR, a empresa desenvolveu um sistema de detecção de faltas georreferenciado, utilizando como referência sensores inteligentes.

O sensor inteligente apresentado neste artigo é resultado de um conjunto de projetos do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Neoenergia. O desenvolvimento desse equipamento contemplou três ciclos de inovação consecutivos, envolvendo as fases de Pesquisa Aplicada, Cabeça de Série e Lote Pioneiro, sendo este último ciclo concluído em 2015. No projeto de pesquisa "Desenvolvimento de Sensores Inteligentes para Detecção de Faltas em Linhas Aéreas com Comunicação via PLC (Power Line Communications)" foi comprovada a eficácia da aplicação dos sensores desenvolvidos. Na fase "cabeça de série" foram aprimoradas algumas questões técnicas do sensor, como o uso de um circuito de reduzido consumo, permitindo alimentação por painel solar flexível, o aprimoramento da comunicação DNP3 e algoritmos de sincronismo. Visando atender às necessidades do setor e em função dos resultados satisfatórios obtidos na fase cabeça de série,

foi desenvolvida a fase do Lote Pioneiro - parceria com fornecedor industrial - com a produção de 350 equipamentos.

Atualmente, o equipamento já se encontra disponível para aquisição no mercado, com depósitos de patentes registrados no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). O equipamento está sendo comercializado para outras distribuidoras de energia elétrica do país por meio de contrato de transferência de tecnologia formalizado com parceiro (fornecedor) industrial, a Tecsys do Brasil Ltda., sediada em São José dos Campos/SP. Até o momento, já foram comercializados 7065 sensores inteligentes com outras distribuidoras de energia elétrica do país. Negociações e provas de conceito encontram-se em andamento para comercialização com empresas no exterior. Em 2015, a Aneel emitiu parecer sobre essa solução, destacando que o Sensor Inteligente representa uma contribuição importante para o conhecimento e/ou resolução de problemas práticos do setor elétrico. Também destacou o caráter inovador e a aplicabilidade desses equipamentos nas redes de distribuição. Em setembro/16, esse equipamento inovador desenvolvido em parceria com o Instituto Lactec, foi o vencedor do Latin American Utility Week Awards, premiação que integrou o 14º Latin America Smart Utility, evento que reuniu utilities, empresas e especialistas de toda a América Latina para debaterem boas práticas nos segmentos de energia, água e gás.

VOCÊ SE REINVENTA,
A NEO VAI COM VOCÊ.
Dedicação e comprometimento para crescermos lado a lado.

neo cable
Condutores Elétricos

ISO 9001
5 ANOS

(11) 4891.1226
neocable.com.br
contato@neocable.com.br



DESCRIÇÃO

O Sensor Inteligente (Figura 1) é um sistema de observação da rede elétrica inteligente (smart grid). Realiza a medição trifásica para redes de distribuição de energia elétrica de alta tensão, monitora eventos da rede em tempo real e comunica ao Centro de Operação da Distribuição (COD) por protocolo DNP3. A solução também instrumentaliza os operadores e planejadores dos sistemas de distribuição para elaborarem estratégias mais efetivas de priorização das ações de combate às perdas não técnicas.



Figura 1 - Sensor Inteligente desenvolvido pelo em projetos de P&D, na Neoenergia.

O equipamento suporta correntes de curto-circuito de até 12kA, monitora correntes de 1A a 4kA e possui o nível básico de isolamento (BIL-Basic Insulation Level) de 350kV. Possui como características principais a instalação e desinstalação sem a necessidade de interromper o fornecimento de energia, a instalação com equipe "leve" (dois eletricitistas, escada e vara de manobra), a amostragem ininterrupta da rede, com taxa de amostragem de 128 amostras por ciclo, a auto sustentabilidade de energia por uso de painel solar e bateria recarregável. Possui poder de processamento para a aplicação de algoritmos inteligentes locais para a determinação dos seguintes eventos na rede, em tempo real: falta transitória com restabelecimento do fornecimento por automatização, falta permanente com necessidade de intervenção de equipe de campo, desligamento, religamento, surto de corrente sem haver interrupção, inversão no sentido do fluxo da corrente, sensor instalado de forma invertida, detecção de variação da corrente resultante de desequilíbrio trifásico, valor RMS e ângulo da corrente de medição por fase. Uma das principais características de inovação do Sensor Inteligente é o cálculo do fasor da corrente resultante de desequilíbrio, para o sistema trifásico, sem haver conexão física entre as fases.

Esse sensor inteligente, atualmente fabricado pela Tecsys, é um sensor inovador, que combina medição de energia e detecção de falhas em um único sistema para maximizar a funcionalidade e a aquisição de dados de redes de distribuição aéreas. Nas funcionalidades deste medidor, foi adicionada uma medição de fator de potência, recém-patenteada pela Neoenergia e pelo instituto Lactec, que associada a um algoritmo de balanço de energia permite determinar perdas de energia técnicas e não técnicas na rede com precisão adequada para diagnóstico de perdas. O equipamento também possui um algoritmo que mantém um registro constante do status da rede, detectando uma ampla variedade de eventos, como falhas permanentes ou temporárias e desbalanceamento neutro. Os resultados encontrados neste desenvolvimento apresentam erro menor que 2% em relação a sistemas de medição de energia muito mais dispendiosos e difíceis de instalar.

Estes sensores além de serem muito mais simples e baratos que os medidores convencionais, foram incrementados com o algoritmo de cálculo de energia, que é um processo de duas etapas que utiliza a medição de corrente e fator de potência da rede de distribuição. A integralização das medições é realizada a cada 15 minutos e houve um aumento de memória interna para armazenamento de dados sem perda de informações.

No escopo deste programa, também foi desenvolvido aplicativo computacional de balanço de energia. Esse aplicativo foi licenciado para comercialização para a empresa Sinapsys, através da ferramenta Sinapgrid. Dessa forma, os resultados podem ser obtidos através da comparação entre a medição de energia dos sensores com a energia distribuída e faturada para obtenção das perdas totais do sistema



Figura 2 - Instalação dos equipamentos.



e posterior diferenciação entre perdas técnicas e não técnicas na rede. Por fim, foi desenvolvido ainda um sistema de análise dos resultados em uma plataforma de Analytics para permitir uma melhor visualização dos resultados.

O que reforça o caráter inovador desse equipamento é o fato de o mesmo também apresentar circuito de ultra baixo consumo alimentado por painel solar flexível, comunicação DNP3, algoritmos de sincronismo e o, já citado, cálculo do fasor da corrente resultante de desequilíbrio, sem conexão física entre fases. Sua instalação e desinstalação também podem ser realizadas sem interromper o fornecimento de energia (Figura 2).

RESULTADOS

No ano de 2019, os sensores inteligentes e aplicativos, desenvolvidos no P&D – Desenvolvimento de Tecnologia de Redes Inteligentes, já ofereciam excelentes oportunidades para a redução de perdas técnicas e comerciais. Os resultados comprovados foram reconhecidos e resultaram na incorporação desses equipamentos aos processos de negócio do Grupo Neoenergia. Investimentos em projetos para ampliação da infraestrutura da TI também foram realizados para garantir o adequado funcionamento e melhorias proporcionadas por essa solução. Atualmente, a Neoenergia possui equipes com dedicação de tempo integral para planejamento da instalação de sensores, cadastro dos mesmos, bem como para planejamento de ações, programação da execução e acompanhamento dos resultados.

Em 2019, foi constituída uma Força Tarefa (TaskForce), constituída por representantes das áreas de P&D e dos processos de negócio das distribuidoras do grupo, objetivando implementar,

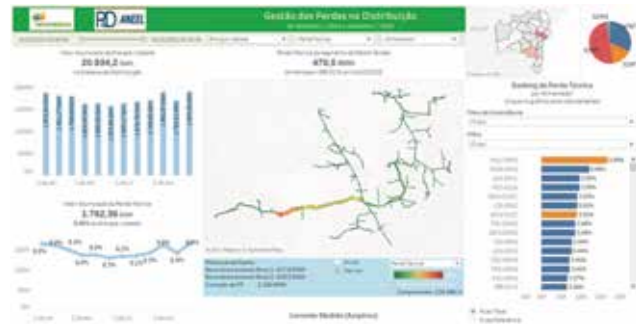


Figura 3 - Tela do sistema que apresenta a evolução da perda técnica.

acompanhar e verificar resultados das ações planejadas para a redução de perdas. No mesmo ano em que foi constituída a TaskForce, foram executadas mais de 350 ações para redução de perdas técnicas, o que resultou em uma agregação medida em torno de 28 GWH.

Em 2020, as ações executadas no ano anterior resultaram em uma economia de energia devido à redução de perdas de mais 49 GWH. Novas ações ainda foram planejadas e executadas, o que resultou em um ganho de mais 19 GWH, totalizando um benefício de 68 GWh. Na Figura 3 é apresentada uma tela do sistema que apresenta a evolução da perda técnica de forma segmentada e com orientação das oportunidades identificadas para correção do fator de potência da rede, recondutoramento de circuitos com carregamentos elevados, equilíbrio das fases, além de indicar áreas com elevada concentração de perdas comerciais.

Ainda como parte da estratégia de redução de perdas não técnicas, foi estruturado, em 2020, um grupo de trabalho para

contato@maxbarramentos.com.br
11 4308 5075
www.maxbarramentos.com.br

MaxBar
BARRAMENTOS BLINDADOS

**TEMOS A MELHOR SOLUÇÃO PARA A SUA OBRA!
INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS E PREDIAIS**

LINHA CMAX - IP55
Barra espacada 120 até 2500A

FAST VMAX - IP31
Barra espacada 750 até 3000A

LINHA FMAX - IP54
Barra espacada 250 até 2500A

PLUG-INS E CAIXAS MEC
fornecida de 2 a 16 mediadores



elaborar as estratégias e ações de combate a perdas com o insumo dos resultados dos balanços energéticos de sensores inteligentes. Utilizando as tecnologias desenvolvidas nos projetos de P&D, como os sensores inteligentes, aplicativos para cálculo de balanços e análise dos resultados, o grupo de trabalho foi capaz de monitorar mais de 250 GWh mensais de energia injetada na rede, selecionando áreas com maior concentração de perdas e maior potencial de recuperação de energia para planejamento de ações de campo. Foram realizadas 16 operações em 2020, o que resultou em uma recuperação de 1,2 GWh de energia.

O desenvolvimento do sensor também proporcionou maior agilidade no atendimento às ocorrências pelo COD (Centro de Operação da Distribuição) e com isso pode melhorar os indicadores de qualidade de fornecimento de energia. O tempo médio de acionamento das equipes de manutenção de emergência, nos locais onde foram instalados os sensores, apresentou uma redução média de 87%. Também foi registrada uma redução de 60% no tempo médio de restabelecimento das interrupções no fornecimento de energia para os consumidores. Um estudo sobre a redução do DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) nas linhas de distribuição nas quais o sensor inteligente foi instalado, durante piloto do projeto de P&D, apresentou um resultado de diminuição média de 2 horas nesse indicador, por circuito monitorado.

A Neoenergia possui, atualmente, 6120 sensores inteligentes instalados nas redes elétricas de suas distribuidoras (Coelba, Celpe Cosern e Elektro) - 2.601 sensores utilizados pela área de operação e 3.519 sensores utilizados no combate às perdas.

CONCLUSÃO

Em 2016, por meio do projeto código PD-0047-0078-2016, intitulado “Desenvolvimento de Tecnologia Nacional para Redes Elétricas Inteligentes Módulo 1 – Infraestrutura (Etapa 1)” com a participação das empresas Distribuidoras do Grupo Neoenergia e as entidades executoras Lactec, Tecsys e Sinapsis, foi iniciado o desenvolvimento de uma nova versão deste equipamento para a tensão de 69kV. Com esse novo projeto - o desenvolvimento teve início no PD-0047-0072/2012 – esse equipamento será aprimorado e irá contemplar novas funções para aumentar sua vida útil, reduzir o consumo de energia, aumentar sua suportabilidade, para nível de tensão até 69 kV, e melhorar sua integração ao sistema de informações das redes inteligentes do Grupo Neoenergia. Além dos benefícios obtidos com o desenvolvimento anterior, esse equipamento irá proporcionar funcionalidades adicionais para auxiliar no planejamento da rede, na gestão dos ativos, na detecção de perdas e na localização de faltas. Atualmente, esta nova versão

do equipamento encontra-se na fase de cabeça-de-série.

As funcionalidades gradativamente adicionadas aos sensores de rede desenvolvidos no programa de P&D da Neoenergia permitem a aquisição e instalação destes equipamentos ao longo dos alimentadores de toda a área de concessão das empresas de distribuição. Isso pode ser possível tanto pelo seu preço competitivo (quando comparado aos equipamentos de medição disponíveis no mercado), como pela sua facilidade de instalação - além de ser ágil, também não necessita de desligamentos nas redes e consequentes interrupções no fornecimento de energia para os consumidores. A flexibilidade de instalação pode inclusive permitir que as empresas tenham mobilidade para instalação desses equipamentos, ou seja, não possuam sensores em locais fixos, mas que eles sejam utilizados de forma temporária para apuração das perdas não técnicas e posteriormente realocados. Sem dúvida, esses equipamentos – resultados dos projetos de P&D no Grupo Neoenergia - representam uma grande contribuição para o desenvolvimento tecnológico do setor elétrico brasileiro.

REFERÊNCIAS

- *Relatório Final PD-0047-0078: desenvolvimento de tecnologia nacional para redes elétricas inteligentes módulo 1 – infraestrutura (etapa 1)*. Salvador, outubro 2019.
- *Gustavo Travassos; Henrique Kagan; João M. M. da Fonseca; José C. Argolo; Luiz Rosa, Marcelo Pelegrini; Mariana Souza; Renan Moraes: “Aferição de perdas não técnicas considerando medições de corrente e fator de potência, técnicas de estimação de estados e balanço de energia”, CIDEL, Argentina, setembro 2018.*
- *Francisco J. R. de Santana, Carlos A. Purim, Rodrigo J. Riella, Guilherme P. de Resende, Rafael Wagner: “Sensor Inteligente para Monitorar Eventos nas Linhas de Alta Tensão”, ENGIE, Brasil, 2017.*
- *Revista Eficiência Energética e P&D nº 4: sensores inteligentes trazem mais agilidade para o setor*. Salvador 2015.

*José Antonio de Souza Brito é engenheiro eletricista, com especialização em Sistemas Elétricos de Potência, em Planejamento e Implementação de Projetos de Energias Renováveis e em Tecnologia Fotovoltaica. Atualmente, é gerente corporativo de pesquisa e desenvolvimento das empresas do Grupo Neoenergia. Suas atividades incluem planejamento estratégico e gestão de projetos de P&D, desenvolvimento de produtos tecnológicos, prospecção tecnológica, negociação de contratos, gestão de propriedade intelectual, entre outras. Cláudio Osnei Garcia é engenheiro, com doutorado em Engenharia de Produção e Gestão de Negócios e pós-doutorado em Energia e Ambiente. Atualmente, é gerente de Programa de P&D da Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (Coelba).



PLASTIBRAS. PROCESSOS PRODUTIVOS SUSTENTÁVEIS DE PONTA A PONTA



De 40 a 200mm

ABNT NBR 15715

PlastDuto[®]HD

De 20 a 32mm

ABNT NBR 15465

PlastFlex[®]

De 100 a 200mm

ABNT NBR 15073

PlastDreno[®]



Plastibras[®]

DUTOS CORRUGADOS

www.plastibras.ind.br/ (65) 3667-6201



Capítulo II

Avaliação do ciclo de vida aplicada à conversão da energia

A avaliação do ciclo de vida (ACV) é uma ferramenta de análise dos potenciais impactos de produtos e serviços ao longo do seu ciclo de vida, ou seja, ela adota uma abordagem sistêmica desde a extração dos recursos naturais necessários para a produção dos materiais, fabricação dos componentes até a obsolescência e destinação final dos produtos e serviços avaliados.

A ACV está intimamente relacionada com a história da análise energética, uma vez que na década de 1970 eram comuns análises buscando caracterizar as tecnologias de conversão de energia do

ponto de vista do seu balanço líquido de energia (net energy ratio) ao longo do seu ciclo de vida (Chapman et al. 1974). A abordagem sistêmica que é uma das características da ACV já estava presente nestes estudos.

Atualmente, a ACV é descrita pela norma ABNT ISO 14040 como “compilação e avaliação dos insumos e produtos e dos respectivos impactos ambientais de um sistema de produto ao longo de seu ciclo de vida” (ABNT, 2009). A análise depende da contabilidade de fluxos de materiais e energia ao longo do ciclo de vida (Figura 1).



Figura 1 - Etapas típicas do ciclo de vida de uma unidade de conversão de energia.



Os fluxos de entrada mostrados na Figura 1 (energia e materiais) devem ser quantificados para compor o inventário do ciclo de vida. Além da energia, diretamente consumida em cada etapa, também deve ser quantificada a energia embutida nos materiais, como se cada material também tivesse o seu ciclo de vida inventariado. Os resíduos podem tanto estar na forma de matéria, sendo que a emissão de poluentes, por exemplo, pode ser quantificada em massa de poluente, ou na forma de calor (energia). Na fase de inventário é importante que sejam observados os balanços de massa e de energia.

A quantificação dos fluxos de entrada e saída de energia ao longo do ciclo de vida é uma parte fundamental da etapa de inventário do ciclo de vida. Portanto, os analistas precisam ter familiaridade com a análise energética e a conversão dos diferentes vetores energéticos em energia primária. Lembrando que a emissão de poluentes, como o dióxido de carbono (CO_2) e o dióxido de enxofre (SO_2), está, quase sempre, associada com a queima de combustíveis fósseis. Já a emissão de óxido de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis (COV) depende da razão de mistura entre o ar e o combustível da queima (Nazaroff e Alvarez-Cohen, 2000).

Além de sistêmica, a ACV também apresenta um caráter sistemático, pois a sua realização se dá por meio de uma sequência de etapas. A etapa inicial é a definição do objetivo e do escopo

da avaliação. Nesta etapa, o objetivo é definido tendo em vista a aplicação da avaliação que pode representar o interesse de uma empresa em avaliar o desempenho de seus produtos e comunicá-los aos seus clientes, por exemplo, ou a comparação entre diferentes alternativas para a geração de eletricidade. Esta etapa também está associada com a definição da unidade funcional e com a fronteira do sistema estudado. No caso da comparação entre alternativas de geração, a unidade funcional pode ser a produção de 1 kWh. A unidade funcional é a base para a quantificação dos potenciais impactos que resultam da ACV, por exemplo, “gramas de dióxido de carbono equivalente por kWh ($\text{gCO}_2\text{e/kWh}$)” ou “Mega Joules por kWh (MJ/kWh)”. Já a fronteira do sistema define quais são as etapas consideradas e o escopo se refere, dentre outras coisas, ao tipo de informação que deve ser processada durante a ACV. Considerando as etapas apresentadas na Figura 1, a fronteira do sistema seria do berço (extração de recursos naturais) ao fim de vida (demolição). Mas poderia se estender ao túmulo (disposição final) ou ser interrompida no portão da fábrica (fabricação). Independentemente da fronteira do sistema aplicada, a unidade funcional por kWh pode ser adotada.

A fase seguinte da ACV é o inventário do ciclo de vida. Nesta etapa, o analista deve quantificar os fluxos de entrada e saída apresentados na Figura 1. Se o interesse é determinar as emissões

www.tramontina.com.br

escolha
qualidade,
escolha
Tramontina.

Na hora de fazer sua instalação elétrica aparente, conte com a linha de condutores em alumínio que oferece uma solução completa com a máxima resistência e segurança. **Escolha Tramontina e faça bonito.**

TRAMONTINA

o prazer de fazer bonito



CONDULETES



de CO₂ de uma termelétrica, basta quantificar a energia consumida pela mesma e utilizar um fator de emissão para converter a energia em CO₂. Já para determinar as emissões de NO_x, são necessárias informações mais precisas sobre a termelétrica. A etapa de inventário demanda um grande esforço, pois, dependendo do escopo da ACV, ela demanda informações sobre várias espécies de substâncias lançadas no ambiente. Geralmente, esta etapa é realizada com o apoio de bases de dados de inventário que representam processos típicos. O problema é que a maioria destes dados se refere a processos e informações coletadas em outros países e que foram coletadas alguns anos atrás. Uma forma de solucionar parte desses problemas é reduzir o escopo da ACV, investindo na mensuração direta de menos fluxos. Nesse caso, pode-se medir o consumo de energia e calcular as emissões de CO₂. Pode-se medir o consumo dos principais materiais e determinar a produção de resíduos por meio de um balanço de massa. O mesmo pode ser aplicado ao consumo de água.

A fase seguinte da ACV é a avaliação do impacto do ciclo de vida. Nesta fase, os fluxos são classificados de acordo com diferentes categorias de impacto. As categorias de impacto refletem potenciais impactos ambientais de forma quantitativa e cada uma delas tem uma unidade própria. A categoria de impacto gases do efeito estufa avalia o potencial de impacto na mudança climática global e a unidade típica é em gramas de dióxido de carbono equivalente (gCO₂e). Para calcular este resultado é necessário identificar todos os fluxos de gases de efeito estufa, multiplicar cada gás pelo seu potencial de aquecimento global e somar os resultados. O mesmo tipo de análise é realizado para outras categorias de impacto. Por exemplo, a ecotoxicidade avalia o impacto potencial de substâncias

tóxicas no ambiente e a unidade usada é o 1-4 di-clorobenzeno. A eutrofização avalia o impacto potencial dos nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, que levam a um crescimento abrupto de algas, reduzindo o oxigênio dissolvido no ambiente. A oxidação fotoquímica avalia o impacto potencial devido à produção de ozônio troposférico que é um poluente com impactos na saúde humana. A unidade nesse caso, kg de NMVOC é a sigla em inglês para quilogramas de compostos orgânicos não metano.

A Figura 2 apresenta resultados de ACV para alguns sistemas de geração de eletricidade considerando algumas categorias de impacto típicas. Nela podemos observar termelétricas a gás natural com ciclo combinado (GNCC) com e sem CCS. O CCS é uma tecnologia ainda pouco aplicada em escala comercial que separa o CO₂ emitido pela chaminé e o injeta em um reservatório geológico. Mas como esta operação consome eletricidade para comprimir o gás, por exemplo, a redução das emissões não é tão relevante quanto à substituição do gás natural pela energia eólica. O Poli-Si (policristalino de silício) representa a tecnologia dominante atualmente no mercado para a fabricação de módulos solares fotovoltaicos. A Figura 2 também apresenta dois resultados para hidrelétricas indicando que o desempenho deste tipo de usina é bastante variável, pois, além dos fluxos associados com o consumo direto de energia e materiais para a construção da usina, existem também fluxos biogênicos que devem ser incluídos na ACV, como por exemplo, as emissões de metano dos reservatórios. Uma usina a fio d'água, na qual o tempo de residência da água no reservatório é inferior a uma semana tende a ter menos emissões de CH₄ por kWh do que uma usina com um grande reservatório no qual o tempo de residência da água é mais longo.

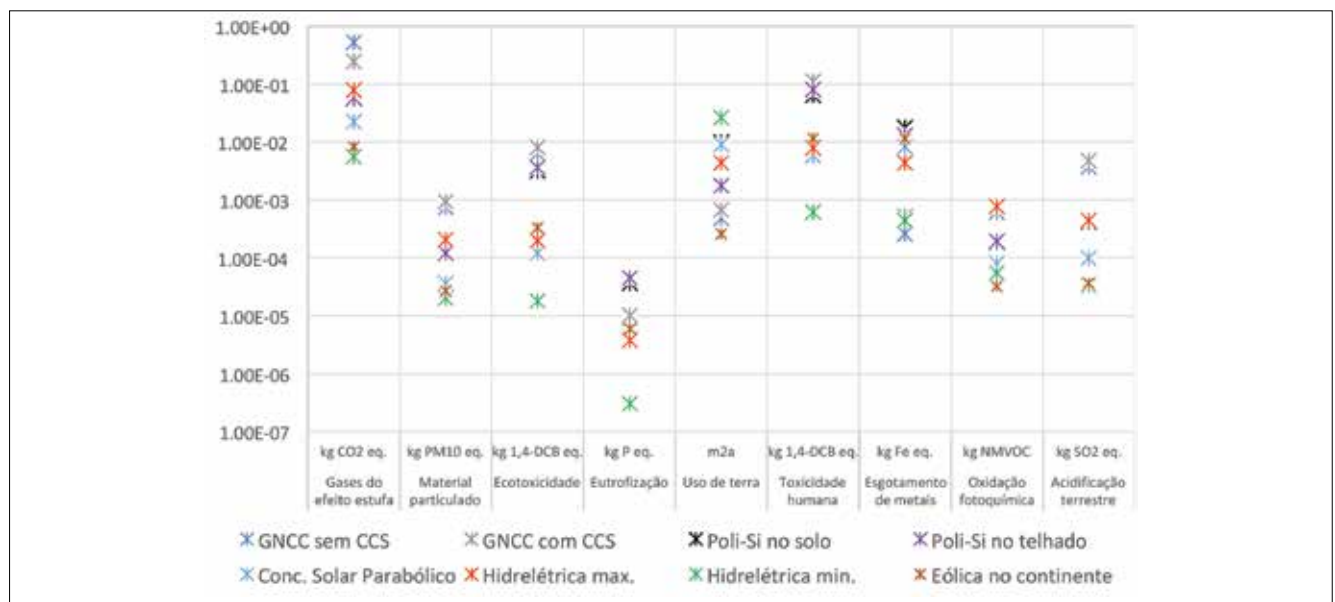


Figura 2 - Resultados de AVC para geração de 1 kWh por meio de diferentes sistemas (Hertwich et al. 2015).

CABOS FOTOVOLTAICOS PRYSMIAN. DESEMPENHO QUE GERA TRANQUILIDADE E SEGURANÇA.

Os produtos e soluções Prysmian para instalações fotovoltaicas são reconhecidos por sua durabilidade e confiabilidade. Nossos cabos são projetados com máximo rigor, de acordo com várias classificações e requisitos, proporcionando segurança, livre movimentação e resistência térmica, mesmo nos ambientes mais severos.

É a líder mundial em fios e cabos trabalhando de sol a sol pelo melhor desempenho da sua instalação.



Saiba mais sobre
as soluções Prysmian
em cabos para
energia renovável.
prysmiangroup.com.br

Prysmian
Group

Linking
the Future



Uma aplicação bastante interessante da ACV é para avaliar medidas para a mitigação da mudança climática global. Isso porque as emissões de CO₂ e outros gases do efeito estufa ocorrem em diferentes locais ao longo do ciclo de vida. Porém, como se trata de um problema de escala global, independentemente de onde ocorrem as emissões, o seu efeito é o mesmo: aquecimento global, elevação do nível do mar, alteração na precipitação. Quando reduzimos o escopo da ACV para inventariar os fluxos dos gases de efeito estufa e avaliar o seu impacto em termos de massa de CO₂e, estamos determinando a Pegada de Carbono de produtos e serviços. Este tipo de abordagem tem sido adotada pelos relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas e da Agência Internacional de Energia.

Atualmente, existe uma busca por formas alternativas de transporte em veículos leves. A Pegada de Carbono tem sido utilizada para comparar o desempenho ambiental de diferentes alternativas, principalmente, os veículos elétricos e veículos híbridos, que têm conquistado fatias crescentes nas vendas de veículos novos. A Figura 3 compara as seguintes alternativas:

- veículo elétrico (VE) com uma bateria de 40 kWh (VEB 40);
- veículo elétrico (VE) com uma bateria de 80 kWh (VEB 80);
- veículo com motor a combustão interna (MCI);
- veículo elétrico híbrido (VEH);
- veículo elétrico plug-in híbrido (VEPH), que além do motor a combustão e o elétrico tem uma bateria com menos capacidade que o VE;
- veículo com célula a combustível (VCC).

A Figura 3 mostra que, apesar de não emitir durante a fase de uso, os VE são responsáveis por emissões de gases de efeito estufa durante o ciclo do combustível do poço ao tanque. Trata-se das emissões da geração de eletricidade. Uma forma de reduzir estas

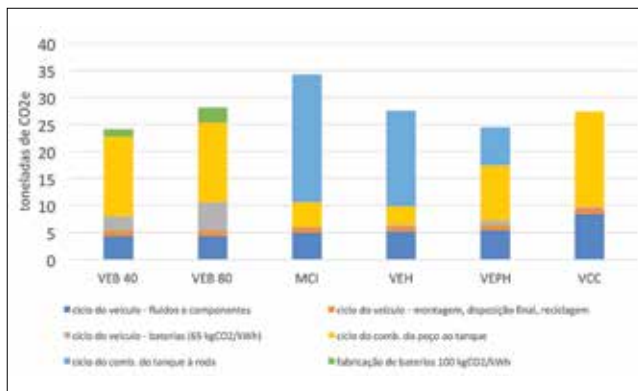


Figura 3 - Emissões de gases do efeito estufa de várias tecnologias de automóvel médio ao longo de 10 anos de uso (IEA 2020).

emissões é por meio da escolha de energia hidrelétrica, eólica ou solar para gerar eletricidade. Lembrando que, de acordo com a Figura 1, nenhuma forma de conversão de energia em eletricidade é livre de emissão de gases do efeito estufa. Já os veículos com motor de combustão interna apresentam grande parte das emissões no ciclo do combustível do tanque à roda, ou seja, devido à combustão da gasolina ou do diesel, durante a fase de uso do veículo. Uma forma de reduzir estas emissões é por meio da escolha de biocombustíveis, sendo que esta alternativa é uma das que mais reduz a pegada de carbono do transporte em veículos leves.

Como vimos nesse relato sintético, a ACV é uma ferramenta de análise que tem sido utilizada na avaliação do desempenho de tecnologias de conversão de energia buscando caracterizar toda a cadeia de serviços energéticos. Esta visão sistêmica está no amago da ACV e, mesmo que seja aplicada a partir de formas mais simplificadas de inventário, pode indicar os gargalos para a melhoria do desempenho ambiental das cadeias responsáveis pelos serviços energéticos imprescindíveis a nossa sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS

- ABNT, 2009. ISO 14040:2006 Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 21/05/2009
- Chapman, P.F., G. Leach, e M. Slessor. 1974. "2. The Energy Cost of Fuels". *Energy Policy* 2 (3): 231-43. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(74\)90048-2](https://doi.org/10.1016/0301-4215(74)90048-2).
- Hertwich, Edgar G., Thomas Gibon, Evert A. Bouman, Anders Arvesen, Sangwon Suh, Garvin A. Heath, Joseph D. Bergesen, Andrea Ramirez, Mabel I. Vega, e Lei Shi. 2015. "Integrated Life-Cycle Assessment of Electricity-Supply Scenarios Confirms Global Environmental Benefit of Low-Carbon Technologies". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (20): 6277-82. <https://doi.org/10.1073/pnas.1312753111>.
- International Energy Agency (IEA) Global EV Outlook 2020. 2020 [doi:https://doi.org/10.1787/d394399e-em](https://doi.org/10.1787/d394399e-em) U <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/d394399e-en>
- Nazaroff, W.W. e Alvarez-Cohen, L (2000) *Environmental Engineering Science*. Wiley; 1ª edição. 720 p.

*Sergio Pacca é professor associado da Universidade de São Paulo (USP) atuando nos cursos de pós-graduação em Sustentabilidade (PPGS-USP) e Energia (PPGE-USP). É Doutor em Energy and Resources pela University of California, Berkeley (2003), pesquisador das áreas de energia, sustentabilidade, mudança climática global, avaliação do ciclo de vida (ACV) e ecologia industrial.

Renováveis



ENERGIAS COMPLEMENTARES

Ano 4 - Edição 52 / Março de 2021



Atitude.editorial

PROTEÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Análise preliminar dos danos provenientes de descargas atmosféricas diretas

COLUNA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: O MARCO LEGAL DA GD

COLUNA ENERGIA EÓLICA: A DIVERSIDADE NO SETOR DE ENERGIA

COLUNA ENERGIA SOLAR: O ARCABOUÇO LEGAL DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

APOIO





FASCÍCULO PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Por Ronaldo Kascher*

36



Capítulo II

A proteção de sistemas fotovoltaicos contra descargas atmosféricas

Este artigo é o segundo de quatro publicações que têm por objetivo avaliar as consequências das descargas atmosféricas no funcionamento dos sistemas fotovoltaicos e apresentar os métodos possíveis e recomendados para prover suas proteções.

O foco deste capítulo é apresentar análise preliminar da fonte de danos S1 (descargas atmosféricas diretas) em instalações fotovoltaicas com painéis alocados no topo de edificações e em sistemas com os painéis fixados no solo através de suportes, as denominadas fazendas solares de maiores potências.

Os eventos “S1” são fontes de correntes com grande energia específica, e quando ocorrem nas partes expostas, geralmente, nos painéis coletores, provocam danos, perda de isolamento e, em certas circunstâncias, podem aumentar o risco “R1” – Risco de perda de vida humana (ABNT NBR 5419 – Parte 2) dos usuários da energia.

Estes eventos podem provocar também o aumento do risco “R4” – Risco de perda econômica (ABNT NBR 5419 – Parte 2) em decorrência dos custos inerentes às manutenções corretivas com substituição de painéis, inversores, equipamentos de monitoração, trackers etc., além dos prejuízos referentes à falta de geração.

Considerações sobre a descarga atmosférica direta

O raio é uma fonte de corrente, ou seja, na ocorrência de uma descarga atmosférica de 40 kA de pico, haverá necessariamente a injeção desta corrente no ponto de conexão, independentemente da impedância do trajeto da corrente ou da impedância do sistema de aterramento onde a corrente será injetada.

Assim, a ABNT NBR 5419 define um parâmetro muito importante para a corrente da descarga que é a “energia específica” que tem por unidade “J/Ω”. Multiplicando-se este parâmetro pela resistência elétrica por onde trafega a corrente do raio, obtemos energia em Joule transferida pela descarga. A Figura 1 apresenta parcialmente a Tabela 3 da ABNT NBR 5419 onde, para o primeiro impulso positivo, que acopla alta energia, apresenta as “Energias Específicas confoeme os “Níveis de Proteção” – NP previstos.

Por exemplo, uma descarga com corrente de pico de 200 kA, 10 x 350 μs, (NP I), tem uma energia específica de 10 MJ/Ω. Caso esta corrente passe por um conector com mau contato, com resistência de

0,5 Ω, haveria a transferência de 5 MJ. Isto explica o rompimento de cabos nos pontos de conexão, o início de incêndios e a destruição de painéis fotovoltaicos, quando sujeitos a estes eventos. Este enfoque justifica a necessidade de boas conexões elétricas entre componentes do SPDA principalmente ao longo do percurso da corrente da descarga atmosférica desde a captação até o sistema de aterramento.

Outro ponto importante a ser considerado, e responsável por grande parte das “queimas” de componentes ativos das usinas, são as tensões elétricas desenvolvidas ao longo dos condutores, devido à resposta de suas indutâncias às altas taxas de variação no tempo das correntes conduzidas do raio.

Devido a estas tensões impulsivas desenvolvidas, especial atenção deve ser dada às denominadas “distâncias de separação” (ABNT NBR 5419) no projeto de captadores que protegem os painéis e demais componentes contra descargas diretas, ou seja, que aloquem os componentes expostos do sistema fotovoltaico nas ZPR OB (ABNT NBR 5419), conforme Figura 2.

Por exemplo, uma descarga com corrente de pico de 200 kA, 10 x 350 μs, (NP I), tem uma energia específica de 10 MJ/Ω. Caso esta corrente passe por um conector com mau contato, com resistência de 0,5 Ω, haveria a transferência de 5 MJ. Isto explica o rompimento de cabos nos pontos de conexão, o início de incêndios e a destruição de painéis fotovoltaicos, quando sujeitos a estes eventos. Este enfoque justifica a necessidade de boas conexões elétricas entre componentes do SPDA principalmente ao longo do percurso da corrente da descarga atmosférica desde a captação até o sistema de aterramento.

Outro ponto importante a ser considerado, e responsável por grande parte das “queimas” de componentes ativos das usinas, são as tensões elétricas desenvolvidas ao longo dos condutores, devido à resposta de suas indutâncias às altas taxas de variação no tempo das correntes conduzidas do raio.

Devido a estas tensões impulsivas desenvolvidas, especial atenção deve ser dada às denominadas “distâncias de separação” (ABNT NBR 5419) no projeto de captadores que protegem os painéis e demais componentes contra descargas diretas, ou seja, que aloquem os componentes expostos do sistema fotovoltaico nas ZPR OB (ABNT NBR 5419), conforme Figura 2.

Primeiro impulso positivo			NP			
Parâmetros da corrente	Símbolo	Unidade	I	II	III	IV
Corrente de pico	<i>I</i>	kA	200	150		100
Carga do impulso	<i>Q_{curta}</i>	C	100	75		50
Energia específica	<i>W/R</i>	MJ/Ω	10	5,6		2,5
Parâmetros de tempo	<i>T₁ / T₂</i>	μs / μs	10/350			

Figura 1 - Tabela 3 da ABNT NBR 5419 - 1 – Valores máximos dos parâmetros das descargas atmosféricas correspondentes aos níveis de proteção (NP) – Primeiro impulso positivo.



FASCÍCULO PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

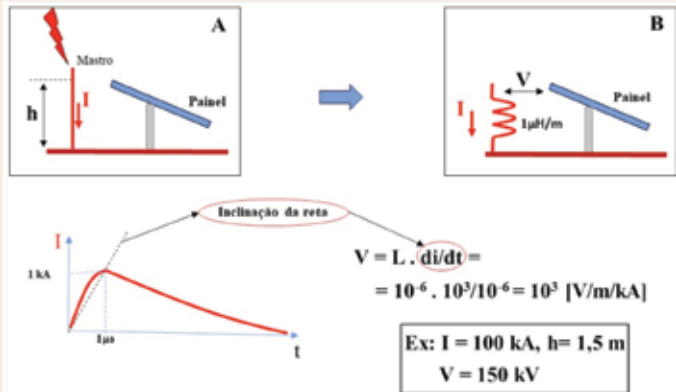


Figura 2 – (A) Mastro captor de descarga atmosférica próximo a painel fotovoltaico. (B) Circuito equivalente. Cálculo da tensão impulsiva desenvolvida entre o mastro captor e o painel na ocorrência de uma descarga de 100 kA / μ s.

• Usinas fotovoltaicas na cobertura de edificações

No caso de instalação de sistemas fotovoltaicos em prédios ou estruturas já dotadas de SPDA, situação muito comum na maioria das instalações em prédios existentes, o ideal é que toda a instalação fotovoltaica permaneça na ZPR OB – Zona de Proteção de Raios e que sejam respeitadas as distâncias de separação para evitar que, em caso de ocorrência de descarga atmosférica, ocorram arcos elétricos entre o SPDA do prédio e os painéis do sistema fotovoltaico. A ideia é garantir que as distâncias entre os dois sistemas sejam suficientemente longas para que o isolamento natural provido por esta separação suporte as tensões impulsivas desenvolvidas pelo corrente do raio. A Figura 4 ilustra esta situação.

38 As altas tensões desenvolvidas nas indutâncias dos condutores e captadores podem ocasionar o rompimento da isolação, provocando um arco elétrico que injeta parcela da corrente da descarga no painel tirando o sistema de operação e expondo a instalação a risco de incêndio e às suas consequências.

Observa-se ainda que o dimensionamento dos mastros captadores deve propiciar a criação de um volume livre de descargas atmosféricas (ZPR OB – NBR-5419), conforme modelo eletrogeométrico para proteção do sistema e considerar as eventuais sombras que serão projetadas sobre os painéis. Caso ocorram sombras, devem ser “difusas” para se evitar a degradação destes componentes. A Figura 3 ilustra a criação de ZPR OB através de metros captadores.

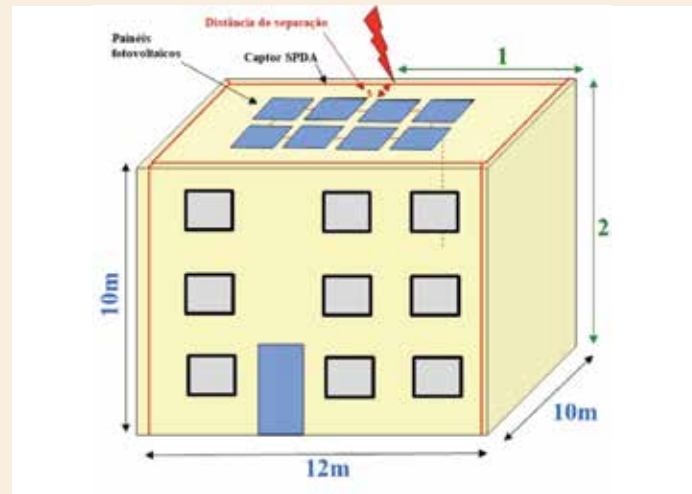


Figura 4 – Exemplo de cálculo da distância de separação entre o SPDA e o sistema fotovoltaico.

Conforme método simplificado apresentado na IEC 63227 – Anexo C, partindo-se do NP ou Classe do SPDA” e do material que proverá o isolamento, obtém-se os coeficientes “ki e km” cujos valores são apresentados nas Tabelas 10 e 11 da ABNT NBR 5419-3 reproduzidas na Figura 5.

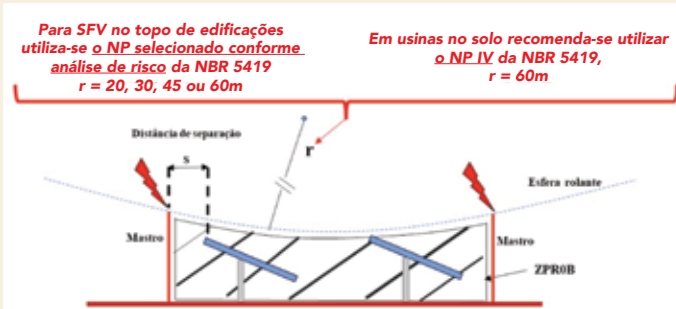


Figura 3 – Distância de separação entre captadores e painéis.

Compatibilização entre o SPDA e os sistemas fotovoltaicos

Basicamente, existem instalações fotovoltaicas com painéis alocados no topo de edificações e com os painéis fixados no solo através de suportes, sendo estas últimas geralmente características das usinas de média e grande potências.

A opção do projetista pela melhor filosofia a ser adotada depende da análise de riscos e da topologia do sistema fotovoltaico.

Tabela 10 – Isolação do SPDA externo – Valores do coeficiente k_i

Nível de proteção do SPDA	K_i
I	0,08
II	0,06
III e IV	0,04

Tabela 11 – Isolação do SPDA externo – Valores do coeficiente k_m

Material	K_m
Air	1
Concreto, tijolos	0,5

NOTA 1 No caso de vários materiais isolantes estarem em serie, é uma boa prática usar o menor valor de k_m .
NOTA 2 A utilização de outros materiais isolantes está sob consideração.

Figura 5 – Tabelas 10 e 11 com definição dos coeficientes ki e km para cálculo da distância de separação. Fonte: ABNT NBR 5419.

Em seguida, analisando-se as interligações entre captadores e condutores de descida estimam-se os coeficientes de divisão da corrente “kc” ao longo de todo o trajeto entre captor e aterramento,

KanaLex[®]

O duto PEAD corrugado original.
Fabricado no Brasil desde 1.984.
Diâmetros internos de 1.1/4" até 8".

Duto para
proteção de cabos
subterrâneos.

O Kanalex, duto de PEAD
corrugado flexível, está
sendo amplamente aplicado
nas UFV's e Eólicas brasileiras.

- Atende as normas reconhecidas no país: ABNT 13.897/13.898 e 15.715.
- Dispensa totalmente o envelopamento em concreto ao longo da linha.
- Arame guia de aço galvanizado e revestido em PVC já fornecido no interior do duto.
- Fita de aviso "PERIGO" para energia ou telecomunicações.
- É fornecido tamponado nas extremidades.
- Elevada resistência à abrasão, produtos químicos, compressão diametral e impacto.

É utilizado na infraestrutura de redes de energia, telecomunicações, indústrias, ferrovias, rodovias, aeroportos, subestações, shopping centers, condomínios, cftv's...



A Kanaflex é dotada de laboratório equipado capaz de executar todos os ensaios requisitados nas normas brasileiras.

Kanaflex[®]

S/A INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS

Fone: 11 3779-1670

vendapead@kanaflex.com.br
www.kanaflex.com.br



FASCÍCULO PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

considerando-se a contribuição de cada comprimento "l" na distância de separação total necessária para se evitar o rompimento da isolamento entre sistema fotovoltaico e SPDA do prédio.

Calcula-se então a distância mínima de separação, com a expressão [1].

Depende do NP $NP IV = 0,04$ Depende da divisão da corrente

$$s = \frac{k_i}{k_m} \cdot k_c \cdot l$$

Depende do isolamento $ar = 1$ Comprimento do trajeto da corrente

[1]

No exemplo da Figura 4, considerando o ponto de conexão da descarga, NP IV, o ar como isolante e o percurso da corrente do raio apresentado temos uma distância de separação mínima de 22 cm, conforme [2].

$$0,04 \cdot (0,5 \cdot 6 + 0,25 \cdot 10) = 0,22 \text{ (m)}$$

[2]

Observa-se, neste exemplo, a importância de se prover várias rotas de condução para a corrente da descarga no sentido de obter-se distâncias de separação menores, viabilizando as soluções de projeto. Nem sempre é fácil conseguir as distâncias necessárias em prédio altos, antigos e com muitas interferências na cobertura (antenas, painéis solares de aquecimento de água, tubulações metálicas diversas, etc.).

Caso não seja possível conseguir os afastamentos necessários, e existindo SPDA no prédio, resta a alternativa de prover equalização de potencial entre o sistema fotovoltaico e o SPDA de forma a se evitar arcos elétricos, mas em contrapartida, esta ação permite a injeção de parcela da corrente da descarga na instalação. Esta opção onera o projeto e sempre que possível deve ser evitada. Isto será assunto para os próximos capítulos deste artigo.

• Usinas fotovoltaicas no solo

Com relação às usinas no solo, a colocação dos painéis e demais equipamentos do campo (sensores, trackers, equipamentos meteorológicos, etc.) na ZPR OB pode ser feita instalando-se captosres verticais com comprimentos e distâncias calculadas conforme o "modelo eletrogeométrico", ilustrado na Figura 6.

Observa-se que, no caso das usinas no solo, devido à configuração distribuída dos circuitos CC dos strings, na resposta do sistema de aterramento às solicitações transitórias, geralmente, a proteção contra descargas diretas não fica ainda plenamente assegurada, sendo necessário complementar a instalação com infraestrutura que forneça fator de blindagem satisfatório complementada com a instalação de DPS.

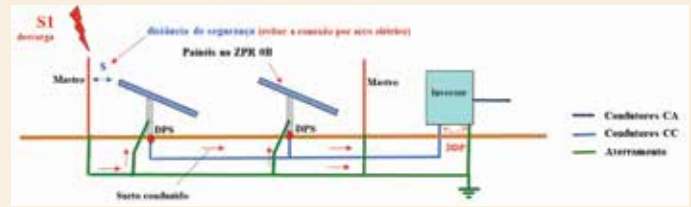


Figura 6 – Colocação dos painéis e equipamentos ativos de usinas fotovoltaicas no solo na ZPR OB através de captosres verticais.

O fator de blindagem provido pela infraestrutura por onde transitam os cabos CC, CA, de controle e de monitoração da usina é muito importante para o bom desempenho dos sistemas fotovoltaicos frente aos transitórios acoplados por descargas atmosféricas, principalmente em usinas no solo que possuem grandes lances de cabos metálicos, ficando sujeita à formação de grandes laços de indução.

Este assunto será desenvolvido nos próximos capítulos deste artigo.

Estimativa da quantidade de descargas diretas (fonte S1) que atingem os painéis e equipamentos expostos de uma usina fotovoltaica

A quantidade de descargas diretas que podem atingir o sistema fotovoltaico por ano pode ser estimada a partir do cálculo da área de coleção (ABNT NBR 5419-2) e da densidade de descarga do município onde se localiza a usina.

Esta estimativa inicial é útil para uma primeira avaliação do desempenho da instalação e orientação do projeto de SPDA. Nos próximos capítulos esta avaliação preliminar será complementada por outras variáveis, como as "medidas de proteção contra surtos" – MPS (ABNT NBR 5419-4) adotadas visando o melhoramento do desempenho das instalações.

• Usinas fotovoltaicas na cobertura de edificações

Neste caso, para se estimar a quantidade de descargas diretas, utiliza-se o procedimento da ABNT NBR 5419-2.

A área de coleção de descargas é obtida planejando-se a estrutura, considerando sua altura multiplicada por três e complementando as faces planejadas, conforme mostra a Figura 7.

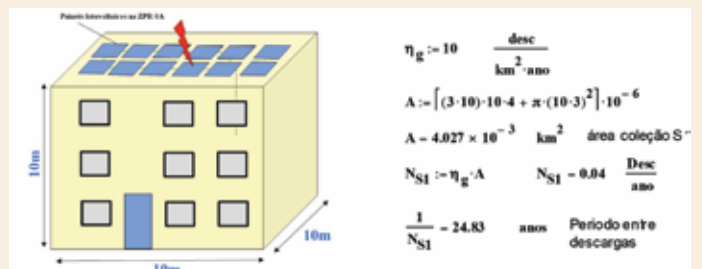


Figura 7 – Estimativa da quantidade de descargas que atingiu o sistema fotovoltaico instalado no topo de uma estrutura em 1 ano e do período estimado entre descargas.

Em uma estrutura com as dimensões da Figura 7 em um local com densidade de 10 descargas atmosféricas / km² / ano incidiriam 0,04 descargas / ano, que invertido, daria o período estimado de 24,83 anos entre ocorrências.

• Usinas fotovoltaicas no solo

Em instalações no solo, com painéis instalados a baixas alturas em relação ao solo, a área de coleção de raios diretos é basicamente a área destinada aos painéis.

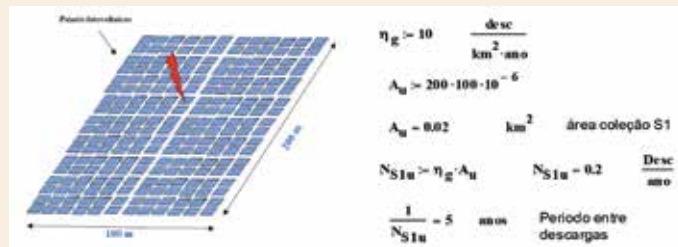


Figura 8 – Estimativa da quantidade de descargas que atingiriam os painéis de uma usina fotovoltaica instalada no solo em 1 ano e do período estimado entre descargas.

Conforme Figura 8, considerando uma usina no solo, cujos painéis se encontram à altura típica de 1,5 m, e ocupam uma área de 20.000 m² em local com densidade de 10 descargas atmosféricas / km² / ano, incidiriam 0,2 descargas / ano, que invertido, daria o período estimado de 5 anos entre ocorrências.

Conclusão

Os equipamentos de usinas fotovoltaicas não suportam descargas atmosféricas diretas. A probabilidade de uma descarga atmosférica

atingir painéis ou equipamentos de supervisão e controle de usinas depende da exposição da instalação a estes fenômenos que, por sua vez, é função da densidade de descargas na região da instalação e da área de coleção de raios. A descarga direta nos painéis de uma instalação típica de prédios pode provocar aumento do risco de perda de vida aos habitantes da estrutura (Risco R1 – ABNT NBR 5419) e aumento do risco de perda econômica (Risco R4 – ABNT NBR 5419). A descarga direta nos painéis de uma usina no solo provoca geralmente aumento de risco de perda econômica, sendo baixo o risco de perda de vidas devido à baixa probabilidade de presença de pessoas próximas à instalação e às oportunidades de equalização de potencial naturais providas pela perda de isolamento da instalação. Geralmente, as avaliações recomendam a colocação dos painéis em volumes protegidos de descargas diretas (ZPR OB – NBR 5419) devido à frequência de ocorrência de descargas diretas em usinas com potências acima de 1 MWp em locais com densidades de raios acima de 6 descargas /km²/ano. Esta ação deve ser complementada pela instalação de infraestrutura que forneça fatores de blindagens compatíveis e de DPS em pontos críticos.

**Ronaldo Kascher é engenheiro eletrônico e de telecomunicação, mestre e doutor em engenharia elétrica. É diretor e responsável técnico na Kascher Engenharia e Comércio Ltda. desde 1982. É professor dos Departamentos de Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica e Engenharia Aeronáutica da PUC-MG. Membro da comissão da ABNT CE-03:64.10, que revisa a ABNT NBR 5419. É consultor e responsável técnico por diversos projetos na área de Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), compatibilidade eletromagnética e proteção contra transitórios de instalações elétricas de controle e automação de telecomunicação e eletrônicas.*

Termostatos para Painéis KTO 111 & KTS 111



- Conexão rápida sem ferramenta
- Conexão segura com terminal Push In
- Entradas de ar ampliadas para melhor ventilação
- Ajuste fácil de temperatura de chaveamento
- Para uso em até 5.000 metros de altitude

MAIS INFORMAÇÕES





Carlos Evangelista é presidente executivo da Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD).



Guilherme Chrispim é presidente do Conselho da Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD).

Projeto de Lei 5829/2019 – Marco legal da GD

Recentemente, o Brasil alcançou a marca de 430 mil sistemas de geração distribuída de energia elétrica conectados à rede – painéis solares em telhados, em terrenos, usinas de biomassa, biogás, CGHs, entre outros projetos que se enquadram nessa modalidade.

O número de instalações em 2020, mesmo em meio a pandemia, foi 60% maior do que no ano anterior, segundo os dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Apenas neste início de 2021, já foram instalados mais de 70 mil sistemas.

O ritmo de expansão da GD acelerou definitivamente, impulsionado pela queda nos preços dos equipamentos, corrida para se adequar às regras atuais, valorização da energia limpa obtida de fontes renováveis e, principalmente, pelo significativo aumento nos preços da energia elétrica. As crises sanitárias e econômicas provocadas pela pandemia da Covid-19 contiveram um pouco a velocidade do crescimento, no entanto, o ritmo será retomado quando o país voltar à rotina. Esse otimismo se deve ao fato de que os sistemas de geração distribuída (GD) representam uma economia considerável para os consumidores, além de contribuir para a criação de um mundo

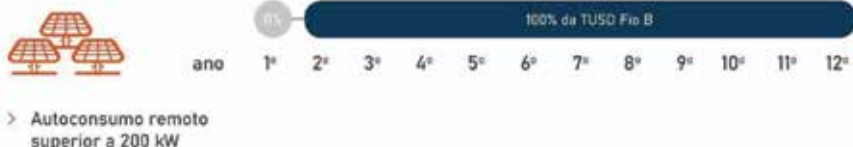
mais sustentável.

É consenso no setor que há necessidade de estabelecer definições normativas que tragam mais transparência, segurança e estabilidade para esse mercado. Para tal, existe o PL 5829/2019 do Deputado Lafayette Andrada, elaborado com a ajuda de uma equipe técnica multidisciplinar e especializada em GD, que estabelece normas compatíveis com o atual estado de desenvolvimento do mercado de geração distribuída no Brasil, além de incluir um aspecto fundamental, que é a garantia de remuneração às distribuidoras de energia elétrica. De acordo com o texto, os benefícios para os produtores que já têm sistemas próprios instalados seriam mantidos por 26 anos (1 ano de carência da promulgação da lei e mais 25 anos adicionais). A partir de 2022, para os sistemas novos, haveria a diminuição gradual dos incentivos válidos atualmente.

Tal proposta foi protocolada como texto substitutivo de projeto já em tramitação na casa, conforme acordado com o último presidente da Câmara dos Deputados. A regulamentação por meio de projeto de lei foi a alternativa encontrada por especialistas e entidades do setor, em



Parcela da TUSD - fio B a ser paga pelo consumidor



contraponto à proposta de revisão da REN 482/2012 conduzida no ano passado pela Aneel, que ainda se encontra em aberto.

A principal modificação está no mecanismo de compensação pela energia injetada na rede. A Aneel propunha retirar os incentivos de forma drástica para remunerar as distribuidoras de energia elétrica pelo uso da rede de distribuição. Além de um prazo muito curto de transição, a fórmula usada reduziria em até 63% o valor da energia injetada, impactando no retorno de investimento feito por pessoas e empresas que alocaram capital próprio ou de financiamento privado.

Adicione-se a isso o fato de que a geração distribuída ainda está em amadurecimento no Brasil, representando cerca de apenas 1% da energia elétrica do país, mas somente 0,65% das unidades consumidoras de energia (estimadas em 83 milhões). A experiência internacional mostra que a criação e o desenvolvimento da GD se dão por meio de normas regulatórias de incentivo. As políticas são formuladas num primeiro momento para incentivar a GD. Em todos os países bem-sucedidos nesse segmento, os aprimoramentos foram feitos somente

quando a GD se tornou representativa na matriz, adequando-se a remuneração ao estágio de desenvolvimento dos sistemas e também considerando a redução nos custos de aquisição e instalação de equipamentos.

É importante ressaltar que o setor de geração de energia distribuída não está contra a "cobrança do fio" ou remunerar as concessionárias pelos serviços e infraestrutura de distribuição. O ponto central é definir uma metodologia de cálculo e remuneração justa para ambos os lados, tanto para os produtores e consumidores ("prosumidor") de energia quanto para as concessionárias de energia.

Na figura a seguir, autoexplicativa, é possível ver como se dará a transição no setor, de acordo com o proposto pelo PL 5829/2019 em discussão.

Nossa meta é que o marco legal da GD seja votado até o final deste mês – a expectativa é que ele aponte diretrizes que promovam o crescimento, o desenvolvimento sustentável do Brasil e a geração de emprego e renda por meio de uma economia de baixo carbono e em direção a uma matriz elétrica ainda mais limpa.

Blanco+



+ Novidade

Vem aí um produto com o DNA da FAME trazendo entre outras qualidades, a proposta de compatibilidade de módulos de linhas modulares FAME já consagradas em qualidade e referência pelo mercado.

+ Mobilidade



+ Tecnologia



+ QUE EVOLUÇÃO EM MATERIAL ELÉTRICO



Rodrigo Sauaia
é presidente executivo da Absolar



Ronaldo Koloszuk
é presidente do Conselho de Administração da Absolar



Guilherme Susteras,
coordenador do Grupo de Trabalho de Geração Distribuída da Absolar

O arcabouço legal da geração distribuída

O mercado de geração distribuída (GD) se desenvolveu de forma acelerada nos últimos anos, na esteira da regulamentação vigente, a Resolução Normativa da Aneel nº 482/2012, em especial, a partir da sua revisão, em 2015, por meio da Resolução Normativa Aneel nº 682/2015.

Desde o final de 2018, quando se iniciaram os debates sobre a programada revisão da REN 482 pela Aneel, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) desenvolveu uma série de análises técnicas e econômicas aprofundadas para embasar o posicionamento da associação, defendendo uma evolução justa e sustentável para o mercado. No entanto, em outubro de 2019, para grande surpresa do setor, a Aneel apresentou uma proposta altamente desequilibrada e prejudicial para a GD, que resultou em uma reação acalorada da sociedade como um todo.

Como diz o ditado, há males que vem para bem e, como resultado da reação da sociedade à proposta da Aneel para a revisão da REN 482, o Congresso Nacional chamou para si a responsabilidade de endereçar o tema, com a devida chancela dos então presidentes de ambas as casas, Deputado Federal Rodrigo Maia e Senador Davi Alcolumbre. Os agentes do mercado sempre

reconheceram e valorizaram, pelo bem da segurança jurídica e da previsibilidade regulatória, que seria extremamente salutar a aprovação de um marco legal estável, previsível e transparente para a geração distribuída, por meio de um projeto de lei, devidamente discutido e aprovado no Congresso Nacional.

Em 2020, com a crise sanitária decorrente da pandemia de Covid-19 que assolou o mundo e o Brasil, o tema perdeu, temporariamente e de forma totalmente compreensível, protagonismo junto ao Poder Legislativo. Ao final de 2020, entretanto, o assunto voltou para a agenda de forma gradual, culminando na proposição, já em 2021, de um novo texto ao Projeto de Lei nº 5829/2019, um substitutivo de autoria do relator da matéria, o Deputado Federal Lafayette de Andrada. O substitutivo propõe a introdução gradual de um mecanismo de cobrança pelo uso da infraestrutura elétrica de distribuição pelos consumidores com GD, respeitando os contratos e condições dos consumidores pioneiros que acreditaram no País e investiram na tecnologia nos seus primeiros anos de regulamentação.

A Absolar recebeu de forma positiva a retomada

do tema na agenda do Poder Legislativo, reconhecendo o ótimo trabalho de consenso construído pelo Deputado Lafayette ao longo de todo o ano de 2020. Adicionalmente, reconhecendo espaços para melhoria da proposta, a Absolar propôs aprimoramentos ao texto do substitutivo, construídos a partir de um processo de diálogo ativo junto aos associados. As propostas defendidas pela Absolar proporcionam um mecanismo de gatilho para entrada em vigor das novas regras, a partir do atingimento de 10% de participação da GD no suprimento da demanda elétrica, bem como um valor mais justo e proporcional para a cobrança pelo uso da infraestrutura elétrica de distribuição, equivalente a 50% da componente tarifária TUSD Fio B.

A Absolar vem recebendo a confirmação de apoio às suas propostas e ao PL 5829/2019 de inúmeras entidades brasileiras, de dentro e fora do setor elétrico. Também conta com a confirmação de apoio de um número representativo de Deputados Federais, tendo inclusive recebido apoio formal do Deputado Federal Evandro Roman, autor da emenda recomendada pela Absolar.

Tal emenda prevê um gatilho para a mudança da regra a partir do atingimento de

uma participação da geração distribuída de 10% no suprimento elétrico de cada distribuidora. Também sugere uma redução pela metade da remuneração pelo uso da infraestrutura elétrica em comparação ao texto original do substitutivo, já que tais consumidores usam, em média, metade da rede em comparação a um consumidor sem geração distribuída.

O trabalho de aprovação do PL 5829/2019 e da emenda do Deputado Federal Evandro Roman será uma maratona com obstáculos, não uma corrida de 100 metros. Teremos muitos capítulos importantes nesta história e contamos com o apoio e envolvimento de todos que defendem o avanço da geração distribuída no Brasil. Dialoguem com seus parlamentares, especialmente Deputados Federais e Senadores, para que apoiem a construção do marco legal para GD no Brasil. Com isso, contribuirão para que nosso setor ajude a recuperação econômica sustentável do Brasil no pós-pandemia de Covid-19, com a atração de novos investimentos, geração de empregos qualificados e renda em todo o País e o aquecimento das economias locais, sem abrir mão da sustentabilidade ambiental e do meio ambiente.



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

Os bons ventos da diversidade

Considerando que estamos em março, gostaria de aproveitar este espaço para uma comemoração ao Dia Internacional da Mulher, comemorado em 8 de março. E começo este artigo com uma afirmação categórica: estamos vivendo uma época muito especial no que se refere às discussões sobre a inserção das mulheres no setor elétrico. Quando comecei nessa indústria, há cerca de vinte anos, não havia movimentação neste sentido e a data era lembrada apenas com as tradicionais flores, alguns chocolates e nada mais. Hoje o cenário é outro porque o assunto é tema constante, não apenas em uma data específica. E isso, em si, já é uma grande vitória. O caminho a percorrer, no entanto, ainda é longo.

Se há vinte anos, as mulheres eram poucas no setor, o que vejo hoje é uma geração de mulheres fortes, determinadas e apaixonadas pela profissão. São diretoras, conselheiras, gerentes, executivas, assistentes e operárias de todos os pontos da cadeia produtiva que vão, aos poucos, ocupando seu espaço. As notícias de iniciativas das empresas para ampliar o acesso das mulheres ao mercado de energia chegam de variadas fontes e mostram que há um esforço real para o que o cenário mude. Sabemos que ainda estamos distantes de um cenário verdadeiramente diverso e equilibrado em termos de gênero, mas há que se comemorar o momento tão interessante que estamos vivendo,

com os profissionais efetivamente engajados em discutir o tema de forma profunda, avaliar as barreiras e colocar a mão na massa para aumentar a diversidade no setor de energia.

Entre tantos rumos que a discussão sobre inclusão de gênero pode tomar, há um ponto que gostaria de destacar e que muitas das empresas já se preocupam com ele: o fato de que resolver este problema passa por se preocupar não apenas com as mulheres já adultas, mas também com o fato de que isso começa lá na infância, na formação mais inicial das crianças e essa não é apenas uma discussão do setor elétrico.

Já na escolha de carreira, muitas mulheres deixam o setor elétrico de fora das possibilidades. E acredito que esse é o resultado de muitos problemas que não são específicos do setor de energia. Então, precisamos começar essa discussão olhando para o quadro geral. Vou dar um exemplo: em geral, nossa sociedade tende a encorajar os meninos a carreiras mais ligadas a engenharia, matemática, lógica e isso acontece desde cedo. E você pode ver isso acontecendo facilmente apenas indo a uma loja de brinquedos: do lado das meninas, bonecas e brinquedos mais ligados ao universo emocional e, do lado dos meninos, uma grande variedade de brinquedos mais desafiadores e criativos, mais conectados ao universo da lógica. Então, uma menina cresce e

vai pensar “bem, energia não é minha coisa, engenharia é muito difícil” e ela acredita nisso porque parece um mundo distante do dela. É claro que isso não é uma regra, mas precisamos admitir que esses primeiros anos de infância são muito importantes para construir o entendimento que os meninos e meninas têm sobre suas potencialidades. Eu também acredito que esta questão também tem a ver com a expectativa que a sociedade coloca sobre as mulheres, os estereótipos associados ao feminino e as dificuldades que as mulheres geralmente enfrentam em todas as indústrias. Por isso, acho crucial que as empresas também pensem em iniciativas para estimular as meninas a seguirem as chamadas carreiras STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics - Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

O que anima diariamente é que vejo uma onda muito positiva de muitas mulheres em todo o mundo lutando pela igualdade de gênero e isso me deixa muito esperançosa em relação ao futuro, porque podemos ver as coisas mudando diante de nossos olhos. Usando o exemplo que eu dei sobre meninos e meninas em idade precoce, por exemplo, é possível ver iniciativas de algumas empresas de brinquedos criando brinquedos para meninas que estimulam um pensamento mais matemático, espacial e estratégico. E também vejo famílias e escolas mais conscientes

disso, especialmente porque o avanço tecnológico nos pede para preparar as crianças para esse futuro. Eu vejo um intenso movimento feminino questionando os estereótipos femininos em todo o mundo e este é um caminho muito interessante para promover a mudança porque, ao mudar os estereótipos, você libera muito mais possibilidades de existência para as mulheres, e isso pode resultar em diferentes escolhas de carreira. ver mais e mais mulheres no setor de energia.

Espero com ansiedade o momento em que esta questão dos desafios femininos no mercado de trabalho não venha mais fazer sentido, mas sei que ainda há grandes desafios para as mulheres no mundo corporativo e que o caminho é longo. O que posso dizer, pela minha experiência, é que, sim, é possível abrir caminhos novos, mudar paradigmas e construir um futuro mais equilibrado neste sentido. E o fato é que as mulheres que vão abrindo caminho na frente inspiram as que se seguem. Há uma energia muito forte que circula entre seres humanos dispostos e determinados a melhorar o mundo, a fazer as coisas diferentes e lutar por uma vida de mais diversidade e igualdade de oportunidades para todos. E é dessa energia que precisamos nos alimentar neste momento tão especial das discussões sobre diversidade no setor elétrico.

TIM e Enel anunciam construção das duas maiores plantas solares comerciais na América Latina

A Tim e a Enel X Brasil anunciaram o início das obras para construção de duas novas usinas solares. O projeto está em desenvolvimento desde abril de 2020 e contará com mais de 24 mil painéis solares localizados em Ibititá e América Dourada, na Bahia. Este é o maior projeto de geração de energia para um cliente Enel X na América Latina, e terá capacidade de 9,919 MWp, evitando a emissão de

aproximadamente 13.360 toneladas de CO2 na atmosfera anualmente.

As usinas estarão disponíveis para a Tim por um período de 15 anos, conforme o modelo de negócio fechado, e vão atender a 716 sites (antenas) da empresa na área de concessão da Coelba. A expectativa é de que as plantas estejam em operação já no segundo semestre deste ano.

Para a TIM, investir em



energia limpa e geração distribuída faz parte de um projeto iniciado em 2017. A operadora conta hoje com 34 usinas de energia solar, hídrica e

de biogás em operação e pretende chegar a 60 unidades em 2022, com geração mensal de 38 GWh, o suficiente para abastecer uma cidade com 150 mil habitantes.

46

Energia solar ultrapassa 8GW no Brasil

Levantamento da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) aponta que o Brasil acaba de ultrapassar a marca histórica de 8 GW de potência operacional da fonte solar fotovoltaica, em usinas de grande porte e pequenos e médios sistemas instalados em telhados, fachadas e terrenos. Desde 2012, a fonte já trouxe mais de R\$ 40 bilhões em novos investimentos ao País e gerou mais de 240 mil empregos acumulados.

No segmento de geração centralizada, o Brasil possui 3,1 GW de potência instalada em usinas solares fotovoltaicas, o equivalente a 1,7% da matriz elétrica do País. Em 2019, a fonte foi a mais competitiva entre as fontes renováveis nos dois Leilões de Energia Nova, A-4 e A-6, com preços-médios abaixo dos US\$ 21,00/MWh.

Atualmente, as usinas solares de grande porte são a sétima maior fonte de geração



do Brasil, com empreendimentos em operação em nove estados brasileiros, nas regiões Nordeste (Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte), Sudeste (Minas Gerais e São Paulo) e Centro-Oeste (Tocantins). Os investimentos acumulados deste segmento ultrapassam os R\$ 16 bilhões.

Ao somar as capacidades instaladas dos segmentos de geração distribuída e

geração centralizada, a fonte solar fotovoltaica ocupa o sexto lugar na matriz elétrica brasileira, atrás das fontes hidrelétrica, eólica, biomassa, termelétricas a gás natural e termelétricas a diesel e outros combustíveis fósseis. A fonte solar já representa mais do que a somatória de toda a capacidade instalada de termelétricas a carvão e usinas nucleares, que totaliza 5,6 GW.

No segmento de geração distribuída, são 4,9 gigawatts de potência instalada da fonte solar fotovoltaica, que representam mais de R\$ 24 bilhões em investimentos acumulados desde 2012, espalhados pelas cinco regiões do Brasil. A tecnologia solar é utilizada atualmente em 99,9% de todas as conexões distribuídas no País, liderando com folga o segmento.

CTG Brasil investe R\$ 8 milhões em inovação de geração solar

A CTG Brasil iniciou, recentemente, um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para aumentar a confiabilidade e a eficiência de usinas de geração solar no Brasil. Com aporte de R\$ 8 milhões e duração prevista de dois anos, a iniciativa representa o maior investimento individual de P&D da empresa aprovado em 2020.

O objetivo da pesquisa é melhorar a previsibilidade de desempenho de usinas fotovoltaicas, aumentar a produtividade e estender a vida útil dos equipamentos, com

potencial de reduzir 5% a 10% o custo de geração da fonte. Um dos principais desafios da fonte fotovoltaica é o estabelecimento de referências de desempenho nas condições de clima e uso do Brasil, pois há troca constante de tecnologia e os padrões são definidos em laboratórios, sem consideradas condições reais de uso. "A melhora da previsibilidade de desempenho reduz o risco dos investimentos, e, portanto, possibilitará a redução do custo da energia e maior confiabilidade da geração fotovoltaica no Brasil", avalia o

diretor de desenvolvimento de negócios da CTG Brasil, Sérgio Fonseca.

O projeto consiste na pesquisa dos fatores que afetam o desempenho, disponibilidade e a confiabilidade das mais modernas tecnologias fotovoltaicas de módulos bifaciais e de inversores e, em paralelo, na caracterização das condições de operação em cinco locais, principalmente no Nordeste brasileiro. O estudo será feito em condições controladas de uma "usina laboratório" ("Test Bed"), com a possibilidade

de caracterização das condições de operação, o que permitirá a extrapolação dos achados da pesquisa para aplicação em projetos de grande escala.

A condução da pesquisa será realizada por três instituições, que se complementam em capacitações: a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Universidade Estadual Paulista (UNESP), por meio do Laboratório de Eletrônica de Potência, localizado em Ilha Solteira (SP), e o Instituto de Inovação em Energias Renováveis do Senai, no Rio Grande do Norte.

47

Sou Energy amplia projeto de capacitação profissional

A Sou Energy, distribuidora de equipamentos fotovoltaicos do Norte e Nordeste, relança o projeto "Sou Academy", criado com o objetivo de contribuir para a qualificação de profissionais da área de Energia Solar e fomentar o mercado fotovoltaico, que tem crescido exponencialmente. O programa tem agora formato ampliado e conta com uma plataforma educacional sobre energia solar, com cursos de qualificação para quem atua na área com as primeiras turmas iniciando em abril.

Realizados em parceria com o Instituto Solar, os primeiros módulos estão disponíveis no site da Sou Energy. Para saber mais, acesse <https://souacademy.teachable.com/>

Brasil será carro-chefe do setor eólico na América Latina até 2025, aponta GWEC

2020 foi um ano recorde para a indústria global de energia eólica, mas um relatório lançado pelo Conselho Global de Energia Eólica (GWEC) no dia 25/03 adverte que o mundo precisa, no mínimo, triplicar a capacidade de energia eólica nesta década para atingir as metas de emissão zero. O relatório também projeta o Brasil como o carro-chefe do setor na América Latina, puxando ao menos 37% da expansão até 2025.

O GWEC já havia antecipado

dados de seu relatório anual, incluindo a informação de que o Brasil mantém com folga a liderança latino-americana. O relatório completo afirma também que o país é o sétimo no mercado global e que em 2020 perdeu apenas para China e EUA em termos de capacidade instalada - em 2019, o país não chegou a estar na lista dos 10 primeiros.

Em meio aos impactos econômicos da pandemia, a indústria eólica instalou um

recorde de 93 GW de nova capacidade em 2020, incremento de 53% em relação ao ano anterior, segundo o relatório. A capacidade global total de energia eólica é agora de até 743 GW, ajudando o mundo a evitar a emissão de mais de 1,1 bilhões de toneladas de CO2 por ano, o equivalente às emissões anuais de carbono de toda a América do Sul.

As projeções do GWEC indicam que uma capacidade de 469 GW de energia eólica

será adicionada nos próximos cinco anos, mas organismos internacionais como a Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA) e a Agência Internacional de Energia (IEA) calculam que seria necessário um mínimo de 180 GW de nova energia dos ventos instalada todos os anos desta década para limitar o aquecimento global a 2°C. Já para cumprir as metas de emissões líquidas zero até 2050, seria preciso instalar até 280 GW anualmente.

Por Julio Shigeaki Omori*

IoT e o setor elétrico

Oportunidades de monitoramento, controle e melhoria da qualidade do fornecimento em sistemas de geração, transmissão e distribuição

Internet das Coisas (IoT) é a definição para o uso de sensores, atuadores, controladores e tecnologia de comunicação de dados montados em objetos físicos que permitem serem monitorados, coordenados ou controlados por meio da interligação de uma rede de dados ou da própria internet. Desde que os sistemas automáticos começaram a ser desenvolvidos, ainda no século XIX, já existe essa filosofia de funcionamento - ou seja, há mais de 100 anos esse conceito é praticado; a grande diferença do que se discute agora é o volume de pontos envolvidos, a velocidade de comunicação entre os dispositivos e a capacidade de processamento desses dados.

Para o conceito ser implantado, existem pré-requisitos. Entre eles, a comunicação de dados que, basicamente, pode ser classificada com relação ao volume de dados em banda larga e banda estreita. A maior parte dos dispositivos que farão parte da rede de IoT do futuro farão comunicação com requisitos de banda estreita, poucos Kbps. No entanto, o volume de dados de milhões ou bilhões de dispositivos se comunicando é apontado como um dos maiores potenciais de negócio no âmbito

das telecomunicações.

Hoje, existem mais de 20 bilhões de dispositivos conectados desempenhando papel de sensores dentro do conceito de IoT. O crescimento tem sido exponencial, além de computadores, smartphones e smartwatches, smart TV, as utilities de energia, água e gás - e os veículos com conectividade já têm ocupado um número significativo de demanda por conectividade e suas aplicações. Existem previsões de mais de 27 bilhões de conexões até o final de 2021, no qual a massificação, principalmente das cidades inteligentes, e de sensores na área da saúde, incrementarão muito essa base de cálculo.

Diante de todo esse potencial mercado, no Brasil, novamente temos dificuldade acima da média. O trabalho mais consistente sendo realizado é o da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), que está fazendo o mapeamento de toda a cadeia de tecnologia, fornecedores e possíveis gargalos. Os principais já são possíveis de serem identificados. O primeiro é a padronização: quais protocolos, padrões de rede e de sistemas computacionais serão utilizados para atender a todos

os segmentos? Quando se fala em normatização e suas respectivas normas técnicas, ainda temos um grande caminho para percorrer, tendo em vista que muitas tecnologias ainda são proprietárias e não permitem nenhum grau de interoperabilidade entre os dispositivos e segmentos de tecnologia distintos. O ideal seria que todos os dispositivos possam ter um código IP (Internet Protocol), pois a gerência por meio da tecnologia IPv6 já está disponível com uma quantidade de códigos IP que atendem nosso desenvolvimento por meio desta classificação ainda por décadas. No entanto, não é um consenso.

A segunda questão importante é a segurança das informações, pois ainda temos um grau de desenvolvimento considerado incipiente. Como existirá um número elevado de dispositivos que podem realimentar a tomada de decisão errada, essa poderá ser decisiva se for manipulada - principalmente se não for utilizada para o bem comum dos usuários. A questão da interoperabilidade, a utilização da rede IP de fim a fim e a segurança são pontos que necessitam de mobilização da comunidade técnica, planejamento e políticas públicas. Deve

Sistemas de Iluminação de Alta Eficiência Savan Iluminação



LINHA HIGH BAY

Eficiência de 130/150 lm/W IP65



LINHA HERMÉTICA

Eficiência de 110/120 lm/W IP65



ENTRE EM CONTATO

vendas@savanimports.com.br | www.savanimports.com.br



+55 (47) 3011 1064



+55 (48) 98801 1842



@savan.imports



ser considerado que a questão de custos atrelados a estas características pode ser o maior dos desafios. Não se pode conceber a massificação dos dispositivos de IoT sem que o custo unitário seja minimizado.

E no setor elétrico como está o andamento das aplicações que envolvem IOT?

O segmento de geração é o que mais se aproxima de uma planta industrial. A utilização de novos sensores em equipamentos de campo de plantas fotovoltaicas, eólicas, barragens, instalações eletromecânicas e a integração com sistemas de supervisão e controle permitem cada vez mais eficiência nos processos. A grande vantagem deste setor é que os equipamentos estão normalmente concentrados em uma área que permite que sistemas de comunicação integrem os dispositivos até os centros de controle locais e remotos.

Na transmissão, as subestações que já têm um alto nível de automatização, ainda apresentam possibilidades de crescimento tendo em vista o acréscimo de sensores que podem ajudar cada vez mais no diagnóstico da vida útil dos equipamentos. Apenas para exemplificar, os transformadores do futuro terão dispositivos de análise magnética, térmica, elétrica e dos gases em tempo real proporcionando uma capacidade de acompanhamento do principal ativo de uma subestação de forma detalhada e com possibilidade de prevenção de falhas e expansão da sua vida útil. A nova fronteira do sensoriamento são as linhas de alta potência, fora das subestações que estão no início e no final de um sistema de transmissão praticamente nenhum sensor é aplicado diretamente nas linhas para acompanhamento do desempenho destas. Já existem tecnologias que

podem proporcionar a medição de corrente, temperatura, velocidade de vento, vibração, efeito corona, distância de cabo a terra entre outros elementos que podem proporcionar também uma vantagem competitiva para o acompanhamento destes importantes sistemas que transportam blocos de energia que podem chegar a Gigawatts de potência.

Mas é no segmento de distribuição que estão as maiores oportunidades, principalmente devido à sinergia com os projetos de redes inteligentes. Mas, por que existe um potencial elevado para aplicação neste setor?

1 – Entrada dos recursos energéticos distribuídos: a grande revolução prevista pela entrada em escala da geração distribuída próxima da carga, com sistemas de armazenamento integrados, incluindo os próprios veículos elétricos, exigirão um nível de excelência de monitoramento e controle da rede para garantir a operação segura do sistema.

2 – Melhoria da qualidade da energia: com sensores, incluindo os próprios medidores inteligentes nos consumidores, que identificam, localizam e podem acionar sistemas automáticos de reconfiguração de rede com reporte destes dados aos centros de controle, podemos almejar níveis de qualidade de energia muito promissores.

3 – Acompanhamento dos ativos e redução dos custos operacionais. As distribuidoras possuem o maior volume de ativos físicos e da força de trabalho de toda a cadeia da energia elétrica. Melhoria da eficiência neste segmento pode proporcionar ganhos exponenciais.

4 – Promoção de novas modalidades tarifárias e novos serviços. A democratização da comercialização

de energia e da separação da energia da demanda, bem como sinalizadores tarifários são plenamente possíveis de serem aplicados quando os medidores inteligentes forem realidade.

5 – Acelerar demais conceitos da Indústria 4.0. Com grande volume de informações gerados por novos sensores e medidores inteligentes, ferramentas computacionais envolvendo técnicas de Big Data, Deep Learning, Inteligência Artificial entre outros podem se tornar realidade.

6 – Sinergia com projetos de cidades inteligentes. A energia é fundamental para as cidades e pode integrar um sistema único de gestão energética incluindo a própria gestão da iluminação pública.

7 – Integração com a rede de IOT dos consumidores de energia elétrica. O potencial de novos sensores na área de energia é maior nos próprios consumidores do que na rede de distribuição. Quadros, tomadas, sistemas de iluminação e geração/armazenamento de energia próprios tem um potencial elevado de aplicação e todos ganharão com a integração com as distribuidoras. O consumidor será um prestador de serviços para o sistema elétrico.

Em 2021 muitos projetos de redes inteligentes das distribuidoras começam a sair do papel, vencendo a fase de pilotos e de experimentações e projetos de pesquisa e desenvolvimento. Em breve teremos um parque expressivo implantado e possibilidade de mensurar os benefícios do conceito de IOT para o setor elétrico.

**Julio Shigeaki Omori é engenheiro eletricista, professor de Engenharia Elétrica e de Energia na Universidade Positivo e superintendente na Copel Distribuição.*

CONECTORES PARA ATERRAMENTO



SACC

Conector à Compressão para Aterramento
(Conexão cabo-cabo)



SACG

Conector à Compressão para Aterramento
(Conexão cabo-haste)



CAT

Conector para Aterramento Transversal

- Instalação rápida e fácil
- Conexão permanente e de alto desempenho
- Dispensa o uso de caixa de inspeção

Atende às normas ABNT NBR 16.254 e NBR 15.751



Use também:

CS - COPPERSTEEL

Condutores de Aço Revestidos de Cobre

Veja o vídeo sobre hastes e acessórios para aterramento:



SIGA, CURTA E COMPARTILHE CONOSCO:



www.grupointelli.com.br

GRUPO
INTELLI

Mercado brasileiro de linhas elétricas é maduro, mas precisa melhorar, dizem especialistas

Por definição normativa, linhas elétricas significam "conjunto constituído por um ou mais condutores incluindo toda infraestrutura de suporte, emendas, derivações, proteção mecânica, etc, destinados a transmitir energia elétrica ou sinais". Sempre presentes nas instalações elétricas de baixa tensão, as linhas elétricas exercem papel fundamental para a perfeita condução de energia ou dados, contribuindo para a confiabilidade da instalação.

O engenheiro eletricista e especialista em instalações elétricas de baixa tensão, Paulo Barreto, compara as linhas elétricas de uma instalação às veias e artérias do corpo humano: "toda a energia elétrica consumida pelos equipamentos e toda comunicação existente em uma edificação transitam pelas linhas elétricas".

Existem diversos tipos de linhas elétricas que podem ser adotados e eles estão descritos na tabela 33 da norma técnica ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Ao todo são 49 métodos de instalação de condutores (tipos de linhas) tabelados, nos quais o projetista deve procurar enquadrar as diversas linhas elétricas constantes do seu projeto em um desses métodos.

Barreto explica, no entanto, que não existe uma ou mais normas para tratar especificamente das linhas elétricas, já que o assunto é distribuído por condutores



e condutos. Devem ser consideradas as diversas normas de condutores elétricos (fios e cabos com isolamento de PVC, HEPR, XLPE, PE, etc.), as de condutos elétricos (eletrodutos de PVC, PEAD, aço, ou ainda de bandejas, eletrocalhas, leitos e perfilados) e as de barramento blindado. "A título de exemplo, e não se esgotando em si, as normas mais utilizadas são: NBR NM 247-3, NBR 7286, NBR 7285, NBR 13248, NBR 13418, NBR 13057, NBR 5624, NBR 15465, NBR IEC 61537, NBR IEC 61439-6, NBR 5431, NBR IEC 60670-1", aponta.

O engenheiro da Temon Serviços,

José Jorge Porto, chama a atenção para o fato de que a fabricação do elemento barramento blindado deve atender aos requisitos da IEC 61439-6: Conjuntos de Manobra e Comando de Baixa Tensão – Parte 6: Linhas Elétricas Pré-fabricadas (Barramento Blindado).

A ABNT NBR 5410, por ser a norma mais conhecida e utilizada nas instalações de baixa tensão, segue como uma referência para esses sistemas. Vale lembrar que a norma está em processo de revisão e é possível que surjam alterações, melhoramentos nas determinações relativas

às linhas elétricas. Paulo Barreto, membro do comitê responsável pela revisão da norma, adianta que teremos novidades, mas sem grandes impactos. Segundo ele, podemos esperar algumas atualizações e melhorias de texto para facilitar o trabalho dos projetistas.

Pontos de atenção

Como qualquer parte de uma instalação elétrica, as linhas elétricas também demandam cuidados e atenção na hora de projetar, especificar e instalar. Na opinião de Paulo Barreto, levando-se em conta que um dos componentes de uma linha elétrica são os condutores dos diversos circuitos de uma instalação, os principais aspectos que norteiam a sua especificação são a proteção contra sobrecarga e contra curto-circuito, limites de queda de tensão e condições de influência externas (por exemplo, temperatura, presença de água, radiação solar, esforços mecânicos). "Já com relação à execução, devem ser observados os limites de taxa de ocupação para eletrodutos, o correto arranjo dos cabos para efeitos de equilíbrio de campos magnéticos, a adequada fixação para esforços eletrodinâmicos e redução de flecha (cabos aéreos), a integridade da isolação, a utilização ou não de cabos com cobertura, flexíveis ou não, entre outros", orienta.

José Porto oferece alguns pontos que merecem atenção do profissional para que se cumpra a boa prática da engenharia, além do dimensionamento adequado:

- Coeficiente de dilatação térmica;

- Juntas de dilatação;
- Pontos de fixação e suportação não permitindo esforços mecânicos sobre as conexões elétricas, inclusive em plug-in;
- Elementos com proteção passiva nas mudanças de ambientes, paredes e lajes, inclusive nos finais das linhas sobre transformadores e quadros;
- Quando de fabricação em alumínio com conexões e emendas em cobre, as partes de cobre devem ter boa cobertura com material condutor compatível com a eletronegatividade do alumínio.

O engenheiro Porto aconselha ainda que, antes da entrega ao cliente, a instalação deve ter os seguintes itens vistoriados:

- Torqueamento de todas conexões;
- Ensaio de rigidez dielétrica (tensão aplicada e resistência de isolamento);
- Ensaio termográficos;
- Limpeza, alinhamento e nivelamento;
- Medição de resistência de contato nos plug-ins.

Mercado brasileiro em crescimento

O mercado brasileiro de linhas elétricas está em pleno crescimento. Para o engenheiro Porto, o que falta é um olhar para o armazenamento em campo e para aplicações específicas. "É necessário sempre verificar o ambiente no tocante à umidade, à possibilidade de ser molhado, temperatura, vibração e agentes químicos, assim como atenção especial aos testes finais de aceitação", avalia.

Paulo Barreto concorda que se trata de

um mercado maduro e em crescimento. "Temos normas técnicas suficientes, certificações compulsórias (Inmetro) para fios e cabos de baixa tensão, boa oferta de fornecedores e conhecimento razoável dos profissionais sobre a utilização dos materiais envolvidos", analisa.

No entanto, o especialista ressalta um aspecto importante, que pode levar especificadores e compradores de eletrodutos de aço a levar "gato por lebre". "A história dos eletrodutos de aço leve, médio, semi leve, leve 1, entre outros adjetivos, nada mais indica do que eletrodutos fora de norma. São ações deliberadas de má fé para induzir o interessado ao erro. Tais eletrodutos possuem espessura muito menor do que a estabelecida por norma, tornando o produto mais barato, muito menos resistente e que pode afetar a integridade da isolação dos condutores no seu interior", alerta.

Barreto avalia que "em função deste mercado em particular de eletrodutos de aço estar totalmente comprometido e em flagrante enquadramento nas práticas enganosas de comércio, já se faz tardia a certificação compulsória de eletrodutos de aço. Junto a qual já se poderia estender também a de eletrodutos plásticos, conforme a ABNT NBR 15465", sugere.

A seguir, você pode conferir um guia de empresas fabricantes e distribuidores de linhas elétricas - e também de tomadas e interruptores. Observe que as tabelas trazem informações sobre produtos comercializados pelas companhias, mas também dados sobre certificações obtidas e serviços técnicos disponibilizados aos clientes. Confira.

ERRATA

Informamos que o guia setorial de fios e cabos elétricos, publicado na edição anterior, não considerou os dados da empresa Ônix Distribuidora de Produtos Elétricos. Esclarecemos que a empresa comercializa os seguintes produtos:

- Fios e cabos para baixa tensão: cabos com isolação termoplástica e termofixa, cabos flexíveis, cabos multiplexados, cabos concêntricos, cabos com baixa emissão de fumaça, cabos para ligação de equipamentos, cabos para instalações fotovoltaicas, cabos para instrumentação, sinalização, comando e controle, cabos cobertos e isolados para média tensão, cabos para instalações subterrâneas, e cabos isolados para alta tensão;
- acessórios para baixa tensão: conectores, fitas isolantes, materiais para amarração de cabos e materiais para identificação de cabos;
- Acessórios para média tensão: conectores, ferramentas para aplicação de conectores, terminações e emendas.

Principais produtos para linhas elétricas oferecidos pela empresa																													
Eletroduto isolante	Eletroduto Metálico	Eletroduto Rígido	Eletroduto Flexível	Canaleta de sobrepor	Duto de piso	Perfilado	Eletrocalha (sem tampa)	Eletrocalha aramada	Bandeja (eletrocalha com tampa)	Leito (escada para cabos)	Barramentos Blindados	Prensa-cabos	Materiais para amarração e identificação de cabos	Caixas de passagem e de ligação	Conduletes	Caixa de embutir	Caixa de sobrepor	Conectores e terminais	Acessórios preformados	Espaçadores	Canaletas de alumínio	Isoladores	Material rede compacta	Dutos corrugados	Emenda de cabos	Conexões	Caixas de telefonia	Outros	
x	x	x	x									x		x	x			x	x			x			x			x	
																x	x												
x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x		
												x		x	x								x						
				x	x									x		x	x												
x	x	x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x						x	x	x			
	x						x		x																				
											x																		x
				x								x																	x
														x															
x		x	x				x	x	x	x																			
x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
											x																		x
		x										x																	
				x	x		x		x	x																			
					</																								

Interruptores e outros dispositivos de comando e controle																								Tomadas																														
Interruptores para uso residencial e análogo - uso interno	Interruptores para uso residencial e análogo - uso externo (IP 44 mínimo)	Interruptores para uso industrial	Interruptores para áreas classificadas	Interruptores por cartão (por exemplo, para uso em hotéis)	Pulsadores para uso geral	Pulsadores para uso hospitalar	Minuterias	Variadores de luminosidade (dimmer)	Controles para ventilador	Sensores de presença	Temporizadores	Dimmer	Relés de Nível	Foot Switches	Tampa para interruptores	Relés de temperatura	Interruptores com timer	Pulsadores de sobrepor	Interruptores alto relevo	Interruptores com sensor de presença	Relés foto eletrônicos	Gerenciador de iluminação	Outros	Para uso residencial e análogo (NBR 14136) - uso interno	Para uso residencial e análogo (NBR 14136) - uso externo (IP 44 mínimo)	Para uso residencial e análogo (NBR 14136) - com dispositivo antichoque (trava de segurança)	Multitomadas (réguas de tomadas, extensões - NBR 14136)	Para uso industrial (NBR/IEC 60309-1)	Para áreas classificadas	Para telefonia	Para sinal em geral (dados, internet, etc.)	Caixas para interruptores e tomadas	Placas para interruptores e tomadas	Tomada USB	Adaptadores	Filtro de linha	Carregadores USB	Tomadas de sobrepor	Tomadas de painel	Tomadas para condutele	Outros													
X	X			X	X	X	X	X	X	X		X			X		X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
X					X	X	X	X	X	X		X			X			X						X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
X	X				X	X				X	X		X			X	X	X		X				X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
X	X	X			X	X				X	X		X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

TRAEI
28
ANOS

Evolução contínua, transformando energia em desenvolvimento.



www.trael.com.br










ABNT NBR 7117 - Parâmetros do solo para projetos de aterramento

Parte 2 - Sondagens geoelétricas

As sondagens geoelétricas, conhecidas pelo nome inadequado de medições de resistividades do solo, e a posterior modelagem geoelétrica, constituem as primeiras atividades necessárias para a elaboração do projeto de um sistema de aterramento. Utilizando um software adequado, com base no modelo geoelétrico e na definição da geometria do sistema de aterramento, é possível o cálculo do valor de projeto da resistência de aterramento. Com base na corrente de falta para a terra calculam-se os gradientes de potenciais na superfície do solo, que resultam nas tensões de toque e passo.

A resistividade do solo é um parâmetro que varia em função de fatores estruturais (composição, compactação, salinidade e tipo de formação geológica) e sazonais/ambientais (umidade e temperatura). Fatores externos também podem alterar ou influenciar a resistividade do solo, como a cobertura vegetal, irrigação e a contaminação do solo por resíduos industriais.

O solo é constituído por uma mistura de minerais, usualmente proporções variadas de silte, argila e areia, além de sais minerais, matéria orgânica e água. O subsolo é constituído de rochas, que podem ser sedimentares (arenito e siltito, por exemplo) ou ígneas (basalto, granito e gnaiss). A Tabela 1 apresenta valores típicos de resistividade de alguns componentes do solo.

A estrutura básica de um solo típico tem três camadas, conforme ilustrado na Figura 1:

- Camada superficial – seca ou com baixo conteúdo de água, com matéria orgânica – média resistividade;

TABELA 1 – FAIXAS DE RESISTIVIDADE TÍPICAS DE MATERIAIS QUE COMPÕEM O SOLO [BASEADA NA TABELA 1 DA ABNT NBR 7117/2020]

Tipos de solo	Faixa de resistividade (Ωm)
Água do mar	> 10
Alagadiço, limo, húmus, lama	> 150
Água destilada	300
Argila	300 – 5.000
Calcário	500 – 5.000
Areia	1.000 – 8.000
Granito	1.500 – 10.000
Basalto	A partir de 10.000
Concreto molhado	20 – 100
Concreto úmido	300 – 1.000
Concreto seco	3 k Ωm – 2 M Ωm

- Solo saturado – abaixo do freático, constituído por solo, rochas fraturadas e/ou alteradas – baixa resistividade;
- Embasamento rochoso – camada de sedimentos muito compactados ou de rochas cristalinas, que podem ser fissuradas, mas não fragmentadas – média ou alta resistividade.

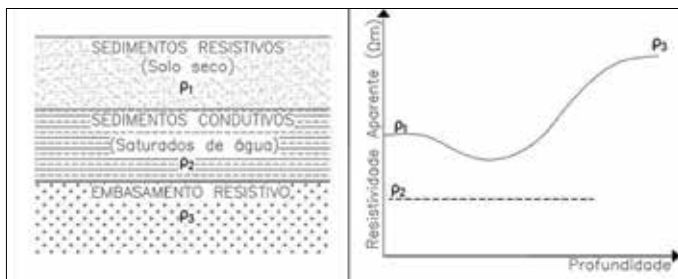


Figura 1 – Estrutura física e geoeétrica básica do solo típico
[Figura 1 da ABNT NBR 7117/2020].

Levantamentos geoeétricos por eleorresistividade

O parâmetro resistividade do solo não é diretamente medido, nem em laboratório e muito menos no campo. Na verdade, o que se mede são correntes e tensões na superfície do solo, cuja razão (V/I) é associada a uma resistência aparente, que é um parâmetro que não representa uma característica física do solo e que é associado a uma determinada geometria de eletrodos de medição. A resistência aparente é convertida para resistividade aparente, por meio de expressões associadas ao arranjo de medição e espaçamento de eletrodos. Por este motivo, o termo correto para uma “medição de resistividade do solo” é sondagem geoeétrica.

As sondagens geoeétricas são feitas na área onde a malha de aterramento será lançada e resultam em curvas de resistividades aparentes do solo. Para a obtenção do modelo geoeétrico, calcula-se uma curva média geométrica de resistividades aparentes, que em seguida precisa ser processada por um software que utiliza um método matemático chamado de inversão.

A eleorresistividade parte do conhecimento do aspecto geométrico formado por arranjos de eletrodos de corrente e de tensão, e de um conjunto de valores de correntes injetadas e de tensões medidas na superfície do solo (que é 2D), para inferir a estrutura do subsolo (que é 3D). A inversão da curva média de resistividades aparentes vai usualmente resultar em um modelo geoeétrico 1D, de camadas horizontais paralelas. A Figura 2 ilustra um solo real (a) e o modelo 1D correspondente (b).

A corrente é injetada no solo por meio de dois eletrodos (A e B, ou eletrodos de corrente) com o objetivo de medir a diferença

de potencial resultante (ΔV) em outros dois eletrodos (M e N, ou eletrodos de potencial), conforme ilustrado na Figura 3. A partir da relação entre a tensão medida e a corrente injetada, calcula-se a chamada resistividade aparente (ρ_a):

$$\rho_a = k * \frac{V}{I}$$

O fator k depende apenas da configuração de eletrodos de corrente e tensão utilizados. A resistividade aparente não é um parâmetro físico do meio, mas o valor da resistividade média do volume de subsuperfície visto pelo conjunto de eletrodos, desde a superfície até a uma profundidade que depende da estrutura geoeétrica prospectada e da disposição geométrica dos eletrodos. Um levantamento geoeétrico por eleorresistividade pode ser definido por três enfoques:

- Método - associado ao parâmetro físico medido (resistividade elétrica, potencial natural, permissividade elétrica);
- Técnica - relativo ao procedimento de medição dos parâmetros físicos (sondagem, caminhamento ou perfilagem);
- Arranjo - configuração adotada de eletrodos de corrente e tensão (Schlumberger, Wenner, dipolo-dipolo).

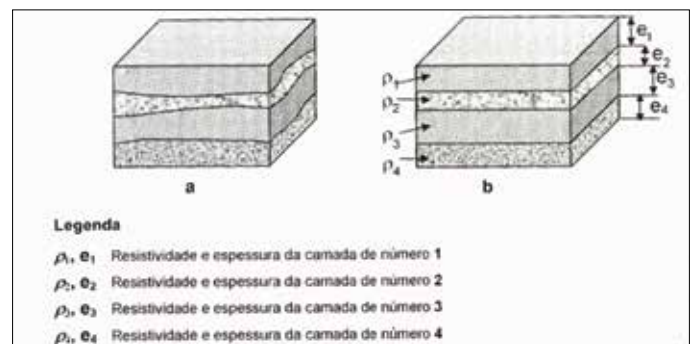


Figura 2 – solo real (a) e modelo 1D correspondente (b) [baseada na Figura 3 da ABNT NBR 7117/2020].

**Paulo Edmundo da F. Freire é engenheiro eletricista, mestre em Sistemas de Potência (PUC-RJ) e doutor em Geociências (Unicamp). Tem curso de especialização em aterramento pela SES (Montreal/Canadá) e tem dezenas de trabalhos apresentados sobre o tema aterramento em congressos no Brasil e no exterior. É sócio fundador da empresa PAIOL Engenharia e atua há mais de 40 anos em projetos de sistemas de aterramento e de proteção contra descargas atmosféricas. É membro da CE 03:102 – Comissão de estudos de “Segurança em Aterramento Elétrico de Subestações C.A”, que faz parte do Comitê Brasileiro de Eletricidade (CB-03), do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (Cobei).*

Dimensionamento de filtros harmônicos passivos para parques eólicos

Este artigo coloca em discussão os principais aspectos relativos à aplicação de filtros de harmônicos passivos em parques eólicos: estudos de engenharia e simulações computacionais, limites do procedimento da rede básica do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), definição dos equipamentos e seus componentes em termos de suportabilidade e condições operativas máximas.

Os estudos de acesso requeridos pelo ONS para liberação de operação dos parques levam à necessidade da contratação de empresas especializadas nestes estudos visando o atendimento dos indicadores de harmônicos previstos no procedimento de Rede Básica. Porém, estes estudos focam apenas nos resultados almejados na alta tensão e para que os equipamentos de compensação reativa e filtragem de harmônicas possam ser projetados e instalados de forma segura para obtenção dos resultados desejados, estudos e simulações computacionais de fluxo de carga, fluxo de harmônicos e transitórios de manobra devem também ser realizados com foco voltado para as barras de média e baixa tensão dos referidos complexos de geração.

Filtros harmônicos passivos

A aplicação da filtragem harmônica passiva em parques eólicos atende dois aspectos importantes de uma instalação elétrica como a mitigação das distorções harmônicas para atendimento aos procedimentos de rede do ONS e a compensação reativa com seus benefícios diretos, tais como controle de tensão, correção do fator de potência, redução de perdas através da redução da corrente rms circulante nos circuitos elétricos. A definição dos valores de suportabilidade de tensão e corrente harmônica dos filtros de harmônicos

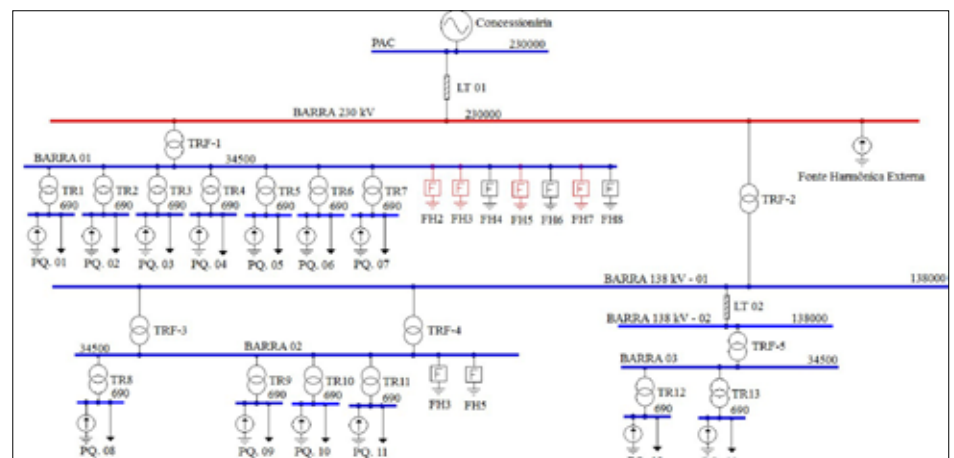


Figura 1 – Diagrama unifilar do parque eólico.



definidos no parecer de acesso para o ONS leva à necessidade da modelagem do parque eólico em softwares de fluxo de carga de fluxo harmônico voltados à análise das barras de média e baixa, como pode ser observado no caso exemplo abaixo.

Modelagem em software de fluxo de carga e fluxo de harmônico

A modelagem mostrada a seguir contempla um complexo eólico de aproximadamente 300 MW, representando o conteúdo harmônico injetado pelos aerogeradores (obtidos do fabricante ou através de medições em campo) no sistema elétrico em estudo com foco na MT e na BT.

A tabela a seguir apresenta os dados dos filtros harmônicos definidos na obtenção do parecer de acesso do complexo eólico, como resultado do estudo harmônico realizado no parecer de acesso para atender todas as contingências requeridas no sistema em estudo.

TABELA 1 – DADOS DOS FILTROS HARMÔNICOS

Ordem	V(kV)	f(Hz)	FQ	R(Ω)	L(mH)	C(μ F)
3	34,5	180	30	15,56	412,71	1,89
5	34,5	300	40	5,41	114,81	2,45
7	34,5	420	45	4,95	82,81	1,67

Resultados de simulação - Suportabilidade dos filtros de harmônicos

A Tabela 2 apresenta os resultados dos conteúdos harmônicos drenados pelos filtros utilizando o software de fluxo de harmônico comum de mercado.

TABELA 2 – CORRENTES RMS E DHTIS DOS FILTROS

Ordem de Sintonia	I _{60Hz} (A)	DHTi (%)	I _{RMS} (A)
3h	15,79	50,16	17,66
5h	18,93	132,24	31,38
7h	12,64	156,98	23,53

Observa-se, na Tabela 2, que a distorção harmônica total de corrente (DHTi%) dos filtros de 3ª, 5ª e 7ª ordem calculados pelo software de fluxo harmônico utilizado assume valores bastante significativos, principalmente para os filtros de 5ª e 7ª ordens harmônicas, e devem ser considerados na especificação capacitores e reatores de forma a evitar a queima prematura destes componentes.

Efeitos desta drenagem harmônica de corrente também afetam a suportabilidade de tensão dos componentes e são considerados

na também durante a definição técnica do equipamento. Se estes estudos não forem realizados, corre-se sérios riscos do comprometimento da vida útil destes equipamentos/componentes.

Conclusão

O presente artigo apresentou uma abordagem sobre os resultados emitidos por software de fluxo de harmônicos no que tange à definição correta do conteúdo harmônico a ser drenado por filtros harmônicos passivos sintonizados em condições operativas diferenciadas (sistema degradado e sistema normal, respectivamente) visando evidenciar o impacto final sobre o tamanho e os custos dos equipamentos de mitigação harmônicas, bem como garantir a vida dos mesmos. O conteúdo harmônico a ser drenado impacta diretamente no tamanho físico dos reatores e capacitores, espaço físico para montagem final do equipamento e viabilidade econômica da solução.

Para mitigar o espaço físico e reduzir os custos de implantação da solução ofertada, algumas ações simples podem ser adotadas:

- O aumento da potência dos filtros de harmônicos, principalmente daqueles que têm uma maior drenagem de corrente, melhorando a relação entre corrente harmônica e corrente fundamental, o que normalmente reduz o tamanho dos reatores de sintonia a serem utilizados (menor indutância);
- Outra solução já adotada para a redução da suportabilidade e tamanho dos filtros de harmônicos, principalmente, definidos para a condição em operação com o sistema degradado, ou seja, em operação em contingência, é a redução da quantidade de aerogeradores durante a ocorrência destas contingências, após uma análise do custo versus benefício dessa redução.

Todas estas ações e estudos demandam um trabalho conjunto entre as empresas geradoras, as empresas de engenharia e os fabricantes de equipamentos. Os fabricantes e/ou as empresas de engenharia devem ter condição de simular, discutir e definir em conjunto com os envolvidos as melhores soluções técnicas para cada caso analisado, visando garantir a suportabilidade e a vida útil dos filtros harmônicos a serem instalados nos parques eólicos.

Referências

- Operador Nacional do Sistema Elétrico, Procedimentos de Rede - Submódulo 2.9 – Requisitos mínimos de qualidade de energia elétrica para acesso ou integração à Rede Básica.

**Patrick Roberto Almeida é engenheiro de aplicação na BREE.*

Flavio Garcia é gerente de engenharia e P&D na BREE.



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 Franklin morreu?

Segundo informações fornecidas pelo Dr. Hélio Sueta (IEE USP), o método de Franklin teve sua origem baseada na análise de resultados colhidos em experimentos realizados em laboratório.

O Dr. Sueta relata que, na década de 1950, cientistas prepararam o piso do laboratório no entorno de um elemento captor vertical e dispararam vários conjuntos de descargas elétricas variando a altura do citado captor a cada conjunto de “mini raios” disparados. Antes de variar a altura da proteção, cada conjunto de pontos de impacto que haviam atingido o piso, ao invés do captor, era devidamente mapeado. Dessa forma delimitou-se uma “área protegida” no plano em que o captor estava fixado para cada altura estipulada.

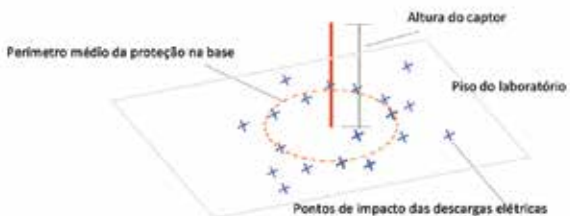


Figura 1 – Estabelecimento da área protegida em função da altura do captor.

Assim, estabeleceu-se uma relação entre a altura do elemento captor versus a área protegida (em que a probabilidade de impacto direto das descargas elétricas era reduzida) na base considerada.

Para viabilizar a execução da proteção interligou-se diretamente o perímetro médio da área de proteção formada pelo conjunto de pontos obtido ao ápice do elemento captor. Estava criado o cone de proteção.



Figura 2 – Formação do cone de proteção.

A criação do cone de proteção proporcionou a criação do método denominado “Método do ângulo de proteção”, em que os ângulos que

formavam a base e o volume do cone de proteção foram evoluindo como mostrado:

- NB 165:1970 – Proteção de Edificações contra Descargas Elétricas Atmosféricas:

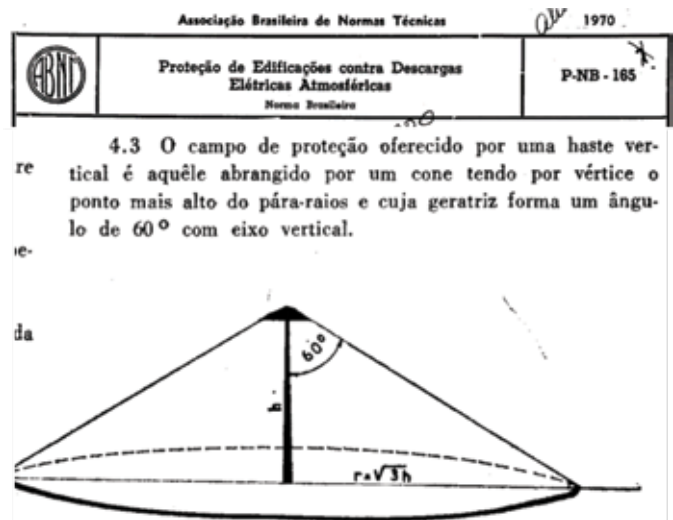


Figura 3 – Método para obtenção do cone de proteção na NB 165:1970.

- ABNT NBR 5419:1993 – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas

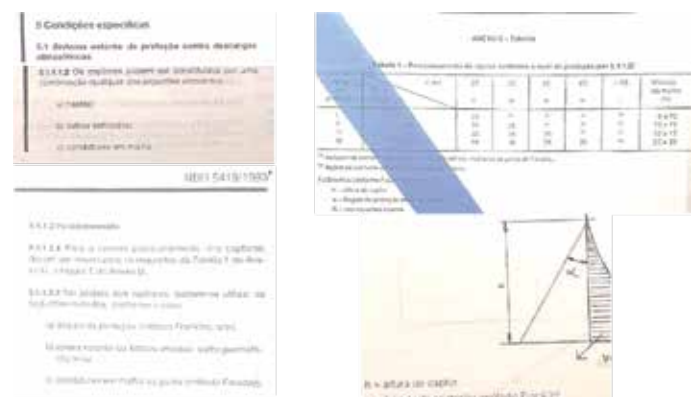


Figura 4 – Método para obtenção do cone de proteção na NBR 5419:1993.

Esta forma de determinação do volume de proteção perdurou até maio de 2015 com a versão de 2005 da ABNT NBR 5419.

Com as alterações na IEC 62305, ed.2, a versão 2015 da ABNT NBR 5419 trouxe um novo procedimento para determinação do ângulo que forma o cone de proteção, agora derivado do método da esfera rolante. Ao invés de ângulos fixos relacionados à altura e ao nível de proteção, como visto na Figura 4, os ângulos variam "grau a grau", conforme mostrado na Figura 5.

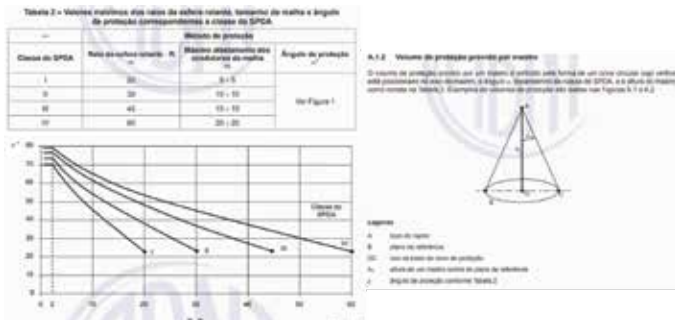


Figura 5 – Método para obtenção do cone de proteção na ABNT NBR 5419: 2015.

Para verificar a tendência de aproximação entre os dois métodos de captação realizou-se uma simulação gráfica aplicando o método do ângulo de proteção conforme a versão 2005 comparando os resultados com a aplicação da proteção segundo a versão 2015, executada também para o método da esfera rolante. Considerou-se a classe III para elementos captadores com as alturas comercialmente mais encontradas no mercado. A ABNT NBR 5419:2005 adotava um ângulo fixo de 45º para a classe III até 20 m de altura ($tg 45 = 1$), assim, nessa primeira etapa, os valores resultantes das proteções no plano base seriam exatamente iguais às alturas dos elementos captadores.

A figura apresenta a proteção gerada pelo método do ângulo de proteção para elementos captadores verticais de 0,6 m, 3,0 m, e 6,0 m com ângulo fixo de 45º, para classe III do SPDA, conforme a ABNT NBR 5419:2005.

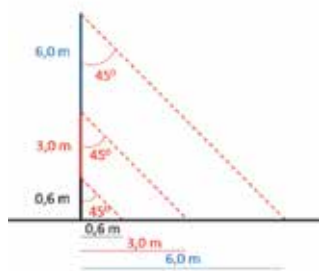


Figura 6 – Aplicação do método do ângulo de proteção para classe III, segundo a ABNT NBR 5419:2005.

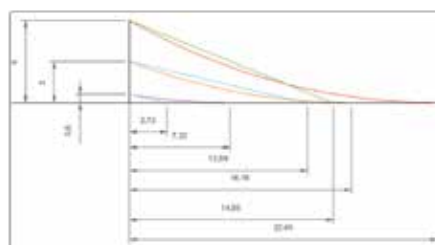


Figura 7 – Comparação da proteção gerada entre método do ângulo de proteção e o método da esfera rolante que constam atualmente na ABNT NBR 5419: 2015.

A figura apresenta uma superposição entre as proteções geradas pelo método do ângulo de proteção (ângulos de 780, 750 e 690) e o método da esfera rolante (raio da esfera 45 m) para elementos captadores verticais de 0,6 m, 3,0 m, e 6,0 m para classe III do SPDA, segundo NBR 5419:2015.

Em que:

- as linhas retas (em tons de azul e verde) representam a projeção da proteção criada pelo método do ângulo de proteção e as linhas curvas (em tons de vermelho e amarelo) representam a projeção da proteção criada pela esfera rolante.
- os valores estão em metros.

Observando as Figuras 6 e 7 nota-se o um notório crescimento na abrangência da proteção feita pelo método do ângulo de proteção dada pela alteração na composição do método.

Analisando o exposto pode-se concluir a clara intenção de aproximar-se os resultados obtidos pelo método do ângulo de proteção aos da esfera rolante, assim fica a questão: essa alteração pode levar o método do ângulo de proteção (Franklin) à morte?

PARATEC
A SOLUÇÃO QUE PROTEGE

SISTEMA DE PÁRA-RAIOS

PREDIAIS - SISTEMA COMPLETO

CAPTADORES TIPO FRANKLIN

CONDUTORES DE ALUMÍNIO

SUPOORTE DE USO GERAL

SUPOORTE PARA TELHA DE CERÂMICA

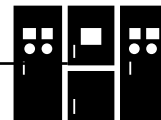
SINALIZADORES

ATERRAMENTO

A SOLUÇÃO QUE PROTEGE
Dúvidas acesse o Site
www.paratec.com.br
ou ligue
Tel.: (011) 3641-9063
vendas@paratec.com.br



Nunziane 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 | nunziane@gimipogliano.com.br



Comando e controle a distância

Prezado leitor, o tema que gostaria de discutir hoje é comando e controle a distância. Antigamente, na saudosa época da eletromecânica, utilizava-se um mar de contatores auxiliares e cabos para se idealizar as lógicas de comando e controle, adicionando-se uma infindável quantidade de chaves seletoras “local-remoto” para se montar um sistema de comando e controle que atendesse aos princípios de funcionamento exigidos nas instalações. Naquele tempo, preocupar-se com a segurança cibernética do sistema de comando e controle era coisa dos filmes de Hollywood.

A evolução dos sistemas digitais trouxe às instalações elétricas os PLCs, computadores lógicos programáveis, que revolucionaram os sistemas de comando e controle por incorporarem toda aquela lógica feita anteriormente de forma eletromecânica para dentro dos computadores e suas placas de I/Os, concentrando as decisões e dando flexibilidade aos processos, pois alterações funcionais eram facilmente implementáveis mudando-se apenas as lógicas funcionais dentro dos programas dos PLCs. Entretanto, a eletrônica tem

suas limitações, o que obriga a utilização de um arsenal de acessórios para proteção dos computadores contra sobretensões, induções, sobrecargas nas placas de I/Os, etc.

Chegamos então à nossa realidade e pergunto: por que não pensar em conectar, monitorar, medir, controlar, proteger, entre tantas coisas que fazemos usando quadros elétricos de baixa e alta tensão, mas utilizando-se dos conceitos da indústria 4.0? Sensores, relés, controladores, drives, isso tudo já não está conectado a redes de dados? Já não acessamos tudo isso apenas com as ferramentas disponíveis nos já consagrados sistemas de automação e controle que caracterizam a terceira revolução industrial? Então, para que serviria essa tal indústria 4.0 em nossas instalações elétricas?

Alguns anos atrás, escrevi nesta mesma coluna uma provocação ao leitor: mas e a segurança de tudo isso? Estaríamos expostos e vulneráveis a ataques cibernéticos, badwares ou vírus, entre outros problemas?

Nestes dois anos que se passaram, estudei o assunto junto a alguns fabricantes e projetistas e cheguei a

algumas conclusões:

- Os sistemas não podem ser integrados, ou seja, medição e monitoramento, que são matérias de interesse mais imediato e objeto de desejo quando se trata de gestão dos ativos, para que sejam acessíveis externamente às instalações, devem ter sua base de dados e de acesso segregados da base de dados dos sistemas de comando, controle e proteção, pois não é possível garantir que softwares mal intencionados não acessem nosso sistema quando abrimos as portas para acesso externo no momento de acompanhar dados de medição ou monitoramento;
- Comando, proteção e controle só se faz pela rede local, inacessível pelo mundo externo, e os dados coletados por estes sistemas devem ser armazenados em servidores dedicados a este fim;
- Será mesmo impossível uma rede inexpugnável?

Aguardo sua manifestação a respeito desse assunto para intensificarmos as discussões sobre o tema. Boa Leitura!

MELFEX

REFERÊNCIA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS



EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS PARA ATMOSFERAS EXPLOSIVAS E INDUSTRIAIS

 ILUMINAÇÃO
INDUSTRIAL



 CAIXAS DE
PASSAGEM



 PAINÉIS E
COMANDOS



 CONEXÕES E
ACESSÓRIOS



 TOMADAS
E PLUGUES



PRODUTOS
CERTIFICADOS



SEGURANÇA É COISA SÉRIA!

EQUIPAMENTOS QUE PRESERVAM VIDAS E PATRIMÔNIO.

MELFEX

CENTRAL DE ATENDIMENTO:
+55 11 4072-1933
WWW.MELFEX.COM.BR

   
SIGA A MELFEX NAS
REDES SOCIAIS

SAIBA MAIS





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



Quatro anos da Portaria nº 20 do Inmetro

No dia 15 do mês de fevereiro de 2021 completou quatro anos da publicação da portaria nº 20 do Inmetro, que estabelece a certificação compulsória de luminárias públicas no Brasil, aplicável para luminárias para lâmpada de descarga e tecnologia LED. Os anexos desta portaria contêm o regulamento técnico da qualidade e os requisitos de avaliação da conformidade para as luminárias para iluminação pública viária.

Desde sua publicação, a portaria 20 e seus anexos não passaram por revisões técnicas mantendo por estes quatro anos as mesmas exigências e requisitos estabelecidos anos antes de sua publicação, sendo que a tecnologia LED está em constante evolução. Por parte da indústria foram feitas sugestões e solicitações de revisões técnicas, a fim de aprimorar os regulamentos, que não foram aceitas e seguimos todos os setores envolvidos e atingidos pela regulamentação deste produto sem nenhuma evolução técnica.

Um dos pontos mais críticos que durante estes anos vem gerando inúmeras dúvidas e discussões é a possibilidade de tolerância de 10% nas declarações de fluxo luminoso e potência elétrica. A tolerância que deveria ser admitida em função das incertezas de medição e variabilidade nos resultados, pode estar sendo utilizada de acordo com a conveniência de declaração dos

dados de cada fabricante/importador da luminária. Isto pode gerar equívocos na interpretação dos parâmetros elétricos e fotométricos. Logo, a regulamentação deveria rapidamente rever esses critérios e estabelecer a necessidade de divulgação dos dados reais que foram medidos nos ensaios laboratoriais para fins de certificação e geração dos arquivos fotométricos. Durante todo este tempo a eficácia mínima não sofreu nenhuma atualização, já tendo a tecnologia atual e usual estar pelo menos 40% superior ao que está regulamentado.

A temperatura de cor que foi discutida na revisão da ABNT NBR 5101 sendo como máxima em 4.000 K também não tem limitação na P20. Para obtenção do Selo Procel já está limitada em 5.000 K. Da mesma forma, a P20 só exige a utilização do DPS (Dispositivo supressor de surtos), mas não exige nenhuma especificação ou ensaios. Já o Selo Procel detalha os requisitos técnicos do DPS. Este é o componente que mais pode gerar ou evitar manutenção e falhas na luminária e não está definido nos critérios de certificação.

O critério de definição de família também deveria ser revisado, tendo em vista que, atualmente, está limitando o avanço da tecnologia, pois a mudança de componentes implica em novas famílias gerando maior necessidade de ensaios,

custos, etc. Utilizar um componente LED superior ao que está certificado implica em certificar novamente desde o início do processo a mesma luminária. A mudança de temperatura de cor também implica em geração de novos ensaios e mais custos para a certificação. Da mesma forma, a vida útil ou vida declarada nominal é feita somente com o ensaio que estabelece a depreciação máxima do LED em determinado período de utilização não se tratando da vida útil do produto completo, gerando diferentes interpretações do seu significado.

Além dos pontos técnicos expostos com necessidade de revisões e outros aqui não citados, soma-se o fato de não estar havendo verificação e fiscalização de mercado a fim de comprovar que os produtos comercializados têm as mesmas características dos produtos que foram certificados. Há evidências obtidas por meio de coletas de mercado realizadas recentemente de que produtos certificados não cumprem os requisitos mínimos de segurança e eficiência iguais aos obtidos no processo de certificação.

A revisão da Portaria 20 é necessária, urgente e deve acompanhar as evoluções normativas e de mercado que ocorreram neste período, bem como periodicamente serem aprimoradas para a melhoria da segurança dos usuários e maior eficiência do sistema elétrico nacional.



Daniel Bento é engenheiro electricista 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



“Faltou luz” no seu condomínio?

Um movimento observado na sociedade neste que já virou clichê “O novo normal” é que muitos que viviam em apartamentos nas grandes cidades mudaram-se para cidades menores e próximas aos grandes centros. Um dos principais destinos escolhidos por causa principalmente da segurança são os condomínios fechados horizontais de casas. Nestes condomínios que, em grande parte, são de médio e alto padrão de construção, os benefícios são enormes, principalmente pela melhoria na qualidade de vida aumentada com o contato mais próximo com a natureza.

No meio do caminho tinha um poste. Tinha um poste no meio do caminho...

Parafraseando Carlos Drummond de Andrade, muitos desses condomínios contrariando a lógica de que esses locais devem ser, além de seguros, bonitos e com uma ótima infraestrutura, utilizam redes aéreas para fazer a distribuição de energia para cada residência. Essas redes deixam o local feio, tendo em vista que atrapalham e poluem a visão da paisagem. Outro aspecto relevante é a segurança das pessoas, embora a rede de distribuição elétrica esteja instalada em um ambiente mais controlado, levando em conta, além das normas das concessionárias de energia, as regras internas desses condomínios, restringindo bastante o risco de acidente. Porém, como já sabemos, a rede aérea é intrinsicamente perigosa, em que não raramente, um acidente pode

levar à morte. Um cabo caído no chão energizado, resultado por exemplo da falta de alta Impedância onde a proteção não atuou, coloca em risco a vida de pessoas e principalmente de crianças que nesses locais brincam livremente, lembrando que esse problema também acontece em todo o Brasil independentemente do local, como apontam os dados da Abradee (associação das distribuidoras de energia), onde morrem mais de 300 pessoas por ano em contato com a rede aérea elétrica de distribuição.

Voltando aos condomínios residenciais, que, na construção optaram pela distribuição na forma aérea e não subterrânea, outro grande problema é a constante falta de energia, principalmente agora com as chuvas que encerram o verão. Como nesses lugares é comum terem muitas árvores, algumas acabam em uma tarde chuvosa e com muito vento derrubando as redes elétricas. Com isso, a falta de energia pode ser mais frequente e com maior duração.

Trago essa situação para refletirmos sobre o porquê em um lugar em que parece óbvio que o empreendedor opte por redes subterrâneas, acaba em sua maioria escolhendo redes aéreas. Obviamente, o custo é maior para redes subterrâneas, porém, considerando esses locais, os custos serão absorvidos dentro de toda a construção.

Alguns empreendedores com uma visão maior e melhor já perceberam que a rede elétrica na forma subterrânea

agrega muito valor ao “negócio” e estão construindo desta forma. E isso obriga as concessionárias a possuírem padrões robustos para construção e manutenção dessas redes.

Pensando nisso, o Cigré Brasil, por meio do Comitê de Estudos Técnicos para Cabos Isolados (CE – B1), desenvolveu uma brochura técnica de “Critérios de manutenção em redes subterrâneas de energia elétrica em condomínios”, que, brevemente, será disponibilizada no site do Cigre Brasil. Tive a honra de coordenar a elaboração desta brochura que teve participação de representantes de diversas concessionárias de energia.

A brochura técnica estabelece, além dos critérios, também as melhores práticas internacionais na gestão dos ativos que compõem essas redes, tais como transformadores, chaves de manobras, quadro de distribuição em pedestal (QDP), etc.

Aproveito para agradecer aos meus amigos e colegas Carla Damasceno, diretora de Assuntos Corporativos do Cigré Brasil; Nadia Helena, coordenadora técnica do CE-B1; e o secretário Eduardo Karabolad, pelo apoio na elaboração da brochura técnica.

Assim que a brochura técnica estiver disponível no site do Cigré Brasil, irei comunicar através do meu LinkedIn. Caso tenham interesse, me adicionem e me encontrem por lá: [linkedin.com/in/bentopmp](https://www.linkedin.com/in/bentopmp)



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



Conceitos básicos de eletrotécnica aplicada - 6ª parte

Cargas das instalações e linearidade – cargas não lineares (harmônicas) e fator de potência

A presença de componentes de tensões e correntes com frequências diferentes da frequência fundamental em sistemas de corrente alternada originou a necessidade de estudo das causas e consequências desses componentes, normalmente, essas frequências são múltiplas da frequência fundamental. A abordagem do tema distorções harmônicas é bastante ampla dependendo do ambiente em que se está tratando. Apesar de a origem do tema estar vinculada à aplicação de cargas distorcidas nas instalações, a abordagem não é única. Uma das considerações pode estar especificamente vinculada aos equipamentos que serão alimentados por uma fonte ou instalação, ou sobre as consequências da operação destes equipamentos nestas instalações ou mesmo como será o comportamento de um sistema de potência que alimenta diversas subestações industriais, que, por sua vez, alimentam estas cargas distorcidas, ou seja, existe uma relação de causa e efeito que normalmente impacta a rede que alimenta cargas distorcidas, mas também pode impactar a operação de cargas que uma rede distorcida alimenta.

Os sistemas elétricos de potência podem possuir complexas redes elétricas, circuitos com comprimentos significativos, bancos de capacitores, reguladores e outros pormenores. Portanto, a delimitação e propósito de uma análise, ou mesmo definição e limitação da abordagem do estudo é um ponto de partida fundamental. É certo que a origem das distorções harmônicas nas instalações elétricas industriais,

comerciais e residenciais é consequência do intenso uso de cargas não lineares.

Cargas não lineares são aquelas que, mesmo sendo alimentadas por uma fonte com tensão em frequência industrial com forma de onda senoidal não distorcida, apresenta forma de onda de corrente não senoidal. Esta característica ocorre geralmente pelo controle de operação da própria carga. As cargas não lineares mais comuns são os sistemas de iluminação a LED, os antigos mas ainda existentes sistemas de lâmpadas a gás (conjuntos de lâmpadas e reatores de vapor de sódio, de mercúrio e metálico), sistemas de iluminação com lâmpadas fluorescentes tubulares e compactas, além dos controles e acionamentos “dimerizáveis”; sistemas de acionamento de velocidade variável (tipicamente os inversores de frequência no acionamento de motores industriais) aplicados nos acionamentos de bombas, ventiladores, compressores, sistemas de transporte, retificadores e fornos industriais, incluindo os à arco, sistemas de soldas industriais, os sistemas de transmissão de sinais e de televisão, cargas de tecnologia de informação (cargas TI), como as que possuem fontes chaveadas como os servidores em data centers, computadores, processadores e seus periféricos, impressoras a laser. Nas residências e escritórios encontram-se ainda, além das lâmpadas de LED, os televisores, máquinas de lavar, geladeiras e outros eletrodomésticos com controle eletrônico, chuveiro elétrico com controle estático de temperatura e os sistemas de ar-condicionado. Ou seja, no mundo

contemporâneo não existem mais (ou quase) as cargas lineares.

A justificativa para o uso dos controles nas cargas está relacionada, além do próprio controle de operação, ao aumento de produtividade dos processos e eficiência energética. Explicando melhor em um sistema de bombeamento: com a substituição de controle de vazão que aplica restrições mecânicas (válvula clássica) por outro com característica de variação da velocidade dos fluidos pelo acionamento de velocidade variável pode-se obter redução da energia consumida neste processo, que é proporcional ao quadrado da variação da velocidade. A possibilidade de integrar estes acionamentos a controles digitais como os controladores lógicos de processo (CLPs) é outra grande vantagem operacional.

As razões das cargas possuírem formas de onda de corrente não lineares, ou não senoidais, estão relacionadas ao comportamento de suas fontes próprias e acionamentos internos, normalmente relacionados à característica de operação dos semicondutores responsáveis por esta função.

São apresentadas na sequência as definições empregadas para a operação em regime não linear, o comportamento e integração entre fontes e cargas, aspectos de normalização e níveis de tolerância e soluções para a operação normal das instalações elétricas de forma que a presença destas cargas não lineares não interfira nos processos produtivos e no aumento das perdas elétricas.

Não se trata simplesmente de se eliminar

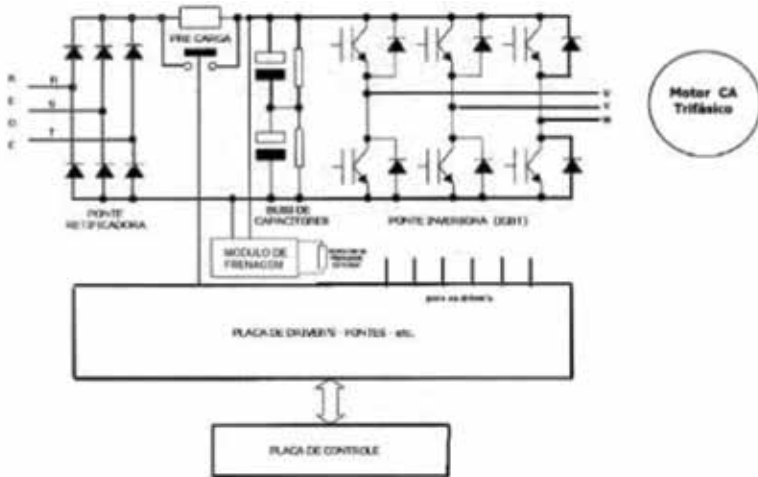


Figura 1 - Motor acionado por inversores de frequência.

as cargas não lineares, e esta tarefa é inglória, mas de entender os prós e contras do uso das mesmas e na sequência definindo soluções de convivência e compatibilização aos sistemas elétricos e fundamentalmente se definir se é necessário que alguma ação ou intervenção seja tomada.

Forma de onda e espectro harmônico

Um das cargas mais difundidas em instalações elétricas comerciais e industriais, incluindo equipamentos ligados diretamente em média tensão (classe 15 kV), são os motores acionados por inversores de frequência, ilustrado na Figura 1.

Devido ao controle de operação da carga, estes sistemas não lineares possuem

componentes na corrente elétrica de entrada em frequências diferentes da frequência fundamental. A forma de onda de corrente é uma senoide distorcida, ou mesmo forma de onda não senoidal.

O modelo matemático de representação das componentes harmônicas ou simplesmente harmônicas de um sinal de corrente (ou tensão) destas cargas considera a aplicação do teorema de Fourier, onde um sinal não senoidal pode ser decomposto em vários outros sinais senoidais, definido matematicamente pela Série de Fourier.

Numa aplicação típica, tomou-se uma carga fictícia que apresenta a forma de onda de corrente ilustrada na Figura 2. Esta forma de onda, tratada como sinal "soma", pode ser decomposta em outros três sinais senoidais, representados na tabela 1.

TABELA 1 - VALORES DAS CORRENTES HARMÔNICAS

Ordem harmônica	Frequência	I(A)
1	60Hz	81
3	180Hz	29
5	300 Hz	17

Composição de sinais - 60 Hz

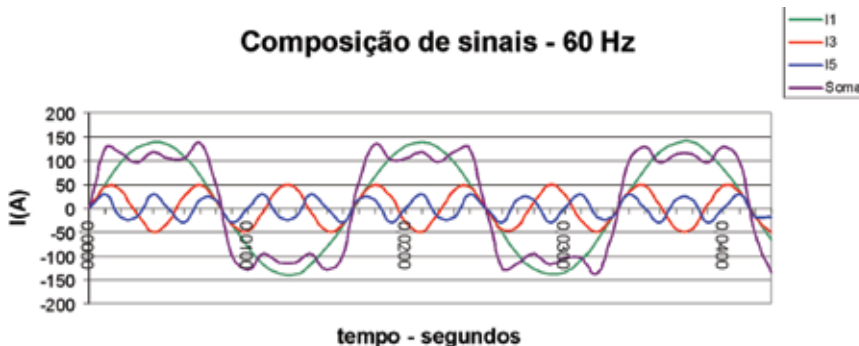


Figura 2 - Representação gráfica dos sinais senoidais e sinal "soma".

Este tema continua na próxima edição.

SOLUÇÕES CONSOLIDADAS EM QUALIDADE DE ENERGIA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA



COMPENSAÇÃO REATIVA TEMPO REAL



MEDIÇÃO DA QUALIDADE DE ENERGIA



SOLUÇÕES EM PRODUTOS E SERVIÇOS
TRANSFORME SEU CAPEX EM OPEX

A QUALIDADE DE ENERGIA EM SUAS MÃOS





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".



A normalização dos desvios “Ex”: quando o errado parece certo – Parte 1/3

Em diversas inspeções que são feitas a equipamentos e instalações em áreas classificadas, infelizmente, podem ser encontradas diversas “falhas” relacionadas a projeto, montagem, inspeção, manutenção ou reparo de equipamentos elétricos, de instrumentação, de automação, de telecomunicações e mecânicos “Ex”. Estes desvios ou falhas, que comprometem o nível da segurança proporcionada pelos equipamentos “Ex”, podem fazer com que estes equipamentos, mesmo tendo sido devidamente “certificados”, se tornem fontes de ignição, no caso da presença de uma atmosfera explosiva no local da instalação.

Esta situação de risco pode ser atribuída, dentre outros fatores, ao fato de que, na maioria das vezes, estas falhas de equipamentos ou instalações “Ex” não originam uma explosão ou acidente catastrófico “imediatamente”, na medida em que podem permanecer na instalação até que haja uma perda de contenção por parte dos equipamentos de processo, com a presença de fontes de liberação de gases inflamáveis ou poeiras combustíveis, as quais formam atmosferas explosivas, com as conhecidas e graves consequências para a vida das pessoas, para o meio ambiente e para o patrimônio e instalações.

Em função destes desvios, aparentemente, não apresentarem um “risco imediato” de explosão, as correções destas falhas em equipamentos e instalações “Ex” são eventualmente postergadas de forma indevida, fazendo com que algumas vezes tais desvios passem a ser perigosamente “aceitos”, passando indevidamente a “fazer parte da paisagem”,

inclusive sob o incorreto argumento de que “este equipamento Ex se encontra com este tipo de desvio há muito tempo e até o presente momento não provocou nenhuma explosão”.

Estas situações envolvendo perda de características de proteção dos equipamentos elétricos ou mecânicos “Ex” podem ser consideradas diferentes daquelas situações que envolvem a perda de contenção ou o vazamento de substâncias inflamáveis ou combustíveis em vasos de pressão ou equipamentos e tubulações de processo, as quais são prontamente tratadas e sanadas, em função do risco iminente de acidente catastrófico ou explosão. Por outro lado, são verificados também casos práticos muito mais graves e de maior risco operacional, em que a falta de serviços adequados de manutenção preventiva ou corretiva faz com que ocorram vazamentos “frequentes” através de válvulas ou de tubulações, que levam estas “fontes de liberações secundárias” a atuarem como “fontes de liberações primárias”. Uma medida indevida de mitigação, neste caso, seria considerar a área como Zona 1, ao invés de Zona 2, devido à presença de atmosfera explosiva em condição “normal” de operação. As normas técnicas sobre classificação de áreas especificam que a classificação de área é considerada sob condições “normais” de operação, incluindo a aplicação dos serviços adequados de manutenção de rotina.

Nestes casos envolvendo a presença de atmosferas explosivas, pode ser verificada a ocorrência uma indevida “aceitação” da existência de desvios nos equipamentos ou instalações “Ex”, fazendo com que a correção destas falhas seja indevidamente postergada,

com a ocorrência de uma “insensibilidade” ou de uma “falta de percepção de potencial de risco” que pode ser denominada como um fenômeno de “normalização dos desvios Ex”, com a priorização de execução de outros serviços de manutenção, que apresentem um impacto ou risco mais “imediatamente”, sob os pontos de vista de confiabilidade, produção ou segurança.

A expressão “normalização dos desvios” foi inicialmente utilizada pela socióloga Diane Vaughan durante as análises das causas da explosão ocorrida com o ônibus espacial Challenger, durante seu lançamento em 28/01/1986. Vaughan observou que a causa raiz do desastre do Challenger estava ligada à decisão repetida dos oficiais da NASA de lançar o ônibus espacial, apesar de uma perigosa e reconhecida falha de projeto relacionada aos anéis de vedação dos tanques do combustível dos foguetes. Diane Vaughan afirma que esse fenômeno ocorre quando “as pessoas de uma organização se tornam tão insensíveis a uma prática irregular que esta passa a não parecer errada”. Esta “insensibilidade” surge de forma gradual, às vezes ao longo de anos, pois os desastres, catástrofes ou explosões não acontecem de forma imediata, até que outros desvios e fatores críticos estejam alinhados, como nos casos de alinhamento dos “furos” de um “queijo suíço”, na analogia com a perda das barreiras de proteção.

De uma forma geral, a expressão “normalização dos desvios” é aplicada para descrever as situações em que a degradação de equipamentos ou a adoção de práticas inseguras passa a ser “aceita” pela organização por não gerar consequências catastróficas

“imediatas”. Com o tempo, a situação degradada passa a ser vista como “normal” e riscos que não eram assumidos originalmente passam a se tornar indevidamente “aceitos”.

Neste sentido, a normalização dos desvios pode ser considerada como um processo gradual, por meio do qual uma prática ou procedimento inaceitável se torna indevidamente aceitável. Na medida em que o comportamento indevido é repetido sem resultados catastróficos, ele se torna “normalizado” pela organização. Isto significa que as pessoas de dentro da organização se tornam de tal forma “acostumadas” com um comportamento de desvio que elas não mais consideram o “desvio” como tal, apesar do fato de que estes desvios não atendem às próprias regras básicas de segurança. Quanto mais os desvios ocorrem, mais as pessoas se tornam acostumadas com eles. Para pessoas de fora da organização, as atividades com desvios são claras, no entanto, as pessoas de dentro da organização passam a não reconhecer os desvios porque eles parecem como sendo ocorrências “normais”, passando a “fazer parte da paisagem”.

Na área relacionada com a segurança de equipamentos e instalações em atmosferas explosivas, a expressão “normalização de desvios Ex” pode ser aplicada para descrever as situações em que a degradação de equipamentos ou instalações “Ex” ou a adoção de práticas inseguras passam a ser “aceitas” pela organização por não gerar consequências catastróficas ou explosões de uma forma “imediatas”. Com o tempo, a degradação de equipamentos ou instalações “Ex” passa a ser vista como “normal” e os riscos podem se tornar indevidamente “tolerados” ou “aceitos”.

Sob os aspectos de equipamentos e instalações em atmosferas explosivas, pode ser verificado, sob um ponto de vista prático, levando em consideração as inspeções de campo que são executadas em equipamentos e instalações em áreas classificadas, que a “normalização dos desvios” encontrada ocorre pela existência de “obstáculos” à utilização do processo correto, como tempo, custo, continuidade operacional, desconhecimento das normas técnicas, “pressão” dos colegas ou das empresas ou por falta de procedimentos adequados por parte da organização. É necessário explorar o impacto desse fenômeno de “normalização dos desvios Ex” sobre as fatalidades, destruição do

patrimônio e os impactos negativos ao meio ambiente, decorrentes de explosões envolvendo equipamentos e instalações em atmosferas explosivas.

É necessário aplicar este conceito da “normalização dos desvios” trazido da indústria aeronáutica, adotando as medidas que essas e outras organizações de alto risco encontraram para evitar o processo de “normalização dos desvios Ex”, também encontrado nas indústrias do petróleo (terrestre e marítima), petroquímica, de alimentos, silos de armazenamento de grãos, e portuária, entre outras.

O MITO “EX”

Contribuindo para a “normalização dos desvios Ex”, pode ser verificada na prática a existência, em especial por parte dos usuários de equipamentos elétricos “Ex”, de um certo “mito”, com base na hipótese de que basta a aquisição de equipamentos com “certificados Inmetro”, atendendo aos requisitos legais existentes, para garantir a segurança das instalações em atmosferas explosivas. Pode ser verificado, no entanto, durante as frequentes inspeções que são realizadas em instalações em áreas classificadas que a atual certificação de equipamentos elétricos “Ex” tem se mostrado insuficiente para garantir a segurança das instalações “Ex” e das pessoas que nelas trabalham, ao longo do seu ciclo total de vida.

Isto pode ser verificado em função de diversos acidentes e explosões envolvendo instalações em indústrias químicas, petroquímicas e de petróleo (tanto em instalações terrestres como marítimas). Nestas instalações, mesmo com a existência e a instalação de equipamentos elétricos “Ex” com “certificação Inmetro”, em diversos casos, tais equipamentos atuaram como “fontes de ignição” da atmosfera explosiva existente no ambiente, provocando explosões e acidentes de elevada gravidade.

Sob o ponto de vista de segurança industrial, pode ser verificado que de pouco adianta que os equipamentos elétricos “Ex” tenham sido certificados por organismos de certificação, se os mesmos não são devidamente especificados, instalados, inspecionados, mantidos ou reparados, ao longo do ciclo total de vida em que permanecem instalados em áreas classificadas contendo atmosferas explosivas de gases inflamáveis ou de poeiras combustíveis.

O que pode ser verificado é que a falta de

segurança das instalações “Ex”, em diversos casos, é devido à falta de documentação de classificação de áreas, falha de especificação dos equipamentos “Ex”, falhas de projeto, falhas de montagem, falhas de inspeção, falhas de manutenção ou por falhas nos serviços de reparo ou recuperação dos equipamentos “Ex”. Tais falhas podem ser atribuídas, na maioria dos casos, a falhas humanas, decorrente de falta de qualificações, treinamentos, experiências, competências ou certificação das pessoas que executam ou que supervisionam os serviços de classificação de áreas, projeto, montagem, inspeção, manutenção e reparos dos equipamentos e instalações “Ex”, bem como na falta de competências e certificação das empresas de destes tipos de serviços para atmosferas explosivas.

De uma forma frequente as empresas de projeto, montagem, inspeção, manutenção e reparos de equipamentos e instalações “Ex” apresentam deficiências de gestão, de procedimentos técnicos de trabalho e de qualificação do seu pessoal de execução e de supervisão, o qual não possui as devidas experiências e conhecimentos que os tornem competentes para desempenharem com a necessária eficiência e segurança os serviços “Ex”.

Resumindo, sob o ponto de vista de segurança das instalações contendo áreas classificadas, pode ser verificado que somente a certificação dos equipamentos elétricos ou mecânicos “Ex” não é suficiente para garantir a segurança destas instalações, e nem das pessoas que nelas trabalham. Isso levando em consideração a grande quantidade existente de falhas nos equipamentos e instalações “Ex”, decorrentes muitas vezes da “normalização de desvios Ex”, uma vez que tais falhas não resultam em explosões catastróficas imediatas. Pode ser considerado então um “mito” o erro de entendimento de que a simples instalação de equipamentos elétricos “certificados” garante tal segurança em áreas classificadas. É necessária a adoção de uma nova abordagem, sob o ponto de vista do ciclo total de vida das instalações em atmosferas explosivas, considerando a necessidade de certificação prioritária das empresas de serviços “Ex” e das competências pessoais dos executantes e supervisores envolvidos em serviços em áreas classificadas.



*Breno de Assis Oliveira, MSc., é engenheiro eletricista, diretor da Viabile Arquitetura e Engenharia e Vice-Presidente de Comunicação da Abrasip-MG.

Um ensaio sobre a qualidade das instalações elétricas no Brasil



Atuando na área de projetos desde 1999, posso dizer que já vi quase de tudo em matéria de instalações elétricas. Antes que você deixe de ler esse ensaio, isso não tem nada a ver com modéstia – ou a falta dela. Tem a ver com esse pedacinho de chão tão amado e tantas vezes achincalhado que chamamos de nosso país, e a razão é óbvia, um clichê, utilizado todos os dias, e em todas as áreas: vivemos em um país de dimensões continentais, que sofreu uma remodelagem cultural relativamente muito recente. Nossa gente foi obrigada a se “europeizar” da noite para o dia desde o (fatídico?) dia em que Cabral aportou na Bahia. Mas afinal, quem não queria estar na Bahia nesse exato momento? Por isso, não o culpo.

Retornemos às instalações elétricas, pois estamos na revista O Setor Elétrico e não no Canal Escola. Nesses mais de vinte anos pude observar instalações elétricas de Norte a Sul, de Leste a Oeste; pelo menos desde o Estado de Santa Catarina até o extremo norte do Amapá, passando pelas cinco regiões geográficas do Brasil. Sempre me impressionou o fato de tanta gente, essas mais de duas centenas de milhões de pessoas, falarem a mesma língua e se entenderem tão bem, mesmo com expressões tão regionais ou peculiares. Comentarem sobre futebol com a mesma paixão, não importa a camisa que vista. Adorar um boteco e dois dedos de prosa, e sempre ter um comentário elogioso sobre o pão de queijo mineiro. Eu

poderia facilmente dizer que essa nossa riqueza cultural é inigualável, mas me faltam parâmetros de comparação, é só um palpite mesmo. Mas temos outra similaridade que também é de impressionar, embora de forma bem negativa. Sim, estou falando da péssima qualidade de nossas instalações elétricas.

Será culpa de nosso maldito jeitinho? Ou é a aplicação da máxima de que a ignorância é uma benção e nos protege? Não, não protege, mas o grande público não percebe a tragédia a que estamos expostos. Só no ano de 2013 foram 1.015 acidentes envolvendo eletricidade, sendo 592 deles fatais, segundo o Panorama da Situação das Instalações Elétricas Prediais no Brasil, lançado em 2014 e que até o momento é um dos levantamentos mais interessantes sobre o assunto. E para quem pensa que o dado está muito distante e muita coisa mudou desde então, eu digo que concordo: passamos pela derrocada do governo Dilma com a quebra de diversos negócios, que atingiu especialmente a construção civil; por um governo tampão que não teve tempo nem força política para propor as alterações necessárias; por uma eleição que rachou o país entre nós e eles e uma pandemia que ameaça sepultar a economia de vez. Sim, muita coisa mudou e para pior.

Então, se nossas instalações apresentam tão pouca qualidade, a culpa é da engenharia? Vamos por partes.

O mesmo levantamento mostra que, em média, somente 25% dos empreendimentos possuem projetos elétricos – isso quando o empreendimento possui projetos. Em sua grande maioria, a eletricidade é sempre um “mistério” a ser desvendado pelo electricista de confiança, seja lá o que essa entidade signifique. E é aí que a eletricidade nos trai, pois se a lâmpada acendeu e a tomada funcionou, objetivos alcançados. Sabemos muito bem que tais benesses podem indicar somente o início da tragédia.

A verdade é que o Brasil lida com a eletricidade da mesma forma que lidava em 1945. Usa a tabela de cabos plastificada guardada na carteira que recebeu do pai para saber qual disjuntor e qual cabo utilizar até hoje. Faz a conta que qualquer circuito em 127 V alimenta 12 tomadas de 100 W com cabo #2,5 mm² e que para proteger esse circuito basta um disjuntor com corrente nominal de 16 A. Extrapole para os demais circuitos e o “projeto” está pronto, “nem precisei de engenheiro para isso, está vendo”? Sim, ouço isso pelo menos uma vez por mês em minhas andanças, e acredito que muitos de vocês leitores também.

Interruptores diferenciais-residuais, dispositivos protetores contra surtos, dispositivos supervisores de isolamento, entre outros equipamentos essenciais para a correta relação entre as instalações elétricas e seus usuários são, ainda hoje, raros na maioria das instalações. Nos acostumamos a ouvir que a geladeira queimou durante a tempestade, e quando confrontamos nosso interlocutor, explicando que considerando o atual desenvolvimento de tecnologia de proteção das instalações isso não deveria ocorrer, nos deparamos com expressões de incredulidade. Ah, a eletricidade, esse mistério...

É comum vermos as pessoas, inclusive

ossos parentes, normalizarem questões como o cabo que vive esquentando, o disjuntor que de vez em quando desarma e a geladeira que dá choque quando o chão está molhado. Quadros elétricos são verdadeiras arapucas montadas por pessoas muitas vezes bem intencionadas, mas sem a devida capacitação e que mesmo assim se apresentam como especialistas. Engana-se quem pensa que todas essas mazelas que ora aponto se restringem às instalações residenciais de baixa renda: o contratante da casa de luxo sempre conta com o electricista que presta serviços para a família há duas gerações, e a situação no setor industrial é tão ruim quanto, por mais incrível que possa parecer.

Bom, apontar erros é sempre o caminho mais fácil. Então, diante do cenário de péssimas instalações elétricas, o que fazer? O engraçado é que um dos caminhos possíveis para a mudança desse status passa pela expressão de dúvida de muitas pessoas quando digo que sou engenheiro ELETRICISTA. Afinal, o que faz um engenheiro electricista? Sim, a grande maioria da população não sabe, pois associa à engenharia somente a figura do engenheiro civil. E, nesse ponto, a culpa é nossa.

Precisamos divulgar massivamente o que nossa atuação representa em matéria de segurança – e quando digo massivamente, é para as massas e não só para nossos pares. Precisamos estar na TV, nos jornais, nas redes, em canais populares, não só em nossas próprias publicações. Tal ação requer recursos – e aí entra o que eu penso ser uma omissão de nosso conselho – alô Confea, alô Crea(s), aqui precisamos de vocês. Alô ABEE, está aí um ponto a ser muito bem explorado para apresentar e valorizar nossas atividades como engenheiros electricistas e ao mesmo tempo prestar um enorme serviço à sociedade.

Tão grande como o Brasil.

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



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

Tel.: (31) 3317-5150
Rua Titânio, 153, Camargos
Belo Horizonte - Minas Gerais
comercial@exponencialmg.com.br
www.exponencialmg.com.br

Atendimento em todo território nacional

Ação Engenharia ⁶⁹
(11) 3883-6050
www.acaoenge.com.br

Alubar ²³
(91) 3754-7155
comercial.cabos@alubar.net
www.alubar.net.br

Clamper ^{4ª capa, Fascículos e Espaço Aterramento}
(31) 3689-9500
comunicacao@clamper.com.br
www.lojaclamper.com.br

Condumax / Incesa ¹³
0800 701 3701
www.condumax.com.br
www.incesa.com.br

Dutotec ⁵⁶
(11) 98430-7580
www.dutotec.com.br

Eletropoll ¹¹
(47) 3375-6700
vendas@eletropoll.com.br
www.eletropoll.com.br

Embrastec ^{12 e Proteção contra raios}
(16) 3103-2021
embrastec@embrastec.com.br
www.embrastec.com.br

Exponencial ⁷³
(31) 3317-5150
comercial@exponencial.com.br
www.exponencialmg.com.br

Fame ⁴³
0800 704 34 44
www.fame.com.br

Gimi Pogliano ^{2ª capa, 3 E Fascículos}
(11) 4752-9954
www.gimi.com.br

Huawei Solar Brasil ^{9 e Renováveis}
(11) 96489-7365
www.solar.huawei.com.br

Intelli ^{51 e Espaço Aterramento}
(16) 3820-1500
intelli@intelli.com.br
www.grupointelli.com.br

Itaipu Transformadores ⁷
(16) 3263-9400
comercial@itaiputransformadores.com.br
www.itaiputransformadores.com.br

Kanaflex ³⁹
(11) 3779-1670
vendaped@kanaflex.com.br
www.kanaflex.com.br

MaxBar ²⁷
(11) 4308-5075
contato@maxbarramentos.com.br
www.maxbarramentos.com.br

Melfex ⁶⁵
(11) 4072-1933
www.melfex.com.br

Mitsubishi Electric ¹⁹
(11) 4689-3000
www.mitsubishielectric.com.br/ia

Neocable ²⁵
(11) 4891-1226
www.neocable.com.br

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

Plastibras ²⁹
(65) 3667-6201
contato@plastibras.ind.br
www.plastibras.ind.br

Prysmian Group ³³
(15) 3500-0530
vendas@prysmiangroup.com
www.prysmiangroup.com.br

Romagnole ¹⁷
(44) 3233-8500
www.romagnole.com.br

Savan Iluminação ⁴⁹
(48) 98801-1842
vendas@savanimports.com.br
www.savanimports.com.br

Stego ⁴¹
(12) 3632-5070
info@stego.com.br
www.stego.com.br

Trael ⁵⁷
(65) 3611-6500
comercial@trael.com.br
www.trael.com.br

Tramontina Eletrik ³¹
(54) 3461-8200
www.tramontina.com.br

O Setor Elétrico

Vem Aí...

Notícias do Setor
Artigos Técnicos
Opiniões
Informações Atualizadas diariamente

Novo Portal OSE

Em breve mais um lançamento!
Tudo sobre engenharia elétrica em um único lugar.



Revista O Setor Elétrico



@osetoreletrico



Revista O Setor Elétrico



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

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



CLAMPER Solar SB 3E 3S

- Entradas em bornes a mola 6 mm² (as saídas são em bornes a parafuso) com separadores isolantes entre os polos;
- Corrente máxima de 32 A;
- Porta reversível;
- Possibilidade de instalação de lacres.



Quer saber mais?

Acesse o QR Code e fale com os nossos consultores