

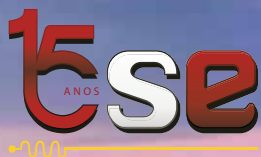


REVISTA

o setor elétrico

ISSN 1983-0912

Ano 16 - Edição 181 / Agosto-Setembro de 2021



TUDO SOBRE MICRORREDES NO BRASIL

- Operação e monitoramento
- Softwares de simulação e roadmap tecnológico
- Eficiência energética

DESAFIOS E TENDÊNCIAS EM MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS MT/AT
SPDA: SOFTWARES PARA DIMENSIONAMENTO DE ATERRAMENTO ELÉTRICO
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ESTAMOS FAZENDO AS PERGUNTAS CERTAS?

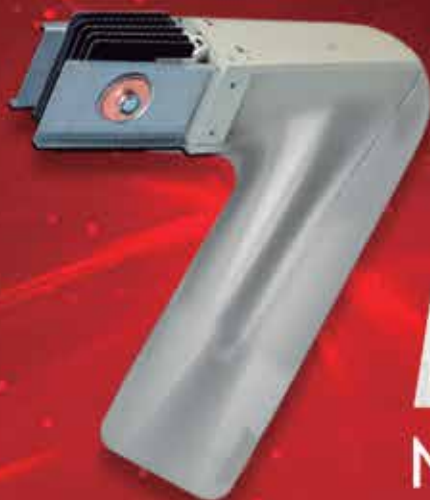
PESQUISA SETORIAL

Guia de empresas de engenharia, manutenção, consultoria e instalação





GIMI POGLIANO BLINDOSBARRA
BARRAMENTOS BLINDADOS

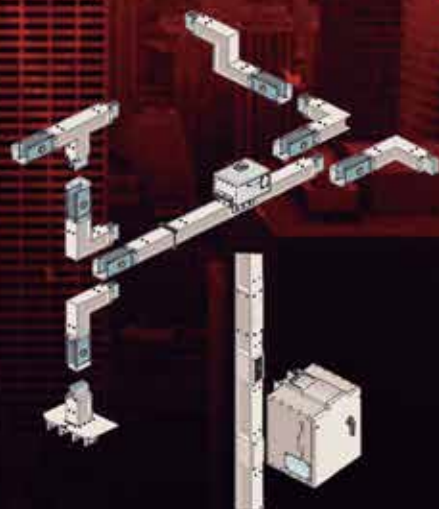


7 ANOS
NO BRASIL 

GIMI e POGLIANO fundam em 2013 a GIMI POGLIANO Blindosbarra, empresa sediada no Brasil, em Suzano/SP, com a finalidade de explorar o mercado sul-americano de eletrificação pré-fabricada e de barramentos blindados. Juntas, são mais de 160 anos de tradição no mercado eletroeletrônico, trazendo o que há de mais moderno no mercado mundial em sistemas elétricos de distribuição de potência.

BARRAMENTO BLINDADO BX-E

- A mais moderna solução em distribuição de energia industrial, comercial e residencial
- Solução compacta
- De 320A a 6300A em Alumínio e cobre, IP-55
- Até 10 vezes mais rápido de instalar em relação à instalação convencional com cabos
- Até 40% mais barato que instalação com cabos de cobre
- Compre com seu cartão BNDES



**HÁ 7 ANOS GARANTINDO AOS NOSSOS CLIENTES
A INOVAÇÃO E TECNOLOGIA EM SISTEMAS ELÉTRICOS
DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA.**

GRUPO GIMI

Fale conosco pelo WhatsApp >

☎ +55 (11) 4752-9900

📞 +55 (11) 96174-4923

✉ vendas@gimipogliano.com.br

www.gimipogliano.com.br



📍 /gpb.barramentos.blindados/

📱 /gimipogliano/

🌐 /company/gimipogliano-blindosbarra/



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 Rançoleta - anamaria@atituedeeditorial.com.br

Direção de arte e produção

Leonardo Piva - atituede@leonardopiva.com.br

Consultor técnico

José Starosta

Colaboradores técnicos da publicação

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

Colaboradores desta edição

Alexandre Schinazi, André Pedretti, Caio Huais, Carlos Moreira Leite, Daniel Bento, Danúsia Ferreira, Eduardo Parente Ribeiro, Elbia Gannoum, Gideon Villar Leandro, Guilherme Chispim, Gustavo Henrique Da Costa Oliveira, James Alexandre Baraniuk, João Américo Vilela Júnior, João da Silva Dias, João Guilherme Cypriano, João Mamede Filho, João Yutaka Ota, Jobson Modena, José Starosta, José Rubens Macedo Jr., Juan Amézquita, Luiz Carlos da Silva, Luciano Rosito, Paulo Edmundo Freire, Roberval Bulgarelli, Rodolfo Quadros, Rodrigo Sawaia, Rogers Demonti, Roman Kuiva, Ronaldo Kascher, Ronaldo Koloszuk.

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: Divulgação Siemens

Impressão - Grafilar

Distribuição - Correios

Atitude Editorial Publicações Técnicas Ltda.

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

Filiada à



35 Suplemento Renováveis

Fascículo Microrredes no Brasil: roadmap tecnológico. E mais: nova legislação deve consolidar crescimento do setor; uma análise sobre porque a energia solar precisa ser acelerada diante da escassez hídrica; dez anos de Elbia Gannoum à frente da Abeeólica.

4 Editorial

6 Coluna do consultor

Escassez hídrica e a eficiência energética.

8 Painel de notícias

A importância de sistemas de combate a incêndio para a confiabilidade da instalação; Mundo instalou 6,1 GW de energia eólica offshore em 2020; Clamper lança programa de fidelidade para profissionais; Blinda retorna ao mercado brasileiro; CBQEE reúne academia, indústria e concessionárias. 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

46 Aula prática

Utilização de softwares para o dimensionamento de aterramento elétrico para SPDA.

52 Guia setorial

Um guia prático de consulta às empresas de engenharia, consultoria, manutenção e instalação elétrica.

58 Espaço Aterramento

A precisão do modelo geoeletrico.

60 Espaço SBQEE

Sobre o Fator de Potência referência no Brasil.

Colunas

- 62 Jobson Modena - Proteção contra raios
- 64 Nunziante Graziano - Quadros e painéis
- 65 Daniel Bento - Redes subterrâneas em foco
- 66 José Starosta - Energia com qualidade
- 67 Luciano Rosito - Iluminação pública
- 68 Roberval Bulgarelli - Instalações Ex

70 Opinião

Eficiência energética: estamos fazendo as perguntas certas?



Microrredes are the new black

Nesta edição, você vai encontrar um grande destaque para as Microrredes, presentes em três fascículos com abordagens distintas. Em um deles, elas estão atreladas à eficiência energética, no outro, elas são apresentadas em um estudo de caso, em uma instalação em uma universidade federal. Por fim, no fascículo que leva o nome de “Microrredes no Brasil”, elas são discutidas sob o ponto de vista tecnológico. Não foi intencional. Os fascículos seguem um planejamento pensado para o ano todo e, quando nos demos conta, lá estavam elas em três fascículos em uma mesma edição. Isso nos leva a intuir que se trata de um tema muito relevante e cada vez mais em voga no setor elétrico, especialmente em tempos de escassez hídrica, como o que vivemos.

Em uma rápida pesquisa em nosso site, www.asetoreletrico.com.br, descobri que a primeira vez que falamos sobre microrrede foi em 2011 e que de lá para cá, ou seja, em dez anos, foram poucos os artigos que trataram exclusivamente do tema. E, de repente, ele aparece em boa parte das páginas desta edição. Entendo que isso se deve, em parte, à mudança de perfil do consumidor nos últimos anos, que se tornaram mais proativos e preocupados com os altos preços das tarifas de energia.

Os novos consumidores estão assumindo o controle do seu fornecimento de energia e a microrrede é uma aliada cada dia mais viável. Trata-se de um sistema integrado que consiste em recursos de energia distribuída e várias cargas elétricas operando como uma rede única e autônoma, atuando em paralelo ou isolada da rede de distribuição convencional. Essa tecnologia permite o uso de energia “verde”, permite o controle total sobre demanda e consumo e reduz os efeitos de interrupções de energia. A entrada de novas tecnologias de armazenamento tende a popularizar ainda mais a utilização desse modelo, que é uma grande tendência e justifica o título deste editorial (“the new black” é um termo em inglês que, grosso modo, significa “estar na moda”).

E por falar em tecnologia, destaco dois outros artigos que merecem a sua leitura. Na abertura da pesquisa setorial deste mês, trazemos um tema muito recorrente e necessário: manutenção de instalações de média tensão e as tendências que os profissionais de O&M precisam estar atentos, como, por exemplo, as mudanças climáticas. Leia para entender.

Outro destaque é o último artigo deste exemplar, que traz à tona outro tema urgente: eficiência energética. As tecnologias capazes de tornar sistemas e instalações mais eficientes existem em abundância, mas muitos líderes e gestores ainda não estão se fazendo as perguntas certas. Um bom diagnóstico energético somado à visão crítica sobre equipamentos e competência profissional pode ser a resposta para muitos problemas.

Boa leitura!

Flávia Lima

flavia@atitudeeditorial.com.br



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

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



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 escassez hídrica levanta a bandeira. A eficiência energética desidrata

Aqueles que acompanham, vivem e sobrevivem com a gangorra dos níveis dos reservatórios nos últimos 30 anos entendem bem o que está acontecendo. Alguma hora teríamos um ponto fora da curva e aí está, chegamos a ele. Uma situação de redução da afluência fora das projeções causa esse alvoroço nos custos de energia elétrica, em infeliz coincidência, acompanhando o aumento dos combustíveis fósseis como o gás, gasolina e diesel. Quando alguma coisa pode dar errada, dará.

A matriz energética brasileira, apesar de ter se tornado mais limpa com geração renovável, pede água. Água para a geração de base, estocável, estável, firme, barata, limpa e confiável. Não temos mais isso e alguns autores defendem que talvez não voltemos a ter. As soluções renováveis não possuem as características desejáveis e os sistemas de armazenamento por baterias se apresentam como ainda distantes e de aplicação restrita.

A Resolução nº 3, de 31 de agosto de 2021 do Diário Oficial da União, instituiu mais uma bandeira que, por falta de cores, ainda mais vermelhas, aparece com terminologia específica na concepção do Decreto nº 8.401, de 4 de fevereiro de 2015, das bandeiras tarifárias.

Agora a nova bandeira tarifária que supera os custos da bandeira vermelha patamar 2 é tratada por “bandeira de escassez hídrica” com custos adicionais de R\$ 142,00/

MWh aplicados nas contas de energia dos consumidores. A tarifa da bandeira vermelha patamar 2, praticada até então em situações críticas era de R\$ 94,90/MWh. A elevação da tarifa da bandeira tarifária foi de 49,63% em relação à situação da bandeira anterior, não significando que esse número represente o aumento real nas contas de energia.

O impacto na conta final dependerá dos custos da energia praticados em função do fornecimento de cada consumidor e seu enquadramento tarifário. Simulações que efetuamos em consumidores comerciais típicos em baixa e média tensão em mercado cativo da ENEL-SP apontam para o aumento da conta por efeito da nova bandeira em relação à tarifa da bandeira verde (tarifa sem incremento) da ordem de 25%. A esse índice deve ser aplicado cumulativamente o reajuste anual, nas tarifas básicas que as distribuidoras têm direito no ACL.

Alguns dias antes à publicação da nova bandeira tarifária, foi publicado o decreto do poder executivo 10.779, de 25 de agosto de 2021, que estabelece medidas para a redução do consumo de energia elétrica no âmbito da administração pública federal com algumas das recomendações básicas e velhas conhecidas sem qualquer menção a programas sérios como aqueles regidos por protocolos de M&V ou pela ISO 50001 que o próprio programa de eficiência energética da Aneel-PROPEE preconiza. Aliás, como

dizia o sempre saudoso amigo Oscar de Lima e Silva, “os programas de eficiência energética são sempre lembrados de forma conjuntural para atenuação de crises e nunca estruturalmente”. Mas dessa vez, amigo, esses programas foram desdenhados e esquecidos, apagar a luz quando não se está no ambiente, tomar banhos mais curtos, desligar o ar-condicionado... mais do mesmo e sem grandes resultados práticos. Tudo isso acontecendo em um ambiente político polarizado, desequilíbrio de interesses entre os três poderes, eleições próximas, notícias de uma imprensa não isenta, e bobagens que somos convidados a ouvir nas redes sociais, onde a busca da verdade nem sempre é conveniente. Pagamos por um modelo estruturado de forma equivocada, atribuindo a políticas de governo o que deveria ser de Estado.

Outras variações sobre o mesmo tema consideram ainda a tramitação do marco legal da GD tendo a geração fotovoltaica como a mais interessada e a definição a ser discutida dos valores a serem remunerados pelos acessantes à rede das distribuidoras para conexão.

Vamos esperar que não somente o nível dos reservatórios aumente, mas também o nível técnico das decisões. Definitivamente pedir ao último que sair que apague a luz não é a nossa expectativa. Que tenhamos dias melhores e mais iluminados!

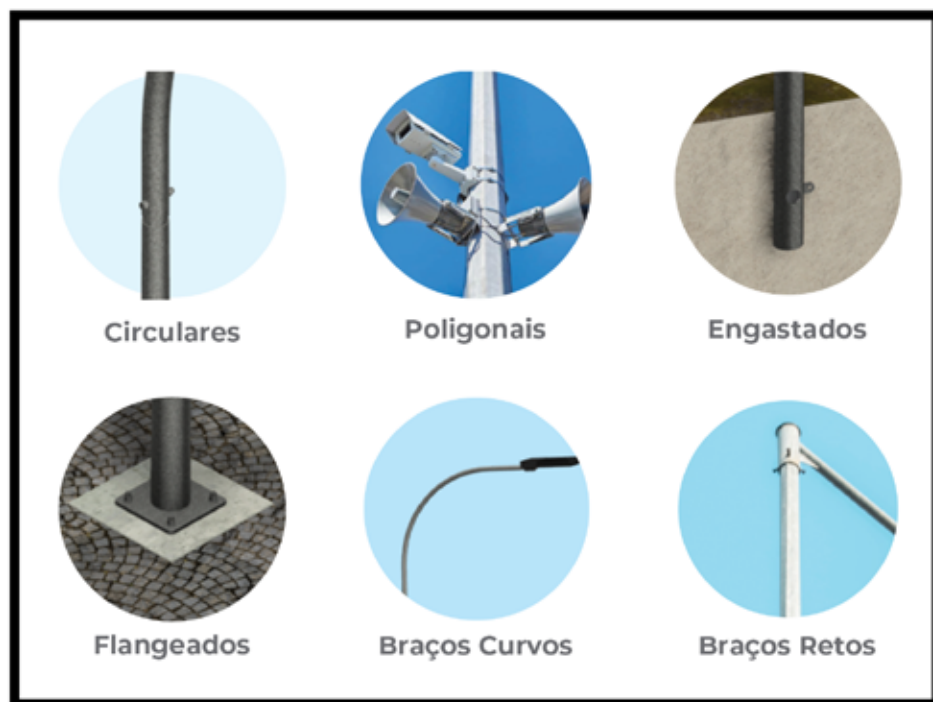


POSTES, BRAÇOS & NÚCLEOS

Para projetos de Iluminação Pública



Com cerca de **15.000m² de área fabril de dedicação exclusiva** ao setor de Iluminação Pública.



Fabricados em colunas únicas de até 12 m de comprimento, a partir de uma única chapa, cortada e dobrada em formato cônico com uma solda longitudinal, **os postes cônicos apresentam melhor estética e resistência mecânica.** O processo de galvanização à fogo da Brametal garante maior durabilidade.

Agilidade na instalação, em função do **dimensional do furo oblongo superior.**



Braços

Um dos principais diferenciais são as tampas removíveis, **que não necessitam de parafusos.**



Suportes

FALE COM UM ESPECIALISTA



Ernesto Ullrich - Gerente Especialista
ernesto.ullrich@brametal.com.br



Embalagem por Componentes



Melhor montagem em campo



Estruturas de peso reduzido

Para conhecer todo nosso portfólio, acesse:
www.brametal.com.br

A importância dos sistemas de combate a incêndio para a confiabilidade das instalações

Um dos grandes desafios dos profissionais de manutenção de grandes subestações é a falta de equipamentos de backup, fundamentais para o funcionamento da instalação, como transformadores. Como se trata de equipamento com alto valor aquisitivo, tê-lo em estoque muitas vezes significa o dispêndio de centenas de milhares de reais, valor que encarece a operação e onera o bolso do consumidor final. Por este motivo e por conta da alta complexidade na substituição de equipamentos de grande porte é que acidentes em subestações envolvendo esses equipamentos costumam provocar grandes perdas financeiras e graves consequências contratuais.

Um exemplo recente de acidente foi a explosão seguida de incêndio que comprometeu três transformadores na mais importante subestação do estado do Amapá, em novembro de 2020, deixando grande parte da população do Estado desabastecida. "Normalmente, as empresas possuem no local reserva de apenas um transformador para fazer reposição. Com vários equipamentos danificados, a logística de substituição é muito mais complexa, por isso, um sistema preventivo de combate a incêndio é tão importante em instalações de alta relevância", explica Dener Icky Sugayama, diretor industrial da MSE Engenharia.

Os aspectos de segurança e confiabilidade em instalações de alta tensão,

especialmente de grande porte, são críticos e devem estar sempre na agenda das áreas de geração, transmissão e distribuição de energia. Assim como falhas de equipamentos e perdas técnicas, a possibilidade de incêndio deve ser considerada, por isso, a importância de sistemas de prevenção e combate a incêndios. Sugayama explica que a presença de sensores de temperatura nos equipamentos pode identificar superaquecimentos e, conectados a uma central de controle, enviar alarmes aos operadores para que, conforme a situação, atuar automaticamente o sistema de supressão e combate a incêndio, resfriando o equipamento e "atacando" no princípio do incêndio. "Este tipo de atuação previne que um incêndio se propague para outros equipamentos e demais instalações de uma subestação, o que leva a necessidade de não apenas substituição do transformador, como também reparo das instalações adjacentes, causando longas interrupções de fornecimento, graves consequências para os usuários e consumidores que dependem da instalação", completa o executivo.

Sugayama conta que as empresas têm se preocupado mais com confiabilidade e investido em sistemas de segurança e combate a incêndio. Ele destaca dois grandes projetos realizados recentemente pela MSE. Um deles, em uma indústria de papel e celulose, em que a empresa foi responsável pela implantação de um sistema



Dener Icky Sugayama, diretor industrial da MSE Engenharia.

de combate a incêndio em transformadores de alta tensão em uma subestação no Paraná. No segundo, o projeto foi realizado em duas subestações de 800 kV, com 8.000 MW de capacidade e 24 transformadores. O trabalho envolveu sistema de nebulização, válvulas de dilúvio com intertravamento duplo, sistema de hidrantes, sistema de detecção e alarme de incêndio por cabos termossensíveis e sistemas de supressão a gás inerte nas salas de relés. Os sistemas foram instalados em subestações nas cidades de Paracambi (RJ) e Xingu (PA).

Os sistemas de prevenção conferem segurança patrimonial e de pessoas, além de garantir maior confiabilidade à instalação, evitando que qualquer princípio de incêndio se alastre e provoque danos complexos e/ou irreparáveis.



Sistema de combate a incêndio em transformadores de 230 kV.



Subestação de 800 kV, 4.000 MW e 12 transformadores.





Na hora de comprar um equipamento "Ex", escolha o legítimo sangue azul, de alma verde e amarela.



Os equipamentos "Ex" de segurança aumentada (Ex e) ou com proteção por invólucro (Ex t), fabricados com exclusividade no **Brasil pela Polar**, são confiáveis, eficientes e seguros porque têm componentes da **Eaton/CEAG** e padrão internacional de qualidade. Possuem procedimentos simples de montagem, manutenção e inspeção de campo, assegurando um elevado nível de conformidade normativa e legal das instalações, em áreas classificadas.

Tudo isso é fruto do **Programa de Transferência de Tecnologia CAP** (*Certified Assembly Partner for Explosion protected products of Eaton*), da Alemanha para o Brasil.

Então, não hesite em fazer sua melhor escolha "**Ex**". Decida-se pelo "sangue azul", de alma verde e amarela da **Polar**.

Certified Assembly Partner
for explosion protected products of

EATON

Powering Business Worldwide



Solicite nosso
catálogo



Certificação INMETRO, IECEx e ATEX

Os equipamentos com tipo de proteção "segurança aumentada" (Ex "e") ou proteção por invólucro (Ex "t"), com invólucros plásticos ou de aço inoxidável, bem como os componentes "à prova de explosão" (Ex "d") em invólucros em plástico, destinados para áreas classificadas, contendo atmosferas explosivas de gases inflamáveis ou poeiras combustíveis (**Zona 1 e 2 / Zona 21 e 22**), em instalações terrestres e marítimas "Ex", são projetados e montados pela **Polar Componentes Brasil**, com componentes da **EATON CEAG**, uma das maiores fabricantes mundiais de equipamentos elétricos, de instrumentação e de automação para atmosferas explosivas.

Polar

vendas@polarb2b.com
www.polarb2b.com

neo cable

Condutores Elétricos



REFERÊNCIA NACIONAL

na produção de
cabos de alumínio

(11) 4891.1226

neocable.com.br

contato@neocable.com.br



Mundo instalou 6,1 GW de energia eólica offshore em 2020



A capacidade instalada de eólica offshore cresceu continuamente em 2020, mas os governos precisarão agir mais decisivamente para melhorar suas políticas a fim de aumentar a presença da fonte no ritmo necessário para ajudar o mundo a cumprir suas metas de emissões de carbono e evitar os piores efeitos do aquecimento global. A avaliação é do Global Offshore Wind Report 2021, publicado pelo Global Wind Energy Council em setembro de 2021.

A indústria eólica offshore global instalou 6,1 GW de capacidade em 2020, ligeiramente abaixo de um recorde de 6,24 GW em 2019, embora a GWEC espere um novo ano recorde em 2021, com o setor eólico offshore da China se apressando para instalar 7,5 GW.

A China liderou o mundo em novas instalações pelo terceiro ano consecutivo com mais de 3 GW de rede eólica offshore conectada em 2020. O crescimento constante na Europa representou a maior parte da nova capacidade restante, liderada pela Holanda, que instalou quase 1,5 GW de nova energia eólica offshore em 2020, seguida pela Bélgica (706 MW).

O relatório prevê que 235 GW de nova capacidade eólica offshore serão instalados na próxima década de acordo com as políticas atuais. Essa capacidade é sete vezes maior

do que o tamanho do mercado atual e é um aumento de 15% em relação às previsões do ano anterior. No entanto, isso é apenas 2% da capacidade eólica offshore que será necessária neste século para evitar o pior dos impactos das mudanças climáticas.

O Global Offshore Wind Report 2021 conclui que o vento tem o maior potencial de crescimento de qualquer tecnologia de energia renovável. Atualmente, 35 GW de capacidade estão instalados globalmente, ajudando o mundo a evitar 62,5 milhões de toneladas de emissões de CO₂ - o equivalente a tirar 20 milhões de carros das estradas - enquanto fornece 700.000 empregos em todo o planeta. No entanto, isto é apenas 0,5% da capacidade global de eletricidade instalada.

Embora alguns países em todo o mundo já tenham implementado metas e estratégias de energia eólica offshore abrangentes, o relatório conclui que, em conjunto, essas metas em todo o mundo representam apenas 560 GW. Com base em cenários publicados pela Agência Internacional de Energia (IEA) e pela Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA), o mundo precisaria de 2.000 GW de capacidade eólica offshore até 2050 para ter uma chance de manter a temperatura global abaixo dos níveis pré-industriais de 1,5 °C.

Blinda retorna ao mercado brasileiro com o Grupo Polar

O Grupo Polar, com operações no Brasil e Reino Unido, adquiriu todo o maquinário e ferramental de produção, assim como os direitos pela propriedade intelectual e uso da marca Blinda. A negociação foi realizada com o Grupo Eaton, controlador da Crouse-Hinds e suas subsidiárias CEAG, Blinda, MEDC, MTL, FHF e outras.

A história da Polar com as marcas é antiga, visto que a empresa já atuava na distribuição desses produtos desde os anos de 1990. "Com a proposta da Eaton de aumentar o nosso escopo de atuação, enxergamos a necessidade de mudar o nosso perfil de distribuidor pleno para um provedor de soluções em engenharia", explica Evandro Esteves, Chief Commercial Officer (CCO) da Polar. A Eaton entendeu que a Polar seria a parceira ideal nesse negócio e, então, em janeiro de 2020 foi feita a transferência do portfólio dos equipamentos de segurança aumentada ETO (Engineered to Order) da CEAG e, paralelamente, aconteciam as negociações para realizar o mesmo

processo com os equipamentos à prova de explosão da marca Blinda.

Os produtos ETO (caixas de junção, botoeiras e painéis) da marca Eaton-CEAG já estão sendo fabricados e comercializados pela Polar, fruto do programa de transferência de tecnologia CAP (Certified Assembly Partner), conduzido pela Eaton-CEAG na Alemanha. O foco agora está na organização da empresa para o relançamento dos equipamentos Blinda, marca já conhecida e respeitada pelo mercado brasileiro, previsto para o início do segundo semestre de 2022. Esteves comenta que a Polar adquiriu todo o maquinário, as patentes e os direitos sobre a marca Blinda. "Seguiremos com a mesma qualidade dos produtos e de atendimento, só que agora com fabricação da Polar", completa.

No Brasil, a Eaton segue comercializando somente os produtos de catálogo da marca CEAG, como luminárias, plugues e tomadas, mas todo o portfólio que envolve engenharia e customização de equipamentos migrou para a Polar, que importa os componentes

diretamente da Alemanha e executa os projetos e montagens localmente.

Esteves conta que esta aquisição está alinhada com o plano de negócios da empresa, aumentando sua presença em mercados onde técnicas de proteção como o Ex 'd' (à prova de explosão) ainda são largamente utilizadas. "Somado ao recente acordo de transferência de tecnologia através do programa CAP, a Polar torna-se um dos fabricantes brasileiros com o maior range de soluções em equipamentos para áreas classificadas no Brasil", afirma.

"Estamos muito motivados. Esta é uma grande oportunidade para crescermos e nos tornarmos players ainda mais relevantes para o mercado nacional. A primeira mudança que a gente já percebe com a mudança no perfil da empresa é que, agora como fabricantes, novas portas começam a ser abertas. Com a Blinda, a partir de 2022, a Polar passa a ter o portfólio mais completo de produtos EX no Brasil e, a partir desse momento, nossa expectativa é que a empresa experimente um crescimento expressivo", avalia o executivo.

Remova as abraçadeiras com segurança usando a ferramenta EVO cut

MADE FOR REAL®

www.hellermannntyton.com.br
11 2136-9090
vendas@hellermannntyton.com.br



O uso de alicate, tesoura ou outras ferramentas de corte pode danificar os cabos.

Mais detalhes pelo QR Code

Seu uso é recomendado em aplicações em que fios e chicotes possuem alto valor agregado.

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



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

(31) 3317-5150

Rua Titânio 153 - Camargos - BH/MG
vendas@exponencialmg.com.br

 **exponencialmg**

www.exponencialmg.com.br

Produtor Homologados **CEMIG**

Compre com seu cartão
BNDES

XIV CBQEE: academia, indústria e concessionárias juntas pela qualidade da energia elétrica



O setor elétrico brasileiro ainda é carente de discussões sobre perdas em qualidade de energia elétrica. Esta é a percepção do novo presidente da Sociedade Brasileira de Qualidade de Energia Elétrica (SBQEE), José Starosta, que assume a gestão pelos próximos dois anos. Segundo ele, as empresas possuem processos produtivos fortemente dependentes da qualidade da energia elétrica. "Quanto mais automatizadas, maior essa dependência. Aquelas que conseguiram quantificar suas perdas investem maciçamente em suas infraestruturas para se tornarem menos vulneráveis aos fenômenos e aumentarem suas produtividades", afirma.

Esta foi uma das inúmeras discussões que estiveram presentes durante a XIV Conferência Brasileira de Qualidade da Energia Elétrica (CBQEE), realizada entre os dias 20 de agosto e 1º de setembro, de forma virtual. Organizada pela SBQEE, a conferência reuniu mais de 300 pessoas inscritas de diversos setores da economia, como academia, indústria, governo e concessionárias de energia. "A

programação da XIV CBQEE apresentou amplas oportunidades de aprendizagem e reflexão crítica sobre diversos temas de relevância técnica, econômica, regulatória, social e ambiental ao nosso país", avaliou o presidente da SBQEE em exercício durante o evento, o professor Benedito Donizeti Bonatto.

A CBQEE democratizou as discussões de amplo interesse em 4 sessões plenárias, 2 palestras técnicas de patrocinadores e 24 sessões técnicas com a apresentação de 170 artigos técnico-científicos, desenvolvidos por 503 autores, avaliados e aprovados por revisores qualificados, e abrangendo 20 áreas temáticas que impactam a qualidade da energia elétrica, como regulação, transição energética, compensação reativa, conexões de renováveis e estudos de casos nas mais variadas situações. Destaque para o minicurso sobre distorções harmônicas, que antecedeu a abertura do evento, ministrado pelo professor José Rubens Macedo Jr., especialista em qualidade de energia.

O evento contou com um ambiente virtual que simula um congresso real, com

centro de convenções, auditório, salas menores para as sessões técnicas, hall de expositores, lounge para interações e estandes virtuais para networking e apresentação de soluções.

A nova diretoria da Sociedade, capitaneada por José Starosta, tem pela frente alguns desafios, como definir onde será a próxima edição do evento, em 2023, formatar eventos e encontros para os próximos dois anos e conquistar associados para tornar a Sociedade ainda mais forte. As cidades de São Luís (MA), Vitória (ES) e Foz do Iguaçu (PR) disputam a sede da próxima edição da CBQEE.

Desafios da qualidade de energia

A qualidade da energia elétrica é fundamental para a perfeita operação dos sistemas elétricos. "A percepção do fenômeno vai desde ficar preso em um elevador, ou não ter seu cartão de crédito aceito em pontos de venda, ou um exame de imagem incompleto em um hospital", exemplifica Starosta. Segundo ele, as perdas por conta da qualidade da energia podem chegar a valores superiores a 10 bilhões de dólares.

Pensando nisso, são muitos os desafios para o país, como superar perda de produção dos consumidores de energia (indústrias, hospitais, prédios comerciais), reduzir as perdas elétricas dos processos de geração, transmissão e distribuição (GTD), promovendo mais eficiência energética. "As soluções passam por educação nas universidades formando pessoal que entrará no mercado pronto para os desafios e pelo entendimento de que a energia é um insumo do processo e como tal deve medir a qualidade e não só o consumo para então definir a estratégia junto a bons profissionais de mercado amparados por distribuidoras atentas, laboratórios e centros de pesquisa que produzam conhecimento aplicado", avalia José Starosta.

Bonatto acrescenta que o mundo está vivendo uma transformação científica, tecnológica, ambiental, política, econômica e social, com impactos em todas as áreas do conhecimento humano. "A interdependência entre os sistemas requer abordagens mais holísticas, integradoras de diferentes agentes do mercado, da academia, da indústria e do governo na busca de soluções otimizadas. Na interface entre os agentes do novo mercado elétrico, novos desafios tecnológicos (grid edge technologies) requerem soluções inovadoras e sustentáveis e envolvimento de todos os agentes, incluindo os prosumidores, consumidores, investidores e reguladores", comenta.

Para Bonatto, a integração de fontes de energia renováveis no sistema elétrico, em diversos níveis e capacidades, tem impactos relevantes que não podem ser negligenciados. "Como a natureza das fontes primárias são intermitentes, por filosofia, deveriam ser conectadas conjuntamente a sistemas de armazenamento, proporcionando adequada regulação, sem transferir ônus e privatizar bônus, já que a questão da qualidade da energia elétrica deve ter sempre uma visão condominial. Políticas públicas e privadas segundo esta filosofia trariam resultados sustentáveis à economia do país", conclui. Os anais da XIV CBQEE podem ser acessados neste link: <https://proceedings.science/cbqee-2021>



SUA PRODUÇÃO NÃO PODE PARAR

Conheça nossos dispositivos que promovem soluções inteligentes em supervisão e proteção elétrica para sua indústria



DISPOSITIVO SUPERVISOR DE CORRENTE RESIDUAL (RSCR)

Monitora a corrente residual do sistema, sendo possível identificar fugas de corrente tipo B (contínua), possui dois níveis de alarme, informa em tempo real o valor da fuga e todas as informações podem ser enviadas para o supervisor.

Aplicações:

Centro de controle de motores, quadros de automação, no-breaks, ar condicionados, motores, bombas, geradores e cargas eletrotérmicas.

Vantagens:

- Valor da corrente de fuga em tempo real;
- Dois níveis de alarme, possibilitando uma ação preventiva, antes que a falha se torne crítica;
- Informação da distorção harmônica da falha, permitindo melhor entendimento do problema;
- Flexibilidade nos ajustes de pré-alarme e de alarme, possibilitando proteção de acordo com a real necessidade da carga;
- Comunicação com supervisor, permitindo que a engenharia tenha a informação, de forma instantânea, do local e da criticidade da falha.

DISPOSITIVO SUPERVISOR DE ISOLAMENTO OFF-LINE (DSI OFF-LINE)

Monitora a isolamento de cargas fundamentais que ficam a maior parte do tempo desenergizadas e precisam estar disponíveis quando solicitadas. Informa a isolamento em Ohms, possui dois níveis de alarme, protocolo de comunicação aberto e todas as informações podem ser enviadas para o supervisor.

Aplicações:

Grupo gerador, motores e bombas de incêndio.

Vantagens:

- Monitoramento contínuo, utilizando método ativo de medição;
- Dois níveis de alarme, possibilitando uma ação preventiva, antes que a falha se torne crítica;
- Comunicação com supervisor, permitindo que a engenharia tenha a informação, de forma instantânea, do local e da criticidade da falha;
- Redução de custos operacionais e de manutenção;



38
ANOS



f i n rdibender

www.rdibender.com.br

contato@redibender.com.br

+55 11 3602 6260

Clamper lança programa de fidelidade para profissionais

Com o objetivo de fidelizar e estreitar o relacionamento com profissionais do setor elétrico, a Clamper acaba de lançar o programa de fidelidade SOU + CLAMPER.

O programa tem o objetivo de oferecer vantagens e benefícios para quem usa e recomenda os produtos da marca. Para fazer parte do programa de fidelidade, basta fazer o download do App SOU+CLAMPER e começar a acumular pontos. Para pontuar, é preciso adquirir produtos Clamper e cadastrar a nota fiscal. A cada R\$ 1 em compras o usuário recebe 1 ponto. O usuário também pontua ao: baixar o aplicativo; indicar amigos; completar o cadastro; participar de cursos e treinamento; responder perguntas e enquetes. Os pontos são acumulados e poderão ser trocados por produtos da marca.

"Idealizamos o SOU+CLAMPER para ser um programa de fidelidade que vá além de um programa de pontos. A ideia principal do programa é gerar valor aos profissionais da área através do desenvolvimento, aprimoramento e qualificação profissional", comenta Luciana Salomão, Gerente de Marketing da Clamper, que adianta que está



ampliando as parcerias com outras empresas para que a oferta de cursos, treinamentos e eventos exclusivos seja disponibilizada para os usuários por meio do aplicativo.

O programa de fidelidade possui três categorias de usuários: parceiro, consultor e especialista. À medida que o usuário for adquirindo novos conhecimentos, ele vai mudando de categoria. Ao chegar na modalidade Especialista, o profissional

tem a chance de se tornar um Especialista Recomendado Clamper. "Com isso o nosso cliente final terá acesso a uma lista de indicações de profissionais altamente qualificados e preparados para atender suas demandas nos mais diversos projetos elétricos, seja para manutenção, instalação, reparos ou assistência técnica", explica Luciana.

A expectativa da empresa é alcançar já no primeiro ano mais de 20 mil participantes.

Sistemas de Iluminação de Alta Eficiência Savan Iluminação

LINHA HIGH BAY
150lm/W IP65 IK10



LINHA HERMÉTICA
110lm/W IP65



LINHA PÚBLICA
130lm/W IP66 IK09



ENTRE EM CONTATO

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

+55 (47) 3011 1064

+55 (48) 98801 1842

@savan.imports





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 VI – A importância das especificações técnicas nos projetos de subestações

Autor: João Mamede Filho

- Projeto conceitual
- Projeto básico
- Projeto executivo

22 **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, conheça:

Capítulo VI – Desenvolvimento de microrredes com energia renovável

Autores: Gustavo Henrique Da Costa Oliveira, João Américo Vilela Júnior, James Alexandre Baraniuk, Eduardo Parente Ribeiro, Roman Kuiava, Gideon Villar Leandro, Rogers Demonti, João da Silva Dias e André Pedretti

- Dispositivos energéticos renováveis
- Operação e monitoramento
- Dados meteorológicos

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 VI – Eficiência energética e as microrredes

Autores: Rodolfo Quadros, Luiz Carlos da Silva, Juan Amézquita, Danúsia Ferreira, João Yutaka Ota e João Guilherme Cypriano

- Aspectos tecnológicos
- Técnicas de controle em sistema centralizado versus descentralizado
- Oportunidades e desafios

Capítulo VI

A importância das especificações técnicas nos projetos de subestações

INTRODUÇÃO

As especificações técnicas dos materiais e equipamentos de uma subestação de alta tensão constituem uma tarefa bastante complexa por envolver grande quantidade de normas técnicas nacionais, internacionais e da concessionária onde será implantado o empreendimento.

As normas a que nos referimos anteriormente não se limitam àquelas específicas da área de eletricidade, mas muitas normas de outras áreas da engenharia, por exemplo, as especificações da área de engenharia mecânica. Isso ocorre porque os equipamentos elétricos são construídos dentro de vasos metálicos, tais como transformadores, disjuntores, transformadores de medida etc. que necessitam da especificação das chapas, proteção anticorrosiva, limpeza dos metais, zincagem dos elementos ferrosos, pintura de base etc.

As especificações técnicas, no geral, não devem definir as dimensões e os volumes dos equipamentos, definir seções dos fios e barras utilizados no interior dos equipamentos, tipos de conectores e soldas utilizados nas conexões internas e outras particularidades semelhantes, cujo dimensionamento e aplicação fazem parte do desenvolvimento do projeto do equipamento pelo fabricante e que é de sua responsabilidade.

As especificações técnicas precisam focar nos parâmetros elétricos que devem ser respeitados no projeto do equipamento, pois os fabricantes possuem as suas tecnologias de fabricação próprias, seus padrões de dimensões de cubículos e armários metálicos e assim por diante.

Outro termo muito utilizado antigamente e ainda presente

em algumas especificações é a citação de dados técnicos de um determinado fabricante, citando o seu nome e o modelo do equipamento que atende as necessidades do projeto e acrescentar o termo “e similares”. É um termo muito genérico para ser utilizado numa especificação técnica que deve ser clara em tudo que definido.

PROJETO CONCEITUAL

Os projetos de subestações de alta tensão, em geral, passam por diferentes etapas até chegar ao canteiro de obra. Inicialmente, o interessado pelo empreendimento, que aqui chamaremos de “cliente”, procura uma empresa de projeto chamada aqui de projetista e solicita da mesma um pré-projeto, normalmente conhecido como “Projeto Conceitual”. Esse tipo de projeto define as diretrizes que devem ser seguidas para o pleno êxito das etapas que se seguem. No projeto conceitual define-se o arranjo da subestação com base na sua importância quanto à confiabilidade e continuidade do serviço. Esse primeiro passo deve ser muito bem avaliado, pois ele atinge diretamente o valor do investimento.

Suponhamos uma subestação de 138 kV, que não faz parte da Rede Básica, que atenda a um empreendimento onde uma interrupção no fornecimento de energia não resulta em danos à população e nem coloca em risco a vida das pessoas. Somente há perdas financeiras por parada da produção. Claro que isto pode impactar financeiramente os proprietários do empreendimento, mas o impacto poderia, por exemplo, ser minimizado com o alongamento do turno de trabalho por um breve período de tempo.

Nessa avaliação a projetista juntamente com o interessado

do empreendimento pode definir o arranjo da subestação adotando um barramento duplo, 1 disjuntor a quatro chaves, configuração essa que permite recursos operacionais de manobra a depender do local do defeito, em geral defeitos monopulares. Após a manobra de algumas chaves e disjuntores a subestação retornaria à sua operação num curto espaço de tempo e assim permaneceria até que num tempo apropriado fosse desligada para reparo do defeito. Deve-se levar em conta que muitos desses reparos poderiam ser solucionados utilizando técnicas de linha viva evitando o desligamento da subestação e consequentemente perda de produção.

Em contraponto, a projetista poderia adotar um barramento simples explicando ao cliente os pontos favoráveis e desfavoráveis dessa solução, ao mesmo tempo informando a diferença de investimento inicial entre as duas soluções. Duas subestações com mesma capacidade nominal de transformação, mas com dois arranjos diferentes, conforme definimos anteriormente, poderiam apresentar uma diferença de investimento superior até uma vez e meia ou mais quando comparadas as duas soluções.

O projeto conceitual tem uma importância fundamental no custo total da obra. Também o projeto pode ser utilizado como parte da documentação para a obtenção de licença preliminar dos

órgãos do meio ambiente e também como parte da documentação para a obtenção junto à concessionária do documento denominado de AVT – Avaliação de Viabilidade Técnica, sem o qual o projeto como um todo poderia tornar-se extremamente caro devido a não existência de condições técnicas adequadas da rede elétrica da concessionária para alimentação da subestação, demandando então vultosos investimentos na construção de alimentadores ou na implantação de nova subestação da concessionária.

PROJETO BÁSICO

Se o cliente conseguiu toda a documentação necessária para o prosseguimento do projeto, então entraríamos numa segunda fase denominada de Projeto Básico. Esse projeto tem como objetivo fornecer ao cliente a condição de o mesmo fazer o chamamento no mercado das empresas construtoras e/ou montadoras de subestações para apresentarem propostas visando a construção e montagem da subestação. Assim, todos entrarão no certame no mesmo pé de igualdade. Isso normalmente ocorre quando o cliente faz parte da administração pública segundo a Lei 8666/93 que obriga a realização de licitação seguindo um rito processual bastante conhecido pelas empresas privadas.

TRANSFORMADORES DE FORÇA

A confiabilidade da tecnologia Romagnole, aliada a mão de obra capacitada de seus colaboradores, garante um posicionamento de destaque no mercado de transformadores de força na América Latina.

Transformador trifásico de força com enchimento integral



Transformadores com potências entre 500 kVA até 8 MVA, nas classes de 15, 24,2 e 36,2 kV

CONHEÇA NOSSAS LINHAS DE TRANSFORMADORES DE FORÇA PARA APLICAÇÕES EM SUBESTAÇÕES INDUSTRIAIS, DE CONCESSIONÁRIAS E USINAS RENOVÁVEIS.

Instalações elétricas de média e alta tensão

Poderíamos definir o Projeto Básico como sendo aquele que começa com o projeto conceitual e termina no limite do início do Projeto Executivo. Há muitas queixas no noticiário sobre determinadas obras sofrerem reajustes incompatíveis com o valor licitado. Se há lisura no processo, com certeza, os reajustes considerados inadequados são decorrentes de projetos básicos mal formulados obrigando as correções necessárias dos mesmos, nesse ponto, já na fase do projeto executivo. Um projeto básico bem feito com especificações técnicas claras de todos os materiais e equipamentos e um Caderno de Encargos também robusto que permite uma fiscalização da obra em detalhes, tem custos apurados muito próximos ao valor real que somente pode ser avaliado com precisão após a conclusão do projeto executivo.

Por exemplo, no projeto básico não há como definir o projeto arquitetônico e nem estrutural das bases dos transformadores, pois os dimensionais e peso dos mesmos somente serão conhecidos quando o fabricante liberar a documentação do equipamento a ser construído. E isso somente ocorre quando o cliente fecha o contrato de fornecimento dos transformadores com o fabricante. Então a projetista, que no projeto básico adotou uma base retirada dos seus arquivos digitais de um transformador similar, pode agora elaborar o projeto arquitetônico e desenvolver o cálculo estrutural das bases. O mesmo ocorre com a casa de comando e controle, pois no projeto básico não se sabe quais as dimensões e peso dos cubículos e painéis de proteção e controle, pois esses dados são fundamentais para a realização do projeto executivo. Esses dados somente serão conhecidos quando o fornecedor desses equipamentos receberem a ordem de compra do cliente e definir as suas dimensões e pesos. O mesmo ocorre com as bases dos demais equipamentos, porém com menor impacto na diferença entre o projeto básico e o projeto executivo. Essas diferenças de volumes de concreto entre o projeto básico e executivo normalmente é muito pequeno desde que a projetista adote no projeto básico as dimensões das bases e da casa de comando e controle mais próximas possíveis do que será no projeto executivo.

O projeto básico é a etapa na qual se elaboram as especificações técnicas dos materiais e equipamentos, até porque é a partir delas, acompanhado das plantas que os proponentes deverão se guiar, que os fornecedores elaboram as suas propostas e disputam licitamente o certame, já que todos estão consultando o mesmo projeto para realizar as suas ofertas ao cliente.

Podemos afirmar que os equipamentos e materiais consomem cerca de 75% ou mais do investimento empregado numa subestação de alta tensão. Aí entra o peso de uma correta e bem elaborada especificação técnica desses materiais e equipamentos.

Como já afirmamos no início deste artigo, elaborar especificações técnicas de materiais e equipamentos não é

uma tarefa fácil de realizar. Especificar não é somente indicar as características técnicas detalhadas desses materiais e equipamentos. Muitas outras informações devem fazer parte da especificação técnica.

Começamos por estabelecer prazos para o envio dos desenhos dos fornecedores desses equipamentos que devem ser analisados pelo cliente antes de liberá-los para a fabricação.

Nesse momento entra em ação uma empresa, normalmente uma projetista, denominada de engenharia do proprietário selecionada pelo cliente para representá-lo nas questões técnicas do projeto que está prestes a entrar no canteiro de obras. A engenharia do proprietário tem a incumbência de analisar a documentação técnica dos diversos fornecedores, compará-las com as especificações do projeto e emitir um parecer liberando o equipamento para fabricação, no prazo também estabelecido nas especificações técnicas originais, ou aprovando a documentação do fornecedor com alterações que devem ser respeitadas pelo fabricante dentro dos limites da especificação técnica com base na qual foi elaborada a sua proposta. Também, a engenharia da proprietária poderá desaprovar os desenhos enviados pelo fornecedor por falta de dados técnicos e detalhes construtivos fundamentais para a execução da instalação daquele equipamento no pátio da subestação.

Se esses prazos de análise e reanálise não forem respeitados pela engenharia do proprietário e/ou pelo fabricante pode ocorrer atraso na execução da obra, por atraso na entrega dos equipamentos e/ou materiais, o que resultará em perdas econômicas e financeiras para o cliente.

Outro ponto de importância são as definições dos ensaios a que devem ser submetidos os materiais e equipamentos. Como se sabe, há três diferentes tipos de ensaios normatizados que devem ser aplicados nos equipamentos. O primeiro é o ensaio de tipo que tem como objetivo verificar se o equipamento é capaz de funcionar satisfatoriamente nas condições especificadas e definidas em sua norma específica de requisitos. Nos equipamentos que são fabricados em série e comercializados pelo fabricante, também conhecido como “equipamento de prateleira”, o fabricante realiza os ensaios de tipo em laboratório de reconhecimento técnico comprovado, citando aqui o Cepel - Centro de Pesquisa de Energia Elétrica. Ao final dos ensaios o laboratório fornece um relatório completo sobre o desempenho do equipamento em cada um dos ensaios aplicados. É um ensaio que tem um custo expressivo. Mas o fabricante ao fornecer o seu equipamento dá segurança ao cliente que está adquirindo um produto de qualidade. Nesse caso a projetista informa na especificação técnica do equipamento a ser adquirido que dispensa os ensaios de tipo para os fornecedores/fabricantes que apresentarem cópias desses ensaios. Caso contrário, o fornecedor deve realizar os ensaios assumindo os

custos decorrentes.

Normalmente, o ensaio de tipo é realizado em uma ou mais unidades fabricadas segundo o mesmo projeto e que deve se comportar dentro dos limites previstos pelas normas nacionais da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas ou na falta delas pelas normas internacionais tais como a IEC - International Electrotechnical Commission; NEMA – National Electrical Manufacturers Association; ANSI – American National Standards Institute e a ASTM – American Society for Testing and Materials.

Também devem-se exigir os ensaios de rotina que são realizados ao longo do processo de fabricação do equipamento e servem para avaliar a qualidade da mão de obra e dos materiais empregados na manufatura do(s) equipamento(s) a ser(em) fornecido(s). A projetista deve explicitar que esses ensaios devam ser realizados às custas do fornecedor e com a presença do inspetor do cliente. Isso tem custo. Como alternativa pode-se exigir que esses ensaios sejam realizados sem a presença do inspetor, mas que devam ser apresentados os documentos de comprovação que os mesmos foram realizados, quando o inspetor do cliente for acompanhar a realização dos ensaios de recebimento.

Algumas vezes o cliente dispensa a realização dos ensaios de recebimento em detrimento da especificação técnica para ganhar tempo na conclusão da obra com entrega rápida do equipamento. Isso pode ser inadequado, pois muitas vezes nos ensaios de recebimento são encontradas pequenas deficiências de fabricação, que serão manifestadas após algum tempo de uso comprometendo aí a produção, no caso de empreendimentos industriais, ou nos empreendimentos de geração, cuja energia deixa de ser vendida causando prejuízos ao cliente. Em alguns casos, o transformador deve ser transportado para a fábrica a fim de reparar o defeito.

O transformador é o equipamento que mais exige do profissional responsável pela elaboração das especificações técnicas. Transformadores de dois ou mais fabricantes podem ter o mesmo grau de qualidade técnica, mas podem causar impactos econômicos significativos para o cliente se a escolha ocorrer somente pela proposta de menor preço, mesmo que os equipamentos ofertados pelos diferentes fabricantes tenham qualidade técnica incontestável e que satisfaçam a todas as exigências da especificação técnica. Essa diferença geralmente aparece no item perdas.

Nem sempre o transformador cujo preço seja o mais atrativo é o melhor para ser adquirido. Assim, na elaboração da especificação técnica do transformador deve-se explicitar com detalhes o processo que será utilizado na análise das perdas, considerando a operação do transformador ao longo dos seus próximos 30 anos ou outro valor. Para que as propostas sejam formuladas numa mesma base, na especificação técnica deve constar o processo da análise econômica que será adotado para determinar o custo

operacional do transformador a longo prazo. Nesse caso, deve-se informar na especificação técnica o tempo de amortização do investimento, a taxa de juro a ser empregada, o número de horas durante o ano em que o transformador permanecerá energizado, estimado normalmente em 8.760 horas, os preços das tarifas de energia e demanda que serão considerados. O resultado econômico da análise de cada proposta deve ser apresentado com o preço atualizado que represente o preço do transformador computados os 30 anos de operação. Em muitos casos esse item define o fornecedor do equipamento

Um dado fundamental, entre outros, para definir os dados técnicos que devem constar na especificação de determinados equipamentos e materiais é o resultado do cálculo das correntes de curto-circuito trifásica de monofásicas nos barramentos de tensão superior e inferior da subestação, por exemplo, 230 kV - 69 kV. Os disjuntores, por exemplo, devem ser especificados para suportar as correntes de curtos-circuitos mais severas que podem ocorrer na subestação considerando pelo menos cerca de 10 anos adiante. Isso é traduzido na especificação da capacidade de ruptura da corrente de defeito, na corrente térmica de curto-circuito e na corrente dinâmica de curto-circuito e que são fatores cruciais para o desempenho funcional e de suportabilidade mecânica do equipamento.

Os mesmos valores de corrente de defeito devem ser utilizados para a especificação das chaves seccionadoras com ou sem lâmina de terra. Também os mesmos dados devem ser utilizados para a especificação dos transformadores de corrente.

Para os cabos de alta e média tensão deve ser definida na especificação técnica, entre outros valores, a seção da blindagem metálica que deverá suportar as correntes de curto-circuito monopulares. Se não for estabelecido na especificação o valor da seção da blindagem metálica o fornecedor entregará o cabo de acordo com a norma brasileira, ou seja, uma seção mínima de 6 mm² que pode ser, na maioria dos casos, insuficiente para suportar a corrente de defeito monopolar, danificando todo o percurso do cabo por onde flui essa corrente. Tenho conhecimento desse fato ocorrido em um projeto de parque eólico em cuja rede coletora foram empregados cabos isolados de 34,5 kV. Vários quilômetros de cabos foram danificados em decorrência de um defeito à terra em que a blindagem metálica foi superaquecida devido à elevada corrente de curto-circuito incompatível com a sua seção da blindagem metálica.

Ainda no caso da especificação técnica dos cabos isolados de média tensão, o valor da blindagem metálica deve ser definido por meio de um pequeno estudo de alternativa entre utilizar blindagens metálicas de pequenas seções com a utilização de resistores de aterramento ou blindagens metálicas de maior seção, dispensando o resistor de aterramento. Para curtos-circuitos



monopolares de valor muito elevado pode ser economicamente vantajoso especificar um resistor de aterramento que permita uma corrente de defeito à terra no valor que se pode definir a seção da blindagem do cabo entre 12 a 15 mm². Seções de blindagem metálica muito pequenas, como as de 6 mm², me parecem frágeis.

A especificação técnica deve estabelecer as condições da embalagem, transporte e local de entrega do equipamento após a aprovação e liberação dos ensaios de recebimento. É importante solicitar que a embalagem deve ser adequada ao armazenamento não abrigado, às operações de carga e descarga, bem como suportar pelo menos um volume sobre o outro, exceto para equipamentos muito pesados, por exemplo, os transformadores de potência de média e alta tensão. Isso se justifica pelo simples fato de que normalmente não existe no canteiro de obras um barracão que possa armazenar adequadamente os equipamentos embalados. Em geral ficam armazenadas ao tempo. No transporte pode ser necessário empilhar as embalagens para otimizar os espaços nas carretas ou nos navios, quando o transporte for marítimo. Essas informações devem ser exigidas para a maioria dos equipamentos, tais como isoladores, chaves, transformadores de medida etc. Os grandes transformadores devem ter embalagem específica, pois normalmente são transportados sem as buchas, tanque de expansão e óleo. Também é recomendável exigir que o transformador deva ser entregue na base na condição de operação. Isso tem um custo, mas o cliente ganha na segurança.

Também na especificação técnica deve ser estabelecido que o fornecedor/fabricante declare na sua proposta um tempo mínimo de garantia de 24 (vinte e quatro) meses a contar da data de entrega das unidades fornecidas, quando o equipamento está armazenado durante esse período no almoxarifado do cliente, ou 18 (dezoito) meses após a sua entrada em operação. O tempo de garantia não é somado. São duas condições alternativas.

Finalmente, as condições de multa devem ficar claras para o caso de ocorrer atraso no fornecimento do equipamento ou material por culpa somente do fornecedor. Em geral a multa fica restrita a 0,1% (um décimo por cento) do valor do equipamento por cada dia de atraso, com limite máximo de 10% (dez por cento). Cada dia de atraso passa a contar como tempo negativo para efeito de reajuste.

As especificações técnicas devem atender a todos os requisitos das normas técnicas vigentes publicadas pela ABNT e pelas normas internacionais já citadas anteriormente. Também devem atender às normas da concessionária local em cujo sistema elétrico deve ser conectada a subestação. Normalmente, essas normas estão alinhadas com as normas oficiais.

Como normalmente as subestações têm um razoável armazenamento de óleo inflamável no tanque dos transformadores

de potência, a projetista deve ter conhecimento das normas do Corpo de Bombeiros e realizar o projeto de incêndio de acordo com as mesmas, já que o projeto será analisado por esse órgão. O projeto da subestação deve ser concebido com os acessos do pátio de manobra e arruamento adequados para fornecer um ou mais caminhos de fuga considerando o incêndio de cada um dos transformadores de potência. Cada corporação estadual do Corpo de Bombeiros possui normas próprias, porém muitas delas fundamentadas na Instrução Técnica N° 037/2019 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

PROJETO EXECUTIVO

Como se pode observar pelo conteúdo anterior, o projeto executivo pode ser iniciado considerando as etapas que independem dos dimensionais e peso dos equipamentos. Mas antes disso há muito trabalho a ser executado: topografia do terreno, que possibilita o projeto de terraplenagem da subestação, a medição de resistividade do solo, sondagem do solo, projeto de drenagem do solo etc.

Como o projeto executivo somente pode ser concluído quando todos os dados dos equipamentos e materiais que serão utilizados forem fornecidos à projetista pelos diversos fornecedores isso implica que o projeto executivo continue em andamento por um bom período de tempo concomitantemente com o desenvolvimento da obra. Ademais, pode surgir a necessidade de adequações em alguns projetos por vários e diferentes motivos, desde a aquisição de um equipamento de outro fornecedor por descumprimento de prazo ou da falta de qualidade técnica do primeiro fornecedor até a locação errada dos pórticos no pátio (isso é verdade, já presenciei esse fato).

É normal que a projetista acompanhe o desenrolar da obra até depois da sua conclusão, pois o último serviço a ser realizado pela projetista é o “as built” que significa, “como construído”, momento em que a construtora/montadora fornece as alterações realizadas ao longo do desenvolvimento da obra sempre após o acordo da engenharia do proprietário e da projetista, que nesse caso realiza o reprojeto e envia para o canteiro de obra. Todas as alterações de projeto/obra devem constar no projeto final que será entregue ao cliente que deve guardar nos seus arquivos para utilização em futuras ampliações.

**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).*



Soluções em Energia

DESDE 1971



NEW PICCOLO é um conjunto de manobra e comando em invólucro metálico, com unidade normalizada de média tensão para distribuição elétrica pública, privada e industrial, classe 17,5kV/16kA.

CONHEÇA O **NEW PICCOLO!** **EQUIPAMENTO 100% NACIONAL.**

- Estrutura auto suportável em chapa de aço carbono pré zincado de 1.95 mm, para fixação pela base através de chumbadores;
- Partes Externas em chapa de 1.95mm;
- Sistema de aterramento completo dos cubículos;
- Grades de proteção executada em chapa de aço pré-pintada 1.95mm laranja RAL-2003 (quando solicitado);
- Toda a chaparia é pré zincada 275g/m² conforme NBR7008ZC;
- Portas e fechamentos frontais em chapa de aço carbono pré zincado 100g/m² e pré-pintados na cor Munsell N6.5;
- Barramentos em cobre eletrolítico dimensionados conforme NBR-IEC-62271-200 com acabamento natural e identificados com fita colorida;
- Isoladores em epóxy garantindo resistência aos esforços mecânicos oriundos de correntes de defeito em toda a extensão dos barramentos;
- Dispositivos para lacre dispostos conforme normas das concessionárias;
- Grau de proteção: IP-4X - uso abrigado e IP-54 - uso ao tempo.

**A ENERGIA E A INOVAÇÃO
CORREM EM NOSSAS VEIAS**

GRUPO GIMI



Fale conosco pelo WhatsApp >



+55 (11) 4752-9900



vendas@gimi.com.br



Gimi Soluções



www.gimi.com.br

Capítulo VI

Desenvolvimento de microrredes com energia renovável

A micro e a minigeração de energia oferecem grandes oportunidades da expansão de energia da matriz energética brasileira, com a capacidade instalada apresentando elevado crescimento, saindo de 6 MW em 2014 para 4,77 GW em 2021 (EPE, 2021). Este avanço na geração de eletricidade pelos chamados Recursos Energéticos Renováveis (RER – Renewable Energy Resources), como a energia solar e a eólica, trazem novos desafios de pesquisa e estudos em temas como estabilidade, controle, confiabilidade, operação, qualidade de energia, tanto para geração de energia renovável quanto para o sistema de distribuição ou transmissão ao qual está conectado [Canizares and Reilly, 2019]. De modo a contribuir com pesquisas e soluções em geração distribuída, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) construiu uma infraestrutura composta por usinas fotovoltaicas e laboratórios para a realização de estudos na área, focada em pesquisas sobre monitoramento (elétrico e ambiental), controle e desempenho do sistema elétrico. O projeto foi viabilizado por meio do Programa de Eficiência Energética e do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento regulado pela Aneel, com recursos da Copel.

A infraestrutura de pesquisas em microrredes da UFPR é composta por duas usinas fotovoltaicas, um laboratório de geração distribuída, um laboratório de microrredes, um laboratório de monitoramento de sistemas elétricos, uma rede de monitoramento de consumo de energia, uma rede de PMUs (phasor measurement units) e monitoramento climático. Esta microrrede está localizada no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR) em Curitiba, Brasil. É composta por nove alimentadores em 13,8 kV e seu POI é conectado a uma subestação de 69 kV da concessionária estadual de distribuição de energia por um alimentador de 5 km de comprimento.

A Geração Distribuída (GD) incluída nesta microrrede consiste de duas usinas de geração solar fotovoltaica (PV) e um gerador síncrono de biodiesel. A primeira usina de geração solar fotovoltaica possui uma potência instalada de cerca de 1100 kWp e a segunda de 110 kWp. Entre elas, a planta menor, devido à presença de sistemas de acumulação de energia (baterias), compõe o laboratório de microrrede que permite estudos avançados de sistemas de controle para operação nos modos conectado e ilhado.

A avaliação destas dinâmicas e a compreensão de como elas interagem contribuem para a elaboração de estratégias operacionais das unidades geradoras e acumuladoras presentes na microrrede, visando o aumento da eficiência energética da rede e a melhoria da qualidade da energia fornecida aos consumidores.

Neste artigo é apresentada a infraestrutura e as pesquisas em microrredes de geração distribuída de energia da UFPR. Inicialmente apresenta-se a microrrede da UFPR e as usinas fotovoltaicas que compõem o sistema, o Laboratório de Monitoramento de Sistemas Elétricos, onde são agregados e onde são processadas as informações das diversas redes como os medidores de energia, a rede PMU e os dados meteorológicos provenientes de uma estação própria do projeto.

A MICRORREDE UFPR

A microrrede do campus Centro Politécnico da UFPR, Microrrede UFPR [Oliveira et al 2019, Oliveira et al 2020], está localizada na cidade de Curitiba (PR), Brasil (localização GPS 25.4508S, 49.2312W) e consiste de 9 alimentadores (compreendendo aproximadamente 3 km de cabos subterrâneos) a 13,8 kV conectados aos consumidores do campus através

de 16 transformadores 13,8 / 0,220 kV. A Figura 1 mostra seu diagrama unifilar. O ponto de acoplamento da microrrede (POI) é o barramento 5 e está conectado à concessionária de distribuição de energia (COPEL, Companhia Paranaense de Energia). Deste ponto, segue um alimentador de distribuição em 13,8 kV, com aproximadamente 5 km de comprimento (denominado Prado), até uma subestação de 69 kV (subestação Capanema).

Da perspectiva do sistema elétrico, conforme definido em [Canizares and Reilly, 2019], uma microrrede é definida como um grupo de Recursos Distribuídos de Energia (“Distributed Energy Resource – DER”), incluindo RER e SAE, além de cargas que operam localmente como uma única entidade controlável [B. Lasseter, 2001] [Olivares et al, 2014]. Neste contexto, a microrrede UFPR possui duas fontes de energia renovável, representadas por duas usinas solares fotovoltaicas presentes no sistema, conectadas nas barras 16 e 23. Além disso, existe um gerador síncrono de biodiesel no barramento 26. A carga total do campus é de cerca de 1,75 kVA.

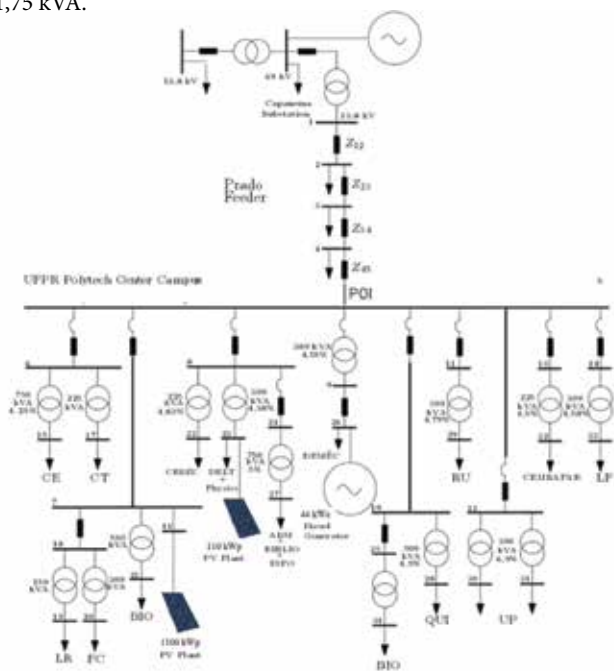


Figura 1 – Diagrama unifilar da Microrrede UFPR.

DISPOSITIVOS ENERGÉTICOS RENOVÁVEIS: USINAS FOTOLTAICAS

A primeira é a usina FV-BIO, com uma potência instalada aproximada de 1100 kWp, está localizada no estacionamento do setor de Ciências Biológicas e conectada ao barramento 16 do diagrama da Figura 1. Uma vista aérea é mostrada nas Figuras 2 e 3. A usina FV-BIO conta com um transformador de 1,2 MVA 13,8 / 0,8 kV, 6 (seis) inversores de frequência de 175 kW CC / CA, alimentado por 464 módulos fotovoltaicos, 400 Wp cada.



Figura 2 – Vista aérea da usina FV-BIO.



Figura 3 – Vista aérea 2 da usina FV-BIO.

A segunda usina FV, denominada FV-DELTA, com 110 kWp de potência instalada, está localizada no Departamento de Engenharia Elétrica (DELTA) e está conectada ao barramento 23 do diagrama unifilar na Figura 1. Na verdade, dentro da Microrrede da UFPR, é possível encontrar uma microrrede menor que pode permitir a operação em modo ilhado do DELTA, uma vez que é alimentada pela usina FV-DELTA e por diversos elementos de armazenamento.

A localização dessa segunda microrrede elétrica é representada no barramento 23 na Figura 1. Uma foto aérea desta instalação está na Figura 4. A Figura 5 descreve os principais dispositivos do laboratório de microrredes, incluindo os equipamentos de armazenamento de energia e as cargas prioritárias, que podem ser desconectados da rede de baixa tensão pelo interruptor mostrado na parte superior da figura. Nesta figura, pode-se notar a presença de três conjuntos de fontes fotovoltaicas: 3,5 kWp conectados a uma rede de 220V CA; 10 kWp conectados a uma rede de 725V CC e 95 kWp conectados a uma rede de 400 V CA incluída na microrrede DELTA. Como pode ser visto na Figura 5, a microrrede possui 3 tecnologias de armazenamento para estudos comparativos do sistema elétrico com diferentes ciclos de carga / descarga, vida útil e densidade de potência diferentes.



Figura 4 – Vista aérea da usina FV-DELT.

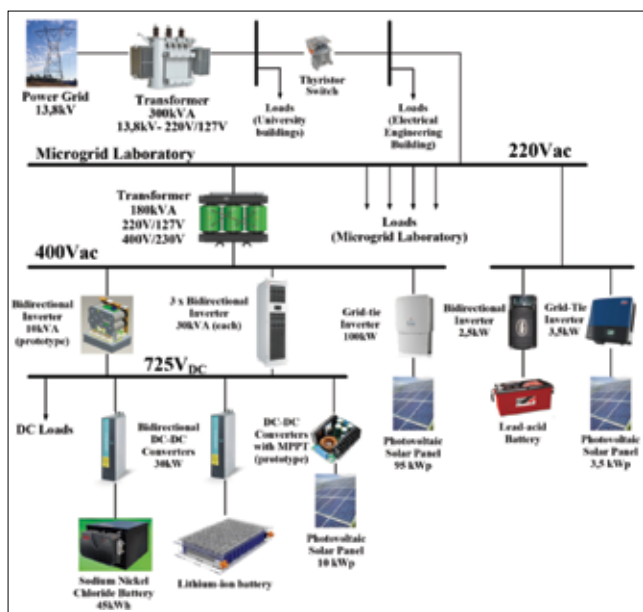


Figura 5 – Elementos da microrrede DELT.

A arquitetura da microrrede DELT prevê que, em caso de queda de energia ou decisão de controle, ela possa operar de forma autônoma. Através dos elementos de armazenamento, os conversores CC-CC e o conversor CC-CA, essa microrrede pode armazenar energia e operar ilhada do restante da microrrede UFPR. Os elementos de armazenamento juntos fornecem uma capacidade de 75 kWh e uma potência nominal de 42 kW. Ao reconectar o restante da rede, o sistema de supervisão e controle (Centro de Controle) atua sobre os valores efetivos, frequência e fase da tensão interna do barramento principal, permitindo reconectar sem desligar.

O sistema de supervisão e controle consiste em um servidor com protocolo de comunicação TCP Modbus, com controle supervisão SCADA. Os dispositivos são conectados à interface Ethernet em uma rede local virtual dedicada (VLAN). Como os

inversores fotovoltaicos permitem o controle da energia reativa, dentro dos limites nominais de potência aparente (0 a 1, indutivo e capacitivo), o sistema de supervisão e controle também pode atuar no controle do fator de potência geral da microrrede.

CENTRO DE OPERAÇÃO E MONITORAMENTO: MEDIDORES, PMU E DADOS METEOROLÓGICOS

Um Centro de Operação e Monitoramento (COM) foi projetado e construído na Microrrede UFPR. É responsável por receber, processar, armazenar e disponibilizar os dados elétricos para visualização e análise em tempo real. Entre os possíveis estudos relacionadas à integração de fontes renováveis no sistema elétrico, podem ser destacadas a análise da qualidade da energia, desempenho dinâmico e estimativa de estado. A detecção de transientes, assinaturas e aspectos de comunicação e tráfego de dados também são focos de pesquisa.

O painel de controle possui três monitores (ver Figura 6) para visualizar os vários sinais disponíveis. Dados sistematizados e resumidos são também disponibilizados na página energi.eletrica.ufpr.br.

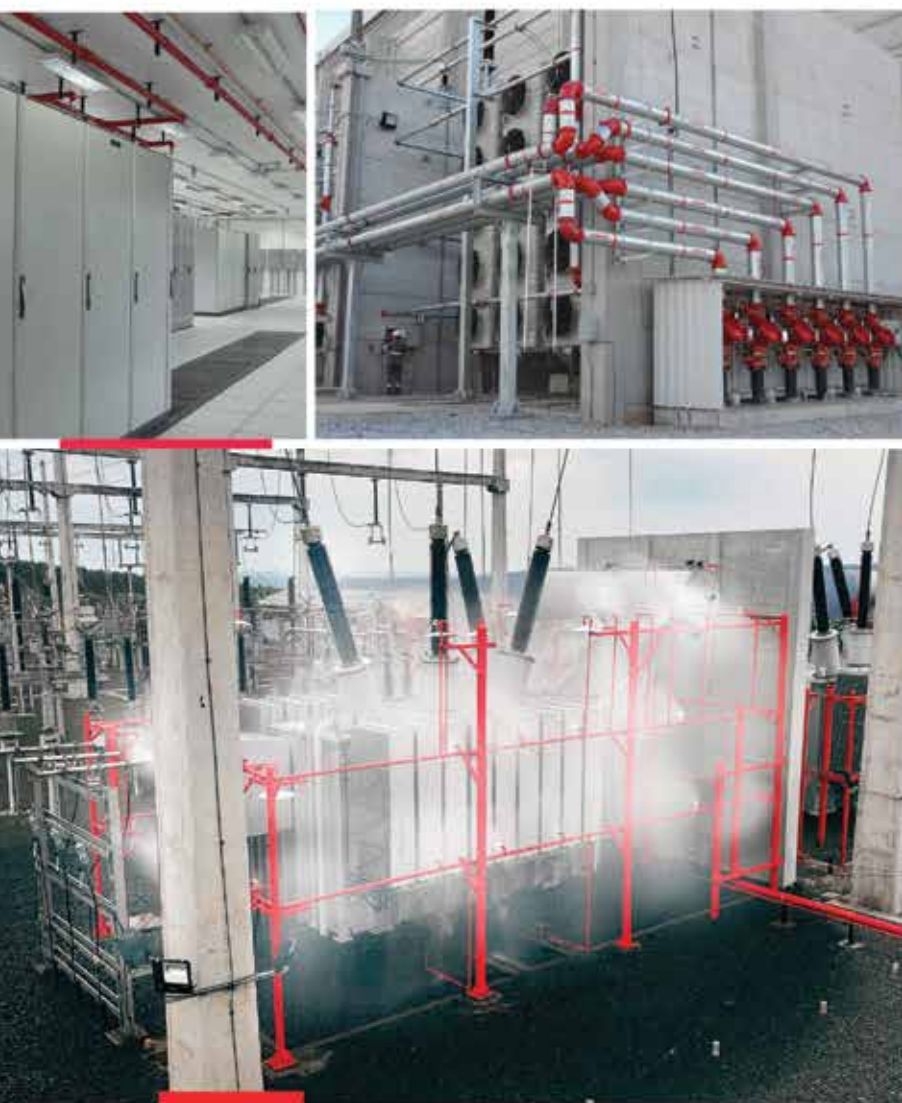
O processamento e o armazenamento de dados são realizados por servidores com fontes de alimentação redundantes, discos rígidos que permitem espelhamento (RAID 1) e hot swap em caso de falha e múltiplos processadores e núcleos. O sistema operacional adotado é baseado em software livre (Debian 9.0) e a máquina física executa várias máquinas virtuais. Desta forma, é possível ter vários processos rodando de forma independente e em segurança.



Figura 6 – Monitores da Central de Operação e Monitoramento – COM.

Em relação aos dados elétricos para monitoramento em tempo real, eles são provenientes de diferentes equipamentos de medição: 100 medidores de energia, 6 analisadores de qualidade de energia, 6 unidades de medição fasorial ou PMUs, 7 inversores da geração fotovoltaica, além dos sensores da estação meteorológica. A localização de alguns desses equipamentos de medição pode ser vista na Figura 7.

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



Conheça
as obras
da mse.



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

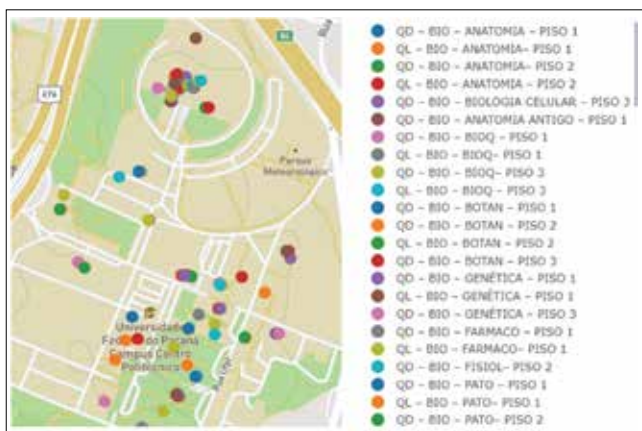


Figura 7 – Localização dos medidores de energia e qualidade de energia.

A Figura 8 mostra um diagrama ilustrando as diversas formas de comunicação. Quando possível, os medidores são alocados em uma VLAN (Virtual LAN) dedicada para medição, por questão de segurança e facilidade na operação. Em alguns casos são utilizadas outras VLANs internas à universidade, onde os equipamentos são configurados em sub-rede de intranet, com endereço privado não roteável para o exterior da universidade. Também podem ser utilizados equipamentos de medição em sub-rede de outros campi com endereço IP público, ou privado (neste caso, em sub-rede conectada por roteador NAT – Network Address Translation). Para equipamentos que tenham função de controle, onde o aspecto da segurança é mais crítico, está prevista a utilização de criptografia para garantir a proteção dos dados, através de VPN (Virtual Private Network). Os dados concentrados podem ser retransmitidos a outras centrais de monitoramento, na função tipicamente realizada por um PDC (Phasor Data Concentrator). Os dados recebidos podem ser processados em tempo real através de comunicação utilizando soquete UDP com o mesmo protocolo das PMUs. A transferência de dados é realizada de acordo com a norma IEEE C37.118.2, Standard for Synchrophasor Data Transfer for Power Systems [IEEEC37-2011]. Os dados armazenados podem ser visualizados pelos pesquisadores através de interface web e podem ser exportados para análises e processamentos diversos através de uma API (do tipo REST utilizando HTTP ou via soquete TCP encriptado para transmissões de dados em redes não seguras), ou simplesmente arquivo em formato planilha (CSV).

As PMUs são do fabricante Power System Lab (PSL), cujo produto é uma parceria desta empresa com a Universidade da Califórnia em Berkley (UCB). São chamadas de uPMUs pois fornecem 120 fasores por segundo com medições ultra-precisas de magnitudes (da ordem de 10^{-4} pu) e ângulos de fase (da ordem de $0,01^\circ$) do fasores. Os locais das uPMU estão ilustrados na Figura 9 (a). Esta figura mostra a presença de 4 unidades na cidade de Curitiba, todas localizadas na rede de distribuição de energia

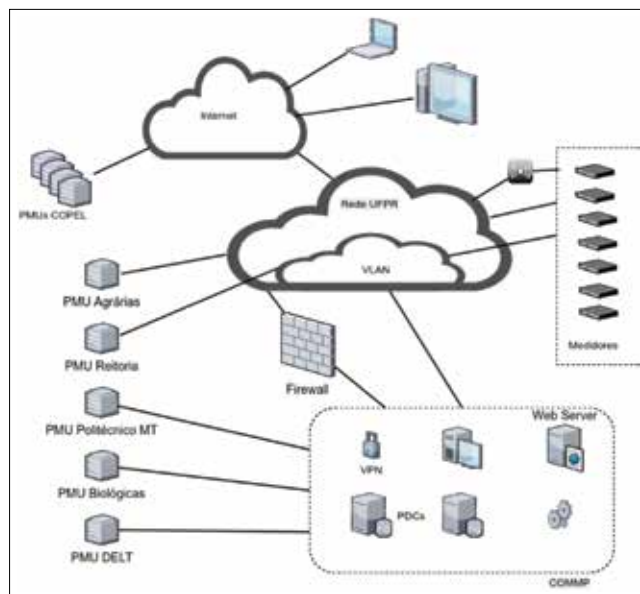


Figura 8 – Diagrama conceitual da central de operação de monitoramento da minirrede do politécnico.

(Copel - Companhia Paranaense de Energia). Três deles estão no Centro Politécnico, especificamente na barra 16 (uma unidade) e 23 (duas unidades) (veja a Figura 1) e uma unidade em outro campus da UFPR, o Campus Agrárias. Outras duas uPMUs estão instaladas nas cidades de Palotina (em outro campus da UFPR) e, futuramente, em Faxinal do Céu 34,5 kV (uma subestação da Copel), também no estado do Paraná. A Figura 9 (b) mostra imagens de dois uPMUs instaladas no campus do centro politécnico e no campus da UFPR Agrárias. As uPMUs instaladas na rede de distribuição podem ser usadas para monitorar o comportamento dinâmico da própria rede devido, por exemplo, à entrada e saída de usinas de geração solar fotovoltaica na UFPR.

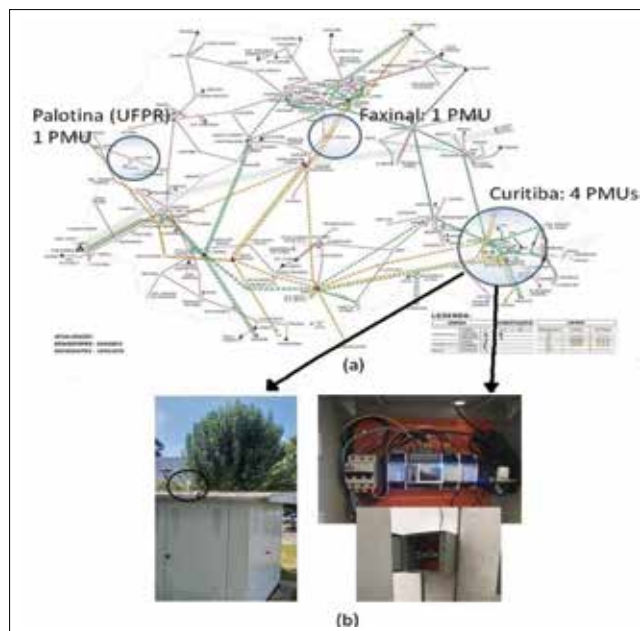


Figura 9 – Localização dos uPMUs da COM.

A Figura 10 mostra os gráficos para a mesma sequência de dados amostrada tanto a cada segundo (esquerda) quanto a 120 fps (direita). É interessante observar que muitos detalhes não são visíveis quando os dados são amostrados a cada segundo e são facilmente visualizados quando os dados são amostrados a 120 fps. Esse comportamento é importante para a análise e detecção de muitos eventos na rede.

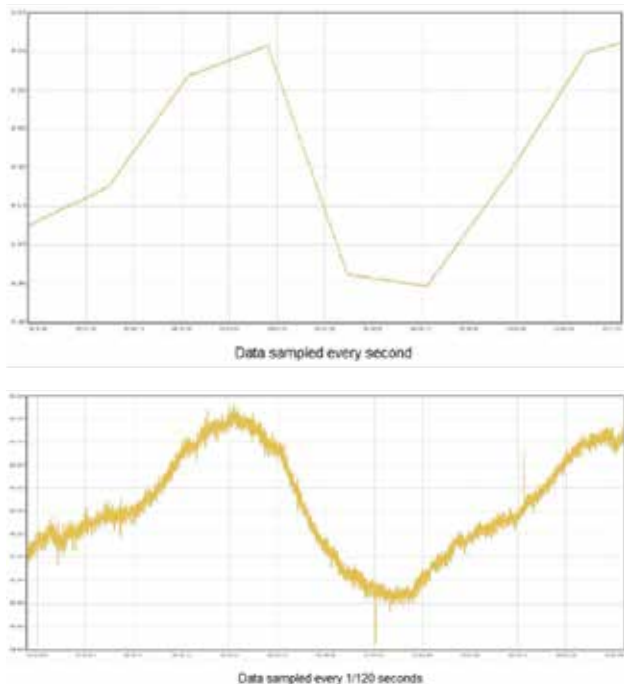


Figura 10 – Valores adquiridos a cada segundo (esquerda) e com 120 faixas por segundo.

Painéis (dashboards) são criados combinando-se diferentes gráficos temporais, widgets e diagramas fasoriais. É possível criar gráficos dinâmicos para visualização em tempo real como mostrado na Figura 11.

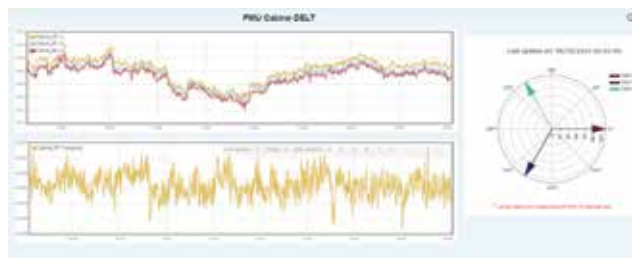


Figura 11 – Exemplo de painel para visualização de gráficos.

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

Também faz parte do projeto uma estação de monitoramento de dados meteorológicos. A estação está instalada no prédio PK do Departamento de Engenharia Elétrica da UFPR e pode ser vista na Figura 12. Ela inclui uma estação solarimétrica para monitoramento

de variáveis solares de geração de energia solar fotovoltaica tais como a irradiância solar no plano horizontal e no plano inclinado e a temperatura da superfície do painel solar. Além destas informações, são coletadas outras grandezas climáticas que afetam indiretamente a geração de energia pela planta fotovoltaica e a vida útil dos módulos fotovoltaicos, que são a radiação ultravioleta, temperatura e umidade do ar, velocidade e direção do vento e quantidade de chuvas. A medição da radiação UV também serve, por exemplo, para avaliar a degradação dos materiais expostos ao sol.

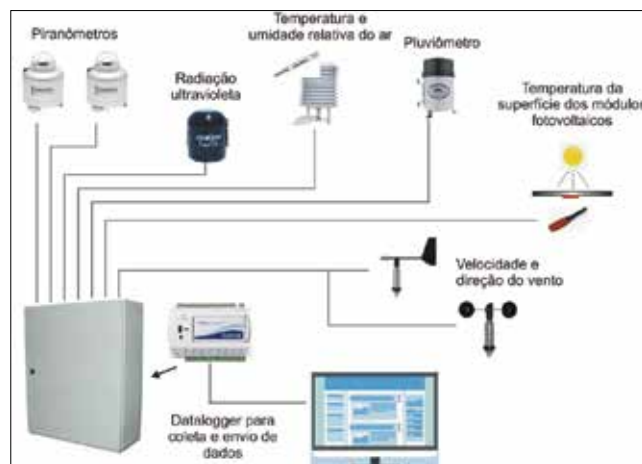


Figura 12 – Diagrama de sensores da estação.

Um dos principais sensores presentes na estação é o piranômetro (ver detalhe da Figura 13), capaz de medir radiação solar direta incidente, grandeza diretamente associada à produção de energia das usinas de geração fotovoltaica. Os dois equipamentos usados têm alta classe de precisão (padrão secundário – na hierarquia dos padrões de medição, um padrão secundário é aquele criado através de uma calibração com referência a um padrão primário), monitorando a faixa de potência de 0 a 4.000 W/m², no espectro de 285 nm a



Figura 13 – Estação de monitoramento de dados meteorológicos instalada no DELT.

3000 nm. Possuem um sistema de aquecimento que fornece compensação de temperatura para manter a precisão nas medições em diferentes condições climáticas. As informações fornecidas pela estação são muito úteis, no sentido de que, com a presença da planta solar fotovoltaica, pode-se utilizar os dados para avaliar o desempenho de operação e a quantidade de energia que deve estar sendo produzida.

Mas a estação também tem o objetivo de criar um histórico de dados de medição solar, temperatura, velocidade e direção dos ventos predominantes e disponibilizar ao Departamento de Engenharia Elétrica e para a universidade as informações de todos os sensores, através do servidor na central de monitoramento. Na Figura 14 é apresentado o painel de visualização dos dados disponibilizados pela estação.

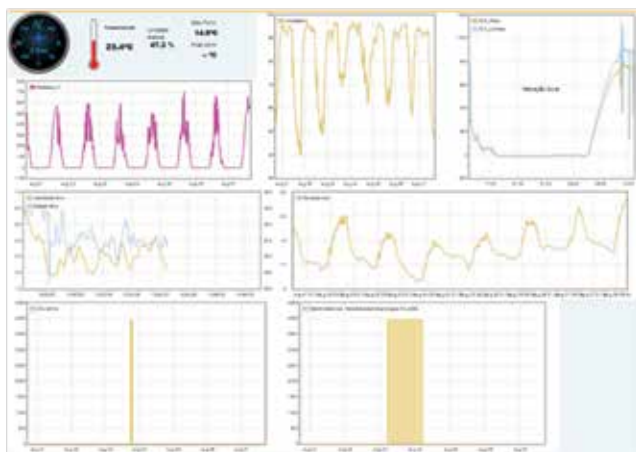


Figura 14 – Página web com as informações disponibilizadas.

CONCLUSÃO

Esforços no desenvolvimento e entendimento das microrredes estão sendo feitos em todo o mundo, destacando-se as aplicações no ambiente urbano devido à diversificação de tipos de recursos energéticos distribuídos, dada a extrema competitividade econômica de fontes alternativas ou renováveis de geração [US.EIA, 2019] e a recente disponibilidade crescente de tipos de acumulação de energia economicamente competitivos.

Esta nova modalidade de geração é uma das que mais se expande no sistema elétrico brasileiro, trazendo desafios em pesquisas abordando qualidade da energia, monitoramento,

controle, eficiência, estabilidade do sistema, compensação reativa e inserção de sistemas de armazenamento de energia. Neste contexto, o Departamento de Engenharia Elétrica contribui para as pesquisas na área pela implementação de infraestrutura de pesquisa composta por usinas fotovoltaicas e laboratórios dedicados a estudos em microrredes vinculados ao programa de pós-graduação em engenharia elétrica. Deste modo, a UFPR consolida-se como uma referência prática para pesquisas na área de conexão de fontes renováveis na rede de média tensão da rede de distribuição do sistema elétrico, contribuindo na formação de profissionais e na disponibilização de tecnologias e soluções para a construção de microrredes de alta qualidade.

REFERÊNCIAS

- [B. Lasseter, 2001] B. Lasseter, "Microgrids [distributed power generation]", IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, 2001.
- [Canizares and Reilly, 2019] C. A. Canizares and J. Reilly, "Microgrid Stability Definitions Analysis and Examples", IEEE Transactions on Power Systems, pp. 1-17, April 2019.
- [Olivares et al., 2014] D. E. Olivares et al., Trends in Microgrid Control IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 5, no. 4, 2014.
- [Oliveira et al, 2019] G. H. C. Oliveira; R. Kuiava; G. V. Leandro; J. A. Vilela Jr; R. Demonti; E. P. Ribeiro; J. S. Dias; A. Pedretti "Minirrede UFPR: Um benchmark para pesquisas em geração distribuída e eficiência energética", XXV SNPTEE, Belo Horizonte, 2019.
- [Oliveira et al, 2019] G. H. C. Oliveira; R. Kuiava; G. V. Leandro; J. A. Vilela Jr; R. Demonti; E. P. Ribeiro; J. S. Dias; A. Pedretti "UFPR Microgrid: A Benchmark for Distributed Generation and Energy Efficiency Research" IEEE ISGT NA Conference, Washington, USA, 2020.

*Gustavo Henrique Da Costa Oliveira, João Américo Vilela Júnior, James Alexandre Baraniuk, Eduardo Parente Ribeiro, Roman Kuiava, Gideon Villar Leandro, Rogers Demonti e João Da Silva Dias são engenheiros, com doutorado em Engenharia Elétrica. São professores e pesquisadores do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná (UFPR). André Pedretti é engenheiro eletricista e gerente de projetos na Copel Área DIS/SSG.

MaxBar

Residenciais, comerciais,
industriais e mistos para
distribuição de energia elétrica
com corrente medida ou não
medida.

Diante da certificação LEED fornecemos Instalações com responsabilidade na sustentabilidade e otimização no emprego de recursos naturais.

SIST. DE MEDIÇÃO ELETRÔNICA CENTRALIZADA

[illegible]

+55 11 4308 5075
contato@maxbarramentos.com.br



Eficiência energética

Por Rodolfo Quadros, Luiz Carlos da Silva, Juan Amézquita,
Danúsia Ferreira, João Yutaka Ota e João Guilherme Cypriano*

Capítulo VI

Eficiência energética e as microrredes

As mudanças climáticas e a poluição ambiental têm impulsionado a sociedade a buscar fontes de energia elétrica renovável, que ao mesmo tempo sejam confiáveis e resilientes, haja vista que as fontes renováveis são dependentes das condições climáticas e da coordenação entre a demanda e geração, cuja implantação se torna um desafio para a transição energética que engloba sistemas inteligentes, eficiência energética e gestão integrada dos recursos [1]. Por outro lado, como alternativa para a expansão da estrutura dos sistemas elétricos tradicionais e para maximizar a inclusão de fontes renováveis de energia dentro do modelo de Geração Distribuída (GD), surgem as microrredes. As microrredes podem ter características elétricas e arquiteturas compostas por sistemas em corrente alternada (CA), corrente contínua (CC) ou híbridas [2]. É possível classificar as microrredes em conectadas ao sistema elétrico de potência (SEP) ou isoladas [3]. Porém, é certo que a principal característica de uma microrrede conectada é a capacidade de operar em modo conectado e ilhado, sendo entendidas como “uma rede de energia local com capacidade de controle, o que significa que pode se desconectar da rede tradicional e operar de forma autônoma” [6]. Com esses dois modos de operação, aliado a funcionalidades específicas, as microrredes podem proporcionar ganhos econômicos, ambientais e de confiabilidade no fornecimento de energia.

=Cada vez mais iniciativas de implantação e regulamentação de microrredes têm surgido no mundo. Destaca-se a iniciativa no estado de Nova Iorque nos EUA, onde a compreensão do conceito de microrredes já está em nível avançado e propostas regulatórias vêm sendo discutidas [4]. Projetos pilotos podem ser encontrados em diversos países, inclusive na América Latina. No Brasil, a Copel lançou um edital para chamada pública de contrato de energia por GD e formação de microrredes, com o objetivo de promover um

“sandbox regulatório” para estabelecer parâmetros para que agentes do setor possam gerar e promover inovações no futuro [5].

ASPECTOS TECNOLÓGICOS

A gestão e o controle de uma microrrede são subdivididos em três níveis hierárquicos envolvendo controle de tensão, frequência, potência, proteção, conexão/desconexão, otimização, blackstart, previsões de geração, previsões de consumo e operações de mercado visando o gerenciamento dos custos da energia elétrica [7],[8]. No modo ilhado, o foco principal é o controle de tensão e frequência, já no modo conectado, a preocupação é com o controle das potências ativa e reativa. O sistema de controle energético das microrredes consiste em software e hardware necessários para gerenciar os recursos energéticos distribuídos do sistema, podendo ser implementado de forma centralizada ou descentralizada [8], onde cada alternativa possui vantagens e desvantagens, como pode ser verificado no Quadro 1. A escolha por um ou outro sistema depende dos objetivos pretendidos com a microrrede, seja este baseado em capacidade de gerenciamento, custo, eficiência, tolerância a falhas ou expansão [9].

Para que as operações da microrrede ocorram de forma autônoma da operação da distribuidora é necessário um sistema de gerenciamento de energia (Energy Management Systems - EMS), o qual recebe os dados das cargas e dos recursos distribuídos de energia disponíveis e os processa para coordenar o despacho em tempo real de acordo como as funcionalidades disponíveis e os níveis hierárquicos de controle.

No nível de controle primário a atuação é local e, geralmente, em uma escala de tempo inferior a segundos para garantir estabilidade de tensão, frequência e balanço de potência nas variações de

QUADRO 1- COMPARAÇÕES ENTRE TÉCNICAS DE CONTROLE CENTRALIZADO E DESCENTRALIZADO [9].

Centralizado	Descentralizado
Melhor capacidade de gerenciamento de energia	Boa capacidade de gerenciamento de energia
Não é possível obter todos os dados pelo Controlador Central da Microrrede	Sistema multiagente fornece a cada controle independente informações sobre seu vizinho
Um fluxo significativo de dados necessários para produzir resultados semelhantes (comunicação global e síncrona)	Rede de dados localizada e troca de informação necessária para comunicação do sistema multiagente (comunicação local e assíncrona)
Difícil e caro	Comparativamente fácil e barato
O Controlador Central de Microrrede deve ser programado	Coordenação pode ser alcançada sem qualquer modificação nos controladores locais
Caro	Barato
Modelo de rede global	Modelo de rede local
Mais eficiente	Menos eficiente
A implementação de controladores complexos é um pouco mais fácil	A implementação de controladores complexos é difícil
Baixa capacidade de tolerância a falhas	Melhor capacidade de tolerância a falhas
É necessária reconexão para inclusão de novos recursos energéticos distribuídos.	Sistema multiagente capaz de instalar sistemas modulares e escalonáveis com alta precisão

consumo ou geração [7]. No nível de controle secundário, a atuação é via EMS em uma escala de tempo de segundos a minutos, em regime permanente, com intuito de estabilizar as variações de tensão, frequência e potência a valores aceitáveis remanescentes do nível de controle primário [7]. Já o nível de controle terciário também tem atuação via EMS, porém em uma escala de tempo de minutos, horas, dias ou meses com intenção de otimização dos recursos elétricos distribuídos, redução de custos e busca pela operação econômica da microrrede [7].

A Figura 1 ilustra o arranjo de uma microrrede CA, composta

por recursos energéticos distribuídos (REDs): sistema de armazenamento de energia (Battery Energy Storage System – BESS), gerador eólico, grupo motor gerador (GMG) a diesel ou gás natural, gerador fotovoltaico (FV), cargas, eletroposto, EMS, medidores de energia, chave de interconexão no ponto de acoplamento comum (PAC), rede elétrica e rede de comunicação. No Quadro 2 estão destacadas as principais diferenças entre os sistemas tradicionais e as microrredes, no qual se destacam a operação ilhada, o sistema de armazenamento BESS e o sistema de gerenciamento EMS como elementos essenciais das microrredes conectadas.

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



(P&D) na área de energia elétrica, tendo o campus “Cidade Universitária Zeferino Vaz” na cidade de Campinas, São Paulo, como um laboratório vivo para o desenvolvimento de 14 subprojetos [12]:

- SP1 → COS - Centro de Operações
- SP2 → FV – Geração Fotovoltaica
- SP3 → MOBI - Ônibus Elétrico
- SP4 → EFEM - Retrofit na Faculdade de Engenharia Mecânica
- SP5 → GenIOT - Eficiência Energética baseada em IoT
- SP6 → CAPE - Capacitação em RH e divulgação
- SP7 → Etiquetagem de Edificações
- SP8 → Contratação de Energia Elétrica
- SP9 → Comunicação para cidades inteligentes
- SP10 → Reluz – Iluminação Pública Inteligente
- SP11 → Olhos no Futuro
- SP12 → Microrredes
- SP13 → PEEU – Programa de Eficiência Energética da UNICAMP
- SP14 → SGEU – Sistema de Gestão de Energia da UNICAMP

É neste contexto que o SP12 é proposto como um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em microrredes, intitulado de Microgrids for Efficient, Reliable and Greener Energy (MERGE), sendo este regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e financiado com recursos da CPFL Energia. O projeto MERGE iniciou-se no ano de 2020 e é executado por equipes da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e do Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação (IATI).

O projeto MERGE tem como metas o desenvolvimento de conhecimentos para antecipar oportunidades, propor soluções para deficiências ou problemas e gerar valor agregado no contexto de aplicação de microrredes no Brasil. Para tanto, estudos e implantação para quatro microrredes são propostos: LabREI, NANOGRID, CAMPUSGRID e CONGRID, cujas características elétricas dos Recursos Energéticos Distribuídos (REDs) estão dispostas no Quadro 3.

O LabREI proporcionará o ambiente laboratorial e de testes para certas tecnologias que possam ser aplicadas nas CAMPUSGRID, NANOGRID e CONGRID, as quais serão implementadas em campo [12]. O nível de conhecimento acompanha o nível de risco e a complexidade particulares de cada microrrede, impulsionando oportunidades de inovações disruptivas, marcando o protagonismo integrador do desenvolvimento científico, tecnológico e das aplicações experimentadas que aponta desafios para o processo de elaboração de uma matriz de conhecimento que possa contribuir com os avanços nos currículos dos cursos de engenharia e, consequentemente, com a formação de recursos humanos para atuar no segmento de microrredes.

OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Uma característica essencial dos projetos de microrredes é a interdisciplinaridade no qual tem-se oportunidades e desafios para a gestão do conhecimento e a governança dos saberes convergentes [13]. O planejamento, a organização sistêmica e a intersectorialidade dos stakeholders, com foco nos avanços científicos e tecnológicos, são etapas essenciais na concepção e implantação de microrredes. Neste contexto, a epistemologia da interdisciplinaridade apresenta-se como abordagem da concepção e da ação metodológica promotora das alianças intersectoriais e da governança, como meios e padrões de articulações sistêmicas envolvendo os parceiros no desenvolvimento de microrredes.

Neste sentido, estão postos relevantes desafios para o futuro das microrredes, o que exige dos diversos atores envolvidos o compromisso com a construção de conhecimento interdisciplinar avançado para:

- a) manter a segurança e a estabilidade na operação das redes de distribuição;
- b) superar o desafio de integrar diferentes REDs na operação, e que estes possam ajudar a suprir cargas ininterruptas sob condições de emergência;

QUADRO 3 – MICRORREDES DO PROJETO MERGE

Microrrede	Nível de Tensão	REDs
LabREI	Baixa tensão CA / Baixa tensão CC	FV 20 kWp + BESS 12 kW/12 kWh + Simulador de Rede (Conversor trifásico bidirecional) + Emuladores de FV (30 kW) + Emuladores de baterias (20 kW) + Inversores customizados + Cargas programáveis de 4-quadrantes + Banco de Cargas Passivas
CAMPUSGRID	Média tensão CA	FV 700 kWp + BESS 525 kW/810 kWh + GMG gás Natural 150 kW + GMG Diesel 40 kW + Eletroposto de Ônibus Elétrico
NANOGRID	Baixa tensão CC	FV 30 kWp + BESS 20 kW/120 kWh + Eletroposto de Veículos Elétricos
CONGRID	Baixa tensão CA	FV 64.395 kWp + BESS 100 kW/255 kWh

- c) propor ajustes na regulamentação e padrões para permitir que cenários mais eficientes, seguros, sustentáveis e economicamente viáveis;
- d) combater interrupções de energia aos consumidores (resiliência);
- e) otimizar o uso dos recursos;
- f) operar sinergicamente e coordenado;
- g) planejar a expansão e operação dos sistemas de distribuição;
- h) formar mão de obra especializada;
- i) criar modelos de negócios (como a prestação de serviços ancilares).

Transpondo tais desafios as microrredes possibilitaram o desenvolvimento mais sustentável, resiliente e com perspectiva de elevar a eficiência energética globalmente, considerando que as microrredes integram equipamentos, dispositivos, sensores, transdutores (temperatura, umidade, iluminância, etc.), data loggers etc. Os dados registrados podem ser utilizados pelo EMS nas operações em tempo real para extrair o máximo rendimento de cada componente na microrrede frente às demandas instantâneas. E como o EMS opera de forma autônoma, o elemento comportamental tende a ser minimizado, melhorando o uso dos equipamentos, bem como redução do desperdício, e prolongamento de vida útil dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- [1] P. Lissa, M. Schukat, M. Keane, and E. Barrett, "Transfer learning applied to DRL-Based heat pump control to leverage microgrid energy efficiency," *Smart Energy*, p. 100044, Aug. 2021.
- [2] M. Ahmed, L. Meegahapola, A. Vahidnia, and M. Datta, "Stability and Control Aspects of Microgrid Architectures—A Comprehensive Review," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 144730–144766, 2020.
- [3] IEEE Std 2030.9™–2019, IEEE Approved Draft Recommended Practice for the Planning and Design of the Microgrid. 2019.
- [4] The New York State Senate. "New York microgrids act". Disponível em <<https://www.nysenate.gov/legislation/bills/2019/S5114>>
- [5] COPEL. Geração distribuída para constituição de microrredes. Disponível em <<https://www.copel.com/hpcweb/microrredes/>>
- [6] DOE's. Department of Energy's. <https://www.energy.gov/articles/how-microgrids-work> (Acesso em 05/08/2021).
- [7] C. Bordons, F. Garcia-Torres, and M. A. Rida, *Model Predictive Control of Microgrids*. 2020.
- [8] IEEE Std 2030.7-2017™, IEEE Standard for the Specification of Microgrid Controllers. 2018.
- [9] A. Mohammed, S. S. Refaat, S. Bayhan, and H. Abu-Rub, "AC Microgrid Control and Management Strategies: Evaluation and Review," *IEEE Power Electron. Mag.*, vol. 6, no. 2, pp. 18–31, 2019.
- [10] A. Cagnano, E. De Tuglie, and P. Mancarella, "Microgrids: Overview and guidelines for practical implementations and operation," *Appl. Energy*, vol. 258, no. May 2019, 2020.

[11] S. Mehdi Hakimi, A. Hajizadeh, M. Shafie-khah, and J. P. S. Catalão, "Demand Response and Flexible Management to Improve Microgrids Energy Efficiency with a High Share of Renewable Resources," *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 42, no. September, p. 100848, Dec. 2020.

[12] Escritório de projetos especiais - Campus sustentável. Disponível em <<https://www.campus-sustentavel.unicamp.br>>

[13] D. A. Ferreira, *Interdisciplinaridade e Políticas Públicas: experiência do Programa Goiás Solar*. São Paulo: PUC, 2018.

Rodolfo Quadros possui graduação em Engenharia Elétrica, especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho e é mestre em Engenharia de Edificações Ambiental. É engenheiro eletricitista na Universidade Federal de Mato Grosso. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas, é pesquisador no projeto de microrredes MERGE.

Luiz Carlos Pereira da Silva possui graduação, mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica. É professor da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas, Coordenador do projeto Campus Sustentável, Coordenador do projeto de microrredes MERGE, Coordenador de projetos de eficiência energética na Unicamp, Coordenador do Escritório de Projetos Especiais – CGU e Coordenador da Câmara Técnica de Gestão de Energia – GGUS

Juan Camilo López Amézquita recebeu o duplo diplomas em engenharia eletrônica e engenharia elétrica da Universidad Nacional de Colombia (UNAL), e, respectivamente, o mestrado em engenharia elétrica pelo estado de São Paulo Universidade (UNESP), e o doutorado em engenharia elétrica da Universidade Estadual de Campinas, onde atualmente trabalha como um Pós-doutorado na Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação.

Danúsia Arantes Ferreira possui graduação em pedagogia, mestrado em Educação e Políticas Públicas, doutorado em Educação e Interdisciplinaridade. Atualmente é pós-doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas no projeto de microrredes MERGE e Coordenadora do Programa Interdisciplinar de Extensão Comunitária Olhos no Futuro vinculado ao projeto Campus Sustentável Unicamp

João Inácio Yutaka Ota possui doutorado em Engenharia Elétrica pelo Instituto de Tecnologia de Tóquio - Tokyo Institute of Technology (2016), mestrado (2011) e graduação (2008) em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Atualmente é Pesquisador de Pós-Doutorado na Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e participante do Projeto MERGE e do Projeto Temático FAPESP "Pesquisas Interdisciplinares em Redes Elétricas Inteligentes".

João Guilherme Ito Cypriano possui mestrado (2019) e graduação (2012) em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é doutorando na mesma instituição e atua como pesquisador e gerente de projetos no Escritório de Projetos Especiais - Campus Sustentável da Unicamp.

Renováveis



ENERGIAS COMPLEMENTARES

Ano 4 - Edição 56 / Agosto-Setembro de 2021



Atitude.editorial

MICRORREDES NO BRASIL

Roadmap tecnológico: softwares de simulação e recentes inovações

COLUNA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA: Nova legislação deve consolidar crescimento do setor

COLUNA ENERGIA EÓLICA: Dez anos a favor dos ventos

COLUNA ENERGIA SOLAR: Por que a energia solar precisa ser acelerada diante da escassez hídrica?

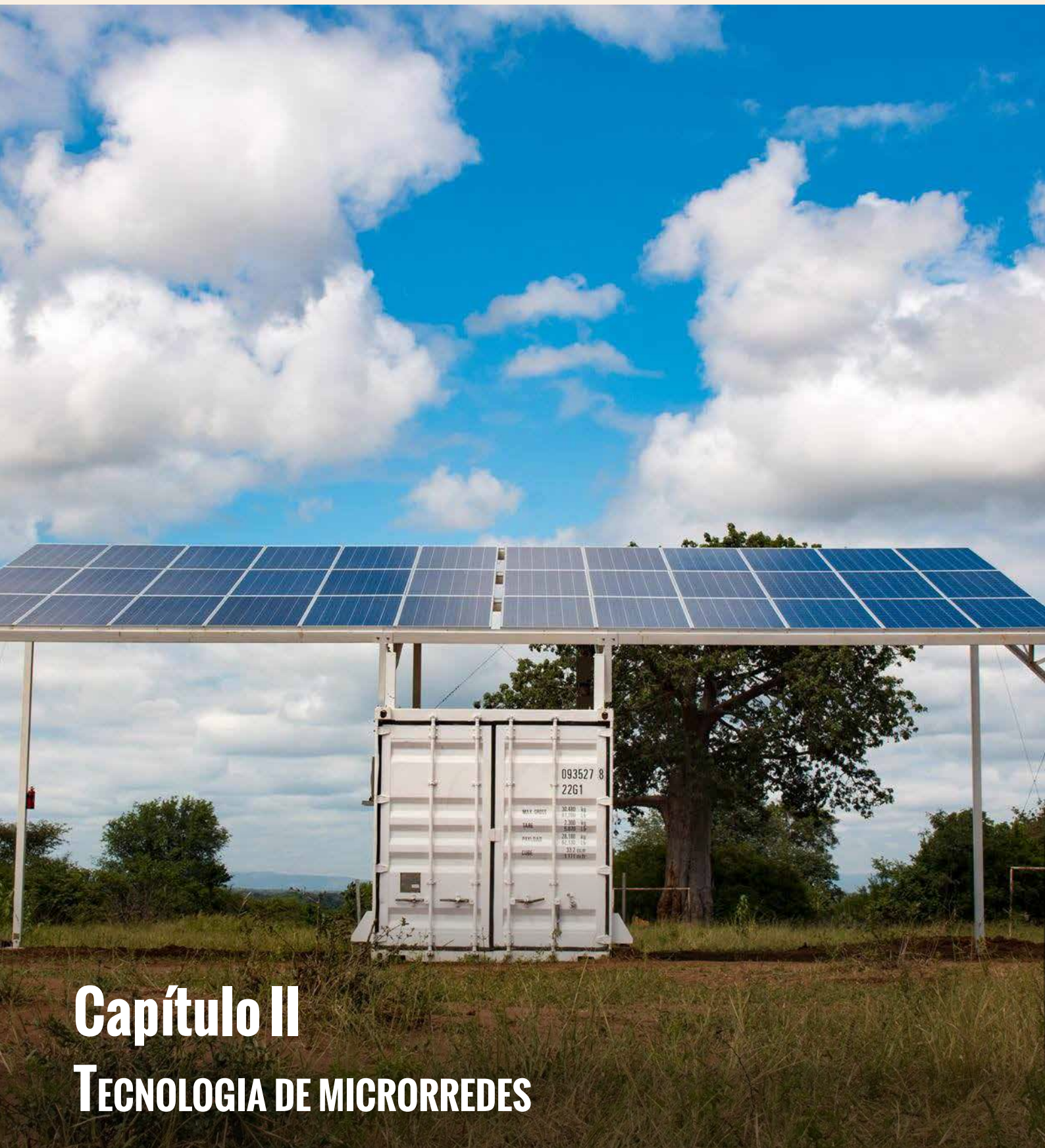
APOIO





FASCÍCULO MICRORREDES NO BRASIL

Por Alexandre Aoki e Rodrigo Otto*



Capítulo II

TECNOLOGIA DE MICRORREDES

O controle da eletricidade deu à humanidade acesso a uma fonte praticamente inesgotável de inovação, a ponto de ser agora a espinha dorsal da sociedade moderna. A eletricidade alimenta a maioria dos elementos com os quais interagimos, ao ponto de ser considerada uma necessidade para o bom funcionamento e o avanço de qualquer população.

Não há como negar que a eletricidade melhorou a qualidade de vida da humanidade. Infelizmente, a sociedade está crescendo em um ritmo exponencial nunca visto, aumentando a demanda por recursos, inclusive eletricidade.

Geralmente, a geração de energia tradicional pode ser generalizada em três formas principais: hidroeletricidade, que requer grandes reservas de água e é fortemente afetada pela mudança climática; nuclear, de mais difícil acesso; e finalmente, a queima de combustíveis fósseis (seja carvão, gás ou algum derivado), sendo atualmente um dos mais utilizados (mais de 60%) e que produz uma parte significativa dos gases de efeito estufa.

O problema de fornecimento já é uma realidade cada vez mais frequente, que reside principalmente no fato de que a energia produzida agora é distribuída de forma centralizada, facilitando o acesso a populações maiores, mas tornando-o mais difícil à medida que a população se torna mais distante, por seu preço crescer exponencialmente quanto mais longe a população está do ponto de geração. Além disso, dentro das três formas de geração mais comuns, somente a combustão de combustível é escalável de forma viável para uso em populações de difícil acesso, o que aumenta seu impacto ambiental.

Microrredes e recursos energéticos distribuídos

Embora existam fontes de geração não convencionais, estas têm limitações que dificultam sua massificação e utilização em larga escala, o que as torna uma solução viável em nível residencial ou, no máximo, para uma população limitada (bairros). Isto, juntamente com o problema apresentado acima, são razões que mostram a importância da geração distribuída (GD) e descentralizada.

Geralmente, a GD é definida como a geração e injeção de eletricidade em uma rede local ou de distribuição, paralela à rede elétrica ou a unidades autônomas. Entre as características mais comuns estão:

- Proximidade aos pontos de consumo;
- Potencial de produção médio para baixo (<50 MW);
- Autoconsumo de uma parte da energia produzida;
- Integração de duas ou mais fontes de geração.

Estas características, especialmente a primeira e a última, têm importantes repercussões nos preços de geração, transporte e uso de eletricidade, oferecendo não apenas um meio de democratizar a energia, mas também incentivos reais para a implementação de fontes de geração mais limpas.

Os Recursos Energéticos Distribuídos (RED) têm sido conhecidos de diferentes formas ao longo do tempo, tais como geradores, geradores de reserva ou sistemas de energia no local e tendem a ser usados no mesmo contexto que a geração distribuída (GD) ou a potência distribuída (PD), mas a principal diferença é sua aplicação. Enquanto a GD se concentra principalmente na geração da energia e a PD na geração e armazenamento, o RED engloba ambos os conceitos, incluindo a comercialização da mesma.

Os RED são uma alternativa mais rápida e menos cara em comparação a construção de grandes centrais elétricas ou linhas de transmissão de alta tensão. Eles oferecem aos consumidores menor custo, maior confiabilidade de serviço, alta qualidade de energia, maior eficiência e independência energética.

As microrredes surgem como uma resposta às limitações dos modelos tradicionais como



GigaLAN

Na Nortel você
encontra as
Soluções Lan
Furukawa
Cat 6 e Cat 6A.



**Atendimento
em todo o
Brasil**

Nortel

A Sonepar Company

www.nortel.com.br
Shop.nortel.com.br



FASCÍCULO MICRORREDES NO BRASIL

uma solução altamente escalável para atender à demanda necessária em qualquer escala, criando simultaneamente, uma infraestrutura que aproveite os benefícios dos RED, empregando o conceito de redes de distribuição inteligentes (RDI).

As microrredes são definidas como um conjunto de cargas e fontes de geração de energia, distribuídas ao longo da rede, em que cada seção da rede gera, gerencia e armazena energia de forma independente. Embora existam microrredes com gerenciamento centralizado, isto é feito em grandes comunidades com outros objetivos, como a introdução de novos modelos de negócios. A grande atração das microrredes reside em sua versatilidade em todas as suas características, posicionando-as como uma verdadeira solução para o déficit energético, ao permitir a introdução de qualquer fonte de geração, em qualquer escala, enquanto estabelece as bases para a criação de verdadeiras cidades inteligentes.

Ferramentas de análise e simulação

38

Como produto de suas próprias vantagens, tais como o grau de versatilidade ou a bidirecionalidade do fornecimento de energia, a implementação das microrredes tende a ser um dos maiores desafios, pois requer vários sistemas trabalhando de forma sincronizada para alcançar uma operabilidade confiável. Em resposta a este problema, software está sendo constantemente desenvolvido para facilitar o gerenciamento e o planejamento das microrredes, reduzindo tanto o grau de complexidade do procedimento quanto o potencial de erro humano. Entre os softwares de simulação mais conhecidos estão os seguintes:

DER-CAM – Modelo de adoção de RED para clientes

Uma das ferramentas mais completas do mercado, desenvolvida pelo Laboratório Nacional Lawrence Berkeley (Berkeley Lab) desde 2000, tem múltiplas utilizações, incluindo a otimização dos investimentos em recursos energéticos distribuídos (RED) no contexto de edifícios ou microrredes com sistemas multienergéticos (cargas elétricas, de refrigeração e de aquecimento). Entre outros benefícios, o software oferece:

- Encontrar simultaneamente o melhor dimensionamento, localização e forma de fornecimento de energia;
- Permitir a definição dos objetivos na otimização (ou realizar análise multiobjetivos);
- Pode ser responsável por múltiplos fluxos de receita na otimização (autogeração, carga mudança, corte de picos, venda de eletricidade, serviços auxiliares);
- Suportar a operação conectada à rede e em ilhas (incluindo a priorização de carga e restrição);
- Considerar o fluxo de energia e de calor em sistemas de múltiplos nós;
- Suportar o projeto N-1 com restrições de segurança.

MDT – Ferramenta para projeto de microrredes

Desenvolvido pelo laboratório nacional Sandia, é uma ferramenta

de apoio à decisão para o projeto de microrredes, em termos de custo, desempenho e segurança. Dentre as diferentes funcionalidades que oferece, as duas principais são:

- Dimensionamento de microrredes, em que é possível determinar tanto o tamanho quanto a composição das microrredes, de forma realista e eficiente, incluindo a análise dos impactos das decisões de projeto;
- Otimização do gerenciamento da tecnologia, em que, por meio de algoritmos genéticos, se tem diferentes alternativas de projeto como primeiro resultado, ao mesmo tempo em que é possível melhorar essas opções por meio de um modelo de confiabilidade de desempenho.

REopt – Integração e otimização de energia renovável

Uma das mais famosas plataformas para pesquisa, utilizada pela NREL para otimização e tomada de decisões em sistemas de energia e microrredes em diferentes níveis, tais como edifícios, campi e comunidades.

Entre suas principais funções está a avaliação de alternativas para a integração de energia renovável e sistemas de armazenamento na rede principal e na rede isolada, a fim de atender às demandas energéticas mais críticas ao menor custo de vida útil.

Por outro lado, permite o gerenciamento otimizado dos recursos energéticos em caso de falha no fornecimento, adaptando o tamanho do sistema, obtendo no processo economia e confiabilidade.

HOMER

Ao contrário da REopt, esta é uma das plataformas mais famosas do mercado, devido a seu amplo campo de aplicação, abrangendo desde a geração de energia em microrredes isoladas e conectadas, sistemas distribuídos e até a otimização do valor de usinas elétricas de grande escala.

Entre sua ampla gama de aplicações, permite a simulação do funcionamento de qualquer sistema de geração durante 1 ano, com períodos que variam de 1 minuto a 1 hora.

Uma de suas características mais utilizadas é a capacidade de encontrar a combinação de componentes de menor custo, considerando as cargas elétricas e térmicas, graças, em parte, à sua capacidade de realizar análises sensíveis nas entradas do software.

Há uma ampla gama de software disponível no mercado, dependendo da necessidade; desde opções de medição de fluxo de energia como UPFLOW ou TEFTS, até análises mais específicas, como perdas na linha de distribuição e conservação de redução de tensão, como GridLAB-D. Portanto, é importante utilizar estas ferramentas para simplificar os processos de projeto e comissionamento, alcançando um fornecimento confiável, confiável, mas primeiramente, mais limpo.

Roadmap tecnológico das microrredes

As microrredes têm gerado uma ruptura na espinha dorsal dos atuais sistemas de distribuição, expandindo o grau de benefícios e controle que podem ser obtidos sobre o fornecimento de energia, a tal ponto que é

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.



Luna 2000
5kWh à 30kWh

SUN2000
2/3/4/5/6
KTL - L1

SUN2000
450W-P

FusionSolar
App

Contate nosso parceiro exclusivo:



WDC
SOLAR



solar@wdcnet.com.br | 11 3035-3777



FASCÍCULO MICRORREDES NO BRASIL

agora viável para muitos países vender energia de forma independente, os prosumers. A realidade é que a tecnologia, juntamente com a necessidade de transformação de energia, levou a evolução das microrredes a um ponto em que elas se tornaram um componente importante na descarbonização e atualização da rede de distribuição nos países desenvolvidos.

Desde 1882, com a inauguração da estação da Pearl Street, classificada como uma das primeiras microrredes, passando pelo presente, onde se conseguiu sua implementação ao nível comercial, até o ano 2050 onde se visa sua integração plena como estrutura central do fornecimento global de energia, há um caminho onde foram realizados desenvolvimentos tecnológicos e uma série de desenvolvimentos tem acontecido. Assim, o caminho que as microrredes traçaram para o futuro, conforme a [AZIMIAN et al., 2021], pode ser resumido da seguinte forma:

- 1 - Sistemas energéticos tradicionais: Infraestruturas energéticas independentes e estatais com geração centralizada, fluxo de energia a jusante, usuários passivos e um sistema monopolizado;
- 2 - Microrredes: geração e consumo do lado da demanda com cargas parcialmente inteligentes, aumento da confiabilidade do serviço, início da privatização da energia e popularização tanto dos RED quanto dos veículos elétricos;
- 3 - Microrredes inteligentes: Implementação de tecnologias inteligentes, desenvolvimento de infraestruturas de abastecimento e comunicação inteligentes, popularização de Smart Homes com usuários ativos no gerenciamento de energia, além de uma alta flexibilidade no serviço;
- 4 - Microrredes multicarga: Integração de infraestruturas de abastecimento com uma grande variedade de mercados de energia, evolução dos consumidores através da entrada de múltiplos operadores, melhoria da eficiência dos serviços de energia e surgimento de empresas de Microrredes;
- 5 - Microrredes multicarga em rede: aglomerados de microrredes com interconexão entre diferentes zonas de geração, uma plataforma de comercialização de serviços energéticos entre microrredes, surgimento e evolução dos mercados energéticos locais, surgimento de vários centros de energia, abrangendo assim um sistema de fornecimento descarbonizado.

Atualmente, os principais focos de pesquisa e desenvolvimento que tem gerado a evolução das micro redes têm sido:

- Monitoramento e controle em grande escala;
- Integração das tecnologias de informação e comunicação;
- Integração da geração renovável e distribuída;
- Melhoria da transmissão;
- Gerenciamento da rede de distribuição;
- Infraestrutura avançada de medição;
- Infraestrutura para carregamento de veículos elétricos;
- Sistemas orientados para o cliente.

O desenvolvimento nestas áreas permitiu a evolução comercial das microrredes para oferecer maior desempenho, custos mais baixos e tempos de retorno mais curtos. Além disso, para atingir as metas de 2050, novas áreas de pesquisa e desenvolvimento precisam ser introduzidas, a fim

de abordar todas as mudanças sociais, econômicas e governamentais que possam surgir da adaptação de um modelo de fornecimento descentralizado, de acordo com o detalhado pela Parceria Europeia de Plataformas de Tecnologia e Inovação (ETIP):

- A organização eficiente dos sistemas de energia;
- Modelo econômico e mercados como viabilizadores chaves da transição energética;
- Infraestrutura para sistemas integrados de energia como viabilizadores chaves da transição energética;
- A digitalização como facilitadora de novos serviços para sistemas integrados de energia;
- Uso eficiente de energia.

Treinamento e capacitação

Atualmente existem vários cursos que ensinam os fundamentos técnicos e teóricos de diferentes centros reconhecidos como a plataforma online Udemy, Tonex ou ENO, bem como empresas ou associações com experiência no setor como a AEE (Association of Energy Engineers) ou a PGS Energy Training.

Em nível nacional, também houve avanços com seminários ministrados por institutos como a Universidade do Maranhão ou a rede MEIHAPER, que, mais recentemente em conjunto com várias universidades e em colaboração com a Associação Brasileira de Microrrede (ABMR) ofereceram um curso virtual de 14 módulos com vários especialistas do setor.

Todos estes programas e esforços, tanto nacionais quanto internacionais, para a promulgação de microrrede têm como objetivo educar a população sobre a importância das microrredes tanto agora quanto no futuro, onde serão essenciais para a adaptação rumo a um modelo energético mais sustentável.

**Alexandre Rasi Aoki é doutor em Engenharia Elétrica pela Unifei (2003) e foi pesquisador e gerente do Lactec por 15 anos. É professor do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná e Diretor do Centro de Inovação em Engenharia Elétrica da mesma instituição. É ainda Diretor Técnico da Associação Brasileira de Microrredes (ABMR) e Coordenador do Comitê de Estudos C6 - Sistemas Ativos de Distribuição e Recursos Energéticos Distribuídos - do Cigré Brasil. Membro sênior do IEEE, é também editor da revista Brazilian Archives of Biology and Technology. Rodrigo Bueno Otto possui graduação em Engenharia Elétrica pela UFPR, Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UNIOESTE, MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV, Especialização em Energia Renováveis com ênfase em Biogás pela UNILA e Especialização em Inovação Empresarial pela UPV, Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura na UNIOESTE e Mestre em Gestão da Ciência e Inovação pela UPV. Atualmente está cursando o Doutorado em Engenharia Elétrica pela EESC/USP. Atua como Gerente do LASSE Laboratório de Automação e Simulação de Sistemas Elétricos no PTI Parque Tecnológico Itaipu e também como Diretor Presidente da Associação Brasileira de Microrredes (ABMR).*

Dois Resultados. Uma Solução.



Reduza seus gastos com despachos de equipes.

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

Use o seu orçamento de uma maneira melhor.



Reduza o número de interrupções.

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

Está na hora de modificar sua estratégia de proteção.



Reduza os despachos de equipes e interrupções ao consumidor com o **Religador Montado em Chave Fusível TripSaver® II**



Saiba mais na sandc.com/BrasilTSII

© S&C Electric Company 2021 all rights reserved





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



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

Nova legislação para geração distribuída vai consolidar o crescimento do setor, que já supera 7 GW de potência instalada

O marco legal da geração distribuída (GD) teve um importante avanço, dois anos após a apresentação da primeira proposta de texto, por meio do Projeto de Lei 5829/2019. Des-de então, a Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD) acompanhou os debates e a tramitação, no Congresso Nacional, experimentando uma verdadeira montanha-russa de avanços e retrocessos. A vigilância e a participação diligente da entidade permitiu garantirmos conquistas positivas, em questões cruciais.

No dia 18 de agosto, os deputados federais aprovaram o PL 5829/2019 por larga maioria: 476 votos favoráveis e apenas três contrários. Os parlamentares

endossaram o texto, sem alterá-lo, devido ao entendimento entre os agentes do setor – públicos e privados. Nas semanas que antecederam a votação, a ABGD participou de uma sequência de quatro reuniões, na sede do Ministério de Minas e Energia (MME), em que os pontos sensíveis do texto foram trabalhados até deixá-lo preparado para a votação.

Esse conjunto de fatos, aliado à demanda por diversificação e ampliação de capacidade das fontes de geração de energia elétrica, reforça a expectativa de que o Projeto de Lei também será aprovado pelos senadores. Uma justa conquista regulatória para um setor que contribui para o progresso do País, promovendo criação de empregos e

geração de energia por meio de conceitos modernos sintetizados nas palavras descarbonização, descentralização, digitalização e democratização.

Pelo texto do novo marco legal, as regras atuais serão mantidas, até dezembro de 2045, para os detentores de unidades de microgeração e minigeração já conectadas. A partir da data de promulgação da lei, etapa posterior à assinatura presidencial, haverá um período de um ano de carência, no qual as unidades GD que ingressarem no sistema também vão garantir os benefícios até 2045.

Quando a lei entrar em vigor, terá início o prazo de seis anos de modulação até a cobrança integral

de taxas e tarifas pertinentes, cujos valores serão estabelecidos de acordo com diretrizes dadas pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Este último ponto é relevante, pois garantimos a participação da ABGD, de outras entidades representativas do setor e da sociedade na formulação do cálculo, fator importante para que a geração distribuída continue a crescer com as novas regras.

Hoje, o cenário de crise hídrica, a demanda por energia elétrica e a busca por fontes re-nováveis são alguns fatores que têm impulsionado o excelente desempenho do setor, revelado na marca recém atingida de sete gigawatts (GW) de potência instalada. A geração

distribuída alcançou este patamar com números expressivos, mesmo em período de retração da economia. Em 2020, a média mensal de elevação da potência instalada em geração distribuída atingiu 198 megawatts (MW), ante 104 MW, no ano anterior. Em 2021, de janeiro a agosto, GD cresceu cerca de 280 MW mensais.

A ABGD continua atuando para a concretização do novo marco legal para o setor, mantendo os avanços presentes no texto aprovado na Câmara Federal, onde a interlocução do relator do Projeto, deputado Lafayette de Andrada (Republicanos – MG), foi decisiva.

Um novo ciclo virtuoso da geração distribuída está começando.

43



A EVOLUÇÃO DAS ESTRUTURAS SOLARES

PRATIC LITE

PRATIC PRO

DUAL CLAMP AGORA O END CLAMP SE TRANSFORMA EM MID CLAMP

DUAL CLAMP

PATENTE REQUERIDA
BR 20 2021 0126073

- CLAMPS SEM PARAFUSOS E COM ATERRAMENTO AUTOMÁTICO
- INSTALAÇÃO EM ESTRUTURAS DE SOLO FEITA POR BAIXO DOS MÓDULOS
- UM MÓDULO INSTALADO A CADA 30 SEGUNDOS



Rodrigo Sauaia
é presidente
executivo da
Absolar



Ronaldo Koloszuk
é presidente
do Conselho de
Administração da
Absolar



Márcio Trannin, vice-
presidente do Conselho de
Administração da ABSOLAR



Por que a energia solar precisa ser acelerada diante da crise hídrica?

44

Recentemente, o Operador Nacional do Sistema (ONS) emitiu novo alerta sobre a grave escassez de água nos reservatórios de hidrelétricas brasileiras. Segundo a entidade, responsável pela operação da matriz elétrica do Brasil, a falta de chuvas poderá levar o País ao seu limite já em novembro, prejudicando a geração de energia elétrica. Esta situação crítica reforça ainda mais o papel estratégico da energia solar como parte da solução para diversificar e fortalecer o suprimento de eletricidade, fundamental para a retomada do crescimento econômico nacional.

Diante da crise hídrica e com a entrada em vigor da bandeira de escassez hídrica, a partir de setembro, é fundamental que o Governo Federal acelere a energia solar, tanto em grandes usinas contratadas por leilões (geração centralizada), quanto na geração própria em telhados e pequenos terrenos. As usinas solares de grande porte geram eletricidade a preços até dez vezes menores do que as termelétricas fósseis emergenciais ou a energia elétrica importada de países vizinhos atualmente, duas das principais responsáveis pelo aumento tarifário sobre os consumidores e aumento da inflação na economia,

corroendo o poder de compra e os salários da população.

Graças à versatilidade e à agilidade da tecnologia solar, basta um dia de instalação para transformar uma residência, empresa ou propriedade rural em uma pequena usina geradora de eletricidade limpa, renovável e acessível. Já no caso de uma usina solar de grande porte, são menos de 18 meses desde o leilão até o início da geração de energia elétrica, a menor média do setor elétrico. Assim, a solar é reconhecidamente campeã na rapidez de novas usinas de geração.

O Brasil possui mais de 10,4 gigawatts (GW) de potência operacional da fonte solar fotovoltaica em usinas de grande porte e em pequenos e médios sistemas instalados pelos próprios consumidores. Somados, os sistemas fotovoltaicos representam mais de 74% da potência da usina hidrelétrica de Itaipu, segunda maior do mundo e a maior da América Latina.

A fonte solar já trouxe ao Brasil mais de R\$ 54,1 bilhões em novos investimentos e gerou mais de 312 mil empregos acumulados desde 2012. Com isso, evitou a emissão de mais de 11 milhões de toneladas de CO₂ na geração de eletricidade.

Na geração centralizada, o

Brasil possui 3,8 GW de potência instalada da fonte solar, o equivalente a 2,1% da matriz elétrica do País. Em 2019, a solar foi a fonte mais competitiva entre as renováveis nos dois Leilões de Energia Nova (LEN), A-4 e A-6, com preços-médios abaixo dos US\$ 21,00/MWh. Já em julho de 2021, repetiu o feito nos LEN A-3 e A-4, com os menores preços-médios dos dois leilões, abaixo dos US\$ 26,00/MWh. Com isso, a solar consolidou a posição de fonte renovável mais barata do Brasil.

A fonte solar fotovoltaica segue cumprindo o seu compromisso de trazer energia elétrica competitiva aos leilões, ajudando a reduzir o preço da energia aos consumidores e à sociedade brasileira. Se o Governo tivesse contratado o dobro de energia da fonte solar nos dois leilões de julho de 2021, reduzindo a energia comprada de fontes mais caras, teria economizado aos consumidores brasileiros pelo menos R\$ 126,8 milhões nos próximos 20 anos.

Por isso, o Governo Federal precisa revisar as diretrizes do planejamento e ampliar a contratação de energia solar nos próximos leilões. Isso ajudará a reduzir os preços de energia elétrica, aliviando o bolso da

população e melhorando a competitividade dos setores produtivos.

Já na geração própria de energia, são 6,6 GW de potência instalada da fonte solar. A tecnologia solar é utilizada atualmente em 99,9% de todas as conexões de geração própria no País, liderando com folga o segmento.

Ao somar as capacidades instaladas das grandes usinas e da geração própria de energia solar, a fonte solar ocupa o quinto lugar na matriz elétrica brasileira. Recentemente, a solar ultrapassou a potência instalada de termelétricas movidas a petróleo e outros fósseis, que representam 9,1 GW da matriz elétrica brasileira.

A energia solar ajuda a população e os setores produtivos a se protegerem dos fortes aumentos nas contas de luz e contribui para a sustentabilidade do País, que inicia uma importante retomada econômica este ano. Não podemos deixar que a ameaça da crise hídrica freie a recuperação da economia brasileira, a criação de novas oportunidades de emprego e a geração de renda e riqueza à sociedade. A energia solar é parte da solução para este desafio que paira sobre nosso País.



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

Dez anos a favor dos ventos

Estou completando dez anos à frente da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) e, para comemorar este marco, gostaria de utilizar este espaço para fazer um breve relato de alguns dos momentos mais importantes que vivi, que não necessariamente condizem com marcos públicos do setor, mas que revelam os bastidores do meu trabalho.

Começo pelos anos de 2012 e 2013, período no qual eu percebia que a eólica estava conquistando os formuladores de política com seus resultados. Foi durante estes anos que sentia, nas conversas diárias, que a energia eólica já era respeitada. Um pouco antes disso, em 2012, eu vivi pessoalmente o momento que sedimentou o meu respeito pela fonte eólica: foi durante uma visita a um parque eólico no Nordeste, em Parazinho, no Rio Grande do Norte, quando pude ver o impacto positivo que a eólica tinha na comunidade, gerando trabalho e renda, principalmente por meio dos arrendamentos, um dos muitos dos benefícios socioambientais que hoje são tão evidentes e, inclusive, já mensurados.

Naqueles primeiros anos, em 2013, enquanto eu me alegrava muito ao perceber o crescimento

da eólica acontecendo, eu me angustiava muito porque aquele foi o momento em que a cadeia produtiva precisou buscar a nacionalização de 80% para atender aos critérios do BNDES. As empresas do setor demonstraram uma grande maturidade, inteligência, eficiência e rapidez e tenho muito orgulho de todas elas. Hoje eu abro um sorriso de muito gosto sempre que preciso dizer que 80% de um aerogerador é feito no Brasil.

Também destaco como desafio os anos de 2016 e 2017. Com a economia dando sinais de arrefecimento e o consequente cancelamento do único leilão programado para aquele ano, o leilão de reserva, eu comecei a temer seriamente pelo futuro da cadeia produtiva eólica no Brasil. Meu receio era de que perdêssemos muita coisa construída com tanto esforço. Confesso que senti um frio na barriga e sei que ele só foi diminuindo com o tempo, principalmente porque o mercado foi extremamente ágil e inteligente em buscar alternativas no mercado livre. Nos anos de 2018 e 2019, cerca de 75% de nossa contratação ocorreram por meio de contratos no ACL.

Em 2020, outro momento de desafio e frio na barriga veio com a pandemia. Além de toda nossa preocupação com as questões sociais e de saúde, eu ainda temia novamente pela cadeia produtiva. Temia um retrocesso global nos investimentos em fontes renováveis, já que os preços do petróleo recuaram a patamares muito baixos. Já no começo da pandemia, estava claro que a economia brasileira iria piorar e isso resultaria em leilões menores. Na prática houve o cancelamento de todos os certames para aquele ano. Por outro lado, foi com muita alegria que acompanhei um novo crescimento do mercado livre para a energia eólica com os contratos sendo fechados diretamente entre as geradoras e consumidores finais.

A pandemia também trouxe um desafio importante na condução dos negócios da ABEEólica. Passei a ocupar, em 2020, a Vice-presidência do Conselho do Global Wind Energy Council (GWEC) e, a partir da experiência neste conselho, ampliei e abracei de maneira ainda mais contundente, junto com o time da ABEEólica, temas que até então orbitavam nossas discussões principais, mas que passaram para o centro do palco: refiro-me à pauta de

ESG e mudanças climáticas. A humanidade teve um leve gosto do que é uma crise global e os cientistas concordam que os efeitos de uma pandemia são muito pequenos perto da grande crise que se avizinha se não fizermos algo pelo clima. O futuro pode ser bastante sombrio se não fizermos algo seriamente. E a energia eólica tem um peso muito importante entre as soluções.

Estes são apenas alguns destaques, eu teria que escrever um livro sobre este tema para contar todas as coisas boas que presenciei, pelas quais trabalhei e que vi nascer nos últimos dez anos. Não poderia estar mais grata pela posição que ocupo hoje. Quando cheguei tínhamos cerca de 1 GW e jamais imaginaria que estaria comemorando dez anos de ABEEólica com os 20 GWs de capacidade instalada quase completos. E com muito orgulho, e reconhecendo com clareza meu papel, minha trajetória e contribuição, eu posso enxergar o futuro com as “minhas meninas” eólicas com ventos soprando lindamente trabalhando em prol de um futuro e de um planeta melhor.

Elbia Gannoum
Presidente Executiva da ABEEólica

Utilização de softwares para o dimensionamento de aterramento elétrico para SPDA



1 - Histórico

Até algum tempo atrás, as normas IEC [1] e ABNT [2] traziam um valor indicativo para a resistência da malha (ou, mais precisamente, “eletrodo de aterramento”) de aterramento para um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), geralmente em torno de 10 Ohm. Embora tal referência tenha sido criticada (e retirada das edições atuais) por não levar em conta o comportamento compulsivo da descarga atmosférica, ela tinha a grande vantagem de exigir que o projetista realizasse um projeto completo, com medição da resistividade do solo e cálculo da malha (veja a seguir no item 3).

Embora não conste mais da norma, criou-se um vácuo normativo, pois outras normas e procedimentos do setor exigem valores X ou Y, visto que o mesmo eletrodo de aterramento será utilizado não somente pelo SPDA, mas também pela instalação elétrica de baixa ou média tensão, aterramento de eletricidade estática, e outros. Assim, algumas concessionárias exigem os 10 Ohm para a malha da cabine primária de distribuição.

Mesmo nas últimas edições da IEC e ABNT existe um dimensionamento de eletrodo adicional dependente da resistividade do solo (veja também no item 3). Assim, embora a norma permita, na maioria dos casos, a instalação do anel de aterramento sem o cálculo prévio, faz parte de um bom projeto não somente equalizar a norma de SPDA com as demais normas e instalações, como também saber prever se a resistência da malha será de 14 Ohm ou 487 Ohm, por exemplo, o que indicaria, no caso de resistências elevadas, a necessidade de tomar outras providências para garantir o funcionamento dos demais sistemas e proteções.

2 - Tópicos relevantes

2.1 DISTRIBUIÇÃO DA CORRENTE DO RAIOS

Desde o ponto de impacto, geralmente na cobertura do edifício ou estrutura, até a chegada ao solo, a distribuição da corrente é governada por alguns parâmetros, sendo os principais o ponto de impacto (se no centro ou periferia do prédio), a altura da edificação e a área desta (largura x comprimento) e a utilização explícita ou não da armadura do concreto ou estrutura metálica.

Na Figura 1, mostramos, de forma simplificada, os extremos dos principais parâmetros para estruturas equipadas com um sistema de proteção adequado:

As principais consequências são:

2.1.1 ESTRUTURA PEQUENA E BAIXA

O raio distribui-se de maneira quase uniforme e a consequente elevação do potencial é praticamente simétrica no entorno da estrutura.

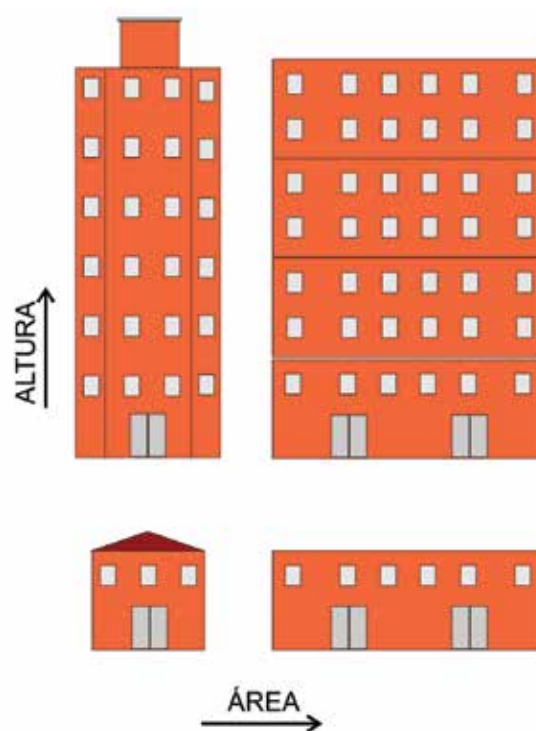


Figura 1 - Edificações de tamanhos diversos.

2.1.2 ESTRUTURA DE GRANDE ÁREA, PORÉM BAIXA

Quando o raio atinge o centro da cobertura, há uma boa distribuição da corrente, porém, no caso crítico - raio no canto da estrutura, o efeito da alta frequência será bem maior, com potenciais possivelmente perigosos no entorno da descida mais próxima.

2.1.3 ESTRUTURA ALTA E DE PEQUENA ÁREA

Caso seja utilizada a armadura do concreto ou estrutura metálica, ou ainda anéis horizontais de interligação, o efeito é o mesmo do caso 2.1.1; caso contrário - descidas unidas apenas na cobertura e no solo, temos uma situação intermediária entre 2.1.1 e 2.1.4.

2.1.4 ESTRUTURA ALTA E DE GRANDE ÁREA

Aqui temos uma situação mista entre 2.1.2 e 2.1.3, ou seja, a distribuição da corrente do raio pode tanto ser praticamente uniforme como causar um desbalanceamento e ser maior no canto do prédio, dependendo do ponto de impacto e da distribuição.

Pode-se inferir facilmente, portanto, que a utilização explícita da ferragem da armadura do concreto armado, ou de estrutura metálica, contribui muito para a distribuição equalizada da corrente, ou seja, ao chegar ao solo, a distribuição será quase uniforme.

2.2 Alta x baixa frequência

No cálculo de uma malha sujeita, principalmente, a tensões de baixa frequência, por exemplo, uma subestação aberta que sofre um curto-circuito, os principais softwares do mercado [3] cumprem um ótimo papel no dimensionamento da malha para a segurança do operador da SE ou de alguém externo à instalação, ou ainda transferências de potenciais perigosos. Isso é possível porque conhecemos (normas IEEE [4] e IEC [5], entre outras) a suportabilidade do corpo humano nessas condições, ou seja, podemos comparar a tensão do choque que a pessoa vai receber com o máximo que ela pode aguentar sem atingir um valor fatal - vide Figura 2 (potencial de toque em 3D) e Figura 3 (potencial de toque em 2D), com indicação clara do limite suportável (linha vermelha horizontal).

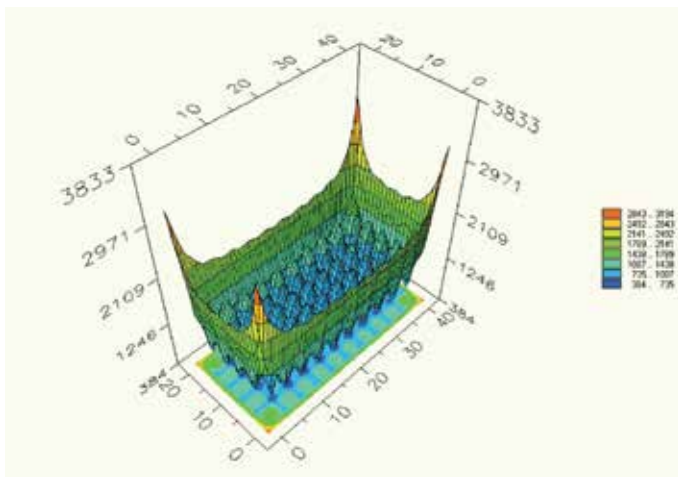


Figura 2 - Potenciais de toque de uma malha de SE em baixa frequência.

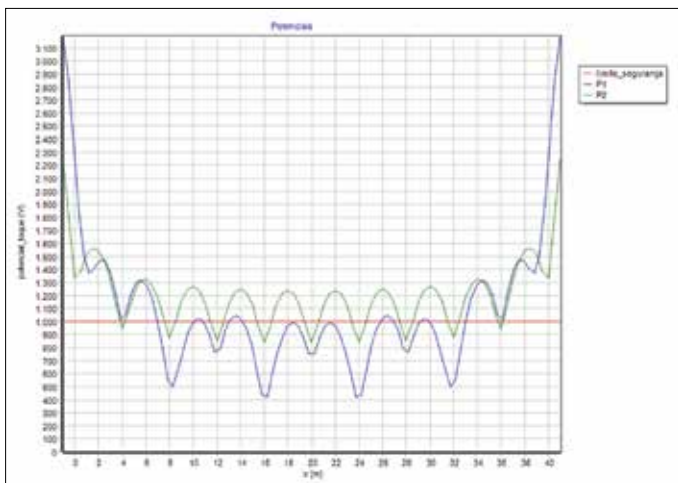


Figura 3 - Visão em 2D mostrando o potencial admissível (linha vermelha).

Para alta frequência, como uma descarga atmosférica, embora existam alguns softwares que calculem a tensão atuante nessas condições a partir da corrente do raio e de sua forma de onda, não existem dados para a suportabilidade do corpo humano

nessas condições; assim, infelizmente, não adianta ter um cálculo detalhado e correto se não temos com o que comparar.

3 - Sequência de cálculo

3.1 MEDIÇÃO DA RESISTIVIDADE DO SOLO E DETERMINAÇÃO DA ESTRATIFICAÇÃO

A resistividade do solo deve ser medida preferencialmente pelo método dos 4 pontos, arranjo de Wenner, o qual fornece o melhor equilíbrio entre precisão e alcance das medições.

3.2 CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO

Não existem fórmulas simples para o cálculo de malhas, situação que se complica exponencialmente com o número de camadas do solo; os softwares mais precisos utilizam-se de métodos numéricos [3].

3.3 CUIDADOS NA GERAÇÃO DO RELATÓRIO

É muito comum que nem todas as condições para o correto procedimento do projeto estejam disponíveis, porém o cliente insista numa solução ótima e sob total responsabilidade do projetista; para evitar problemas futuros, recomenda-se especificar toda e qualquer situação atípica que possa influir nos resultados, desde falta de espaço adequado para medição da resistividade até exigências estéticas do cliente.

4 - Uso de software x procedimentos manuais

4.1 PRECISÃO

Os procedimentos manuais (incluindo calculadoras e planilhas) são aproximações grosseiras de métodos numéricos adequados, como séries e cálculo matricial. Embora seja possível realizar a maioria dos cálculos de algumas normas como a ABNT NBR 5419 manualmente, o uso de algoritmos computacionais bem ajustados é imprescindível para um cálculo de aterramento - um outro exemplo mais visível seria o de um cálculo estrutural de um prédio ou viaduto.

Além disso, ao invés de usar tabelas e gráficos, com imprecisão de leituras e possíveis erros (ler a linha errada, etc.), um bom software utiliza-se das fórmulas que geraram essas tabelas e gráficos, com precisão mais do que suficiente para um resultado confiável.

4.2 APRESENTAÇÃO

Um bom software vai gerar não apenas resultados em forma de texto, mas, principalmente, gráficos que (além de bonitos!) vão dar ao projetista e ao cliente uma visualização muito melhor dos



EMBRASTEC®

Líder em Qualidade!

5
anos de
garantia

Linha completa de DPS

Classe I e II

(NBR IEC 61643-1:2007)



DPS SFV Fotovoltaico

Classe I e II
Ecobox e Plug-in

O único com Câmara Blindada
que evita arco voltaico.



resultados, das outras opções consideradas (ver item 4.4) e das tendências - como, por exemplo, às vezes não adianta adicionar mais hastes, pois o solo no centro e ao redor da malha já está saturado de corrente para dispersar (veja o comportamento das curvas de resistência na Figura 5).

4.3 ECONOMIA E VELOCIDADE

Quando se faz um cálculo manualmente, a falta de tempo e de vontade de pesquisar novas alternativas geralmente limita a otimização do projeto: com a velocidade dos softwares, é possível calcular diversos aterramentos rapidamente e escolher o de melhor desempenho e/ou menor custo - economiza-se não somente nos materiais, mas também nas horas de engenharia.

5 - Exemplo de um prédio comercial ou residencial

Vamos usar como exemplo um prédio com as dimensões: largura = 20 metros, comprimento = 35 metros e altura = 50 metros. Pela ABNT NBR 5419, devemos ter um anel com as dimensões 22 x 37 metros; a resistividade foi medida pelo método de 4 pontos, arranjo de Wenner, com o resultado da tabela 1, e o software nos deu uma estratificação com duas camadas, sendo $\rho_1 = 687 \text{ Ohm}$ com profundidade aproximada de 5 metros e $\rho_2 = 167 \text{ Ohm}$ (Figura 4).

Ao entrar os dados no cálculo apropriado a este tipo de eletrodo, temos instantaneamente o comparativo entre utilizar somente o anel (zero hastes) ou adicionar 2, 4, 6, ..., 16 hastes ao anel, com três comprimentos de hastes (2.0, 2.4 e 3.0 metros por default, mas pode-se utilizar outros comprimentos). O software nos fornece uma tabela, o gráfico comparativo das resistências - Figura 5, gráfico comparativo dos custos das opções, gráfico do tempo de instalação (obra), um croqui do projeto e ainda as folhas de dados (datasheets) dos materiais, sendo que esses relatórios podem ser salvos em formato PDF ou cada gráfico/tabela pode ser copiada e colada no processador de textos (ex.: MS Word).

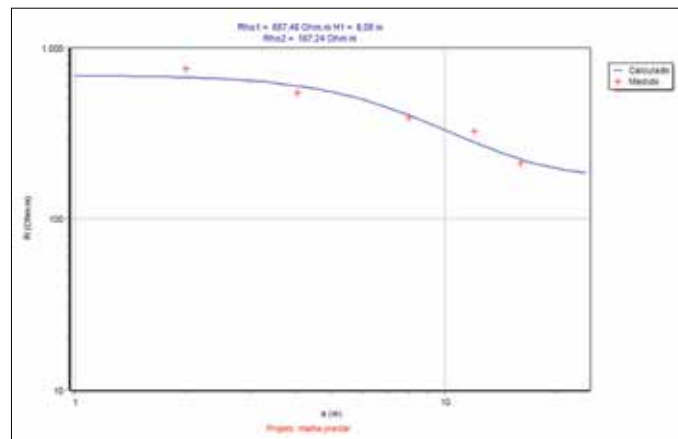


Figura 4 - Gráfico da estratificação da resistividade do solo.

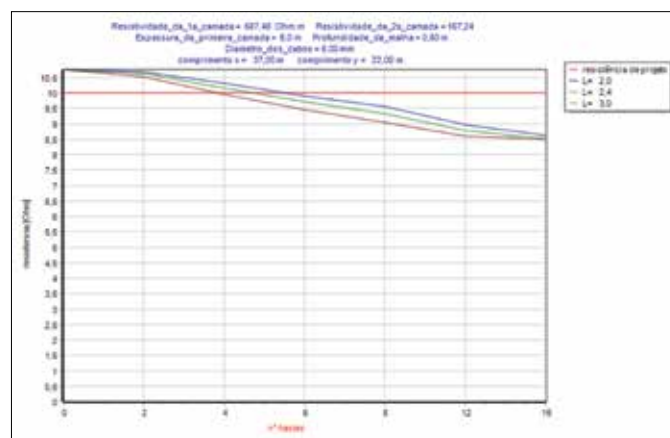


Figura 5 - Resistência da malha em função do número de hastes e da profundidade destas.

Nota: os resultados variam muito de um terreno para outro e com as dimensões (largura e profundidade) da malha.

6 - Referências

- [1] - IEC 62305 - edição 2, partes 1 a 4;
- [2] - ABNT NBR 5419 edição 2015, partes 1 a 4;
- [3] - o software utilizado neste artigo foi o TECAT PLUS 6.5 (www.mydia.com); outros bons softwares multicamadas encontrados no mercado são o CEDEGS (SES), XGS e FlexGrid, além de softwares limitados a duas camadas de resistividade, como o CYMGRD e o ETAP;
- [4] - IEEE-80;
- [5] - IEC-50522.

*Carlos Moreira Leite é sócio da Volts and Bolts, engenheiro mecânico pela FEI, desenvolvedor dos softwares TecAt e Atmos e autor de 3 livros sobre aterramento e SPDA | vendas@mydia.com

TABELA 1 - RESULTADOS DA MEDIÇÃO DA RESISTIVIDADE DO SOLO PELO ARRANJO DE WENNER

espaçamento (m)	linha de medição A (Ohm)	linha de medição B (Ohm)
2	61	56
4	21	22
8	7,5	8
12	4,3	- (*)
16	2,1	- (*)

(*) não foi possível realizar essas medições na linha B devido ao tamanho do terreno

TRANSFORMANDO ENERGIA EM DESENVOLVIMENTO.



TRANSFORMADORES PARA APLICAÇÃO SOLAR

Transformadores nas potências de 500kVA até 2.500kVA, nas classes de tensão até 36,2kV.



www.trael.com.br

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





Por Caio Huais, engenheiro de produção, pós-graduado em Engenharia Elétrica e Automação com MBA em engenharia de manutenção. Atualmente, é Head de Manutenção e Operação de Alta tensão na Enel distribuição Goiás, onde responde pela disponibilidade de 360 subestações e 6.000 quilômetros de linhas de alta tensão. Atua na área de O&M de alta tensão há mais de 9 anos, tendo passagem por áreas de proteção e controle (SPCS), engenharia de manutenção e planejamento e controle da manutenção.

Desafios e tendências da manutenção e da operação de sistemas de média e alta tensão

Assim como os demais nichos do mercado, a área de distribuição de energia enfrenta cenários desafiadores no que tange à manutenção e operação dos ativos. Com a evolução da demanda de carga e as incertezas climáticas diante do aquecimento global, o modelo tradicional de manutenção nessas instalações tem sofrido grandes transformações.

Diante do cenário atual, permanecer com modelos convencionais de manutenção significa não se adaptar à nova realidade do sistema, que traz como desafio:

- Elevações e variações relevantes de temperatura e elevação do consumo de energia elétrica no Brasil;
- Chegada de mais potência no SIN, aumento dos níveis de curto-circuito e implementação de novas tecnologias no sistema;
- Redução do OPEX e necessidade de repensar modelos de manutenção. Desafios da capitalização de atividades de manutenção;
- Novo cenário de responsabilidade ambiental e sustentabilidade.

Importância e aplicações da termografia frente às elevações e variações relevantes de temperatura e aumento do consumo de energia elétrica no Brasil

Com as altas concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, o calor emitido pelo Sol é bloqueado, ficando preso na superfície

terrestre, aumentando a temperatura média da Terra. O aquecimento global é uma realidade que se agrava anualmente provocando alterações no clima e, consequentemente, no comportamento dos ativos, principalmente nos períodos de maior temperatura.

Contribuem para o aquecimento a queima de combustíveis fósseis (derivados do petróleo, carvão mineral e gás natural) para geração de energia, atividades industriais e transportes; a conversão do uso do solo, entre outras aplicações. Por isso, é importante que toda a indústria entenda a importância da descarbonização, estimulando a utilização de equipamentos e veículos elétricos.

Enquanto ainda possuímos a presença significativa desses combustíveis e convivemos com variações expressivas de temperatura, essa elevação contribui diretamente para o aumento do consumo de energia elétrica no Brasil.

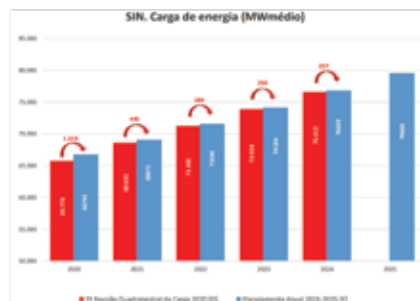


Figura 1 – Previsão de carga de energia para o cenário 2020-2025. Fonte: ONS.

O Operador Nacional do Setor Elétrico (ONS) compartilha no documento “Previsão de Carga para o Planejamento Anual da Operação Energética ciclo 2021 (2021-2025)” a previsão de carga de energia superando 70.000 MW médios a partir de 2022, conforme gráfico.

Diante deste cenário é necessário traçar as melhores estratégias para atravessar momentos de demandas máximas de energia e grande exigência dos equipamentos. Técnicas preditivas de monitoramento de temperaturas, por exemplo, se fazem necessárias nesses momentos.

Uma ferramenta importante para detecção das anomalias térmicas no sistema é a inspeção termográfica. A termografia é uma técnica preditiva, não invasiva e não destrutiva de medição de temperatura e formação de imagem térmica de uma determinada instalação e através da representação gráfica, direciona as regiões que apresentam desequilíbrios e variações térmicas.

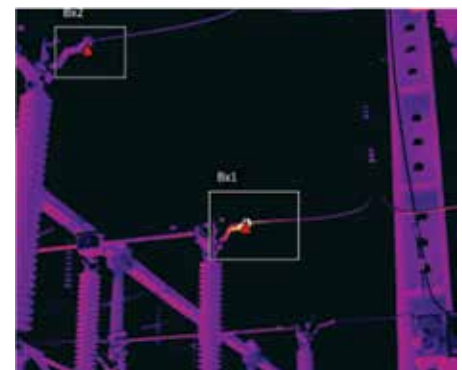


Figura 2 –Exemplo imagem térmica em chave seccionadora de alta tensão.

As diferentes condições operativas de cada subestação tornam necessária uma visão sistêmica sobre as periodicidades com base em variáveis que coloquem o sistema e o cliente no centro do negócio.

Portanto, para traçar a estratégia ideal é necessário o ponto ótimo das prioridades e periodicidades das inspeções nas instalações de alta e média tensão. Algumas das variáveis que podem ser avaliadas são:

- Número de unidades consumidoras atendidas;
- Potência instalada;
- Nível de curto-circuito;
- Taxa de falhas;
- Agentes externos - maresia, nível de poeira e poluição local;
- Características e tempo de operação dos pontos de conexões externos – Tipos de conectores, materiais e reações.

Essa técnica preditiva tem evoluído e inovado as aplicações no setor elétrico. Já existe por exemplo, para algumas aplicações, o monitoramento local fixo integrado ao sistema de supervisão, gerando alarmes remotos para os valores de temperatura e variação ajustados.

Outro grande avanço também já aplicado nas redes de distribuição de energia da China: Rede do Noroeste, Rede do Nordeste, Rede do Norte da China, Rede do Centro da China, Rede do Leste da China e Rede do Sul é o Robô Inteligente de Inspeção de Componentes Elétricos da Launch que realiza inspeções com frequências definidas e em grande escala, reduzindo ao máximo erros humanos. O robô usa uma câmera termográfica e realiza a inspeção completa em subestações de alta tensão e é capaz, inclusive, de emitir alarmes.

A plataforma é conectada ao computador de controle do robô via Ethernet, enquanto a unidade de controle principal controla o gerador de imagens térmicas de alta definição e o movimento da plataforma pela rede. A câmera termográfica produz vídeo analógico CVBS e a câmera de alta definição produz vídeo de H265.

Os dados de medição de temperatura são enviados à unidade de controle principal



Figura 3 – Elevação de temperatura em circuitos de corrente.



Figura 4 – Exemplo de imagens reproduzidas com drones.

via Ethernet e via quadro de compressão de vídeo, proporcionando dados e informações de medição de temperatura com vários quadros em tela cheia, referentes às temperaturas mais altas e mais baixas.

O certo é que se precisa avançar com o modelo de inspeção, podendo ser aplicado inclusive em circuitos de baixa tensão e circuitos de corrente. O autor, inclusive, apresenta um case de sucesso próprio, em que, a partir de algumas ocorrências no sistema, houve elevação de temperatura em circuitos de corrente, com a detecção de folga na conexão do circuito com as novas chaves de correntes (bloco de testes). Um plano de ação de termografias e reaperto dos circuitos que apresentavam variações de temperatura como de corrente permitiu reduzir 90% das falhas no ano seguinte.

Nota-se que a técnica é aplicada em grande parte dos processos em uma subestação. Trata-se de uma importante ferramenta para detectar potenciais de falhas no sistema e agir preventivamente. Tão importante quanto realizar a inspeção termográfica é também saber tratar os dados, montar um plano de ação e priorizar os atendimentos com senso de urgência.

Também é importante se detectar a causa raiz do problema para que as ações previstas sejam aderentes à redução do que está provocando os problemas. Dentre alguns modos de falhas dessas anomalias temos:

- Reação do material, como exemplo: barramentos de alumínio com cordoalhas de

cobre e conexões não bimetálicas;

- Conexões mal feitas – Torque indevido nas conexões;
- Limalhas nas conexões;
- Baixo isolamento;
- Desgaste do material;
- Passagem de correntes de curto circuito elevados na conexão.

Identificar o modo de falha é essencial para a criação das ações e assertividade na resolução do problema.

Outro novo modelo de inspeções visuais e termográficas possível é a utilização de drones, técnica já empregada por concessionárias, especialmente, em linhas de distribuição de média e alta tensão.

O drone é um excelente recurso para áreas remotas e áreas que apresentem terrenos instáveis, como brejos e ambientes muito úmidos. Em parques com linhas extensas, esse tipo de aplicação pode reduzir custos e substituir métodos mais onerosos como inspeções heliportadas.

Portanto, podemos observar avanços significativos nos modelos de inspeções termográficas nas redes de alta e média tensão. A termografia é uma das técnicas mais efetivas na detecção de anomalias e exige que os profissionais explorem cada vez mais suas diversas aplicações no sistema.

Referência:

Site da Flir Systems: <https://www.flir.com.br/>

Projetistas e Engenharia

Projetas e Engenharia						Tipos de serviços																
						Engenharia e Consultoria Elétrica	Instalação e Manutenção Elétrica	Estudos	Projetos	Consultoria	Análises	Avaliações	Visitorias	Percias	Pareceres	Divulgação técnica	Ensino	Pesquisa, experimentação e ensaios	Fiscalização de obras	Direção de obras	Execução de obras	Laudos técnicos
EMPRESA	Telefone	Site	Cidade	UF	Filiais																	
ENGECRIM	(92) 3642-3938	www.engecrim.com.br	Manaus	AM		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ESO ENGENHARIA	(73) 3525-3407	----	Jequié	BA		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
PROSOLARHEOS	(72) 99141-6576	www.prosolarheos.com.br	Salvador	BA	SP, RJ, MT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
THALES DE AZEVEDO FILHO ENG.	(71) 98281-6650	www.thalesazevedofilho.com.br	Salvador	BA		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
VOLTIX ENERGIA	(71) 99940-0770	www.voltix.com.br	Salvador	BA	SP, PR	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
3E SOLUÇÕES	(85) 3055-5144	www.3esolucoes.com.br	Fortaleza	CE	SP, RJ, SC, MA, PB, PA, RO, GO, PI, AL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
SEVEL ENGENHARIA	(85) 3226-2107	www.sevelengenharia.com.br	Fortaleza	CE		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
CPE - ESTUDOS E PROJ. ELÉT.	(85) 99992-9392	www.cpe-ce.com.br	Fortaleza	CE		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
FOX ENG. E CONSULTORIA	(61) 2103-9555	www.foxengenharia.com.br	Brasília	DF	SP, AL, RN	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
MAIS ENERGIA	(61) 3703-0088	www.maisengiaf.com.br	Brasília	DF		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
PÁTRIA ENGENHARIA	(31) 98484-9440	www.patriaprojetos.com.br	Vitória	ES		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
VORBE ENGENHARIA	(62) 98418-7105	www.vorbe.com.br	Goiânia	GO		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
CEILUX	(31) 3653-5193	www.ceilux.com.br	Belo Horizonte	MG		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
DEODE INOV. E EFIC. EM ENER.	(32) 99984-5751	www.deodenergia.com	Juiz de Fora	MG	RJ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ELABORAR ENG. & PROJETOS	(31) 3361-6406	www.elaborar.eng.br	Belo Horizonte	MG		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
LUMENS	(31) 3286-0189	www.lumensengenharia.com.br	Belo Horizonte	MG		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
MAGNA ENGENHARIA	(31) 99804-4270	www.magnaeng.com.br	Belo Horizonte	MG		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
PROERG ENGENHARIA	(31) 3372-4555	www.Proerg.com.br	Belo Horizonte	MG		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
PROJELET	(31) 98678-0092	www.projelet.com.br	Belo Horizonte	MG	SP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
PROJETEC-PROJ. E INSTS TÉCS	(35) 99984-9544	www.projetec.eng.br	Pouso Alegre	MG		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
VIABLE ARQU. & ENG.	(31) 3324-2702	www.viable.com.br	Belo Horizonte	MG		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
DEXGRAU COMÉRCIO	(91) 3229-2703	www.dexgrau.eng.br	Belém	PA		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
DSE ENGENHARIA	(91)991464788	www.dseengenharia.com.br	Belém	PA		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ENSERV ENGENHARIA	(81) 3012-6453	www.enservengenharia.com.br	Olinda	PE		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
MSE ENGENHARIA	(43) 3031-0500	www.mse.com.br	Londrina	PR	SP, RJ, RS, CE, MG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ARAÚJO ABREU	(21) 3865-2500	www.araujobreu.com.br	Rio de Janeiro	RJ	MG, RS, PR, SC, CE, BA, PA, AM, DF, SP, ES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
DBM ENGENHARIA	(21) 99971-4449	www.dbmenergiasolar.com.br	Rio de Janeiro	RJ		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
MASALUPRI ENG. ELÉTRICA	(21) 349																					

[illegible]

Instalação e Manutenção

Instalação e Manutenção

EMPRESA

Telefone

Site

Cidade

UF

Filiais

Engenharia e Consultoria Elétrica

Instalação e Manutenção Elétrica

Projeto

Instalação

Consultoria

Operação

Manutenção

Vistorias

Fiscalização de obra

Direção de obra

Reparos

Montagens

Ensaios e análises

Outros

ENGEGRIM

(92) 3642-3938

www.engecrim.com.br

Manaus

AM

x

ESO ENGENHARIA

(73) 3525-3407

Jequié

BA

x

x

x

x

x

PROSOLARHEOS

(72) 99141-6576

www.prosolarheos.com.br

Salvador

BA

SP, RJ, MT

x

x

x

x

x

THALES DE AZEVEDO FILHO ENG.

(71) 98281-6650

www.thalesazevedofilho.com.br

Salvador

BA

x

VOLTIX ENERGIA

(71) 99940-0770

www.voltix.com.br

Salvador

BA

SP, PR

x

x

x

x

x

x

x

x

3E SOLUÇÕES

(85) 3055-5144

www.3esolucoes.com.br

Fortaleza

CE

SP, RJ, SC, MA, PB, PA, RO, GO, PI, AL

x

SEVEL ENGENHARIA

(85) 3226-2107

www.sevelengenharia.com.br

Fortaleza

CE

x

x

x

CPE - ESTUDOS E PROJ. ELÉT.

(85) 99992-9392

www.cpe-ce.com.br

Fortaleza

CE

x

FOX ENG. E CONSULTORIA

(61) 2103-9555

www.foxengenharia.com.br

Brasília

DF

SP, AL, RN

x

MAIS ENERGIA

(61) 3703-0088

www.maisenergiafv.com.br

Brasília

DF

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

PÁTRIA ENGENHARIA

(31) 98484-9440

www.patriaprojetos.com.br

Vitória

ES

x

VORBE ENGENHARIA

(62) 98418-7105

www.vorbe.com.br

Goiânia

GO

x

CEILUX

(31) 3653-5193

www.ceilux.com.br

Belo Horizonte

MG

x

DEODE INOV. E EFIC. EM ENER.

(32) 99984-5751

www.deodenergia.com

Juiz de Fora

MG

RJ

x

x

x

x

x

x

x

x

ELABORAR ENG. & PROJETOS

(31) 3361-6406

www.elaborar.eng.br

Belo Horizonte

MG

x

LUMENS

(31) 3286-0189

www.lumensengenharia.com.br

Belo Horizonte

MG

x

MAGNA ENGENHARIA

(31) 99804-4270

www.magnaeng.com.br

Belo Horizonte

MG

x

PROERG ENGENHARIA

(31) 3372-4555

www.Proerg.com.br

Belo Horizonte

MG

x

PROJELET

(31) 98678-0092

www.projelet.com.br

Belo Horizonte

MG

SP

x

PROJETEC-PROJ. E INST.S TÉCS

(35) 99984-9544

www.projetec.eng.br

Pouso Alegre

MG

x

VIABLE ARQUI. & ENG.

(31) 3324-2702

www.viable.com.br

Belo Horizonte

MG

x

DEXGRAU COMÉRCIO

(91) 3229-2703

www.dexgrau.eng.br

Belém

PA

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

DSE ENGENHARIA

(91)991464788

www.dseengenharia.com.br

Belém

PA

x

x

x

x

x

x

x

x

ENSERV ENGENHARIA

(81) 3012-6453

www.enservengenharia.com.br

Olinda

PE

x

x

x

x

x

MSE ENGENHARIA

(43) 3031-0500

www.mse.com.br

Londrina

PR

SP, RJ, RS, CE, MG

x

x

x

x

x

ARAÚJO ABREU

(21) 3865-2500

www.araujocabreu.com.br

Rio de Janeiro

RJ

MG, RS, PR, SC, CE, BA, PA, AM, DF, SP, ES

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

DBM ENGENHARIA

(21) 99971-4449

www.dbmenegiasolar.com.br

Rio de Janeiro

RJ

x

x

x

MASALUPRI ENG. ELÉTRICA

(21) 3496-0644

www.masalupri.com.br

Rio de Janeiro

RJ

SP, RS, PE, PA, TO, MG

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

PRISMA MONT. E SERVL ELÉTR.

(21) 2428-3155

Rio de Janeiro

RJ

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

QUADRIMAR QUA. E PAL. ELET.

(21) 2428-3155

www.quadrimar.com.br

Rio de Janeiro

RJ

x

SOLFORTES ENER. SOLAR

(21) 3489-9334

www.solfortes.com.br

Rio de Janeiro

RJ

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

CONDUCTA ENG.A ELÉTRICA

(54) 3462.2980

www.conducta.eng.br

Garibaldi

RS

x

x

x

x

x

x

x

x

x

FILIPPON ENGENHARIA

(51) 3331-6633

www.filipponengenharia.com.br

Porto Alegre

RS

x

FOCKINK

(55) 99204-8896

www.fockinkind.br

Pananabi

RS

SP, TO, MT

x

x

x

x

x

x

x

x

x

MONTEBRAS

(54) 3341-3678

www.montebras.com.br

Getulio Vargas

RS

x

x

x

x

x

x

ACR TECNOLOGIA EM ENERGIA

(48) 3269-5559

www.acrtecnologia.com.br

Florianópolis

SC

x

x

x

x

x

x

x

x

x

E12 ENGENHARIA

(47) 4123-3012

www.e12engenharia.com.br

São Bento do Sul

SC

x

HOYT ENGENHARIA INTEGRADA

(47) 3035-6905

www.hoyt.eng.br

Blumau

SC

x

KRIEGER ENGENHARIA

(47) 99985-0499

www.krieger.eng.br

Blumenau

SC

x

x

x

x

x

x

P3 ENGENHARIA ELÉTRICA

(47) 3333-8077

www.p3engenharia.com.br

Blumenau

SC

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

AÇÃO ENGENHARIA

(11) 3883-6050

www.acaoenge.com.br

São Paulo

SP

RJ, MT

x

x

x

x

x

x

x

x

x

AGES CONSULTORIA

(11) 2231-6762

www.agesconsultoria.com.br

São Paulo

SP

x

ATIK ENGENHARIA

(11) 3721-7849

www.atikengenharia.com.br

São Paulo

SP

x

BETTONI AUTOM. E SEGURANÇA

(11) 4436-6400

www.bettoni.com.br

Santo André

SP

x

COELTE ENGENHARIA

(12) 3621-6020

www.coelte.com.br

Taubaté

SP

x

x

x

x

COLI ENGENHARIA

(11) 2063-2323

www.coli.com.br

São Paulo

SP

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

DUBLIN ELETRICIDADE

(11) 99998-3695

www.eletrodublin.com.br

São Paulo

SP

x

x

x

x

x

x

x

x

DUTRA LACROIX ENGENHARIA

(11) 5573-2327

www.dutralacroix.com.br

São Paulo

SP

RJ, RS

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

EDSON BITTAR HENRIQUES

(11) 3729-4879

www.projebh.com

São Paulo

SP

x

EHM INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

(11) 99971-3251

www.ehm.com.br

São Paulo

SP

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

ENGEPOWER

(11) 3579-8777

www.engepower.com

Barueri

SP

x

x

x

x

x

x

ENPREL ENGENHARIA

(11) 3729-7099

www.enprel.com.br

São Paulo

SP

x

EXPER SOLU. LUMINOTÉCNICAS

(11) 99911-9952

www.expersolution.com.br

Cotia

SP

x

FABRÍCIO DA S. PEREIRA BENVINDO

(11) 98281-9732

www.interativaengenharia.com.br

Santana do Parnaíba

SP

x

FAW7 ENGENHARIA

(11) 2768-0800

www.faw7.com.br

São Paulo

SP

x

x

x

x

x

x

FE PROJETOS ELETRICOS

(11) 3825-3511

www.feprojetos.com.br

São Paulo

SP

x

GRUPO LPENG

(11) 2901-7033

www.lpeng.com.br

São Paulo

SP

x

x

x

x

x

x

x

HBI SERVICE

(11) 4432-3670

www.hbiservice.com.br

Santo André

SP

x

x

x

x

x

x

x

INEL COM. ELETROELETRÔNICA

(19) 3875-4269

www.ineletrica.com.br

Indaítuba

SP

x

x

x

x

x

LAMBDA CONSULTORIA

(11) 4456-3609

www.lambdaconsultoria.com.br

Salto

SP

x

LAUS ENGENHARIA

(19) 99210-9000

www.laus.com.br

Campinas

SP

x

LIG ENGENHARIA

(11) 97548-2665

www.lig-engenharia.com

São Paulo

SP

RJ, PR, SC

x

MAEX ENGENHARIA

(19) 3455-5266

www.maex.com.br

Santa Bárbara D'Oeste

SP

x

x

x

x

MITSIDI

(11) 98471-1382

www.mitsidi.com

São Paulo

SP

x

NV ENGENHARIA

(11) 33312001

www.nvengenharia.com.br

São Paulo

SP

x

PAIOL ENGENHARIA

(19) 3844-4488

www.paiolengenharia.com.br

Paulínia

SP

x

PHE

(11) 5574-6477

www.pheprojetos.com.br

São Paulo

SP

x

x

x

x

x

x

x

POTRY

(11) 3472-6955

www.potry.com.br

São Paulo

SP

x

PQR MA2 ENGENHARIA

(11) 5579-0660

www.pqrma2.com

São Paulo

SP

x

REVIMAQ

(11) 4531-8181

www.revimaq.com

Jundiaí

SP

x

x

x

x

x

REWALD

(11) 5070-3799

www.rewald.com.br

São Paulo

SP

x

SIGMASYS ENGENHARIA

(15) 3218-2222

www.sigmasys.com.br

Sorocaba

SP

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

TÉCNICA ENG. DE PROJETOS

(11) 2606-1933

www.tecnicaprojetos.com.br

São Paulo

SP

x

TEMON TÉC. DE MONTAGEM

(11) 5508-8188

www.temon.com.br

São Paulo

SP

x

x

x

ZETTATECK

(19) 3321 8400

www.zettateck.com.br

Araras

SP

x

PROLUX ENGENHARIA

(11) 5549-6533

www.proluxeng.com.br

São Paulo

SP

x

A precisão do modelo geoeletrico

Os problemas de geofísica, de maneira geral, são do tipo inverso – são conhecidas a entrada e a saída, porém o modelo é desconhecido:



A interpretação da curva de resistividades aparentes é feita através de um processo matemático chamado de inversão, que consiste em encontrar um modelo compatível com o conjunto de dados de entrada (correntes injetadas no solo) e de saída (diferenças de potencial na superfície do solo). Existem diversos métodos de otimização para resolver problemas inversos que, de maneira geral, aplicam um processo iterativo para minimizar os desvios entre a curva original e a calculada a partir do modelo obtido a cada iteração.

É sabido que problemas inversos mal postos apresentam soluções inerentemente ambíguas, pois admitem múltiplas alternativas. Os problemas mal postos nas sondagens geofísicas estão associados a interferências e desvios inerentes às diferentes técnicas de medição e ao fato de que uma estrutura de subsuperfície 3D deve ser inferida a partir da medição dos seus efeitos em variáveis físicas medidas na superfície do solo, que é 2D.

Portanto, apesar da sofisticação dos métodos geofísicos e da complexidade das técnicas de processamento dos dados, a precisão do modelo geoeletrico não pode ser superestimada:

- o conjunto de dados é limitado (sub-amostragem, sazonalidade etc.) e afetado por interferências/ruídos (potenciais telúricos e potenciais eletroquímicos nas pontas de prova de tensão);
- as rotinas de processamento são limitadas por pressupostos de modelagem (camadas horizontais paralelas, interfaces bem definidas etc.);
- o parâmetro físico de resistividade do solo pode não ser bem resolvido para estruturas geológicas específicas e sua interpretação pode ser afetada por ambiguidades de equivalência ou supressão (resistividade x condutância da camada);
- desvios galvânicos (desvios estáticos) deslocam verticalmente as curvas de resistividade aparente (para cima ou para baixo) devido à existência de volumes muito rasos de diferentes resistividades entre os eletrodos de potencial.

Devido às questões acima, a modelagem geoeletrica é um problema inverso mal posto - admite diferentes modelos geoeletricos que resultam na mesma resposta em superfície, mas que não resultam, necessariamente, no mesmo desempenho do sistema de aterramento!

Na maioria das situações, o projetista do sistema de aterramento realiza uma inversão



Figura 1 – Expectativas dos diferentes profissionais com relação à precisão dos modelos geoeletricos.

cega (blind inversion), que é o cálculo do modelo geoeletrico baseado apenas nas curvas de resistividades aparentes obtidas do levantamento de campo. Uma inversão sob restrição pode ser feita quando são disponíveis dados complementares sobre a estrutura geológica local, permitindo um aprimoramento significativo da modelagem geoeletrica. Os resultados do SPT (Standard Penetration Test) são úteis para o aprimoramento dos modelos geoeletricos. Informações importantes podem ser extraídas desses relatórios, como a profundidade do nível da água, a profundidade do impenetrável, os diferentes materiais do solo (areia, silte, argila, arenito etc.) e sua estrutura (orgânica, rochosa, macio, duro etc.).

Em metrologia, os conceitos precisão e exatidão não são sinônimos:

- precisão está associada à repetibilidade de um valor em medições subsequentes (consistência de resultados); e
- exatidão significa quanto um determinado parâmetro está próximo do verdadeiro valor (medido ou calculado).

Considerando todas as incertezas associadas ao parâmetro resistividade do solo e à construção de um modelo geoeletrico, não se pode esperar grandes precisões nas curvas de resistividades aparentes ou significativa exatidão dos modelos geoeletricos. Muito

frequentemente os engenheiros envolvidos em projetos de aterramento têm a ilusão de exatidão do modelo obtido, confiando demais na solução matemática "exata", obtida a partir da minimização do erro quadrático da curva média de resistividades aparentes (Figura 1). Porém, ao invés da expectativa de obtenção de uma solução "exata", é preferível trabalhar para obter o melhor modelo que a massa de dados de campo permitir, com base em uma abordagem crítica dos procedimentos de campo, das condições de medição e da massa de dados obtida. Os dados e o modelo devem ser compatíveis com a estrutura de solo local. O engenheiro deve tentar entender os parâmetros medidos, eliminar os que forem inconsistentes com a massa de dados, identificar os desvios estáticos nas diferentes linhas de medição e avaliar a compatibilidade entre os dados e as sondagens SPT.

**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 membro da CE 03:102 – Comissão de estudos de "Segurança em Aterramento Elétrico de Subestações C.A", do Cobi/ABNT.

**Engenheiros,
consultores
e projetistas
elétricos:
estamos com
vocês no BIM!**



O conceito BIM visa a antecipação de discussões em soluções e alternativas de projeto, interferências entre subsistemas, análises de custos e planejamento, etc.

Dutotec investiu na criação de uma biblioteca própria e gratuita para ajudar no seu trabalho. É mais uma ferramenta para atender a demanda cada vez maior de bibliotecas para modeladores BIM.

Adere também ao BIM e faça o download de nossa biblioteca em dutotec.com.br

Dutotec: 100% brasileira, gerando emprego e renda em nosso país.

Sobre o Fator de Potência de Referência no Brasil

Considerando-se o cenário de uma iminente nova crise energética no país, torna-se importante o resgate de antigas discussões técnicas relacionadas com uma eventual elevação do fator de potência de referência no Brasil, aplicado aos consumidores do Grupo A. Nesse sentido, no ano de 2010 foi realizado um workshop nas dependências da Universidade Federal de Uberlândia, com o objetivo de promover um fórum de discussões sobre o assunto, o qual contou com a presença de representantes de instituições como Aneel, ONS, Abinee, Inmetro, MME, Abesco, assim como algumas distribuidoras de energia elétrica.

Na oportunidade, ficaram fortemente evidenciados os benefícios decorrentes de uma eventual mudança na regulamentação do fator de potência. Estudos iniciais demonstraram que uma simples alteração do fator de potência de referência para 0,95 pu indutivo, no período de 6h às 24h, promoveria uma imediata liberação de capacidade no sistema da ordem de 2.400 MVA, montante equivalente a uma usina hidrelétrica do mesmo porte que a UHE de Paulo Afonso. Nessa mesma base, um fator de potência de referência de

0,98 pu indutivo promoveria um impacto ainda mais expressivo, com liberação imediata da capacidade do sistema da ordem de 5.000 MVA. Além da expressiva liberação de capacidade do sistema, a alteração do fator de potência de referência poderia promover também uma redução imediata de 5% a 10% nas perdas técnicas nos segmentos de distribuição e transmissão, o que poderia representar, apenas no segmento de distribuição, um montante de energia de até 3.600.000 MWh ao ano.

Esses números, ainda que iniciais, mostram que a simples alteração do fator de potência de referência no Brasil, o que não exclui outras alternativas possíveis, pode ser uma ação rápida e eficiente para liberação de capacidade do sistema, assim como para liberação de um montante expressivo de energia decorrente da redução das perdas técnicas nos sistemas de distribuição e transmissão. Para tal efeito, torna-se necessária a alteração da regulamentação do setor elétrico, notadamente representada pela Resolução Normativa ANEEL nº 414/2010, assim como pelo módulo 8 dos Procedimentos de Distribuição (Prodist). A exemplo de outros países,



a alteração do fator de potência de referência poderia ser baseada em uma política de penalização pelo baixo fator de potência registrado (como já ocorre atualmente) e, ao mesmo tempo, de bonificação àquelas unidades consumidoras que registrarem fator de potência acima do valor de referência.

Essa forma de regulamentação sobre o tema promoveria mecanismos mais eficientes para amortização dos investimentos necessários por parte das unidades consumidoras. Na verdade, a lógica da bonificação pelo atendimento a um novo valor de fator de potência de referência funcionaria, na prática, como um incentivo aos consumidores do Grupo A na busca pela eficiência de suas instalações. Importante destacar também os importantes ganhos tarifários associados a um eventual aumento do fator de potência de referência, decorrentes não somente da redução do montante de perdas técnicas nas redes elétricas, como também pela postergação de investimentos no setor elétrico em decorrência da liberação de capacidade do sistema.

Por fim, sabemos que nosso país é autossuficiente em termos de fabricação de equipamentos passivos para redução do fator de potência nas instalações de média e alta tensão. São diversos os fabricantes de pequeno, médio e grande porte que poderiam prontamente fornecer os equipamentos necessários para o pleno atendimento a uma nova regulamentação sobre o tema.

Dessa forma, entendemos que o aumento do fator de potência de referência em nosso país seria uma ação com resultados de curto prazo, e com níveis de investimento relativamente baixos, para fazer frente ao cenário de crise que se aproxima. Sinceramente, considerando-se um país com as dimensões do Brasil, um fator de potência de referência de apenas 0,92 pu é um luxo injustificável, pelo qual a sociedade não deveria pagar.

**José Rubens Macedo Jr. é graduado em engenharia elétrica pela UFU, com mestrado pela mesma instituição e doutorado pela UFES. Desenvolveu seu pós-doutorado no Worcester Polytechnic Institute - WPI, Massachusetts, Estados Unidos. Atualmente é professor na UFU e coordenador do Laboratório de Distribuição de Energia Elétrica (LADEE).*

Condumax
FIOS E CABOS ELÉTRICOS

Cabo Maxlink
SC DC AL
NBR 11873

90 °C

COMPACTO E RESISTENTE

Condutor em alumínio, bloqueado,
com cobertura em dupla camada
e proteção UV.

Alta resistência
ao trilhamento elétrico
4,75 kV

Disponibilidade do
cabo Maxlink SC DC
nas classes de tensão
15kV, 25kV e 35kV.

Ligue e solicite
atendimento ou catálogo
técnico completo!

0800 701 3701
www.condumax.com.br

Condumax
FIOS E CABOS ELÉTRICOS

Incesa
COMPONENTES ELÉTRICOS



PARATEC

A SOLUÇÃO QUE PROTEGE

SISTEMA DE PÁRA-RAIOS PREDIAIS - SISTEMA COMPLETO



CAPTORES
TIPO FRANKLIN

CONDUTORES
DE ALUMÍNIO



SUPORTE DE
USO GERAL

SUPORTE 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

62

Proteção contra raios

Apelo
EMBRASTEC



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 uso da haste de aterramento no SPDA

A ABNT NBR 5419 define eletrodo de aterramento como: "parte ou conjunto de partes do subsistema de aterramento capaz de realizar o contato elétrico direto com a terra e que dispersa a corrente da descarga atmosférica nesta". Assim, se pensarmos de modo geral, qualquer elemento metálico – desde um radiador de caminhão até as armaduras da fundação de uma estrutura, passando por cabos de cobre até outros componentes metálicos – pode ser considerado eletrodo de aterramento normalizado (vale o bom senso).

O grau de eficiência de cada um dos eletrodos citados no exemplo dependerá de os resultados obtidos na dissipação das correntes elétricas espúrias por esses eletrodos na terra causarem maior ou menor variação das tensões na superfície do solo situado sobre e nas vizinhanças do eletrodo.

Tem-se ainda no texto da ABNT NBR 5419 as seguintes definições: "eletrodo de aterramento em anel: eletrodo de aterramento formando um anel fechado ao redor da estrutura, em contato com a superfície ou abaixo do solo" e "eletrodo de aterramento pela fundação: parte condutora enterrada no solo embutida no concreto da fundação da estrutura, preferencialmente, na forma de um circuito fechado, e que tem continuidade elétrica garantida".

O texto da versão 2015 da NBR 5419 não reconhece como válido o arranjo de aterramento do tipo A, também conhecido como aterramento pontual, aceito por versões anteriores, em que eletrodos verticais (hastes de aterramento) eram cravados no solo individualmente ou em arranjos (delta, triodo, em linha, engastada, etc.) para cada condutor de descida.

Dessa forma, o uso das hastes de aterramento ficou restrito à condição de complemento para eletrodos em anel conectadas próximas aos

condutores de descida, ou configuradas em malha, geralmente conectadas nos cruzamentos dos módulos da malha.

É interessante notar que, após rápida consulta às 4 partes da NBR 5419, a palavra "haste" somente apareceu em assuntos relacionados à captação, ou seja, a NBR 5419 não reconhece haste de aterramento como um tipo de eletrodo válido se utilizado como protagonista. Então, onde usar haste de aterramento?

Após medir as resistências do solo, calcular suas resistividades e estratificá-lo, ou seja, conhecer o solo em que o eletrodo de aterramento será instalado, será possível melhorar a eficiência desse eletrodo se o conjunto formado por eletrodos horizontais – como cabo mais eletrodos verticais, por exemplo, hastes de aterramento - estiverem posicionados na mesma camada estratificada do solo ou ainda se buscar aprofundar o eletrodo através das hastes para atingir camada mais profunda do solo que possua resistividade menor que a camada mais superficial. Cuidado! Se, ao contrário das situações anteriores, a camada mais profunda do solo tiver resistividade maior que a camada mais superficial e forem utilizados eletrodos verticais como complemento do anel, essa configuração poderá causar tensões superficiais mais intensas próximo de onde os condutores de aterramento, prolongamento dos condutores de descida penetram na terra, elevando o risco de choque elétrico (tensão de toque) na região.

Conclusão

Haste de aterramento, como qualquer outro componente do eletrodo de aterramento, não é vilão, tão pouco mocinho na história. Deve ser utilizada com conhecimento, bom senso e seriedade, como qualquer outro componente do SPDA.



ISO 45001

GESTÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO

Uma conquista que é TODA NOSSA.

Muito obrigado a todos os colaboradores
pela dedicação e empenho.

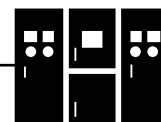


Av. Sérgio Abdul Nour, 2106
Distrito Industrial II
CEP 14900-000, Itápolis, SP, Brasil
+55 16 3263 9400
itaiputransformadores.com.br





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



O “Negawatt” e a ameaça de racionamento

Prezado leitor, o tema que gostaria de discutir hoje é a nova ameaça de racionamento de energia, anunciada pelo Governo no início do mês de setembro.

“O Governo Brasileiro anunciou que o nível dos reservatórios das usinas hidrelétricas do país estava abaixo do esperado e que, por isso, não haveria oferta de energia suficiente para atender à demanda, principalmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste”.

Parece notícia velha, e é mesmo. Essa declaração acima é de 2001, vinte anos atrás. Entretanto, em entrevista do Exmo. Sr. Vice-Presidente Gal. Hamilton Mourão em 01/09/2021, sua excelência declarou que o país vive a maior crise hídrica em 91 anos e que “pode ser que tenha que ocorrer algum racionamento”. Na mesma data, a Aneel determinou taxa extra ainda mais cara nas contas de luz, a chamada “Bandeira tarifária ESCASSEZ HÍDRICA”, e para finalizar, o Governo pediu à Nação um esforço extra de redução do consumo de energia, o que vai ao encontro do que sugeri ao leitor na edição passada ao pedir que considerasse avaliar a afirmação: “a energia elétrica mais barata, com menor impacto ambiental e mais eficiente que existe é a energia economizada”. Mas, até que ponto podemos ou devemos reprimir o consumo de energia sem, com isso, afetar o conforto e as benesses da modernidade?

Pois bem, analisando as três notícias

do primeiro dia do mês de setembro de 2021, vamos raciocinar:

- Se vivemos a maior crise hídrica em 91 anos, por que não avisamos a Nação, em meio à maior crise sanitária da nossa História, logo após o período de chuvas findo em março, que os reservatórios estavam vazios e que era preciso racionalizar o consumo desde lá?

- Quanto à declaração do Exmo. Sr. Vice-Presidente, a quem tenho muito respeito e apreço por suas brilhantes colocações, desta vez, não foi feliz. A dois meses do que se espera ser o epicentro do problema, o mês de novembro, nenhuma medida ou conjunto de medidas foi anunciado, ainda que, conforme sua própria declaração, o Governo tenha criado em maio deste ano, “uma comissão para acompanhar e tomar as decisões a tempo e a hora no sentido de impedir que ocorra apagão”. Segundo minha opinião, se em maio, mesmo sem planejamento algum, houvesse sido amplamente divulgada à população a verdade, que estamos sem capacidade de reserva em nossas usinas hidrelétricas e que estas representam a aproximadamente 70% de nossa capacidade de geração, e que naquele momento era necessário já aplicar a “Bandeira tarifária ESCASSEZ HÍDRICA”, talvez politicamente custasse muito, mas o conceito de “Negawatt”

teria sido respeitado, pois, estaríamos reprimindo o consumo.

- Quanto ao estabelecimento da bandeira tarifária ESCASSEZ HÍDRICA, na minha opinião, muito tardia, a falta de informação privou a sociedade de tempo de reação. Se em março a população em geral tivesse esta informação, da possibilidade de escassez do recurso “Energia elétrica”, teríamos pelo menos, 9 meses (desde março até novembro) para nos prepararmos, analisando possibilidades de investimento em geração térmica distribuída (moto geradores a diesel ou gás natural particulares), painéis solares fotovoltaicos residenciais ou para autoprodutores, que teriam tempo de colocar em sua análise do custo de investimento o fator “risco de apagão”.

Na Bíblia, no Novo Testamento, no Evangelho de João, em seu capítulo oitavo, versículo 32 temos a seguinte frase: “Conhecereis a verdade, e a verdade vos libertará”. Se a verdade nos fosse permitida, talvez estivéssemos em uma situação muito diferente. Ah, sem falar sobre planejamento, que não tem sido o nosso forte no século XXI.

A saber se, novamente, Deus ainda é Brasileiro!!!

Boa Leitura!



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



Pare de danificar o cabo isolado com Hipot – DC!

De acordo com as boas práticas de engenharia elétrica e com as recomendações de normas nacionais e internacionais, os elementos de uma instalação devem ser comissionados após sua instalação e antes da energização.

Por muitos anos, no mundo o teste de tensão aplicada, o comissionamento de cabos isolados de média tensão era realizado em Tensão Contínua (DC). A vantagem de utilizar a frequência DC é que possibilita alcançar tensões altas com equipamento de baixa potência.

Com o surgimento dos polímeros como isolantes (XLPE e EPR) esse cenário mudou. Hoje a engenharia internacional reconhece que testes de tensão aplicada em DC, o conhecido HIPOT-DC é prejudicial ao isolante (XLPE e EPR) do cabo de média tensão.

São vários os estudos publicados pelo IEEE, CIGRE e outros fóruns internacionais apontando para as desvantagens da aplicação de tensão DC. Primeiramente, alguns estudos indicam que o teste realizado com tensão DC não detecta determinados tipos de defeitos. As pesquisas esclarecem ainda que esses tipos de defeitos não são sensibilizados em DC, porém, quando colocado em operação (AC - 60HZ), ele pode rapidamente evoluir para uma falha. Por esse motivo é quase comum escutar “Testamos o cabo com Hipot-DC e assim que colocamos o circuito em operação o cabo falhou”.

Outros dois problemas verificados por esses estudos é que o uso de tensão DC promove o acúmulo de cargas espaciais, que originam futuras falhas na isolação e que a elevada

tensão DC aplicada provoca uma polarização do material isolante, o que também contribui para uma antecipação da ocorrência de falha. Ou seja, isso é o pior pesadelo quando pensamos em manutenção centrada em confiabilidade, o cabo isolado não tinha problema e após o teste que deveria validar o cabo isolado, acabou gerando pequenos problemas que se tornarão falhas em curto ou médio prazo, além de diminuir a vida útil do cabo isolado.

Após as evidências dos malefícios causados pelo Hipot – DC, a comunidade internacional buscou alternativas para estabelecer uma técnica que fosse possível realizar o teste de tensão aplicada sem danificar o isolante e ainda que o equipamento fosse de pequeno porte para ser portátil.

A solução encontrada foi alterar a frequência do teste. Como na frequência industrial (60 HZ), o equipamento ficaria muito grande para atingir tensões maiores, a solução foi fazer o teste em tensão alternada, porém, com uma frequência muito baixa (0,1HZ), o que ficou conhecido como VLF - Very Low Frequency.

Portanto, as melhores práticas para testes de tensão aplicada recomendam a utilização de tensão em corrente alternada (CA) e com

frequência reduzida. No Brasil, essa técnica é pouco aplicada, pois ainda não existe norma nacional padronizando esses testes. Além disso, os testes em CA exigem equipamento pouco comercializado no Brasil, cujo custo de aquisição é superior ao do Hipot (DC). Apesar disso, desde 2004, o guia IEEE 400.2 estabelece as diretrizes para testes de tensão aplicada em CA. Elas determinam os níveis de tensão a serem considerados, sendo diferenciados por tipo de tensão CA (senoidal ou cosseno-retangular) e em função do momento do ciclo de vida do cabo.

Para efeito de exemplo, considere um cabo de isolação 8,7/15 kV a ser testado logo após sua instalação. O guia IEEE 400.2 estabelece a aplicação de tensão CA senoidal de 21 kV durante 60 minutos.

A tabela indica os valores eficazes fase-terra de tensão CA senoidal a serem aplicados aos cabos, em função dos seguintes momentos do ciclo de operação:

- Instalação - cabos instalados, porém sem os acessórios de conexão;
- Aceitação - cabos instalados com seus respectivos acessórios de conexão;
- Manutenção - ao longo do ciclo de operação.

TABELA - NÍVEIS DE TENSÃO APLICADA (CA SENOIDAL) EM VALORES EFICAZES. FONTE: IEEE 400.2.

Tensão nominal do cabo (fase-fase) (kV)	Tensão eficaz fase-terra (kV)		
	Instalação	Aceitação	Manutenção
15	19	21	16
20	24	26	20
25	29	32	24
28	32	36	27
30	34	38	29
35	39	44	33



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



O sucesso da XIV edição da CBQEE

A XIV edição da CBQEE (Conferência Brasileira Sobre Qualidade da Energia) <http://sbqee.org.br/cbqee/>, realizada em plataforma virtual nos últimos dias de agosto, trouxe resultados que excederam as expectativas. Organizada pela SBQEE (Sociedade Brasileira de Qualidade da Energia Elétrica) - <http://sbqee.org.br/sbqee/>, em parceria com a UDC (Centro Universitário Dinâmica das Cataratas), o evento contou com a pró atividade de todos envolvidos. A diretoria da SBQEE capitaneada pelo Prof. Benedito Bonatto, congressistas, revisores, coordenadores de sessões técnicas, minicursos com o sempre presente Prof. José Rubens, plenárias com a presença de super especialistas, feira virtual com interessantes soluções em qualidade da energia elétrica, e um público ávido em adquirir conhecimento. Foram 4 dias de intensas atividades em 170 trabalhos apresentados, desenvolvidos por 503 autores, apresentados em 20 eixos temáticos com discussões dos papéis da Qualidade da Energia Elétrica nas conexões de renováveis, transição energética, papel da regulação, simulações e estudos de casos nas mais variadas situações, soluções técnicas

para soluções de problemas, aspectos de medições de qualidade de energia elétrica, compensação reativa, sistemas de iluminação, acionamentos, atribuição de responsabilidades e muito mais. Uma mostra de quanto temos a mostrar, crescer e contribuir.

Um público com mais de 300 profissionais em um só propósito, a difusão do conhecimento e aperfeiçoamento das soluções. Para os inscritos na conferência, o material gravado encontra-se disponível no site da SBQEE por mais 2 meses após o final do evento e as publicações serão em breve disponibilizadas aos associados. Aliás, um rico material que servirá de referência para novos desafios e desenvolvimentos. Foram escolhidos 24 trabalhos destaques que serão publicados aqui no OSE nos próximos meses, um reconhecimento da qualidade de seus autores e do conteúdo. Foram ainda homenageados os “embaixadores” da Qualidade da Energia Elétrica, justa homenagem prestada aos digníssimos professores de sempre José Carlos de Oliveira, José Policarpo Gonçalves de Abreu, Paulo Ribeiro e Nelson Kagan.

A revista OSE cobriu o evento e, além da publicação dos trabalhos escolhidos,

continua a publicar mensalmente a coluna da SBQEE aberta aos associados.

A XV edição ocorrerá em dois anos em uma das três cidades candidatas: Foz do Iguaçu, São Luís ou Vitória, parceira dessa XIV edição. Esperamos que na próxima oportunidade possamos estar fisicamente juntos para calorosos abraços que nos irmana e nos torna uma sociedade com membros em total sincronismo de ideias e ações.

Que a nova diretoria da SBQEE, que tenho a felicidade de compor junto com os competentíssimos amigos Arthur Fernando Bonelli, Nelson Clodoaldo de Jesus, Arnaldo José Pereira Rosentino Júnior e Frederico Carlos Maschini de Almeida, faça as melhores escolhas. Parabéns ao amigo Bonatto pela garra, capacidade de trabalho e gestão que resultaram em plenas realizações e que ora se junta ao time do conselho da sociedade com novos desafios.

Agradecimentos às equipes da Galoa e Softaliza pelo incrível serviço prestado e aos patrocinadores que permitiram a realização do evento. Até os próximos eventos.

Vamos em frente, associe-se, seja um dos nossos que vale muito a pena.



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/Cobee. 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

A reativação da Comissão CE 03 – Luminárias e acessórios

Dando sequência nesta série de artigos sobre o tema iluminação, iremos tratar da reativação da comissão CE 03:034:03 – Luminárias e acessórios. Esta comissão tem sob responsabilidade a criação e a revisão de normas destes produtos e é um espelho para o Brasil da mesma comissão internacional da IEC (International Electrotechnical Commission). Como foi falado no artigo anterior, que tratou do tema da certificação voluntária, é fundamental para que haja uma certificação voluntária forte que as comissões de estudo estejam ativas, produzindo os respectivos trabalhos, e que as normas técnicas da ABNT para o segmento de iluminação estejam atualizadas e sendo criadas à medida que as comissões internacionais publiquem seus trabalhos.

No dia 21 de julho de 2021 houve a reunião de reativação desta comissão, que já estabeleceu um cronograma de reuniões mensais de forma virtual, até o final do ano de 2021 assim como forma definidas as normas prioritárias a serem tratadas. Como principal tema, a necessidade de conclusão da revisão da ABNT NBR IEC 60598-1 :2010 – Luminárias – parte 1 - Requisitos gerais e ensaios correspondentes, abrangendo classificação, marcação, construção mecânica e construção elétrica, juntamente

com os seus ensaios correspondentes. A revisão agora está baseada na norma internacional publicada no ano de 2020 trazendo as devidas atualizações e incorporação de conceitos de tecnologia LED, novos ensaios e critérios, entre outros.

Após as definições relativas a esta norma, a comissão estabeleceu as normas particulares a serem criadas e revisadas e um plano para os próximos temas. Devem ser priorizadas as normas particulares para iluminação interna, como a ABNT NBR IEC 60598-2-1 Luminárias Parte 2: Requisitos particulares Capítulo 1: Luminárias fixas para uso em iluminação geral e a IEC 60598-2-2 Particular requirements - Recessed luminaires – Luminárias embutidas. Ambas as normas serão base para certificação voluntária destes tipos de luminárias que têm sido amplamente utilizadas em diversos ambientes internos como escritórios, residências, indústrias, e demais ambientes internos. Nas próximas reuniões também será discutida a revisão da ABNT NBR 15129 – Luminárias para iluminação pública, que teve sua última revisão em 2021 e agora será avaliada sob a perspectiva da atualização da IEC 60598-2-3 Particular requirements – Luminaires for road and street lighting, que teve sua última atualização no ano de 2018 pela IEC. Outras normas serão

posteriormente avaliadas pelos participantes desta comissão de estudos.

A comissão reativada também já finalizou seu primeiro trabalho, que foi a tradução e o envio para fase de diagramação e posterior envio para Consulta Nacional da futura NBR IEC PAS 63313 - Irradiação UV-C germicida – Diretrizes de segurança UV-C. Este tema surge da demanda atual para utilização deste tipo de produto devido à situação da pandemia desde princípios de 2020 e é necessária para avaliação dos diversos tipos de produtos e tecnologias que vêm sendo colocadas no mercado sem uma forma de avaliação normatizada.

Com esta reativação e seguindo as novas revisões normativas e criação de normas, esperamos ter uma base atualizada para aplicação de novas tecnologias e melhoria dos processos de avaliação da conformidade no Brasil, assim como ampliar o conhecimento existente no segmento de iluminação. Participam desta comissão os principais interessados e envolvidos com o desenvolvimento, projeto e aplicação destes produtos, estando, dessa maneira, a comissão representada por desenvolvedores, pesquisadores, fabricantes e a sociedade em geral para melhorarmos cada vez mais a qualidade da iluminação no Brasil.



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".



Ethernet intrinsecamente segura a dois fios (2-WISE) - ABNT IEC TS 60079-47

Foi publicada pela ABNT em 29/07/2021 o documento ABNT IEC TS 60079-47 – Atmosferas explosivas – Parte 47: Proteção de equipamentos pelo conceito de Ethernet intrinsecamente segura a dois fios.

Este documento IEC TS 60079-47, publicado na forma inicial de uma Especificação Técnica (Technical Specification), inédito na normalização brasileira sobre atmosferas explosivas, especifica os requisitos para a fabricação, marcação, documentação e instalação de equipamentos e sistemas com a utilização do conceito 2-WISE (2-Wire Intrinsically Safe Ethernet concept), tendo como base a Ethernet a dois fios, com foco no padrão 10BASE-T1L, como definido na Norma IEEE 802.3cg - IEEE Standard for Ethernet – Physical Layer Specifications and Management Parameters for 10 Mb/s Operation and Associated Power Delivery over a Single Balanced Pair of Conductors.

O padrão 2-WISE é um conceito de redes ethernet intrinsecamente seguras a dois fios, que opera com o padrão APL (Advanced Physical Layer), projetado para “simplificar” o processo de avaliação dos parâmetros de entidade de segurança intrínseca dos equipamentos e redes de dispositivos “Ex” de campo, com segmentos (spur) ou troncos (trunk) das redes com este padrão.

Esta “simplificação” é obtida por meio da definição de limites para os parâmetros “universais” de segurança intrínseca (tensão

máxima de entrada, corrente máxima de entrada, potência máxima de entrada, capacitância máxima interna, indutância máxima interna e corrente máxima de fuga) para as portas de comunicação APL de dispositivos e equipamentos como sensores, atuadores, switches ópticos e demais equipamentos “Ex” de campo, de acordo com a classificação de área no local da instalação (Zona 0, 1, 2, 20, 21 ou 22).

A ABNT IEC TS 60079-47 apresenta listagens simples de especificação de conjunto de parâmetros “universais” a serem aplicados de forma padronizada para todos os componentes da rede, para a configuração das portas dos dispositivos “Ex” conectados aos segmentos e troncos 2-WISE.

Os sistemas 2-WISE operam no padrão Ethernet, a 10 Mb/s no modo full duplex, o que representa velocidades de comunicação da ordem de 300 a 3.000 vezes mais rápida que os padrões “atuais” ou “tradicionais” 4 a 20 mA HART ou FISCO (Fieldbus intrinsecamente seguro). A aplicação de sistemas 2-WISE pode ser considerada uma “revolução” em termos de redes de comunicação de campo (nível 0), representando, de fato, a chegada das redes ethernet às instalações industriais de controle de processo, permitindo que cada elemento de campo possua um endereço IP e esteja totalmente integrado à automação da planta, incluindo as áreas de OT (Tecnologia de

Operação) e IT (Tecnologia da Informação), permitindo uma total integração dos sistemas de supervisão e controle, desde o chão da fábrica “Ex” até a gestão de ativos, engenharia e manutenção na “nuvem”.

A implantação de redes Ethernet sem interrupções ou interfaces (seamless), sem necessidade de conversões de protocolos (sem gateways), tem assegurado uma rápida adoção de um padrão de longo prazo para todos os envolvidos, incluindo fabricantes, laboratórios de ensaios de equipamentos de automação, empresas usuárias, empresas projetistas, empresas de montagem e empresas de comissionamento, sob o ponto de vista do ciclo total de vida dos sistemas de automação de processos industriais.

Para as instalações existentes do tipo FISCO, os benefícios decorrentes do aumento da flexibilidade e da redução de risco são obtidos pela possibilidade de “reutilização” de cabos e circuitos existentes em redes do tipo Fieldbus, o que possibilita uma adequada estratégia para um caminho de “migração” ou “upgrade” ou “retrofit”.

As plantas de processo operam normalmente por muitas décadas e necessitam ser confiáveis e seguras para as pessoas e para o meio ambiente. Os riscos de explosão em áreas classificadas requerem que a aplicação de novas tecnologias “Ex” que tenham sido totalmente avaliadas e testadas, e que proporcionem benefícios sob

os pontos de vista comercial, econômico e de gestão de ativos. Por outro lado, as novas tecnologias “Ex” não podem ser baseadas em equipamentos ou sistemas complexos ou que requeiram de elevados requisitos específicos de treinamentos, conhecimentos ou competências pessoais “Ex”.

O padrão Ethernet APL apresenta os benefícios combinados de comunicação no padrão Ethernet com técnicas de instalação com cabos com dois fios (par de fios). Esta característica permite uma fácil aplicação como um novo padrão para as instalações das indústrias de processo com a presença de atmosferas explosivas, incluindo Zona 0 e Zona 20, utilizando tecnologias e tipos de proteção “Ex” consagrados, oriundos dos sistemas de automação de processo com dispositivos discretos, como “segurança intrínseca” (Ex “i”) e “segurança aumentada” (Ex “e”).

O padrão APL é uma tecnologia básica de Ethernet, que permite um amplo e inovador desenvolvimento de produtos, incluindo switches, sensores e atuadores “Ex”. Este padrão Ethernet faz com que todos obtenham os benefícios proporcionados pela digitalização das plantas de processo e a crescente integração e convergência entre as áreas de IT (Tecnologia da Informação) e de OT (Tecnologia de Operação), incluindo as empresas de engenharia, os integradores de instalações, as empresas de serviços, os fornecedores de dados e os usuários finais.

As alterações proporcionadas por este padrão incluem o menor nível de potência, a maior largura de faixa de comunicação de dados, as maiores distâncias envolvidas na fiação de campo, a possibilidade de “ilhamento” de dados (por exemplo pelas técnicas de filtragem IP ou VLAN) e aplicação em circuitos intrinsecamente seguros, para Zonas 0, 1, 2, 20, 21 ou 22, em áreas classificadas do Grupo I (Minas subterrâneas de carvão), Grupos IIA/IIB/IIC (Gases inflamáveis) ou Grupos IIIA/IIIB/IIIC (poeiras combustíveis).

Pelo equacionamento destes desafios,

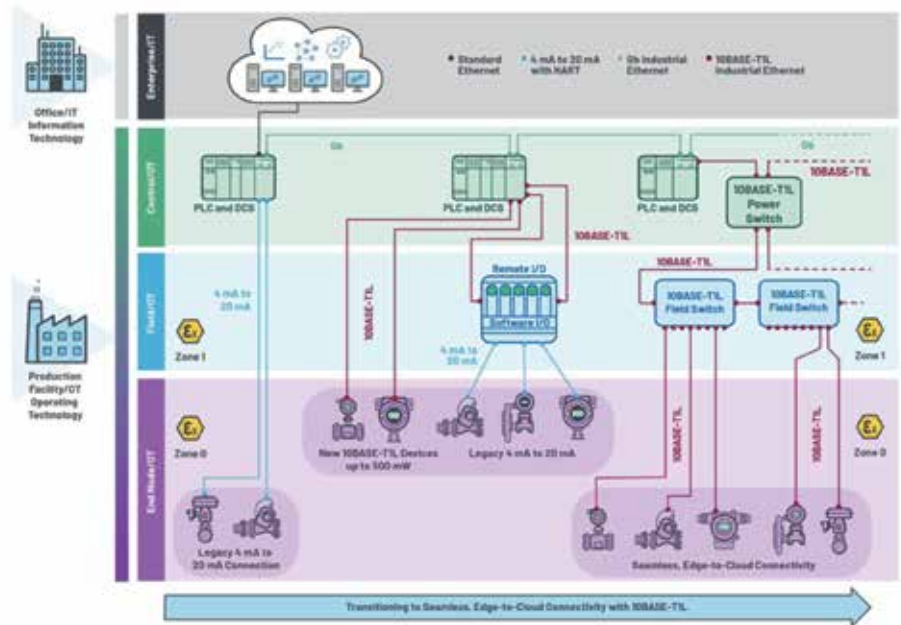


Figura 1 - Formas de transição dos sistemas “clássicos” de circuitos Ex “i” a dois fios, como por exemplo 4 mA a 20 mA, para os “novos” circuitos 2-WISE.

tanto para a atualização (retrofit) de instalações existentes como para novas instalações, o padrão 10BASE-T1L permite novas aplicações que não eram até então disponíveis, como a combinação de variáveis de processo, utilização de parâmetros secundários, informações sobre a integridade dos ativos e comunicação completa no padrão Ethernet desde os sensores e atuadores “Ex” de campo até o processamento de dados, engenharia, supervisão, controle avançado e gestão de ativos na “nuvem”.

Uma vez que o padrão Ethernet APL é somente uma camada física, qualquer conceito atual ou futuro para a segurança funcional e das aplicações pode ser aplicado, atendendo às necessidades dos usuários finais. Os novos desenvolvimentos de redes Ethernet podem ser aplicados independentemente da camada física, proporcionando uma estabilidade de longo prazo para esta tecnologia, incluindo a proteção dos investimentos e das instalações. A Figura a seguir apresenta as formas de transição dos sistemas “clássicos” de circuitos Ex “i” a dois fios, como por exemplo 4 mA a 20 mA, para os “novos” circuitos 2-WISE.

No âmbito do Brasil, os membros da Comissão de Estudo CE 003.031.004 (Segurança intrínseca) do Subcomitê SCB 003:031 (Atmosferas explosivas) da ABNT/CB-003 (Eletricidade) acompanharam, em nome Comitê Brasileiro de Normalização para a IEC (Brazil National Committee of the IEC), todos os trabalhos de elaboração, revisão, comentários, votação, aprovação e publicação da respectiva IEC TS 60079-47, inclusive contribuindo com comentários que foram analisados e incorporados para o aperfeiçoamento deste inédito documento internacional.

Mais informações sobre o documento ABNT IEC TS 60079-47 estão disponíveis na página da IEC:

<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=473705>

Mais informações sobre as normas internacionais das séries IEC 60079 e ISO 80079 e as respectivas normas técnicas brasileiras adotadas idênticas das Séries ABNT NBR IEC 60079 e ABNT NBR ISO 80079 estão disponíveis na página do Subcomitê SCB 003:031 (Atmosferas explosivas): <http://cobei-sc-31-atmosferas-explosivas.blogspot.com/>



Por Alexandre Schinazi, engenheiro ambiental, com especialização em Eficiência Energética e Gerenciamento Otimizado de Energia. Atualmente, é diretor técnico da Mitsidi.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: estamos fazendo as perguntas certas?

“Onde posso encontrar uma lâmpada eficiente e de qualidade?”; “Qual aparelho de ar condicionado é mais econômico no longo prazo?”; “Placas solares dão bom payback?”. Essas são perguntas comuns de se ouvir hoje em dia, tanto no mundo corporativo quanto no residencial. Muitas pessoas e empresas já perceberam que a eficiência energética é um caminho sem volta, já enxergaram que, além de ser um bom investimento financeiro, traz múltiplos benefícios àqueles que a incorporam no seu cotidiano. No entanto, será que essas são as perguntas certas?

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), o termo “múltiplos benefícios” busca capturar uma realidade de que investimentos em eficiência energética trazem muitas vantagens para muitos atores diferentes, para além da redução de demanda energética e de emissões de gases de efeito estufa (IEA, 2019). Para uma empresa, investir em projetos de eficiência energética significa estar em dia com o mercado, atender



Figura 1. Múltiplos Benefícios da Eficiência Energética. Fonte: IEA, 2014.

a uma base de clientes cada vez mais exigente com questões de equidade, gênero e sustentabilidade. Acesso a financiadores e investimentos está cada vez mais atrelado à responsabilidade social e ambiental da empresa. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a redução de emissões de carbono têm valor tangível nos negócios, e sua importância já está no mainstream e não é percebida mais apenas por ativistas ambientais.

Uma das siglas mais ouvidas hoje no mundo corporativo, o ESG (Environmental, Social, and Governance) é a prova de que as empresas precisam incorporar práticas que aumentem seu impacto positivo no mundo para não ficar para trás. As organizações precisam conseguir demonstrar estruturas internas de governança transparentes e éticas; agir de acordo com princípios de equidade e justiça social – revisando inclusive

suas próprias políticas de contratação e diversidade; e promover iniciativas para proteger recursos naturais, reduzindo poluentes e impactando positivamente o meio ambiente. É no aspecto ambiental – o “E” na sigla em inglês – que a eficiência energética pode ser um aliado importante para a empresa, oferecendo possibilidades para que ela reduza seus desperdícios e se torne mais competitiva, ao mesmo tempo em que melhora suas condições de atrair investimentos e clientes graças a um ranking ESG mais elevado. Afinal, o movimento ESG é impulsionado, principalmente, pelos próprios investidores.

Para um país, a eficiência energética é a forma mais barata e rápida de manter um balanço saudável de oferta versus demanda de energia. Programas robustos e bem estruturados, políticas públicas – sejam elas compulsórias ou voluntárias – e incentivos governamentais à eficiência

energética adiam a necessidade de construção de novas usinas geradoras de energia, que são mais caras. A eficiência energética é um bem estratégico de um país, ligada à sua segurança energética, à sua autonomia e ao custo do seu setor energético. O Brasil neste momento vive sua pior crise hídrica em mais de 90 anos e, com ela, uma grave crise energética, tendo que acionar suas termelétricas em nível muito elevado, aumentando as tarifas de eletricidade para toda a população e ainda correndo o risco de não ter capacidade de suprir toda a demanda elétrica nacional nos próximos meses. Um trabalho muito mais ágil e perene de combate a desperdícios energéticos é necessário, por meio de políticas rigorosas, como diagnósticos obrigatórios, e ações que aproximem o governo de grandes consumidores, como programas de resposta à demanda.

Se é tão evidente que a eficiência



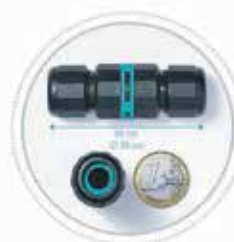
t techno
TECHNOLOGY & INNOVATION

THB391
CONECTORES
ELÉTRICO IP68
ANTICONDENSAÇÃO

Acabe com a condensação

A barreira anti condensação impede que a água/ umidade atravesse o cabo, entre no conector e vá além dele, impede ainda de alcançar a instalação do dispositivo.

IDEAL PARA LUMINÁRIAS DE LED



ILUMINAÇÃO PÚBLICA

energética é benéfica para empresas, países e sociedades, por que ela parece avançar tão lentamente? Voltemos às nossas perguntas do início do artigo, tão comuns no cotidiano de pessoas interessadas em combater desperdícios. “Lâmpadas eficientes?”. Não são difíceis de achar. Claro que não é qualquer lâmpada LED que é de boa qualidade, é importante exigir selo do Inmetro, verificar o fluxo luminoso e a eficiência luminosa, ter cuidado na especificação da temperatura de cor e do índice de reprodução de cor e garantir uma instalação com boa qualidade de energia. Mas é possível achar lâmpadas boas, e esse não é o gargalo. “Aparelhos de climatização eficientes?”. Também não são difíceis de achar. Novamente, é preciso ter muito cuidado na escolha do equipamento, mantendo uma visão crítica sobre as tabelas de eficiência do Inmetro e um olhar sempre um pouco desconfiado em relação ao marketing dos fabricantes, considerar tecnologias mais inteligentes como equipamentos inverter (no caso de splits), ficar de olho no COP (coeficiente de desempenho) do sistema e no uso de um fluido refrigerante que não agrida o meio ambiente, e ter uma assessoria de confiança que ajude a verificar que o dimensionamento proposto pelo projetista de ar condicionado – ou pelo vendedor da loja – está adequado para suas necessidades reais. Um pouco mais complexo do que a lâmpada, é verdade, mas, de novo, há bons profissionais e excelentes equipamentos no mercado, e um pouco de pesquisa cuidadosa e um networking que permita uma boa rede de apoio fazem o projeto avançar. Achar um equipamento eficiente não é o gargalo.

Em suma, um projeto de eficiência energética geralmente não deixa de acontecer por causa de dúvidas técnicas sobre onde encontrar tecnologias eficientes. Embora a qualidade da especificação técnica seja importante

para um projeto ser bem-sucedido, dar foco demasiado a esta questão retarda a busca de soluções aos gargalos que realmente impedem a realização de projetos. As maiores barreiras relatadas por gestores prediais ou municipais são falta de: tempo, recursos humanos / equipe dedicada, conhecimento técnico em sua equipe, estrutura de governança, competência para realizar auditorias energéticas, aprovação de superiores (diretoria, secretários), e expertise para obtenção de financiamento, licitação e contratação.

Até aqui, estamos discutindo projetos de eficiência que requerem investimentos, propondo que o maior desafio não é relacionado à tecnologia, mas sim à estruturação do projeto como um todo. Soma-se a essa constatação uma outra percepção: eficiência energética não é

sinônimo de troca de equipamentos. Pelo contrário, há grandes economias disponíveis a custos baixos ou até mesmo sem custo nenhum. Chamados em inglês de “quick wins”, ou “ganhos rápidos”, a simples realização de um diagnóstico energético periódico revela práticas operacionais que podem ser alteradas e otimizadas, relacionadas a fatores como horários de operação, setpoints de equipamentos ou outros parâmetros pré-programados, capacitação da equipe que opera os sistemas prediais e comportamentos que podem ser melhorados.

Qual é, então, a diferença entre empresas, cidades ou países que já obtiveram sucesso na implementação de programas robustos de eficiência e aqueles que têm dificuldades de realizar ações de melhoria? Qual a chave para reduzir custos, diminuir a demanda energética e

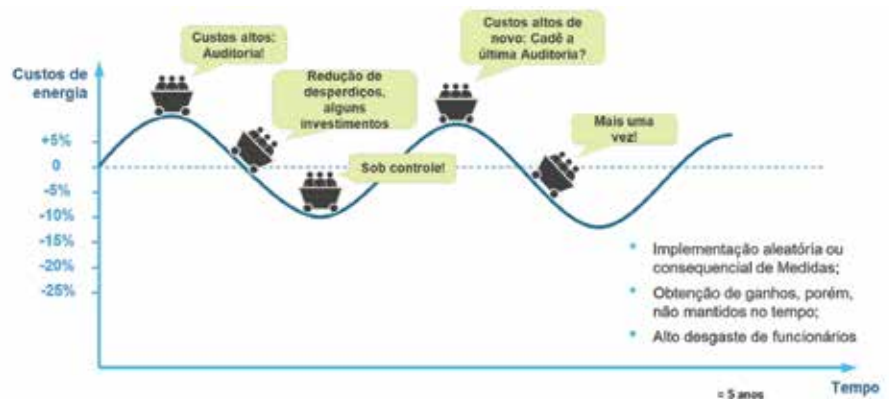


Figura 2 – Economias irregulares de medidas implementadas sem um SGE.

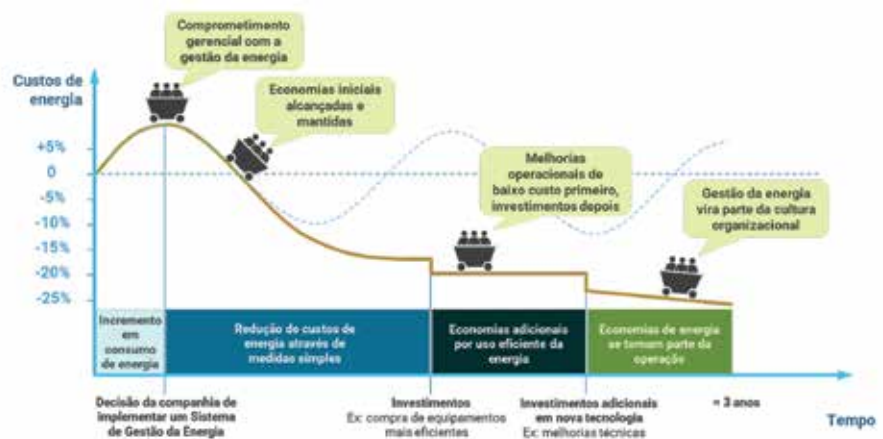


Figura 3 - Economias perenes como resultado de medidas implementadas como parte de um SGE.

obter múltiplos benefícios, que consiga simultaneamente superar diversas barreiras e abordar tanto oportunidades operacionais de baixo custo como medidas de alto custo e complexidade? O que pode ser mais importante do que a tecnologia eficiente?

O caminho é desenvolver um bom sistema de gestão energética (SGE). O sistema de gestão se baseia no ciclo PDCA (plan-do-check-act) e tem como premissa básica o envolvimento e compromisso da liderança da organização. O primeiro passo é a criação de uma política energética – é aí que se estabelecem as diretrizes gerais, os objetivos e as responsabilidades. Em seguida, a etapa P (plan ou planejamento) refere-se à realização de diagnósticos energéticos, um passo essencial que conduz à identificação das oportunidades com melhor custo-benefício para a organização, seguida do desenvolvimento de um plano de ação estruturado, começando pelas melhorias mais rápidas e baratas e planejando as complexas e caras para um momento futuro.

Todas as ações subsequentes da empresa relacionadas à energia devem ser norteadas pela política energética. Isso por si só já é uma grande mudança em relação à prática corriqueira de buscar melhorias apenas quando há uma necessidade urgente – seja uma crise financeira, uma mudança de diretoria, uma nova diretriz da sede mundial da empresa ou uma legislação local nova. A inserção de todas as ações de eficiência energética – tanto as operacionais quanto as que requerem investimento – dentro do contexto de um SGE robusto traz economias duradouras e muito mais benefícios (Figura 2 e Figura 3).

O conceito da gestão de energia pode ser aplicado por qualquer tipo de organização, incluindo empresas, municípios, edifícios, indústrias ou até países. Existem diretrizes para ajudar

com a sua implementação, como a norma NBR ISO 50.001:2018. Além disso, muitas ferramentas e guias vêm sendo desenvolvidos para auxiliar as organizações em diversas etapas de sua gestão energética, tais como o software Energy Brain para implementação de diagnósticos energéticos com cálculos automáticos (www.energybrain.com.br), a ferramenta SampaEnergia (desenvolvida para o município de São Paulo para fazer o monitoramento da implementação de ações de eficiência energética nos edifícios públicos municipais), o Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações (www.guiaenergiaedificacoes.com.br), o Guia Prático para Preparação de Investimentos Urbanos: Eficiência Energética e Energia Solar Fotovoltaica em Prédios Públicos (cooperacaobrasil-alemanha.com/GuiaFELICITY_v1.pdf) e o site do Ministério de Minas e Energia dedicado a apoiar na implementação da ISO 50001 (www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/iso-50001).

A pergunta-chave, portanto, não é “onde posso encontrar uma lâmpada eficiente e de qualidade”. As perguntas-chaves deveriam ser “como consigo o envolvimento da minha diretoria?”; “Como capacito minha equipe nas disciplinas de projeto, financiamento, licitação e contratação de projetos de eficiência energética?”; “Como realizo um diagnóstico energético para conseguir enxergar todas as minhas oportunidades de economia?”; “Por onde começo para criar uma política energética e um bom sistema de gestão?”. As organizações que estão fazendo essas perguntas já estão à frente, mensurando suas economias e se posicionando como líderes no mercado. A eficiência energética é o caminho para frente. As tecnologias existem e são disponíveis. Cabe à vontade política e à organização interna fazer acontecer.

**PENSOU EM QUALIDADE,
PENSOU**

**ação engenharia
e instalações**

DFR



G5DFR

**Gravador Classe A modular, IEC 61850
Sincrofasores Classe M e P, COMTRADE.**

**QUALIDADE
DE ENERGIA**

G4400

**Qualímetro
Classe A com
01 ano de
gravação sem
trigger, 1024
amostras por
ciclo.**



COMPENSADORES

**EQUALIZER/
ACTIVAR**

**Compensadores
estáticos de energia
reativa com filtro de
harmônicas.
Alto desempenho.**



**SOLUÇÕES EM PROJETOS,
PRODUTOS E SERVIÇOS**

**VENDA E LOCAÇÃO
DE EQUIPAMENTOS**



**ação engenharia
e instalações®**

**FALE
CONOSCO**

**(11) 3883-6050
orcamento@acaoenge.com.br**

Ação Engenharia ⁷³

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

Brametal ⁷

bonato@brametal.com.br
www.brametal.com.br

Clamper ^{4ª capa, Fascículos e Espaço Aterramento}

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

Condumax / Incesa ⁶¹

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

Dutotec ⁵⁹

(51) 98163-1922
www.dutotec.com.br

Embrastec ⁴⁹

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

Exponencial ¹²

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

Gimi Pogliano ^{2ª capa, 21 e Fascículos}

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

Hellermann Tyton ¹¹

(11) 3014-0312
www.hellermanntyton.com.br

Huawei ^{39 e Renováveis}

(11) 3035-3777
solar@wdcnet.com.br
www.solar.huawei.com.br/

Intelli ^{3ª capa e Espaço Aterramento}

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

Itaipu Transformadores ⁶³

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

Maxbar Barramentos Blindados ²⁹

(11) 4308-5075
mitsubishielectric.com.br/ia
contato@maxbarramentos.com.br

MSE ²⁵

(11) 2626-3919
mse@mse.com.br
www.mse.com.br

Neocable ¹⁰

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

Nortel ³⁷

(19) 2102-7700
www.nortel.com.br

Paratec ⁶²

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

Polar Macaé ⁹

(22) 2105-7777
vendas@polarb2b.com
www.polarb2b.com

Prysmian Group ⁵

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

RDI Bender ¹³

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

Romagnole ^{17 e 43}

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

S&C Electric ⁴¹

(41) 3382-6481
www.sandc.com

Savan Iluminação ¹⁴

(47) 3011-1064
vendas@savanimports.com.br
www.savanimports.com.br

Stego do Brasil ³¹

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

Techno do Brasil ⁷¹

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

Trael ⁵¹

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



TERMINAL DE COBRE À COMPRESSÃO



- > O produto mais robusto do mercado
- > 100% COBRE ELETROLÍTICO
- > Alta condutibilidade elétrica



- > **Aplicações indicadas:**
Painéis elétricos, ligações de chaves disjuntoras, motores, máquinas, barramentos, quadros de distribuição elétrica, entre outras.

Siga-nos nas redes sociais.



**GRUPO
INTELLI**

WWW.GRUPOINTELLI.COM.BR

LINHA **CLAMPER**Solar

PROTEÇÃO PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Sistemas Fotovoltaicos são diariamente danificados por raios e surtos elétricos.

Evite grandes perdas utilizando um produto fabricado por uma empresa 100% brasileira e especialista em DPS.



CLAMPER

clamper.com.br
31 3689.9500

3 ANOS
DE GARANTIA

Quer saber mais?
Acesse o QR code
e fale com um de
nossos consultores

