




REVISTA

# o setor elétrico

ISSN 1983-0912

Ano 18 - Edição 197 / Agosto-Setembro de 2023



## Eólica offshore: os ventos brasileiros estão soprando a favor da modalidade?

Além de importante pilar da descarbonização, a energia eólica offshore pode trazer ainda outros benefícios e oportunidades para o setor elétrico brasileiro. Descubra quais são!

**CINASE BELÉM**

Especialistas debatem transição energética e desafios da eletrificação na Região Norte

**CONFIRA NOS FASCÍCULOS DESTA EDIÇÃO:**

Eficiência energética e a vitória do bom senso

Energia incidente – Modelo OSHA 1910-269 para alta tensão

Eletromobilidade no Brasil: um panorama do segmento

O hidrogênio verde na mobilidade

**NOVA COLUNA:**

Conexão Regulatória - Frederico Broschini

## CUBÍCULO BLINDADO MODULAR COM ISOLAÇÃO MISTA EM SF6

- Tensão nominal 17,5kV, 24kV e 36kV;
- Corrente nominal 630A;
- Conforme NBR IEC 62271-200;
- Modularidade, tamanho reduzido; facilidade e segurança operacional.

### Linha Microcompact®



## CUBÍCULO BLINDADO MODULAR COM ISOLAÇÃO INTEGRAL EM SF6

- Tensão nominal de 24kV e 36kV;
- Corrente nominal 630A;
- Classificação de arco interno: IAC A FLR 20kA/1s;
- Conforme NBR IEC 62271-200;
- Modularidade, tamanho reduzido, facilidade e segurança operacional.

### Linha RMU - Ring Main Unit®



## Skid EcoSolar®

Skid EcoSolar totalmente customizável. Modelos de 17,5kV, 24kV e 36kV, desde 500kVA até 7,2MVA, adequados para GD - geração distribuída ou GC-geração concentrada para sua usina fotovoltaica.



Todos os produtos GIMI são preparados para acompanhamento em tempo real com o **SENSOR DE MONITORAMENTO SMART GIMI.**





**SELO VERDE**  
Reconhecimento sustentável

## Cabine primária padrão concessionária

Cabine primária para conexão do seu parque solar ao sistema da concessionária, conectando a energia gerada em 15kV, 24kV e 36kV, com isolamento a ar, mista ou integral em SF6, homologadas em todas as concessionárias do Brasil.



## Cubículo blindado modular classe 17,5kV/16kA

Cubículo classe 17,5kV/16kA compacto com unidade normalizada de média tensão para distribuição elétrica secundária de uso público, privado e industrial, de uso ao tempo ou abrigado.

Ela é caracterizada por interruptores seccionadores de manobra isoladas a ar, assim como seus barramentos e sua referência normativa é a NBR-IEC-62271-200.

**New Piccolo®**



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

**Nottabile®**



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

**Maggiore®**



Parceiro autorizado ABB

**Painel de distribuição em baixa tensão até 6300A, 120kA/1s, e grau de proteção até IP-65. Certificado Icc até 120kA ensaiado para abalo sísmico.**

**System Pro E Power®**

**GIMI**  
Soluções em Energia  
DESDE 1974  
UMA EMPRESA DO  
GRUPO GIMI



## Barramento Blindado de Baixa Tensão BX-E

Linhas elétricas pré-fabricadas com capacidade de 320A a 6300A 3P+N+PE adequadas para o transporte e distribuição de energia elétrica em seções verticais e horizontais de quaisquer configurações.



## Barramento Blindado de Média Tensão

É utilizado para o transporte de energia de 17,5kV, 24kV e 36kV, produzido de acordo com a norma NBR-IEC-62.271-200, e grau de proteção IP 55, e fornecido nas correntes de 630A, 1250A e 2500A, para sistemas de fases segregadas e não segregadas.

**GIMI**  
GIMI PUGLIANO BLINDOSBARRA  
BARRAMENTOS BLINDADOS  
Member Of  
**GIMI**



# Transição energética: a nova ordem global

Assim como em diversos outros países do mundo, no Brasil, a ordem do dia é avançar cada vez mais rumo à tão almejada transição energética. Superar, ou pelo menos mitigar gradualmente a dependência dos combustíveis fósseis, se tornou, nos últimos anos, uma necessidade imperiosa, não só do ponto de vista ambiental, mas também do ponto de vista da segurança energética, uma vez que esses recursos também são finitos, e atualmente, poucos países possuem reservas suficientes para garantir o fornecimento de energia a partir dos combustíveis fósseis.

Com isso, quanto mais diversificada for a matriz elétrica, melhor. Por essa razão, o Brasil, embora tenha uma das matrizes elétricas mais limpas e renováveis do mundo, vem buscando ampliar ainda mais suas alternativas de geração a partir de fontes limpas, com forte expansão do mercado de energia eólica onshore e solar fotovoltaica. Segundo dados divulgados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a expansão na capacidade instalada das fontes renováveis, nos quatro primeiros meses de 2023, foi de 3.343,1 megawatts (MW). Desse total, 49,15% vieram de usinas eólicas, responsáveis por 1.643 MW, e 37,19%, de solares fotovoltaicas, responsáveis por 1.243,4 MW.

Com o crescimento e consolidação da modalidade eólica onshore, o mercado nacional também está de olho no potencial de geração eólica a partir da nossa imensa costa marítima. Embora o país ainda não tenha sequer uma regulamentação para o avanço da geração eólica offshore, as perspectivas são promissoras, o que tem impulsionado o avanço do tema no âmbito do legislativo, com vistas à aprovação, ainda em 2023, de legislações que possam regulamentar a exploração do modelo offshore no país.

Para contribuir com este debate, a reportagem especial desta edição da Revista O Setor Elétrico trata exatamente sobre este tema. Com o título “Eólica offshore: os ventos brasileiros estão soprando a favor da modalidade?”, a matéria da repórter Fernanda Pacheco traz um panorama completo sobre os desafios em torno do tema, com entrevistas exclusivas com especialistas renomados do setor elétrico brasileiro.

Uma das fontes da matéria é a presidente da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), Elbia Gannoum, que destaca as novas possibilidades que essa modalidade de geração pode oferecer, como a chance de atrair investimentos internacionais de regiões fortemente empenhadas na transição energética, fato que, segundo a executiva, resultaria no enriquecimento do Produto Interno Bruto (PIB) do país e na criação de novos postos de trabalho.

Boa leitura!

*Edmilson Freitas*

edmilson@atitudeeditorial.com.br



Edição 197

Acompanhe  
nossas  
novidades pelas  
redes sociais:



@osetoreletrico



Revista O Setor Elétrico



Revista O Setor Elétrico



Revista O Setor Elétrico



Atitude.editorial  
atitude@atituedeeditorial.com.br

#### Diretores

Adolfo Vaiser  
Simone Vaiser

#### Assistente de circulação, pesquisa e eventos

Henrique Vaiser – henrique@atituedeeditorial.com.br  
Victor Meyagusko – victor@atituedeeditorial.com.br

#### Administração

Roberta Nayumi  
administrativo@atituedeeditorial.com.br

#### Editor

Edmilson Freitas  
edmilson@atituedeeditorial.com.br

#### Reportagem

Fernanda Pacheco - fernanda@atituedeeditorial.com.br

#### Publicidade

Diretor comercial  
Adolfo Vaiser

#### Contato publicitário

Willyan Santiago - willyan@atituedeeditorial.com.br

#### Direção de arte e produção

Leonardo Piva - atitude@leonardopiva.com.br

#### Colaboradores técnicos da publicação

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

#### Colaboradores desta edição

Aguinaldo Bizzo de Almeida, Paulo Roberto Borel Júnior,  
Renato Jardim Teixeira, Thiago Francisco Gomes, Henrique Fernandes  
Borges, Caio Huais, Luiz Carlos Catelani Junior, Daniel Bento,  
Danilo de Souza, Emmanuela de Almeida Jordão, Frederico Carbonera  
Boschin, Paulo Edmundo Freire, Jose Maurílio da Silva, Rinaldo Botelho,  
João Carlos Mello, Monica Saraiva Panik, Lílian Ferreira Queiroz,  
Lindemberg Nunes Reis, Luciano Rosito, Claudio Mardegan,  
Nunziant Graziano, Jose Starosta, Fabricio Augusto Matheus Moura,  
Ana Carolina Ferreira da Silva, Arnaldo José Pereira Rosentino Junior  
e Marcus Vinícius Borges Mendonça.

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: istockphoto.com | Chirapriya Thanakonwirakit

Impressão - Referência Editora e Gráfica

Distribuição - Correios

#### Atitude Editorial Publicações Técnicas Ltda.

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

Filiada à

**anatec**



### 35 Suplemento Renováveis

Com o título "O hidrogênio verde na mobilidade" o texto de autoria de Monica Saraiva Panik, que é especialista no setor do hidrogênio e células a combustível há 25 anos, e coordenação do engenheiro mecânico e electricista e presidente da Câmara Setorial de Energias Renováveis do Ceará – CSRenováveis/CE, Jurandir Picanço, o sexto capítulo desta série traz um estudo completo sobre a mobilidade a hidrogênio, com todas as possibilidades de produção, através de diversas fontes, inclusive etanol, o que pode abrir valiosas oportunidades de negócios para esse setor.

### 4 Editorial

### 6 Eventos

CINASE Belém do Pará

### 14 Painel de Notícias

Mês dos ventos: usinas eólicas dominam expansão da oferta de energia elétrica em julho; MME apresenta Plano de Trabalho Trienal do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2); ONS detalha circunstâncias técnicas do apagão de 15 de agosto.

### 17 Fascículos

Mobilidade elétrica – desafios e oportunidades  
Avaliação de energia incidente  
Modernização da distribuição

### 42 Gestão de Ativos

Por Lílian Ferreira Queiroz - Gestão de Ativos: alinhamento da estratégia operacional

### 44 Conexão Regulatória

A guerra das tensões

### 46 Artigo Técnico

Por Henrique Fernandes Borges - Eficiência Energética em Instalações Industriais

### 50 Reportagem

Eólica offshore: os ventos brasileiros estão soprando a favor da modalidade?

### 54 Guia Setorial

Distribuidores e revendedores de materiais elétricos - Em grande expansão nos últimos anos, o setor vem se profissionalizando e se modernizando cada vez mais, apresentando ao mercado soluções e produtos altamente tecnológicos, alinhados aos principais mercados internacionais. Nesta edição, apresentamos uma pesquisa setorial completa dessa cadeia, mais especificamente das áreas de produção, distribuição e revenda.

### 56 Espaço Aterramento

Corrosão em Materiais de Aterramento Concretizados

### 58 Espaço SBQEE

Uma contribuição à qualidade da energia elétrica através da aplicação da Técnica de Nivelamento de Curva de Carga por Armazenador de Energia

### 60 Espaço Cigre-Brasil

Lixo gerando energia para o futuro

### Colunas

62 Cláudio Mardegan – Análise de Sistemas Elétricos

63 Nunziant Graziano – Quadros e Painéis

64 Luciano Rosito – Iluminação Pública

65 Aguinaldo Bizzo – Segurança do Trabalho

66 Danilo de Souza – Energia e Sociedade

68 Caio Cezar Neiva Huais – Manutenção 4.0

70 José Starosta – Energia com Qualidade

71 Daniel Bento – Redes Subterrâneas em Foco

72 Roberval Bulgarelli – Instalações EX

### 76 Dicas de instalação

Proteção contra sobretensões em sistemas de iluminação LED



**CINASE**  
Congresso & Exposição  
CIRCUITO NACIONAL DO SETOR ELÉTRICO



Por Edmilson Freitas

# Especialistas debatem transição energética e desafios da eletrificação na Região Norte

Maior evento itinerante do setor elétrico, a 43<sup>a</sup> edição do CINASE reuniu mais de 1.100 pessoas, entre os dias 26 e 27 de julho, em Belém do Pará



Com a participação de mais de 1.100 pessoas, entre congressistas, expositores e palestrantes, a 43ª edição do Circuito Nacional do Setor Elétrico - CINASE Região Norte, movimentou a capital paraense. O evento, que ocorreu entre os dias 26 e 27 de julho, em Belém/PA, contou ao todo com 44 atividades, entre palestras com especialistas, painéis de debates e palestras técnicas, além da área de exposição, com dezenas de empresas do setor elétrico, entre fabricantes, distribuidores de materiais elétricos e prestadores de serviço.

Ao longo dos dois dias do evento, mais de 60 palestrantes, entre especialistas renomados do universo acadêmico e da engenharia elétrica, provedores de tecnologia, dirigentes de empresas e de instituições do setor elétrico, sediadas no estado do Pará e região, ofereceram

aos congressistas mais de 22 horas de programação.

Foram abordados temas fundamentais que impactam o setor elétrico, tais como: transição energética; modernização da infraestrutura elétrica; desafios da distribuição de energia para a mobilidade elétrica; o hidrogênio verde para o desenvolvimento energético sustentável; eficiência energética; novas tecnologias em manutenção e gestão de ativos; indústria 4.0 e Internet das Coisas; qualidade de energia; proteção e aterramento de instalações; dentre outros.

O painel de abertura do evento teve como convidado o Superintendente da Equatorial Energia – Pará, Fernando Pompeu, que destacou a complexidade do fornecimento de energia no estado, que é o segundo maior em extensão territorial do país, com uma área de 1.247.954 km². “Com a força da nossa energia, o Pará só cresce. Nos

últimos dez anos, investimos R\$ 9,3 bilhões no sistema de distribuição de energia do estado. Atualmente, atendemos a 2,9 milhões de clientes, sendo 88% residenciais, o que representa cerca de 8,7 milhões de pessoas atendidas”, explica.

O investimento da empresa no período resultou na construção de mais de 60 mil quilômetros de redes de distribuição, 550 quilômetros de rede de transmissão, construção ou ampliação de 130 subestações, além de 1,3 milhão de novas ligações em todo o estado amazônico, acrescentou Pompeu.

Para tratar sobre o tema da transição energética, a convidada foi a gerente do Departamento Regional de Produção de Transmissão da Eletronorte, Vanessa Beltrão. De acordo com a executiva, no momento atual, a transição energética ganha um fundamento mais amplo, que



é procurar reduzir as emissões poluentes na atmosfera e combater as alterações climáticas extremas, intensificadas pelo uso de combustíveis fósseis.

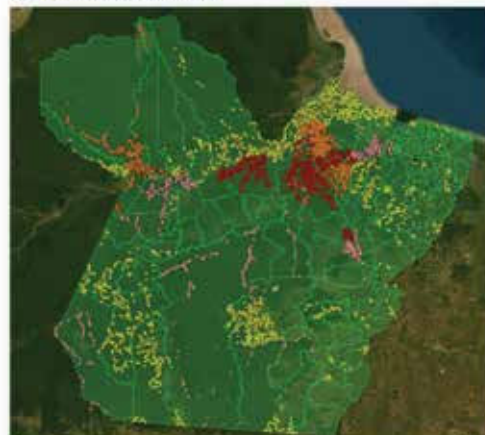
“Para que essa transição ocorra, os países estão focados em ações como a redução da participação de fontes fósseis em suas matrizes, adoção de medidas que aumentem a eficiência energética, investimento em tecnologias de armazenamento de energia em grandes baterias, estímulo a fontes que não emitam gases de efeito estufa, diminuição do uso de fontes não renováveis ou emissoras, especialmente o carvão, o óleo combustível e o óleo diesel, estímulo ao uso de Hidrogênio Renovável

ou de zero-carbono, dentre outras iniciativas”, destacou Vanessa.

### Eletrificação de clientes remotos na região amazônica

Um dos maiores desafios das concessionárias de energia é promover a interligação de unidades consumidoras (UCs) localizadas em áreas remotas do país. No Pará, que abriga em seu território boa parte da floresta amazônica, a dificuldade é maior ainda, dada a vastidão de áreas alagadas, rios e várias pequenas ilhas. Para fazer frente a esses obstáculos, a Equatorial Pará desenvolveu um programa voltado especificamente para essas regiões, com uma meta de interligação de quase 155 mil UCs, conforme o cronograma abaixo:

#### UNIVERSALIZAÇÃO ÁREAS REMOTAS - EQUATORIAL PLANEJAMENTO PARÁ



LEGENDA	
<span style="color: red;">●</span>	UC's Atendidas
<span style="color: orange;">●</span>	UC's Em andamento
<span style="color: pink;">●</span>	UC's PO em aprovação
<span style="color: yellow;">●</span>	UC's Levantadas*

\* Sem priorização pelo MME

Status	Qtd
Atendidas	19.013
Em andamento	18.897
PO em aprovação	29.648
Levantadas	91.322
<b>Total**</b>	<b>158.880</b>

\*\* Meta EQTL Pará: 154.835 (REH ANEEL Nº 2.891, DE 29 DE JUNHO DE 2021)



# Prysmian PRYSOLAR

## Nascido para enfrentar o imprevisível



Mesmo nas condições climáticas mais adversas, Prysmian PRYSOLAR garante confiabilidade, segurança e qualidade para uma geração de energia solar de longa duração.



Resistente a condições climáticas extremas



Eficiência operacional melhorada



Retorno seguro do investimento e +30 anos de vida útil



Supply chain sustentável



**Prysmian**  
Group

Linking  
the Future

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



Somente para 2023, a meta da companhia é promover a interligação de mais de 20 mil novas unidades consumidoras. Deste total, segundo dados apresentados pela gerente de Geração da Equatorial Pará, Giorgiana Freitas, cerca de 5.800 unidades já estão conectadas. Para 2024, a meta da empresa é interligar outras 21 mil unidades consumidoras.

## Feira de negócios

Assim como nos demais estados por onde o CINASE passou, em Belém, a área de exposição contou com a participação de 26 empresas do setor elétrico, entre fabricantes, distribuidores de materiais elétricos e prestadores de serviço. “Somados, congresso e feira de negócios, os ambientes proporcionaram um ecossistema ideal para atualização profissional, realização de transações e muito networking. Com este formato itinerante, o CINASE se consolidou como um dos eventos mais relevantes para o segmento no país, a partir de debates e palestras que tratam sobre as principais novidades e as novas tecnologias da cadeia elétrica nacional e internacional, além da feira de negócios, que traz as principais empresas do setor, de cada localidade anfitriã do congresso”, explica o diretor do evento, Adolfo Vaiser.

Um dos parceiros presentes na feira de exposições foi o superintendente de Operações da Eletro Transol, Miqueias Amancio, que destacou o peso e a

relevância do evento para os negócios da empresa no Pará. “Aqui no CINASE, tanto nesta edição, como nas demais que participamos anteriormente, tivemos acesso a inovação, tecnologia e muito conteúdo técnico do nosso mercado. Portanto, para a Eletro Transol, expor nossos produtos e suas soluções dentro da região, onde somos a única distribuidora referência, é fundamental. Hoje, 80% dos fabricantes de produtos elétricos que estão aqui no CINASE Belém, são distribuídos pela nossa empresa na região Norte, onde estamos presentes há 15 anos. Foi um evento extremamente técnico, que agregou muito para a nossa empresa”, destaca Amancio.

Mundialmente conhecida por oferecer ao mercado um mix completo de condutores elétricos e vergalhões de alumínio, a Alubar, empresa genuinamente paraense, também esteve presente no CINASE Belém. “Valeu muito a pena a nossa participação, principalmente porque a nossa maior fábrica fica aqui no Pará. Além disso, alguns dos nossos clientes também estiveram no evento, então, fazer deste relacionamento comercial também é muito importante para a Alubar. Os debates foram muito técnicos e isso é muito valorizado, tanto pela nossa área comercial, quanto pelos nossos engenheiros, que também prestigiaram o evento, participando dos debates do congresso”, afirmou a analista de comunicações da Alubar, Mayara Therezo.

Quem também marcou presença na exposição foi a ABB, empresa que possui

um portfólio completo de produtos de tecnologia industrial para clientes de serviços públicos, indústria, transporte e infraestrutura. “Valeu muito a pena. Nosso estande recebeu diversos clientes de vários segmentos: engenharia, distribuição, instalação e cliente final. São canais e segmentos em que a ABB atua muito forte, e para nós, é muito relevante conhecer as pessoas que estão nessa região”, explica Marcos de Oliveira, coordenador do time de aplicação da empresa.

A presença de diversos estudantes dos cursos ligados às áreas de engenharia elétrica da Universidade Federal do Pará – UFPA e do Instituto Federal do Pará – IFPA, foi enaltecida por Marcos de Oliveira. “Esses estudantes serão os profissionais do futuro do nosso mercado, por isso, é importante que eles se lembrem da marca ABB. Um evento como este permite que os estudantes vejam o que a empresa pode oferecer para o segmento de eletricidade. É uma oportunidade de mostrar nosso portfólio e de trazer toda a nossa tecnologia”, ressalta Marcos de Oliveira.

## Contribuições acadêmicas

Com participação em diversos painéis de debates do CINASE Belém, a UFPA foi uma das principais apoiadoras do evento, não só com a participação de docentes, como também com a presença de estudantes de vários períodos dos cursos ligados ao mercado de energia. Professor da Faculdade de Engenharia Elétrica e



Biomédica da UFPA, há 46 anos, Edson Ortiz de Matos falou sobre a importância da sintonia entre o campo acadêmico e o mercado de trabalho.

“O setor acadêmico é fundamental, pois ele é quem forma a mão de obra para esse mercado de energia, então, ele precisa estar junto com as empresas, com a indústria, nessa troca de informações, que resultará na formação de profissionais mais qualificados para o mercado de trabalho.

É um evento que estava fazendo falta para os nossos alunos e os novos profissionais. Eles precisam conhecer as novidades e inovações que estão chegando. Isso é uma maneira de motivar o mercado, gerando oportunidades de negócios, de comércio e de intercâmbio”, afirma o docente.

Para o professor Thiago Soares, que também é da Faculdade de Engenharia Elétrica e Biomédica da UFPA, a qualidade dos debates e a presença das empresas do

setor criaram uma atmosfera fértil para os estudantes. “Ao trazer a academia junto com as empresas, o CINASE cria um ambiente muito propício para network, que é essencial para a universidade e também para o mercado de energia. O feedback dos alunos foi muito positivo, e para eles, é uma oportunidade importante de carreira, tanto acadêmica, quanto profissional. Os especialistas escolhidos, os temas tratados, foram todos do cotidiano do mercado de energia”.



# URP 6000 / 6100

## RELÉS DE PROTEÇÃO PARA INTERLIGAÇÃO GERADOR-REDE



Estaremos expondo nossas soluções em relés de proteção na 44ª edição do Circuito Nacional do Setor Elétrico.

13 e 14 de setembro de 2023

FORTALEZA  
Centro de Eventos do Ceará

### MINIGERAÇÃO FOTOVOLTAICA

As modernas plantas de geração fotovoltaica necessitam estar integradas através de um sistema supervisorio para o monitoramento dos equipamentos instalados.

O relé URP 6000 possui porta serial traseira RS485, com protocolos MODBUS RTU e DNP3 L2, especifica para este tipo de automação, além de possuir 04 grupos de ajuste, para diferentes condições de operação.



Av. Miruna, 502 – Moema – São Paulo – SP  
vendas@pextron.com.br – www.pextron.com



VENDAS: +55 (11)  
5094-3200

# Premiação e reconhecimento

Tradicionalmente, na noite anterior ao CINASE, é realizada a cerimônia do Prêmio O Setor Elétrico, que tem como objetivo reconhecer e dar visibilidade a projetos e iniciativas que apresentem soluções inovadoras para o setor elétrico brasileiro.

Os vencedores das cinco categorias do Prêmio da edição de Belém, foram:

## INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Sistema de geração de energia para o atendimento de demandas de pequeno porte utilizando banco de supercapacitores integrados com geração fotovoltaica – UFPA/Norte Energia. Proponente: UFPA - Thiago Mota Soares.

## INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS E COMERCIAIS

Athenas Future. Proponente: Projeção Engenharia – Josany Aline de Souza Cardoso.

## PROJETO LUMINOTÉCNICO

Restaurante Aviú do Parque. Proponente: L+A Iluminação - Leonardo Alves

## PESQUISA & DESENVOLVIMENTO

Desenvolvimento de Sistema Nacional de Recarga Rápida de Bicicletas e Veículos Elétricos para Aplicações V2G (Vehicle to Grid).

Proponente: Equatorial Energia - Lucas de Paula Pinheiro



## ENERGIAS RENOVÁVEIS

Programa Nacional de Universalização do Acesso e uso da Energia Elétrica na Amazônia Legal.

Proponente: Equatorial Energia - Giorgiana Freitas Pinheiro

## Homenagens

Na ocasião, também foram homenageadas lideranças e personalidades que são referências regionais do segmento elétrico, são eles:

### DANIEL DE OLIVEIRA SOBRINHO

Engenheiro eletricista pela UFPA há 40 anos. Possui MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas e especialização em Distribuição de Energia Elétrica pela Eletrobras / UFBA. Trabalhou 25 anos na CELPA, hoje Equatorial Pará e sete anos na Endicon Engenharia. Atualmente é sócio da DSE Engenharia, coordenador estadual da Absolar, conselheiro fiscal do Sinduscon PA, membro da Comissão de Meio Ambiente da Câmara Nacional da Indústria e Construção e diretor 1º tesoureiro eleito da FIEPA. Em sua trajetória, foi Conselheiro Federal do Confea, presidente do Clube de Engenharia do Pará, Conselheiro do Crea PA por diversos mandatos e diretor financeiro da Mútua PA.



### UBIRATAN BEZERRA

Possui graduação em Engenharia Elétrica Opção Eletrônica pela UFPA, mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá e doutorado em Engenharia Elétrica pela UFRJ. Atualmente, é professor titular da UFPA, atuando no ensino de graduação e pós-graduação, com orientação de mestrado e doutorado. É pesquisador do Ceamazon, onde desenvolve pesquisas e consultorias para empresas do setor elétrico.

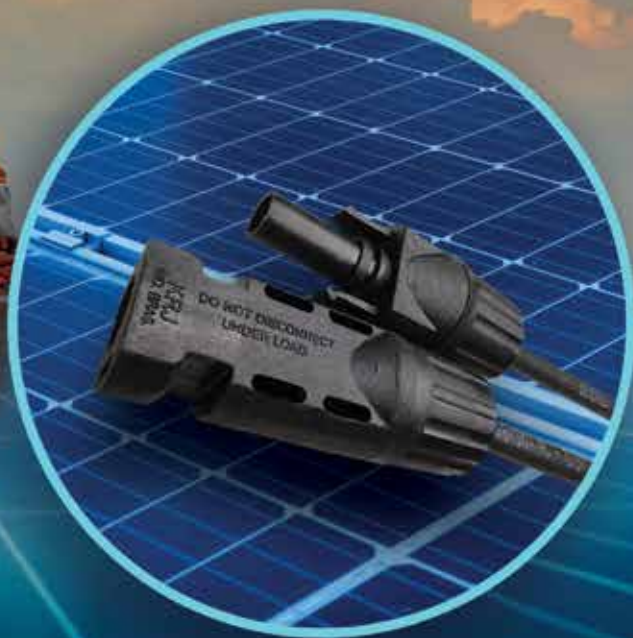


# KRJ Conectores, há mais de 20 anos na vanguarda da inovação em conexões elétricas

LANÇAMENTO

## CONECTOR

### KSE K4



www.bluemedia.com.br

**Segurança e qualidade nas conexões de sistemas de energia solar fotovoltaica!**

Proteção de todo o sistema, evitando falhas nas conexões, mau funcionamento e danos aos condutores e equipamentos



**ALTA RESISTÊNCIA A INTEMPÉRIES**



**PROTEÇÃO PARA AMBIENTES EXTERNOS À PROVA D'ÁGUA**



**ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA**



**RESISTÊNCIA AOS RAIOS UV**



**RESISTÊNCIA A SOBRETENSÕES**



**COMPATÍVEL COM AS PRINCIPAIS CONEXÕES DO MERCADO**

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Condutores	2,5mm <sup>2</sup> a 6mm <sup>2</sup>
Diâmetro externo condutor	4,7 a 7mm
Faixa de Temperatura Ambiente	-40°C a +85°C
Temperatura Máxima Limite	120°C
Grau de Proteção (IP)	IP68
Classe de Proteção/Segurança	II
Classe de Sobretensão	III
Tipo de Conexão	Crimpagem
Material de contato	Cobre Estanhado
Material de isolamento	PA
Tensão nominal (Vdc)	1500V
Corrente Nominal 2,5/4/6mm <sup>2</sup>	25A/35A/45A
Classe de chamas (flamabilidade)	UL94: V-0



O conector **KSE K4** é usado para conexão serial segura e simples de módulos solares fotovoltaicos, em uma única solução atende condutores de 2,5 a 6mm<sup>2</sup>. Por possuir moderna tecnologia de produção, **sistema de conexão multicontato**, componentes e matéria-prima de alta qualidade, oferta alta estabilidade e segurança nas conexões para todo o sistema.



**KRJ Ind. e Com. Ltda.**

Rua Guaranésia nº811/815 - Vila Maria

CEP 02112-001 - São Paulo, SP - **TelFax: +55 (11) 2971-2300**

**WWW.KRJ.COM.BR**



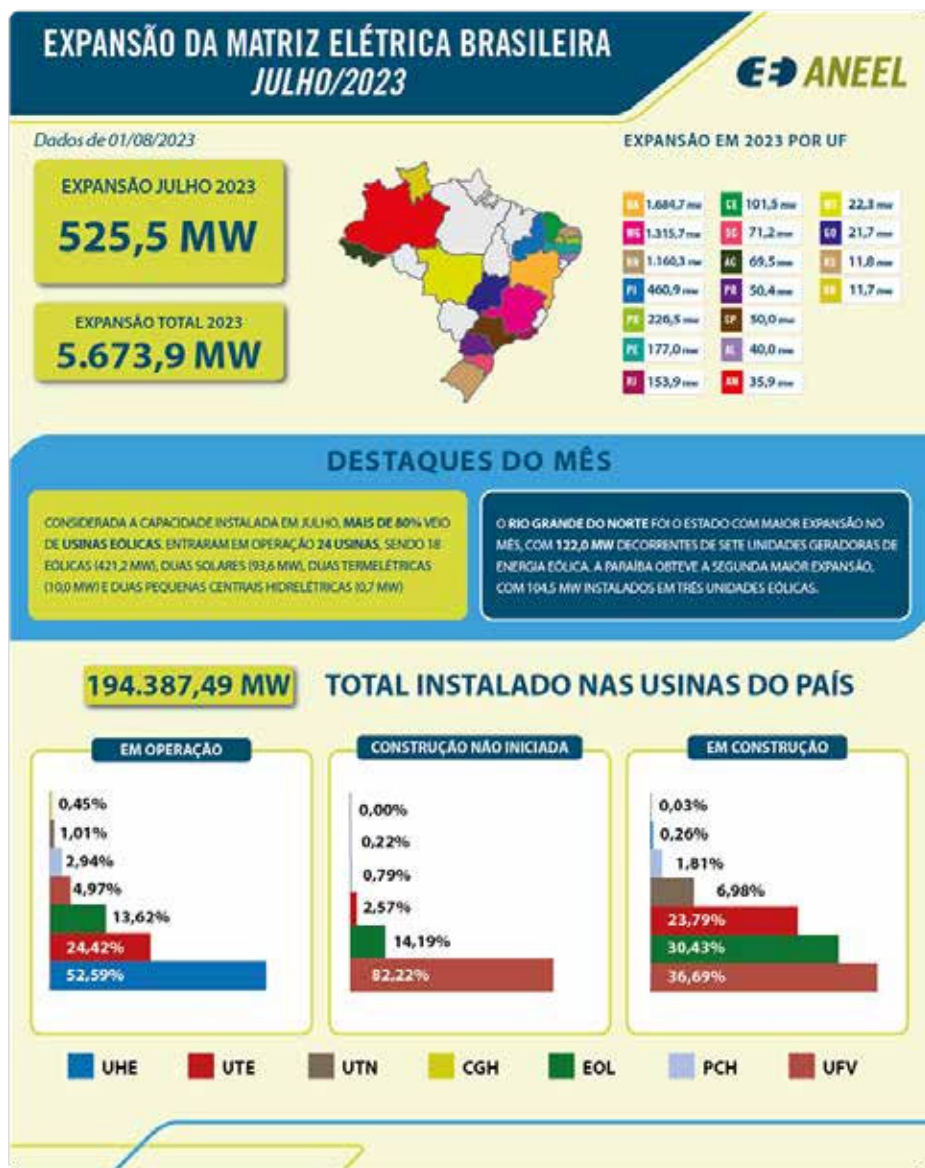
# Mês dos ventos: usinas eólicas dominam expansão da oferta de energia elétrica em julho

Quando o assunto é crescimento da geração de energia elétrica no Brasil, julho foi o mês dos ventos segundo os dados acompanhados pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Dos 525,5 megawatts (MW) acrescidos à capacidade instalada do país no mês passado, 421,2 MW vieram de 18 novas usinas eólicas, sete delas apenas no Rio Grande do Norte. Também começaram a operar no período duas unidades solares fotovoltaicas (93,6 MW), duas termelétricas (10,0 MW) e duas pequenas centrais hidrelétricas (0,7 MW).

A matriz elétrica brasileira alcançou este ano, até o final de julho, uma ampliação de 5.673,9 MW. A ANEEL registrou a entrada em operação comercial de 176 usinas, sendo 79 eólicas (2.713,8 MW), 61 solares fotovoltaicas (2.295,1 MW), 25 termelétricas (531,4 MW), oito pequenas centrais hidrelétricas (122,2 MW) e três centrais geradoras hidrelétricas (11,4 MW). Plantas solares e eólicas representam, juntas, 88,3% da capacidade instalada no ano.

As usinas com operação iniciada este ano estão localizadas em 18 estados de todas as regiões brasileiras. Em ordem decrescente, apresentam maiores resultados até o momento os estados da Bahia (1.684,7 MW), Minas Gerais (1315,7 MW), Rio Grande do Norte (1160,3 MW) e Piauí (460,9 MW). No recorte apenas para o mês de julho, o Rio Grande do Norte obteve o maior salto, de 421,2 MW. A Paraíba obteve a segunda maior expansão, com 104,5 MW instalados em três unidades eólicas.

Capacidade instalada - O Brasil somou 194.387,49 MW de potência fiscalizada,



de acordo com dados do Sistema de Informações de Geração da ANEEL, o SIGA, atualizado diariamente com dados de usinas em operação e de empreendimentos outorgados em fase de construção. Desse

total em operação, ainda de acordo com o SIGA, 83,69% das usinas são consideradas renováveis.

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

## PAINÉIS DE MÉDIA TENSÃO | USO ABRIGADO E AO TEMPO APROVADOS NAS PRINCIPAIS CONCESSIONÁRIAS DO PAÍS



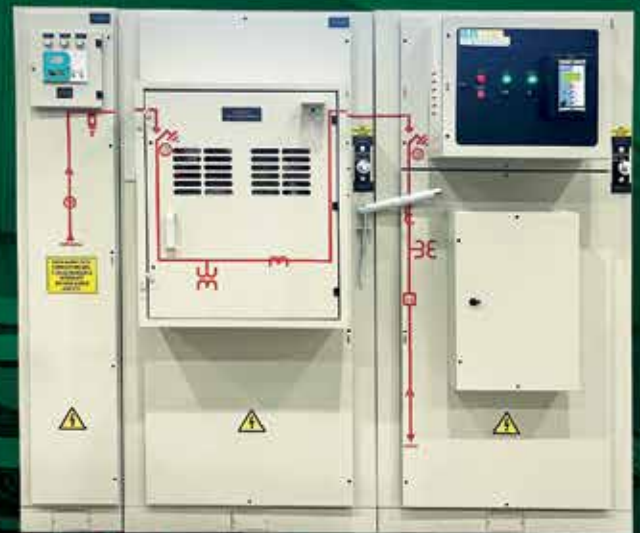
### BR6

17,5kV/24kV/36kV



### G2 SLIM

17,5kV



Agora disponível na versão  
com disjuntor extraível

QRCODE PARA BAIXAR



OS CATÁLOGOS

CONHEÇA TAMBÉM NOSSOS  
**TRANSFORMADORES  
À SECO DE MÉDIA  
TENSÃO**



## MME apresenta Plano de Trabalho Trienal do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2)

Ao apresentar o Plano de Trabalho Trienal (2023-2025) do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2), o ministro de Minas e Energia, Alexandre Silveira, afirmou que o país já tem anunciado cerca de US\$30 bilhões em projetos de hidrogênio de baixo carbono. Com isso, segundo o ministro, o Brasil inaugura, por meio do hidrogênio de baixo carbono, “uma nova agenda de desenvolvimento econômico, social e ambiental”.

Entre as prioridades do PNH2 colocadas no documento estão a definição de um marco

legal-regulatório nacional, a intensificação de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação – com foco na redução de custos, e a ampliação do acesso a financiamentos para projetos voltados à produção do hidrogênio.

Com previsão de investimentos para os próximos três anos, o PNH2O teve a contribuição de mais de 40 instituições governamentais para definir as ações propostas, e mais de 650 contribuições registradas por meio da Consulta Pública

nº 147/2022. Além disso, mais de 20 instituições do setor privado acompanharam as reuniões das câmaras temáticas. “O Brasil possui potencial técnico para produzir 1,8 gigatoneladas de hidrogênio por ano. As projeções atuais colocam o Brasil como o país com menor custo de produção de hidrogênio de baixo carbono e seus derivados”, explicou o secretário Nacional de Transição Energética e Planejamento do MME, Thiago Barral.

Fonte: MME

## ONS detalha circunstâncias técnicas do apagão de 15 de agosto

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) apresentou uma avaliação técnica sobre os eventos ocorridos em 15 de agosto no Sistema Interligado Nacional (SIN). O documento aponta que o ponto de partida do distúrbio foi a LT 500 kV Quixadá-Fortaleza II, de propriedade da Eletrobras Chesf. Uma atuação incorreta no sistema de proteção da linha, que operava dentro dos limites, ocasionou o seu desligamento.

O desligamento refletiu desproporcionalmente em equipamentos adjacentes e ocasionou oscilações elétricas (tensão e frequência) no sistema das regiões Norte e Nordeste, e que transcorridos 600

milissegundos, houve a atuação de Proteções de Perda de Sincronismo (PPS), responsáveis pela abertura controlada de linhas que compõem as interligações Norte - Nordeste, Nordeste - Sudeste e Norte - Sul, separando o SIN em três áreas elétricas.

Ainda segundo a nota, a avaliação detalhada da ocorrência, da causa raiz, sequência de eventos, desempenho das proteções, dentre outros fatores, bem como as recomendações e providências, constarão no Relatório de Análise de Perturbação (RAP), conforme estabelecido em Procedimentos de Rede, previamente aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). O relatório será concluído em até 45 dias úteis.

Fonte: ONS

Atuação do ERAC no SIN





## 24 Mobilidade elétrica

É notável a necessidade de setores, como o Setor Elétrico, industrial e econômico de encontrarem soluções em desenvolvimento voltadas à tecnologia, ciência de dados e sustentabilidade, de modo que os próximos séculos sejam conduzidos em uma economia de baixas emissões de carbono.

Parte fundamental deste novo planejamento, a mobilidade elétrica é também tema deste fascículo, coordenado pela professora dra. Flávia Consoni, do Laboratório de Estudos do Veículo Elétrico (LEVE/Unicamp), que traz nesta edição:



### Capítulo VI

#### Eletromobilidade no Brasil: um panorama do segmento

Por Emmanuela de Almeida Jordão

- Panorama da eletromobilidade
- Avanço da eletromobilidade no Brasil
- Infraestrutura de recarga
- Desafios e oportunidades

## 32 Cálculo de energia incidente

O estudo de energia incidente tem sido cada vez mais necessário para as instalações elétricas, à medida em que se avançam as normas técnicas e de segurança. As medidas de controle começam na concepção do projeto de uma instalação, durante reformas ou atualizações, e, sobretudo, nas instalações já existentes. Para falar deste assunto com propriedade, o engenheiro eletricista Luiz Carlos Catelani, aborda o tema da Energia Incidente”, que traz nesta edição:



### Capítulo VI

#### Cálculo de energia incidente volume 5 – Modelo OSHA 1910-269 para alta tensão.

Por Luiz Carlos Catelani Junior

## 38 Modernização da distribuição

Neste fascículo, são discutidos os desafios que o setor elétrico tem enfrentado para modernizar, seus sistemas, em especial, o segmento da distribuição de energia. O contexto da modernização e as oportunidades desta transformação são pontos de reflexão desta série de oito artigos coordenada pela Associação Brasileira de Energia Elétrica (Abradee). Neste capítulo, o autor Lindemberg Reis, gerente de Planejamento e Inteligência e Mercado na Associação, discorre sobre a sustentabilidade das políticas públicas voltadas para ações em eficiência energética.



### Capítulo VI

#### Eficiência energética e a vitória do bom senso

Por Lindemberg Reis e Ana Carolina Ferreira da Silva

## Mobilidade elétrica

Por Emmanuela de Almeida Jordão\*

# Capítulo VI

## Eletromobilidade no Brasil: um panorama do segmento

A eletromobilidade emergiu como uma das mais promissoras soluções para enfrentar os desafios globais da mudança climática e da crescente demanda por transporte sustentável. De acordo com o Relatório Especial do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) de 2021 sobre o aquecimento global de 1,5°C, o setor de transportes é responsável por aproximadamente um quarto das emissões globais de dióxido de carbono, dessa e a adoção de veículos elétricos desempenha um papel crucial na redução dessas emissões. Nesse contexto, países ao redor do mundo têm direcionado esforços para incentivar a adoção de veículos elétricos e desenvolver infraestruturas de recarga. A experiência internacional tem fornecido valiosas lições para países em desenvolvimento, como o Brasil, que buscam seguir esse caminho rumo a uma mobilidade mais limpa e sustentável.

Na Europa, países como Noruega se destacam por suas políticas públicas de incentivos à eletromobilidade, que incluem redução de impostos, isenções fiscais, acesso privilegiado a áreas urbanas e benefícios para estacionamento gratuito. Na Ásia, a China, tornou-se o país líder mundial na adoção de veículos elétricos, como resultado de um grande investimento em P&D, além de políticas governamentais favoráveis, e a necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa provenientes do setor de transporte. Nos Estados Unidos, apesar das mudanças de política com a transição entre governos, a eletromobilidade continua sendo uma prioridade para muitos estados e cidades, por exemplo, estados como Califórnia e Nova York têm implementado regulamentações mais rigorosas para limitar as emissões de gases de efeito estufa, e consequentemente promover a eletrificação do transporte público.

Segundo os números apresentados pela International Energy Agency – IEA (2023), em 2022, a China foi responsável por cerca de

60% das vendas globais de carros elétricos, ultrapassando sua meta de vendas de veículos de energia nova para 2025, e assim, tornou-se o país com mais da metade dos carros elétricos nas estradas de todo o mundo, e o país já ultrapassou sua meta de vendas. Na Europa, o segundo maior mercado, as vendas de carros elétricos aumentaram mais de 15% em 2022, o que significa que a cada cinco carros vendidos, pelo menos dois eram elétricos. As vendas de carros elétricos nos Estados Unidos, o terceiro maior mercado, aumentaram 55% em 2022, alcançando uma participação de vendas de 8% nas vendas globais.

Essas experiências internacionais contribuem para demonstrar os benefícios econômicos, ambientais e sociais que a eletromobilidade pode proporcionar, além disso, apresentam como uma transição bem-sucedida, para essa forma de mobilidade demanda uma combinação de políticas públicas ativas, incentivos financeiros, parceria entre setor público e privado e investimentos em infraestrutura de recarga.

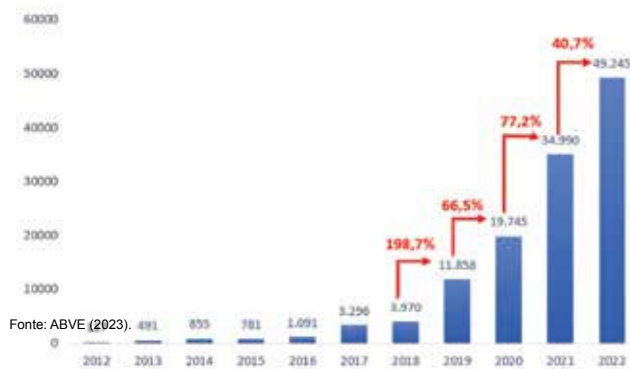
O Brasil, com sua vasta extensão territorial, rica matriz energética e grande indústria automobilística, encontra-se em posição privilegiada para implementar a eletromobilidade e assim colher seus benefícios. No entanto, para alcançar esse potencial, o país enfrenta desafios específicos, como a necessidade de desenvolver uma infraestrutura de recarga robusta e acessível em todo o território, superar barreiras econômicas para a produção e aquisição de veículos elétricos e alinhar políticas públicas que promovam o desenvolvimento sustentável do setor.

### PANORAMA DA ELETROMOBILIDADE

A eletromobilidade no Brasil tem vivenciado um crescimento

notável nos últimos anos, impulsionado por uma combinação de fatores econômicos, ambientais e políticos. O país, que é um dos maiores produtores de veículos do mundo, tem buscado acompanhar as tendências globais de transição para uma mobilidade mais sustentável e limpa.

Segundo dados da Associação Brasileira do Veículo Elétrico - ABVE (2023), no período de 2012 a 2022, o número de emplacamentos de veículos eletrificados, no Brasil, apresentou um crescimento exponencial, com um total de 126.439 emplacamentos.



**Gráfico 1- Evolução do emplacamento de veículos eletrificados no Brasil**

Conforme pode ser observado no gráfico 1, nos últimos 4 anos, a eletromobilidade no país ganhou força, e começou a conquistar espaço no setor de transportes, o que pode ser atribuído a aspectos relacionados com a maior oferta de modelos, maior infraestrutura de recarga, e montadoras apostando no mercado brasileiro.

No Brasil, os veículos eletrificados estão começando a ganhar destaque, impulsionados por um interesse crescente em soluções de mobilidade mais sustentáveis. Atualmente, existem principalmente dois tipos de tecnologias de veículos eletrificados sendo adotados no país: os veículos elétricos, onde se encontram os veículos 100% elétricos - BEV (Battery Electric Vehicle) e os híbridos plug-in - PHEV (Plug-In Hybrid Electric Vehicle) e os híbridos conhecidos como HEV (Hybrid Electric Vehicle).

Os veículos elétricos operam exclusivamente com motores elétricos e são alimentados por baterias recarregáveis, o que resulta em emissões zero durante a condução. Já os veículos híbridos combinam um motor de combustão interna com um motor elétrico, permitindo uma maior eficiência de combustível e redução nas emissões em comparação com veículos movidos apenas a gasolina ou diesel.

De acordo com a IEA (2023), há sinais promissores para os países de mercados emergentes de veículos elétricos (VEs), por exemplo,

# varixx

## Controlador de Potência Mykron

A Varixx oferece a linha Mykron, especializada no controle da potência por variação de tensão eficaz para qualquer tipo de carga. Projetados com precisão para atender a diversos processos industriais com robustez e alta confiabilidade, esses dispositivos garantem a otimização da entrega precisa de potência elétrica para cargas, sejam resistivas, indutivas ou motores, em configurações monofásicas, bifásicas e trifásicas.

O destaque está no módulo de controle singular presente nesses dispositivos, que exibe uma notável versatilidade ao abranger diversas faixas de potência, com corrente nominal variando de 10 a 2000A. A linha Mykron da Varixx se sobressai como uma solução sofisticada e flexível para um controle metódico, enfatizado por sua notável robustez e eficácia.



Saiba mais >



em 2022, em países como a Índia, Tailândia, Indonésia, houve um crescimento do mercado de veículos elétricos. Coletivamente, as vendas de carros elétricos nesses países mais do que triplicaram em comparação com 2021, atingindo 80.000 unidades. Na Tailândia, a parcela de carros elétricos nas vendas totais ficou ligeiramente acima de 3% em 2022, enquanto tanto a Índia quanto a Indonésia tiveram uma média de cerca de 1,5% no ano passado.

A participação de mercado dos veículos eletrificados no Brasil, segundo dados da ABVE (2023), se encontra em 3,5% em relação ao total de emplacamentos de veículos, o que pode aparentemente parecer pequeno, mas em 2022, este percentual era de 2,5%, o que sinaliza, que este segmento está ganhando espaço no setor.

### AVANÇO DA ELETROMOBILIDADE NO BRASIL

O avanço da eletromobilidade no Brasil está gradualmente ganhando impulso, à medida que o país reconhece a importância de adotar soluções de transporte mais sustentáveis. Embora em estágio inicial, o mercado de veículos elétricos e híbridos está começando a se expandir, impulsionado pela crescente conscientização ambiental e pelas metas de redução de emissões de gases de efeito estufa. Os incentivos fiscais e programas de incentivo governamental têm sido introduzidos para fomentar a adoção de veículos elétricos,

**TABELA 1: OS 20 MUNICÍPIOS BRASILEIROS QUE MAIS EMPLACARAM VEÍCULOS EM 2022.**

Ranking	Município	Estado	Total Geral	% Participação
1º	SAO PAULO	SP	7.484	15,2%
2º	BRASILIA	DF	2.450	5,0%
3º	RIO DE JANEIRO	RJ	2.331	4,7%
4º	ANAPOLIS	GO	2.302	4,7%
5º	CURITIBA	PR	2.213	4,5%
6º	BELO HORIZONTE	MG	2.149	4,4%
7º	GOIANIA	GO	887	1,8%
8º	PORTO ALEGRE	RS	825	1,7%
9º	SALVADOR	BA	812	1,6%
10º	RECIFE	PE	751	1,5%
11º	CAMPINAS	SP	668	1,4%
12º	FORTALEZA	CE	637	1,3%
13º	FLORIANOPOLIS	SC	557	1,1%
14º	MANAUS	AM	451	0,9%
15º	RIBEIRAO PRETO	SP	432	0,9%
16º	CAMPO GRANDE	MS	425	0,9%
17º	JACAREI	SP	415	0,8%
18º	CUIABA	MT	376	0,8%
19º	SOROCABA	SP	374	0,8%
20º	BARUERI	SP	363	0,7%

Fonte: ABVE (2023).

tornando-os mais acessíveis para os consumidores e estimulando o investimento em infraestrutura de carregamento.

Nos últimos anos, várias montadoras começaram a introduzir modelos de veículos elétricos e híbridos no mercado brasileiro, oferecendo opções mais sustentáveis aos consumidores. Os municípios também estão se envolvendo no processo, implementando projetos-piloto de transporte público elétrico e expandindo a infraestrutura de carregamento em áreas urbanas. A tabela 1 apresenta os 20 principais municípios brasileiros com maior número de emplacamentos de veículos eletrificados em 2022.

A tabela 1 promove a percepção de que o movimento da eletromobilidade, no Brasil, tem avançado principalmente nos municípios da região sudeste, com grande destaque para São Paulo, responsável pelo maior número de emplacamentos do país, representando 15,2% do total realizado em 2022. O Distrito Federal também se destaca neste contexto, e tem realizado um grande número de emplacamentos de veículos eletrificados, onde se destacam os de tecnologia BEV e PHEV.

O município de São Paulo, por meio de políticas públicas municipais e estaduais, tem realizado diversas ações que possibilitam que o processo da eletromobilidade avance, seja ele por meio do transporte de passageiros (ônibus elétricos) ou de carga.

No entanto, desafios como o custo inicial mais elevado desses veículos, a infraestrutura de carregamento limitada em certas regiões e a necessidade de conscientização mais ampla sobre os benefícios da eletromobilidade ainda precisam ser superados. Com o apoio contínuo do governo, investimentos do setor privado e uma crescente aceitação por parte dos consumidores, espera-se que o avanço da eletromobilidade no Brasil continue a se fortalecer, contribuindo para uma mobilidade mais sustentável e menos poluente no país.

### INFRAESTRUTURA DE RECARGA

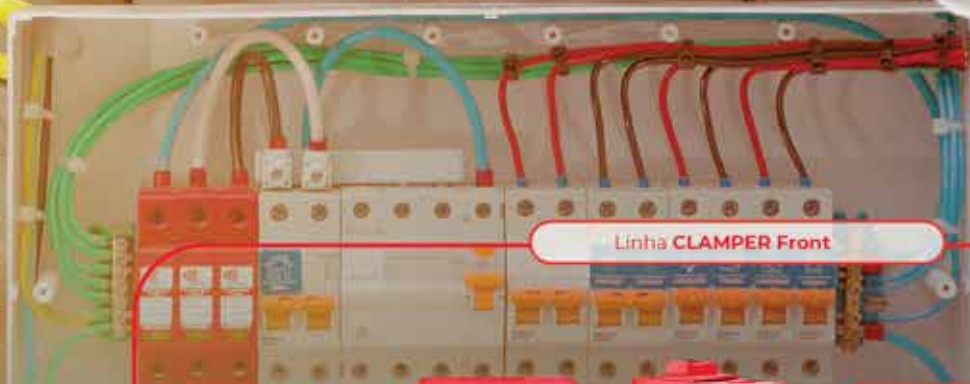
A infraestrutura de recarga desempenha um papel crucial no desenvolvimento da eletromobilidade no Brasil. Ela é essencial para garantir a viabilidade e a adoção em massa de veículos elétricos, fornecendo aos usuários a confiança de que poderão recarregar seus veículos de maneira conveniente e eficiente. A disponibilidade de uma rede de recarga ampla e acessível é um dos principais fatores que influenciam a decisão dos consumidores na hora de adquirir um veículo elétrico, além de ser fundamental para a redução das chamadas "ansiedade de alcance" e "range anxiety" (HOBBS et al., 2021).

A importância da infraestrutura de recarga é ainda mais significativa em um país com a dimensão territorial do Brasil. A vasta extensão do país exige uma rede de recarga abrangente, capaz de atender a veículos elétricos em diferentes regiões e



# PROTEÇÃO EM QUADROS ELÉTRICOS

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

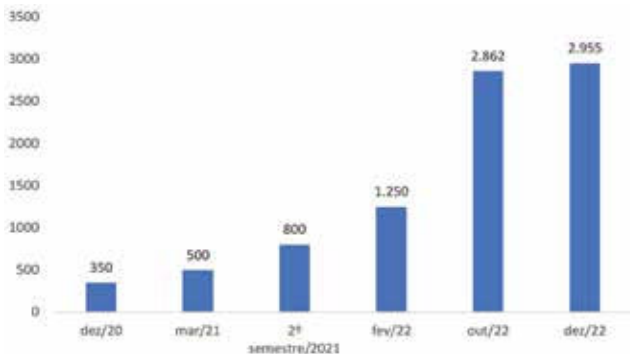


Linha CLAMPER Front



estradas. A infraestrutura de recarga rápida ao longo das rodovias é particularmente relevante para possibilitar viagens de longa distância com veículos elétricos, tornando-os uma opção viável para os brasileiros.

No entanto, a atual disponibilidade de pontos de recarga no Brasil ainda é limitada em comparação com outros países que lideram a transição para a eletromobilidade. Grande parte dos pontos de recarga está concentrada nas principais capitais e centros urbanos, com menor presença em áreas rurais e de menor densidade populacional. Isso cria desafios para os proprietários de veículos elétricos que desejam viajar por distâncias mais longas ou para aqueles que residem em regiões com pouca infraestrutura de recarga (YIN et al., 2020). O gráfico 2 apresenta uma estimativa dos números publicados pela empresa Tupinambá, no que se refere a evolução dos eletropostos no Brasil.



Fonte: ABVE / Tupinambá (2023).

**Gráfico 2: Estimativa do número de eletropostos (públicos e semipúblicos) no Brasil.**

O número de eletropostos, no Brasil, está em crescente expansão, empresas como a EZ Volt, Tupinambá, Weg, NeoEnergia, Enel X, Eletric Mobility Brasil, entre outras, se encontram empenhadas em promover a expansão dos eletropostos pelo Brasil, para que a eletromobilidade possa se tornar um processo mais dinâmico e robusto.

Em outubro de 2022, segundo estudos da Tupinambá, 45,6% dos eletropostos se concentravam no estado de São Paulo, 10% no Rio Grande do Sul e 8% em Santa Catarina. O maior número de veículos elétricos estimula o processo de expansão da infraestrutura de recarga no país, e neste contexto, a empresa Tupinambá estima que até o final de 2023, o Brasil terá alcançado o marco de 10.000 eletropostos distribuídos pelos mais diversos municípios.

A taxa de veículos por ponto de carregamento é um importante indicador de avanço da eletromobilidade, segundo a IEA (2023) na Noruega, por exemplo, havia cerca de 1,3 veículos elétricos de bateria por ponto de carregamento público em 2011, o que apoiou uma maior adoção da tecnologia. No final de 2022, com mais de 17% dos veículos leves elétricos, havia 25 VE de bateria por

ponto de carregamento público na Noruega. No Brasil, em 2022, foram emplacados 18.806 veículos elétricos (BEV e PHEV), com a estimativa de eletropostos apresentada pela empresa Tupinambá, a taxa do país, em dezembro de 2022, era de 6,36 VE por ponto de carregamento.

Um dos principais obstáculos para a expansão da infraestrutura de recarga no Brasil é a necessidade de investimentos significativos em sua implantação e manutenção. A instalação de pontos de recarga requer um planejamento estratégico para identificar os locais mais adequados e de maior demanda, considerando aspectos como acesso à eletricidade, facilidade de instalação e proximidade a centros urbanos e vias expressas.

Além disso, a padronização dos pontos de recarga e a garantia de sua interoperabilidade são desafios importantes que devem ser superados para facilitar o uso dos veículos elétricos em diferentes redes de recarga (REN21, 2021).

Apesar desses desafios, já há iniciativas promissoras para expandir a infraestrutura de recarga no Brasil. Algumas empresas de energia, governos locais e até mesmo alguns postos de combustível têm investido na instalação de pontos de recarga rápida e semirrápida em suas instalações. Além disso, algumas cidades têm implementado regulamentações que exigem a instalação de infraestrutura de recarga em novos empreendimentos imobiliários e estacionamentos públicos, incentivando a adoção de veículos elétricos (BRASIL, 2022).

Outra oportunidade para ampliar a infraestrutura de recarga é por meio de parcerias público-privadas. O investimento conjunto entre o governo e o setor privado pode acelerar a implantação de uma rede de recarga mais abrangente e eficiente, reduzindo os custos e compartilhando os riscos envolvidos.

A infraestrutura de recarga desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da eletromobilidade no Brasil. Sua expansão é essencial para tornar os veículos elétricos mais acessíveis e atrativos para os consumidores, garantindo assim uma transição mais rápida e bem-sucedida para uma mobilidade mais limpa e sustentável no país.

## DESAFIOS E OPORTUNIDADES

A eletromobilidade no Brasil apresenta uma série de desafios e oportunidades que influenciam sua evolução e crescimento no país. Enquanto a transição para veículos elétricos oferece benefícios significativos em termos de sustentabilidade ambiental e redução das emissões de gases de efeito estufa, enfrentar os obstáculos é essencial para garantir uma transição suave e bem-sucedida para uma mobilidade mais limpa e sustentável.

Os desafios se encontram relacionados, principalmente, com a infraestrutura de recarga, que ainda é considerada insuficiente, majoritariamente, concentrada nos grandes centros urbanos, o que resulta em dificuldades de planejamento, por parte dos proprietários de veículos elétricos, em viagens de longa distância.

O alto custo de aquisição dos veículos elétricos, em virtude da alta carga tributária de importação e a dependência de tecnologias importadas, também sinaliza um desafio a ser vencido, no médio e longo prazo.

A autonomia e o tempo de recarga, são desafios para o universo da eletromobilidade, isto porque a “autonomia” dos veículos elétricos e o tempo de recarga mais longo em comparação ao abastecimento de combustíveis tradicionais ainda geram preocupações entre os consumidores. A “ansiedade de alcance” é um obstáculo psicológico a ser superado, e a necessidade de avanços em baterias e tecnologias de carregamento rápido é uma questão chave para aumentar a aceitação dos veículos elétricos.

A falta de incentivos fiscais, que tornem o processo da eletromobilidade mais atrativa, é um dos maiores desafios a serem enfrentados no país. Apesar das políticas governamentais existentes, os incentivos fiscais para veículos elétricos no Brasil ainda são considerados insuficientes em comparação com outros países que lideram a transição para a eletromobilidade. Aumentar os incentivos, como redução de impostos e taxas, poderia estimular a demanda e acelerar a adoção de veículos elétricos.

Por outro lado, não se pode esquecer das oportunidades que o país oferece, como por exemplo, sua riqueza de recursos energéticos renováveis. O Brasil é abençoado com uma matriz energética predominantemente renovável, com uma grande proporção de sua eletricidade proveniente de fontes limpas, como as fontes hídricas, solar e eólica. Isso cria uma oportunidade única para impulsionar a eletromobilidade, uma vez que o carregamento dos veículos elétricos pode ser alimentado por fontes de energia mais limpas e de baixa emissão de carbono.

Além dos recursos energéticos, tem-se também a indústria automobilística brasileira que é uma das maiores do mundo, com várias montadoras estabelecidas no país. A transição para veículos elétricos pode abrir novas oportunidades de negócios e investimentos no setor, incentivando a produção local e a criação de cadeias de suprimentos para componentes de veículos elétricos. Com o decorrer do tempo, há uma tendência que a escala de produção e a evolução tecnológica tornem os veículos elétricos mais acessíveis para uma parcela maior da população brasileira. O desenvolvimento de veículos elétricos de menor custo e maior autonomia pode ser uma oportunidade para aumentar a adoção em massa.

Por fim, devem ser mencionadas as instituições de pesquisa e universidades brasileiras que podem contribuir para o avanço da tecnologia de eletromobilidade, por meio dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento de baterias mais eficientes, sistemas de recarga rápida e tecnologias de armazenamento de energia podem impulsionar a inovação e tornar os veículos elétricos mais competitivos.

A eletromobilidade no Brasil enfrenta desafios importantes, mas também oferece oportunidades significativas. A superação dos obstáculos exige um esforço conjunto do governo, setor privado, sociedade civil e instituições de pesquisa. Ao abordar esses desafios e aproveitar as oportunidades, o Brasil pode avançar em direção a uma mobilidade mais sustentável, reduzindo as emissões de carbono e contribuindo para um futuro mais limpo e verde. Ao enfrentar os desafios com determinação e explorar as oportunidades com inovação, o país pode assumir uma posição de liderança na transição para a mobilidade elétrica, contribuindo para a preservação do meio ambiente, a redução das emissões de carbono, e um futuro mais limpo e próspero para as gerações futuras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE). Disponível em: <https://abve.org.br/boletins>. 2023

Brasil. Ministério da Economia. Portaria Nº 312, de 30 de julho de 2018. Diário Oficial da União. 2018.

Hobbs, B. F., et al. Range Anxiety in Electric Vehicle Charging Networks: Insights from Sao Paulo, Brazil. *Joule*, 5(10), 2490-2507.2021.

International Energy Agency (IEA). Global EV Outlook 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>. 2023.

Ministério de Minas e Energia (MME). Boletim Mensal de Energia - Setembro 2021. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36210/1117810/Boletim+Energia+Setembro+2021.pdf/6b0ca933-924f-79a9-8200-eacc0e03d84>

Renewable Energy Policy Network (REN21). Renewables in Cities 2021 Global Status Report. Disponível em: <https://www.ren21.net/cities/>

Yin, Y., et al. An agent-based approach for charging station siting and electric vehicle range extension. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 81, 2020.

---

*\*Emmanuela de Almeida Jordão é doutoranda e mestre em Engenharia de transporte pela UFRJ, com graduação em economia. Atualmente, é, pesquisadora na Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE).*

## Avaliação de energia incidente

Por Luiz Carlos Catelani Junior\*

# Capítulo VI

## Cálculo de energia incidente – Modelo OSHA 1910-269 para alta tensão

Para o conjunto de instalações elétricas destinadas à geração, transmissão e distribuição as características são bastante particulares.

São instalações com condutor nu, sobre cadeia de isoladores, ao ar livre, sem delimitação de área e como principal medida de controle para riscos elétricos a colocação fora de alcance.

A faixa de alta tensão alcança valores de até 245 kV, conforme norma IEC 60038 – Tabela 1.

**TABELA 1 – FAIXA DE TENSÃO**

Highest voltage for equipment kV	Nominal system voltage kV	
(52)	(45)	–
72,5	66	69
123	110	115
145	132	138
(170)	(150)	(154)
245	220	230

Acima de 245 kV, é considerado extra alta tensão e tem sua faixa de valores que pode atingir até 1200 kV.

Nas últimas publicações da OSHA – 1910.269, em seu Anexo E, há uma recomendação para os métodos de cálculo de energia incidente, conforme a tabela 2.

Diferentemente da NFPA 70E, a OSHA não recomenda o uso das equações de Ralph Lee para tensões acima de 15 kV.

Outras metodologias podem ser utilizadas desde que tenham justificativa técnica por um profissional da área elétrica. No próximo volume, nós iremos abordar uma outra forma de cálculo através das equações obtidas pelo EPRI – Electric Power Institute.

Nas tabelas e cálculos disponíveis na OSHA é utilizado o programa ArcPro® para desenvolvimento de todos os cálculos. Para os cálculos de energia incidente em alta tensão as seguintes condições de contorno são impostas: curto monofásico; arco vertical; corrente de arco igual a corrente de curto; e ambiente aberto.

A metodologia de cálculo do ArcPro® não é totalmente descrita, mas parte do princípio das equações gerais do arco elétrico. A primeira aproximação feita é que a corrente de arco é igual a corrente de curto-circuito fase terra.

**TABELA 2 – METODOLOGIA DE CÁLCULO OSHA 1910.269**

Incident-energy calculation method	600 V and Less <sup>2</sup>			601 V to 15 kV <sup>2</sup>			More than 15 kV		
	1Ø	3Øa	3Øb	1Ø	3Øa	3Øb	1Ø	3Øa	3Øb
NFPA 70E-2012 Annex D (Lee equation)	Y-C	Y	N	Y-C	Y-C	N	N <sup>3</sup>	N <sup>3</sup>	N <sup>3</sup>
Doughty, Neal, and Floyd	Y-C	Y	Y	N	N	N	N	N	N
IEEE Std 1584b-2011	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N
ARCPRO	y	N	N	Y	N	N	Y	Y <sup>4</sup>	Y <sup>4</sup>



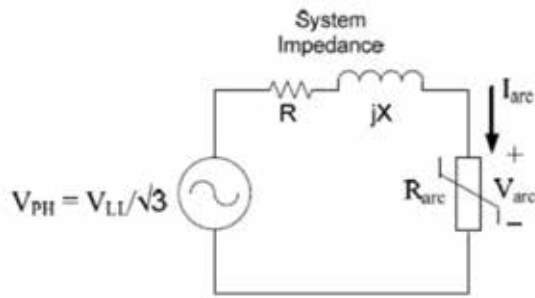


Figura 1- Modelo equivalente para arco elétrico.

$$I_{ARC} = I_{BOLTED}$$

Para o cálculo da potência do arco elétrico é utilizada a tensão de arco.

$$P_{ARC} = U_{ARC} \cdot I_{ARC}$$

Onde:

$P_{ARC}$  → Potência de arco [W]

$U_{ARC}$  → Tensão de arco [V]

$I_{ARC}$  → Corrente de arco [A]

A tensão de arco é dependente da distância de arco, da corrente de curto e da tensão de operação.

$$U_{ARC} = \text{Função}(Arc_{gap}, U, I_{bf})$$

Em muitos artigos existem formas de estimar a tensão de arco, mas levam a equações que só podem ser solucionadas por métodos iterativos.

Uma particularidade que existe na metodologia do ArcPro© é que a distância de arco não é a distância física entre dois condutores. O valor assumido é através do gradiente de potencial no ar, sendo 10 kV/in ou 3,937 kV/cm (valor eficaz).

Este valor é inclusive mencionado na norma OSHA 1910.269 e indicado para cálculos na qual não se tem maiores informações sobre o estudo de coordenação de isolamento. Tal fato é também referenciado na norma IEEE Std. 4 que trata do valor crítico de tensão de ruptura de pico.

Usando os valores para a tensão de ruptura no caso de haste - haste na norma IEEE Std.4 - e fazendo uma regressão linear forçando que o ponto (0,0) seja a origem da equação, é obtido o Gráfico - 1. A equação obtida através da regressão linear é:

$$U = 5,59.d$$

$U$  - Tensão [kV<sub>pico</sub>]

$d$  - Distância [cm]

## A solução completa para usina fotovoltaica

- Rápida conexão
- Redução dos custos
- Customizado
- Transformadores a seco ou óleo
- Painel de proteção baixa e média tensão



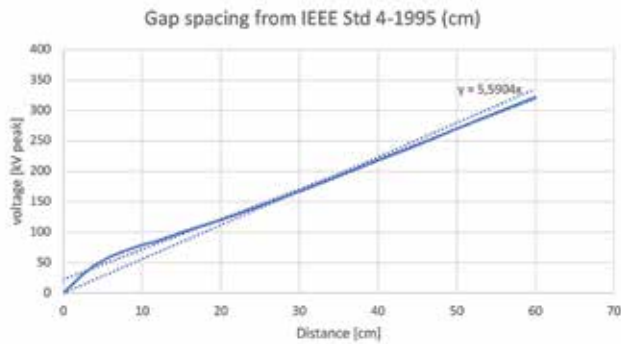


Gráfico 1 – Tensão de ruptura IEEE std. 4

Com o cálculo da potência de arco, a energia pode ser estimada através de:

$$E = P_{\text{ARC}} \cdot t$$

Onde:

$E \rightarrow$  Energia de arco [J]

$P_{\text{ARC}} \rightarrow$  Potência de arco [W]

$t \rightarrow$  tempo total para eliminação do arco [s]

Por se tratar de um arco vertical em ambiente aberto, o fluxo de energia se propaga em todas as direções criando uma superfície esférica com o raio  $D$ .

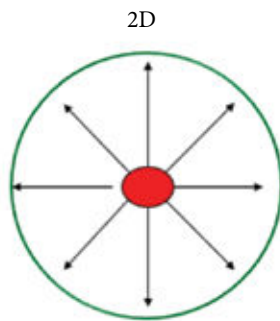


Figura 2- Geometria do arco elétrico - corte no plano.

Para obtenção do fluxo de calor, basta dividir a energia pela área da superfície da esfera.

$$E_{\text{INCIDENTE}} = \frac{(P_{\text{ARC}} \cdot t)}{\text{Area}}$$

$$\text{Area} = 4 \cdot \pi \cdot D^2$$

$E_{\text{INCIDENTE}} \rightarrow$  Energia incidente [J/cm<sup>2</sup>]

Area  $\rightarrow$  Área de uma esfera que circunda o arco elétrico com raio entre a fonte e o trabalhador [cm<sup>2</sup>]

$D \rightarrow$  Distância do trabalhador ao arco elétrico [cm]

Assim a equação geral para cálculo de arcos verticais em ambiente aberto pode ser reescrita:

$$E_{\text{INCIDENTE}} = \frac{(U_{\text{ARC}} \cdot I_{\text{BF}} \cdot t \cdot k)}{D^2}$$

$U_{\text{ARC}} \rightarrow$  Tensão de arco [V]

$I_{\text{BF}} \rightarrow$  Corrente de curto-circuito fase – terra franca [A]

$t \rightarrow$  Tempo de eliminação do defeito [s]

$D \rightarrow$  Distância de trabalho

$K \rightarrow$  Constante em função das condições de contorno do ARCPRO®

No Anexo E da norma OSHA 1910.269 foi desenvolvida uma série de tabelas com os valores previamente calculados com as seguintes condições de contorno:

- Arc Gap é a distância no ar entre dois pontos na qual existe a possibilidade de ocorrer um arco elétrico. Não é a distância física entre dois condutores; 10 kV/in ou 3,93 kV/cm
- Distance to Arc é a distância física de trabalho menos duas vezes o Arc Gap;
- Work Distance é a distância real de trabalho

Na própria OSHA todos os calculados em alta tensão são referenciados na distância denominada de MAD – “Minimum Approach Distance”. Essa distância é o limite do qual o trabalhador pode estar do ponto energizado sem haver comprometimento e/ou rompimento do dielétrico.

O cálculo do MAD não está relacionado com as tabelas de distâncias de zona de risco, zona controlada e zona livre. Ela é calculada a partir da norma IEEE 516.

Caso queira obter o MAD o link abaixo realiza o cálculo para tensões acima de 72,5 kV:

<https://www.osha.gov/power-generation/rulemaking/madcalculator>

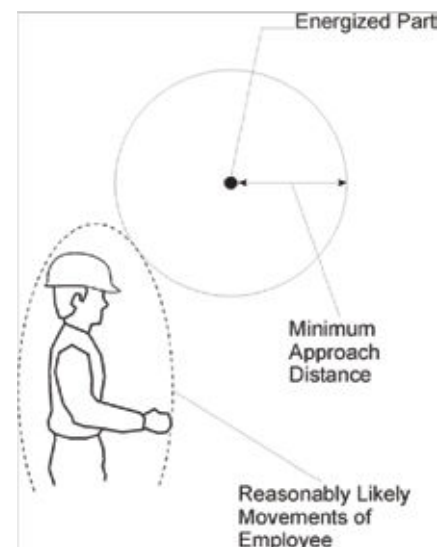


Figura 3 – Ilustração da posição de trabalho e distância.

As distâncias calculadas através do MAD para tensões até 245 kV têm como condições: altitude até 900m; fator ergonômico de 0,30m; e fator de sobretensão 3,00 pu.

Para tensões superiores há uma mudança no fator de sobretensão, os valores normalizados e utilizados na OSHA 1910.269 constam na Tabela 3.

**TABELA 3 – MAD - OSHA 1910.269**

Faixa de Tensão	MAD
72.6 to 121.0 kV	1.02 m
121.1 to 145.0 kV	1.16 m.
145.1 to 169.0 kV	1.30 m.
169.1 to 242.0 kV	1.72 m
242.1 to 362.0 kV	2.76 m
362.1 to 420.0 kV	2.50 m
420.1 to 550.0 kV	3.62 m

Trabalhando com alta tensão até a classe de 242 kV, temos os seguintes valores calculados na Tabela 4.

Vamos aplicar com um exemplo de um pátio de uma subestação 138 kV.

Condições de contorno:

$$U_{LL} = 138 \text{ kV}$$

$$I_{bf} = 30 \text{ kA}$$

$$t = 0,183 \text{ s ou } 11 \text{ ciclos}$$

$$MAD = 1,16 \text{ m}$$

Para se calcular o “Arc Gap” divide a tensão fase neutro por 10 e multiplica por 2,54

$$\text{Arc}_{\text{gap}} = \frac{138}{10 \cdot \sqrt{3}} \cdot 2,54$$

$$\text{Arc Gap} = 20,23 \text{ cm}$$

Como a equação geral de energia incidente é do tipo:

$$E_i = \frac{U_{\text{ARC}} \cdot I_{\text{BF}} \cdot t \cdot k}{D^2}$$

Implica que a energia incidente é proporcional ao tempo.

Na Tabela 4 obter o número de ciclos mais próximo de 11.

$$9 \text{ ciclos} \rightarrow 5 \text{ cal/cm}^2$$

$$11 \text{ ciclos} \rightarrow E_i$$

**TABELA 4 – ENERGIA INCIDENTE - OSHA 1910.269**

Voltage range (kV) **	Fault current (kA)	Maximum clearing time (cycles)			
		4 cal/cm <sup>2</sup>	5 cal/cm <sup>2</sup>	8 cal/cm <sup>2</sup>	12 cal/cm <sup>2</sup>
46.1 to 72.5	20	18	23	36	55
	30	10	13	20	30
	40	6	8	13	19
	50	4	5	9	13
72.6 to 121.0	20	10	12	20	30
	30	6	7	11	17
	40	4	5	7	11
	50	3	3	5	8
121.1 to 145.0	20	12	15	24	35
	30	7	9	15	22
	40	5	6	10	15
	50	4	5	8	11
145.1 to 169.0	20	12	15	24	36
	30	7	9	15	22
	40	5	7	10	16
	50	4	5	8	12
169.1 to 242.0	20	13	17	27	40
	30	8	10	17	25
	40	6	7	12	17
	50	4	5	9	13

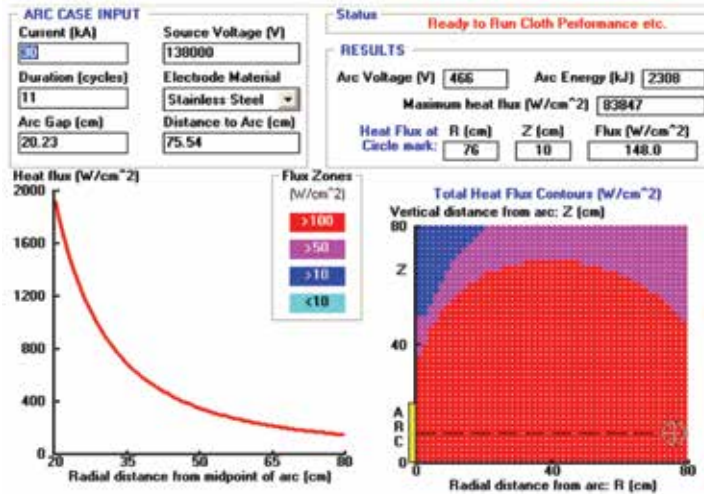


Figura 4 – Tela do ArcPro.

Utilizando da proporcionalidade, a energia incidente calculada para este caso é de 6,11 cal/cm<sup>2</sup>

Uma outra forma de se fazer o cálculo é usando o programa ArcPro.

$U_{LL} = 138 \text{ kV}$   
 $I_{bf} = 30 \text{ kA}$   
 $t = 0,183 \text{ s}$  ou 11 ciclos

$MAD = 1,16 \text{ m}$  ou 116 cm {distância física de trabalho}  
 Arc Gap = 20,23 cm  
 Distance to Arc =  $MAD - 2 \times \text{Arc Gap}$   
 Distance to Arc =  $116 - 2 \cdot (20,23) = 75,54 \text{ cm}$

$E_i = 6,40 \text{ cal/cm}^2$

Além do programa ArcPro© será utilizado a metodologia para as equações de arco como forma de comparar valores com outros programas.

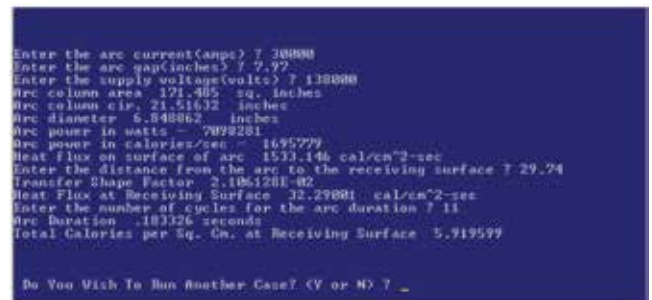


Figura 6 – Tela do programa HEATFLUX Allan Privett.

Abaixo podemos fazer uma comparação didática dos valores:

Classe Tensão	OSHA 1910	ArcPro
138 kV	6,11 cal/cm <sup>2</sup>	6,40 cal/cm <sup>2</sup>

ArcCalc	Heat Flux
5,91 cal/cm <sup>2</sup>	5,92 cal/cm <sup>2</sup>

Como podem perceber, todos os programas convergem para valores muito próximos. Lembrando que em todos as condições de contorno foram:

- Arc Gap 10 kV/in
- Distance to Arc igual Work distance menos duas ves Arc Gap

No próximo fascículo vamos passar ao cálculo de energia incidente na alta tensão com uma metodologia e condições de contorno que tratam das distâncias físicas entre condutores e não o Arc Gap.

*\*Luiz Carlos Catelani Junior é engenheiro electricista pela Unicamp, com ampla experiência em proteção de sistemas elétricos, subestações AT, linhas de transmissão elétrica e plantas industriais. Ao longo de sua carreira, tem desenvolvido atividades ligadas à geração de fontes renováveis, sendo, atualmente, um dos principais especialistas do país em análise de energia incidente de média e alta tensão – ATPV e Arc Flash.*



Figura 5 – Tela do programa ArcCalc - própria autoria.

**cobrecom**

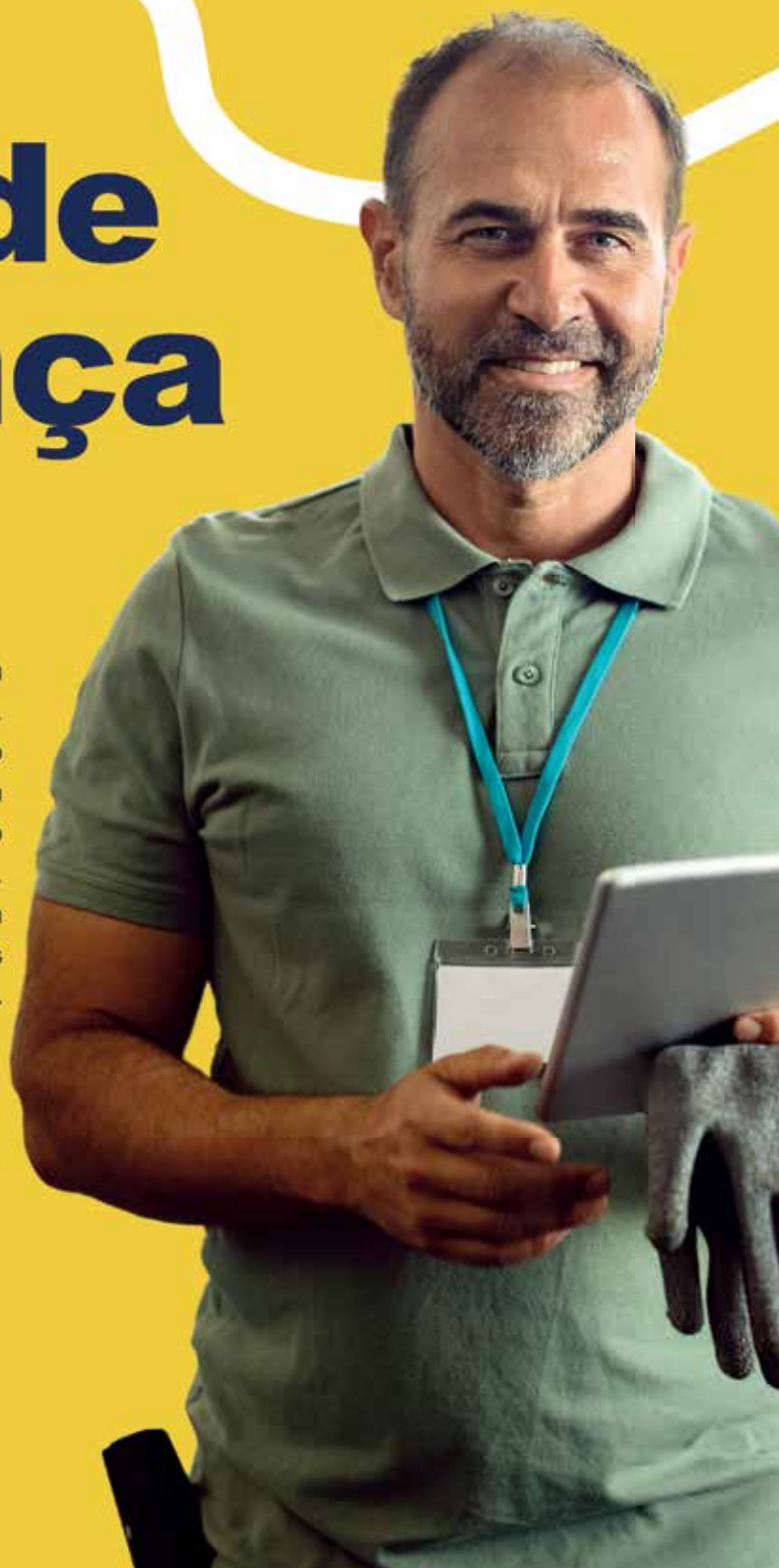


# sua marca de confiança

Quem vive o mercado de fios e cabos de cobre sabe a responsabilidade que tem. Um único erro pode ser fatal. Por isso, trabalhar com uma marca de confiança não pode ser opção, mas regra. E marca de confiança é aquela que tem história sólida, controle em todo processo de fabricação e garante a pureza no seu cobre. É a marca que só recebe elogios, é utilizada e indicada pelos melhores profissionais e está presente em grandes empreendimentos. **Confiança é a marca da Cobrecom.**



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



## Modernização da distribuição

Por Ana Carolina Ferreira da Silva e Lindemberg Reis\*

# Capítulo VI

## Eficiência energética e a vitória do bom senso

Você sabia que ao longo do primeiro semestre 2023 houve uma verdadeira força tarefa nacional no intuito de garantir a sustentabilidade das políticas públicas voltadas para ações em eficiência energética? Não sabia? Te explico!

Bom, para começar, é importante lembrarmos que desde que foi promulgada a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, as empresas do setor elétrico precisam realizar investimentos compulsórios em Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética (PEE).

Especificamente para o segmento de Distribuição, o percentual destinado, em relação a Receita Operacional Líquida (ROL) das empresas, é de 1% (um por cento), sendo 0,5% para P&D e 0,5% para PEE desde a homologação da Lei nº 9.991/00. Contudo, no processo de aprovação da Lei nº 14.514/2022, que visava prorrogar essa divisão equânime até 2025, houve veto presidencial do inciso I do artigo 21 e, conseqüentemente, os percentuais que passaram a vigorar a partir de janeiro de 2023 foram para 0,75% para P&D e 0,25% para PEE.

O veto ocorreu no dia 29 de dezembro de 2022, já no apagar das luzes do antigo governo. À época, a razão para veto foi justificada

pelo risco de comprometimento de receita destinada ao orçamento da União, já que dentre as rubricas cobertas pelos recursos de P&D, que ficou com parcela maior, uma parte vai para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT e ao Ministério de Minas e Energia – MME (Vide Figura 1).

### Razões do veto

“A proposição legislativa altera o inciso I do caput do art. 1º da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, para dispor que até 31 de dezembro de 2025, os percentuais mínimos definidos no caput do art. 1º serão de 0,50% (cinquenta centésimos por cento), tanto para pesquisa e desenvolvimento como para programas de eficiência energética na oferta e no uso final da energia

Entretanto, em que pese a boa intenção do legislador, a proposição legislativa contraria o interesse público, uma vez que postergaria as receitas da União que podem apresentar impacto orçamentário e prejuízo ao alcance das metas fiscais, em violação ao disposto no art. 124 e no art. 125 da Lei nº 14.194, de 20 de agosto de 2021 - Lei de Diretrizes Orçamentárias para 2022.” (grifo nosso)



Figura 1 - Destinação dos Recursos de P&D com e sem o veto da Lei 14.514/2022.

Com o veto, o percentual de transferência para o PEE foi reduzido de 0,5% para 0,25% da ROL, trazendo riscos para a continuação dos benefícios energéticos alcançados pelo programa até então. E mais, cabe destacar, que recursos de eficiência energética são aportados apenas pelo segmento de Distribuição (D) de Energia Elétrica, enquanto Pesquisa e Desenvolvimento são compulsórias à Distribuição (D), Transmissão (T) e Geração (G) de Energia Elétrica.

Acontece que o investimento em eficiência energética é necessário para incentivar a cultura do uso consciente da energia, e também acaba por exercer uma importante reflexão frente aos desafios em cenários conjunturais, como os ocorridos recentemente, a saber: (i) cenário de escassez hídrica, (ii) crise econômica; (iii) diminuição da capacidade de custeio das despesas pela população; e (iv) clamor por transição energética sustentável.

Por esse prisma, as ações de eficiência energética têm garantido para a sociedade brasileira a redução da necessidade de novas fontes de energia, com a postergação de investimentos em geração e transmissão de energia, melhoria na confiabilidade do sistema elétrico e redução das interrupções do fornecimento de energia elétrica.

As ações de eficiência energética também asseguram economia de energia para movimentar as atividades econômicas e sociais com baixo custo, contribuindo diretamente para o movimento global de transição energética. É fonte de geração de empregos e renda, além de movimentar a indústria brasileira na manufatura de produtos elétricos e eletrônicos. Os projetos de eficiência energética requerem intensiva força de trabalho, que podem iniciar rapidamente e serem inseridos nas cadeias produtivas locais, como construção e manufatura.

A eficiência energética trabalha em ações de caráter social para proporcionar acesso a tecnologias de baixo consumo de energia, tais como a troca de lâmpadas por outras mais eficientes, a geração de energia por meio de painéis solares, troca de geladeiras por modelos mais econômicos e efficientização de prédios públicos (como hospitais e escolas). Nesse aspecto, o volume de investimento é, em sua maior parte, voltado para ações com as comunidades de baixa renda, reforçando o retorno social do programa, além das instituições públicas.

Outra ação de grande relevância é a modernização do parque de iluminação pública, reduzindo o consumo de energia, melhorando a qualidade da iluminação das vias públicas

# Aqui o bicho não pega.

## Condumax REPEL



Tecnologia pioneira que torna cabos

### repelentes contra:

Roedores – Cupins – Insetos



Instalações elétricas expostas ou subterrâneas sofrem ataques de roedores e insetos que danificam os cabos e aumentam os riscos de curto-circuito. Este problema gera milhões em prejuízos.

**Com Condumax Repel, você aumenta a durabilidade de sua rede, sem agredir o meio ambiente.**

Ideal para ambientes rurais, áreas urbanas com infestações, usinas fotovoltaicas, indústrias e redes instaladas diretamente no solo ou sem proteção.



Acesse o nosso site e conheça a linha completa de cabos.

**Condumax**  
FIOS E CABOS ELÉTRICOS

**0800 701 3701**

e contribuindo para segurança pública. Ao mesmo tempo, lâmpadas mais eficientes reduzem o consumo energético, diminuindo o custeio pela população deste serviço essencial.

Lembramos, ainda, que o objetivo principal do PEE é promoção da mudança de comportamento dos consumidores para o uso mais racional de energia. Os projetos educacionais capacitam professores para trabalharem o tema nas várias camadas da rede de ensino, e todos os projetos têm, obrigatoriamente, a etapa de treinamento e capacitação dos consumidores beneficiados.

Outro tema constante é a inovação, com o fomento de novas tecnologias e, principalmente, com a proposição de novas formas de interação entre consumidor e consumo de energia, antecipando em alguns casos a evolução da regulamentação do serviço de fornecimento.

No período pandêmico, os recursos de PEE foram importantíssimos. Por meio do programa, foram realizados investimentos em refrigeradores específicos para o condicionamento de vacinas, troca de refrigeradores, lâmpadas e aparelhos de ar-condicionado ineficientes em hospitais públicos e assistenciais, auxiliando no enfrentamento desse vírus que vitimou milhares de brasileiros.

Quando se fala em números, os resultados dos investimentos em EE nos últimos anos também traduzem a importância desse programa. Segundo dados da Aneel<sup>1</sup>:

- 56,6% da economia de energia veio de projetos voltados à população de baixa renda, que representou na última década 18,8% dos investimentos em dos projetos do PEE;
- 13,13% da economia de energia veio de projetos voltados à tipologia Poder Público, que representou na última década 15,56% dos investimentos em dos projetos do PEE;

De acordo com o MME (Nota Técnica nº 34/2021/DDE/SP), nos últimos 22 anos de vigência da lei 9.991/2000, foram alcançadas:

- Economia de energia de aproximadamente 9.000 GWh/ano, o que equivale a energia gasta mensalmente por 6,8 milhões de famílias de baixa renda, consumindo em média 110kWh/mês;
- Retirada de demanda na ponta de 2,8 MW.

Ainda de acordo com o MME, em estudo intitulado “Potencial de empregos gerados na área de Eficiência Energética no Brasil de 2018 até 2030”<sup>2</sup>:

• Tendo como referência o ano de 2016, são gerados anualmente 413 mil empregos totais na economia como consequência da produção de bens e serviços de Eficiência Energética. Destes, 31% são diretos (128 mil), 57% indiretos (237 mil) e 12% induzidos (48 mil).

• A projeção para 2030 pode galgar cerca de 1,2 milhões de empregos brutos totais na economia brasileira, tendo em vista os esforços para alcançar as metas do acordo de Paris.

Em levantamento realizado pela ABRADDEE em 2022, verificou-se que, através dos Programas de Eficiência Energética das distribuidoras dos grupos Neoenergia, EDP, Energisa, Equatorial e CPFL, e das distribuidoras Celesc, Cemig, Copel e Light, entre 2019 e 2021:

- Foram doadas 1.054 câmaras térmicas para acondicionamento de vacina, como parte das ações para combate à Covid-19 pelos grupos Neoenergia e Energisa;
- Foram atendidas mais de 1,6 milhão de unidades consumidoras;
- Foram impactados mais de 1,34 milhão de alunos através de ações educacionais;
- Foram instalados mais de 6,23 milhões de lâmpadas e luminárias LED;
- Foram investidos cerca de R\$ 1 bilhão em ações de Eficiência Energética.

E ainda há muito potencial, com destaque para:

- Implantação de usinas fotovoltaicas para atendimento à população de baixo poder aquisitivo, dentro do contexto do Programa de Energia Renovável Social (PERS);
- Modernização dos Parques de Iluminação Pública. Segundo levantamento da ABCIP – Associação Brasileira de Concessionárias Privadas de Iluminação Pública, os parques de iluminação pública no Brasil ainda são constituídos majoritariamente por lâmpadas ineficientes.
- Intensificação na modernização de edificações públicas.

Ainda, segundo o MME, por meio das Notas técnicas 34 e 36/2021/DDE/SPE, é destacado que para cada R\$ 79,00 investidos em eficiência energética é economizado 1MWh. Ou seja, quando a maioria da sociedade Brasileira paga mais de R\$ 1,00 por kWh, incluídas as bandeiras tarifárias e impostos, não se pode fechar os olhos para a constatação de que o custo para se economizar 1 kWh seja inferior a R\$ 0,079 (inferior a 8 centavos de real).

1 BI ANEEL e <https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/projetos-de-eficiencia-energetica>

2 <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/ee/publicacoes-e-estudos>

3 <https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/projetos-de-eficiencia-energetica>

4 ANEEL – Apresentação Secretaria de Inovação e Transição Energética Audiência Pública da Comissão de Minas e Energia em 27/06/23.

5 Conta de Desenvolvimento Energético.



# DPS

Dispositivo de Proteção  
contra Surtos elétricos

Indústria  
Brasileira

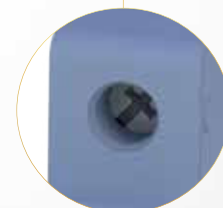


## EcoBox G6

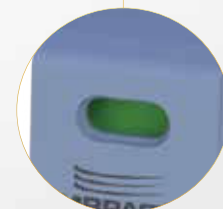
Chame Aqui!



Entrada de condutores  
de até 25mm<sup>2</sup>



Material não propagante  
de chama



Indicação do  
funcionamento DPS

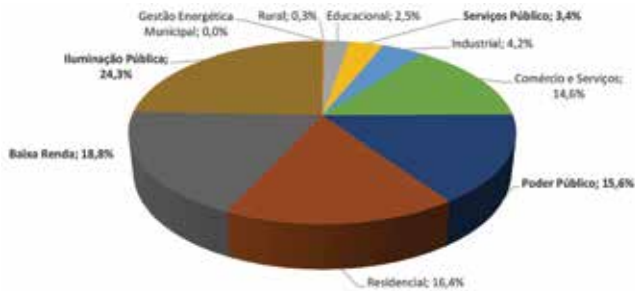


Informações  
do DPS



**30** Anos  
**EMBRASTEC**  
A proteção que sua energia precisa





**Gráfico 1 – Participação das tipologias nos investimentos totais de 2018-2022<sup>4</sup>**

Dentre as tipologias de consumo atendidas pelos projetos, as voltadas à população de Baixa Renda e Poder/Serviço Público tiveram muita atenção dispendida ao longo do histórico de investimentos em PEE. Considerando o total investido, segundo portal ANEEL<sup>3</sup>, dos projetos finalizados entre 2018 e 2022, as referidas tipologias receberam, cada uma, cerca de 19% dos recursos (vide Gráfico 1).

A tipologia Poder/Serviço Público foi beneficiada com projetos relacionados a eficientização das instalações públicas em geral, como semáforos, hospitais, espaços públicos e escolas etc. O resultado foi a redução do consumo de energia e consequente de custos públicos, melhorando a qualidade da iluminação e contribuindo para economia regional. Já a tipologia Baixa Renda foi favorecida com projetos voltados para ações nas comunidades de menor poder aquisitivo, reforçando o retorno social do programa.

Ainda é importante destacar no Gráfico 1 os investimentos em Iluminação Pública, que representaram cerca de 24% do total ao longo do período, com ações de modernização

do parque, redução do consumo de energia, melhorando a qualidade da iluminação das vias públicas e contribuindo para segurança pública.

Outro ponto importante sobre os recursos do PEE é que mesmo o percentual de 0,5% da ROL já é justo, pois nem todo o recurso disponível é destinado diretamente aos projetos. Em 2020, devido à pandemia, dentre as medidas adotadas para amenizar os impactos tarifários, foi estabelecido a transferência de recursos dos programas de P&D e PEE para CDE<sup>5</sup> (Lei 14.120/2021).

A Figura 1 traça um paralelo entre a situação vigente até 2020 e pós pandemia (atual), com a obrigação de destinação à CDE.

Bem, acho que já ficou claro para você que as ações de eficiência energética são de suma relevância para a sociedade, sendo extremamente inoportuno o veto presidencial procedido pelo governo anterior.

Diante desse cenário, a ABRADDEE, as distribuidoras de energia, os agentes setoriais, associações e especialistas, lutaram no congresso ao longo do primeiro semestre de 2023 para persuadir os deputados de que o veto presidencial era nocivo ao setor elétrico, sendo altamente desejável, com importantes externalidades positivas, a queda deste dispositivo.

Em 12 de julho de 2023, o Congresso Nacional derrubou o veto presidencial. Esta vitória deve ser comemorada. Afinal, como visto neste artigo, são louváveis as ações de eficiência energética, em especial por atingir populações muitas vezes à margem da sociedade.

Venceu o bom senso!”



**Figura 2 – Destinação dos Recursos de PEE pré e pós pandemia (Lei 14.120/21).**

<sup>4</sup>Ana Carolina Ferreira da Silva é economista, mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do ABC, com especialização em Contabilidade e Controladoria pela PUC Campinas. Desde 2008 atua no segmento de distribuição de energia elétrica e atualmente é assessora de regulação na ABRADDEE.

<sup>5</sup>Lindemberg Nunes Reis é engenheiro eletricista, cursa atualmente mestrado em metrologia, inovação e smart grids na PUC-RJ, tem MBA em finanças pelo IBMEC-RJ e pós-graduação em sistemas de produção e refino de petróleo pelo SENAI-RJ. É formado em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Juiz de Fora – MG e atualmente é Gerente de Planejamento e Inteligência de Mercado na ABRADDEE.

# Renováveis

ENERGIAS COMPLEMENTARES

Ano 5 - Edição 72 / Agosto-Setembro de 2023



Atitude.editorial

HYDROGENE

## Capítulo VI

## O hidrogênio verde na mobilidade

APOIO





## FASCÍCULO HIDROGÊNIO VERDE

Por **Monica Saraiva Panik\***

# Capítulo VI

## O HIDROGÊNIO VERDE NA MOBILIDADE

36

O Brasil está em um momento muito especial na mobilidade a hidrogênio, isso porque, hoje, o mercado já entende que o hidrogênio pode ser produzido através de diversas fontes, inclusive etanol, portanto, não compete com os biocombustíveis, mas sim abre novas oportunidades de negócios para esse setor. O mercado entende também que um veículo a célula a combustível não compete com veículos elétricos porque ele é um veículo elétrico que gera sua própria eletricidade através do hidrogênio e também que, quanto maior o porte do veículo, maiores são as vantagens para os veículos movidos a célula a combustível em: autonomia (mesma que um veículo convencional), tempo de abastecimento (de 3 a 5 minutos) e custo.

Uma pesquisa feita pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) do Panamá, indica que em 2021 haviam mais de 51.000 veículos movidos a célula a combustível rodando pelo mundo. O país com o maior número de veículos é a Coreia do Sul, onde está a Hyundai, em segundo lugar, vem os Estados Unidos, principalmente na Califórnia, onde todas as montadoras globais possuem diferentes modelos rodando desde 2001, pois o estado oferece incentivos para a compra e leasing desses veículos.

Em terceiro lugar, vem a China, em quarto, Japão, onde está a Toyota, e em quinto, a Alemanha, onde estão Mercedes-Benz, BMW, Volkswagen e Porsche. Se considerarmos o setor de veículos de passeio, o país que mais possui veículos com essa tecnologia, continua sendo a Coreia do Sul, seguida por Estados Unidos (Califórnia), Japão e Alemanha. No setor de ônibus urbanos, a China aparece em primeiro lugar, depois vem a Coreia do Sul, o Japão, os Estados Unidos e a Alemanha. E no setor de caminhões pesados, em primeiro aparece a China, depois a Suíça - devido aos incentivos de isenção de pedágio e outros para esse tipo de veículo - em terceiro lugar, vem os Estados Unidos (Califórnia) e em quarto, a Dinamarca, seguida pela Suécia. A Toyota é a montadora que comercializou o maior número de veículos movidos a célula a combustível.

Em novembro de 2022, as vendas globais totalizaram 21.475 unidades do Mirai Fuel Cell e os mercados mais vendidos foram os Estados Unidos, com 11.368 unidades, Japão, com 7.435, e o resto do mundo, com 2.622.



Foto: Toyota

Todas as grandes montadoras mundiais possuem carros de passeio movidos a célula a combustível operando, principalmente na Califórnia, onde os consumidores recebem incentivos governamentais na compra ou no leasing desses veículos. Residentes da Califórnia ganham um desconto de até US\$ 4.500 e o Governo Federal oferece até US\$ 8.000 de crédito na compra deste tipo de veículo. O objetivo é reduzir as emissões veiculares para zero. A meta da Califórnia Fuel Cell Partnership para 2030 é ter 1000 postos de abastecimento de hidrogênio e 1 milhão de veículos a célula a combustível rodando no estado da Califórnia, consumindo 6 milhões de galões a menos por ano, evitando a emissão de 2,7 milhões de toneladas de CO2 e 3.900 toneladas de Óxidos de Nitrogênio (Nox) por ano.

Foto: Toyota



A Califórnia também foi a primeira região no mundo a ter caminhões movidos a célula a combustível no porto de Los Angeles. Desde 2017, a Toyota, em parceria com a Kenworth, desenvolveu e operou 10 caminhões T680 de 40 toneladas, com autonomia de 500 Km e curto tempo de abastecimento (entre 15 a 20 minutos), os quais reduziram 74,66 toneladas métricas de CO2 por caminhão, anualmente, em comparação com motores a diesel. Em 2020, a Toyota desenvolveu também um caminhão a célula de 1 combustível de 25 toneladas junto com a HINO Motors para o mercado japonês e um caminhão classe 8 para o mercado americano.

Foto: Daimler Truck



Os primeiros protótipos do Mercedes-Benz GenH2 Truck de 40 toneladas movido a célula a combustível foram submetidos a testes intensivos desde 2021, tanto na pista de testes interna da Daimler Truck, quanto em vias públicas e em operações de clientes. O caminhão tem autonomia de até 1.000 quilômetros e utiliza tanques de aço inoxidável de hidrogênio líquido com capacidade de 40 quilos cada. O Powertrain híbrido inclui sistema de célula a combustível de 300 KW e 70 kWh de baterias. O início da produção em série está prevista para 2027. O motor é desenvolvido e produzido pela empresa Cellcentrics, uma joint venture 50:50 entre a Daimler Truck AG e a Volvo Group AB, fundada em 1º de março de 2021. A Cellcentrics concentra-se no desenvolvimento, produção e comercialização de sistemas de células a combustível para uso em veículos comerciais pesados e para outras aplicações. Centenas de funcionários qualificados trabalham em equipes interdisciplinares nas localidades de Kirchheim/Teck-Nabern, Stuttgart-

Untertürkheim e Esslingen, bem como em Burnaby (Canadá). Cerca de 700 patentes foram concedidas, reforçando o protagonismo da empresa no desenvolvimento tecnológico.

Foto: Hyundai



Com a "Estratégia 2025", a Hyundai combina uma meta de vendas anual de 110.000 veículos movidos a célula a combustível até 2025 (carros e caminhões). A empresa está aumentando a capacidade de produção para 500.000 unidades por ano, até 2030. A entrega do primeiro veículo foi feita para a Suíça, em outubro de 2020, atingindo a marca de 1 milhão de quilômetros. A expansão da frota para 1.600 Hyundai XCIENT está planejada até 2025. A Europa e a Califórnia esperam ter aproximadamente 100.000 caminhões operando até 2030.

37

Foto: RMV



Não só no setor de caminhões, mas a frota de veículos pesados movidos a célula a combustível na Europa tem aumentado também no setor ferroviário. Os primeiros dois trens a célula a combustível operam na região da Baixa Saxônia, na Alemanha, em transporte regular de passageiros, desde setembro de 2018. A empresa LNVG opera 14 trens Coradia iLint, desde 2021, e a empresa RMV encomendou 27 trens Coradia iLint, a maior frota de trens movidos a célula a combustível do mundo, os primeiros começaram a operar a partir de dezembro de 2022, em Hessen.

Em 2022, 130 postos de abastecimento de hidrogênio entraram em operação em todo o mundo, 73 deles na Ásia, 11 na América do Norte e 45 novas estações de hidrogênio iniciaram operação na Europa. À semelhança do ano anterior, a Coreia do Sul foi o país com maior



número de novas estações. Este é o resultado da 15ª avaliação anual do H2stations.org, um serviço de informações da Ludwig-Bölkow-Systemtechnik (LBST). O abastecimento de hidrogênio está disponível em 37 países.



Em 15 de junho de 2015, o Brasil se tornou o primeiro país da América Latina a possuir três ônibus híbridos movidos a célula a combustível e uma estação de produção, armazenamento e abastecimento de hidrogênio, operando no transporte urbano de passageiros. Um consórcio com 4 empresas brasileiras (Marcopolo, BR Petrobras, Tuttotrasporti e AES Eletropaulo) e 4 internacionais (Ballard Power Systems, EPRI International, Hydrogenics e Nucellsys GmbH) implementou o projeto “Ônibus a combustível a hidrogênio para transporte urbano no Brasil”, que foi financiado pelo GEF (Global Environment Facilities), em parceria entre o Ministério de Minas e Energia (MME), a Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério de Ciência e Tecnologia (Finep), o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e a Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU).

O projeto combinou a alta tecnologia e a experiência de empresas líderes no mercado global em suas respectivas áreas de atuação, com a excelência de engenharia da indústria brasileira. O envolvimento da indústria nacional e a nacionalização de 65% dos componentes criou uma base sustentável para o desenvolvimento, produção e operação de ônibus a célula a combustível, atingindo o menor custo deste tipo de ônibus no mercado internacional em 2013. Os 3 ônibus movidos

a célula a combustível operaram uma distância total de 12.243 km, com uma média de consumo de 13,6 kgH<sub>2</sub> /100 km na rota ABD, de 33 km, atendendo 4 municipalidades e um total de 18.000 passageiros transportados de janeiro a março de 2016. A estação de produção e abastecimento de hidrogênio operou no modo automático e contínuo.

No setor marítimo, existem embarcações movidas a célula a combustível no mundo todo. Na Alemanha, existem 4 projetos para o transporte fluvial de carga e de passageiros. Na Noruega, a montadora de navios Ulstein apresentou um projeto de navio movido à célula a combustível, o SX190, que começou a ser testado em alto mar a partir de 2022. Ainda na Noruega, o primeiro navio cruzeiro movido a célula a combustível e com tanques de hidrogênio líquido começou a operar nos fiordes noruegueses, em 2023. No Japão, também existem projetos para o uso de sistema de célula a combustível da empresa Toshiba, em embarcações marítimas. O primeiro Catamaran movido a célula a combustível é o chamado Energy Observer, que foi construído por 2 franceses para um tour de 101 paradas ao redor do globo, passando por 50 países. O catamaran Energy Observer tem 30 metros de comprimento e produz seu próprio combustível, o hidrogênio, através de um sistema solar, um banco de baterias e um eletrolisador instalados a bordo. O hidrogênio é armazenado em 2 tanques de 350 bar, com capacidade de 62 kg. O calor que é sub-produto do eletrolisador, é também utilizado para o aquecimento da cabine e da água a bordo.

No setor de aviação da Alemanha, existem 2 projetos, um da empresa Airbus e outro das empresas Siemens e Diehl, para uma aeronave de 4 passageiros, ambos em parceria com o instituto aero espacial alemão, o DLR. Nos Estados Unidos, a universidade de Illinois anunciou em maio de 2019 que a NASA lançou um projeto de desenvolvimento de um sistema criogênico de célula a combustível para equipar aeronaves elétricas. Na Califórnia, a empresa startup ZeroAvia, está comercializando aviões de pequeno porte movidos a célula a combustível. A tecnologia de célula a combustível para aeronaves é mais vantajosa que as baterias, pois têm menor peso.

### **Mas como funciona um veículo a célula a combustível?**

Um veículo a célula a combustível, o qual também pode ser chamado de veículo elétrico a hidrogênio, necessita de hidrogênio e oxigênio para produzir eletricidade e água. O hidrogênio é armazenado em tanques a bordo do veículo, o oxigênio vem do ar e o sistema de tração é elétrico. Pelo escapamento, sai apenas vapor de água, ou seja emite ZERO emissões. Além disso um veículo a célula a combustível é um gerador e armazenador de energia, porque a energia/eletricidade vem do hidrogênio.

Cada célula a combustível do tipo PEM (Proton Exchange Membrane - Membrana Trocada de Prótons) consiste em dois eletrodos - um eletrodo negativo (ou ânodo) e um eletrodo positivo (ou cátodo) - ensanduchados em torno de um eletrólito. O hidrogênio entra pelo ânodo e o ar (oxigênio) entra pelo cátodo. Um catalisador no ânodo separa as moléculas de hidrogênio em prótons e elétrons, que seguem caminhos diferentes para o cátodo. Os elétrons passam por um circuito externo, criando um fluxo de eletricidade. Os prótons migram através do eletrólito



Figura: Ballard Power Systems

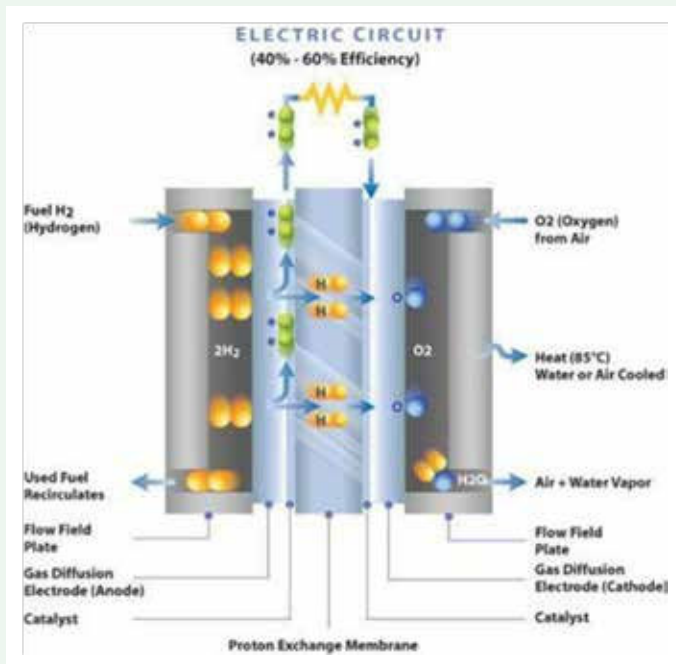
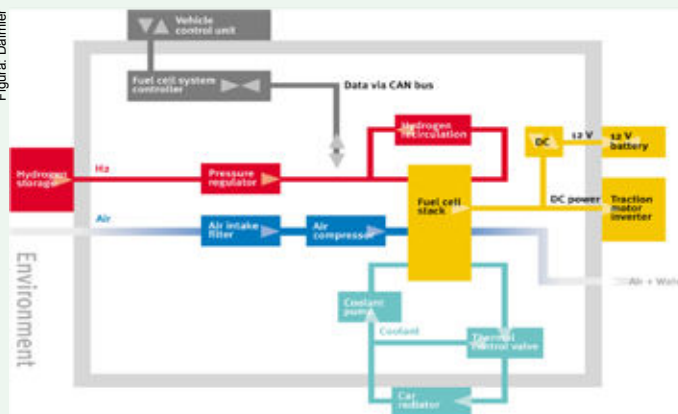


Figura: Delmiller



Em março de 2023, a Ballard Power Systems anunciou que as células a combustível produzidas pela Ballard moveram mais de 3.800 ônibus e caminhões com zero de emissões em aproximadamente 15 países ao redor do mundo e atingiram um total de mais de 150 milhões de quilômetros rodados. Isso é equivalente a dar aproximadamente mais de 3.700 voltas ao redor da terra.

para o cátodo, onde se unem ao oxigênio e aos elétrons para produzir água e calor. O eletrólito polimérico na forma de uma folha fina e permeável desempenha um papel fundamental, ou seja, permite que apenas os íons apropriados passem entre o ânodo e o cátodo. Se elétrons livres ou outras substâncias pudessem viajar através do eletrólito, eles interromperiam a reação química. Se a corrente alternada (AC) for necessária, a saída DC da célula a combustível deve ser direcionada através de um dispositivo de conversão chamado inversor.

Como as células a combustível PEM produzem eletricidade quimicamente, e não por combustão, elas não estão sujeitas às leis termodinâmicas. Portanto, as células a combustível são mais eficientes na extração da energia de um combustível. O calor residual de algumas células também pode ser aproveitado, aumentando ainda mais a eficiência do sistema. A eficiência é de cerca de 40 a 60 por cento e a temperatura de operação é de cerca de 80-100 graus Celsius. As saídas da célula geralmente variam de 50 a 250 kW. O eletrólito sólido e flexível não vaza e não racha, e essas células operam a uma temperatura baixa o suficiente para torná-las adequadas para residências e veículos. Mas a pureza do hidrogênio deve ser “nove nozes” (99,999%), porque impurezas como o enxofre podem destruir ou reduzir a vida útil das membranas catalíticas. Um catalisador de platina é usado em ambos os lados da membrana. O hidrogênio verde/renovável, produzido a partir da eletrólise da água através de energias renováveis, já é produzido com o nível de pureza necessário para uso na mobilidade.

Um sistema a célula a combustível possui 4 circuitos: do hidrogênio, do oxigênio (ar), de arrefecimento e de corrente elétrica que é direcionada para o sistema de tração elétrica do veículo, bem como uma unidade eletrônica de controle/gerenciamento do sistema de célula a combustível, e uma unidade de controle/gerenciamento veicular, as quais precisam conversar entre si. A água também circula no sistema e portanto precisa ser direcionada para sair pelo escapamento.



Foto: Ballard Power Systems, última geração do sistema de célula a combustível FCmove™-HD+ de 100 KW para uso em veículos pesados

De acordo com o estudo “Geopolitics Scenario for Energy Transformation – The Hydrogen Factor”, publicado em janeiro de 2022, pela Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA), a transição energética em curso não é somente uma substituição de combustível; é uma mudança para um sistema diferente com rupturas políticas, técnicas, ambientais e econômicas proporcionais. A IRENA considera que a década de 2020 pode se tornar a era de uma grande corrida pela liderança em tecnologia, já que os custos provavelmente cairão acentuadamente com a ampliação do conhecimento e da infraestrutura necessária. O hidrogênio verde/renovável se tornará competitivo mais cedo em países como a China (graças aos seus eletrolisadores de baixo custo), ou Brasil e Índia (com energias renováveis baratas e preços de gás relativamente altos). As estimativas apontam para um potencial de mercado de US\$ 50 a 60 bilhões para eletrolisadores e um mercado de US\$ 21 a 25 bilhões para células a combustível em meados do século. A inovação e as tecnologias



emergentes podem mudar o cenário atual de manufatura.

Nos últimos 25 anos, a indústria de componentes para veículos que utilizam o hidrogênio como fonte de energia, se desenvolveu, cresceu e se consolidou. Hoje todas as empresas tradicionais do setor de auto-peças, como por exemplo a Bosch, Mahle, Schäffler, Mann+Hummel, Valeo, e outras, produzem componentes e sistemas para veículos híbridos, elétricos, veículos a célula a combustível e motores a combustão movidos a hidrogênio. O Brasil possui um grande parque industrial com empresas globais que fornecem máquinas, equipamentos e componentes para o mercado global. Por exemplo, 95% das empresas membros do comitê gestor do Conselho Global do Hidrogênio e 50% das empresas do catálogo do setor do hidrogênio do estado de Baden-Württemberg, na Alemanha (centro de competência do setor de célula a combustível no país), têm subsidiárias no Brasil.

Independente do mercado nacional, o Brasil poderia sediar novas linhas de produção gerando novos empregos, capacitação e inovação. O setor do hidrogênio representa um papel chave na reindustrialização do Brasil e deveria ser incluído como um dos tópicos principais entre as prioridades do Governo Federal para apoio à reindustrialização do Brasil, porque a sua cadeia produtiva envolve todos os setores da economia. A cadeia de valor do hidrogênio verde/renovável tem início no no setor de geração de energia renovável, passando pelo setor de suprimento de água, produção de hidrogenio verde e seus derivados, armazenamento e distribuição, logística até o consumo final pela indústria, transporte e geração de calor e eletricidade distribuída, incluindo os fabricantes de componentes e equipamentos e prestadores de serviços relacionados. Além disso, o setor do hidrogênio verde/renovável conecta o setor elétrico com o setor de gases industriais, com o de combustíveis sintéticos e com o de biocombustíveis, e todos se conectam com os setores consumidores: indústria, transporte e energia.

O Ministério da Economia possui um programa chamado "Made in Brasil Integrado" (MiBI), o qual nacionalizou, em 3 meses, respiradores pulmonares. O programa conta com um grupo dedicado às tecnologias do hidrogênio e células a combustível. Existe ainda iniciativas no âmbito da SAE Brasil em parceria com o Sindipeças e com a Abimaq para levar informação às empresas brasileiras potenciais fornecedoras de componentes, sistemas e equipamentos para eletrolisadores e células a combustível. Esse é primeiro passo para reindustrialização, ou seja, trazer novas tecnologias, novos componentes, sistemas e equipamentos, bem como novas linhas de desenvolvimento e produção para a indústria brasileira.

A nacionalização das tecnologias do hidrogênio e célula a combustível é o caminho para a reindustrialização dos parques nacionais, de forma a agregar valor na manufatura e capacitar a engenharia nacional para a economia verde. É preciso incentivar as indústrias instaladas no país a instalar essas novas linhas de produção de componentes e equipamentos no território brasileiro, independente do mercado nacional. Se o Brasil não criar um cenário atrativo, esses investimentos serão direcionados para outros países, e o Brasil perderá a oportunidade de ser um protagonista na nova economia da transição energética.

Foto: SAE BRASIL



Outra iniciativa que está promovendo a capacitação da engenharia brasileira e a nacionalização de componentes de veículos a célula a combustível é o SAE BRASIL & Ballard Student H2 Challenge, um desafio estudantil pioneiro no Brasil e no mundo. A idéia nasceu do grupo de Mentoria da Mobilidade a Hidrogênio da SAE BRASIL com o objetivo de transferir conhecimento e experiência para as universidades brasileiras, sobre sistemas de célula a combustível para aplicação automotiva e dar oportunidade aos grupos estudantis envolvidos de trabalharem com tecnologia de ponta e com engenheiros experientes da indústria nacional e internacional. O programa capacitou mais de 200 estudantes de engenharia desde 2020 sobre veículos elétricos a hidrogênio, tecnologia de célula a combustível, segurança do hidrogênio, fontes de produção de hidrogênio, tendências internacionais da mobilidade a hidrogênio, design, abastecimento de hidrogênio, transformação energética e outros temas. O objetivo é desenvolver, construir e operar veículos do tipo Baja ou Fórmula SAE híbridos a célula a combustível. A cooperação entre universidades e a indústria promove a capacitação de profissionais integrando-os no mercado simultaneamente ao seu período de formação acadêmica. Empresas como a Ballard Power Systems, Air Products, WEG, SEG Automotive, Siemens Automotive e Valeo doaram componentes e prestaram apoio técnico às equipes juntamente com a mentoria da SAE BRASIL. A Embraer e a Hytron/Grupo NEA patrocinam a competição e acompanham o desenvolvimento profissional dos estudantes. A competição presencial do Student H2 Challenge já está em sua segunda edição e ocorre anualmente em agosto no Esporte Clube Piracicabano de Automobilismo em Piracicaba. A SAE BRASIL é uma associação de pessoas físicas, sem fins lucrativos, que tem como propósito ser "A Casa do Conhecimento da Mobilidade Brasileira".

Foto: SAE BRASIL – Equipe MAUÁ BAJA







A mobilidade a hidrogênio no Brasil ocorrerá primeiramente nos estados onde haverá a produção de hidrogênio verde/renovável em escala, como o Ceará. A EDP Energias de Portugal já começou a operar a sua planta de eletrólise da água, produzindo a primeira molécula na sua planta piloto de 1,5 MW no Complexo do Pecém no Ceará, com um investimento de R\$ 41,9 milhões, e planeja escalonar a planta para 150 MW a partir de 2027. Dentre as demais empresas que assinaram memorandos de entendimentos com o estado do Ceará, a Casa dos Ventos anunciou o início de operação para

2026, a Fortescue em 2028 e a AES Brasil em 2029.

A nacionalização das tecnologias para uso do hidrogênio como combustível é o caminho para agregar valor na manufatura e capacitar a engenharia nacional para a economia verde, gerando novas oportunidades de negócios, novas linhas de produção, novos empregos, inovação, pesquisa, desenvolvimento e capacitação. A presença das empresas globais líderes do setor do hidrogênio, é enorme, o que facilita a transferência de conhecimento e a criação de novas linhas de produção.

Fontes:

<https://www.ballard.com/>

<https://www.energy.gov/eere/fuelcells/parts-fuel-cell>

<https://www.irena.org/publications/2022/Jan/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation-Hydrogen>

<https://newsroom.toyota.eu/hydrogen-fuel-cell-trucks-to-decarbonise-toyota-logistics-in-europe/>

<https://media.daimlertruck.com/marsMediaSite/en/instance/ko/GenH2-Truck.xhtml?oid=47469461>

*\*Monica Saraiva Panik é formada em Comunicação Social com Business MBA em Marketing. É especialista no setor do hidrogênio e células a combustível há 25 anos. Consultora da FIEC, Mentora da Mobilidade a H2 da SAE BRASIL e Curadora da Biosphere World*

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

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



Produtos Homologados CEMIG

exponencialmg

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

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

Compre com seu cartão  
 **BNDES**

**Exponencial**  
MATERIAL ELÉTRICO



Lilian Ferreira Queiroz é engenheira eletricista, formada pela Universidade Federal de Uberlândia, com MBA Executivo em Liderança e Gestão de Empresas Estatais, MBA em Liderança, Inovação e Gestão 3.0 e MBA Executivo - Setor Elétrico. Membro do Cigré e especialista em confiabilidade e gestão de ativos. Atualmente, é superintendente de Gestão da Manutenção na Eletrobras Eletronorte.



## Gestão de ativos: alinhamento da estratégia operacional

A gestão de ativos representa uma mudança na forma da condução das empresas que adicionam uma nova abordagem sobre o valor dos ativos e o que eles podem gerar de resultados para a companhia.

Para as empresas que estão na busca constante por resultados e desempenho satisfatório, dentro dos melhores padrões mundiais, a gestão de ativos oferece uma nova abordagem de definição de estratégia operacional atrelada à estratégia corporativa. Neste novo contexto, observa-se a necessidade de integração de todas as áreas da empresa, trazendo a transversalidade e alinhamento do corporativo e do operacional. Este alinhamento resulta na conscientização de todos os funcionários na obtenção de valor através dos ativos da organização.

O Asset Management é uma disciplina industrial que foi criada para as empresas fazerem sua gestão de forma diferente. Empresas operam e mantêm seus ativos ao longo de suas vidas e, como tal, gerenciam ativos utilizando diferentes abordagens. O gerenciamento de ativos pode ser realizado com ou sem uma estratégia organizacional definida. Uma organização ganha mais valor com a gestão de ativos dentro de um contexto de propósito e estratégia organizacional que orienta essa atividade (e se torna gestão de ativos).

A gestão de ativos ajuda no desenvolvimento de uma abordagem estruturada para garantir aos stakeholders que a estratégia operacional está focada em gerar valor organizacional, e não se limitar ao gerenciamento de ativos, mas influenciar na estratégia do negócio.

Implementar a gestão de ativos de acordo com os termos e conceitos da ISO 55000 significa ter um padrão internacional para obter valor através do uso dos ativos de forma a ter um equilíbrio do desempenho, custos envolvidos e riscos associados. Ou seja, a tomada de decisão da organização é mais eficiente quando alinham os riscos operacionais, técnicos e financeiros.

Neste contexto, procedimentos financeiros e contábeis da companhia devem estar alinhados com as ações de manutenção e operação, tendo a tomada de decisão baseada no risco. Alocar os recursos financeiros, avaliando o momento ótimo de renovação dos ativos, é fundamental quando se considera os riscos e os custos operacionais envolvidos ao longo da vida dos ativos.

A política de renovação de ativos não deve ser pautada apenas em aspectos físicos, mas quando:

- Há riscos de falhas do ativo;
- Uma falha possa comprometer o desem-

penho, confiabilidade e segurança de pessoas, sistemas e meio-ambiente;

- Custo operacional na vida útil remanescente é superior aos custos de renovação do ativo;
- Custos de manutenção superior aos custos de renovação do ativo;
- Queda na produção e valor de venda dos produtos;
- A substituição dos ativos melhora o desempenho e indicadores operacionais e financeiros.

Alinhar o sistema de gestão financeira e o sistema de gestão de ativos significa uma visibilidade clara das métricas – custo, risco e desempenho – e a expertise de uma organização já deve ter a capacidade de mantê-los em equilíbrio. Para atingir esse equilíbrio, é fundamental que os processos estejam alinhados.

Portanto, os objetivos do planejamento corporativo e o planejamento operacional não podem ser efetivamente alcançados sem vinculação com o planejamento financeiro e operacional. O alinhamento é uma condição preponderante que permite o acesso e a visibilidade à informação necessária aos especialistas operacionais e à gestão de topo de forma a fundamentar as suas decisões, a partir de uma posição de conhecimento para apoiar a tomada de decisão eficaz.

# Transformadores Trifásicos

DISTRIBUINDO ENERGIA E TECNOLOGIA PARA TODO O BRASIL



## Principais características

**15 a 300**  
potência (kVA)

**15, 24.2 e 36.2**  
classe de tensão (kV)

**ABNT/IEC**  
normas

ENTRE EM CONTATO E  
SOLICITE UM ORÇAMENTO



+55 16 3263 9400

Av. Sérgio Abdul Nour, 2106  
Distrito Ind. II 14900-000  
Itápolis, São Paulo, Brasil.



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





*Frederico Carbonera Boschin é Diretor Executivo da Noale Energia e Sócio da Ferrari Boschin Advogados. Advogado especialista no Setor Elétrico com 18 anos de experiência no mercado. Atua na estruturação de projetos por fontes renováveis (Eólica, RSU, Biomassa, CGHs/PCHs e Solar), e modelos de negócios para GD e Mercado Livre. Bacharel em Direito (UFRGS); MBA em Gestão Empresarial (FGV/RS); Mestre em Direito Econômico (Universidade de Lisboa); e Pós-Graduado em Energias Renováveis (PUC/RS). Conselheiro da ABGD; Conselheiro Fiscal do Sindienergia RS e Professor do Curso de MBA da PUC/RS, UCS/RS e PUC/MG.*



## A guerra das tensões

Honrado pelo convite da Revista O Setor Elétrico em contribuir com minha visão sobre o atual momento do mercado, neste primeiro texto da coluna vou estabelecer uma visão sobre a evolução da prestação de serviços de fornecimento de energia no Brasil.

Extensas regras e fundamentos estruturais do setor elétrico estão atualmente em processo e revisão. Não são poucas as mudanças e, naturalmente, trazem novos cenários comerciais e, principalmente, operacionais.

Reestruturações no setor são recorrentes, isso aconteceu no final da década de 1990, quando o Ministério de Minas e Energia conduziu uma extensa investigação sobre o setor, por meio do Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (Projeto RE-SEB). O diagnóstico era claro: concentração vertical de atividades em empresas estatais com pouca (ou nenhuma) capacidade de investimentos e deterioração crescente dos serviços essenciais de fornecimento de energia.

Na altura, as conclusões referiam-se à necessidade de diversificar e segmentar as empresas do setor: (I) geração; (II) transmissão; e (III) distribuição, para promover a concorrência, aumentar investimentos e instituir um modelo mais equânime.

Essa segregação de atividades trouxe novos ares ao setor, introduziu a lógica bem-sucedida de leilões de geração no

Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e consolidou o Ambiente de Contratação Livre (ACL). Com isso, aumentamos a governança técnica no setor, nos tornamos referência mundial em operação de grandes redes de transmissão pela atuação do Operador Nacional do Sistema (ONS), no Sistema Interligado Nacional (SIN), e na geração de energia limpa.

Vinte anos se passaram e os desafios agora são outros. Grandes redes de transmissão geram custos cada vez maiores. Encargos setoriais mal planejados, geram distorções, e as intermináveis discussões tributárias sobre suas incidências, transformaram a nossa energia barata e limpa em uma tarifa cara e de baixa qualidade.

Mas vamos focar na distribuição, onde o cenário parece mais crítico. O somatório de fatores citados acima e o avanço da tecnologia, nos coloca hoje, de frente com a geração solar, que permite ao consumidor pressionado, a possibilidade de produzir sua própria energia. O mundo inteiro faz isso (ou pensa em fazer isso). Essa é a chamada geração distribuída de energia (GD) que instituiu, em 2012, o Sistema de Compensação de Energia (SCEE).

A partir de 2018, a GD ganhou contornos exponenciais e os problemas regulatórios se iniciaram de forma efetiva, e na época, a REN nº 482/2012 ANEEL previa a revisão das regras em 2019. O processo foi amplamente

divulgado e criou-se, naquele dia, um clima de confronto entre consumidores e concessionárias. O problema regulatório é, na essência, a questão da remuneração pelo uso da rede de distribuição, no caso o Fio B.

Sabendo-se que a distribuição de energia elétrica é caracterizada como um segmento da indústria que tem como objetivo diminuir a tensão da rede de transmissão, conectar centros produtores e fornecer energia elétrica aos consumidores, o Submódulo 7.1 do PRORET define que: “TUSD FIO B – formada por **custos regulatórios pelo uso de ativos de propriedade da própria distribuidora que compõem a Parcela B**, compreendida por: (i) custo anual dos ativos (CAA); e (ii) custo de administração, operação e manutenção (CAOM).”

Dessa forma, a componente tarifária **TUSD Fio B é a componente destinada a remunerar os ativos e investimentos das distribuidoras**. Lembrando que a distribuição compreende a rede elétrica e os equipamentos que operam em alta tensão (acima de 69 kV e abaixo de 230 kV), média tensão (acima de 1 kV e abaixo de 69 kV) e baixa tensão (igual ou inferior a 1 kV).

Em decorrência da politização da discussão, a ANEEL não discutiu o assunto a tempo e, em paralelo, discutia-se o tema no âmbito do Congresso Nacional. Tais discussões culminaram, em janeiro de 2022, com a edição e publicação da Lei nº

14.300/2022, que cria o **Marco Legal da Microgeração e da Minigeração Distribuída, Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS)**.<sup>[1]</sup> Saimos então de uma Resolução Normativa (a RN 482) para uma Lei Federal.

Pela Lei 14.300/2022, ficou estabelecido, entre outros pontos, a cobrança pelo uso da rede (ou pelo uso do fio) de forma gradual, de janeiro de 2023 a 2029. Nesse período, é cobrado percentual sobre a energia gerada sobre a Tarifa de uso do Sistema de Distribuição (TUSD) – cobrança essa que não existia.

Superado o tema regulatório da remuneração pelo uso da rede, hoje, o setor enfrenta mais um desafio, e desta vez, operacional.

Com o avanço exponencial da geração distribuída, e em especial neste ano de 2023, redes que foram projetadas para fluxos unidirecionais de energia, hoje precisam se adequar aos volumes de energia injetados por recursos distribuídos e manter a qualidade do fornecimento de energia elétrica aos consumidores. E são vários os quesitos de avaliação da qualidade do fornecimento de energia: (I) nível de tensão; (II) oscilações de tensão; (III) desequilíbrios de tensão; (IV) distorções harmônicas de tensão; e (V) continuidade do fornecimento, dentre outros.

Ocorre que, recentemente, o grande atrito entre consumidores geradores de energia e concessionárias de distribuição de energia é a perturbação que a geração causa nos níveis de tensão em alimentadores e postos de transformação. E são dois os relatos mais comuns: sobretensão e inversão do fluxo de potência.

Sabidamente, são fenômenos que existem de fato. Porém, cabe cuidadosamente à concessionária dar o devido tratamento

aos fenômenos e conciliar o interesse dos acessantes interessados na geração própria de energia, conforme dispõe o artigo 73 da RN 1000/2021 da ANEEL<sup>[2]</sup>.

No final do dia, a reflexão aqui proposta é sobre as constantes e necessárias adequações da regulação setorial ao avanço da tecnologia e à necessidade de enfrentamento da defasagem dos investimentos em redes de distribuição.

O protagonismo do consumidor na geração própria de energia só vai aumentar e novas tecnologias serão incorporadas ao cotidiano: baterias e veículos elétricos.

Essa nova e complexa realidade operativa pode antecipar uma discussão sobre quais os limites de tensão entre a transmissão e a distribuição? Devemos ter um Operador Nacional do Sistema (ONS) e um Operador de Sistemas de Distribuição (DSO)? Tudo isso (e muito mais) na nossa próxima coluna. Até lá!

## Referências bibliográficas

[1] <https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>

[2] Art. 73. A distribuidora deve, se necessário, realizar estudos para:

I - avaliação do grau de perturbação das instalações do consumidor e demais usuários em seu sistema de distribuição;

II - avaliação dos impactos sistêmicos da conexão;

III - adequação do sistema de proteção e integração das instalações do consumidor e demais usuários; e

IV - coordenação da proteção em sua rede de distribuição e para revisão dos ajustes associados, incluindo o ajuste dos parâmetros dos sistemas de controle de tensão, de frequência e dos sinais estabilizadores.

§ 1º Caso a conexão nova ou o aumento

de potência injetada de microgeração ou minigeração distribuída implique inversão do fluxo de potência no posto de transformação da distribuidora ou no disjuntor do alimentador, a distribuidora deve realizar estudos para identificar as opções viáveis que eliminem tal inversão, a exemplo de: (Incluído pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023)

I - reconfiguração dos circuitos e remanejamento da carga; (Incluído pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023)

II - definição de outro circuito elétrico para conexão da geração distribuída; (Incluído pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023)

III - conexão em nível de tensão superior ao disposto no inciso I do caput do art. 23; (Incluído pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023)

IV - redução da potência injetável de forma permanente; (Incluído pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023)

V - redução da potência injetável em dias e horários pré-estabelecidos ou de forma dinâmica; (Incluído pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023)

§ 2º O estudo da distribuidora de que trata o § 1º deve compor o orçamento de conexão e conter, no mínimo: (Incluído pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023)

I - análise e demonstração da inversão do fluxo com a conexão da microgeração ou minigeração distribuída, incluindo a máxima capacidade de conexão e escoamento sem inversão de fluxo; (Incluído pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023)

II - análise das alternativas dispostas no § 1º e outras avaliadas pela distribuidora, identificando as consideradas viáveis e a de mínimo custo global; e (Incluído pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023)

III - responsabilidades da distribuidora e do consumidor em cada alternativa. (Incluído pela REN ANEEL 1.059, de 07.02.2023).

Por Henrique Fernandes Borges\*



# Eficiência energética em instalações industriais

A indústria consome quase 40% da energia elétrica do Brasil, segundo a EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Motores elétricos correspondem a 70% da energia consumida na indústria. Consciente disso, o mercado tem buscado por novas tecnologias e soluções em eficiência energética.

Objetivando produzir mais, ou a mesma quantidade com menos recursos, importantes etapas para obtenção de eficiência energética em sistemas industriais devem ser adotadas, tanto em sistemas em pleno funcionamento quanto em novas instalações.

O conceito de eficiência energética é muito amplo, envolve desde a idealização de um novo projeto até a sua operacionalização. Uma nova indústria pode ser concebida e projetada para ter alto nível de eficiência energética quando entrar em operação. Ao mesmo tempo, esta pode ser construída de forma muito eficiente, com menos recursos (humano, energia elétrica, água, materiais, tempo, CAPEX).

Este entendimento promove um projeto energeticamente eficiente em todo o seu ciclo de vida: construção, operação e manutenção.

Para a construção de novos projetos é importante apoiar-se nas cinco etapas fundamentais de gerenciamento de projetos, de acordo com o PMI (Project Management Institute). De maneira sintetizada é possível elencar boas iniciativas de eficiência energética inseridas nestas etapas:

### 1 - INICIAÇÃO:

Analisar o projeto com uma visão macro. Ter claro o business plan do empreendimento, quais são e quando acontecerá as futuras ampliações. Isso bem definido muda toda a concepção

do projeto, desde os CCM's (Centro de Controle de Motores) ao SEP (Sistema Elétrico de Potência).

### 2 - PLANEJAMENTO:

Etapas mais importante. Aqui se olha para o micro, detalha as soluções, dimensiona os projetos, desenvolve o escopo, cronograma, orçamentos, escolha de materiais e equipamentos a serem aplicados.

Elaboração de projetos é primordial, do conceitual ao executivo. Nesta fase abre-se um parêntese para motores, maior consumidor de energia elétrica de plantas industriais. Algumas recomendações:

- Utilizar motores de alto rendimento, no mínimo IR3 como regido pela ABNT NBR 17094-1;
- Considerar e dimensionar corretamente os dispositivos de proteção;
- Definir adequadamente os dispositivos de partida, entender a aplicação e o regime de operação. Partidas eletrônicas requerem atenção quanto ao incremento de distorções harmônicas. Prover o adequado tratamento quando necessário, já em projeto;
- Definir motores compatíveis ao ambiente e regime de trabalho, atentar para características como: umidade do local, poeira, fuligem, gases corrosivos, produtos químicos, dentre outras particularidades. Uma escolha incoerente provoca elevada queima de motores e, até chegar nesse ponto ocorre gradualmente perda de rendimento;
- Conhecer bem a carga para evitar motores sub ou super dimensionados (ideal operar entre 75% e 100% da potência nominal). Isso melhora o Fator de Potência, rendimento e vida útil.

Seguindo o fluxo de projeto, o

dimensionamento de cabos apresenta muitas incoerências em sistemas industriais. Cabos subdimensionados geram grandes perdas por efeito joule e aceleram a deterioração. Cabos com queda de tensão fora dos padrões fixados pela NBR 5410 prejudicam o funcionamento adequado da carga, diminuindo a vida útil de motores, equipamentos elétricos e componentes eletrônicos.

Transformadores de Potência aplicados em sistemas industriais em geral operam em tempo integral, logo, quando bem dimensionados resultam em ganhos expressivos. Algumas características importantes a serem avaliadas:

- Perdas totais (em vazio + em carga), buscar a máxima performance neste quesito;
- Impedância de curto-circuito;
- Tipo de resfriamento;
- Classe do material isolante;
- Rendimento;
- Acessórios;
- Fator k, se coerente com as características da carga contribui para que o Transformador permaneça dentro de seus limites de temperatura de trabalho com eficiência e segurança.

Fechando esta etapa de planejamento, definir um bom nível de automação e implementar o conceito de Indústria 4.0, discutido posteriormente.

### 3 - EXECUÇÃO:

Projeto bem dimensionado e materiais de boa qualidade não são suficientes quando a execução é de baixa qualidade. Instalação mal feita implica em intervenções e ajustes futuros, que custam muitos recursos, de todos os tipos. Também se não ajustado tem impacto muito negativo no processo, perda de rendimento de máquinas

## Transformadores de Potência aplicados em sistemas industriais em geral operam em tempo integral, logo, quando bem dimensionados resultam em ganhos expressivos.

e produtos. Portanto, deve-se gerenciar e supervisionar a execução para garantir o máximo de performance e qualidade.

### 4 - MONITORAMENTO E CONTROLE DA OBRA:

Garantir que a execução e os materiais aplicados estejam em conformidade com o que foi projetado e planejado.

### 5 - ENCERRAMENTO:

Comissionamento das entregas, startup do projeto, aceite técnico e entrega do databook com projetos As Built. A operação e manutenção deve conhecer o que foi projetado e executado.

Passado estas fases o projeto entra em operação. Outras abordagens devem ser consideradas para sequenciar a obtenção de eficiência energética. Para projetos em pleno funcionamento, resumidamente é possível listar algumas ações que geram grandes resultados:

### 1 - ANALISAR DETALHADAMENTE A FATURA DE ENERGIA:

Objetivo aqui é uma avaliação

preliminar em busca de oportunidades de melhorias, entender o Consumo, se a Demanda contratada está coerente com o realizado, se têm impostos passíveis de dedução, Estrutura Tarifária compatível com a operação, histórico das medições comparado com algum benchmark, energia reativa fora dos limites de referência.

### 2 - LAUDO DE MEDIÇÃO COM ANALISADOR DE ENERGIA PERIODICAMENTE:

Obtenção de um diagnóstico completo da qualidade da energia – desequilíbrios de tensão, distorções harmônicas, fator de potência, variação de frequência, nível de transitórios impulsivos e oscilatórios. Qualidade de Energia é uma ação totalmente associada com eficiência energética, deve-se sempre buscar os valores de referência estabelecidos pelo módulo 8 do PRODIST.

### 3 - INSPEÇÃO EM CAMPO REGULARMENTE:

Levantamento de dados técnicos e condições operacionais do sistema elétrico. Esta etapa irá despertar para outro ponto importante, retrofit.

### 4 - RETROFIT:

Eficiência Energética é um investimento. Logo, retrofit nas instalações deve ser constantemente analisado e geralmente apresenta payback e TIR (Taxa Interna de Retorno) extremamente atrativo. Novamente sobre motores, evitar o rebobinamento e regularmente avaliar a viabilidade técnica e econômica de substituir os motores obsoletos e/ou ineficientes por motores de alto rendimento.

### 5 - FATOR DE CARGA:

Avaliar o achatamento da curva de carga para possibilitar a redução da demanda contratada junto à concessionária. Evitar o acionamento de grandes cargas ao mesmo tempo. Este controle alivia todo o sistema

elétrico e reduz perdas.

### 6 - INDÚSTRIA 4.0:

O objetivo é integrar o sistema produtivo e interagir com os dados operacionais em tempo real, permitindo a gestão das energias (elétrica, vapor, água, gás, ar comprimido). Esta gestão de dados em tempo real reduz falhas elétricas e facilita identificá-las, aumenta a eficiência do uso de recursos, ao mesmo tempo deixa as tomadas de decisões mais rápidas e assertivas.

### 7 - GESTÃO DA MANUTENÇÃO:

Avaliar o modelo de gestão adotado – reduzir ao máximo as manutenções corretivas através de manutenções preventivas e preditivas planejadas. Aliar a indústria 4.0 nesta gestão garante resultados ainda mais expressivos.

Investir em eficiência energética é o caminho mais sustentável e o que possui melhor atratividade financeira quando comparado com qualquer outro meio, seja ACL (Ambiente de Contratação Livre), GDFV (Geração Distribuída Fotovoltaica), APE (Autoprodução de Energia), cogeração ou outra fonte. Projetos de eficiência energética são autofinanciáveis quando bem aplicados, por consequência, reduz o investimento em compra de energia (seja no ACR ou ACL) e reduz o tamanho dos projetos de geração.

No final, tudo isso se converte em aumento de competitividade das empresas e melhora dos indicadores de ESG.

---

*\*Henrique Fernandes Borges é Engenheiro Eletricista pela UFMT e Mestre em Sistemas Elétricos de Potência pela USP. Atualmente está responsável pelo desenvolvimento e gerenciamento de projetos, industriais e Geração de Energia (GD e APE). Atua nas áreas de Automação, Mercado de Energia, Eficiência Energética e Manutenção. É professor de MBA (Eficiência Energética & Energias Renováveis) na instituição IPOG.*



# TRANSFORMANDO ENERGIA EM **DESENVOLVIMENTO.**



Imagens ilustrativas.



[trael.com.br](http://trael.com.br)

Indústria e Assistência Técnica  
Cuiabá-MT • Brasil  
(65) 3611-6500

Assistência Técnica  
Ananindeua-PA • Brasil  
(91) 3255-4004





# Eólica offshore: os ventos brasileiros estão soprando a favor da modalidade?

**Com a expectativa da aprovação de um marco legal ainda em 2023, especialistas abordam os desafios e as oportunidades que esse tipo de geração de energia pode trazer ao país**

A cadeia global de suprimentos de energia eólica offshore precisará garantir um investimento de US\$ 27 bilhões até 2026 se quiser atingir um crescimento cinco vezes maior nas instalações anuais até 2030 (excluindo a China). Essa é a constatação apresentada no relatório “Correntes cruzadas: traçando um curso sustentável para a energia eólica offshore”, divulgado em agosto deste ano pela Wood Mackenzie, empresa responsável por análises globais para energias renováveis e recursos naturais.

O valor mencionado deriva da perspectiva base traçada pela companhia, a qual prevê um aumento anual na capacidade de cerca de 30 gigawatts (GW) até 2030. Contudo, a entidade alerta que essa cifra fica consideravelmente aquém das metas estabelecidas por autoridades governamentais para a energia eólica offshore, que exigiriam quase 80 GW por ano. Para efetivamente atingir essa meta ambiciosa delineada por governos ao redor do mundo, estima-se que a cadeia de suprimentos necessitará de um investimento superior a US\$ 100 bilhões.

“Os governos deixaram claro seu compromisso com a energia eólica offshore como um importante pilar da descarbonização e da segurança energética. No entanto, a cadeia de suprimentos está lutando para crescer e será um impedimento para atingir as metas de descarbonização se a mudança não acontecer”, afirma Chris Seiple, vice-presidente de energia e renováveis da Wood Mackenzie e coautor do relatório.

Frente a essas perspectivas, torna-se fundamental a necessidade de decifrar o papel que o Brasil assumirá no contexto da energia eólica offshore. Afinal de contas, como anda o panorama por estas terras tropicais?

## Diferencial competitivo

As vastas águas que margeiam a extensa costa brasileira abrigam um potencial eólico notável, com a capacidade de catalisar de maneira significativa a produção de energia limpa. No entanto, o país já dispõe de

diversas fontes renováveis, incluindo a solar e a eólica onshore, as quais se apresentam como alternativas mais acessíveis e de implementação relativamente mais simples. Diante de tal cenário, surge o questionamento sobre a real viabilidade do investimento em energia eólica offshore no Brasil.

Na avaliação da presidente da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), Elbia Gannoum, é necessário levarmos em consideração fatores que vão muito além das cifras financeiras. “Em tempos de transformação social, mudanças climáticas e transição energética, o conceito de diferencial competitivo mudou muito. Antigamente, falávamos muito de competitividade pensando em preço, mas ela tem um aspecto muito mais amplo. A competitividade está associada aos principais atributos daquele bem que você vai oferecer no mercado”, declara.

Elbia explica que no contexto atual da energia eólica offshore, uma análise objetiva do preço em comparação com outras fontes energéticas disponíveis no Brasil – como é o caso da eólica onshore e da energia solar – indica um custo um pouco mais elevado. No entanto, quando comparada ao gás natural, a energia eólica offshore já se encontra em pé de igualdade em termos de custos.

“Neste caso, preço para mim é o menor fator, pois ele é resultado de um custo que tende a cair com o tempo. Foi o caso da energia eólica onshore e da energia solar, e também vai acontecer com a eólica offshore e com o hidrogênio. Por isso, diferencial competitivo para mim é tudo o que aquele investimento é capaz de trazer em benefício do Brasil”, enfatiza a executiva, que destaca também as novas possibilidades que essa modalidade de geração pode oferecer, como a chance de atrair investimentos internacionais de regiões fortemente empenhadas na transição energética, fato que, segundo a executiva, resultaria no enriquecimento do Produto Interno Bruto (PIB) do país e na criação de novos postos de trabalho.

“Por isso, se a pergunta é diferencial competitivo, sem dúvidas, o Brasil tem que fazer o offshore e tem que fazer agora. Até porque, ‘fazer agora’ significa aprovar uma lei no Congresso. Depois de aprovada a lei, é preciso fazer um leilão de cessão de uso do mar, porque é um bem da União. Só depois o ganhador do leilão poderá fazer os estudos ambientais para obter uma licença. Então, vamos supor, uma lei aprovada em 2023 contará com um leilão em 2024, e a licença será conseguida três anos depois, em 2027, que é quando iremos construir os primeiros projetos. Até lá, o custo de produção já caiu bastante e nós já trouxemos o potencial de benefícios que uma indústria de eólico offshore pode trazer para o Brasil”, conclui.

Apesar de também compartilhar uma perspectiva positiva em relação à produção de energia limpa por meio da fonte eólica offshore, Lucca Zamboni, diretor executivo de Pesquisa do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL - IE/UFRJ), enfatiza a necessidade de uma análise criteriosa desse cenário. Segundo ele, uma abordagem equilibrada é essencial, uma vez que não bastaria apenas aumentar a geração de energia eólica e solar, já que essas fontes não são constantemente controláveis.

“Você acende a sua luz, a comporta da usina abre um pouquinho mais para regular o tanto de energia necessária para te atender. É preciso haver essa regulação da energia para garantir o fornecimento. Não adianta encher de energia eólica, energia solar, sendo que ela não é despachável, o que eu faço com essa sobra de energia, para onde vai tudo isso? Temos que trabalhar essas fontes de energia com outras soluções”, declara.

Zamboni destaca que a energia eólica tem um preço competitivo por megawatt-hora gerado, sendo uma opção econômica e não negligenciável. No entanto, ao avaliar a matriz energética como um todo, o acadêmico avalia que a viabilidade da energia eólica offshore pode ser questionada, dado que envolve custos adicionais, como estruturas de plataforma e fundações submarinas,

Por Fernanda Pacheco



**Elbia Gannoum, presidente da ABEEólica.**

tornando-a potencialmente mais cara em comparação com a eólica onshore. “Aqui na nossa matriz, temos um potencial muito grande onshore para fazer eólica. Não precisamos fazer offshore, temos espaço para fazer onshore de uma forma mais barata, sem pesar no preço da energia para o consumidor.”

O pesquisador explica que a geração de energia através de parques eólicos offshore faz muito mais sentido em países que não possuem as características favoráveis do Brasil. “Quando a gente fala na Europa, por exemplo, onde está o potencial de vento da Inglaterra? Está na Escócia, no mar. Eles não possuem um lugar com potencial que não seja o mar, que não possua obstáculos, que não tenha relevo, que não atrapalhe o vento. Por lá, acaba sendo vantajoso e muito interessante investir na eólica offshore”, argumenta.

Apesar disso, o especialista ressalta que existem situações em que faz sentido adotar essa modalidade de geração no Brasil. “Para sistemas isolados, como é o caso de Fernando de Noronha, [a energia eólica offshore] pode ser interessante. Tem também toda a questão da produção de petróleo em plataformas

sem energia. Ou você queima petróleo, ou coloca uma eólica junto a um sistema de armazenamento, que é um outro ponto que temos estudado bastante aqui no GESEL, para a descarbonização do setor elétrico.”

## Desafios

A busca pela expansão da produção de energia eólica offshore requer uma análise atenta das complexidades envolvidas, tanto em nível internacional quanto local. Neste contexto, as considerações sobre o Brasil como um dos protagonistas mundiais adquirem ainda mais relevância. O país deve enfrentar desafios específicos, desde a formulação de políticas até questões operacionais, a fim de alcançar os benefícios almejados com a energia eólica offshore.

Para Elbia Gannoum, as dificuldades que se apresentam no horizonte são multifacetadas e intrincadas. Ela identifica um desafio regulatório dividido em duas vertentes cruciais: a ambiental e o modelo de mercado. Quanto à perspectiva ambiental, a executiva afirma que já é possível notar avanços, uma vez que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) lançou seu termo de referência em 2020, fornecendo as diretrizes para os licenciamentos ambientais.

No entanto, o campo do desenho de mercado ainda exige uma atenção especial. Nesse sentido, um Projeto de Lei (PL 576/2021) está em tramitação no Congresso Nacional, com expectativa de aprovação ainda neste ano. De autoria do ex-senador Jean Paul Prates – atual presidente da Petrobras –, o marco regulatório estabelece diretrizes para a utilização das fontes de energia eólica, solar e de regiões offshore. O projeto foi aprovado pela comissão de infraestrutura do Senado há um ano, e atualmente aguarda pelo aval da Câmara dos Deputados. Surge, portanto, um desafio regulatório que se concentra em concretizar a legislação e, conseqüentemente, dar origem ao primeiro leilão de cessão.

Paralelamente, Elbia ressalta a existência de desafios técnicos a serem superados,

notadamente no que se refere à integração da cadeia de produção e à instalação das fábricas responsáveis pela criação dos imponentes aerogeradores, peças-chave na viabilização dessa empreitada.

“Temos outros desafios, como ajustar a estrutura de transmissão, e existe um efeito também na cadeia produtiva dos portos. A gente precisa de bons portos para fazer a eólica offshore, porque você fabrica o equipamento ali, na área do porto. Mas, tudo isso, a indústria já está se preparando para fazer. Competência a gente tem, o crucial é o desenho regulatório”, complementa.

## Impactos

Ao considerarmos alternativas de fontes renováveis para a geração da energia que sustenta nossas necessidades, a preocupação em minimizar os impactos ambientais e sociais torna-se intrínseca. Essa abordagem abarca não apenas a fase de instalação, mas também o funcionamento contínuo dos geradores. Afinal, o objetivo primordial não é simplesmente transferir os danos para um novo cenário, mas sim eliminá-los.

Nesse contexto, surge uma pergunta de grande relevância: a produção de energia eólica offshore possui um maior impacto se comparada a de outras fontes, como a da energia eólica onshore? Rodrigo Mello, diretor do Senai RN e do Instituto Senai de Inovação em Energias Renováveis (ISI-ER), esclarece que esses são impactos bem distintos, uma vez que estamos falando sobre ambientes diferentes.

“No caso da onshore, no Brasil, nos preocupamos com questões como: onde há a presença de florestas e faunas mais sensíveis, a presença de cidades, de áreas protegidas, de um assentamento, de quilombos, onde há rede de energia para escoar essa produção, onde há estradas para fazer um acesso mais razoável, etc. No mar, as preocupações são distintas, mas não menos importantes”, explica.

“No caso da eólica offshore, as preocupações são os ambientes de fluxo de turismo, de navios mercantes e de

segurança por parte da Marinha. Também existe a preocupação com os ambientes de fluxo de alguns animais, como rotas de baleias, golfinhos, entre outros. Também nos preocupamos com as rotas de passarinhos e morcegos, por exemplo. Há toda uma preocupação quanto a isso. Já existe muita coisa mapeada, tem muito trabalho em execução", complementa Mello.

O engenheiro ressalta que esse é um setor composto por muitas empresas oriundas da indústria petrolífera, as quais estão direcionando consideráveis investimentos com o propósito de preservar o meio ambiente de possíveis danos causados pela instalação de parques eólicos offshore. Neste contexto, a cultura de preservação ambiental seria um fator crucial, influenciando a reputação de cada empresa perante os consumidores.

"Essa é uma atividade que certamente terá um dos menores impactos ambientais

dentre as atividades econômicas rotineiras do ser humano, e terá um resultado muito positivo, com a perspectiva de produzir uma fonte de energia que menos impacta em nossas vidas e, a longo prazo, substituindo fontes de energias fósseis, do ponto de vista global", argumenta. "A questão é muito mais sobre a localização dos aerogeradores. Você precisa imaginar, do ponto de vista do mar, que serão apenas algumas 'agulhas em pé no palheiro', talvez menos do que isso. Esse é o impacto que um equipamento desse gera na vastidão do mar", conclui.

### Expectativas

Com esforços em andamento para regular e, posteriormente, produzir energia elétrica por meio de fontes eólicas offshore, há também a necessidade de se fixar metas de capacidade instalada de maneira realista. Sobre essa questão, a presidente

da ABEEólica, Elbia Gannoum, destaca que o Brasil não pode comprometer sua potencialidade de capacidade instalada, uma vez que está competindo globalmente com nações que investem fortemente em energia eólica offshore, como é o caso de Estados Unidos, Europa e Ásia.

"O Brasil precisa sinalizar rapidamente que vai fazer eólica offshore e que haverá uma certa estabilidade. É preciso dar um sinal de longo prazo, o que nós chamamos de rota de mercado. Estamos falando de algo em torno de 30 GW/ano a partir de 2027. Esse seria o número ideal para começar com offshore no Brasil, o que deixaria os investidores numa posição confortável para nos escolher como um país de investimentos em eólica offshore. Outros países já adotaram ou estão adotando esse posicionamento, se não o fizermos também, ficaremos de fora", afirma a executiva.

# Excelência em Transformadores

IRRIGAÇÃO  
ENERGIA FOTOVOLTAICA  
ENERGIA ELÉTRICA  
INDÚSTRIA  
MANUTENÇÃO

## MINUZZI®

[www.minuzzi.ind.br](http://www.minuzzi.ind.br)



# Distribuidores e revendedores de materiais elétricos

EMPRESA	Telefone	Site	Cidade	UF	A empresa é		Principal segmento de atuação			Possui filiais	Cobertura de atendimento	Regiões de atendimento					Principal formato na captação de clientes/atendimento							
					Distribuidora (atacadista)	Revendedora (varejista)	Industrial	Comercial	Residencial			Sudeste	Sul	Nordeste	Norte	Centro-Oeste	Possui loja(s) in-company	Telemarketing	Administração de contratos	Vendedores externos	Indicação/especialização de mercado	Balcão	Rede de Relacionamento	Loja Virtual
ADEEL MATERIAIS ELÉTRICOS	(62) 3092-1414	www.adeel.com.br	Goiana	GO	X			X		X	Nacional								X	X	X			X
ALBERNAZ ELECTRIC IND IMP E EXP LTDA	(38) 3561-4522	www.albernazelectric.com.br	João Pinheiro	MG		X	X	X	X		Regional	X						X	X	X	X	X		X
APS COMPONENTES ELÉTRICOS	(11) 5555-3800	www.apscomponentes.com.br	São Paulo	SP	X		X	X	X	X	Nacional	X		X				X	X	X	X		X	X
BA ELETRICA LTDA	(92) 2125-8000	www.baeletrica.com.br	Manaus	AM		X	X	X	X		Local				X			X	X	X	X	X	X	X
CARMEHIL COMERCIAL ELETRICA LTDA	(85) 4008-6666	www.carmehil.com.br	Fortaleza	CE	X	X	X	X	X	X	Local			X				X	X	X	X	X	X	X
COMERCIAL ELÉTRICA PJ	(11) 3649-9800	www.eletricapi.com.br	São Paulo	SP	X		X	X	X	X	Nacional	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X
COSTABAHIA REP.ELETRICAS LTDA	(71) 3312-0222	www.costabahianet.com.br	Salvador	BA																				
D'LIGHT	(11) 2937-4650	www.dlight.com.br	Guarulhos	SP	X		X	X	X		Nacional							X	X	X	X		X	X
EDILSON ELETRICA LTDA	(32) 3215-4473	www.edilsonletrica.com.br	Juiz de Fora	MG		X	X				Regional	X						X			X			
ELÉTRICA BAHIANA COM. & IMP.	(71) 3496 3111	www.eletricabahiana.com.br	Salvador	BA	X	X	X	X		X	Regional			X				X	X	X	X			X
ELÉTRICA CIDADE LTDA	(11) 99353-6572	www.eletricacidade.com.br	São Paulo	SP	X	X	X	X	X	X	Regional	X						X	X	X	X	X	X	X
ELETRICA PARANA	(65) 3388-0800	www.eletricaparana.com.br	Várzea Grande	MT		X	X	X	X	X	Nacional				X	X			X	X	X			X
ELETRONICOM	(44) 3027-9868	www.eletronicom.com.br	Maringá	PR	X	X	X	X			Nacional	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X
ELETRONICOM	(65) 3637-3333	www.eletronicom.com.br	Cuiabá	MT	X	X	X	X			Regional	X	X	X	X	X		X		X	X			
ELETRONICOM	(11) 3959-6855	www.eletronicom.com.br	São Paulo	SP	X		X	X	X		Nacional	X	X	X	X	X		X						
ELETRONICOM	(16) 2102-5444	www.eletronicom.com.br	Ribeirão Preto	SP	X	X	X	X	X		Regional			X				X	X	X		X		
ELETROMIL	(27) 3357-1000	www.eletromil.com.br	Vitória	ES	X	X	X	X	X	X	Nacional	X						X	X		X	X		
ELETROTIL SOLUÇÕES TÉCNICAS	(34) 3268-2033	www.eletrotil.com.br	Ituiutaba	MG		X	X				Nacional	X									X			
ELETROTRAFIC PRODUTOS ELETRICOS LTDA	(43) 3520-5000	www.eletrontrafic.com.br	Comélio Procópio	PR		X	X	X	X	X	Nacional		X					X	X	X	X	X	X	
FAME - MATERIAL ELETRICO	(11) 3478-5600	www.fame.com.br	São Paulo	SP										X										
FIORTE	(27) 2142-3606	www.lojaforforte.com.br	Serra	ES																				
GLOLANI COMERCIAL LTDA	(11) 2294-1133	www.gloiani.com.br	São Paulo	SP		X	X	X			Local	X								X	X			
HEILIND ELECTRONICS BRASIL LTDA	(11) 3017-8797	www.kotek.com.br	São Paulo	SP	X		X	X			Nacional	X	X	X	X	X		X	X	X				
LOJA ELÉTRICA	(31) 2318-8000	www.lojaeletrica.com.br	Belo Horizonte	MG	X	X	X	X	X	X	Nacional	X						X	X		X		X	
MÉDIA TENSÃO	(11) 2384-0155	www.mediatensao.com.br	Guarulhos	SP	X		X				Nacional	X	X	X	X	X		X		X				
NOFERCO EX COM. E SERV. DE ELETRICA	(11) 3473-3913	www.nofercoex.com.br	São Paulo	SP	X	X	X				Nacional							X	X		X			
NORTEI SUPRIMENTOS INDUSTRIAIS	(19) 2102-7700	www.nortel.com.br	Campinas	SP	X		X		X		Nacional	X	X	X	X	X	X	X	X			X		
OMEGA BRASIL COMP. AUTOMOTIVOS	(54) 2101-8900	www.omegabrazil.com.br	Caxias do Sul	RS	X		X				Regional	X						X				X		
ONIX DISTRIBUIDORA DE PRO. ELÉTRICOS	(44) 3233-8500	www.onixcd.com.br	Mandaguari	PR	X	X	X	X		X	Nacional	X	X					X	X	X		X		X
POLAR COMPONENTES BRASIL	(22) 2105-7777	www.polarb2b.com	Macaé	RJ	X	X	X		X		Nacional	X						X	X	X	X	X		X
REYMASTER MATERIAIS ELETRICOS	(47) 3207-7780	www.reymaster.com.br	Joinville	SC	X	X	X		X		Nacional	X						X	X	X	X			X
SANTA CLARA DIST. DE MAT. ELÉTRICOS	(51) 3062.1004	www.santaclaradistribuidora.com.br	Porto Alegre	RS	X			X			Regional	X							X					X
SONEPAR SOUTH AMERICA PARTICIPAÇÕES	(11) 2165-8244	www.sonepar.com.br	São Paulo	SP	X		X	X	X	X	Nacional	X						X	X	X	X	X	X	X
SULMINAS FIOS E CABOS LTDA	(35) 3714 2660	www.sulminasfioscabos.com.br	Poços de Caldas	MG	X		X	X			Nacional							X	X	X	X			
SUPER ENERGIE COM.MAT.ELETRICOS EIRELI	(11) 99200-1245	www.supereletrica.com.br	São Paulo	SP	X		X	X			Local	X						X		X	X		X	
TJC DE IGUAÇU COMERCIAL ELETRICA LTDA	(21) 2667-1324	www.eletronforconecta@hotmail.com	Nova Iguaçu	RJ		X		X	X		Regional	X						X		X	X		X	X
UNION SISTEMAS E ENERGIA LTDA	(11) 3512-8900	www.unionistemas.com.br	São Paulo	SP	X		X	X		X	Nacional	X						X	X	X				X
VEXTROM INDÚSTRIA E COMERCIO LTDA	(11) 3672-0506	www.vextrom.com.br	São Paulo	SP	X	X	X				Local	X						X		X		X		X



# Corrosão em materiais concretados de aterramento

Metais enterrados estão sujeitos à agressividade do solo, que se manifesta sob a forma de corrosão. Uma primeira medida para se reduzir a corrosão é a não interligação de metais diferentes, especialmente quando imersos diretamente no solo. Em solos pouco agressivos (pouco ácido e de resistividade superior a 250  $\Omega$ m), não tem sido verificada corrosão severa quando a relação entre áreas dos metais anódico (o aço, menos nobre) e catódico (o cobre, mais nobre) é inferior a 10%.

Os seguintes métodos de proteção contra corrosão para elementos metálicos ferrosos enterrados podem ser adotados: revestimento das superfícies; superdimensionamento da seção do elemento enterrado; e proteção catódica (norma NBR-16896 - Proteção catódica de estruturas complexas – Requisitos).

Um caso particular do revestimento das superfícies metálicas vem a ser o uso de ferragens de fundação como elementos de aterramento, que é uma alternativa prevista pela norma NBR-5419 e por outras normas. O concreto, quando enterrado, vem a ser um meio uniforme, alcalino e de resistividade semelhante à do solo local, esta última característica decorrente de ser um meio higroscópico. São admissíveis interligações entre cobre e aço quando ambos estão embutidos no concreto ou entre cobre no solo e aço no concreto, neste último caso, desde que a conexão seja feita no interior do concreto ou externa, isto é, não enterrada (acima do nível do solo ou em uma caixa de inspeção).

O potencial natural do aço é consideravelmente alterado quando ele é embutido no concreto, devido à alta resistividade do concreto

seco. O PH alcalino do concreto favorece a formação de um filme protetor na superfície do aço (passivação do aço), sendo o potencial eletroquímico natural do cobre menos sensível a estas variações do meio. Este processo resulta na aproximação dos valores de potencial eletroquímico do aço embutido no concreto e do cobre no solo ou embutido no concreto, que assumem valores próximos na série galvânica (em torno de  $-200$  mV). Quando se tem aço embutido no concreto interligado com cobre, também dentro do concreto, o efeito de corrosão galvânica é desprezível, pois a circulação de corrente nesse meio é muito pequena. Outro aspecto importante é que o concreto reduz o eletrólito e a aeração e uniformiza o meio.

No entanto, se ocorrer a penetração de CO<sub>2</sub> (gás carbônico) pelos poros do concreto, o pH baixa para 9 e nesse pH ocorre a chamada carbonatação, que degrada o óxido protetor formado durante a passivação da superfície do aço. A entrada de cloretos também ataca este óxido protetor e corrói as ferragens dentro do concreto. O CO<sub>2</sub> e os cloretos penetram nos poros do concreto transportados pela umidade, por isso, o concreto seco não apresenta risco de corrosão das suas ferragens de armadura, mas a parte enterrada pode apresentar corrosão, especialmente em solos alagados e/ou ácidos.

De acordo com a IEC-62305-2010, item E.4.3.4, os seguintes materiais podem ser usados como condutores instalados em concreto para fins de aterramento - aço, aço macio, aço galvanizado, aço inoxidável, cobre e aço revestido de cobre. Fitas de aço galvanizado podem ser utilizadas em fundações de concreto, diretamente interligadas às armaduras de aço.

Porém, o comportamento de uma camada galvanizada sobre aço em concreto é complexo, principalmente em solos de baixa resistividade, contaminados por cloretos, ou em áreas costeiras (onde pode haver sal dissolvido nas águas subterrâneas), quando o zinco poderá corroer rapidamente.

Para concluir cabe lembrar que o aço oxidado ocupa um volume superior ao do aço puro, o que pode resultar em fissuras e rachaduras no concreto, que além do possível comprometimento estrutural, aceleram o processo de corrosão das partes metálicas nele existentes, pois facilitam a penetração da água e de aeração.

---

*\*Rinaldo Júnior Botelho é engenheiro electricista, bacharel em Matemática, MBA em gestão empresarial, membro do COBEI na Comissão de Sistemas de Aterramento, coordenador do Grupo de materiais para aterramento e membro da comissão da ABNT NBR 5419, conselheiro no CIESP Guarulhos, sócio-diretor e responsável técnico da Fastweld Industria e Comércio Ltda.*

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

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



# Há 43 anos levando energia para as principais obras do país.



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

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

[mse.com.br](http://mse.com.br)





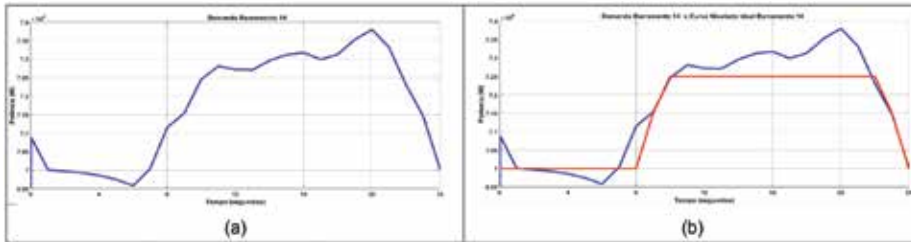


Figura 2 - Curvas de demanda: (a) Demanda da subestação – (b) Demanda nivelada proposta.

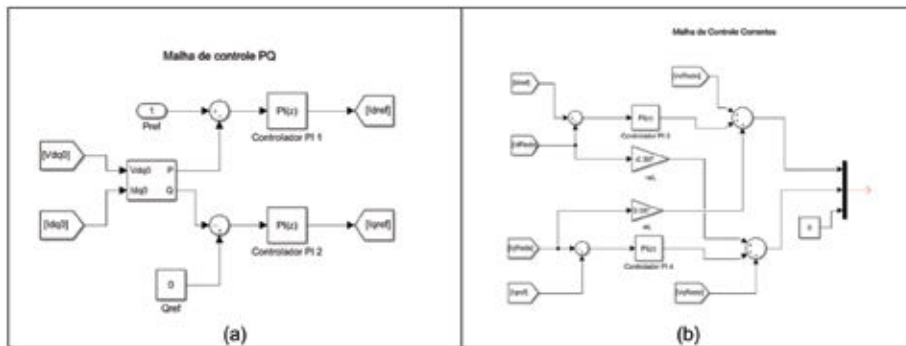


Figura 3 - Malhas de controle do SAEB – (a) Controle PQ – (b) Controle de corrente.

A fim de se obter um comportamento de demanda de um caso real, uma curva de carga adquirida de um alimentador da Subestação 6 da cidade de Uberlândia, Minas Gerais, fornecida pela Companhia de Energia de Minas Gerais (CEMIG), disponível em [6], foi inserida ao sistema no barramento 14, Figura 2.

Mediante a modelagem da malha de controle PQ, Figura 3 (a), em conjunto com a malha de controle de corrente, Figura 3 (b), no Simpowersystems, Matlab, e a inserção do armazenador na barra 14, obteve-se a curva de carga já nivelada ilustrada pela Figura 4.

Mediante os resultados obtidos e ilustrado pela Figura 4, observa-se que o sistema opera como o esperado, já que a característica da curva de carga inserida ao sistema foi consideravelmente suavizada. Contudo, deve ser avaliada a dinâmica operacional do sistema no que se refere às perdas e tensões nas barras próximas ao ponto de conexão do SAEB.

**REFERÊNCIAS**

[1] BRASIL. Ministério Minas e Energia. Secretaria de Desenvolvimento e planejamento energético. *Resenha Energética Brasileira*. Brasília, DF, 2020.

[2] BARATA, H. A.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA, W. D.; VIEIRA, J. P. A. Impacto de Redes de Distribuição Ativas com Massiva Conexão de Geradores Fotovoltaicos na Estabilidade de Tensão de Longo Prazo em Sistemas de Potência. XVII ERIAC ENCUESTRO REGIONAL IBEROAMERICANO DE CIGRÉ, 17, 2017, Cidade do Leste: CIGRÉ; 2017. 8p.

[3] SRIVASTAVA A., KUMAR A., SCHULZ A. Impact of distributed generations with energy storage devices on the electric grid. *Systems Journals, IEEE* 6, no. 1 (2012): 110-117.

[4] GAO, W. D. *Energy Storage for Sustainable Microgrid*. Academic Press, 2015.

[5] CIGRE TASK FORCE C6.04.02. *Benchmark Systems for Network Integration of Renewable and Distributed Energy Resources*, 2014.

[6] RUBENS, J.; *Curva do alimentador subestação 6 da Cemig de Uberlândia – MG*. Disponível em [www.jrubens.eng.br](http://www.jrubens.eng.br). Acesso em: 18 de agosto de 2021.

\*Fabricio Augusto Matheus Moura, Dr., possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU-2005). Obteve o título de Mestre em ciências no Núcleo de Qualidade e Racionalização da Energia Elétrica (08/2008) e o título de Doutor em ciências (08/2011) no Núcleo de Dinâmica de Sistemas Elétricos, ambos pela UFU, Faculdade de Engenharia Elétrica. Atualmente, é professor associado do Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, onde desenvolve atividades de ensino, pesquisa e extensão. Tem experiência em Engenharia Elétrica, ênfase em Eletrotécnica, atuando principalmente nos seguintes temas: Qualidade e Racionalização da Energia Elétrica, Dinâmica de Sistemas Elétricos, Recursos Energéticos Distribuídos e Microrredes.

Arnaldo José Pereira Rosentino Junior, Dr., possui graduação, mestrado e doutorado pela Universidade Federal de Uberlândia, com graduação sanduíche no Institut National des Sciences Appliquées de Lyon e doutorado sanduíche na University of Alberta, Electrical and Computer Engineering. Atualmente é professor na Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas, Departamento de Engenharia Elétrica. Atua nas áreas de qualidade da energia, subestações, energias renováveis e análise de dados.

Marcus Vinicius Borges Mendonça, Dr., possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2005). Obteve o título de Doutor em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia (2010). Durante este período, participou de projetos de pesquisa e desenvolvimento em parceria com as seguintes distribuidoras de energia elétrica: CEB, Light, CEMIG e CELG. É professor no Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), onde, atualmente, atua como professor associado. Tem realizado pesquisas na área de Sistemas Elétricos de Potência, sendo a maioria dos trabalhos vinculada à subárea de Qualidade da Energia Elétrica.

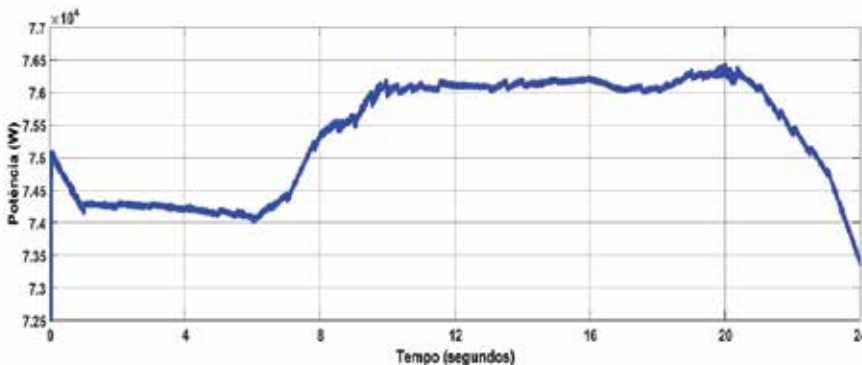


Figura 4- Curva de carga nivelada.



# Lixo gerando energia para o futuro

A destinação adequada e ecologicamente responsável dos resíduos sólidos urbanos (RSU) ainda é uma necessidade para a maioria dos países, um objetivo coletivo que está longe de ser plenamente atingido. Mas há progressos notáveis nesse sentido, inclusive trazendo como benefício complementar a geração de energia renovável e despachável.

As usinas geradoras de energia que empregam RSU como combustível são chamadas de Unidades de Recuperação Energética de Resíduos (URE). Desde 2021, elas têm participado dos leilões públicos para novos empreendimentos, que visam suprir as necessidades das empresas distribuidoras de energia elétrica. A inclusão dessas usinas nos leilões foi uma iniciativa crucial do governo federal para reduzir os custos e mitigar os impactos ambientais severos associados ao lixo produzido. E as concessionárias de distribuição, que prestam um serviço público regulado e fiscalizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), aderiram e incluíram alguns desses projetos de recuperação energética de RSU como seus fornecedores de energia.

A viabilidade e os benefícios associados à geração de energia a partir de RSU são temas recorrentes nos debates do CIGRE-Brasil, uma das maiores redes colaborativas de pesquisa e troca de conhecimento sobre sistemas elétricos com atuação no Brasil. Os leilões representam um avanço na integração dessa fonte em nossa matriz: as UREs precisam dessa e de outras iniciativas que fomentem seu desenvolvimento, pois desempenham dois papéis essenciais para a sociedade: geram energia elétrica e térmica, além de proporcionarem uma destinação sustentável, em larga escala, para os RSU. Ao combinar o tratamento do lixo urbano com soluções de destinação, essas usinas não apenas contribuem para a produção de energia, mas também solucionam uma questão de saneamento, que é a gestão dos RSU.

Por um lado, a introdução da recuperação energética na matriz de fontes alternativas de energia do país representa um passo significativo na direção de desviar resíduos de aterros sanitários. Isso é crucial, especialmente dada a crescente escassez de espaços para o descarte de lixo urbano – o que, por sua vez, amplia a vida útil desses aterros. Isso não apenas promove um modelo integrado e sustentável para as cidades, mas também gera receitas adicionais. Por outro lado, o potencial da geração de energia a partir de RSU no Brasil oferece números atraentes para os setores de saneamento e elétrico. Essa união é essencial para o bem-estar do País.

Em termos de saneamento adequado para os resíduos sólidos urbanos, é importante entender a realidade que nos cerca. Anualmente, o País produz cerca de 82 milhões de toneladas de lixo, mas apenas pouco mais de 3,9% são reciclados ou submetidos à compostagem, de acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Além disso, somos responsáveis por gerar aproximadamente um quilo de lixo plástico por habitante a cada semana, o que nos coloca em quarto lugar no ranking mundial de maiores produtores de lixo plástico, com 11,3 milhões de toneladas, segundo dados do Banco Mundial e do Fundo Mundial para a Natureza.

Enquanto o RSU é frequentemente considerado um problema ambiental grave, quando se torna combustível para as UREs, cerca de 85% do seu volume é efetivamente aproveitado, de acordo com o Índice de Coleta Nacional. Com um volume diário de aproximadamente 250.000 toneladas por dia, valores típicos para RSU em escala nacional, a contribuição potencial para energia é estimada em cerca de 30 TWh/ano.

Ao considerar o consumo de eletricidade em 2019, que foi de cerca de 650 TWh/ano, conforme o Balanço Nacional de Energia

2019/2020 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a conversão completa de RSU por meio de tratamento térmico geraria energia elétrica equivalente a cerca de 4% da geração nacional. Isso sugere que mesmo uma participação mínima na matriz energética do Brasil poderia ter um impacto ambiental substancial, trazendo vantagens notáveis para o setor de saneamento.

Portanto, a geração de energia a partir da recuperação de RSU não busca competir no mercado elétrico com outras fontes de geração, mas sim encontra seu espaço como uma solução amigável ao meio ambiente, sustentável e benéfica para o saneamento.

A experiência internacional reforça esse caminho. Países da União Europeia, Estados Unidos, China, Índia, entre outros, priorizaram a geração de energia a partir de RSU como parte fundamental da gestão desses resíduos. Além de proporcionar uma destinação sustentável, essa abordagem contribui para a geração de energia elétrica limpa, renovável e estável, conferindo maior confiabilidade e estabilidade ao sistema elétrico.

Do ponto de vista nacional, precisamos dar continuidade às análises e pesquisas. No CIGRE-Brasil, temos olhado com muito cuidado para esse tema. Além dos estudos e aprimoramentos para replicar esse modelo, também é necessário avançar em políticas que viabilizem a implementação dessas usinas. Sem dúvida, a inclusão nos leilões regulados foi um passo importante, mas o mercado está mudando, se modernizando, e esses certames não são mais a força motriz que puxa a expansão da matriz elétrica. É preciso pensar em outras estratégias de incentivo para tornar essa geração com recuperação de resíduos competitiva no mercado livre.

---

*\*João Carlos Mello é presidente da Thyrimos Energia e membro honorário do Comitê Nacional Brasileiro de Produção e Transmissão de Energia Elétrica – CIGRE Brasil.*



Conheça nossa  
linha de  
Baixa Tensão

## Solução completa em dispositivos de proteção, comando e medição elétrica

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

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

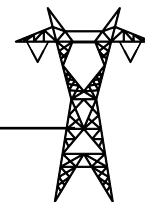
No Brasil, contamos com uma vasta rede de distribuidores e integradores de sistemas devidamente treinados e prontos para atendê-lo tanto em novas instalações como em retrofits. Acesse os nossos canais de comunicação e conheça mais.

Conheça a Mitsubishi Electric nos seguintes canais:





Cláudio Mardegan é CEO da EngePower Engenharia  
Membro Sênior do IEEE. Membro do Cigrè  
claudio.mardegan@engepower.com



## Tema de hoje: curto-circuito x norma

Na terceira publicação desta coluna, falamos sobre curto-circuito e que corrente de curto-circuito é única, porém seu valor varia com o tempo, devido ao decréscimo das impedâncias das máquinas, conhecida como decréscimo da componente AC, e também devido ao decréscimo da componente DC, que depende do valor do X/R do sistema.

O curto-circuito surgiu antes das normas. As normas surgiram para se ter um valor de curto-circuito simétrico/assimétrico mais adequado para cada aplicação. Para efeito mecânico interessa o maior valor de pico. Para avaliação de esforços mecânicos em disjuntores, também o primeiro meio ciclo - na IEC é conhecida como making current e seu valor é de pico. Na norma americana, é conhecida como closing and latching capability ou momentary current, e seu valor é eficaz. Para avaliar os esforços de interrupção, interessa o tempo no qual o disjuntor irá interromper a corrente, normalmente entre 2 e 5 ciclos. Neste caso, deve-se considerar o decréscimo das componentes AC e DC da corrente de curto-circuito para determinar se estará dentro da capacidade de interrupção nominal do equipamento. Cada norma apresenta a sua tratativa para este cálculo.

Assim, para avaliação de equipamentos quanto ao curto-circuito, se temos

equipamentos IEC, é necessário simular as correntes de curto-circuito de acordo com a norma IEC 60909. Para equipamentos de acordo com a norma americana, devemos simular o curto-circuito de acordo com as normas IEEE Std C37.010 (AT/MT) e IEEE Std C37.13 (BT).

Como visto, para cada tipo de análise, o valor da corrente de curto-circuito pode variar. Porém o dimensionamento e verificação de equipamentos busca-se sempre o maior valor.

No caso de estudos de seletividade e de energia incidente, deve-se buscar o valor de corrente de curto-circuito mais próximo possível do real. Tem-se dois tipos de dispositivos: A - instantâneos; e B - temporizados.

Para os dispositivos instantâneos, utilizam-se os valores de curto-circuito de 1/2 ciclo e com valor assimétrico eficaz. O valor mais próximo do real é o valor obtido usando calculados normais de circuito. Afinal, o curto-circuito surgiu muito antes das normas.

Para os dispositivos temporizados, utilizam-se os valores de curto-circuito transitórios simétricos eficazes, sem a contribuição de motores.

A principal razão de não serem utilizados os valores IEC para seletividade e energia incidente é que estes costumam diferir substancialmente dos valores reais

obtidos em dezenas de oscilografias.

Lembramos que as normas ditam os quesitos mínimos e o engenheiro profissional deve buscar sempre uma modelagem que melhor represente os valores reais.

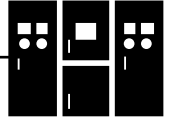
Embora a norma IEC 60909 preconize que o curto-circuito mínimo calculado conforme esta norma "can be used" para proteção, após a análise de diversas oscilografias, temos verificado que não é a mais adequada.

Utilizar um valor calculado de curto-circuito maior que o real, quando da ocorrência de um curto-circuito real, o valor será menor, e este valor poderá cair na região da curva de proteção a tempo inverso, implicando num tempo de atuação maior. Este fato irá aumentar os danos aos equipamentos, o tempo de reparo e o tempo com perda de produção.

O mesmo acontece com a energia incidente, aumentando-se o tempo, aumenta-se a duração do arco, a gravidade das queimaduras, e a energia incidente impactando na necessidade de EPCs (relés de arco, arc quenching devices) e EPIs (vestimentas com energia incidente maior). Bons profissionais realizam os estudos no estágio da arte, buscando sempre o melhor para o cliente. (segurança/proteção/produção).



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



## Barramentos blindados e a expansão imobiliária

A utilização de barramentos blindados é uma prática industrial que completa 100 anos nesta década, mas seu desenvolvimento se deu no ambiente industrial, com o objetivo de possibilitar flexibilidade de layout da instalação, proporcionando mudanças, sem a perda de materiais.

Entretanto, a qualidade e as características elétricas e mecânicas deste produto, vem sendo aprimorada ao longo deste século, possibilitando a utilização em outros ambientes e tipos de aplicação, antes, impensáveis.

Uma destas aplicações é o ambiente predial, seja ele comercial ou residencial. Sua utilização foi iniciada nos anos 90, através do trabalho conjunto dos fabricantes e da concessionária local da capital de São Paulo, à época. Foram muitas as motivações que estimularam esse desenvolvimento, dentre elas, a busca por um sistema que dificultasse a fraude ou perdas não técnicas e a redução das perdas técnicas para atendimento às exigências legais de qualidade de fornecimento de energia elétrica, através da redução da queda de tensão.

Contribuiu ainda para o desenvolvimento dos barramentos blindados a busca da indústria por redução dos custos operacionais da distribuidora, através da eliminação da função do leiturista, com a aplicação do sistema de medição eletrônica centralizada. Além disso, a busca por redução de custos por

meio da otimização técnica para distribuição de energia elétrica em edifícios de grande porte, com atendimento às máximas quedas de tensão estabelecidas pela NBR-5410, ou seja, 7% desde a transformação até a última carga, também impactaram na busca pelo aprimoramento dos barramentos blindados.

Mas o leitor se pergunta: O que isso tem a ver com o desenvolvimento imobiliário? Minha resposta é: tudo!

A aplicação da solução de distribuição de energia através de barramentos em trechos verticais para edifícios muito altos, substituí o sistema tradicional de centros de medição conectados com longos e pesados circuitos de cabos de cobre, cujas prumadas, se construídas fossem, custariam fortunas, e em muitos casos, inviabilizam a construção pelo limite de queda de tensão. Edifícios mais antigos em centros urbanos já com bom desenvolvimento imobiliário, utilizavam-se de subestações em média tensão em andares intermediários, de modo a viabilizar menores quedas de tensão, mas todos eles eram de uso comercial e sem medição de energia individualizada. Edifícios residenciais não podem ter energia rateada desta forma, portanto, essa limitação era quase um impedimento à construção do empreendimento.

Felizmente, o Brasil tem descentralizado o desenvolvimento imobiliário, graças ao crescimento econômico fora do eixo Rio-São

**CONTRIBUIU AINDA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS BARRAMENTOS BLINDADOS A BUSCA DA INDÚSTRIA POR REDUÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DA DISTRIBUIDORA, ATRAVÉS DA ELIMINAÇÃO DA FUNÇÃO DO LEITURISTA, COM A APLICAÇÃO DO SISTEMA DE MEDIÇÃO ELETRÔNICA CENTRALIZADA.**

Paulo, o que tem obrigado as distribuidoras de energia a atualizarem suas normas técnicas de distribuição para edifícios de uso residencial, misto ou comercial com múltiplas unidades, possibilitando a aplicação de barramentos blindados para este fim. Esse movimento é fundamental para o desenvolvimento imobiliário.

Finalmente, é necessário, para efeito de redução de custos de produção por aumento da escala, que sejam unificados os padrões construtivos e metodologias de dimensionamento, o que possibilitaria crescimento deste mercado de maneira exponencial.



Luciano Rosito é engenheiro eletricitista, especialista em iluminação e iluminação pública. Professor de cursos de iluminação pública no Brasil e exterior. Palestrante em seminários e eventos na área de iluminação e eficiência energética. Colaborador da Revista O Setor Elétrico. Coordenador de comissões de estudo e grupos de trabalho para a criação e revisão de normas técnicas no Brasil, junto ao CB03 do Cobei- ABNT. Pesquisador de sistemas de iluminação pública. Ex-coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública – CEIP de 2006 a 2010. Ex-coordenador da área de Iluminação do LABELO – PUCRS.



## Eficiência energética em iluminação de áreas privadas

No mês de agosto de 2023, com o segundo semestre do ano em andamento, voltam-se as expectativas para aplicação da eficiência energética no setor privado, onde historicamente os investimentos são realizados em maior volume entre setembro e novembro de cada ano. Mudando um pouco o tema da coluna, também em função de mudança profissional, tenho observado muito as oportunidades de melhoria em termos de aplicação de eficiência energética em iluminação de áreas privadas, em diversos segmentos. Não é um tema novo, mas que se renova em função de novas possibilidades de aplicação de LEDs e principalmente do uso de sistemas de controle e sensores de presença e luminosidade.

**NOS ÚLTIMOS 10 ANOS, VIMOS A TECNOLOGIA LED TOMAR CONTA DO SEGMENTO DE ILUMINAÇÃO DE ÁREAS PRIVADAS E PÚBLICAS, EM FUNÇÃO DA POSSIBILIDADE DE ECONOMIA DE ENERGIA, DIMINUIÇÃO DE MANUTENÇÃO, ENTRE OUTRAS VANTAGENS JÁ CITADAS EM ARTIGOS ANTERIORES. NESTE PERÍODO, O LED EVOLUIU, MELHOROU A VIDA ÚTIL E A EFICÁCIA, BEM COMO A QUALIDADE DA LUZ EM TERMOS DE ESPECTRO E REPRODUÇÃO DE CORES.**

Nos últimos 10 anos, vimos a tecnologia LED tomar conta do segmento de iluminação de áreas privadas e públicas, em função da possibilidade de economia de energia, diminuição de manutenção, entre outras vantagens já citadas em artigos anteriores. Neste período, o LED evoluiu, melhorou a vida útil e a eficácia, bem como a qualidade da luz em termos de espectro e reprodução de cores.

Quem fez a troca da iluminação convencional para LED já chegou ou está chegando no momento de novas atualizações tecnológicas, de substituir o LED antigo pelo LED mais atual e eficiente. É neste momento que surgem novas oportunidades de elaborar um projeto mais detalhado considerando a aplicação e o uso de sistemas de controle da luz, além, é claro, da possibilidade de já usar sistemas de controle onde o sistema de iluminação já está preparada para isto e nas instalações novas, obviamente também. Então temos três tipos de projetos, sendo: instalações novas, retrofit das instalações antigas (anteriormente em LED ou não) e projetos específicos de sistemas de controle de iluminação, que são possibilidades de aplicação de sistemas de iluminação mais modernos em áreas privadas.

Em qualquer dos casos citados, a aplicação do controle da luz potencializa os ganhos e torna o sistema de iluminação mais moderno obtendo ganhos adicionais que podem representar um diferencial significativo de economia de energia e eficiência para o local onde será aplicado. Os sistemas de controle evoluíram neste período, com a ampliação e novidades relativas ao protocolo DALI, uso de sistemas sem fio como o ambiente CASAMBI, o uso de aplicativos

de celular para programação dos sistemas de controle, entre outras funcionalidades com o uso de cada uma destas tecnologias.

Atualmente, desenvolver um projeto de iluminação, seja ele novo ou retrofit de uma instalação existente, sem considerar o uso do controle, é privar o cliente e o usuário final de uma ferramenta importantíssima para a gestão correta do uso da energia. Além do benefício para o cliente proprietário do sistema de iluminação, o uso dos sistemas de controle beneficia o usuário final do espaço que terá oportunidade de conviver em um ambiente onde a iluminação serve as pessoas além das questões operacionais, com a qualidade de vida, saúde e bem-estar de quem ocupa o espaço iluminado. O uso correto da luz e o controle do espectro ao longo do dia pode ser projetado no uso dos sistemas de controle observando o ciclo circadiano das pessoas e promovendo uma luz visando um maior conforto e atenção ao ser humano.

No Brasil, há um campo enorme para que projetistas de iluminação, engenheiros responsáveis pelas instalações elétricas de áreas privadas, empresas de engenharia, integradores, entre outros, ofereçam serviços e produtos que usem a tecnologia do sistema de controle para promover ambientes internos de trabalho, estudo, circulação, etc, mais alinhados com as melhores práticas e que sejam modelos para uma evolução no nosso país deste segmento como um todo. A luz controlada, medida e gerenciada para ajudar o dia a dia de cada empresa a tornar seus ambientes mais seguros, produtivos e sempre pensados para o conforto das pessoas.





Aguinaldo Bizzo de Almeida é engenheiro eletricista e atua na área de Segurança do trabalho. É membro do GTT – NR10 e inspetor de conformidades e ensaios elétricos ABNT – NBR 5410 e NBR 14039, além de conselheiro do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo (CREA-SP). É autor do livro “Vestimentas de Proteção para Arco Elétrico e Fogo Repentino” e diretor e consultor de Desenvolvimento e Planejamento e Segurança do Trabalho (DPST).



## Operações Elementares em baixa tensão conforme NR-10 – PARTE 3

Além das medidas de controle para choque elétrico descritas nos artigos anteriores, a análise quanto a possível caracterização de “operação elementar conforme NR-10”, em instalações elétricas de baixa tensão, deve-se também avaliar o nível de risco referente à Proteção Contra Fogo de Origem Elétrica.

A norma estabelece como princípio fundamental que as pessoas e o patrimônio devem ser protegidos contra possíveis danos ou ferimentos provocados pelo calor ou fogo, que pode ser gerado ou propagado pela instalação elétrica, considerando os requisitos da NBR 5410 e as instruções dos fabricantes de equipamentos.

Da mesma forma, o calor gerado por equipamentos elétricos não pode causar perigo ou eventuais efeitos danosos aos materiais fixos adjacentes, bem como, devem ser protegidos contra:

- Efeitos térmicos ou a degradação dos materiais e o risco de queimadura associado aos equipamentos elétricos;
- Deficiências na segurança de funcionamento dos equipamentos elétricos, incluindo os serviços de segurança; e
- Propagação de chamas, em caso de risco de incêndio propagado pelas instalações elétricas a outros compartimentos com barreiras dispostas na proximidade.

A NBR 5410 estabelece que quando um componente da instalação, fixo ou

estacionário, for suscetível de produzir, em operação normal, arcos ou centelhamento, ele deve ser totalmente envolvido por material resistente a arco ou separado por materiais resistentes a arcos, de elementos construtivos da edificação sobre os quais os arcos possam ter efeitos térmicos prejudiciais. Além disso, deve ser instalado a uma distância suficiente dos elementos construtivos sobre os quais os arcos possam ter efeitos térmicos prejudiciais, de modo a permitir a segura extinção do arco.

Os materiais resistentes a arcos mencionados devem ser incombustíveis, apresentar baixa capacidade de condução térmica e possuir espessura capaz de assegurar estabilidade mecânica.

Ressalta-se que para instalações elétricas em locais caracterizado como “área classificada”, inúmeros requisitos técnicos específicos conforme normas técnicas nacionais e/ou internacionais devem ser considerados.

Dessa forma, requisitos específicos para proteção contra “incêndios e explosões” devem ser considerados no projeto das instalações elétricas, devendo ser evidenciado de forma explícita no “memorial descritivo do projeto”, contemplando o disposto no item 10.3.9 da NR-10.

No próximo artigo trataremos sobre o requisito referente à proteção ao risco de arco elétrico, sendo esse o tema que mais gera dúvidas de como ser atendido nesse tipo de cenário estabelecido na NR-10.

# PARATEC

A SOLUÇÃO QUE PROTEGE

## SISTEMA DE PÁRA-RAIOS

PREDIAIS - SISTEMA COMPLETO



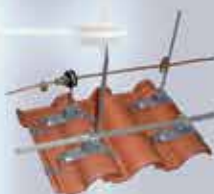
CAPTORES TIPO FRANKLIN



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

ou ligue

Tel.: (011) 3641-9063

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



@paratec\_para-raios



Paratec Para-Raios



Danilo de Souza é engenheiro eletricitista pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). É especialista em Energia e Sociedade pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestre em Energia e pesquisador no Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo (USP). Danilo é professor na Universidade Federal de Mato Grosso, sendo membro do Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Planejamento Energético – NIEPE, e é Coordenador Técnico do CINASE – Circuito Nacional do Setor Elétrico | [www.profdanilo.com](http://www.profdanilo.com)



## Crescimento econômico e planejamento energético: uma reflexão à luz de Georgescu-Roegen

O planejamento energético sempre funcionou sob uma premissa quase inabalável: o crescimento econômico constante é inevitável. Tradicionalmente, os tomadores de decisão preveem, com otimismo, um futuro próspero, e isso guia a expansão da geração e transmissão de energia. No entanto, essa abordagem, extremamente útil e necessária, foi alvo de grandes questionamentos nos anos 70. E é aqui que a visão de Nicholas Georgescu-Roegen, um economista romeno-americano, torna-se pertinente.

Georgescu-Roegen alertou sobre os perigos de uma visão econômica que ignora os limites naturais, utilizando a lei da entropia como sua principal ferramenta argumentativa. Em sua obra icônica, *The Entropy Law and the Economic Process*, ele ressalta que a termodinâmica não é apenas uma teoria abstrata, mas uma realidade que permeia todos os aspectos de nossa existência, incluindo a economia. Segundo o autor, a atividade econômica, assim como qualquer outro processo no universo, aumenta a entropia, ou seja, a desordem e a energia indisponível para o trabalho.

Esse entendimento leva-nos a questionar a sustentabilidade do crescimento econômico incessante a partir do uso de energia e matéria. Se todas as atividades econômicas inevitavelmente aumentam a entropia, há um limite para o quanto



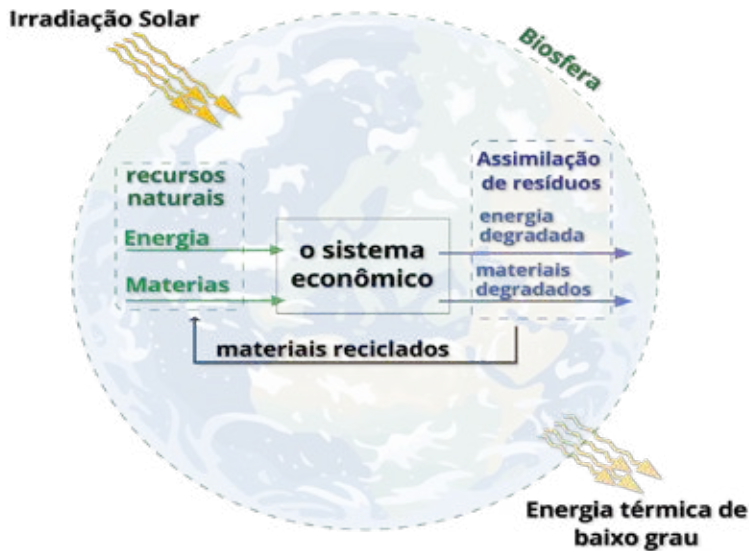
podemos crescer sem exceder a capacidade da Terra de nos sustentar. Mais cedo ou mais tarde, vamos nos deparar com as fronteiras naturais que delimitam nosso crescimento, seja em termos de recursos naturais, capacidade de absorção de resíduos ou mesmo a viabilidade de sistemas ecológicos.

O que isso significa para o planejamento energético? Primeiramente, precisamos reavaliar a premissa do crescimento eterno. Os recursos naturais, incluindo aqueles usados para gerar até o momento a maior parte de energia mundial, são finitos. Assumir que sempre teremos recursos suficientes para sustentar o crescimento contínuo é, no mínimo, imprudente. Em vez disso, a partir da leitura de Georgescu-Roegen, o planejamento energético deve considerar um cenário de estabilização

ou até mesmo de contração. Isso não sob uma perspectiva negativa, interpretado como crise ou estagnação. Entretanto, o economista propõe uma forma diferente de ver a economia, que não implica necessariamente um declínio na qualidade de vida. Contrariamente, ao reconhecermos e respeitarmos os limites naturais, podemos buscar formas mais eficientes e sustentáveis de produzir e consumir energia. A difícil tarefa da transição para fontes renováveis de energia e a ênfase na eficiência energética são passos cruciais nessa direção.

Em segundo lugar, é vital incorporar uma perspectiva de longo prazo no planejamento energético. Em vez de focar apenas nas demandas imediatas, devemos considerar como nossas decisões hoje

## O sistema econômico da humanidade é um subsistema do ambiente global, e não pode ser visto fora dele.



antrópico na biosfera (sustentáveis). Ignorar a sustentabilidade pode resultar em custos elevados a longo prazo, como degradação ambiental e vulnerabilidades geopolíticas, enquanto o foco na sustentabilidade pode gerar inovação e resiliência para as gerações futuras, sem esquecermos que muitos da geração presente estão excluídos das possibilidades mínimas de consumo para uma existência digna.

A utilização de fontes de energia renovável e reciclagem pode atenuar a aceleração da entropia ambiental, resultante da tendência dos sistemas naturais de moverem-se para um estado de maior desordem, especialmente quando perturbados por atividades humanas. Embora essas práticas reduzam a poluição e a necessidade de novos recursos, elas não eliminam completamente o problema da entropia. A combinação de energias renováveis, reciclagem, redução do consumo e design sustentável é crucial para uma gestão mais eficaz dos recursos globais.

Pelo fato de o crescimento econômico ter sido a pedra angular do planejamento energético por décadas, faz-se necessário, agora, reavaliar essa abordagem, buscando integrar o objetivo do crescimento econômico a outros, tais como a sustentabilidade socioambiental. Ignorar os limites naturais é, em última análise, um caminho insustentável.

afetarão as gerações futuras. A obra de Georgescu-Roegen alerta-nos para o fato de que a sustentabilidade não é apenas um conceito moderno, mas um imperativo ecológico para garantir as possibilidades de reprodução material da humanidade, e, portanto, a manutenção da vida humana.

Finalmente, a interdisciplinaridade deve se tornar a norma, não a exceção. O planejamento energético não pode ser feito isoladamente pelos campos da ecologia, biologia e termodinâmica. A visão integrada proposta por Georgescu-Roegen, a bioeconomia, sugere que a

economia não pode ser separada dos processos biológicos e termodinâmicos que a sustentam.

A discussão sobre os "limites do crescimento econômico" é definitivamente mais relevante para países desenvolvidos, que já se beneficiaram de expansões econômicas intensivas. Entretanto, países em desenvolvimento, que visam ao progresso socioeconômico, têm a oportunidade de aprender com os erros anteriores, integrando desde o início práticas que buscam a industrialização e a produção de riqueza com menor impacto

## HellermannTyton

Nosso objetivo  
é contribuir  
para o sucesso  
das plantas de  
ENERGIA SOLAR

MADE FOR REAL®

A correta gestão de fios e cabos minimiza a manutenção, otimiza a segurança e aumenta a longevidade do sistema solar. Conheça nosso portfólio especialmente desenvolvido para amarração, fixação e identificação de fios e cabos fotovoltaicos.

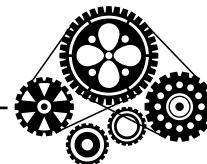


THE  
smarter  
SOUTH AMERICA

Esperamos por você na  
Intersolar South America 2023  
Venha visitar nosso stand: R5.19



Caio Huais é 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



## Manutenção preventiva periódica

Se tratando de periodicidade nas manutenções, há dois modelos preventivos a serem aplicados no sistema. O modelo periódico conta com manutenções programadas, em períodos definidos.

É muito comum atribuir a manutenção periódica a planos de manutenção. Certo, uma vez que existe uma periodicidade definida para as manutenções programadas, podemos sim elaborar um plano de manutenção com base em variáveis sistemáticas, mas ele não será o único ator das manutenções programadas.

Sobre os equipamentos inseridos no plano de manutenção periódico, Santos (2010) elenca algumas características que devem ser estudadas no equipamento onde se pretende praticar a manutenção preventiva (MP):

- Equipamento valioso para a produção, cuja falha altera o programa;
- Equipamento do qual depende a segurança pessoal e a segurança das instalações;
- Equipamento que ao falhar exige muito tempo

para o reparo;

- Equipamento que ao falhar implica perda de parte da produção.

A manutenção periódica no sistema elétrico deve contar com modelos dinâmicos, que respeitem características e modelo de operação de cada equipamento. Em subestações podemos agrupar os equipamentos para facilitar a distribuição das manutenções.

A escala de cor, representa em média o fator periodicidade, sendo as cores mais “quentes” uma periodicidade maior.

No geral, para manutenção ser vista como investimento, o ideal é que se pratique um número de manutenções, predominantemente preventiva e preferencialmente periódica, uma vez que as manutenções aperiódicas, muitas das vezes, são condicionais.

Existem muitas ferramentas preditivas a serem exploradas no setor para composição de planos preventivos cada vez mais dinâmicos e eficazes.

O Brasil tem recebido grandes investimentos na área elétrica, exigindo uma resiliência cada vez maior na concessão dos ativos já existentes e na análise da viabilidade de manutenções condicionadas à renovação de ativos. Para isso, o país precisa contar com empresas de alto know-how de manutenção elétrica, que promovam soluções ágeis e inovadoras para o sistema elétrico de potência.

Na próxima edição, vamos tratar sobre as manutenções aperiódicas do sistema elétrico, que cumprem um papel igualmente importante para a segurança e confiabilidade do fornecimento de energia elétrica.

Até breve!

Serviços auxiliares	Retificador
	Grupo de Baterias
	Grupo Gerador
	Transformador Serviço Auxiliar
Subestação	Inspeção visual
	Inspeção e limpeza de isoladores
	Refrigeração e iluminação
	Inspeção termográfica
Equipamentos de páteo	Transformador de potência
	Comutadores de derivação
	Disjuntores (média/alta tensão)
	Seccionadoras (alta tensão)
	Barramentos
	Instrumentos de medição (TCs e TPs)
	Chaves de manobra (vácuo e SF6)
Malhas de aterramento	
Linhas de Transmissão	Inspeção com Drones
	Inspeção Heliportada
	Limpeza de faixa
	Pára-raios
	Correção de anomalias
Sistemas de controle e proteção	Manutenção em relés de proteção
	Análise preventiva de oscilografias
	Termovisão em circuitos de corrente
	Ensaio em instrumentos (TCs e TPs)

# SOMOS UM HUB DE SOLUÇÕES ELÉTRICAS

O Grupo Carmehil é uma empresa genuinamente cearense com mais de 30 anos de mercado e oferece um mix completo em material elétrico, iluminação, rede de dados, infraestrutura e painéis elétricos, ferramentas e acessórios. São mais de 15 mil SKUs de 150 marcas.



Material Elétrico



Iluminação



Ferramentas e Acessórios



Painéis Elétricos



Infraestrutura Elétrica



Soluções em Emergência

Siga nossas redes sociais:



@carmehil



Carmehil Materiais Elétricos



grupocarmehil



@CarmehilGrupo



Carmehil



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](mailto:jstarosta@acaoenge.com.br)



## A GD e a reversão do fluxo da energia

A geração distribuída-GD possui uma série de vantagens no suprimento complementar de energia elétrica, em particular a energia obtida através de fontes renováveis e os compromissos de limpeza da matriz energética. A GD fotovoltaica, pela adaptabilidade arquitetônica às edificações, se tornou, nos últimos anos, bastante aplicada com forte crescimento constatado e projetado para os próximos anos. Obviamente, e por concepção, a GD possui dependência de fonte principal no ponto de conexão com potência de curto-circuito adequada.

Pelo modelo regulado no Brasil e consolidado pelo marco legal, Lei 14300, os consumidores e distribuidoras estabelecem relação técnica e comercial em contratos específicos com objetivo de compensação da energia consumida e fornecida à rede pelo outorora “só consumidor”. Uma solução aparentemente simples do ponto de vista contábil de créditos e débitos de valores, relativos aos custos de energia, não fosse os aspectos técnicos limitadores das redes de distribuição.

Ao contrário de compensação mensal, a energia gerada e consumida a cada instante, no conceito de demanda, “ainda” segue o modelo físico regulado pela potência (ativa e reativa) que é definida pela relação direta da energia e do tempo

decorrido da geração e consumo. Se o tempo tender a curtos intervalos, as potências líquidas serão cada vez mais elevadas.

As redes de distribuição brasileiras possuem algumas tipicidades que as caracterizam em função das regiões atendidas na classe 15 kV, com transformadores de distribuição ao longo das redes, com potências máximas, normalmente, de até 150 kVA no atendimento à baixa tensão. Independente de distribuição clássica ou GD, as distribuidoras/concessionárias possuem a responsabilidade de manter as redes operando dentro de parâmetros estabelecidos pelas REN 1000 e Prodismodulo 8, cabendo aos consumidores compartilharem de investimentos conforme modelos regulados.

A questão tratada por reversão da potência ou penetração de potência ou ainda reversão do fluxo de energia ou de potência, ocorre quando a potência gerada pelos outorora consumidores (carga para a fonte) supera a capacidade da rede em operação de fluxo de energia da fonte para a carga. Em outras palavras, um transformador de 150 kVA e circuitos de alimentação em 15 kV e BT não pode ter a sua capacidade superada quando operados no sentido inverso, da carga para a fonte. Os equipamentos e sistemas

elétricos passam a operar em sobrecarga.

Uma segunda questão considera as tensões de operação nos pontos de conexão adequadas às regulações informadas, também de responsabilidades das distribuidoras e que foram projetadas também para serem operadas com fluxos da fonte para as cargas.

O terceiro ponto já mencionado por essa coluna anteriormente trata da variação do fator de potência em consumidores do grupo A (consumidores de alta tensão), nos períodos de injeção de potência ativa com fator de potência próximo a 100%. Essa injeção de potência ativa reduz o fator de potência a níveis muito baixos podendo atingir 20% ou 30%. Disponível em (<https://www.osetoelettrico.com.br/aspectos-de-compensacao-reativa-e-a-resolucao-1000-rn-1000-da-aneel/>).

Ainda, as outras premissas do módulo 8 da ANEEL que trata sobre qualidade de energia, devem ser atendidas nos indicadores de distorções harmônicas, desequilíbrios, flutuações de tensão e VTCDs nos pontos de conexão.

As distribuidoras terão naturalmente que adequar suas estruturas ao atendimento dos interessados em prazos regulados com custos adequados aos interessados, sem impactos aos que desejam permanecer sem a GD, ratificados pelo poder regulador.



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



## A ausência da evidência não significa evidência da ausência

O título desta coluna é atribuído a uma fala do autor de diversos livros, entre eles “O mundo assombrado pelos demônios”, e da série de TV “Cosmos”, exibida nos anos 80, e que ganhou um remake em 2014. Carl Sagan foi um cientista planetário, astrônomo, astrobiólogo, astrofísico, escritor, divulgador científico e ativista norte-americano.

Através de seus ensinamentos, podemos compreender a importância da adoção da metodologia científica para o desenvolvimento da humanidade. Obter evidências é fundamental para entender os fenômenos. Porém, muitas vezes conseguir comprovações claras e significativas é um grande desafio. Logo, parafraseando Sagan, não é porque você não conseguiu uma evidência que ela não existe.

Para mitigar riscos e aumentarmos nossas chances de conseguir evidências, é fundamental seguirmos um método. Como já disse alguém: “amador sai fazendo, profissional tem método”.

Inspirados neste grande cientista, como podemos coletar e descobrir se uma falha em um cabo isolado de média tensão foi pontual, ou seja, somente aconteceu em um determinado ponto e não deve ocorrer novamente? Ou se ela tem características sistêmicas, ou seja, deve continuar ocorrendo em outros pontos em períodos alternados?

O guia IEEE 1511.1 (IEEE Guide for Investigating and Analyzing Shielded Power Cable Failures on Systems Rated 5 kV Through 46 kV) pode nos ajudar nesta resolução.

A metodologia de investigação proposta pelo guia para a análise da causa raiz de falhas em cabos isolados de média tensão, aborda os seus principais modos de falhas, que são classificados nas seguintes categorias: mecânica; química;

elétrica; e envelhecimento natural, térmica e outras. Abaixo, entenda cada uma delas:

**Falhas de origem mecânica:** as falhas de origem mecânica são caracterizadas quando, por algum motivo, a construção física do cabo é afetada. Um problema típico ocorre quando há excesso de força de tração do cabo em seu lançamento, causando o rompimento parcial da blindagem. Curvatura do cabo em excesso na construção e até mesmo na operação também pode ocasionar rompimento da blindagem. Danos externos motivados por esforço excessivo na superfície também podem ser identificados como sendo um problema de origem mecânica, o que pode ocorrer devido ao uso de método inadequado no lançamento, ou por carga excessiva, que incida sobre o cabo ao longo de sua operação.

**Falhas de origem química:** São aquelas ocasionadas principalmente por meio de corrosão da blindagem metálica do cabo, provocando perda da condutância elétrica ou contaminação do polímero utilizado na isolação do cabo.

**Falhas de origem elétrica:** Essas podem ser caracterizadas por problemas na isolação, defeitos que causam o aumento do estresse elétrico local, sobretensões abruptas ou por atividade de descargas parciais.

**Falhas oriundas do envelhecimento natural:** o processo de envelhecimento natural do cabo, em geral, provoca o problema na isolação conhecido como water treeing.

**Falhas de origem térmica:** este tipo de problema pode ter origem interna ou externa. O guia define que a origem externa pode ser provocada por fogo ou por temperatura acima do habitual. As origens internas estão relacionadas à carga elétrica incompatível com o condutor e a blindagem, o que

poderia provocar sobreaquecimento do cabo. Essa incompatibilidade pode ser proveniente de alguma premissa ou cálculo indevido no projeto, carga adicional incompatível com a prevista ou redução da capacidade de condução de corrente, o que é menos provável no condutor, porém com maior possibilidade de ocorrer no caso da blindagem.

**Falhas de outra origem:** tendo em vista a grande diversidade de fatores que podem ocasionar a falha dos cabos, a própria norma IEEE 1511.1 estabelece uma classificação de outras origens da falha em que, por exemplo, podem ser classificadas condições inadequadas de instalação ou problemas diversos de fabricação a serem identificados durante o processo de investigação.

Em redes isoladas de média tensão, utilizadas em cidades como na distribuição subterrânea e na geração centralizada nos parques eólicos e solares, ou ainda dentro de grandes indústrias, quando ocorre uma falha, há sempre evidências que devem ser cuidadosamente analisadas para confirmar e caracterizar corretamente o seu tipo, pontual ou sistêmica. E apesar de desafiador, identificá-las através de ensaios e procedimentos baseados em guias e normas nacionais e internacionais é crucial para que possamos tomar medidas corretivas eficazes e capazes de restaurar a confiabilidade e a segurança dos circuitos afetados em curto prazo.

A longo prazo, além de um estudo detalhado da ocorrência de falhas, teremos em mãos dados valiosos para uma análise preditiva de futuras ocorrências e, sem dúvidas, redes isoladas de média tensão muito mais robustas para as necessidades de uma transição energética que já está em pleno curso no Brasil e no mundo.



Roberval Bulgarelli é consultor sobre equipamentos e instalações em atmosferas explosivas, engenheiro eletricista, com mestrado em proteção de sistemas elétricos de potência pela POLI/USP. Organizador do Livro “O ciclo total de vida dos equipamentos e instalações em atmosferas explosivas”.



## Novo laboratório brasileiro para ensaios de equipamentos “Ex” Parte 2/2

### Histórico e panorama de laboratórios de ensaios de equipamentos “Ex” no Brasil

É apresentado a seguir um breve e resumido histórico de alguns dos principais “marcos” relacionados com a implantação e o desenvolvimento de Laboratórios Brasileiros de Ensaios de equipamentos “Ex”, desde a década de 1950.

Em 1958 foi inaugurado o Laboratório de Ensaios de Equipamentos “Ex” com “invólucros à prova de explosão” do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo (USP), na cidade de São Paulo, com o apoio da Petrobras. Os serviços do Laboratório de Ensaios de equipamentos “Ex” do IEE/USP foram acreditados pelo Inmetro em 1997. As atividades do Laboratório de Ensaios de Equipamentos “Ex” do IEE foram suspensas em 2014, por decisão daquele Instituto da USP.



**Exemplo de instalação de equipamentos “Ex” para instrumentação, em áreas classificadas contendo a presença de atmosferas explosivas, formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.**

Em 1986 foi inaugurado o Laboratório de Ensaios de Equipamentos “Ex” (LABEx) do Centro Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) da Eletrobras, na localidade de Adrianópolis,

em Nova Iguaçu (RJ). O LABEx do Cepel teve o seu projeto e construção baseado em cooperação técnica com o PTB (Physikalisch – Technische Bundesanstalt), localizado na então Alemanha Ocidental, sendo capaz de realizar ensaios completos de equipamentos elétricos de acordo com seu tipo de proteção “Ex”, incluindo a segurança aumentada (Ex “e”), segurança intrínseca (Ex “i”), encapsulamento (Ex “m”), imersão em óleo (Ex “o”), imersão em areia (Ex “q”) e invólucros pressurizados (Ex “p”). Os serviços do Laboratório LABEx do Cepel foram descontinuados em 2014, por decisão da Eletrobras.

O Laboratório de Ensaios de Equipamentos “Ex” da União Certificadora da Indústria Eletroeletrônica (UCIEE), operando desde por volta da década de 1990, foi incorporado em 2006 pelo Organismo de Certificação TÜV Rheinland do Brasil. O Laboratório de ensaios



**Exemplo de instalação de painel “Ex” para distribuição de circuitos de força e controle, em áreas classificadas contendo a presença de atmosferas explosivas, formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.**

da TÜV Rheinland do Brasil, localizado na Cidade de São Paulo/SP, é acreditado pelo Inmetro desde 2002. O escopo de acreditação da TÜV Rheinland do Brasil pelo Inmetro abrange alguns ensaios (escopo parcial) relacionados com os tipos de proteção Ex “d”, Ex “e”, Ex “n” e Ex “m”.



**Exemplo de instalação de painel local de controle “Ex” e caixas de junção “Ex”, em áreas classificadas contendo a presença de atmosferas explosivas, formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.**

Como exemplo da “evolução” do sistema de certificação de equipamentos “Ex” no Brasil, pode ser lembrado que o primeiro RAC (Requisitos de Avaliação da Conformidade) para equipamentos “Ex” foi publicado pela Portaria Inmetro 164/1991, em 16/07/1991. No entanto, de acordo com o Artigo 1º da Portaria Inmetro 84, de 30/07/1997, o Inmetro autorizava, pelo prazo de seis meses, contados da data da publicação daquela Portaria, “a comercialização dos equipamentos elétricos para atmosferas explosivas, além daqueles com Certificados de Conformidade “Ex” emitidos por Organismos de Certificação acreditados pelo Inmetro, aqueles equipamentos “Ex” que possuísem somente Relatórios de Ensaios “Ex”, desde que tivessem sido emitidos pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel), pela União Certificadora da Indústria



Eletrônica (UCIEE), ou pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE/USP) da Universidade de São Paulo”.



**Exemplo de instalação de Switch de campo com padrão APL/2-WISE “Ex” em áreas classificadas contendo a presença de atmosferas explosivas, formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.**

Em 2003, foram iniciados os serviços de ensaios de equipamentos “Ex” do Laboratório Brasileiro para ensaios de equipamentos “Ex” LABELO (Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica), localizado na cidade de Porto Alegre, ligado à PUC do Rio Grande do Sul. Os serviços de ensaios de equipamentos “Ex” do LABELO foram iniciados com base em cooperação e treinamentos realizados por técnicos da equipe do LABELO em laboratórios do PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt), na Alemanha e da UL (Underwriters Laboratories), em Northbrook/Chicago, nos Estados Unidos, abrangendo os tipos de proteção Ex “d”, Ex “e”, Ex “i”, Ex “m”, Ex “n”, Ex “o” e Ex “q”. Em 2019 o LABELO foi internacionalmente aprovado pelo IECEx, atuando como um ATF (Additional Testing Facility), operando em conjunto com a UL do Brasil, com escopo nos tipos de proteção Ex “d”, Ex “e”, Ex “i”, Ex “m”, Ex “n”, Ex “o” e Ex “q”. Os serviços do Laboratório de Ensaios de Equipamentos “Ex” do Labelo foram suspensos por volta de 2021, por decisão da PUC/RS.

Em 2009 entrou em operação o Laboratório “Ex” TECHMULTLAB ENSAIOS, situado na



**Exemplo de instalação de instrumentos transmissores intrinsecamente seguros (Ex “i”), em áreas classificadas contendo a presença de atmosferas explosivas, formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.**

cidade de São Paulo/SP, acreditado pelo Inmetro com escopo de ensaio para os tipos de proteção Ex “d”, Ex “e”, Ex “i”, Ex “m”, Ex “n”, Ex “o”, Ex “p” e Ex “t”. O TECHMULTLAB executou, em 2020, ensaios de equipamentos “Ex” para fabricantes brasileiros de equipamentos “Ex”, executando ensaios “Ex” para um fabricante brasileiro de equipamentos “Ex”, de forma similar a um “ATF” no Sistema Internacional IECEx, sob supervisão de Laboratório de Ensaios “Ex” reconhecido no IECEx, de acordo com o indicado na página IECEx OD 024 - Testing Register – Offsite and Witness Testing Agreements.



**Exemplo de instalação de painéis “Ex” para a distribuição de circuitos de força e controle, em áreas classificadas contendo a presença de atmosferas explosivas, formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.**

Em 2022 foi acreditado pelo Inmetro o Laboratório de Ensaios de equipamentos “Ex” do DEKRA Brasil, localizado na cidade de Atibaia, no Estado de São Paulo. O escopo de acreditação deste Laboratório de Ensaios de equipamentos “Ex” pelo Inmetro abrange alguns ensaios (escopo parcial) relacionados aos tipos de proteção Ex “d”, Ex “e” e Ex “i”.



**Exemplo de instalação de caixas de terminais Ex “e” (segurança aumentada) em áreas classificadas contendo a presença de atmosferas explosivas, formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.**

No presente momento, dando continuidade à longa história de quase 70 anos da existência de Laboratórios Brasileiros para Ensaios de Equipamentos “Ex”, foi acreditado pelo Inmetro e entrou em operação, em 31/03/2023, os

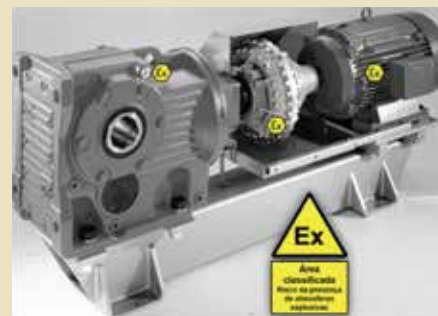
serviços de Ensaios de Equipamentos “Ex” do Laboratório CPEx (Centro de Pesquisa “Ex”), abrangendo ensaios de equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos e mecânicos “Ex”, com base nas Normas Técnicas Brasileiras adotadas das Séries ABNT NBR IEC 60079 e ABNT NBR ISO 80079.



**Exemplo de instalação de conjunto motor + caixa de engrenagens, contendo equipamentos elétricos e mecânicos “Ex” em áreas classificadas, contendo a presença de atmosferas explosivas formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.**



**Exemplo de instalação de conjunto moto-compressor contendo equipamentos elétricos e mecânicos “Ex”, em áreas classificadas com a presença de atmosferas explosivas, formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.**



**Exemplo de conjunto motor + acoplamento + caixa de engrenagem, contendo equipamentos elétricos e mecânicos “Ex”, para instalação em áreas classificadas, contendo a presença de atmosferas explosivas, formadas por gases inflamáveis ou poeiras combustíveis.**

Mais informações sobre o escopo de acreditação do Laboratório de Ensaios de Equipamentos de instrumentação, automação, telecomunicações, elétricos e mecânicos “Ex” do CPEx estão disponíveis na página do Inmetro: <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/docs/CRL1727.pdf>

Por Paulo Roberto Borel Júnior, Renato Jardim Teixeira e Thiago Francisco Gomes\*

# Proteção contra sobretensões em sistemas de iluminação LED

## Resumo

As lâmpadas com tecnologia LED são livres de materiais danosos ao meio ambiente, possuem alta eficiência energética, maior tempo de vida útil, qualidade da luz e outros atributos que viabilizaram a substituição, em larga escala, da iluminação convencional. Além disso, essa tecnologia tornou mais eficiente a iluminação e os serviços públicos, além de abordar com eficiência questões ambientais e energéticas, centrais para o desenvolvimento sustentável das cidades.

Mas, ao serem conectadas à rede de distribuição de energia, esses equipamentos – dotados de componentes eletrônicos sensíveis – ficam vulneráveis aos distúrbios próprios da rede que, conseqüentemente, provocam danos muitas vezes irreparáveis e que comprometem o desenvolvimento vislumbrado para o setor. Embora as luminárias possuam certo grau de resistência a impulsos transitórios, esses valores podem ser facilmente superados devido ao local de instalação. Não obstante aos riscos de surtos elétricos, oriundos por exemplo das descargas atmosféricas, a sobretensão temporária é outro distúrbio que provoca dano à luminária.

Não é recomendável aumentar a capacidade da proteção interna do driver, pois aumenta-se o risco de danos dos componentes devido as elevadas correntes que circulam internamente. Antes, a correta especificação da luminária e dos componentes responsáveis por sua proteção são indispensáveis para a operação das luminárias.

## Introdução

Desde a criação da primeira lâmpada

incandescente, feita com filamento de platina pelo químico britânico Humphry Davy, inventores trabalharam em novas soluções, sendo Thomas Edison em 1879 o primeiro a construir uma lâmpada incandescente comercializável. Desde então as tecnologias aplicadas à iluminação passaram por várias transformações e, cuidados com a eficiência trouxeram na última década o uso da iluminação por LED, que tem como principais atrativos a sustentabilidade, eficiência, baixo consumo de energia e longevidade.

Esses atrativos impulsionaram a modernização do parque de iluminação pública brasileiro, estimado em mais de 18 milhões de pontos de luz, segundo estudos do BNDES Hub de Projetos. A força motriz dessa modernização está na parceria público-privada (PPP) de iluminação pública. Nela, o setor privado fica responsável por modernizar, expandir, operar e manter o parque de iluminação pública do município por um período determinado, mediante o recebimento mensal de uma contraprestação pública, sendo a remuneração atrelada a critérios de desempenho, qualidade e obtenção de ganhos de eficiência energética.

No entanto, um dos grandes desafios do setor privado está no manutenção da longevidade da tecnologia LED frente aos danos causados pelas sobretensões. Os custos associados às falhas na eletrônica

embarcada das luminárias LED, devido aos efeitos das sobretensões na rede elétrica, podem inviabilizar o payback estimado pelo setor.

## Sobretensões transitórias – Surto elétrico

São efeitos transitórios, da ordem de microssegundos, que aparecem na instalação na forma de sobretensões e/ou sobrecorrentes, sendo originados por chaveamentos na rede elétrica ou pelas descargas atmosféricas – raios.

Basicamente, a interação dos raios com o sistema de iluminação pode ser classificada como descargas diretas e indiretas. Nas descargas diretas há o contato do raio com a estrutura de iluminação ou com a rede elétrica conectada ao sistema de iluminação. Essa interação é definida pela ABNT NBR 5419 como fonte de danos S1 e S3, respectivamente. Nas descargas indiretas são considerados os raios que incidem próximo à estrutura de iluminação ou da rede elétrica conectada ao sistema de iluminação. Essas interações são denominadas S2 e S4, respectivamente.

Qualquer uma das possibilidades de ocorrência pode gerar surtos elétricos que se propagam ao longo dos condutores conectados às luminárias nas duas formas listadas abaixo e ilustrados na Figura 1:

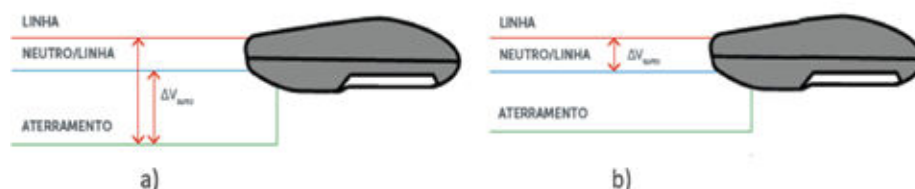


Figura 1 – Surtos elétricos em luminárias: a) surto em modo comum; b) surto em modo diferencial.

- **Modo comum:** as diferenças de potencial acontecem entre condutores vivos (fases e/ou neutro) e o condutor de terra (condutor PE, condutor de equipotencialização, massas metálicas ou eletrodo de aterramento);
- **Modo diferencial:** as diferenças de potencial ocorrem entre condutores vivos (fase-fase, fase-neutro).

Como medida protetiva prevista por norma, a aplicação dos dispositivos de proteção contra surtos (DPS) mitiga os riscos dos danos causados pelos surtos elétricos, sendo uma solução que visa proteger o investimento realizado. A especificação dos DPS deve ser feita com base no local onde as luminárias estão instaladas, pois locais com exposição às descargas diretas necessitam de protetor de classe I ou classe I-II, enquanto as luminárias expostas aos riscos das descargas indiretas são protegidas com DPS de classe II.

Considerando uma luminária LED instalada em mastro metálico aterrado, grande parte da corrente de surto será drenada para a terra. Nos sistemas de energia em que o condutor neutro é multiaterrado, a baixa impedância oferecida pelos múltiplos caminhos pode reduzir a parcela da corrente da descarga a ser conduzida pelos DPS. A Figura 2 ilustra um sistema de iluminação pública multiaterrado exposto ao risco de descarga direta.

Nesse caso é necessário que a proteção possua capacidade de drenar parcelas da corrente do raio e uma tensão residual compatível com a suportabilidade do equipamento. A obtenção dessas características é possível com a coordenação entre as classes dos DPS. A Figura 3 ilustra a aplicação coordenada dos DPS, sendo o DPS de classe I-II responsável por drenar a parcela da corrente direta e o DPS de classe II por garantir uma tensão residual compatível com a suportabilidade da luminária. O DPS de classe I ou I-II deve atender as prescrições dadas na ABNT NBR IEC 61643-11 e capaz de conduzir uma corrente de impulso com forma de onda 10/350  $\mu$ s.

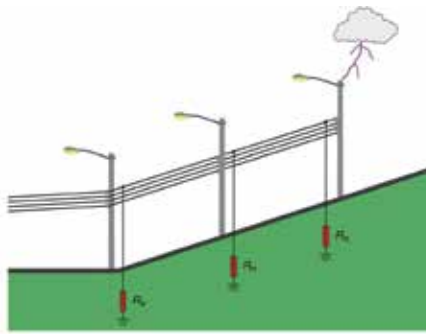


Figura 2 - Descarga direta em um sistema de iluminação multiaterrado.

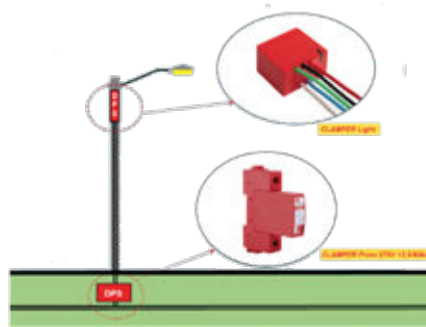


Figura 3 - Coordenação entre classes de DPS para proteção contra descargas diretas.

As luminárias em áreas expostas à incidência de descargas indiretas devem ser protegidas com DPS Classe II. Esses DPS também são ensaiados de acordo com a norma ABNT IEC 61643-11 e, tratando-se de aplicações em luminárias, normalmente são testados com gerador de impulso com capacidade de produzir tensão de circuito aberto na forma de onda 1,2/50  $\mu$ s e corrente de máxima de descarga com forma de onda 8/20  $\mu$ s.

### Sobretensões temporárias

Os surtos elétricos não são a única causa de dano nas luminárias LED, mesmo sendo o distúrbio mais comum no sistema elétrico. Por estarem conectadas à rede de distribuição de energia, as luminárias ficam expostas a sobretensões temporárias ( $U_t$ ). Embora sua amplitude seja inferior à dos transitórios impulsivos, as sobretensões temporárias podem ser decisivas na determinação dos isolamentos

e na especificação dos equipamentos, que devem suportá-las.

Por exemplo, uma falta fase-terra desloca o potencial de terra na localização da falta. A Figura 4 ilustra o desvio da referência do "terra" para uma falta da fase A para terra, o que eleva os valores das outras fases a até 1,73 pu, ou seja, valor de tensão fase-fase.

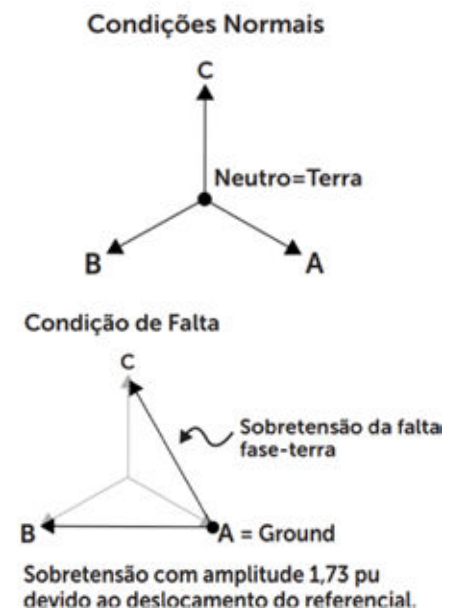


Figura 4 -Deslocamento do potencial de terra para uma falta da fase A para terra.

As sobretensões temporárias podem ser geradas por diversas falhas da rede elétrica e costumam atingir os valores máximos de pico e tempo de duração apresentados na Tabela 1.

Assim, deve ser prevista, ainda na etapa de projeto, a ocorrência dessas sobretensões e adotado medidas para proteção das luminárias e dos próprios DPS. No mercado podem ser encontrados alguns DPS que possuem suportabilidade a sobretensões temporárias, condição que garante maior robustez ao protetor contra surtos elétricos.

Porém, essa característica intrínseca ao DPS não significa proteção para luminárias, uma vez que seus drivers não suportam tais sobretensões. Nesses casos, há necessidade de um dispositivo adicional que protegerá os equipamentos do sistema de iluminação

TABELA 1 – SOBRETENSÕES TEMPORÁRIAS EM REDES DE BAIXA TENSÃO

Sobretensões temporárias esperadas em rede de baixa-tensão (BT)				
Configuração		Falha na rede BT do consumidor (duração: 5 s)	Falha na rede BT da concessionária ou perda de neutro (duração: 120 min.)	Faltas na rede de média/ alta-tensão (duração: 0,2 s)
TN	L-PEN L-N	1,45 $U_0$	1,1 $U$	-
	L-PE	1,1 $U$	1,45 $U_0$	1200 + 1,1 $U_0$
TT	L-N	1,45 $U_0$	1,1 $U$	-
	N-PE	-	-	1200
IT	L-PE	-	-	1200 + 1,1 $U_0$
	L-N	1,45 $U_0$	1,1 $U$	-
	N-PE	-	-	1200 + 1,1 $U_0$

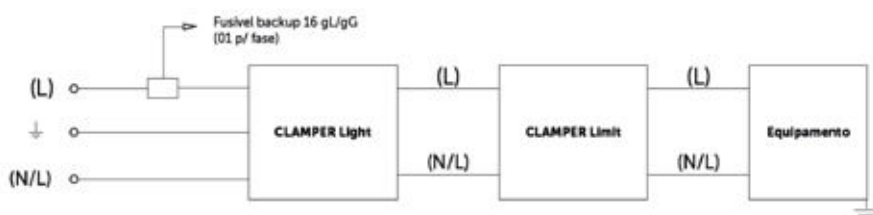


Figura 5 - Diagrama de instalação em série de um protetor contra surtos elétricos e um contra sobretensão temporária.

LED contra sobretensões temporárias. Esse dispositivo deve possuir características de tensão e corrente compatíveis com sistema de iluminação por LED.

A Figura 5 apresenta o diagrama de instalação em série de um protetor contra surtos elétricos – CLAMPER Light – e um protetor contra sobretensão temporária – CLAMPER Limit. Basicamente, o CLAMPER Limit monitora a rede elétrica e desconecta a luminária de LED, caso ocorram sobretensões temporárias. Após restabelecida a tensão nominal, a luminária é reconectada automaticamente.

## Conclusão

Os surtos elétricos são eventos imperceptíveis na maioria das vezes. Essa característica o difere de outras anomalias na rede elétrica, mais conhecidas devido aos seus efeitos, tais como: curtos-circuitos, apagões. Embora as luminárias possuam certo nível de suportabilidade aos surtos elétricos, os supinos valores de tensão ou corrente gerados durante a ocorrência dos surtos elétricos provocam perdas instantâneas ou a redução do tempo de vida útil, que inviabilizam o modelo de negócio

proposto pelas PPP.

Segundo trabalho realizado pela BNDES Setorial, o uso da iluminação LED promove eficiência energética, sendo um meio de economizar energia e reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, a iluminação com tecnologia LED promove avanços em políticas industriais-tecnologias e tornam eficiente a iluminação e serviços públicos.

Por isso, é importante mecanismos robustos que garantam a implementação da proteção em iluminação LED, principalmente naquelas que fazem parte do serviço público. A portaria INMETRO n°20, que aponta os requisitos mínimos de segurança e desempenho, determina a existência de um DPS em luminária com tecnologia LED.

Porém, o texto é inexpressivo quanto às características técnicas mínimas dos DPS aplicados nos sistemas de iluminação pública que utilizam LED. A presença de proteção térmica dos varistores, características do material utilizado no invólucro, valores e formas de onda dos testes, modo de proteção são algumas das características técnicas que devem ser normalizadas em um DPS aplicado

aos sistemas de iluminação LED.

Por fim, é importante que entidades públicas e privadas envolvidas nesse modelo de negócio compreendam que uma proteção robusta das luminárias requer avaliação sistemática com vistas à redução das probabilidades de danos nos sistemas de iluminação. Para isso, normas nacionais e internacionais contribuem com ferramentas para avaliação dos riscos e uso de medidas de proteção, com objetivo de tornar a operação desses sistemas mais segura e longa.

## Referências bibliográficas

Iluminação pública – visão geral. BNDES Hub de Projetos. Disponível em: < <https://hubdeprojetos.bndes.gov.br/pt/setores/Iluminacao-Publica>>. Acesso em: 31 de março de 2023.

Paulino, J. O. S., Proteção de equipamentos elétricos e eletroeletrônicos contra surtos elétricos em instalações - Lagoa Santa: Editora Clamper, 2016.

ABNT NBR 5419-1, Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 1: Princípios gerais, maio de 2015.

ABNT NBR 5419-2, Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco, maio de 2015.

ABNT NBR 5419-4, Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura, maio de 2015.

TEIXEIRA, Ingrid; LIMA, Ricardo Rivera de Sousa; REIFF, Luis Otavio. Iluminação LED: sai Edison, entram Haitz e Moore : benefícios e oportunidades para o país. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.43 , p. [363]-412, mar. 2016. . Disponível em: < [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9576/2/BS%2043%20Ilumina%c3%a7%c3%a3o%20LED%20sai%20Edison%2c%20entram%20Haitz%20e%20Moore\\_P\\_BD.pdf?>](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9576/2/BS%2043%20Ilumina%c3%a7%c3%a3o%20LED%20sai%20Edison%2c%20entram%20Haitz%20e%20Moore_P_BD.pdf?>).

\*Paulo Roberto Borel Júnior, graduado em engenharia elétrica (2019) pela UFOP. Atualmente é engenheiro de aplicação de dispositivos de proteção contra surtos elétricos na CLAMPER S/A.

Renato Jardim Teixeira, graduado em Engenharia Elétrica (2012) pela UNILESTE-MG e pós-graduado em Automação Industrial (2013) pela PUC-Minas. Atualmente é engenheiro de aplicação de dispositivos de proteção contra surtos elétricos na CLAMPER S/A.

Thiago Francisco Gomes, graduado em Engenharia Elétrica – Eletrônica (2014) pela PUC Minas e Matemática (2018) pela ISEAT. Atualmente é coordenador de engenharia de aplicação de aplicação na CLAMPER S/A.

# VENHA PARA O MAIOR EVENTO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DA AMÉRICA LATINA.

Está chegando a hora do SENDI 2023. Os maiores profissionais e empresas do setor de distribuição de energia elétrica estarão presentes, trazendo inovações, soluções sustentáveis e de alta qualidade, além de uma oportunidade imperdível de negócios.

07 a 10  
**NOV**  
2023

PAVILHÃO  
DE CARAPINA  
SERRA/ES

## Confira as principais atrações:

**Exposendi** - estandes de exposição de produtos e equipamentos.

**Seminário** – inovações, tendências e o futuro do setor.

**Trabalhos técnicos** - apresentações das melhores soluções profissionais.

**Rodeio Nacional dos Eletricistas** - competição com eletricistas de todo o Brasil.

**Startups** - espaço para apresentação de startups e suas soluções inovadoras.

Não fique de fora do evento que já é referência nacional no setor de energia elétrica. Garanta o stand da sua empresa ou participe como profissional.

Saiba mais e inscreva-se: [www.sendi.org.br](http://www.sendi.org.br)



**Brval 15**

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

**Clamper 21**

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

**Cobrecom 25**

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

**Condumax 31**

0800 701 3701  
www.condumax.com.br

**Embrastec 33**

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

**Exponencial 41**

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

**Gimi Soluções 2ª capa, 3 e Fascículos**

(11) 2532-9825  
www.gimi.com.br

**Grupo Carmehil 69**

(85) 4008-6666  
www.grupocarmehil.com.br

**HellermannTyton 67**

(11) 4815-9090  
www.hellermanntyton.com.br

**Intelli 4ª capa**

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

**Itaipu Transformadores 43**

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

**KRJ 13**

(11) 2971-2300  
www.krj.com.br

**Minuzzi 53**

(19) 3272-6380  
www.minuzzi.ind.br

**Mitsubishi Electric 61**

(11) 4689-3000  
br.mitsubishielectric.com

**MSE 57**

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

**Paratec 65**

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

**Pextron 11**

(11) 5094-3200  
www.pextron.com

**Prysmian Group 9**

(15) 3235-9000  
www.prysmiangroup.com

**Romagnole 25**

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

**Sendi 77**

(11) 95404-0123  
www.sendi.org.br

**Sil 3ª capa**

(11) 3377-3333  
www.sil.com.br

**Trael 49**

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

**Varixx 19**

(19) 3301-6902  
www.varixx.com.br

sil.com.br

**SIL, CONECTADA  
COM PEQUENAS  
E GRANDES  
OBRAS.**



Pensou nos cabos grossos para o padrão de entrada do seu projeto, use os **Cabos Flexíveis Silnax 0,6/1 kV HEPR 90°C**, que podem ser utilizados em todos os métodos de instalações descritos da tabela 33 - Tipos de Linhas Elétricas, da norma NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

*SIL, energia e proteção de qualidade.*



SIL ESTÁ NA REDE!  
SIGA-NOS

**Sil**

Conectada com o futuro.

A MELHOR COMBINAÇÃO  
PARA SEU ATERRAMENTO

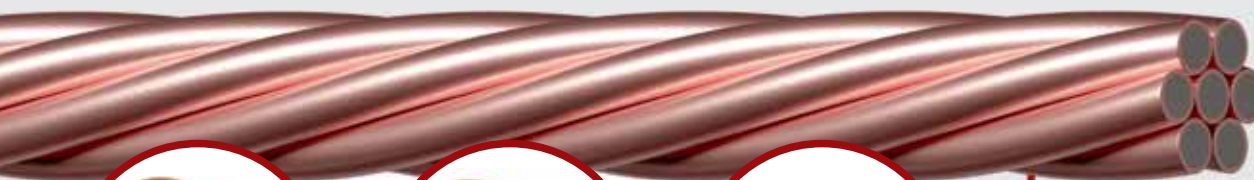
# CONECTORES SAC

SISTEMAS DE ATERRAMENTO À COMPRESSÃO



# & COPPERSTEEL

CONDUTORES DE AÇO REVESTIDO DE COBRE



**SACC**

CABO-CABO



**SACG**

CABO-HASTE



**SACGL**

TIPO "L"

✓ INSTALAÇÃO  
RÁPIDA E FÁCIL

✓ ALTO DESEMPENHO

✓ CONEXÃO  
PERMANENTE

✓ DISPENSA USO DE  
CAIXA DE INSPEÇÃO

## CS - COPPERSTEEL

- ✓ VIDA ÚTIL ESTIMADA  
DE 40 ANOS
- ✓ RESISTÊNCIA TÉRMICA,  
MECÂNICA E À CORROSÃO
- ✓ VIABILIDADE TÉCNICA  
E ECONÔMICA



## LANÇAMENTO: ALICATE HIDRÁULICO À BATERIA - AHB-400

PARA TERMINAIS E CONECTORES DE COBRE (10 a 400mm<sup>2</sup>) OU ALUMÍNIO (10 a 300mm<sup>2</sup>)

✓ CONEXÕES  
MAIS RÁPIDAS

✓ ATÉ 300 COMPRESSÕES  
POR RECARGA

Siga-nos nas redes sociais.

/grupo-intelli /grupointelli /grupo\_intelli /grupointelli

GRUPO  
**INTELLI**

WWW.GRUPOINTELLI.COM.BR