



REVISTA

# o setor elétrico

Ano 19 - Edição 204 / Julho de 2024

# 5G

## CONHEÇA AS APLICAÇÕES QUE ESTÃO REVOLUCIONANDO O SETOR ELÉTRICO

Em franca expansão no país, o 5G vem sendo utilizado em larga escala nos segmentos de geração, transmissão e distribuição, possibilitando a incorporação de novas tecnologias digitais e automação dos sistemas elétricos

### CONGRESSO DE INOVAÇÃO NA DISTRIBUIÇÃO

ESPECIALISTAS DEBATEM O FUTURO DA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E OS DESAFIOS CLIMÁTICOS EM SP

### ARTIGO TÉCNICO - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:

UMA BREVE ANÁLISE ESTRATÉGICA DO POSICIONAMENTO DO BRASIL NO CONTEXTO MUNDIAL



# TEMOS A SOLUÇÃO COMPLETA PARA A SUA INSTALAÇÃO

**GRUPO**  
**SOLUÇÕES EM ENERGIA DESDE 1971**



**CUBÍCULO BLINDADO MODULAR  
CLASSE 17,5kV/16KA**

**LINHA NEW PICCOLO®**



**PAINÉIS DE DISTRIBUIÇÃO DE  
BAIXA TENSÃO CLASSE 750/1000V**

**LINHA NOTTABILE®**



**BARRAMENTO BLINDADO  
DE BAIXA TENSÃO**

**LINHA BX-E®**



**CABINES PRIMÁRIAS  
PADRÃO CONCESSIONÁRIA**

**HOMOLOGADAS POR TODO  
O BRASIL, NAS TENSÕES 15kV,  
24kV E 36kV.**



**CUBÍCULO BLINDADO MODULAR  
COM ISOLAÇÃO MISTA EM SF6  
ATÉ 36kV**

**LINHA MICROCOMPACT®**



**SOLUÇÃO PARA USINAS  
FOTOVOLTAICAS**

**SKID ECOSOLAR GIR®**

+55 (11) 4752-9900

vendas@gimi.com.br

Grupogimi.com.br

Grupo GIMI

**PARA MAIS  
INFORMAÇÕES**





Atitude.editorial

#### Diretores

Adolfo Vaiser - [adolfo@atitudeeditorial.com.br](mailto:adolfo@atitudeeditorial.com.br)  
Simone Vaiser - [simone@atitudeeditorial.com.br](mailto:simone@atitudeeditorial.com.br)

#### Editor - MTB - 0014038/DF

Edmilson Freitas - [edmilson@atitudeeditorial.com.br](mailto:edmilson@atitudeeditorial.com.br)

#### Coordenação de conteúdo e pauta

Flávia Lima - [flavia@atitudeeditorial.com.br](mailto:flavia@atitudeeditorial.com.br)

#### Reportagem

Matheus de Paula - [matheus@atitudeeditorial.com.br](mailto:matheus@atitudeeditorial.com.br)

#### Marketing e mídias digitais

Henrique Vaiser - [henrique@atitudeeditorial.com.br](mailto:henrique@atitudeeditorial.com.br)  
Letícia Benício - [leticia@atitudeeditorial.com.br](mailto:leticia@atitudeeditorial.com.br)

#### Pesquisa e circulação

Inês Gaeta - [ines@atitudeeditorial.com.br](mailto:ines@atitudeeditorial.com.br)  
(11) 93370-1740

#### Assistente Administrativa

Maria Elisa Vaiser - [mariaelisa@atitudeeditorial.com.br](mailto:mariaelisa@atitudeeditorial.com.br)

#### Administração

Roberta Mayumi - [administrativo@atitudeeditorial.com.br](mailto:administrativo@atitudeeditorial.com.br)

#### Comercial

Adolfo Vaiser - [adolfo@atitudeeditorial.com.br](mailto:adolfo@atitudeeditorial.com.br)  
(11) 98188 – 7301  
Willyan Santiago - [willyan@atitudeeditorial.com.br](mailto:willyan@atitudeeditorial.com.br)  
(11) 98490 – 3718

#### Diagramação

Leonardo Piva - [atitude@leonardopiva.com.br](mailto:atitude@leonardopiva.com.br)

#### Colaboradores da publicação:

Nivalde de Castro, Priscila Santos, Paulo Henrique Vieira Soares, Aguinaldo Bizzo, Paulo Barreto, Marcos Rogério, Paulo Edmundo Freire da Fonseca, Nunziant Graziano, Luiz Carlos Catelani Júnior, Frederico Carbonera Boschini, Lillian Ferreira Queiroz, Cláudio Mardegan, Luciano Rosito, Roberval Bulgarelli, Daniel Bento, José Starosta, Danilo de Souza, José Barbosa Caio Huais, Andre Sih, João Carlos de Oliveira Mello, Antonio Carlos Barbosa Martins, Maria Alzira Noli Silveira, André Luiz Mustafá, Joel David Melo Trujillo, Aroldo de Faria Junior e Emarcio Antonio Belati.

#### Fale conosco

[contato@atitudeeditorial.com.br](mailto:contato@atitudeeditorial.com.br)  
Tel.: (11) 98433-2788

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](https://www.istockphoto.com) | Scharfsinn86  
Impressão - Gráfica Grafilar  
Distribuição - Correios

Atitude Editorial Publicações Técnicas Ltda.

[www.osetoreletrico.com.br](http://www.osetoreletrico.com.br)  
[atitude@atitudeeditorial.com.br](mailto:atitude@atitudeeditorial.com.br)

Filiada à

## 4 Editorial

'Inversão de fluxo' na GD e a guerra com as distribuidoras

## 6 Cobertura especial

CIDE: Especialistas debatem o futuro da distribuição de energia elétrica e os desafios climáticos

### 16 Notícias do Setor

Abra-dee lança campanha de prevenção de acidentes com a rede elétrica / Schneider Electric ocupa a primeira posição na lista das "Empresas Mais Sustentáveis do Mundo em 2024" / Prysmian está entre os vencedores da premiação da Nortel do Grupo Sonepar / Fox ESS acaba de lançar o G-MAX 215 kW/100 kWh) / GreenYellow, Enersim e Oeste Solar dão início à construção de duas fazendas fotovoltaicas que totalizam 12,56 MW em termos de capacidade instalada / Casa dos Ventos lança a plataforma "Concierge Digital" / Relatório aponta que o Brasil recebeu US\$ 114,8 bilhões em investimentos em energia sustentável, entre 2015 e 2022

### Fascículos

- 18 Transição Energética e ESG
- 24 Transformação digital no setor elétrico
- 28 Digitalização de subestações e energias renováveis
- 34 Perdas energéticas em GTD

### 38 Por Dentro das Normas

Aguinaldo Bizzo – NR 10 / Paulo Barreto - NBR 5410 / Marcos Rogério - NBR 14039

### 42 Espaço Abradee

De olho nas tendências do setor elétrico brasileiro, Abradee lança sua nova marca

### 44 Espaço Aterramento

Modelos de solos homogêneos

### 46 Espaço Cigre-Brasil

CIGRE-Brasil, um think tank dedicado à modernização do setor elétrico

## 48 Reportagem

5G: conheça as aplicações que estão revolucionando o setor elétrico

### 54 Artigo Técnico

Inteligência Artificial: Uma breve análise estratégica do posicionamento do Brasil no contexto mundial / Por Andre Sih

### 58 Pesquisa Setorial

Dispositivos Elétricos de proteção, manobra e comando BGT/MT

## Colunas

- 60 Frederico Boschini - Conexão Regulatória
- 62 Lillian Ferreira Queiroz - Gestão de ativos
- 64 Cláudio Mardegan – Análise de Sistemas Elétricos
- 66 Luciano Rosito – Iluminação Pública
- 68 Roberval Bulgarelli – Instalações EX
- 70 Daniel Bento – Redes Subterrâneas em Foco
- 71 Aguinaldo Bizzo – Segurança do Trabalho
- 72 Nunziant Graziano – Quadros e painéis
- 74 José Starosta – Energia com Qualidade
- 76 Danilo de Souza – Energia, Ambiente & Sociedade
- 78 José Barbosa – Proteção contra raios
- 80 Caio Cezar Neiva Huais – Manutenção 4.0

# 'Inversão de fluxo' na GD e a guerra com as distribuidoras

Uma das grandes incógnitas do setor elétrico atualmente é saber qual narrativa deverá prevalecer na queda de braço travada entre as distribuidoras de energia e os integradores de Geração Distribuída (GD). A disputa, que está relacionada, principalmente, com o impacto dessas ligações na rede convencional de energia elétrica, vem sendo tratada em diversas frentes: Congresso Nacional; ANEEL, MME, ABRADEE e pelo setor de GD.

Na ANEEL, o tema ganhou projeção na Consulta Pública aberta em fevereiro deste ano, que trata da regulamentação de sistemas de GD no programa Minha Casa, Minha Vida. No meio deste processo, o segmento de GD pediu à ANEEL uma solução aos problemas enfrentados com as distribuidoras por conta da chamada inversão de fluxo de potência, processo em que a energia excedente produzida na GD é incorporada à rede das distribuidoras de energia de todo país. É justamente aí que mora o problema!

Registrando um crescimento estrondoso anual, a GD já chegou a bater 30 gigawatts (GW) de geração distribuída, o equivalente à capacidade de duas Itaipus. Toda essa energia sendo gerada e eventualmente jogada para a rede das distribuidoras possui impactos relevantes, podendo gerar distúrbios como: sobrecarga; interrupções no fornecimento; e desequilíbrio de tensão. Com isso, o segmento de GD vem denunciando que as distribuidoras de energia, com base nesses argumentos, estão dificultando ou negando a interligação de novas ligações de geração distribuída ao sistema.

Diante disso, ambos os lados envolvidos no tema fizeram contribuições e sugestões à ANEEL, que deverá, em breve, bater o martelo em torno do tema, a partir da publicação de uma resolução que equacione os interesses das distribuídas, dos integradores de GD e dos consumidores, que em geral, buscam redução na conta de luz. A expectativa, é de que seja fixada uma regra clara, que deverá passar, por exemplo, pela determinação de como este processo deve acontecer, estabelecendo as atribuições das distribuidoras, bem como os limites de geração excedentes que podem ser direcionados para a rede, dentre outros critérios que devem ser considerados em torno do tema.

Paralelamente, o tema também vem sendo discutido no Congresso Nacional em diferentes frentes, dentre elas, destaque para o PL 624/23, que cria um programa para gerar energia elétrica a ser usada por famílias beneficiárias da Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE). No texto, que foi aprovado na Câmara dos Deputados em maio deste ano, foi incluída uma emenda que proíbe que as distribuidoras reprovem projetos de microgeração distribuída (projetos de até 75 KW), sob alegação de inversão de fluxo. No caso de minigeração distribuída (projetos de 75 kw até 3 MW), a alegação de inversão de fluxo deveria ser justificada de forma individual, permitindo aos consumidores a adequação dos projetos.

O texto, que ainda tramitará no Senado Federal, poderá, eventualmente, definir critérios diferentes dos que devem ser anunciados em breve pela ANEEL, o que certamente resultará em novas alterações em torno do marco regulatório da GD. Independentemente do que de fato venha a prevalecer neste debate, o importante é que os órgãos responsáveis se apressem para equacionar essas questões, pois elas geram ruídos para o mercado, além de oferecer riscos à resiliência e à eficiência energética do país.

Boa leitura!

*Edmilson Freitas*

edmilson@atitudeeditorial.com.br



Acompanhe nossas novidades pelas redes sociais:



@osetoreletrico



Revista O Setor Elétrico



Revista O Setor Elétrico



Revista O Setor Elétrico



# CHINT

Empower the World



## A solução ideal com a qualidade que você precisa!

Conheça as Linhas Completas de Baixa Tensão da CHINT

### Por que escolher a CHINT?

Portfólio completo, com excelência em qualidade para:

- Indústria
- Infraestrutura
- Aplicações Fotovoltaicas
- Construção Civil

**Garantia de 2 Anos,**  
Componentes de Fácil Instalação



#### DESEMPENHO IDEAL

Produtos testados em laboratório, com todas as certificações internacionais e nacionais.



#### SEGURANÇA TOTAL

Atendemos aos mais rigorosos padrões de segurança, assegurando a tranquilidade para os clientes finais, eletricitistas, instaladores e montadores de painel.



#### CONFIANÇA GLOBAL

Somos líderes mundiais em produção de baixa tensão, com mais de 3 milhões de polos de disjuntores fabricados por dia, exportando para todas as regiões do mundo.

Entre em contato com a nossa equipe de vendas.

Para saber mais sobre a CHINT, siga a marca nas redes sociais.

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

[chint.brasil](https://www.instagram.com/chint.brasil)

[CHINT](https://www.linkedin.com/company/chint)

[chintgroupBrazil](https://www.facebook.com/chintgroupBrazil)





Por Matheus de Paula



# CIDE

CONGRESSO DE INOVAÇÃO NA  
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

## Especialistas debatem o futuro da distribuição de energia elétrica e os desafios climáticos

Com cerca de mil participantes, o Congresso de Inovação na Distribuição de Energia foi realizado entre os dias 05 e 06 de junho, em São Paulo





A transição energética e seus impactos no setor elétrico brasileiro foi o foco do Congresso de Inovação na Distribuição de Energia (CIDE), evento organizado pelo Grupo O Setor Elétrico, em parceria com o Instituto Abradee da Energia. Durante dois dias, especialistas de diversas áreas do segmento de distribuição se revezaram em painéis e palestras, abordando temas como modernização do setor, os avanços em smart grids e em sistemas de armazenamento, resiliência energética diante das condições climáticas extremas, incorporação de novas e disruptivas tecnologias, dentre outros assuntos que integram a agenda dos stakeholders que compõem a cadeia de GTD – Geração, Transmissão e Distribuição de energia elétrica.

Para o presidente da ABRADÉE, Marcos Madureira, a realização do CIDE 2024 mostra a importância de evidenciar as discussões mais importantes no cenário da distribuição de energia elétrica no Brasil. “A troca de conhecimentos, a discussão de tendências e a

apresentação de inovações são essenciais para que o setor continue a evoluir e a atender às demandas de uma sociedade cada vez mais digital e sustentável”, considera Madureira.

Na primeira mesa de abertura do evento, o diretor da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Ricardo Tilli, aproveitou a oportunidade para anunciar a realização de consulta pública sobre sistemas de armazenamento de energia, prevista para o início do segundo semestre deste ano. “Minha expectativa é que a ANEEL inicie a consulta pública no começo do segundo semestre e finalize a primeira parte da regulamentação até dezembro de 2024. A questão da outorga é importante, pois precisamos definir que tipo de outorga essas baterias terão e onde elas estarão localizadas. A primeira premissa é que baterias não geram energia, então elas não podem ter uma outorga de gerador”, adiantou Tilli.

Participando do painel com o tema “O que nos reserva o





**Completaram a mesa de debate, Tarcísio Estefano Rosa, presidente da Celesc, Fernando Maia, vice-presidente de Regulação da Energisa e a moderação de Rosana Santos, presidente do Instituto E+ Transição Energética**



**Ricardo Tili, diretor da ANEEL**

futuro da distribuição de energia?”, o diretor da Neoenergia, Fabiano da agência de energia no país e defendeu maior isonomia nos contratos de concessão. “Durante muitos anos, as distribuidoras foram quem garantiram a expansão da geração através dos contratos de longo prazo. Hoje, já existe a figura do contrato de reserva de capacidade que pode vir a sanar, vamos dizer assim, uma forma de que tanto o mercado regulado quanto o livre paguem pela expansão, mas tem um conjunto de contratos legados que precisa de um tratamento. E esse tratamento envolve mais isonomia, quer dizer, como é que você distribui melhor esses custos”, explicou Carvalho.



# TRANSFORMANDO ENERGIA EM DESENVOLVIMENTO.



## TRANSFORMADORES DE FORÇA A ÓLEO

Transformadores nas potências de até  
50.000kVA nas classes de tensão até 145kV,  
com frequência de 50Hz ou 60Hz.



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

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



# Cobertura especial



## NOVOS INSIGHTS

Um dos momentos mais aguardados do evento foi a participação do renomado publicitário Nizan Guanaes, que convidou o público a fazer uma reflexão sobre a importância da inovação e adaptação para as transformações do futuro, baseado em três pilares: o que deve ser mantido; as transformações necessárias; e por fim, que futuro deve ser construído?.

O publicitário chamou a atenção dos congressistas para as possibilidades infinitas de utilização dos ativos do setor elétrico, como os postes, por exemplo, que estão espalhados pela cidade, para criar maior interação com a comunidade e apoiar causas sociais. "O setor elétrico está no meio da cidade, em todos os lugares, então, precisamos fazer com que as pessoas se lembrem que nossos serviços funcionam, porque do contrário, elas esquecem", comenta.



## RESILIÊNCIA ENERGÉTICA VERSUS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS EXTREMAS

Ainda no primeiro dia do Congresso, o ex-vice-presidente da Florida Power & Light (FPL), empresa norte-americana fornecedora de energia, compartilhou as experiências vivenciadas nos Estados Unidos para o enfrentamento de eventos climáticos extremos, no que tange a resiliência das redes e dos sistemas elétricos.

Como forma de combater futuros eventos climáticos extremos, a Florida Power & Light criou em 2006 o "Storm Secure Program", uma iniciativa que substituiu linhas de energia aéreas por linhas subterrâneas para melhorar a confiabilidade da rede elétrica. "O programa faz parte dos esforços da FPL para fortalecer sua rede contra tempestades. As linhas subterrâneas são menos suscetíveis a danos causados por árvores e outros detritos, além disso, uma rede mais resistente para eventos climáticos extremos, é também mais eficiente para o uso diário", disse.



## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Tema cada vez mais recorrente nas discussões do setor elétrico, a inteligência artificial (IA) foi destaque no CIDE, com a participação de Domenico Machado, Industry Advisor Energy do Google Cloud, que apresentou uma variedade de serviços que a ferramenta de IA da empresa oferece ao setor elétrico, que passa pela infraestrutura em nuvem, cujo objetivo é hospedar dados e aplicativos de forma segura e escalável. O executivo citou ainda outras funcionalidades para o setor elétrico, tais como: manutenção preditiva; atendimento ao cliente; redução de perdas de rede; e otimização da geração de energia.





LANÇAMENTO  
LINHA **MINING BLOCK**  
16A até 250A

Mantenha suas Operações com Máxima Segurança e Proteção!

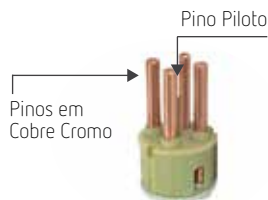


## PROTEÇÃO E SEGURANÇA ULTRACONFIÁVEIS

A linha de Tomadas e Plugues Industriais, Tomadas com Bloqueio Mecânico e Proteção Elétrica **Mining Block STRAHL**, atende os mais rigorosos padrões de qualidade e segurança exigidos nas instalações elétricas. Desenvolvidas para garantir segurança e proteção, com grau de proteção IP67, são indicadas e apropriadas para instalação e uso em ambientes extremamente agressivos, como indústrias de mineração, petroquímicas, siderúrgicas, entre outras.

Disponíveis opções com proteções adicionais contra sobrecarga/sobretensão, curto-circuito (disjuntor termomagnético) e choque elétrico (IDR), proporcionando operações seguras e eficazes. Podem ser customizadas de acordo com sua necessidade ou projeto.

Confira os principais diferenciais desta linha:



\*A partir de 125A contatos em cobre cromo.

**STRAHL**  
A ENERGIA QUE CONSTRÓI





## ARENA INOVAÇÃO

Uma das novidades do CIDE 2024 foi a “Arena Inovação”, um espaço dedicado às startups do setor elétrico, que puderam apresentar aos participantes da feira duas soluções e serviços inovadores para o segmento de distribuição. No total, 15 startups utilizaram o espaço para compartilhar seus projetos. Felipe Ramalho, Customer Success da Energia das Coisas, levou ao evento soluções para controle de energia, gerenciamento de gastos e monitoramento de consumo e desperdícios.

“A Energia das Coisas combina a coleta de dados elétricos de instalações com o armazenamento em nuvem e aplicativos desenvolvidos para oferecer uma experiência relevante aos usuários de energia, especialmente aqueles de baixa renda. Isso ajuda os usuários a entender como consomem energia e a ajustar seu consumo de acordo com sua capacidade financeira para pagar a conta de energia” explicou Ramalho.

Também foram apresentadas soluções para monitoramento e otimização de energia (Enline) aplicativos e soluções tecnológicas para o planejamento da manutenção de árvores e limpeza de faixa (Imagery), utilização de dados de medidores, tanto inteligentes quanto convencionais (Fox IoT), dentre outras.

## TRABALHOS TÉCNICOS

Outra novidade desta edição foi a apresentação de trabalhos técnicos por acadêmicos e profissionais do setor. Um dos trabalhos de destaque apresentados foi o do fundador da CONPREN Nova Energia, Luiz Carlos Santini, com o estudo “Eletrificação da economia e eficiência energética”, que trata do impacto dos veículos elétricos nas redes de energia, no Brasil e em outros países.

O gerente Corporativo de Pesquisa e Desenvolvimento da Neoenergia, José Antonio de Souza Brito, apresentou no evento o GODEL Conecta, sistema para avaliação da capacidade da rede elétrica para conexão de geração distribuída. “Trata-se de um aplicativo que disponibiliza mapas



# PAINEL DE ACIONAMENTO INDUSTRIAL

A combinação perfeita de controle, conectividade e desempenho

**EM ESTOQUE, À PRONTA-ENTREGA PARA TODO O BRASIL**



Segurança e qualidade com normas IEC 61439 NR-10 NR-12

- Robustos painéis certificados
- Range de 124A a 880A
- Qualidade em eficiência energética e performance
- Conectividade Bluetooth



**SERVIÇOS**  
Parceria para a sua manutenção



**PRODUTOS**  
Componentes para o seu projeto



**ENGENHARIA**  
Criação de projetos personalizados



Saiba mais acessando o vídeo no QR Code





interativos de capacidade de acomodação de geração distribuída à rede elétrica como recurso de auxílio ao planejamento de expansão e avaliação de pedidos de conexão de minigeradores distribuídos, proporcionando ainda melhorias no atendimento ao cliente auxiliando-o na consulta e prospecção de seus empreendimentos”, detalhou.

## FEIRA DE NEGÓCIOS

Com 27 estandes e 32 patrocinadores, a feira de exposição do CIDE levou aos participantes do evento as grandes novidades tecnológicas da indústria do segmento de distribuição de energia, criando um ambiente rico para novos negócios e captação de clientes.

Participando como expositor no evento, o sócio-diretor da Fu2re Smart Solutions, André Sih, avaliou como produtiva e estratégica a participação da empresa no evento. “Tivemos a oportunidade de fortalecer negócios juntamente com nossos parceiros NVIDIA e Advantech. Considero o investimento realizado muito positivo, tanto pelas oportunidades que surgiram, quanto pela chance de acompanhar palestras de pessoas proeminentes do setor elétrico”.

O coordenador de marketing da Landis+GYR, Vinicius Belmonte, também avaliou positivamente a participação da empresa no CIDE. “O evento nos permitiu encontrar nossos parceiros, trocar conhecimentos e explorar novas possibilidades de negócio. Apresentamos nosso portfólio

atual, destacando o Magno, o Revelo e Soluções Inovadoras para o Gerenciamento de Frota Elétrica. Estamos ansiosos para a próxima edição”.

O nível técnico do público presente no evento, bem como a qualificação dos visitantes da feira, foram destacados pelo diretor da América Latina da S&C Electric Company, Bruno Iwamoto. “Quero dar destaque ao público muito qualificado que esteve presente no CIDE e também em escala muito maior quando comparado à edição anterior. Fiquei feliz com as palestras nacionais e internacionais que elevaram as discussões técnicas para o mais alto nível!”

Avaliação semelhante foi do diretor comercial da PEXTRON, Uriel Horta. “O CIDE superou todas as expectativas. A organização, as palestras e o local foram excelentes, trazendo resultados positivos para a Pextron com ótimos contatos e leads. Acredito que a próxima edição será ainda maior, dado o interesse de muitas empresas em participar”.

Já o gerente corporativo de P&D da Neoenergia, José Brito, chamou atenção para o ambiente de estímulo e para as oportunidades de apresentação de programas de desenvolvimento e inovação. “Um evento que deu para mostrar as soluções tecnológicas que contribuem para a modernização do setor elétrico”.

A próxima edição está prevista para 2026 e a evolução da programação pode ser acompanhada no site do evento: [www.cidebrasil.com.br](http://www.cidebrasil.com.br)



# Condumax.

Para quem exige **MAIS**  
do seu **projeto solar.**

O PRIMEIRO CABO  
CERTIFICADO NO BRASIL

Da geração distribuída à centralizada, a **Condumax** fornece a **solução ideal para a condução de energia fotovoltaica**, abrangendo desde o módulo solar até a subestação. **Pioneira no lançamento do cabo solar no Brasil**, desde então, tem atendido uma ampla gama de clientes em toda a cadeia produtiva, incluindo integradores, EPCistas, indústrias e instaladores de soluções fotovoltaicas.

Opte por qualidade e tecnologia que resistem a:

- Grandes oscilações de energia
- Radiação UV
- Alta e baixa temperatura
- Soluções ácidas e alcalinas

## Linha completa para sistemas fotovoltaicos



SOLARMAX



MAXLINK AL UV OU  
SAFETYMAX AL UV



MAXLINK AL UV OU  
SAFETYMAX AL UV



MAXLINK MV



CABO DE ALUMÍNIO  
NU CA E CAA



Baixe o nosso  
catálogo e solicite  
uma demonstração  
técnica.

0800 701 3701  
[www.condumax.com.br](http://www.condumax.com.br)

**Condumax**  
FIOS E CABOS ELÉTRICOS

## Abradee lança campanha de prevenção de acidentes com a rede elétrica



A Abradee lançou a Campanha Nacional de Segurança para a Prevenção de Acidentes com a Rede Elétrica. Nos meses de junho e julho, a prática de soltar balões, especialmente durante festividades juninas, aumenta em várias regiões do Brasil. No entanto, essa atividade, além de configurar crime ambiental, representa um sério risco para as pessoas e para a rede elétrica – não apenas em relação à fiação, mas também aos equipamentos nas subestações –, podendo causar apagões e incêndios.

De acordo com levantamento do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa), a capital do Rio de Janeiro foi a região que registou mais solturas de balões em 2024, com 64 ocorrências entre janeiro e junho. O número é três vezes maior que o do segundo colocado, a cidade de Curitiba. Na análise estadual, o Rio de Janeiro ficou na segunda posição com 72 registros no período, perdendo para o estado de São Paulo, com 87. Em terceiro lugar ficou o Paraná, com 19 casos.

Para ajudar a conscientizar sobre esses riscos e promover a segurança, a Abradee e suas 39 distribuidoras de energia associadas lançam, em 2024, a 18ª Campanha Nacional de Segurança para a Prevenção de Acidentes com a Rede Elétrica. Sob o slogan “Luz, prevenção, ação! Juntos pela nossa segurança com a rede elétrica”, a campanha busca reforçar a importância de comportamentos seguros em relação à eletricidade.

**Resenha Elétrica** - Com o objetivo de propagar conteúdo relevante para os profissionais da área de elétrica, a COBRECOM, fabricante de fios e cabos elétricos de baixa tensão, lançou a Resenha Elétrica, podcast que abordará importantes assuntos para a carreira de quem trabalha no segmento. Também disponível no formato videocast, os episódios terão como convidados, especialistas nas áreas dos temas escolhidos. O podcast pode ser acessado no Spotify e YouTube da COBRECOM (<https://www.youtube.com/@Cobrecom1>).

**Sustentabilidade** - A Schneider Electric, líder global na transformação digital da gestão de energia e automação, ocupa a primeira posição na lista das “Empresas Mais Sustentáveis do Mundo em 2024”, realizada pela revista Time e Statista. O reconhecimento reflete os objetivos ambiciosos da companhia de reduzir suas emissões, bem como o compromisso de ajudar seus clientes e stakeholders a se tornarem mais eficientes energeticamente e também reduzirem suas emissões.

Foram destaques a expertise tecnológica da Schneider Electric e o programa Schneider Sustainability Impact (SSI), que impulsiona e mede o progresso da empresa em relação às metas globais de sustentabilidade para 2021–2025, contribuindo para seis compromissos de longo prazo que abrangem todas as dimensões ambientais, sociais e de governança (ESG).

**Prêmio Nortel** - Referência na transição energética e transformação digital, a Prysmian está entre os vencedores da premiação da Nortel do Grupo Sonepar que reconhece os fornecedores que mais se destacaram em performance, inovação e sustentabilidade em 2023.

Uma das ativasções do chamado Clube de Negócios Nortel, o evento reconhece a Prysmian como a fornecedora da distribuidora de materiais elétricos que teve destaque na categoria Sustentabilidade. Ao longo de 2023, 37% das receitas globais da companhia estiveram ligadas a produtos sustentáveis, a exemplo dos cabos green desenvolvidos pela Prysmian no Brasil que utilizam em parte da sua composição componentes de origem vegetal.



**Armazenamento** - A Fox ESS, empresa líder no setor de armazenamento de energia, acaba de lançar o G-MAX 215 kW/100 kWh, também conhecido como Sistema de Armazenamento de Energia de Baterias (BESS - Battery Energy Storage System). Essa solução é especialmente projetada para atender às necessidades das unidades consumidoras (UCs) atendidas em alta tensão. A solução G-MAX oferece três funcionalidades principais: redução de picos de demanda, balanceamento de carga e backup de emergência.

**Usinas fotovoltaicas no interior de MT** - Acordo firmado entre as empresas GreenYellow, Enersim e Oeste Solar, celebrado em 2023, deu início à construção de duas fazendas fotovoltaicas no estado de Mato Grosso, que totalizam 12,56 MW em termos de capacidade instalada, gerando 24 GWh de energia limpa anualmente. A usina implantada na cidade de Nova Ubiratã já foi conectada à rede da distribuidora e de Alta Floresta está em fase de finalização.

A energia gerada pelas usinas tem capacidade de abastecer até 12 mil residências, e a capacidade de evitar a emissão de mais de 900 toneladas de CO<sub>2</sub> no Meio Ambiente.

**Concierge Digital** - Em resposta à crescente digitalização do setor elétrico e à demanda por maior autonomia do consumidor de energia, a Casa dos Ventos, lançou a plataforma “Concierge Digital”. A ferramenta oferece aos usuários uma variedade de funcionalidades: acompanhamento da obra, benefícios financeiros e ambientais, dados contratuais, documentos societários, dentre outras.

**Investimento em energias renováveis** – Relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (Unctad), aponta que o Brasil recebeu US\$ 114,8 bilhões em investimentos só em energia sustentável, entre 2015 e 2022. O país liderou esse ranking. Outro dado: para 2024, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) calcula pelo menos R\$ 38,9 bilhões de investimentos nessa fonte de energia.

Com os investimentos acumulados da década passada para cá e as projeções para os próximos anos, o setor de energia no Brasil está atrativo para o mercado de fusões e aquisições (M&A). Para players interessados em venda ou compra, joint ventures e acordos similares, entra em campo o trabalho de boutique de M&A – assessoria customizada para viabilizar o “match” e a transação entre as partes.



# Transição Energética e ESG

*Estruturado pelo economista Nivalde de Castro, professor do Instituto de Economia da UFRJ e coordenador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico - GESEL, desde 1997, este fascículo abordará as diferentes abordagens em curso no país relacionadas à transição energética e as práticas de ESG no setor elétrico.*



## Capítulo 5

### Desafios impostos pela transição energética ao Sistema Interligado Nacional

Por Nivalde de Castro, \*Fernando França e \*Lillian Monteath

O processo dinâmico e irreversível da transição energética, cujo objetivo estratégico é a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), é um tema que tem, de forma crescente, ocupado o topo e a prioridade das agendas de países, empresas, universidades e das mais variadas organizações sociais. O modus vivendi de emergência climática em que o planeta ingressou, tendo como exemplo o evento climático que ocorreu recentemente no Rio Grande do Sul, reforça a urgência de que sejam redobradas as atenções dos policy makers sobre o comportamento do clima, tópico no qual a evolução da matriz energética desempenha um papel central.

Neste contexto de desafios direcionados para o Setor Elétrico Brasileiro (SEB), o quinto artigo da série sobre transição energética, vinculado à parceria entre o GESEL-UFRJ e a Revista O Setor Elétrico, tem como objetivo central analisar os impactos, desafios e exigências referentes ao sistema de transmissão de energia elétrica, com ênfase nas implicações advindas da transição energética aos seus papéis e requisitos. Se, por um lado, a evolução tecnológica observada na geração, no armazenamento e na distribuição de energia elétrica constitui a base que permite a transição energética, é a transmissão que viabiliza a integração de fontes e dispositivos, preservando a segurança da operação do sistema. Portanto, é essencial que este segmento estratégico do SEB seja analisado.

Neste sentido, a análise deve partir da Rede Básica do Sistema Interligado Nacional (SIN), pela sua dimensão, complexidade e importância para o atendimento da quase totalidade da população

brasileira. A malha principal de transmissão do SIN, que engloba instalações com tensão igual ou superior a 230 kV, tem experimentado uma expressiva evolução desde a implantação e consolidação do modelo regulatório deste segmento, que tem como um de seus pilares a concessão de novas outorgas por meio de processos licitatórios. Destaca-se que o crescimento verificado da rede e os resultados obtidos nos sucessivos leilões, iniciados em 2000, atestam o sucesso do modelo regulatório da transmissão.

Até 1999, a Rede Básica somava cerca de 58.000 km de linhas de transmissão e era constituída por dois sistemas independentes, o Norte/Nordeste e o Sul/Sudeste/Centro-Oeste, que foram integrados por meio do primeiro circuito da interligação Norte-Sul em março daquele ano. De 1999 a dezembro de 2023, o SIN cresceu cerca de 200%, passando a operar 172.000 km de linhas de transmissão e interligar todas as regiões do país, incluindo áreas anteriormente isoladas, como aquelas atendidas a partir de Manaus, Macapá, Porto Velho e Rio Branco.

Parte importante desse crescimento está diretamente vinculada à necessidade de escoar a produção das grandes usinas hidrelétricas situadas na Amazônia, como Jirau, Santo Antônio, Teles Pires e Belo Monte. Recentemente, por sua vez, a expansão do SIN está ocorrendo em razão direta da ampliação da capacidade instalada de fontes eólicas, sobretudo na Região Nordeste, e fotovoltaicas, especialmente nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste. O crescimento tão expressivo dessas fontes renováveis, com impactos diretos no crescimento da rede de transmissão, ocorre através de subsídios cruzados, que recaem sobre os



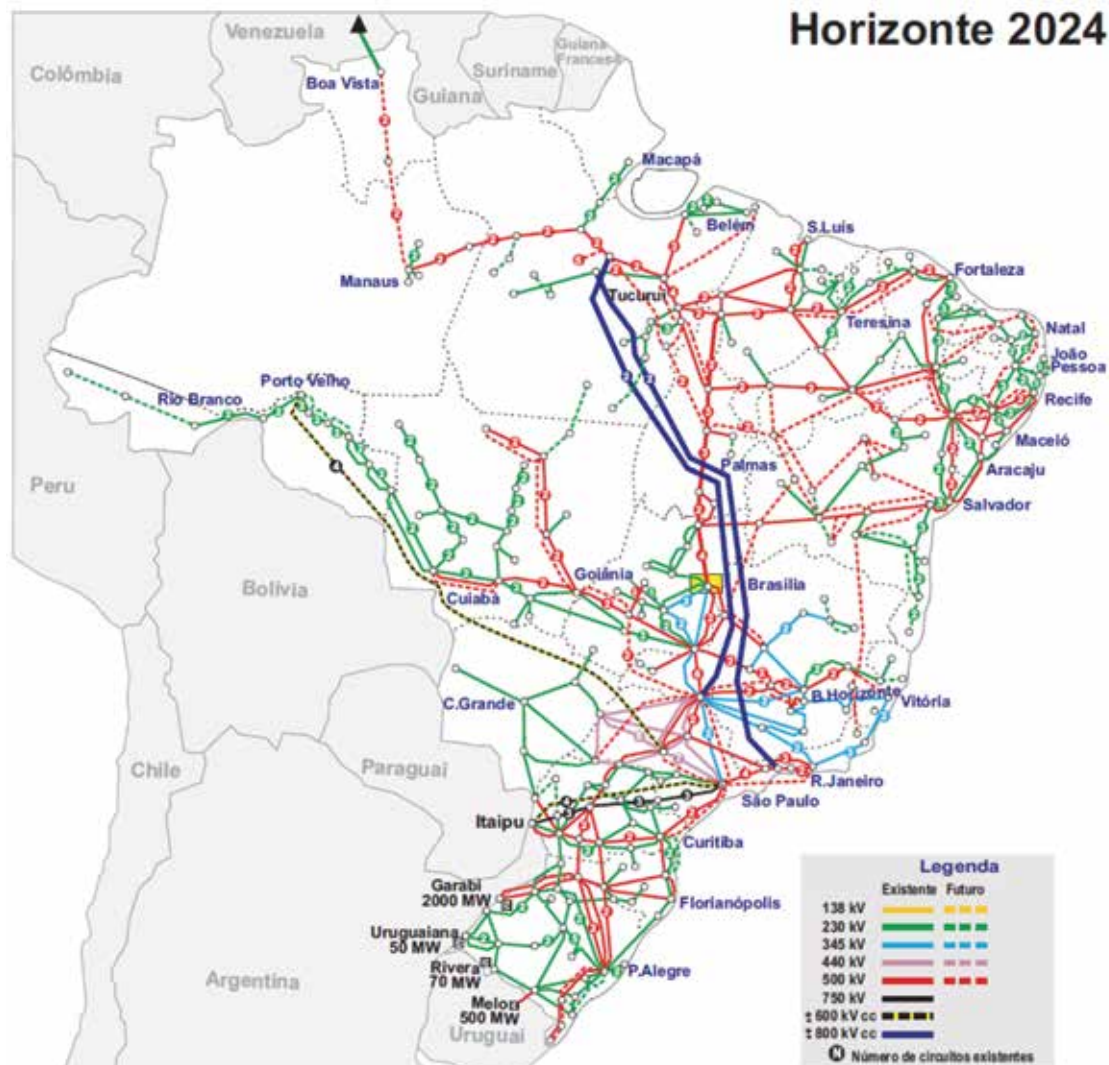


Figura 1 - Configuração do Sistema Interligado Nacional: 2024

Fonte: ONS (2024). Disponível em: <https://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/qualidade-do-suprimento-paineis.aspx>

consumidores de energia elétrica, em um ritmo descontrolado. Merece ser destacado que as projeções do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) estimam que, em 2028, a Rede Básica deve superar 200.000 km de linhas de transmissão de alta tensão.

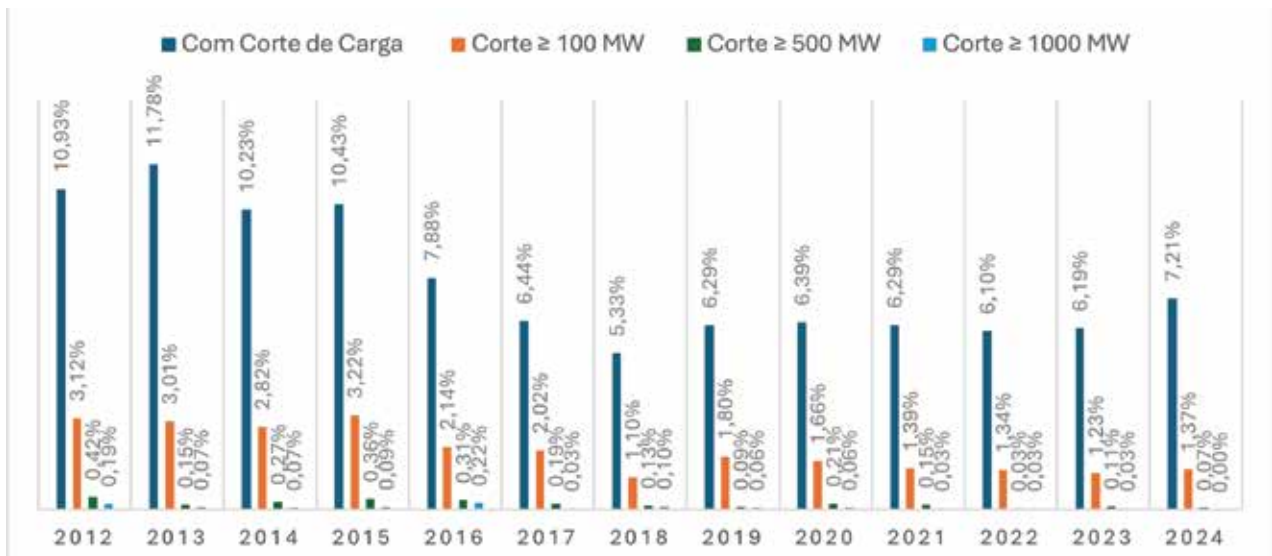
A Figura 1 expressa a dinâmica da impressionante evolução do sistema de transmissão no Brasil até 2024, que conseguiu atrair investimentos sob a égide de um novo modelo de contratação baseado em leilões de lotes, vinculados diretamente aos estudos de planejamento.

A Rede Básica do SIN presta serviços essenciais à sociedade brasileira, sendo que um dos mais importantes é garantir a disponibilidade e a confiabilidade do fornecimento de energia elétrica aos milhões de consumidores brasileiros. É a rede de transmissão que permite que a energia elétrica esteja disponível para os consumidores de forma contínua e na quantidade exigida. Implicitamente associado a esse serviço, está a manutenção do equilíbrio dinâmico entre oferta e demanda de energia elétrica em cada instante, condição básica para a manutenção da frequência e da segurança da operação do sistema. Outro serviço fundamental provido pela rede é permitir a utilização dos

recursos energéticos mais baratos disponíveis em cada momento, dado que a ordem de despacho das plantas geradoras de energia elétrica é determinada pelos respectivos custos, dos mais baratos para os mais caros. Esses e outros serviços são, de alguma maneira, impactados pelas transformações que estão sendo impostas pela transição energética.

A característica central imposta pela transição energética à produção de energia elétrica é, sem dúvida, a expansão da capacidade instalada de fontes renováveis, com destaque crescente para a geração distribuída. O potencial de aproveitamento desses recursos está disponível por praticamente todo espaço geográfico do país, que, pela sua dimensão continental, explica a taxa de crescimento do SIN. Por outro lado, uma característica técnica comum é que a geração renovável resultante não é controlável, sendo possível apenas pelas condições da unidade geradora e disponibilidade de vento e radiação solar.

Dessa forma, o impacto das fontes renováveis sobre a Rede Básica é crescente, pois ela precisa ser dimensionada para atender, ao longo do dia, variações rápidas de geração em múltiplos cenários de operação. Para tanto, é necessário que as interconexões sejam ainda mais capilares, como é largamente observado no SIN. Em suma, considerando a



**Gráfico 1 - Perturbações com corte de carga na Rede Básica: janeiro de 2012 a abril de 2024 (em %) Fonte: ONS (2024). Disponível em: <https://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/qualidade-do-suprimento-paineis.aspx>**

dimensão continental do SIN, a capilaridade das interconexões implica em investimentos crescentes na expansão da Rede Básica, de modo a garantir condições técnicas que viabilizem o equilíbrio instantâneo entre demanda e oferta.

Além disso, a rede de transmissão deve ser dotada de recursos que proporcionem a adequada flexibilidade operativa para que seja possível lidar com a multiplicidade de condições vivenciadas no dia a dia da operação, decorrente da pulverização dos recursos renováveis. Destaca-se que o requisito de flexibilidade se torna mais e mais relevante com o crescimento da dimensão e da complexidade do SIN, resultado direto da transição energética.

Nessa mesma linha analítica, outra questão que ganha destaque, à medida que avança a transição energética, é a resiliência do SIN. Considerando a distribuição dos recursos, a natureza não despachável das novas fontes e o crescimento da interconexão, é necessário que a Rede Básica seja capaz de absorver impactos decorrentes de perturbações nas instalações de transmissão ou em grandes blocos de geração com mínimas consequências para os consumidores, retornando rapidamente a uma condição segura de funcionamento.

Sobre esse aspecto, a título de exemplo da sua magnitude, são registradas tipicamente mais de 3.000 perturbações no SIN anualmente, das mais variadas naturezas, das quais cerca de 6% a 7% resultam em algum tipo de corte de carga. O gráfico acima ilustra o desempenho da rede no que diz respeito ao requisito de confiabilidade, discriminando o percentual de perturbações que resultaram em qualquer corte

de carga, em corte superiores a 100 MW, a 500 MW e a 1.000 MW. O resultado de 2024 é o acumulado entre janeiro e maio. Trata-se de um indicador importante para avaliar a qualidade do serviço da transmissão, particularmente com a disseminação dos recursos energéticos distribuídos.

Observa-se que a transição energética em curso estabelece desafios novos ao segmento de transmissão que se somam àqueles intrínsecos ao tamanho e, sobretudo, à idade da Rede Básica do SIN. Dentre o que se pode considerar e classificar como novos, destaca-se o desafio imposto pela diferença de requisito de prazo para a implantação de instalações de transmissão e aquele necessário para a integração de unidades geradoras eólicas e fotovoltaicas. Deste modo, há um evidente descompasso entre o crescimento da capacidade instalada de plantas eólicas e solares e a expansão das linhas de transmissão.

A metodologia e o desenho da expansão do sistema de transmissão requer complexos estudos de planejamento, com base em premissas de crescimento da demanda e da geração e em avaliações de natureza socioambientais, seguidos por estudos para a definição das características técnicas das novas instalações. Esses estudos, conduzidos pela Empresa de Planejamento Energético (EPE), com a colaboração técnica do ONS e de empresas transmissoras, são consolidados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), configurando editais, que são colocados em consulta pública para a posterior realização de leilões de ativos de transmissão. Após o leilão, e cumpridas as etapas de qualificação do vencedor e homologação de resultados, ocorre a assinatura do contrato



# Linha **CLAMPER** Front

**Proteção** contra **surtos elétricos** nos modelos:



VARISTOR



SPARK GAP



CENTELHADOR  
A GÁS



**Diversas combinações de proteção para atender à sua necessidade\***

Tensão máxima de operação contínua:	de 75V a 680V
Corrente máxima de descarga @ 8/20 $\mu$ s:	de 15kA a 100kA
Corrente de impulso @ 10/350 $\mu$ s:	de 12,5kA a 50kA

\*Consulte as combinações de modelos existentes.



[www.clamper.com.br](http://www.clamper.com.br)  
(31) 3689.9500



de concessão de 30 anos, o qual estabelece o prazo para a entrada em operação das novas instalações. Todo esse processo resulta em longos intervalos entre a identificação da necessidade de expandir o sistema de transmissão e a efetiva entrada em operação das linhas, tipicamente superando sete anos.

Por sua vez, a implantação de centrais eólicas e fotovoltaicas ocorre em prazos bem menores, podendo chegar a dois anos, dependendo do porte do projeto. A disparidade entre as velocidades de implantação de ativos de geração e de transmissão tem se mostrado desafiadora em todos os locais do mundo em que a transição energética avança. No caso brasileiro, tendo em vista as características de distâncias envolvidas e distribuição espacial das fontes, o desafio de viabilizar a rede de transmissão no prazo requerido pela transição energética se torna particularmente importante.

Outro aspecto a destacar, que demanda a atenção de todos que atuam no segmento de transmissão, é o fato de que a adequação da Rede Básica aos requisitos derivados da transição energética ocorre simultaneamente com o tratamento de dois eventos de impacto crescente no sistema: a ampliação da quantidade de equipamentos em final de vida útil, consequência do natural envelhecimento da rede, e o encerramento do prazo de concessão de instalações que foram licitadas a partir de 1999.

O primeiro tema, que foi objeto de avaliação regulatória conduzida pela ANEEL, apresenta basicamente o desafio de se proceder às devidas substituições de equipamentos sem que haja comprometimento da segurança da operação do SIN. Por outro lado, o final dos prazos de concessão ainda requer um esforço para a construção do respectivo arcabouço regulatório, particularmente referente à regulamentação do Decreto nº 11.314/2022, prevista na Agenda Regulatória 2024/2025 da ANEEL. Sobre esse tema, destaca-se a sua relevância de uma definição regulatória consistente, dado que já está no horizonte o vencimento de nove concessões até 2030 e de mais 119 até 2040, representando milhares de quilômetros de linhas de transmissão. Diante dessa perspectiva, é importante que sejam equacionados aspectos como isonomia e transparência de informações, para que o assunto não se torne crítico.

Por fim, e já na fase de conclusão deste tema tão relevante, a transição energética em curso constitui uma empreitada inédita na história da Idade Moderna por sua dimensão e potencial impacto transformador. Neste sentido, investimentos maciços têm sido realizados no desenvolvimento tecnológico e na construção da infraestrutura necessária, tanto do lado da produção (novas fontes, incluindo armazenamento) como do lado do consumo (transporte, aquecimento, indústria, etc.) para viabilizar essa transformação. O Brasil, mesmo contando com uma matriz elétrica essencialmente renovável, tem experimentado, na última década, um crescimento expressivo

da integração de fontes que usam vento e irradiação solar para gerar energia elétrica.

Destaca-se que a análise aqui desenvolvida chama atenção para a importância do segmento de transmissão na viabilização do processo de transição energética, na condição de prestador de serviços essenciais para a segurança e economicidade do atendimento das necessidades de energia elétrica do consumidor brasileiro. É essencial aprofundar e tratar os novos requisitos e desafios para a prestação desses serviços, impostos pela expansão crescente dos recursos renováveis e das novas tecnologias derivadas, como os recursos energéticos distribuídos, tema que foi analisado no capítulo quatro desta série.

Por fim, a transição energética impõe que soluções inovadoras sejam adotadas no sistema de transmissão, de modo a preservar o seu papel viabilizador da disponibilidade, confiabilidade e eficiência do SEB, reforçando características como flexibilidade operativa e resiliência frente a perturbações no SIN. O conhecimento e a experiência acumulados ao longo do desenvolvimento do SEB permitem a conclusão de que os desafios impostos serão superados, possibilitando ao país explorar o diferencial competitivo de dispor de uma matriz elétrica limpa, diversificada e de baixo custo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro, Nivalde José de; Brandão, Roberto (2024). *A transição energética e a necessidade crescente de armazenamento de energia elétrica*. Artigo publicado na Revista Setor Elétrico. Abril de 2024, n. 202, pp. 10-14. Disponível em: [https://issuu.com/revistaosetoreletrico/docs/ose\\_202\\_finalsite?fr=xKAE9\\_zU1NQ&utm\\_campaign=hv\\_revista\\_ose\\_-\\_nova\\_edicao\\_202&utm\\_medium=email&utm\\_source=RD+Station](https://issuu.com/revistaosetoreletrico/docs/ose_202_finalsite?fr=xKAE9_zU1NQ&utm_campaign=hv_revista_ose_-_nova_edicao_202&utm_medium=email&utm_source=RD+Station). Acesso em: 16 de abril de 2024.

Castro, Nivalde José de; Leal, Luiza Masseno (2024). *Transição Energética e Mobilidade Elétrica*. Disponível em: [https://issuu.com/revistaosetoreletrico/docs/ose\\_201\\_finalsimples?fr=xKAE9\\_zU1NQ&utm\\_campaign=hv\\_revista\\_ose\\_-\\_nova\\_edicao\\_201&utm\\_medium=email&utm\\_source=RD+Station](https://issuu.com/revistaosetoreletrico/docs/ose_201_finalsimples?fr=xKAE9_zU1NQ&utm_campaign=hv_revista_ose_-_nova_edicao_201&utm_medium=email&utm_source=RD+Station). Acesso em: 21 de março de 2024.

Castro, Nivalde; Gonçalves, Leonardo (2024). *Os Recursos Energéticos Distribuídos na Modernização do Setor Elétrico Brasileiro*. Artigo publicado na Revista O Setor Elétrico. Edição Maio-Junho de 2024, n. 203, pp. 12-18. Disponível em: [https://www.osetoreletrico.com.br/wpcontent/uploads/2024/05/OSE\\_203\\_Final\\_SITE-1.pdf](https://www.osetoreletrico.com.br/wpcontent/uploads/2024/05/OSE_203_Final_SITE-1.pdf).

Silveira, Maria Alzira Noli (2024). O Valor da Rede, material apresentado pelo ONS no Energy Solutions Show.

---

\*Fernando França é consultor do GESEL-UFRJ

\*Lillian Monteath é pesquisadora plena do Gesel-UFRJ



# MAXBAR

BARRAMENTOS BLINDADOS

# LANÇAMENTO MAXBAR

**BARRAMENTO BLACK  
CARBON** com pintura  
especial a base de Grafeno.

Preparado para ambientes industriais e da construção civil com atmosfera agressiva e adequado a arquitetura do seu empreendimento.

*Sempre em busca da alta tecnologia, segurança e respeito ao meio ambiente.*

## JUNTOS ENERGIZANDO

# O MUNDO



✉ [comercial@maxbarramentos.com.br](mailto:comercial@maxbarramentos.com.br)

☎ (11)4308-5075 / (11)4308-5085

🌐 [www.maxbarramentos.com.br](http://www.maxbarramentos.com.br)



# Transformação digital no setor elétrico

*Em constante evolução, a transformação digital do setor elétrico é um caminho sem volta. Para tratar deste tema contaremos com toda a expertise da engenheira e pesquisadora de energia da FIT Instituto de Tecnologia, em Sorocaba/SP, Priscila Santos, que possui mestrado em Energia e doutoranda em Agroenergia e Eletrônica, é pesquisadora de energia do Programa MCTI Futuro do FIT, uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, com recursos da Lei nº 8.248, de 23/10/1991, e conta com a coordenação da Softex, execução e parceria com diversas instituições privadas.*



## Capítulo 5

### O fronte da transformação digital



“É difícil liderar uma cavalaria se você não sabe montar a cavalo” - essa citação de Adlai Stevenson, ex-embaixador dos EUA junto às Nações Unidas e jogador de xadrez, pode parecer um tanto quanto deslocada em uma conversa sobre transformação digital.

Assim como o movimento único do cavalo no xadrez é essencial para o sucesso no jogo, sendo a única peça que pode “saltar” sobre outras peças, a transformação digital no setor elétrico depende de avanços e inovações que, muitas vezes, parecem desafiar as limitações convencionais. Institutos de pesquisa, centros de desenvolvimento tecnológico, grupos de pesquisa e indústrias estão na vanguarda deste movimento, impulsionando mudanças que reverberam por todo o setor da geração até o cliente final.

Estes “cavalos” do setor elétrico estão realizando saltos significativos através da implementação de tecnologias avançadas, como a Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e aprendizado de máquina. Essas tecnologias não apenas otimizam processos existentes, mas também abrem portas para novos modelos de negócios e estratégias de gestão energética, principalmente no modelo utilizado hoje na energia.

A colaboração entre essas entidades é crucial. Ela permite uma troca de conhecimento e experiências que acelera o ritmo da inovação. Este é um jogo de equipe onde cada “peça” tem seu papel estratégico, trabalhando juntas para alcançar um objetivo comum: um setor elétrico mais eficiente, sustentável e preparado para as demandas do futuro.

A transformação digital é um caminho sem volta e o setor elétrico, com seus “cavalos” ágeis e inovadores, está pronto para fazer os movimentos necessários para vencer neste novo tabuleiro de jogo global.

#### NA VANGUARDA DA TRANSFORMAÇÃO

No Brasil, essa transformação é impulsionada por inovações



como o mercado livre de energia, redes elétricas inteligentes e medidores inteligentes, que oferecem aos consumidores maior controle e eficiência no uso da energia.

A inteligência artificial desempenha um papel crucial nesse processo, fornecendo ferramentas para previsão e predição de demanda, otimização de recursos e identificação de tendências, o que pode levar a uma operação mais sustentável e econômica do sistema elétrico.

Investimentos significativos em pesquisa e desenvolvimento têm sido feitos para superar desafios como a crise hídrica e a segurança da infraestrutura crítica, garantindo que a inovação no setor não apenas atenda às necessidades atuais, mas também prepare o caminho para um futuro energético mais resiliente e adaptável.

Existem barreiras que, neste processo, onde os ICT's (institutos de ciência e tecnologia), Núcleos de pesquisa em Universidades, indústrias e empresas, vem estabelecendo pesquisas para resolução dos problemas gerados pela adaptação da transformação digital em território nacional. O artigo técnico de Wang, Chen e at[1], descreve os principais desafios do processo e as barreiras da transformação digital, dentre elas destacam-se:

- Planejamento de curto prazo;
- Preocupação com as informações sobre digitalização e arquitetura

aberta da distribuição;

- Deficiência de fornecedores de infraestrutura (fornecedores de dispositivos inteligentes);
- Questões de coordenação, comunicação e colaboração;
- Maturidade tecnológica limitada;
- Os problemas de segurança;
- Informações inadequadas sobre custos, ROI e perdas;
- Maior custo de investimento;
- Escassez de especialistas associados à implementação do DT no setor de energia;
- Falta de padronização;
- Interoperabilidade com o sistema atual no setor de energia;
- Infraestrutura DT inadaptável do setor energético;
- Escassez de apoio governamental e incertezas jurídicas;
- Aceitação limitada na sociedade;
- Falta de regulamentação da avaliação do ambiente sintético;
- Escassez de auditoria de mercado (estudo de transição de mercado);
- Risco de mercado.

Sendo do setor elétrico, quais dessas barreiras não enfrentamos em território nacional?

Já percebeu que todos os assuntos considerados como

# Excelência em Transformadores

IRRIGAÇÃO  
ENERGIA FOTOVOLTAICA  
ENERGIA ELÉTRICA  
INDÚSTRIA  
MANUTENÇÃO

## MINUZZI®

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



obstáculos estão sendo estudados e pesquisados? Que são temas de P&D's?

Na vanguarda dessas pesquisas, estamos avançando, desde os postes de madeira, até conexões e gerenciamento inteligente. Realizamos simulações de futuras conexões e cargas para os clientes finais, exploramos geração distribuída e adaptamos a rede com base no consumo e nas mudanças climáticas, incluindo o gerenciamento de catástrofes.

No contexto da transformação, as chamadas de P&D desempenham um papel crucial, impulsionando a inovação e a adaptação às mudanças. Assim como a cavalaria que se prepara para explorar novas possibilidades, as empresas devem estar prontas para enfrentar o desconhecido e se adaptar às transformações.

## INDÚSTRIA NA TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA

Pesquisas sobre o uso de energia em processos de manufatura têm se destacado como um campo vital para a sustentabilidade industrial. A análise da produção científica revela um aumento significativo no interesse por manufatura sustentável, com foco em estudos teóricos e teórico-empíricos que propõem metodologias para monitorar e avaliar o consumo de energia.

A transição energética e a adoção IA nas indústrias representam um avanço significativo em direção a um futuro mais sustentável. A substituição de fontes de energia tradicionais por alternativas renováveis e a implementação de IA nos processos produtivos são passos cruciais para alcançar uma maior eficiência energética e reduzir o impacto ambiental. A criação de infraestrutura adequada e hubs de inovação são fundamentais para suportar essas mudanças, permitindo que as fábricas operem de maneira mais eficiente e com menor poluição[2].

A IA está se tornando uma ferramenta indispensável para a otimização de processos industriais, oferecendo a capacidade de analisar grandes volumes de dados e identificar padrões que podem levar a uma gestão de energia mais eficaz. Isso não apenas ajuda a reduzir custos operacionais, mas também apoia as empresas na aderência aos princípios de ESG, que são cada vez mais importantes para investidores e consumidores conscientes. Além disso, a IA pode desempenhar um papel vital no cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, pois permite uma produção mais limpa e um uso mais inteligente dos recursos.

As indústrias que integram a IA em seus processos não só melhoram sua eficiência energética, mas também reforçam sua competitividade no mercado. Ao adotar práticas sustentáveis, as empresas podem se posicionar de forma mais favorável diante dos desafios do século XXI, atendendo às demandas por responsabilidade social e ambiental. A transição para processos produtivos que incorporam IA e energia sustentável é um caminho promissor para a inovação industrial, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento econômico a longo prazo.

Além da aplicação da IA, a aplicação de IoT (Internet das Coisas)

na indústria está transformando a gestão de energia e produção, tornando os processos mais eficientes e confiáveis. Com a integração de sensores inteligentes, conectividade avançada e análise de dados robusta, a IoT permite uma manutenção preditiva, otimização de processos e segurança aprimorada. Os sensores atuam como os olhos e ouvidos das máquinas, fornecendo dados vitais para decisões informadas, enquanto a conectividade facilita a comunicação e o compartilhamento de dados em tempo real. A análise de big data e a inteligência artificial estão permitindo a identificação de padrões e insights para otimizar processos e prever manutenções, resultando em uma produção mais inteligente e econômica. Desafios como segurança cibernética e integração de sistemas ainda persistem, mas as tendências emergentes, como o uso de wearables e medidores inteligentes, estão abrindo novos caminhos para a eficiência na indústria[3].

## OS DESAFIOS E OPORTUNIDADES

O Brasil está em um momento crucial de transformação energética, buscando soluções inovadoras para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas.

A transição para um sistema energético mais sustentável e eficiente envolve não apenas a expansão do mercado livre de energia, mas também a adoção de tecnologias avançadas como a medição inteligente e o hidrogênio verde.

Estas inovações são vistas como chaves para alcançar a neutralidade de carbono e responder às crescentes demandas energéticas de uma forma ambientalmente responsável. Com o país focado em reduzir as emissões de carbono e desenvolver um sistema energético seguro e inteligente, o gerenciamento de riscos e a adaptação às mudanças climáticas tornam-se prioridades. O compromisso com a sustentabilidade e a eficiência energética está impulsionando o Brasil a se posicionar como um líder na transição para um futuro energético mais limpo e resiliente.

E lembre-se, se você não pode liderar a cavalaria, talvez seja hora de descer do cavalo e considerar um veículo mais adequado para a jornada - quem sabe um carro elétrico ou híbrido? Afinal, é tudo sobre eletricidade, certo?

[1] Weizhong Wang, Yu Chen, Yi Wang, Muhammet Deveci, Sarbast Moslem, D'Maris Coffman, *Unveiling the implementation barriers to the digital transformation in the energy sector using the Fermatean cubic fuzzy method*, *Applied Energy*, Volume 360, 2024, 122756, ISSN 0306-2619, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.122756>.

[2] Lyu, X., Pang, Z., & Xu, Y. (2024). *Has the digital transformation promoted energy-saving-biased technological progress in China's manufacturing sector?* *Applied Economics*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/00036846.2024.2315093>

[3] Rahmani R, Jesus C, Lopes SI. *Implementations of Digital Transformation and Digital Twins: Exploring the Factory of the Future*. *Processes*. 2024; 12(4):787. <https://doi.org/10.3390/pr12040787>

[4] <https://business.bt.com/content/dam/bt-business/pdfs/insights/bt-powering-digital-transformation-in-the-energy-sector.pdf>





# SE É SIL, PODE CONFIAR!

HÁ 50 ANOS, A MARCA DE QUEM  
PREFERE QUALIDADE.



Nesses **50 anos** de tradição, a **SIL** conquistou a confiança do consumidor brasileiro como a marca mais premiada do segmento de fios e cabos de baixa tensão. Hoje, somos a primeira empresa brasileira a produzir um cabo elétrico totalmente ecológico: o **Cabo Flexível AtoxSIL Eco 750V**, isolado em biopolietileno obtido a partir da cana-de-açúcar. Uma alternativa sustentável e segura à manutenção do meio ambiente.

Confie na experiência, escolha **SIL**.



SIL ESTÁ NA REDE,  
SIGA-NOS!

**Sil** 50 anos

# Digitalização de Subestações e Energias Renováveis

*A integração das fontes de energias renováveis nas redes elétricas, impulsionada pela digitalização, está remodelando o paradigma da geração, distribuição e consumo de energia. Para abordar os desafios relacionados a este assunto convidamos o Engenheiro Master da Vale, Paulo Henrique Vieira Soares. Mestre em engenharia Elétrica pela UNIFEI, possui MBA em Gestão (FGV) e pós-graduação em Sistemas fotovoltaicos pela UFV.*



## Capítulo 5

### Sistemas de supervisão (SCADA) e controle (PPC) aplicados a operação, manutenção e otimização de centrais fotovoltaicas

Por Paulo Henrique Vieira Soares e \*Vitor Hugo Oliveira Catarino

#### 1 - INTRODUÇÃO

O sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) é essencial para o monitoramento e controle de plantas solares de grande porte. Este sistema centralizado permite a supervisão remota e em tempo real de diversos dispositivos como inversores solar, estações solarimétricas, multimedidores de energia, relés de proteção e o sistema de rastreamento solar e diversos sensores, facilitando a gestão e tomada de decisões. A complexidade e a escala dessas instalações tornam o SCADA indispensável, pois automatiza a observação de múltiplos parâmetros operacionais, permitindo a rápida identificação e correção de anomalias.

Adicionalmente, o SCADA utiliza plataformas denominadas PIMS (Plant Information Management System) que armazena e processa grandes volumes de dados operacionais. Esses dados são fundamentais para análises retrospectivas que identificam padrões de desempenho e áreas para melhorias, orientando a otimização contínua e a eficiência operacional das instalações. O correto modelamento do banco de dados assegura que todas as informações relevantes sejam capturadas e analisadas adequadamente.

Na interface com o SIN (Sistema Interligado Nacional) a confiabilidade operacional é garantida por meio do PPC (Power Plant Controller), que gerencia a potência ativa injetada no grid (SIN), o

fluxo de potência reativa (injetada ou absorvida) e o nível de tensão no ponto de conexão/PAC (Ponto de Acoplamento Comum).

#### 2 - CONTEXTUALIZAÇÃO

O PPC e o SCADA possuem finalidades distintas e podem estar ou não integrados na mesma aplicação. A correta especificação, desenvolvimento e comissionamento são fundamentais para a operação ágil e segura das plantas de geração.

#### Arquitetura e interfaces

Um exemplo de topologia de rede que inclui os servidores é apresentado no capítulo II desta coletânea (Edição 201). Ao projetar a solução, deve-se prever um servidor principal e um redundante para o sistema SCADA. Recomenda-se que o PPC e o PIMS operem em ambiente separado do SCADA, podendo no caso do PPC ser programado em servidores distintos ou em hardware dedicado, através de um PLC (Programmable Logic Controller) principal e outro redundante.

Seguindo o princípio da independência das funções, o sistema SCADA deve ser capaz de controlar todos os equipamentos da planta, desde a subestação de alta tensão (SE-HV) até os equipamentos da planta fotovoltaica (PV). Para o PV, destacam-se os comandos de habilitar e desabilitar os inversores e o envio de setpoints de potência



ativa aos equipamentos.

Conforme a ISA 101 (Instrument Society of America 101 Standard), as interfaces de operação serão de alta performance, destacando apenas os aspectos que realmente demandam ação e atenção do operador. A seguir, são listadas as cores correspondentes a cada status do inversor solar:

- Cinza: Operação normal – Equipamento em geração, sem alarmes ou falhas.
- Amarelo ou laranja: Operando com alarmes – Equipamento em geração, porém com alarmes ativos que impactam o seu rendimento.
- Azul: Operando em reativo – Equipamento em modo de reativo noturno.
- Branco: Parado – Equipamento fora de geração, sem falhas e pronto para operar.
- Vermelho: Defeito – Equipamento fora de geração, parado e em falha.
- Roxo: Sem comunicação – Equipamento sem comunicação com o sistema SCADA.

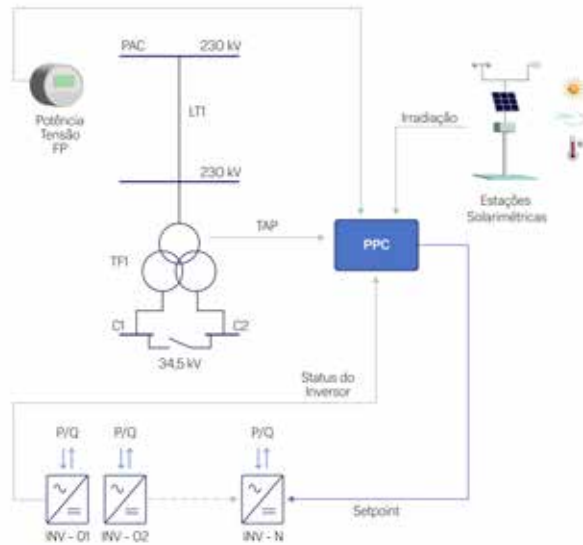
A Tabela 1 apresenta três cenários de manutenção que exigem desabilitar todas as unidades geradoras (nesse caso, 138 inversores), sendo o cenário 3 o mais ágil. Geralmente, essa condição ocorre em intervenções noturnas após a aprovação do SGI (Sistema de Gerenciamento de Intervenções) junto ao ONS.

**Tabela 1 – Cenários de manutenção para desabilitar os inversores.**

Cenário	Situação (desabilitar todas as unidades geradoras)	Tempo
1	Pelo: Software de engenharia do fabricante	75 minutos
2	Através de pop-up dentro do equipamento no SCADA	52 minutos
3	Através da tela do unificar principal de cada UFV	29 minutos

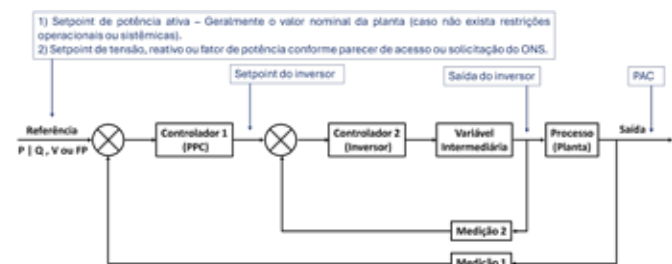
Diferentemente do SCADA, que é amplamente utilizado para operação e manutenção, o PPC foca no controle e na otimização da geração, respeitando os limites estabelecidos nos procedimentos de rede ou conforme as solicitações do centro de operação do ONS.

Para operar de maneira eficiente, o PPC deve receber como sinais de entrada os valores medidos no PAC, incluindo tensão, potência ativa, potência reativa e fator de potência, além do status do comutador de TAP, o status dos inversores e a irradiação. Como saída, o PPC deve ajustar e enviar os setpoints de potência ativa e potência reativa para os inversores, conforme ilustrado na Figura 1.



**Figura 1 – PPC (Power Plant Controller)**

O PPC e os inversores operam utilizando um controlador PID (Proporcional, Integral, Derivativo), configurado como um "controle em cascata", conforme demonstrado na Figura 2. Apesar das vantagens dessa abordagem, existem diversas dificuldades que podem complicar tanto a implementação quanto a operação. Uma das principais dificuldades é a complexidade na sintonia dos parâmetros do controlador. Se o controlador secundário não for significativamente mais rápido que o primário, a eficácia do controle em cascata pode ser reduzida.



**Figura 2 – Controle em cascata**

Ajustar os parâmetros em um controle cascata pode ser desafiador, devido à interdependência entre dois controladores: o primário (PPC) e o secundário (Inversor). É essencial que o controlador secundário responda mais rapidamente que o primário, o que frequentemente exige o aumento do ganho proporcional (Kp)

**Tabela 2 – Tempo de resposta para diferentes cenários.**

Número de inversores/ segundo alterados	Velocidade da rampa de potência (MW/min)	Degradu de potência aplicado (MW)	Tempo de resposta (Segundos)
2	400	55	19
3	400	51	18
4	400	52	17
6	200	74	16
6	400	55	7
6	400	66	6
8	300	74	10
8	400	74	7
12	400	75	9

e o ajuste dos tempos integral (Ti) e derivativo (Td) para assegurar uma resposta rápida e estável. No entanto, um ganho proporcional muito elevado no controlador secundário pode induzir oscilações excessivas na variável intermediária, afetando negativamente a variável controlada pelo controlador primário. Além disso, se os tempos integral e derivativo não forem adequadamente configurados, o sistema pode se tornar instável, especialmente em processos que envolvem atrasos significativos.

Outro aspecto importante é a taxa de escrita do PPC nos inversores e a rampa de potência, pois esses fatores, juntamente com os parâmetros dos controladores PID, influenciam diretamente o tempo de resposta e o sobressinal (overshoot) da planta. A Tabela 2 ilustra o tempo de resposta para diferentes cenários para uma planta específica.

Após a entrada em operação de todas as unidades geradoras, o agente deve conduzir ensaios na planta e apresentar os resultados através do “Relatório de comissionamento para usinas fotovoltaicas”, conforme o modelo estabelecido pelo ONS. A Tabela 3 resume os principais testes a serem executados no controle de potência ativa. Além disso, é necessário realizar testes adicionais nas modalidades de Controle de Potência Reativa, Controle de Tensão e Controle de Fator de Potência.

### 3 - APLICAÇÃO

A seguir, serão apresentadas algumas situações para ilustrar os conceitos descritos anteriormente.

#### Resposta a transitório lento

O sistema interligado está sujeito a diversos transitórios, como a energização de uma linha de transmissão ou o chaveamento de grandes equipamentos, por exemplo. Essas operações, que são normais e corriqueiras no SIN, provocam perturbações momentâneas, principalmente na tensão do PAC.

Na Figura 3, observa-se que o setpoint de tensão se mantém estável em 233 kV do instante T-0 ao T-120. No momento T-74, a tensão reduz de 234 kV para 232 kV e, logo após, em T-75, aumenta para 235 kV. Em resposta a essa flutuação, o PPC inicialmente tenta injetar mais potência reativa durante a baixa de tensão em T-74. Contudo, com o aumento subsequente da tensão, o PPC começa a absorver potência reativa, estabilizando a tensão ao valor anterior de 234 kV.

A resposta a transitórios rápidos é responsabilidade do inversor solar e está detalhada no capítulo III desta coletânea (Edição 202).

**Tabela 3 – Ensaio necessário no Controle de Potência Ativa para compor o relatório de comissionamento.**

Etapas	Controle de Potência Ativa
1	Pelo menos 50% da potência nominal dos parques
2	Habilitar o modo de Controle de Fator de potência
3	Ajustar FP em 0.98 capacitivo ou indutivo
4	Iniciar o teste com a potência máxima disponível (aguardar 5 minutos)
5	Limitar a potência em 50% anterior (aguardar 5 minutos)
6	Limitar a potência do parque a 0 MW (aguardar 5 minutos)
7	Alterar o modo de controle para controle de tensão
8	Ajustar o setpoint para manter a tensão de referências em 1,00 pu
9	Alterar a limitação da potência do parque para 50% da potência máxima disponível (aguardar 5 minutos)
10	Retirar limitação da potência do parque (aguardar 5 minutos)



# SUBESTAÇÕES (CABINES) PRIMÁRIAS

RELÉS MULTIFUNÇÃO PARA A  
PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO  
DE CUBÍCULOS E CABINES  
(SUBESTAÇÕES) PRIMÁRIAS

## URP 1439TU

SOBRECORRENTE,  
SUB/SOBRETENSÃO,  
REARME, OSCILOGRAFIA

## URPE 7104T

SOBRECORRENTE,  
SUB/SOBRETENSÃO

## URPE 7104

SOBRECORRENTE



CUBÍCULOS  
> 300kVA



SUBESTAÇÕES



CORRENTE (A)



TRIP CAPACITIVO



TENSÃO (V)



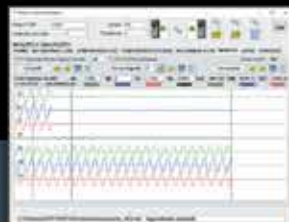
REARME TENSÃO



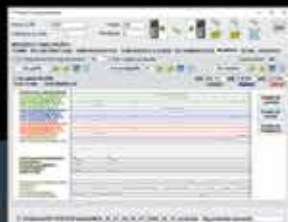
SOFTWARE APLICATIVO GRATUITO (EX. URP 1439TU)



PARAMETRIZAÇÃO AMIGÁVEL



OSCILOGRAFIA



PERFIL DE CARGA E  
REGISTRO DE EVENTOS

## URP 1439TU

Funções ANSI:  
27 / 27-0 / 47 / 48 / 50 / 50N / 51 /  
51N / 51GS / 59 / 79V / 79F / 81U / 86

## URPE 7104T

Funções ANSI:  
27 / 47 / 50 / 51 / 50N / 51N / 51GS /  
59 / 62BF / 74 / 86

## URPE 7104

Funções ANSI:  
50 / 51 / 50N / 51N / 51GS



Siga a PEXTRON no  
LinkedIn e fique atualizado  
sobre as últimas  
novidades da empresa !!!

10k

Chegamos a 10.000  
seguidores no LinkedIn !!!  
Muito obrigado!



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



VENDAS: +55 (11)  
5094-3200

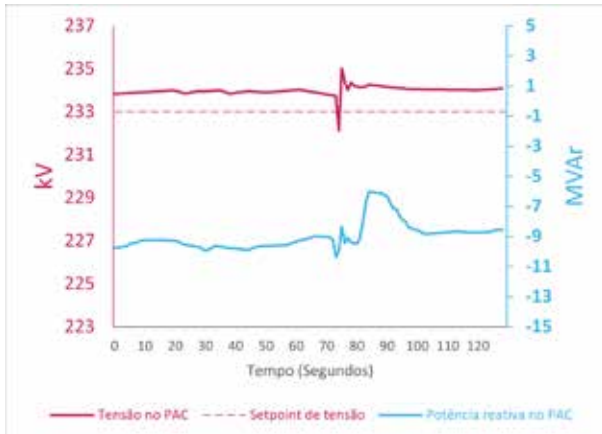


Figura 3 - Transiente lento no PAC

### Oscilação de baixa frequência

No controle em cascata, é crucial que o controlador secundário opere com uma velocidade superior, o que demanda uma alta frequência de amostragem e componentes eletrônicos capazes de responder rapidamente a mudanças. A falta dessa capacidade pode resultar em respostas lentas e ineficazes, comprometendo a eficiência do sistema de controle em cascata. Simultaneamente, o controlador primário precisa ser rápido o suficiente para reagir a mudanças lentas, mas não tão rápido a ponto de interferir na performance do controlador secundário.

Falhas na sintonia das malhas de controle podem resultar em oscilações de baixa frequência, observadas na faixa de 0,02 Hz a 0,07 Hz, conforme ilustrado na Figura 4.

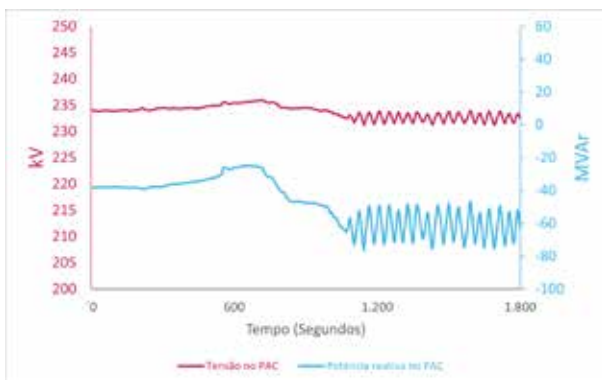


Figura 4 – Oscilação de baixa frequência no PAC

### Black start – Recomposição do sistema

O ensaio de restabelecimento, conhecido como "black start", é conduzido por grandes hidrelétricas com o propósito de simular a recomposição do sistema após uma interrupção de energia, seja parcial ou total, no Sistema Interligado Nacional. Para acionar uma unidade geradora, normalmente se utiliza a energia do próprio SIN.

Contudo, na ausência dessa fonte de tensão, hidrelétricas equipadas para tal utilizam um gerador a diesel para cumprir essa função essencial.

Plantas fotovoltaicas não têm a capacidade de desempenhar a função de restabelecimento após uma interrupção de energia, principalmente devido à baixa inércia do conjunto fotovoltaico. No entanto, se a planta estiver adequadamente regulada e operada, pode contribuir para a rápida disponibilização de energia no sistema, conforme ilustrado na Figura 4.

O complexo gerava 528 MW quando, no instante T-475, ocorreu o religamento automático na linha de transmissão da concessionária, levando ao desligamento de 111 inversores e mantendo apenas 17 em operação. Todas as 111 unidades geradoras falharam e necessitaram ser rearmadas, cobrindo uma extensa área de mais de 1000 campos de futebol. Após receber autorização do Centro de Operação do Sistema (COS) para reiniciar a geração, as unidades foram reativadas em T-1860, e a planta retomou a produção, alcançando 521 MW em T-1944.

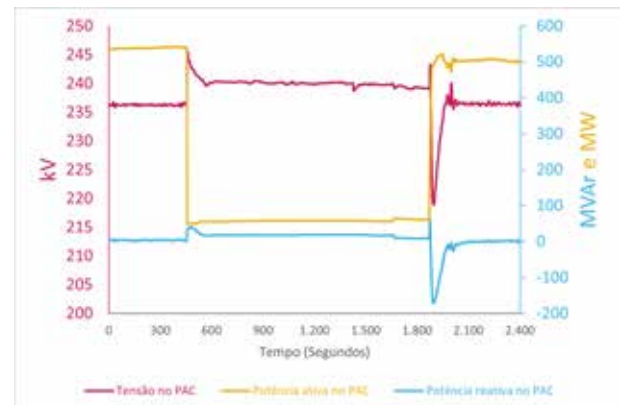


Figura 5 – Recomposição da energia injetada no PAC

Após o rearme das unidades geradoras, a planta aumentou sua geração de 61 MW (17 inversores) para 521 MW (127 inversores) em apenas 84 segundos, alcançando uma rampa de potência média de

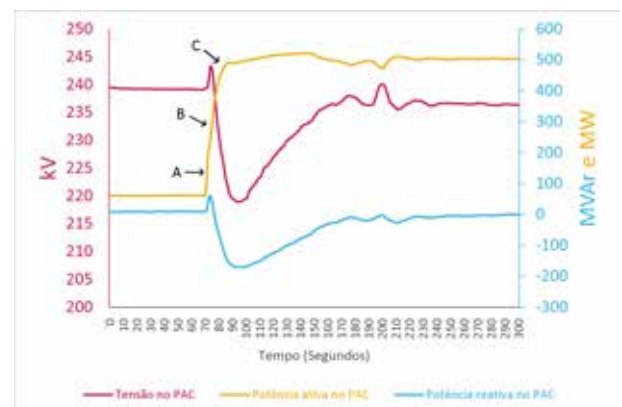


Figura 6 – Rampa de potência



5,5 MW/s durante esse período. Foram observadas três taxas distintas de rampa de potência ao longo do aumento da geração: 70 MW/s em "A", 32 MW/s em "B", e 4 MW/s em "C".

### Transitório rápido

O historiador é uma ferramenta importante para análise de dados, mas sua resolução máxima é tipicamente de 1 segundo, o que não é adequado para capturar transitórios rápidos que ocorrem em milissegundos. Na Figura 7, observa-se um aumento na geração de 180 MW para 250 MW, conforme registrado pelo PIMS. Uma oscilação de potência com duração de aproximadamente 20 segundos foi detectada pelo RDP das linhas de transmissão 1 (LT1) e LT2. Essa oscilação, gerada pelos inversores com frequência entre 4 Hz e 7 Hz, não é capturável pelo sistema de controle/PIMS devido à limitação de resolução.

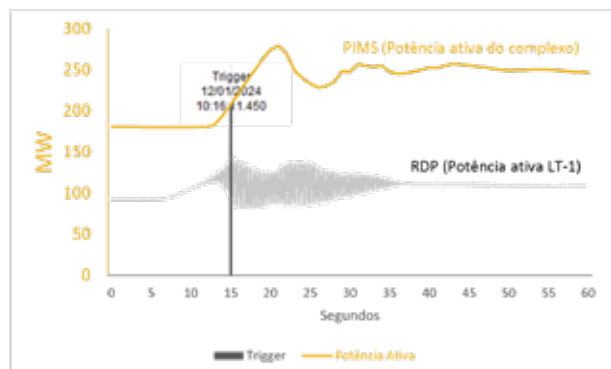


Figura 7 – Registro de oscilação de potência.

Embora esse fenômeno apresente magnitudes elevadas, ele não é suficiente para ativar as funções de proteção dos relés instalados na planta. No entanto, a frequência portadora gerada, de 4 Hz a 7 Hz, pode se propagar pelo SIN e impactar outros equipamentos ou componentes que não foram projetados para operar nessa frequência.

A rápida identificação desse fenômeno pelos operadores é crucial para que as ações corretivas sejam prontamente iniciadas junto ao fabricante dos inversores. A Figura 8 ilustra como o Registro de Distúrbios Permanentes (RDP) é integrado ao sistema SCADA, permitindo aos operadores identificar rapidamente novos distúrbios ocorridos no SIN após sinalização na lista de alarmes do sistema supervisor.

Data e hora ocorrência	Subestação	Volt	Equipamento	Estado	Descrição
12/01/2024 09:06:10.205	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:37:19.030	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:37:19.060	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:38:13.044	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:38:13.064	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:38:13.084	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.044	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.064	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.084	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.104	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.124	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.144	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.164	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.184	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.204	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.224	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.244	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.264	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.284	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.304	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.324	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.344	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.364	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.384	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.404	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.424	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.444	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.464	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.484	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.504	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.524	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.544	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.564	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.584	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.604	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.624	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.644	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.664	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.684	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.704	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.724	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.744	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.764	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.784	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.804	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.824	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.844	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.864	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.884	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.904	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.924	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.944	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.964	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:01.984	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Desativado	Trigger de oscilografia
08/01/2024 08:39:02.004	SE_SDC	54029	PS 1000004-02	Ativado	Trigger de oscilografia

Figura 8 – Registro de trigger no RDP.

### 4 - PRÓXIMOS ARTIGOS

O Artigo 6 abordará os desafios na avaliação do desempenho de unidades fotovoltaicas, propondo um roteiro mínimo para a execução do teste de performance, baseando-se nas principais lições aprendidas durante a certificação de 17 UFV's.

Ilustrações: Keli Antunes

\*Vitor Hugo Oliveira Catarino - Mestrando em Instrumentação, Controle e Automação de Processos de Mineração pela UFOP e pelo Instituto Tecnológico da Vale. Possui pós-graduação em Gerenciamento de Projetos pela PUC Minas e é formado em Engenharia de Controle e Automação pela UNIFEI.



# Perdas energéticas em GTD

Um dos grandes desafios para o setor elétrico é a redução das perdas energéticas em geração, transmissão e distribuição, pois elas impactam não somente os consumidores, como toda a cadeia responsável pelo fornecimento de energia no país. A partir desta edição, teremos como mentor deste fascículo o engenheiro eletricista e professor adjunto da Universidade Federal do ABC, Joel David Melo Trujillo, que possui mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.



## Capítulo 5

### Perdas técnicas e não técnicas em transmissão e distribuição – Parte 1/2

\*Por Haroldo de Faria Junior e Edmarcio Antonio Belati

#### 1 - INTRODUÇÃO

Este artigo para a revista O Setor Elétrico trata do importante tema de perdas elétricas nos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica e está dividido em duas partes. Na primeira parte, apresenta-se a definição de perdas elétricas e suas componentes (técnica e não técnica) e os valores dessas perdas no Brasil e em outros países. Também é mostrado como essas perdas são recuperadas pelos operadores dos sistemas elétricos. Na segunda parte, faz-se uma análise dos métodos e procedimentos disponíveis atualmente para a redução das perdas elétricas em sistemas de potência. Apresentam-se exemplos de redução de perdas técnicas em um sistema de distribuição através de uma simulação computacional, destacando os resultados obtidos.

Podemos definir um sistema de energia elétrica ou sistema de potência (SEP) como aquele que tem a função de gerar, transmitir e distribuir energia elétrica para os consumidores da maneira mais econômica possível, com qualidade, confiabilidade e segurança. Essa definição de SEP é mais facilmente verificada na prática, principalmente durante a operação, em sistemas que possuem mecanismos e incentivos para reduzir suas perdas totais. As perdas de energia elétrica são um componente presente em todos os sistemas, resultante da transmissão e da distribuição de energia. Essas perdas são categorizadas em dois tipos: perdas técnicas e não técnicas. A seguir, são analisadas, com um pouco mais de profundidade, esses dois tipos de perdas.

#### 1.1 - PERDA TÉCNICA

“Perdas técnicas” é um termo frequentemente utilizado em diversas áreas, como engenharia elétrica, industrial e telecomunicações, para descrever as perdas inevitáveis que ocorrem durante a transmissão ou transformação de energia. No contexto da transmissão e distribuição de energia elétrica, as perdas técnicas se referem à energia que é dissipada na forma de calor devido à resistência dos condutores, e da energia perdida nos transformadores e em outros componentes do sistema elétrico. Essas perdas podem ser divididas em Perdas por efeito Joule, Perdas por efeito Corona e Perdas Magnéticas.

##### 1.1.1 - PERDAS JOULE

As perdas Joule, também conhecidas como perdas por efeito Joule ou perdas resistivas, ocorrem devido a passagem da corrente elétrica por um condutor e parte da energia elétrica é dissipada em forma de calor devido à resistência do material. Essas perdas são as principais causas de ineficiência em sistemas elétricos, especialmente em linhas de transmissão e distribuição. As Perdas Joule podem ser calculadas pela equação (1).

$$P_{\text{perdas}} = RI^2 \quad (1)$$

Em que:  $P_{\text{perdas}}$ : perdas em Watts [W]; R: resistência elétrica em Ohms [ $\Omega$ ] e, I: corrente em Ampères.



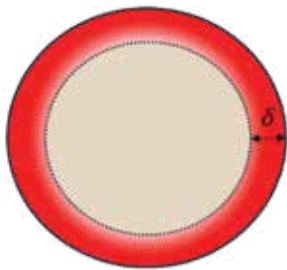
Analisando a equação (1), pode-se concluir que as perdas Joule são influenciadas pelos seguintes fatores:

- Corrente Elétrica (I): Quanto maior a corrente que passa pelo condutor, maiores são as perdas Joule.
- Resistência Elétrica (R): A resistência do material é um fator crucial. Materiais com alta resistência (como o aço) dissipam mais energia em forma de calor do que materiais com baixa resistência (como o cobre). A resistência R de uma linha de transmissão ou distribuição depende de alguns fatores:

✓ **Comprimento do Condutor:** A resistência total de um condutor é proporcional ao seu comprimento. Condutores mais longos têm maior resistência e, portanto, maiores perdas Joule.

✓ **Área da Seção Transversal:** Condutores com maior área de seção transversal têm menor resistência e, conseqüentemente, menores perdas Joule.

✓ **Efeito Skin:** Fenômeno pelo qual a corrente elétrica alternada (CA) tende a se concentrar na superfície de um condutor, em vez de fluir uniformemente por toda a sua seção transversal, o que provoca um aumento na resistência R do condutor, aumentando as perdas por Efeito Joule. Esse efeito se torna mais pronunciado à medida que a frequência da corrente aumenta, conforme equação 2, que determina a profundidade Skin ( $\delta$ ). A figura 1 mostra o efeito Skin para um condutor percorrido por uma corrente alternada.



$$\delta = \sqrt{\frac{2\rho}{\omega\mu}} \quad (2)$$

Figura 1 - Profundidade skin

Em que:  $\delta$  é a profundidade de penetração em metros;  $\rho$  é a resistividade do material [ $\Omega.m$ ];  $\omega$  é a frequência angular da corrente ( $\omega=2\pi f$ ) [ $\frac{rad}{s}$ ], sendo f a frequência da rede em Hertz e;  $\mu$  é a permeabilidade magnética do material [H/m].

### 1.1.2 - PERDAS CORONA

Nas linhas de transmissão, também existem perdas devido ao chamado Efeito Corona. Esse fenômeno é uma descarga elétrica gerada pela ionização do ar nos arredores do condutor, que ocorre após exceder um determinado limite e em condições insuficientes para gerar um arco voltaico. Originado pelo campo elétrico da linha de transmissão, a energia liberada pela Corona representa uma forma de perda. As perdas por Efeito Corona em linhas com tensões muito elevadas podem variar de alguns kW/

km até várias centenas de kW/km, especialmente em condições climáticas adversas. Essa classe de perdas não pode ser totalmente eliminada com a tecnologia atual disponível. Conforme ilustrado na Figura 2, o Efeito Corona é uma descarga luminosa causada pela ionização do gás ao redor de um condutor elétrico, que também pode provocar ruídos. Além de causar perdas elétricas na rede, o Efeito Corona também interfere nos sinais de rádio e televisão próximos.



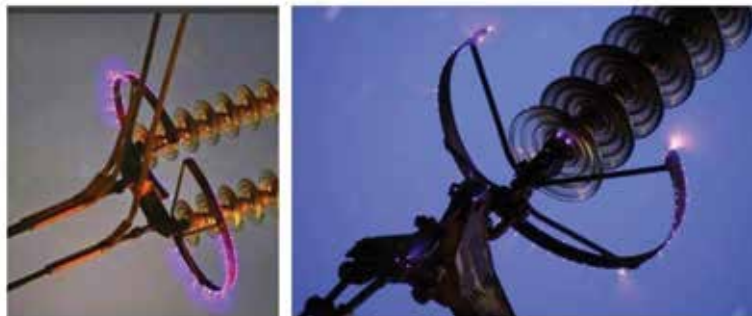


Figura 2: Efeito Corona

fonte: <https://alugagera.com.br/noticias/efeito-corona>

### 1.1.3 - PERDAS MAGNÉTICAS

As perdas magnéticas são um tipo específico de perdas técnicas que ocorrem em dispositivos e sistemas que utilizam materiais magnéticos, como transformadores, motores elétricos e indutores. Essas perdas estão associadas à resposta dos materiais magnéticos quando submetidos a campos magnéticos alternados. Podemos destacar as perdas por histerese e as perdas por correntes parasitas (ou correntes de Foucault) associadas às perdas magnéticas.

As perdas por efeito corona e as perdas magnéticas geralmente são desprezadas na modelagem das linhas de transmissão e distribuição, pois são muito pequenas em relação aos outros parâmetros dessas linhas, além de serem difíceis de calcular.

### 1.2 - PERDA NÃO TÉCNICA

As perdas não técnicas correspondem à energia elétrica entregue, mas não medida ou faturada, e geralmente depende das condições socioeconômicas de determinado país. As perdas não técnicas são subdivididas em várias componentes, que não são necessariamente as mesmas para todos os operadores de sistemas de potência. Podem ser englobadas dentro das perdas não técnicas a energia elétrica decorrente de furto (ligação clandestina, desvio direto da rede), fraudes (adulterações nos medidores e desvios), erros de processamento de dados medidos e erros de faturamento e medição.

O controle e mitigação das perdas melhoram a eficiência energética, a confiabilidade, a qualidade e segurança no fornecimento de energia elétrica. Além disso, proporciona benefícios econômicos e ambientais para os usuários do sistema. As perdas elétricas também fazem parte do conjunto de critérios que auxiliam na escolha da seleção das alternativas de expansão de sistemas de transmissão e distribuição mais econômicas. As perdas nos sistemas de transmissão são essencialmente técnicas e percentualmente menores do que nos sistemas de distribuição. Isso porque o sistema de transmissão opera em níveis de tensão elevados e com correntes menores em relação ao segmento de distribuição. As perdas na transmissão também são determinadas, essencialmente, através de medições, ao passo que são estimadas e medidas na distribuição. Devido ao elevado número de consumidores, as perdas na distribuição também apresentam elevada componente não técnica. As perdas não técnicas

podem ser reduzidas principalmente através da utilização de medidores inteligentes, que facilitam a detecção de fraudes e apresentam maior precisão nas medidas.

## 2 - PERDAS E RECUPERAÇÃO DE CUSTOS

As perdas totais de energia em uma rede elétrica podem ser calculadas como a diferença entre a energia injetada e a retirada. No sistema de transmissão, a energia injetada pelos geradores mais a importada de outros países (caso existam linhas de interligação) é subtraída da energia transferida para os transformadores de subtransmissão que vai para as empresas distribuidoras. No sistema de distribuição, a energia injetada, oriunda do sistema de transmissão, mais a energia proveniente dos geradores distribuídos, são subtraídas da energia medida e faturada aos consumidores. A recuperação do custo das perdas é um tema importante na operação das redes elétricas e diferentes formas de aquisição da energia perdida e recuperação do seu custo são encontradas nos diferentes países. Dessa forma, apresenta-se a seguir como é feita a recuperação do custo no Brasil e em países Europeus.

### 2.1 - CASO BRASILEIRO

A matriz elétrica brasileira é composta predominantemente de fontes renováveis. As fontes solar, eólica e hidráulica compõem, aproximadamente, 67,7% da matriz em 2024 [3]. Deve-se notar, entretanto, que a geração de grande porte se encontra afastada dos centros de consumo, levando a necessidade da transmissão de grandes blocos de potência. Essa grande quantidade de potência é injetada nos sistemas de distribuição através dos transformadores da subtransmissão de energia elétrica.

Na rede de transmissão, onde as perdas são essencialmente técnicas, dados da CCEE de Abril de 2024 indicam perdas medidas na transmissão de 4,45% [4]. Essas perdas são calculadas pela diferença da energia gerada e entregue nas redes de distribuição e são apuradas mensalmente pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). O seu custo é definido anualmente nos processos tarifários, sendo rateado em 50% para geração e 50% para os consumidores do sistema elétrico [1]. Esse custo é cobrado através da tarifa de uso do sistema de transmissão (TUST),



que é devida aos usuários que usufruem do sistema. Ajustes tarifários e compensações financeiras para as empresas transmissoras são realizados para a recuperação dos custos.

No sistema de distribuição, as perdas técnicas e não técnicas são separadas em valores reais e regulatórios. Os valores regulatórios são estimados através de modelos simplificados da rede elétrica e compreendem os valores que são reconhecidos na tarifa de energia, enquanto os valores reais são os que efetivamente ocorrem. O valor regulatório é cobrado na tarifa de energia dos consumidores, dentro da tarifa de uso dos sistemas de distribuição (TUSD). A diferença de custos entre o valor regulatório e o real é de responsabilidade da concessionária. Os valores regulatórios são normalmente inferiores aos valores reais, pois a agência reguladora (ANEEL) considera critérios de eficiência nos cálculos. Esse mecanismo é uma forma de regulação por incentivos, já que eventuais negligências ou ineficiências das distribuidoras no combate às perdas não são repassados para as tarifas.

Dados de 2020 [1] apontam que a região Norte apresenta o maior percentual de perdas totais (técnica + não técnica) sobre a energia injetada, com 34,2%, e perdas não técnicas reais (23,9%) maiores do que as perdas técnicas reais (10,2%). A região Sul apresenta as menores perdas totais, com 9,4%, e perdas técnicas reais (6,1%) maiores do que as não técnicas reais (3,4%). Considerando o país todo, temos uma média de 14,8% de perdas totais reais no setor de distribuição em relação à energia injetada.

## 2.2 CASO EUROPEU

Apesar de apresentarem realidades socioeconômicas e sistemas elétricos com características operacionais diferentes, são apresentados na sequência alguns números de perdas nos países europeus, obtidos do estudo apresentado em [2]. É relevante saber também que há diferenças na maneira como as perdas são definidas no continente Europeu. Dessa forma, os componentes das perdas não são necessariamente os mesmos em todos os países.

Na rede de transmissão, as perdas variam entre 0,5% e 3,5% e são majoritariamente técnicas. Dessa forma, na maioria dos países, não são implementados incentivos regulatórios para a redução de perdas na transmissão. Os países que aplicam incentivos usam instrumentos regulatórios variados como a consideração de valores capitalizados de perdas nas decisões de investimento das empresas transmissoras (9 países) e valores alvo para redução de perdas. Neste último caso, os operadores da rede transmissão recebem compensações financeiras caso as metas de redução de perdas sejam atingidas.

As perdas na distribuição, expressas como uma porcentagem da energia injetada no continente Europeu, variam entre 2 e 14%, de acordo com dados de 2018. A maior parte dos países mede e estima as perdas na distribuição, mas não define a perda regulatória, como no Brasil. Em alguns países, como a Finlândia, algumas redes de distribuição operam em alta tensão, levando a perdas reduzidas, apesar do comprimento elevado das linhas de distribuição. Na rede de distribuição, os incentivos regulatórios para redução de perdas são mais presentes nos países europeus. Valores

estimados de perdas são bastante utilizados para estabelecer metas de redução. Na Itália, o operador da rede de distribuição é penalizado ou recompensado a depender do valor das perdas reais em comparação com o valor alvo. Na Dinamarca, os operadores de rede recebem um montante financeiro para compensar os custos das perdas, estimulando as empresas a se tornarem mais eficientes de tal forma a não utilizarem todo o capital disponibilizado.

A recuperação do custo das perdas na Europa varia de acordo com o país. A responsabilidade pelas perdas pode recair sobre os geradores, participantes do mercado, operadores dos sistemas de distribuição e transmissão ou operadores do mercado. Na maioria dos países, os operadores do sistema são responsáveis pela recuperação do custo dentro da sua própria rede e os custos são incluídos na tarifa de transporte de energia elétrica. Em alguns países como Espanha e Portugal, esses custos recaem sobre os geradores e em outros, como Irlanda, Grécia e Bélgica, os usuários da rede são responsáveis pela recuperação do custo das perdas.

## 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir, a partir do estudo das perdas totais em redes de sistemas de energia elétrica, que os seus valores representam uma quantia considerável de energia não utilizada. A sua redução deve ser sempre incentivada e mecanismos regulatórios implementados para que os operadores de rede, na transmissão e na distribuição, consigam aumentar a eficiência e a qualidade da energia elétrica entregue aos consumidores finais. Verifica-se também que os valores de perdas no Brasil e nos países europeus são similares, tanto na transmissão como na distribuição. A Europa apresenta uma diversidade grande de incentivos regulatórios e métodos para cálculo de perdas. A definição de perdas não é a mesma em todos os países e, nas redes de distribuição, nem todos os países incluem as perdas não técnicas nos valores publicados, de forma que uma harmonização na definição de perdas facilitaria a comparação dos resultados obtidos pelas operadoras de rede.

## REFERÊNCIAS

- [1] *Aneel, Relatório, Perdas de energia na distribuição. Edição 1/2021*
- [2] *Council of European energy regulators (CEER), 2nd CEER Report on power losses. Ref: C19-EQS-101-03, 23 March 2020.*
- [3] *Site do operador nacional do sistema elétrico brasileiro - ONS. [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br)*
- [4] *Site da câmara de comercialização de energia elétrica - CCEE. [www.ccee.org.br](http://www.ccee.org.br)*

---

\* *Haroldo de Faria Junior possui doutorado em Engenharia Elétrica pela COPPE – UFRJ e pós-doutorado pela Universidade de Liège. Atualmente é Professor Associado na Universidade Federal do ABC, no curso de Engenharia de Energia.*

*Eduardo Antonio Belati é Professor Associado na Universidade Federal do ABC, onde ministra disciplinas no curso de graduação em Engenharia de Energia e nas pós-graduações em Engenharia Elétrica e Energia.*

# Confira insights e curiosidades sobre o processo de atualização das normas NR 10, NBR 14039 e NBR 5410

## NR 10

SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE | Por Aguinaldo Bizzo



### QUAL A RAZÃO DA NÃO APLICAÇÃO DA NR 10 EM EBT?

Conforme texto colocado em consulta pública em 2020, vide Aviso da Consulta Pública nº 1/2020, no processo de revisão da Norma Regulamentadora nº 10 (Norma Regulamentadora de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade), é descrito no item 10.2.4 a seguinte redação: “Esta NR não é aplicável a instalações elétricas alimentadas por EBT- Extra-Baixa Tensão, exceto para o atendimento do item 10.5.3 (medidas de proteção coletiva contra explosão .....) e seus subitens”. Dessa forma, foi mantido a mesma condição do texto vigente? Qual a razão da não aplicação da EBT?

A resposta para essa pergunta é sim, foi mantida a mesma condição na atualização da norma. O texto proposto considera o emprego da EBT como medida de controle prioritária na hierarquia de medidas para proteção a riscos elétricos. Especificamente, quanto ao risco de choque elétrico, a exposição a EBT, se atendido corretamente as premissas estabelecidas na NBR 5410-BT, especialmente quanto às influências externas BB- resistência

elétrica do corpo humano e BC- contato com o potencial de terra, caracteriza-se, salvo exceções, como “baixo potencial de dano” devido ser tratado como “choque elétrico inócuo”, podendo ser classificado como “nível de risco baixo”, no Inventário de perigos e riscos elétricos do PGR-NR1.

Ressalta-se que, considerando “riscos adicionais” na NR-10, especificamente risco de incêndio e explosão, principalmente em instalações elétricas em áreas classificadas, mesmo com a extra-baixa tensão, podem ocorrer acidentes com alto potencial de danos.

Dessa forma, é fundamental o entendimento de que a EBT, para efetivamente ser tratada como efetiva medida de controle para riscos elétricos, deve ser recebida de forma adequada e contextualizada, onde obrigatoriamente o projeto das instalações elétricas deve ser elaborado, de forma que todas as influências externas intrínsecas ao meio ambiente existente sejam adequadamente consideradas.





# ABNT NBR 5410

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO | Por Paulo Barreto



## PROJETO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A utilização inadequada dos termos técnicos pode causar interpretação equivocada, prejuízo financeiro, desconforto, constrangimentos, discussões intermináveis, além da desvalorização do trabalho profissional e da própria engenharia.

Assim como existe a preocupação de se falar o português da forma correta, deve-se, também, utilizar os termos técnicos da forma correta.

O conhecimento da terminologia técnica oficial influencia e auxilia a correta aplicação e a especificação dos componentes utilizados nas instalações elétricas, além de facilitar a identificação de anomalias.

Seguem exemplos de conjuntos de termos nem sempre utilizados da forma correta:

Abrir, seccionar, interromper  
Condutor de aterramento,  
de proteção de  
equipotencialização  
Condutor isolado, condutor  
unipolar  
Diagrama, esquema  
Eletrocalha, bandeja

Equipamento portátil,  
móvel, estacionário, fixo  
Esquema, sistema, malha,  
eletrodo (de aterramento)  
Falha, defeito, falta  
Isolante, isolação, isolamento  
Sobrecorrente, sobrecarga,  
curto-circuito

Para a futura edição da NBR 5410 foi proposta a inserção de 167 termos, cuja quantidade poderá aumentar ou diminuir, durante o processo de análise da consulta nacional. Seguem alguns destaques.

- **Instalação elétrica fixa:** instalação elétrica projetada para ser instalada permanentemente em lugar determinado.
- **Instalação de reparos:** instalação temporária que substitui uma instalação permanente defeituosa.
- **Instalação de trabalho:** instalação temporária que permite reparações ou modificações de uma instalação já existente, sem interromper o funcionamento desta.
- **Instalação temporária:** instalação elétrica prevista para uma duração limitada às circunstâncias que a motivam.

- **Linha elétrica fixa:** linha (elétrica) projetada para ser instalada permanentemente em lugar determinado.

*Nota 1 - A linha elétrica fixa pode ser constituída por componentes rígidos e/ou flexíveis;*

*Nota 2 - São exemplos de linhas elétricas fixas aquelas constituídas por condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares instalados em eletrodutos, eletrocalhas, bandejas, leitos, enterrados etc.*

- **Linha elétrica flexível:** linha elétrica que pode ser dobrada manualmente com uma força relativamente pequena, que pode sofrer flexões ao longo de sua vida útil, porém não é projetada para ter mobilidade em condições normais de utilização.

*Nota 1 - São exemplos de linha elétrica flexível aquelas constituídas por cabos uni ou multipolares flexíveis ou condutores isolados flexíveis em eletroduto flexível que alimentam equipamentos estacionários.*

*Nota 2 Não confundir linha flexível com linha móvel.*

- **Linha elétrica móvel:** linha elétrica projetada para ter mobilidade em condições normais de utilização.

*Nota 1 - São exemplos de linha elétrica móvel aquelas destinadas à ligação de equipamentos elétricos móveis, como cortadores de grama, aspiradores de pó, pontes rolantes, máquinas para escavação e perfuração utilizadas na indústria de mineração etc.*

- **Linha embutida:** linha elétrica em que os condutos ou os condutores são incorporados (encerrados) de modo inseparável nas paredes, pisos, lajes, pilares, vigas ou outros elementos estruturais da edificação, e acessível apenas em pontos determinados.

- **Linha externa:** linha que entra ou sai de uma edificação, seja a linha de energia, de sinal, uma tubulação de água, de gás ou de qualquer outra utilidade.

- **Rota de fuga:** caminho contínuo, devidamente protegido, proporcionado por portas, corredores, halls, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos de saída ou combinações destes, a ser percorrido pelo usuário, em caso de um incêndio, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, protegido do incêndio, em comunicação com o logradouro.

*Nota 1 - Em algumas publicações a rota de fuga é denominada como saída de emergência, rota de saída ou saída, por exemplo, na ABNT NBR 9077.*



INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE MÉDIA TENSÃO | Por Marcos Rogério



### PONDERAÇÕES SOBRE O USO DE DISJUNTOR “ON BOARD”

Este texto tem como objetivo apresentar algumas reflexões para que os usuários, os instaladores e os montadores dos denominados disjuntores “on board” analisem os prós e contras da aplicação desse tipo de montagem, especialmente em reformas de cabines primárias 15,0 kV e 24,5 kV, construídas em alvenaria.

Um disjuntor “on board” é uma montagem onde TC, TP, relé de proteção, botões de comando do disjuntor e, às vezes, também um no-break, são instalados em uma base comum, com o disjuntor da subestação.

A ABNT NBR 14039:2005 (atualizada em 2021) tem especial cuidado com a segurança dos operadores em subestações contra os perigos do choque elétrico e com a proteção contra as faltas por arco elétrico.

A subseção 5.1.1.2 dessa norma, que trata da proteção por meio de barreiras ou invólucros, prescreve que: *“as barreiras ou invólucros são destinados a impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica...”*. Além disso, em 5.1.1.2.5 podemos ler: *a supressão das barreiras, a abertura dos invólucros ou coberturas ou a retirada de partes dos invólucros ou coberturas não deve ser possível, a não ser:*

- a) com a utilização de uma chave ou de uma ferramenta; e
- b) após a desenergização das partes vivas protegidas por essas barreiras, invólucros ou coberturas, não podendo ser restabelecida a tensão enquanto não forem recolocadas as barreiras, invólucros ou coberturas.

Em uma nota ao exposto em b) daquela subseção é informado: *“esta prescrição é atendida com utilização de intertravamento mecânico e/ou elétrico”*.

Caro leitor, façamos aqui uma reflexão: *nas instalações onde esse tipo de montagem é utilizado existe intertravamento entre o disjuntor e a chave seccionadora da entrada?*

Uma vez que a tela de arame com malha de 20 mm instalada em subestações em alvenaria configura um obstáculo conforme 5.1.1.3.1, a operação frontal de um disjuntor “on board” com a instalação dos TP, TC e eventualmente do no-break em sua parte

posterior, implica na falta de proteção efetiva para as consequências de um eventual curto-circuito e principalmente para a proteção contra faltas a arco quando, em função da enorme energia liberada nessa situação, pedaços incandescentes de restos dos equipamentos são arrojados para fora em direção ao operador.

Pensando, entre outros, no perigo apontado acima, a seção 5.9 da ABNT NBR 14039 prescreve o uso, para proteção contra arcos elétricos, de uma *“chave de aterramento resistente ao curto-circuito presumido”* e, adicionalmente, prescreve a *“operação da instalação a uma distância segura”* como uma atitude para a proteção contra os perigos de uma falta no arco.

Reforçando esse cuidado, na seção 9.1.7 daquela mesma norma, encontramos a seguinte prescrição: *“Os equipamentos de controle, proteção, manobra e medição, operando em baixa tensão, devem constituir conjunto separado, a fim de permitir fácil acesso, com segurança, a pessoas qualificadas, sem interrupção do circuito de média tensão”*.

Apresentamos então uma questão para ponderação do leitor: você entende que essas subestações em alvenaria, onde são instalados disjuntores “on board” atendem às prescrições apresentadas acima e garantem uma operação segura?

Por fim, seria oportuno comentar que tem sido usual receber comentários dos instaladores (ou dos projetistas) com o argumento de que a solução “on board” está sendo adotada nas subestações em alvenaria por se tratar de uma reforma de instalação muito antiga, anterior à vigência da ABNT NBR 14039:2005 (atualizada em 2021), e que aquela edição não seria aplicável, pois seria posterior à construção da subestação e, portanto, não precisaria ser aplicada.

Deve ser notado que, ao se instalar uma solução “on board” em uma subestação em alvenaria onde existia originalmente uma outra topologia para os TC, TP e para a instalação do relé de proteção, a concepção do projeto original está sendo modificada, configurando uma reforma, razão pela qual deve ser aplicada a prescrição da seção 1.5 daquela norma: *“Esta Norma aplica-se às instalações novas, às reformas em instalações existentes e às instalações de caráter permanente ou temporário”*





Olá, eu sou o

**Cobe,**

seu assistente  
de confiança

Integrado com o ChatGPT, o representante virtual da Cobrecom, o COBE, vem com tudo para tirar todas as suas dúvidas, seja você eletricitista, lojista ou consumidor.

## Fale com o COBE via texto ou áudio no WhatsApp!



Atendimento ao cliente



Materiais de marketing:  
livros, tabela do eletricitista  
e catálogos



Conteúdos técnicos: aplicação de  
produtos, indicação de produtos  
de acordo com a instalação e  
dúvidas técnicas



Rastreamento de pedidos



Avaliação de atendimentos



Boletos: 1ª via e verificação  
da autenticidade



FAQ/dúvidas frequentes



Busca e indicação  
de representantes  
por localização

## Tudo isso e muito mais!

**cobrecom**



Escanele  
o QR Code  
e fale com ele!



@cobrecom

# De olho nas tendências do setor elétrico brasileiro, Abradee lança sua nova marca

**A MODERNIZAÇÃO DA MARCA DA ASSOCIAÇÃO VEM NA ESTEIRA DO PROCESSO DE REPOSICIONAMENTO INICIADO EM 2022 COM MUDANÇAS ESTRUTURAIS E DE POSICIONAMENTO JUNTO A STAKEHOLDERS**



A Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (Abradee) está de cara nova! Buscando a evolução constante e atenta às tendências do mercado, a entidade modernizou sua marca. A mudança é parte de um processo de reposicionamento iniciado ainda em 2022, com o mote “A energia do Brasil passa por aqui”, que envolveu a revisão de seu planejamento estratégico, estrutural e da imagem da Abradee diante dos stakeholders.

De olho no futuro, a nova marca busca refletir o crescimento e os avanços do segmento de distribuição, com uma imagem mais moderna e que representa a inovação do setor elétrico como um todo. Para isso, segundo a diretora de Comunicação e Sustentabilidade da Abradee, Cristina Garambone, a estratégia foi modernizar visualmente a associação sem romper com a história da Associação, que carrega a importância de sua contribuição para as distribuidoras associadas e para o setor elétrico.

“A evolução é uma jornada de transformação contínua. Por isso, reconhecemos a importância de traduzir esse momento de inovações também para nossa associação, por meio de uma nova marca que reflita nossa essência e o constante desejo de evoluir”, reflete Cristina.

## A NOVA MARCA: FORMAS E CORES MAIS MODERNAS

Cristina Garambone explica que o lançamento da marca por si só é de grande relevância, mas que deve ser inserido no processo de modernização da Abradee de forma mais ampliada. A ação é parte de um ciclo maior. “Nos últimos anos, com o reposicionamento, observamos a falta de elementos que representassem a relação da Abradee com o Brasil, com os brasileiros e as brasileiras que se beneficiam da energia transportada pelas distribuidoras por todo o país”, comenta Garambone. Ela reforça que a associação não participa apenas da transição energética justa, mas promove também a inclusão energética.

Para simbolizar a diversidade do povo brasileiro e evidenciar o alcance das redes de distribuição – o serviço público mais capilarizado do Brasil –, optou-se por incluir mais cores na marca da Abradee, mas ainda com presença predominante do laranja. O formato tradicional losangular da logomarca também permanece. No entanto, agora conta com um círculo no centro. Somados, os elementos remetem a um símbolo já conhecido mundialmente: a bandeira do Brasil.

## EM CONSTANTE EVOLUÇÃO

O presidente da Abradee, Marcos Madureira, explica que o segmento de distribuição procura estar em constante atualização, acompanhando e antecipando ações dentro dos diferentes cenários. Para ele, a mudança na marca representa isso. “Estamos felizes em anunciar a novidade. Essa é uma evolução dentro de uma postura de modernização que a Abradee já vem assumindo e que se materializa, agora, na nova marca”.

As distribuidoras, como a linha de frente do setor elétrico, simbolizam todo o sistema aos olhos da sociedade. “Desde um simples interruptor em casa até grandes indústrias na alta tensão, é pelas redes da distribuidora que a energia chega, possibilitando o progresso do país. Estamos sempre perto do consumidor, e a atualização da marca, além de todas as ações continuamente realizadas pelas distribuidoras associadas à Abradee, evidencia essa relação de proximidade”, observa Madureira.



## Proteção elétrica e sob medida para instalações fotovoltaicas.



## Segurança contra descargas elétricas no carregamento veicular



Acesse o QR Code e conheça as linhas completas.



Proteção para seus equipamentos



# Modelos de solos homogêneos



*\*Paulo Edmundo Freire da Fonseca é engenheiro electricista e Mestre em Sistemas de Potência (PUC-RJ). Doutor em Geociências (Unicamp), membro do Cigre e do Cobei e também atua como diretor na Paol Engenharia.*

**S**olos homogêneos não existem na natureza. Qualquer método de redução de uma estrutura de subsuperfície a um modelo homogêneo está associada a uma incerteza básica – não existe solo homogêneo que, seja capaz de reproduzir a resistência de uma malha de aterramento e, simultaneamente, os gradientes de tensão na superfície do solo, o que significa tensões de passo e de toque. A descaracterização do modelo resulta na impossibilidade de calcular de forma adequada os parâmetros desejados.

Isto posto, há que se lembrar que metodologias de cálculo simplificado de malhas de aterramento requerem um valor único de resistividade do solo. Para o cálculo deste parâmetro, o Anexo E da IEEE-80/2013 propõe duas alternativas: média aritmética dos valores da curva média, ou média aritmética dos valores máximo e mínimo de resistividades.

Aplicando a primeira opção a uma curva média que abranja o conjunto de espaçamentos do arranjo de Wenner até 32 m, tem-se:

$$\rho(\text{méd.}) = \frac{\rho_a(1m) + \rho_a(2m) + \rho_a(4m) + \rho_a(8m) + \rho_a(16m) + \rho_a(32m)}{6}$$

A segunda opção pode ser assim equacionada:  $\rho(\text{méd. extremos}) = (\rho(\text{mín.}) + \rho(\text{máx.})) / 2$ .

De acordo com a IEEE-80, estes critérios de cálculo foram obtidos com base em simulações de modelos de solo com duas camadas em que a diferença de resistividades é moderada. Pelo exemplo do Anexo E, que utiliza valores baixos de resistividades aparentes, uma diferença moderada é inferior a 4x entre os valores máximo e mínimo de resistividades aparentes. As simulações mencionadas pela IEEE-80 para validar estes modelos utilizaram malhas de pequeno porte em solos de baixas resistividades, da ordem ou inferiores a 250  $\Omega\text{m}$ .

Pelo 1º método, diferentes estruturas geoeletricas podem resultar em um mesmo modelo de solo, pois em uma média, a ordem dos fatores não altera o resultado; porém, a ordem das camadas geoeletricas certamente vai ter impacto no desempenho da malha.

Para a 2ª alternativa, a IEEE-80 estabelece que a expressão é válida se a malha tiver hastes e se elas atingirem uma camada com a resistividade média calculada (exigência que limita drasticamente a aplicação desta

alternativa). Ora, para se determinar se as hastes da malha atingem uma camada de solo com a mesma resistividade da média entre os extremos, há que se produzir um modelo de solo estratificado em camadas (1D) e depois verificar se a exigência é atendida. Ora, se já se tem a geometria da malha e o modelo de solo 1D, então é melhor usar um software adequado e concluir o projeto, sem as incertezas de uma modelagem extremamente simplificada e altamente questionável.

A norma NBR-15751 (Aterramento de Subestações) está sendo revisada, e faz-se necessário o estabelecimento de uma metodologia de cálculo de modelos de solo uniforme, naturalmente, alertando para as restrições da sua aplicação.

A proposta mais simples é a adoção da primeira alternativa acima, porém, utilizando a média geométrica dos valores da curva média geométrica de resistividades aparentes, que abranja o conjunto de espaçamentos do arranjo de Wenner, com uma abertura AB compatível com a diagonal do terreno a ser modelado. Estas premissas visam a coerência com os critérios da NBR-7117/2020, que estabelece que as resistividades do solo têm distribuição log-normal.

Para um terreno com diagonal máxima de 70 m, por exemplo, tem-se:

$$\rho(\text{méd.}) = \sqrt[6]{\rho_a(1m) \times \rho_a(2m) \times \rho_a(4m) \times \rho_a(8m) \times \rho_a(16m) \times \rho_a(24m)}$$

Cabe observar que este método está sujeito à mesma crítica já feita ao método proposto pela IEEE-80, uma vez que diferentes estruturas geoeletricas podem resultar em um mesmo modelo de solo, pois a ordem dos fatores continua não alterando a média, porém, a ordem das camadas geoeletricas certamente vai ter impacto no desempenho da malha de aterramento.

Para contornar esta restrição do método, propõe-se o cálculo da resistividade aparente média por meio da média geométrica das resistividades de cada espaçamento, porém, ponderadas por pesos, que de certa forma, refletem a sequência das camadas. A resistividade média geométrica ponderada pode ser calculada em função dos valores de resistividade aparente para cada espaçamento AB ( $\rho_{AB}$ ) e do peso atribuído à cada abertura AB ( $w_{AB}$ ):



$$\rho(a) = e^{\frac{\sum_{i=1}^n w_{AB_i} \times \ln \rho_{AB_i}}{\sum_{i=1}^n w_{AB_i}}}$$

Considerando que as malhas de aterramento estão sempre enterradas em profundidades rasas, é de se esperar que as camadas mais rasas do solo, onde é maior a densidade de corrente elétrica que flui da (ou para a) malha, devem ter um peso maior do que as camadas mais profundas.

Pode-se então estabelecer duas alternativas de pesos: o inverso da abertura de sondagem AB, e o logaritmo deste parâmetro. A Tabela 1 revela que o logaritmo é um peso mais adequado, pois o parâmetro AB tem uma variação em progressão geométrica, e o seu uso tornaria irrelevantes as sondagens de maiores aberturas.

TABELA 1: ESPAÇAMENTOS AB E RESPECTIVOS LOGARITMOS.

AB (m)	3	6	12	24	48	96	192
log AB	0,48	0,78	1,08	1,38	1,68	1,98	2,28

A resistividade média geométrica ponderada para uma dada curva de resistividades aparentes pode ser então assim calculada:

$$\rho(a) = e^{\frac{\sum_{i=1}^n (1/\log AB_i) \times \ln \rho_{AB_i}}{\sum_{i=1}^n 1/\log AB_i}}$$

Para o terreno com diagonal máxima de 70 m acima exemplificado, o valor a ser exponenciado para a obtenção da resistividade média geométrica ponderada pode ser assim calculado:

$$\ln \rho_{\text{médio}} = \frac{\left(\frac{\ln \rho_{3m}}{0,48}\right) + \left(\frac{\ln \rho_{6m}}{0,78}\right) + \left(\frac{\ln \rho_{12m}}{1,08}\right) + \left(\frac{\ln \rho_{24m}}{1,38}\right) + \left(\frac{\ln \rho_{48m}}{1,68}\right) + \left(\frac{\ln \rho_{72m}}{1,86}\right)}{\frac{1}{0,48} + \frac{1}{0,78} + \frac{1}{1,08} + \frac{1}{1,38} + \frac{1}{1,68} + \frac{1}{1,86}}$$

Esta metodologia de cálculo de modelo de solo homogêneo tem as seguintes restrições:

- Diferença entre os valores máximo e mínimo de resistividades aparentes inferior a 4x;
- Curva média de resistividades aparentes característica de um solo

de duas camadas (com apenas uma inflexão, para cima ou para baixo);

- Malha de pequeno porte (diagonal  $\leq 70$  m), em solo de baixa resistividade ( $\leq 250 \Omega\text{m}$ ).

A aplicação a um caso real exemplifica bem a metodologia de cálculo do modelo de solo uniforme proposta. A Tabela 2 apresenta uma curva média geométrica de resistividades aparentes calculadas a partir de uma campanha de sondagens Wenner para o projeto de uma UFV GD. Esta curva média atende ao critério de diferença entre os valores máximo e mínimo de resistividades aparentes inferior a 4x; porém, não atende ao critério de solo de dupla camada e, portanto, uma malha de aterramento neste solo não poderia ser dimensionada por meio do método simplificado.

O cálculo do valor médio geométrico das seis resistividades aparentes desta curva resulta em 585  $\Omega\text{m}$ . Para exemplificar a aplicação do método alternativo de cálculo do modelo de solo uniforme, a resistividade média ponderada, conforme proposto, resulta em um valor médio de 475  $\Omega\text{m}$ , um pouco inferior à média geométrica simples, porque leva em conta o peso das resistividades aparentes mais baixas das camadas superficiais do solo, onde a malha está enterrada.

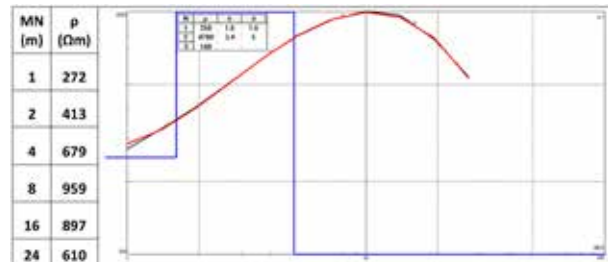
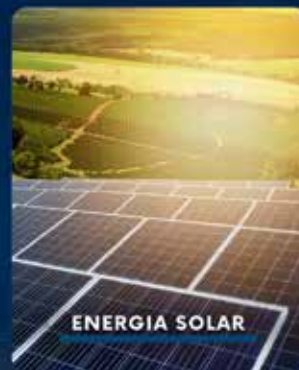


Figura 1: curva média geométrica de resistividades aparentes calculadas a partir de uma campanha de sondagens Wenner para o projeto de uma UFV GD, e modelo geoeletrico de 3 camadas correspondente.



---

# CIGRE-Brasil, um think tank dedicado à modernização do setor elétrico

---

*João Carlos de Oliveira Mello (presidente),  
Antonio Carlos Barbosa Martins (diretor técnico),  
Maria Alzira Noli Silveira (diretora de assuntos corporativos) e  
André Luiz Mustafá (diretor financeiro)*

Encontrar soluções que contribuam para que o setor elétrico mantenha sua trajetória de evolução constante, de forma a assegurar, com qualidade e segurança, o suprimento de energia elétrica para o país: a missão do CIGRE-Brasil, um think tank voltado justamente para contribuir para o progresso do setor, vem se mostrando cada vez mais importante diante da combinação de desafios que se apresentam, neste momento, ao setor elétrico. No exercício de sua vocação, o CIGRE-Brasil, além de viabilizar discussões de alto nível, servindo de ambiente qualificado para esse propósito, oferece a expertise dos técnicos que atuam sob sua coordenação à busca de alternativas que conduzam o setor elétrico em sua trajetória de expansão e aprimoramento.

O momento vivenciado atualmente pelo setor elétrico é desafiador. O segmento vem passando por mudanças significativas na sua configuração, impostas pela necessidade de contribuir para uma transição energética eficaz, em face dos riscos que as mudanças climáticas impõem ao planeta. A complexidade desse desafio, entre os muitos que se apresentam, dá a medida da importância dos esforços empreendidos pelos grupos de trabalho, reunidos sob o guarda-

chuva do CIGRE-Brasil. Esses grupos agregam a nata do corpo técnico do setor elétrico em mesas de discussões e debates ou viabilizam pesquisas voltadas para encontrar caminhos que conduzam o setor elétrico sempre adiante.

Uma das frentes às quais o CIGRE-Brasil se dedica é encontrar soluções que mantenham o elevado nível de eficiência na operação do sistema elétrico brasileiro, conhecido pela sua complexidade. A disseminação em grande escala das fontes renováveis intermitentes – geração fotovoltaica e eólica – provoca mudanças substanciais na operação do sistema elétrico. Somente neste ano, as fontes solar fotovoltaica e eólica foram responsáveis, por exemplo, por 49,23% e 44% dos 4.284 megawatts (MW) de capacidade instalada acrescentados ao parque gerador nacional. A intermitência das duas fontes exige iniciativas que garantam a segurança e a confiabilidade do sistema elétrico. Demanda, também, uma discussão a respeito de critérios para o despacho energético considerando-se a nova configuração da matriz elétrica.

Acrescenta-se a isso o fato de que a transição energética deverá





contribuir para a expansão dos chamados Recursos Energéticos Distribuídos (Reds), que envolvem tecnologias de geração, armazenamento e redução do consumo de energia localizadas nas áreas de uma determinada concessionária de distribuição, normalmente junto a unidades consumidoras. Estes recursos abrangem atividades e tecnologias como eficiência energética, geração distribuída de eletricidade, veículos elétricos, redes elétricas inteligentes, MMGD, autoprodução de energia e energia solar térmica.

Essas mudanças exigem uma maior flexibilidade na operação do sistema elétrico interligado para que se mantenha uma sintonia fina entre a demanda de produção de energia e a otimização do sistema de transmissão. A gestão eficiente do sistema, considerando-se essas condições, evitará possíveis variações de tensão e frequência, como ocorre em rampas de carga e em desvios de previsões, capazes de afetar significativamente a qualidade do fornecimento de energia.

Em um dos fóruns realizados pelo CIGRE-Brasil em que se reuniram lideranças do setor elétrico, algumas sugestões foram apresentadas para fazer frente a estes desafios. Uma delas é a possibilidade de as distribuidoras realizarem, de forma descentralizada, mas coordenada com o órgão operador, o controle do despacho das unidades de geração intermitentes conectadas às suas redes. A colaboração e a interação em tempo real mais intensas entre as distribuidoras e

as transmissoras de energia elétrica, garantidas pela digitalização, também é outra medida sugerida pelos líderes reunidos pelo think tank.

Entre os estudos realizados pelos grupos de trabalho, destacou-se uma pesquisa que apontou que as turbinas Francis, uma das mais utilizadas na geração hidrelétrica no país, podem vir a proporcionar uma garantia na flexibilidade pretendida para a operação dos sistemas a médio prazo, quando forem capazes de operar em 100% de sua capacidade após a intervenção dos fabricantes, garantindo às usinas hidrelétricas o papel de oferecer energia firme para o sistema. No sistema elétrico brasileiro, existem mais de 400 turbinas desse tipo, que respondem por aproximadamente 75% da capacidade de geração hidrelétrica. Essa turbina é conhecida pela sua flexibilidade e pela capacidade de operar em faixas de quedas e com potências nominais diferenciadas. O estudo, realizado por um grupo de trabalho do CIGRE-Brasil, mostrou que uma modernização das hidrelétricas existentes com turbinas de ampla faixa operacional garantiria, a médio prazo, uma melhor resposta às variações resultantes da participação crescente das fontes intermitentes.

O associado do CIGRE-Brasil insere em seu portfólio profissional a experiência de estudos e pesquisas em ambiente colaborativo, usufruindo da companhia dos melhores profissionais do mercado.



## Acessórios para redes de transmissão e distribuição de energia

Soluções completas para sua empresa!

Acesse nosso site  
[www.onixcd.com.br](http://www.onixcd.com.br)

**ONIX**  
DISTRIBUIDORA DE PRODUTOS ELÉTRICOS



# 5G: CONHEÇA AS APLICAÇÕES QUE ESTÃO REVOLUCIONANDO O SETOR ELÉTRICO

Em franca expansão no país, o 5G vem sendo utilizado em larga escala nos segmentos de geração, transmissão e distribuição, possibilitando a incorporação de novas tecnologias digitais e automação dos sistemas elétricos





Em apenas alguns anos, o 5G passou de uma inovação promissora para uma realidade presente em milhões de lares brasileiros. No final de janeiro deste ano, a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações) divulgou um balanço que revela que o Brasil alcançou a impressionante marca de 20,5 milhões de usuários de 5G, em 2023, ou seja, este número será ainda maior quando esses dados forem atualizados para 2024.

Desenvolvido com o objetivo de melhorar as conexões nas redes móveis, a tecnologia 5G, além de aumentar a velocidade da transmissão de dados, entrega ainda maior interoperabilidade entre padrões e dispositivos, baixa latência, alta confiabilidade, segurança da informação e um menor consumo de energia possível. Para o setor elétrico, o 5G oferece soluções para as smart grids (Redes inteligentes), aplicações com IoT (Internet das Coisas) e automação da operacionalização dos sistemas elétricos, por exemplo.

No Brasil, a quinta geração de rede móvel está em sua fase inicial de implantação nos principais centros urbanos. De acordo com o engenheiro especialista em telecomunicações, e autor do artigo "Reflexões sobre o Potencial Uso das Tecnologias 5G no Setor Elétrico", Alan Soares, o 5G tornou-se uma tecnologia fundamental para o desenvolvimento do campo energético. "O 5G possibilita a comunicação quase instantânea entre diversos componentes da rede elétrica, desde geradores até consumidores finais, com sua baixa latência e alta velocidade, sendo assim, a

tecnologia é a base para a evolução das smart grids. Isso permite uma gestão mais eficaz da rede, com a capacidade de responder rapidamente às demandas e problemas técnicos", afirma.

Mediante o cenário de implementação da tecnologia do 5G no setor elétrico, abre-se um horizonte para outras inovações. "A integração do 5G nas smart grids facilita a incorporação de tecnologias de ponta, como inteligência artificial e machine learning, que podem prever padrões de consumo e otimizar a distribuição de energia", explica Alan Soares.

## **EVOLUÇÃO DA REDE MÓVEL**

Em termos de velocidade, a rede 5G é 100 vezes mais rápida do que o 4G, o que permite uma grande capacidade de transmissão de dados. Além disso, outra vantagem em relação às gerações anteriores é a baixa latência (abaixo de 1 ms).

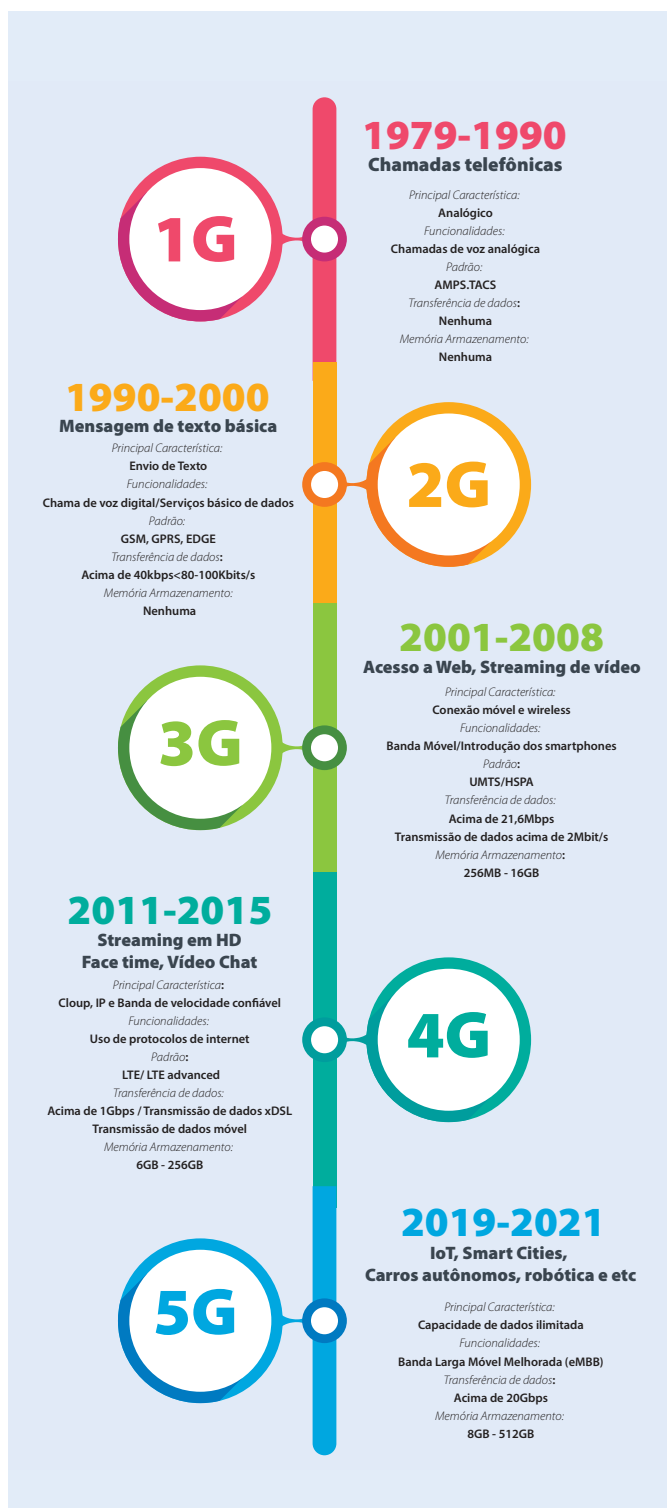
Na avaliação do Coordenador Executivo do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL), Mauricio Moszkowicz, os benefícios trazidos pelo 5G são atribuídos à alta banda larga, latência ultrabaixa e conectividade em larga escala. Ele ressalta, "a tecnologia 5G habilita uma largura de banda ultra-alta (20 Gigabits por segundo), latência ultrabaixa (1 milissegundo) e conectividade em larga escala (1 milhão de terminais por quilômetro quadrado), desempenhando um papel importante em todos os processos associados à energia elétrica, da geração



*Alan Soares, engenheiro especialista de telecomunicações*



*Mauricio Moszkowicz, coordenador executivo do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL)*



ao consumo. Sendo assim, a tecnologia 5G reduz o consumo de energia de sensores, diminuindo a frequência de substituição de baterias de dispositivos de comunicação, por exemplo”, complementa.

Moszkowicz detalha que a baixa latência do 5G permite a comunicação em tempo real entre os componentes da rede elétrica, como sensores, medidores inteligentes e sistemas de controle, porque melhora a capacidade de monitoramento e respostas rápidas para mudanças na demanda e oferta de energia, o que evita sobrecargas e apagões.

### 5G NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Para o segmento de distribuição, segundo o professor de engenharia elétrica da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Saulo Roberto Sodré dos Reis, a tecnologia 5G representa um ganho importante no gerenciamento da Geração Distribuída (GD). “Com o 5G, é possível fazer o monitoramento do consumo com medidores inteligentes, definir estratégias, armazenar energia e perceber falhas ou possíveis fraudes em tempo real no sistema de distribuição, evitando perdas desnecessárias de energia. Além disso, a tecnologia 5G, atrelada à inteligência artificial, deve promover um melhor gerenciamento da energia elétrica das



**Saulo Roberto, professor de engenharia elétrica da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul**



# Transformador **DE FORÇA**

**15/20/25 MVA - 145 kV**

Perfeito para atender demandas de alta tensão com confiabilidade e performance, o **Transformador Trifásico 15/20/25 MVA - 145 kV** da Itaipu Transformadores é ideal para aplicações industriais e utilitárias - pois garante estabilidade à rede elétrica e energia de qualidade para necessidades diversas.



ENTRE EM CONTATO E  
SOLICITE UM ORÇAMENTO

+55 16 3263 9400

Av. Sérgio Abdul Nour, 2106  
Distrito Ind. II, 14900-271  
Itápolis, São Paulo, Brasil.

**ITAIPU**  
TRANSFORMADORES

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

ISO 14001 ISO 45001 ISO 9001

fontes renováveis, que dependem de condições meteorológicas para gerar energia, mantendo o equilíbrio do sistema elétrico”.

Segundo o especialista, além de apresentar soluções eficazes para os desafios atuais do setor elétrico, o 5G deverá cumprir um papel fundamental na transição energética. “Penso que a tecnologia 5G será importante para a transição energética, pois contempla os requisitos básicos para a digitalização das redes, descentralização e descarbonização utilizando redes mais eficientes. As inovações virão no desenvolvimento de soluções que melhorem a eficiência da geração distribuída, operação e manutenção das redes de transmissão e distribuição e análise de dados por meio da IA”, conclui.

## MIGRAÇÃO DE SISTEMAS

Com o avanço do 5G, o que acontece com as gerações anteriores? Segundo o engenheiro de automação e telecomunicações da Energisa, Victor Mota, a tendência é que as tecnologias anteriores, em especial a 2G e 3G, sejam desabilitadas a curto prazo no país. “Com a chegada dessa tecnologia, a tendência é que as operadoras desliguem as redes 2G e 3G, porque estão obsoletas e geram custos com baixo retorno para as



**Victor Mota, engenheiro de automação e telecomunicações da Energisa**

operadoras. Isso tem um impacto direto para as empresas, como é o caso da Energisa e as demais empresas de energia no Brasil, pois existem diversos equipamentos utilizando as redes 2G e 3G que não suportam as redes 4G e 5G. O desligamento dessas redes afetará os ativos conectados a elas, impactando diretamente no serviço”, detalha. A Energisa está presente nos estados de Tocantins, Rondônia, Acre, Paraíba, Sergipe e regiões do centro-oeste, sul e sudeste do país.

Essa substituição, segundo o engenheiro, deve demandar investimentos por parte das operadoras. “O desligamento do 2G e 3G implica na necessidade de substituir esses ativos. Isso requer um grande investimento em equipamentos mais modernos, que suportam 4G e 5G, além do planejamento para migrações em campo, de modo garantir a continuidade e melhoria da comunicação destes ativos”, conclui.

## SEGURANÇA CIBERNÉTICA E REGULAMENTAÇÃO

Com a migração para o 5G, as empresas do segmento elétrico, assim como as de telefonia, passam a enfrentar outro desafio: a segurança cibernética. “A maior conectividade também aumenta o risco de ataques cibernéticos. A necessidade de protocolos de segurança robustos e a capacitação contínua das equipes de TI e TO são essenciais para mitigar esses riscos. Outro desafio é garantir a cobertura de rede adequada, especialmente em áreas rurais e de difícil acesso, onde a conectividade pode ser limitada”, alerta o engenheiro especialista em telecomunicações, Alan Soares.

Para o especialista, mesmo que a tecnologia assegure o desenvolvimento de plataformas robustas para o monitoramento de dados e operações de rede, o aumento no número de dispositivos conectados é ponto de preocupação das concessionárias de energia, por conta de ataques cibernéticos.

“A expansão das redes inteligentes e o aumento do número de dispositivos conectados torna a segurança cibernética uma prioridade crucial no setor elétrico. Por isso, o 5G incorpora avançados protocolos de segurança e criptografia, protegendo a integridade e a confidencialidade dos dados transmitidos. Além disso, a arquitetura de rede 5G permite segmentação e isolamento de tráfego, dificultando a propagação de ataques cibernéticos. A capacidade de monitoramento em tempo real do 5G também facilita a detecção precoce de atividades suspeitas e a resposta rápida a incidentes de segurança”, complementa Alan.



# BRVAL

**BR6** Painel Compacto SF6 até 36kV  
Testado conforme NBR IEC 62271-200

Uso abrigado

Uso ao tempo



**G2 SLIM** Painel isolado à AR até 17,5kV  
Testado conforme NBR IEC 62271-200

Uso abrigado

Uso ao tempo



**Atendimento ao Cliente | Vendas:** Av. Pastor Martin Luther King Jr. 126 Bl. 09 Torre 2 - Salas 1108 a 1111  
Del Castilho (Shopping Nova América Condomínio Offices) - Rio de Janeiro - RJ

CEP 20.765-000 | ☎ 21 3812-3100 | ☎ 21 97105-6853 | vendas@brval.com.br

✉ vendas@brval.com.br 🌐 www.brval.com.br 📱 brvalelectrical

---

# Inteligência Artificial:

## Uma breve análise estratégica do posicionamento do Brasil no contexto mundial

---

*\*Por Andre Sih*

Não é novidade para ninguém que a Inteligência Artificial (IA) é algo que está revolucionando (ou assustando o mundo)?! Porém, como o Brasil está posicionado em relação ao mundo nesta revolução? Para podermos entender esta questão, primeiramente devemos analisar quais são os principais indicadores que trazem, em algum grau, uma relação de causa e efeito sobre o sucesso do desenvolvimento e a aplicação de novas soluções de IA, a saber: (1) indicadores de avanço em termos científicos, como a quantidade de artigos científicos publicados (preferencialmente em revistas Qualis A e B); (2) resultados tecnológicos, como a quantidade de patentes registradas; e (3) o envolvimento empresarial e investimento das empresas atuantes no setor como o quantitativo de investimentos (privados ou públicos) seja em P&D, ofertas públicas, fusões e aquisições, compra de participações minoritárias, investimentos de empresas de Private Equity e Venture Capital em startups no setor de IA, dentre outros, são importantes indicadores de como cada nação se posiciona na corrida pela liderança da IA.

Se observarmos o conjunto destes indicadores, de forma geral veremos que os EUA mantêm a dianteira (com alguma folga), seguidos de China, UE e Japão. Porém, a taxa de variação positiva de crescimento destes indicadores (aceleração) é tão ou mais relevante para predizermos com relativa confiabilidade qual nação “dominará” esta tecnologia, e conquistará mais rapidamente os benefícios da IA

e se tornará hegemônica mundialmente. Neste caso, a China é quem se apresenta com uma maior taxa de crescimento comparativamente aos demais países.

Observa-se que, embora pelos dados da base Microsoft Academic Graph (MAG), a China tenha ultrapassado os Estados Unidos em números absolutos de publicações em revistas em 2019, no acumulado entre 2016 e 2020, os Estados Unidos continuam à frente da China. Considerando apenas as top 25% melhores publicações científicas, a China é ultrapassada também pela União Europeia. A relação entre o número de publicações nas top 25%, e o total, é de 43,6% nos Estados Unidos, 23,5%, na União Europeia e 19,8%, na China. Essas informações, indicam que, apesar do avanço, as publicações chinesas, nas revistas mais conceituadas, ainda se encontram atrás de Estados Unidos e União Europeia.

Há de se entender melhor as várias particularidades no ecossistema de IA da China. A proibição de aplicativos ocidentais no mercado chinês é uma delas. Mas há um trade-off de outras tantas aplicações que são desenvolvidos localmente que nascem com um potencial de atender à segunda maior população do planeta. E por que isso é importante? Sabemos que a IA precisa de dados para ser treinada e aprender. Logo, esses dados, em larga escala, são fonte importante para o desenvolvimento e treinamento de novos modelos de IA.



Outra particularidade chinesa é a ação governamental. Como país de partido único, as diretrizes do governo central são naturalmente adotadas pelos governos subnacionais, que implementam suas próprias políticas, mas sempre alinhadas com a orientação superior. Outro aspecto importante a se destacar é a disponibilidade de um grande contingente de profissionais qualificados para o desenvolvimento dos modelos de IA, especialmente das áreas STEM (Science, Technology, Engineering e Mathematics), segmentos em que o Brasil carece de mão de obra qualificada em abundância, diga-se de passagem.

Além disso, a China é conhecida pelos seus planos estratégicos quinquenais, em que, a cada 5 anos, são definidos os objetivos a serem atingidos nos próximos 5 anos seguintes. Neste contexto, foi desenvolvido um Plano Nacional de Inteligência Artificial de Nova Geração (PNIA), lançado oficialmente em 2017, mas que já havia recebido atenção em anos anteriores. Neste plano, foram destacadas ações em áreas como financiamento, padronização de sistema, proteção à propriedade intelectual, cooperação internacional e desenvolvimento de capital humano. Em seus objetivos, o PNIA estabelece a meta de atingir, em 2025, avanços importantes em pesquisa básica, tecnologias e aplicações de IA, elencando-os, como vetores para o desenvolvimento da China. Para 2030, a meta é atingir níveis compatíveis com a disputa pela liderança global, em termos de inovação,

obtendo resultados relevantes na construção de uma economia e sociedade “inteligentes”.

No Brasil, as primeiras estratégias públicas de IA começaram a ser implementadas em 2021, enquanto que nos EUA, tais iniciativas começaram em 2019. Já na China, essas diretrizes tiveram início em 2017, ou seja, não estamos tão mal assim.

No caso da América Latina (Latam), considerando seus seis principais países, a proporção entre as publicações no top 25% e as publicações totais da Latam foram de cerca de 11%. Destes, a participação brasileira, no total mundial, permaneceu relativamente estável, em torno de 3%, com um crescimento importante da produção científica brasileira em IA, porém seguindo o ritmo do aumento da produção mundial, o que não nos faz nos aproximar dos líderes.

E sobre as patentes de IA registradas? Segundo o Artificial Intelligence Index Report (AIIR) de 2024, que concatenou os dados até 2022, neste ano, a China liderou as origens globais de patentes de IA, com 61,1%, ultrapassando significativamente os Estados Unidos, que foram responsáveis por 20,9% das origens de patentes. Desde 2010, a participação dos EUA diminuiu de 54,1%. Neste mesmo estudo, a América Latina corresponde a apenas 0,21% das patentes de IA.



Finalmente, um último conjunto de indicadores pode ser analisado a partir das informações associadas aos investimentos realizados em empresas ligadas ao setor de IA. Se olharmos o setor privado e seu ecossistema de inovação, os EUA parecem imbatíveis. Em 2023, segundo o AIIR, os Estados Unidos viram os investimentos privados em IA atingirem 67,2 bilhões de dólares, quase 8,7 vezes mais do que a China, o segundo maior investidor. E os investimentos privados em IA na China e na União Europeia, incluindo o Reino Unido, diminuíram 44,2% e 14,1%, respectivamente. Porém, há de se observar, que nem todas as informações da China são traduzidas no número chinês, porque grande parte destes investimentos são realizados direta ou indiretamente pelo governo. Mas, de fato, os Estados Unidos registraram um aumento notável de 22,1% no mesmo período, desde 2022.

Consistente com as tendências do investimento privado, os Estados Unidos lideram todas as regiões, com 897 empresas que de IA que receberam investimentos, seguidos pela China, com 122, e pelo Reino Unido, com 104. E o Brasil? Em 2023, apenas 15 empresas!

De forma geral, no caso específico da América Latina, existem ainda poucos estudos que buscam analisar, de maneira abrangente, as estratégias (e seus resultados) de atores públicos e privados, as políticas de apoio, o grau de difusão das tecnologias e os modelos de negócios associados à IA. Porém, é claramente

percebido, pelos números aqui apresentados, que o Brasil está entre os últimos nessa “corrida pelo ouro da IA”.

Curiosamente, a IA poderá levar a um crescimento global da produtividade ao longo de períodos de 10 anos, variando entre 1,0% e 1,5%, de acordo com um relatório de investimento da Goldman Sachs, divulgado em 2023. Muitos países irão beneficiar-se do crescimento da produtividade impulsionada pela IA. Países como Hong Kong, Israel e Japão, estão especialmente bem posicionados. Neste caso, o Brasil não está tão mal, com 1,4%, em 11º lugar. Ou seja, o Brasil é um dos países que mais podem se beneficiar da IA, como importante vantagem competitiva para acelerar a sua produtividade e o seu desenvolvimento.

É fato que existem grandes especialistas brasileiros na academia (muitos mestres com quem aprendi IA) e no mercado, seja cientistas de dados, líderes ou empreendedores. Temos exemplos de startups de sucesso, como a Agrosmart, que aplica IA no agronegócio (conhecida vocação brasileira) e até mesmo a mais nova unicórnio brasileira, a Semantix, que aplica IA em suas soluções. O futuro dirá se estas são honrosas exceções ou o início de um padrão resultante (promissor ou desalentador) a se formar. Como o Brasil pode aproveitar melhor as oportunidades geradas pela IA? Isso é assunto para um próximo artigo.

Mas tem algo que podemos fazer agora, como testar a IA generativa e analisar se ela ajuda nesta resposta: se este autor desafiasse o ChatGPT (versão gratuita), fazendo as perguntas do início deste artigo: “não é novidade para ninguém que a Inteligência Artificial (IA) é algo que está revolucionando (ou assustando o mundo)?! Porém, como o Brasil está posicionado em relação ao mundo nesta revolução?” teríamos a seguinte resposta:

*“O Brasil está de fato avançando no campo da Inteligência Artificial. Embora possa não estar na vanguarda como alguns outros países, o Brasil tem investido em pesquisa e desenvolvimento de IA. Diversas universidades e instituições de pesquisa no Brasil estão trabalhando em projetos de IA, e há um número crescente de startups com foco em soluções de IA. O governo brasileiro também demonstrou interesse em apoiar iniciativas de IA para melhorar vários setores, como saúde, agricultura e finanças. Apesar de enfrentar desafios como financiamento e retenção de talentos, o Brasil está gradualmente conquistando seu espaço na revolução global da IA.”*

Você pode até não concordar em como a pergunta foi formulada para a máquina, porém a idéia foi essa mesmo: simular uma conversa informal entre duas pessoas. Então, qual é a melhor resposta, ilustre leitor? A IA, neste caso, superou o humano?

---

*\*Andre Sih é Sócio-Diretor da Fu2re, Startup brasileira de Inteligência Artificial*

**Porém, é claramente percebido, pelos números aqui apresentados, que o Brasil está entre os últimos nessa “corrida pelo ouro da IA”.**





### LINHA GB-RING - RMU®

Conjuntos de manobra e comando de distribuição secundária integralmente isolados com SF6, de tensão até 36kV, desde ambientes industriais até parques de geração eólica e fotovoltaica, além de distribuição de energia no conceito Smart Grid.



### LINHA GB-RING SF6 FREE® - RMU

Este cubículo representa uma inovação significativa ao eliminar o uso de SF6, alinhando-se com os objetivos de sustentabilidade e redução do impacto ambiental na transição energética.



### CUBÍCULO BLINDADO MODULAR COM ISOLAÇÃO MISTA EM SF6 ATÉ 36kV

Cubículos de classes 17,5kV, 24kV e 36kV com seccionadora SF6, caracterizada pela utilização de um interruptor de manobra seccionador isolado em SF6 de alta performance, que permite uma drástica redução da largura do compartimento, além de sua utilização em espaços altamente limitados.



### LINHA MICROCOMPACT®









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

# Precisamos falar sobre o Open Energy



*Frederico Carbonera Boschin é Diretor Executivo da Noale Energia e Sócio da Ferrari Boschin Advogados. Conselheiro da ABGD; Conselheiro Fiscal do Sindiennergia RS e Professor do Curso de MBA da PUC/RS, UCS/RS e PUC/MG.*

Open Energy é a abertura dos dados de consumo de energia elétrica, permitindo que os consumidores tenham mais controle sobre seu uso e possibilitando a criação de soluções inovadoras e produtos personalizados.

O Open Energy é bastante similar ao conceito de Open Banking (ou Open Finance) e Open Insurance, mas aplicado ao setor de energia elétrica. Todos estes formatos envolvem a abertura de dados para promover transparência, inovação e benefícios para os consumidores. Enquanto o Open Banking/Finance se concentra nas finanças, investimentos e serviços bancários, e Open Insurance para seguros; o Open Energy visa transformar a maneira como consumimos e gerenciamos a energia elétrica.

O movimento de dados abertos, em particular, teve início nos anos 2000, impulsionado por iniciativas governamentais e organizações internacionais que visavam promover a transparência, a inovação e a participação pública. Neste sentido, o conceito de Open Energy surgiu como uma extensão do movimento de dados abertos (open data) e das iniciativas de energia sustentável que ganharam força nas últimas décadas.

Vários países implementaram políticas de dados abertos que incluíam o setor de energia, como por exemplo, (i) Estados Unidos com a Open Energy Data Initiative (OEDI) e o Data.gov, que inclui uma seção dedicada a dados de energia a EIA (U.S. Energy Information Administration) disponibiliza uma vasta gama de dados sobre produção, consumo, preços e infraestrutura de energia nos Estados Unidos; (ii) Reino Unido: o National Grid e outras entidades começaram a publicar dados energéticos detalhados e acessíveis; e (iii) União Europeia: a Comissão Europeia promove várias iniciativas para a abertura de dados energéticos através do programa Horizon 2020, entre elas a ENTSO-E Transparency Platform que é a plataforma de transparência da European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) e oferece dados sobre o sistema elétrico europeu;

Existem outros exemplos de aplicações e fontes de dados abertos em energia: (i) OpenEI (Open Energy Information) que oferece uma plataforma colaborativa com dados sobre recursos energéticos, tecnologias e políticas; e a (ii) RESDAT (Renewable Energy Sources Database) que é a base de dados com informações sobre projetos de energia renovável em vários países.

Com o Open Energy, mediante a autorização do consumidor, existe o compartilhamento de dados energéticos para outras empresas e organizações. O acesso a informações detalhadas sobre consumo de energia de um usuário poderiam, portanto, serem acessadas por diferentes entidades, sejam públicas ou privadas, e utilizados por diversos stakeholders, incluindo governos, empresas, pesquisadores e consumidores, para promover a transparência, a eficiência e a sustentabilidade no setor energético.

Como funciona? Tradicionalmente, as distribuidoras de energia compilam e mantêm os dados de consumo em sigilo.

De forma geral, o Open Energy envolve a disponibilização de uma ampla gama de informações sobre o setor energético. Essas informações são variadas e podem ser utilizadas para diferentes propósitos, desde a pesquisa e desenvolvimento até a tomada de decisões informadas por consumidores e empresas:

**1 - Dados de Produção de Energia** - Quantidade de Energia Gerada: dados sobre a quantidade de energia gerada por diferentes tipos de usinas (eólica, solar, hidroelétrica, nuclear, térmica etc.). Capacidade Instalada: Informações sobre a capacidade instalada de geração de energia em diferentes regiões e tipos de fontes. Desempenho das Usinas: eficiência, fatores de capacidade e disponibilidade das usinas de geração.

**2 - Dados de Consumo de Energia** - Consumo por Setor: dados sobre o consumo de energia em setores residenciais, comerciais, industriais e de transporte. Padrões de Consumo: informações sobre



o consumo de energia ao longo do tempo (diário, semanal, sazonal) e em diferentes regiões. Consumo por Tipo de Energia: detalhamento do consumo de eletricidade, gás natural, petróleo etc.

**3 - Dados de Preços e Tarifas** - Preços de Energia: informações sobre os preços da eletricidade, gás natural e outros combustíveis, incluindo tarifas por hora e por tipo de consumidor. Estrutura Tarifária: detalhes sobre a estrutura tarifária aplicada a diferentes tipos de consumidores e horários.

**4 - Dados de Infraestrutura Energética** - Localização e Capacidade das Infraestruturas: informações sobre a localização de usinas, subestações, redes de transmissão e distribuição. Interconexões e Fluxos de Energia: dados sobre os fluxos de energia entre diferentes regiões e através de fronteiras internacionais.

**5 - Dados Ambientais e de Sustentabilidade** - Emissões de Gases de Efeito Estufa: informações sobre as emissões associadas à geração e consumo de energia. Impactos Ambientais: dados sobre o uso de recursos naturais, impactos ambientais de projetos de energia, e medidas de mitigação implementadas. Energia Renovável: informações sobre a geração e o uso de energias renováveis, incluindo incentivos e subsídios.

**6 - Dados de Mercado e Financeiros** - Mercado de Energia: dados sobre operações de mercado, preços de mercado spot, futuros de energia, e contratos de compra de energia (PPAs). Investimentos e Financiamentos: informações sobre investimentos em infraestrutura energética e financiamento de projetos de energia.

**7 - Dados de Políticas e Regulamentações** - Legislação e Normas: informações sobre políticas energéticas, regulamentações, e metas de eficiência energética e redução de emissões. Incentivos e Subsídios: detalhes sobre incentivos governamentais para energias renováveis e eficiência energética.

Desta forma, a prática de abrir dados no setor energético tem o potencial de transformar o setor de várias maneiras, promovendo a eficiência, a sustentabilidade e a inovação.

Portanto, à medida que mais países e organizações adotam práticas de Open Energy, espera-se que novas tecnologias e soluções sejam desenvolvidas, contribuindo para a transição global para um sistema energético mais limpo e eficiente, com vantagens amplas:

**1 - Transparência e Empoderamento do Consumidor** - o Open Energy permite que os consumidores acessem dados detalhados sobre seu consumo de energia. Isso possibilita uma compreensão mais clara dos padrões de uso e ajuda a tomar decisões informadas.

**2 - Inovação e Desenvolvimento de Soluções Personalizadas** - com dados abertos, empresas e desenvolvedores podem criar aplicativos e serviços inovadores. Por exemplo, aplicativos que recomendam horários mais econômicos para usar energia ou que otimizam o uso de painéis solares.

**3 - Eficiência Energética** - Com informações detalhadas, é possível

identificar áreas de desperdício e implementar medidas para reduzir o consumo. Isso beneficia tanto os consumidores quanto o meio ambiente.

**4 - Integração com Outros Setores** - o Open Energy pode se integrar ao Open Banking, permitindo que os consumidores gerenciem suas finanças e consumo de energia em uma única plataforma.

**5 - Diversificação de Fontes de Energia** - com acesso a dados, é possível explorar fontes alternativas de energia, como solar, eólica ou geotérmica.

Em resumo, o Open Energy promove maior conscientização, eficiência e inovação no setor elétrico.

Todavia, muito embora o Open Energy e os dados abertos no setor elétrico ofereçam muitas vantagens, também existem alguns pontos de atenção a serem consideradas:

**1 - Privacidade e Segurança** - com dados abertos, há preocupações com a privacidade dos consumidores. Informações detalhadas sobre o consumo de energia podem ser sensíveis e precisam ser protegidas adequadamente.

**2 - Complexidade Técnica** - implementar e manter sistemas de dados abertos requer infraestrutura e recursos técnicos. Isso pode ser desafiador para algumas empresas ou organizações.

**3 - Acesso Desigual** - nem todos os consumidores têm igual acesso ou capacidade de aproveitar os dados abertos. Isso pode criar disparidades entre aqueles que podem se beneficiar e aqueles que não podem.

**4 - Sobrecarga de Informações** - muitos dados podem ser esmagadores para os consumidores. Interpretar e usar essas informações requer conhecimento e habilidades específicas.

De forma geral, porém, a abertura de dados é um componente crucial para o avanço do setor energético, promovendo a eficiência, a inovação e a sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- <https://www.entsoe.eu/>
- <https://www.data.gov.uk/>
- <https://data.openei.org/>
- <https://dados.ons.org.br/>
- <https://epbr.com.br/abracecel-sai-em-defesa-do-open-energy-e-quer-dados-abertos-na-conta-de-luz/>
- <https://dadosabertos.aneel.gov.br/>
- <https://forbes.com.br/principal/2019/07/quais-sao-os-pros-e-contras-do-modelo-energetico-do-brasil/>
- <https://www.energysage.com/energy-policy/open-energy/>
- <https://www.utilitydive.com/news/open-energy-what-it-is-and-why-its-important/600145/>
- [https://openei.org/wiki/Main\\_Page](https://openei.org/wiki/Main_Page)

# A colaboração da gestão de ativos no alinhamento de prioridades empresariais



*Lilian Ferreira Queiroz é engenheira eletricista, Membro do Cigré e especialista em confiabilidade e gestão de ativos. Atualmente, é Diretora de Gestão de Ativos da Geração da Eletrobras.*

**A** Gestão de Ativos é uma atividade coordenada que envolve a estruturação de processos e atividades relacionadas e aplicadas ao ciclo de vida dos ativos, da aquisição à desmobilização, com o objetivo de extrair valor destes ativos.

A gestão de ativos permite que uma empresa examine as necessidades e o desempenho dos ativos e dos sistemas de ativos em diferentes níveis e etapas. Além disso, permite a aplicação de métodos de análise para a gestão de um ativo nas diferentes fases do seu ciclo de vida, que pode começar na concepção da necessidade do ativo, até o seu descarte.

Muitas vezes, assuntos urgentes e de curto prazo podem nos distrair de atividades importantes que podem entregar mais valor, especialmente a longo prazo. Nas companhias, estas situações não são diferentes. Um agravante são as estruturas departamentalizadas das empresas, cada qual com sua responsabilidade e metas, criando verdadeiros grupos que podem levar à perda de alinhamento entre as áreas.

Porém, para o sucesso estratégico, todos devem trabalhar consistentemente para os objetivos comuns. E muitas vezes, o ambiente segmentado, prioridades e métricas de desempenho podem entrar em conflito, resultando em verdadeiro desalinhamento empresarial.

Uma gestão de ativos efetiva, pressupõe integração e participação de muitos indivíduos dentro de uma organização, ou seja, de equipes multifuncionais, com amplos conhecimentos sobre o tema. Esses profissionais devem possuir domínio para avaliar desde a necessidade de novos ativos, bem como dispor de conhecimentos sobre especificações técnicas, suprimento, regulação, finanças, operação, manutenção, inovação tecnológica e gestão de recursos, cabendo a eles, inclusive, o papel de nortear o conselho de administração, acionistas, reguladores, fornecedores e clientes.

Um dos motivos para implantar a gestão de ativos na companhia é que ela é uma influência integradora, e com a adoção de suas orientações, aumenta-se o engajamento dos funcionários, melhora a colaboração e as discussões técnicas no processo do ciclo de vida

dos ativos. Os compromissos adotados nos comitês de discussões são transparentes e as prioridades da organização são alinhadas.

Os benefícios da implantação da gestão de ativos podem incluir, mas não estão limitados a:

- Melhoria no desempenho operacional;
- Melhoria do desempenho financeiro;
- Decisões de investimento em ativos de forma estruturada;
- Conhecimento e controle dos ativos críticos;
- Gestão de riscos;
- Melhoria de serviços e saídas;
- Melhoria no processo de aquisição de ativos;
- Melhoria nos projetos de ativos;
- Responsabilidade social demonstrada;
- Conformidade demonstrada, por exemplo, ambiente e outros regulatórios/legais;
- Melhoria da reputação e imagem da companhia;
- Melhoria da sustentabilidade organizacional, coordenação e comunicação;
- Melhoria da eficiência e eficácia.

Alguns benefícios podem ser avaliados diretamente e quantificados, como por exemplo, capital reduzido e custos de manutenção, maior disponibilidade de ativos e redução da exposição ao risco. Outros benefícios podem ser difíceis de mensurar, mas podem ser igualmente importantes em termos de geração de receita ou global desempenho dos negócios (como melhoria da reputação e satisfação do cliente/parte interessada).

Neste sentido, a gestão de ativos, de forma integradora, trará resultados satisfatórios para as companhias que adotá-la. Há evidências crescentes de que uma gestão eficaz de ativos é um diferencial para uma organização e contribui para uma operação segura, possibilitando o cumprimento das obrigações regulamentares e estatutárias das empresas.





+20 ANOS

INOVANDO EM CONEXÕES ELÉTRICAS



# A SOLUÇÃO COMPLETA EM CONEXÕES PARA REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO

## KPB

### O perfurante universal

Única solução para a conexão de cabos rígidos ou flexíveis no ramal de entrada do cliente, em qualquer configuração. Com o KPB não há mais a necessidade de se identificar o lado do conector para se realizar a conexão.



15/25/35 kV



## KARP

### Conector de Perfuração para Redes Protegidas de Média Tensão

Sem necessidade de remoção e recomposição da cobertura do condutor. Permite a conexão em linha Viva. Conector de perfuração para as tensões de 15kV, 25kV e 35kV.

## KLOK

Terminal bimetalico e reutilizável com efeito mola, para equipamentos da distribuição sem necessidade de ferramenta especial para aplicação.

## KATIL

Conexão em iluminação pública  
Conexão de luminárias utilizadas em iluminação pública à rede de distribuição de energia elétrica.

## KDP

Conexão da Rede Secundária ao Ramal de Ligação com 4 derivações - Versão Econômica  
Conexão definitiva e ponto de aterramento temporário oferecendo maior facilidade na aplicação.

## KATRO

Conexão da Rede Secundária ao Ramal de Ligação com 4 derivações  
Conexão definitiva e reutilizável mais ponto de aterramento temporário.



KRJ Ind. e Com. Ltda.  
Rua Guaranésia, 811/815 - Vila Maria - CEP 02112-001  
São Paulo, SP - Brasil | Tel.: +55 (11) 2971-2300



KRJ.COM.BR

# Coordenação de Isolamento



Cláudio Mardegan é CEO da EngePower Engenharia, Membro Sênior do IEEE, Membro do Cigrè | [claudio.mardegan@engepower.com](mailto:claudio.mardegan@engepower.com)

**A**tualmente, seguimos a norma IEC. Entretanto, qual norma utilizar depende de qual a norma que o equipamento protegido foi fabricado. Assim, o objetivo desta matéria é mostrar o que as normas IEC e IEEE utilizam.

## O QUE É SURTO?

Os surtos de tensão são transitórios de tensão de qualquer polaridade de duração inferior a 1 ciclo que tipicamente são decrescentes e oscilatórias. Veja Figura 1(a) Surto de Manobra e (b) Surto Atmosférico.

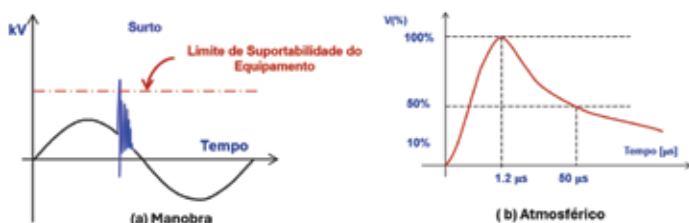


Figura 1 – Surto típico de tensão

## QUAL A MAGNITUDE DAS SOBRETENSÕES

A figura 2 ilustra a magnitude típica das sobretensões.

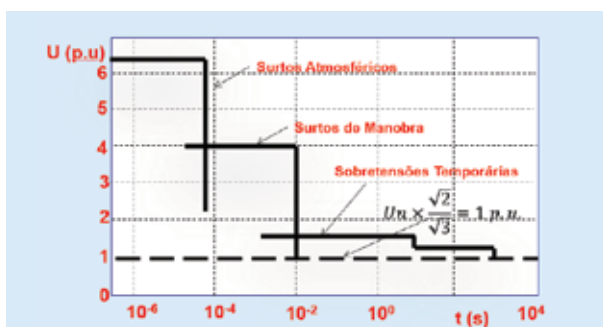


Figura 2 – Magnitude típica das sobretensões

## COMO É CARACTERIZADA A SUPORTABILIDADE DIELÉTRICA DOS EQUIPAMENTOS?

A suportabilidade dielétrica dos equipamentos é caracterizada pela tensão máxima operativa, pelas tensões suportáveis nominais de impulso atmosférico, de manobra e de frequência industrial. Esses valores são definidos por norma, em função da tensão máxima operativa do sistema (também conhecida como  $U_m$ ) ou classe de tensão. Embora os valores das tensões das classes sejam ligeiramente diferentes, os valores de suportabilidade dielétrica são bem parecidos, tanto na norma IEC, quanto na IEEE. Devido ao espaço limitado da coluna, não será apresentado aqui, mas explico melhor essa questão no vídeo de apresentação deste artigo, basta acessar o Qr Code acima.

## O QUE É COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO?

Coordenar um isolamento significa colocar e garantir uma margem de segurança percentual da suportabilidade da isolação do equipamento em relação ao equipamento de proteção. Assim, a curva de atuação do dispositivo de proteção deve passar abaixo da curva de suportabilidade do equipamento. A Figura 3 ilustra a margem para impulso (MI(%)) e para manobra (MM(%)). Essa coordenação deve ocorrer para todos os tipos de suportabilidade aplicável ao equipamento.

A suportabilidade dielétrica a manobras é indicada nas normas para tensões superiores a 230 kV.

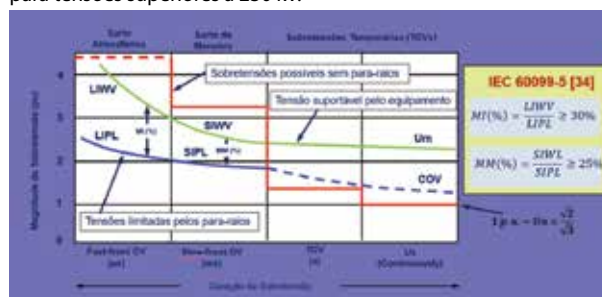


Figura 3 – Margens de Coordenação de Isolamento segundo a norma IEC



Onde:

LIWV – Lightning Impulse Withstand Level – Nível suportável de Impulso atmosférico (IEC)

SIWV – Switching Impulse Withstand Level – Nível suportável de Impulso de manobra (IEC)

COV – Continuous Operating Voltage – Tensão de Operação Contínua

Um – Tensão máxima do equipamento – Tensão operativa do sistema (IEC)

NBI – Nível Básico de impulso (ABNT)

TNSIA – Tensão Nominal Suportável de Impulso Atmosférico (ABNT)

MI(%) – Margem de coordenação de isolamento para impulso atmosférico em %.

MM(%) – Margem de coordenação de isolamento para manobra em %.

Os valores dos surtos são obtidos através da modelagem do sistema em software de transitórios eletromagnéticos (p.ex.

ATPDraw/ATP, EMTP-RV, PSCAD, etc), onde simulações são efetuadas no sentido de se obter as maiores sobretensões de impulso e de manobra.

De posse desses valores, deve ser verificado se as margens de segurança estão sendo atendidas.

Adicionalmente, este estudo permite dimensionar, especificar os pára-raios bem como a sua localização, definir as distâncias de segurança que devem ser empregadas nos sistemas elétricos, avaliar a taxa de crescimento da tensão em função nível de isolamento do equipamento e estudar outros equipamentos que possam atenuar/mitigar os surtos de tensão.

#### QUER SABER MAIS?

A EngePower tem um treinamento de transitórios eletromagnéticos. Escreva um e-mail para treinamentos@engepower.com e você receberá as informações necessárias.



Figura 4 – Margens de Coordenação de Isolamento segundo a norma IEEE



## CONECTANDO NOSSA ENERGIA

FABRICANTE DE CONECTORES DE ALUMÍNIO E COBRE PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO, TRANSMISSÃO E SUBESTAÇÃO

- CONECTOR CUNHA ALUMÍNIO
- CONECTOR CUNHA COBRE
- CONECTOR CUNHA DE ALUMÍNIO COM ESTRIBO
- CONECTOR CUNHA DE COBRE COM ESTRIBO
- CONECTOR DE ATERRAMENTO A COMPRESSÃO TIPO C

- TERMINAL CHAVE FACA TIPO ESPADA 90° E 180°
- TERMINAL BANDEIRA
- TERMINAL BARRA CABO DE COBRE
- TERMINAL BARRA CABO DE ALUMÍNIO
- FERRAMENTA PARA APLICAÇÃO CONECTOR CUNHA

APLICAÇÃO DE CONECTORES E TERMINAIS ORECON EM SUBESTAÇÃO



DESENVOLVEMOS PRODUTOS CONFORME SUA NECESSIDADE

www.orecon.com.br

Fone: (47) 3278 - 3110

vendas@orecon.com.br

# ABNT NBR 5101: 2024 – Norma em vigor. E agora?



*Luciano Rosito é engenheiro electricista, especialista em iluminação e iluminação pública. Professor de cursos de iluminação pública no Brasil e exterior.*

Conforme citado por este autor, no artigo da edição anterior, no dia 25 de março de 2024, finalmente foi publicada a revisão da NBR 5101, já com a mudança no escopo, que agora trata de iluminação viária, para áreas públicas e privadas, e, não mais somente iluminação pública, como na versão anterior. Com a publicação, muitas dúvidas surgiram, desde aspectos técnicos, operacionais, de projeto e de aplicação na prática. Neste artigo, procuro detalhar os principais pontos de dúvidas para evoluirmos com a assimilação desta norma atualizada.

O grande impasse na aplicação da NBR 5101/2024 se dá em função desta norma ter como escopo o projeto de iluminação, sendo que a portaria 62, que regulamenta a fabricação de luminárias públicas, ainda não foi atualizada, no que diz respeito à faixa de temperatura de cor de 1800K até 2200K, sendo somente contemplada a faixa a partir de 2700K, até 6500K. Desta forma, os profissionais que precisam projetar de acordo com a norma vigente, não terão, no momento, produtos certificados nesta faixa de 1800K a 2200K, nem mesmo arquivos fotométricos reais, realizados em laboratórios, de terceira parte, que fazem os ensaios para a certificação, pois estes produtos não estão regulamentados.

Como já diz a nota na introdução da NBR 5101/2024, cabe ao órgão regulamentador, neste caso o INMETRO, estabelecer os novos critérios da atualização da portaria 62, bem como os respectivos prazos. Conforme lembrado no artigo anterior, que tratei sobre este tema, houve tempo, desde meados de 2023, quando a Norma foi para fase de publicação, para antecipadamente serem incluídas estas temperaturas de cor. Inclusive, os fabricantes, durante mais de seis meses, poderiam ter feito planejamentos e planos de certificação. Lamentavelmente, não houve esta atualização, nem

a Análise de Impacto Regulatório em 2023 para alterações mais profundas e necessárias, visto que desde 2017, quando foi publicada como Portaria 20, não foi alterada significativamente, somente uma consolidação de portarias, em 2022.

Outra solução possível e factível, seria uma portaria complementar com texto análogo à portaria 111, da época da pandemia, em 2020, que permitiu a certificação por declaração do fornecedor, com registro nesta declaração e posterior entrega de ensaios e certificado de conformidade. Isto, atualmente, resolveria boa parte das questões e problemas das dissonâncias entre a NBR 5101/2024 e falta de atualização da Portaria 62.

Por fim, vale ressaltar que, diferentemente do que foi informado recentemente, em Workshop de Iluminação Pública, realizado no CEPEL, no Rio de Janeiro, em 22 de maio de 2024, as normas técnicas referentes a luminárias públicas, NBR 15129, apesar de serem de 2012, estão em vigor e seguem a respectiva IEC 60598-2-3, que não é atualizada também. Logo, segue sendo aplicável para construção de luminárias públicas.

Além disso, existe e está em vigor, a norma de desempenho de luminárias LED, desde 2016, a NBR IEC 62722-2-1, que trata dos requisitos particulares para luminárias LED, que não foi considerada, nem na Portaria 20, nem na Portaria 62. Logo, a responsabilidade não está na mão das normas, que podem ser aplicadas, devendo ao órgão regulamentador, primeiramente, o dever de conhecê-las, ao invés de afirmar que não existem ou que estão desatualizadas. Também compete aos reguladores a função de aplicá-las na íntegra ou parcialmente em seus regulamentos, estes sim que estão desatualizados, com problemas legais, e geram prejuízos econômicos, sociais e ambientais quando isto acontece.





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:

Escaneie  
para mais  
informações:



# Livro sobre Segurança intrínseca – Equipamentos e instalações em atmosferas explosivas



*Roberval Bulgarelli é engenheiro electricista e consultor sobre equipamentos e instalações em atmosferas explosivas.*

O tipo de proteção Ex “i”, por se basear em componentes e circuitos eletrônicos, apresenta um significativo desenvolvimento e grandes evoluções ao longo do tempo, com extensivas aplicações em sistemas de instrumentação e automação industrial em áreas classificadas, incluindo aplicações em redes Ethernet intrinsecamente seguras a dois fios (2-WISE), contribuindo para a elevação dos níveis de segurança, proteção e atendimento de requisitos normativos e legais dos equipamentos e das instalações em atmosferas explosivas.

Publicado em abril deste ano, o livro “Segurança Intrínseca – Equipamentos e instalações em atmosferas explosivas”, com mais de 1.000 páginas, contém uma extensa divisão de mais de 50 capítulos, abordando de forma detalhada os diferentes aspectos dos equipamentos e das instalações intrinsecamente seguras, desde o histórico de evolução desse tipo de proteção ao longo do último século, incluindo o desenvolvimento dos conceitos de avaliação dos componentes dos produtos Ex “i”, até as normas técnicas aplicáveis para dimensionamento. A publicação contém ainda, ensaios e certificação dos produtos, bem como para as atividades e serviços “Ex” de campo, que proporcionam a devida confiança de que os equipamentos e instalações Ex “i” estejam seguros, quando instalados em áreas classificadas, contendo gases inflamáveis (zonas 0, 1 ou 2) ou poeiras combustíveis (zonas 20, 21 ou 22).

Pode ser esperado, com a publicação deste Livro, que o tipo de proteção “segurança intrínseca” venha a ser mais bem entendido e aplicado por parte de fabricantes, empresas de serviços de engenharia e usuários finais e proprietários de instalações “Ex”, facilitando o surgimento de novos produtos Ex “i” no mercado, bem como proporcionando a sua maior e mais ampla aplicação, como o principal tipo de proteção “Ex”, nas áreas de instrumentação, automação e telecomunicações, em novos projetos de instalações industriais, usufruindo dos benefícios proporcionados por esse tipo de proteção “Ex”, em particular nos aspectos de segurança, facilidades de serviços de campo e integração com sistema de instrumentação e de automação.

As experiências, os conhecimentos, as boas práticas e as lições aprendidas dos autores, consolidadas neste Livro, contribuem para que ele represente uma fonte compilada de informações para os profissionais envolvidos com equipamentos e instalações em áreas classificadas, em particular os fabricantes de produtos “Ex”, os laboratórios de ensaios de produtos “Ex” e aqueles que trabalham com as atividades de projetos e montagens de instalações de instrumentação, automação e telecomunicações nessas áreas “Ex”.

A áreas de aplicação de equipamentos e instalações Ex “i”, que se encontram em acelerado ritmo de evolução, acompanham o

desenvolvimento da tecnologia e da integração dos sistemas de gestão de ativos “Ex”, requeridos na Indústria 4.0 e na IIoT (Industrial Internet of Things), desde a instrumentação e automação de campo até as atividades de controle avançado, engenharia, controle e supervisão, em “nuvem”, incluindo as crescentes e benéficas integração e convergência da Tecnologia da Informação (TI), com a Tecnologia da Operação (TO) e com a Tecnologia de Automação (TA).

Este Livro tem como um de seus objetivos apresentar os detalhes de aplicação, funcionamento, dimensionamento, avaliação e ensaios de componentes eletrônicos e equipamentos intrinsecamente seguros e de equipamentos associados (Ex “i”), como as barreiras de segurança intrínseca, inclusive com isolamento galvânica entre circuitos de campo e da barreira, aplicáveis no processo de certificação de conformidade “Ex”. Claramente, seu objetivo é abordar os requisitos de serviços de campo de equipamentos e instalações Ex “i” em áreas classificadas, incluindo as atividades de seleção, montagem, inspeção, manutenção e recuperação de equipamentos intrinsecamente seguros, de acordo com os requisitos apresentados nas normas técnicas brasileiras adotadas da série ABNT NBR IEC 60079 - Atmosferas explosivas.

A presente obra se destina aos profissionais interessados em se aprofundar em requisitos sobre a segurança de equipamentos e instalações em áreas classificadas, incluindo técnicos, engenheiros e demais profissionais envolvidos nas atividades de fabricação, ensaios, avaliação da conformidade, certificação, comercialização, especificação técnica, seleção de produtos, montagem, inspeção, manutenção e recuperação de produtos e instalações “Ex”. Esta obra foi concebida e elaborada de forma a servir como guia e material de consulta rotineira por parte de fabricantes de produtos “Ex”, laboratórios de ensaios de produtos desse tipo, organismos de certificação de produtos “Ex”, empresas de serviços de projeto, montagem, inspeção, manutenção e recuperação de produtos “Ex”, bem como por parte das empresas usuárias finais e proprietárias desses equipamentos, tanto em instalações terrestres como marítimas em atmosferas explosivas.

Mais informações sobre este Livro Ex “i” estão disponíveis na seguinte página do Portal da Editora Blucher: <https://www.blucher.com.br/seguranca-intrinseca-9788521221357>





Pedro Henrique Guerra Jacinto é engenheiro eletricitista com MBA em gestão de negócios. Atualmente ocupa a posição de gerente de engenharia da Telbra Ex, sendo o responsável Ex.

Grupo

**telbra** ®

**Indústria e Comércio**



*Invólucro para câmera,  
consulte-nos!*

## Telbra Ex: Inovação em Painéis à Prova de Explosão e Poeiras Combustíveis

Este painel revolucionário se destaca por possuir o maior tamanho de visor certificado aprovado no mercado, medindo 1070x420mm, o que proporciona uma visibilidade e acessibilidade inigualáveis. O Grupo Telbra tem o orgulho de apresentar sua mais recente novidade para o mercado: o painel Ex "d" (à prova de explosão) e Ex "t" (à prova de ingresso de poeiras combustíveis), com grau de proteção IP66/IP66W.

O painel é constituído por corpo e tampa fabricados em alumínio fundido de alta resistência mecânica e à corrosão ou, alternativamente, em aço inox, ambos materiais escolhidos por suas propriedades de durabilidade e robustez. O acabamento é realizado com pintura eletrostática em poliéster na cor cinza claro Munsell N6,5, garantindo não apenas uma estética profissional, mas também uma camada adicional de proteção contra intempéries e ambientes corrosivos. Internamente, o painel possui um chassi/placa de montagem em chapa de aço galvanizada, com acabamento em pintura eletrostática na cor laranja 2,5YR 6/14, outras cores podem ser fornecidas sob consulta para atender às especificações personalizadas dos clientes. Projetado para uso em áreas classificadas como Zona 1, 2, 21 ou 22, o painel Ex "d"/Ex "t" da Telbra Ex é ideal para a operação segura de equipamentos elétricos

em áreas classificadas. Projetado para uso em áreas classificadas como Zona 1, 2, 21 ou 22, o painel Ex "d"/Ex "t" da Telbra Ex é ideal para a operação segura de equipamentos elétricos em áreas classificadas.

Os setores que se beneficiam dessa tecnologia incluem indústrias com áreas classificadas, como indústrias químicas e petroquímicas, indústrias de processo, plataformas offshore, refinarias, usinas e muito mais. Com a flexibilidade de adaptar cada projeto conforme as necessidades específicas do cliente a Telbra Ex se compromete a fornecer soluções personalizadas que atendam às exigências mais rigorosas de segurança e funcionalidade.

Ao escolher o painel Ex "d"/Ex "t" da Telbra Ex, você investe em uma solução que combina inovação, segurança e durabilidade, respaldada pela experiência e credibilidade de uma empresa com mais de 25 anos de liderança no setor de materiais elétricos para áreas classificadas.

Para mais informações e consultas personalizadas, visite nosso site [www.telbra.com.br/portfolio](http://www.telbra.com.br/portfolio) ou entre em contato conosco. Estamos localizados na Rua Caripurá, 148 - Vila Conde do Pinhal - São Paulo, e prontos para ajudar sua empresa a alcançar novos patamares de segurança e eficiência operacional.



## Enchentes nas grandes cidades: como proteger as nossas redes de distribuição elétrica?



*Daniel Bento é engenheiro eletricista. Membro do Cigré, onde representa o Brasil em dois grupos de trabalho sobre cabos isolados. É diretor executivo da Baur do Brasil | [www.baurbrasil.com.br](http://www.baurbrasil.com.br)*

**E**m maio de 2024, o Brasil inteiro acompanhou aflito o que ocorreu com os nossos colegas do Rio Grande do Sul, especialmente em Porto Alegre, cujo sistema subterrâneo da capital teve de ser desligado por conta das enchentes. Quem me acompanha sabe o quanto defendo a ampliação das redes subterrâneas no Brasil, e deve estar se perguntando: essas infraestruturas não são infalíveis contra esse tipo de evento climático?

Para quem não está muito habituado com as especificações técnicas dos sistemas subterrâneos de distribuição elétrica, cabem algumas explicações: esse tipo de infraestrutura é submersível, ou seja, podem permanecer debaixo d'água, desde que seus cabos, acessórios e transformadores tenham sido projetados para tal. O grande ponto de atenção são os circuitos secundários, onde a conexão com os consumidores (ponto de entrega) no medidor de energia, não são projetados para operar debaixo d'água. Portanto, quando a água atinge esses sistemas, eles precisam ser desligados por questões de segurança da população.

Foi exatamente o que aconteceu no centro de Porto Alegre, cujo sistema de abastecimento elétrico é subterrâneo, e foi corretamente desligado pela equipe do Grupo Equatorial Energia ao ser atingido pelas inundações. Para religar os circuitos com segurança, foi necessária uma força-tarefa que contou, além da competente equipe da Equatorial (CEEE-D), com a participação de muitos profissionais especializados, oriundos da Enel, Light e da equipe técnica da BAUR do Brasil.

Pelo que tudo indica, eventos como esses tendem a continuar castigando as cidades. Em 2022, o mundo registrou um número significativo de desastres naturais, com inundações liderando de forma isolada a lista com 176 ocorrências. Desde o ano 2000, os desastres relacionados a inundações aumentaram 134%.

Mas, afinal, as redes subterrâneas são mesmo mais resilientes do que as aéreas, frente a eventos climáticos extremos como esses? Respondendo a essa pergunta, um estudo da Power

Delivery Intelligence Initiative (PDI2), que avaliou o desempenho de sistemas de cabos subterrâneos em áreas afetadas por supertempestades, como o furacão Sandy, concluiu que apenas 8% dos cabos foram impactados diretamente pelas enchentes, enquanto 75% das pesquisas revelaram algum grau de impacto nos ativos de transmissão, principalmente em equipamentos aos quais os cabos estavam conectados.

Os dados da pesquisa da PDI2 também mostram que 100% das falhas em sistemas de cabos dielétricos sólidos ocorreram nas terminações, e não nas emendas ou nos cabos. Identificou-se contaminação por sal nas terminações e para-raios, bem como lama e lodo com propriedades corrosivas remanescentes após tempestades e inundações. O relatório conclui que as redes subterrâneas, mesmo nas situações de inundações, continuam sendo significativamente mais vantajosas que as redes aéreas nas questões técnicas avaliadas.

Como já discutido em outras edições desta coluna, as redes subterrâneas, ao reduzirem as interrupções e os danos causados por desastres naturais, podem levar a economias substanciais em termos de reparos e de perda de produtividade. Em um contexto de mudanças climáticas, onde a frequência e a intensidade de desastres naturais tendem a aumentar, o investimento inicial pode ser justificado pela durabilidade e resiliência aprimoradas da infraestrutura elétrica.

Mais do que nunca, o Brasil precisa repensar suas malhas de distribuições elétricas, visto que temos apenas 0,4% de redes subterrâneas instaladas, em comparação com as redes aéreas. No entanto, para que essa transição seja bem-sucedida, é essencial que nós, como sociedade, mudemos esse quadro com um plano sistêmico de enterramento de redes, a fim de impulsionar a resiliência e a confiabilidade das nossas redes de distribuição. A colaboração entre governos, empresas de energia e a sociedade civil será crucial para construir uma infraestrutura elétrica robusta e preparada para o futuro!



## EBT: interpretação da interface da NR-10 e NR-12 – Parte 3/3

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 CREA-SP.

**E**m complemento ao apresentado nos artigos anteriores, a NR 10 estabelece que a definição da aplicação da Extra-baixa tensão - EBT deve ser definida no memorial descritivo das instalações elétricas, vide item 10.3.9 - O memorial descritivo do projeto deve conter, no mínimo, os seguintes itens de segurança: alínea “e”) precauções aplicáveis em face das influências externas.

A definição de influências externas está descrita no glossário da NR 10: “Variáveis que devem ser consideradas na definição e seleção de medidas de proteção para segurança das pessoas e desempenho dos componentes da instalação.”

Assim, o emprego da EBT definida na NR 12, sendo 25 Vca ou 60 Vcc, refere-se a condições de influências externas, em “condições

específicas” conforme NBR 5410-BT, considerando especificamente as Influências Externas BB- Resistência Elétrica do Corpo Humano e BC -Contato com o Potencial de Terra, conforme descritas abaixo.

Dessa forma, o emprego da EBT como medida de controle, obrigatoriamente deve ser definido conforme memorial descritivo das instalações elétricas de acordo com o Projeto das Instalações Elétricas, onde deve ser estratificado as condições ambientais onde existem instalações elétricas quanto a “todas” Influências Externas aplicáveis, especialmente quanto a obrigatoriedade do emprego da EBT ou a adoção de outra medida para proteção ao risco de choque elétrico.

Essa condição deve ser evidenciada de forma adequada no Inventário de Perigos e Riscos Elétricos do PGR – NR1, para a correta avaliação e classificação do nível de risco de choque elétrico.

### BB – Resistência Elétrica do Corpo Humano

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos1)
BB1	Alta	Condições Secas.	Circunstâncias na qual a pele esta seca (nenhuma umidade inclusive suor).
BB2	Normal	Condições úmidas.	Passagem da corrente elétrica de uma mão a outra ou de uma mão a um pé, com a pele úmida de suor, sendo a superfície de contato significativa.
BB3	Baixa	Condições molhadas	Passagem da corrente entre as duas mãos e os dois pés, estando as pessoas com os pés ao ponto de poder ser desprezar a resistência da pele e dos pés.
BB4	Muito Baixa	Condições imersas.	Pessoas imersas na água, por exemplo piscinas ou banheiras.

### BC – Contato das Pessoas com Potencial de Terra

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos1)
BC1	Nulo	Locas não condutivos.	Locais cujo piso e paredes sejam isolantes e que não possuam nenhum elemento condutivo.
BC2	Raro	Em condições habituais, as pessoas não estão em contato com elementos condutivos ou postadas sobre superfícies Condutivas.	Locais cujo piso e paredes sejam isolantes, com elementos condutivos em pequena quantidade ou de pequenas dimensões e de tal forma a probabilidade de contato possa ser desprezada.
BC3	Frequente	Pessoas em contato com elementos condutivos ou postadas sobre superfícies Condutivas.	Locais cujo piso e paredes sejam condutivos ou que possuam elementos condutivos em quantidade ou de dimensões consideráveis.
BC4	Contínuo	Pessoas em contato permanente com paredes metálicas e com pequena possibilidade de poder interromper o contato.	Locais como caldeiras ou vasos metálicos, cujas dimensões sejam tais que as pessoas que neles penetrem estejam continuamente em contato com as paredes. A redução da liberdade de movimentos das pessoas pode, por um lado, impedi-las de romper voluntariamente o contato e, por outro, aumentar os riscos de contato Involuntário.

# A transição energética e a renovação tecnológica



Nunziante Graziano é engenheiro eletricista, e diretor da Gimi Pogliano Blindosbarra Barramentos Blindados e da GIMI Quadros elétricos. | [nunziante@gimipogliano.com.br](mailto:nunziante@gimipogliano.com.br)

O crescimento cada vez maior da indústria voltada ao conforto, entretenimento e bem-estar das pessoas, oferecendo uma gama infinita de benesses tecnológicas, tem um custo altíssimo, mas que nós, seres humanos, estamos absolutamente dispostos a pagar. Embora ainda se discuta a responsabilidade pelas mudanças climáticas, se estão ou não relacionadas à carbonização da cadeia de suprimentos de energias em suas mais variadas formas, ou se apenas parcial responsabilidade, de fato, o aquecimento global é uma realidade, e a participação do carbono é incontestável.

Dito isso, também é realidade que estamos vivendo uma robusta mudança de comportamento e estamos sim dispostos a pagar o preço de descarbonizar a geração de energias e da eletricidade, seja para o uso final, residencial, predial, industrial ou na mobilidade urbana.

Segundo estudo realizado pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética), em sua publicação denominada “Estudos da Demanda de Energia - Nota Técnica DEA 13/15 - Demanda de Energia 2050”, a fonte de energia que mais cresce é a eletricidade, com previsão de 50 Mtep (Milhões de toneladas equivalentes de petróleo) em 2050, conforme a figura 1:

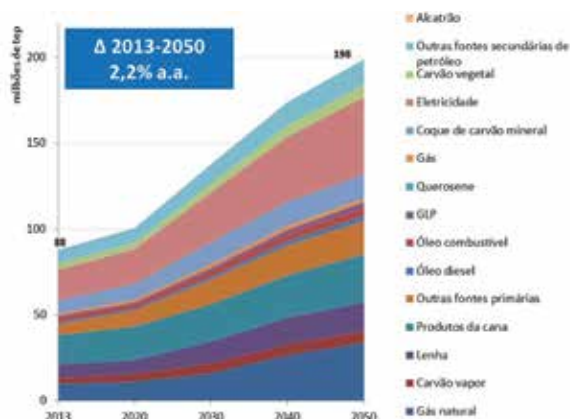


Figura 1 - Indústria: consumo final energético, por fonte (milhões de tep) - Fonte: Elaboração EPE

Essa é uma previsão, existem outras mais veementes e outras mais conservadoras, mas o fato é que a eletricidade é a forma de energia que vai mover o mundo nos próximos 30 anos, sem a menor sombra de dúvida.

Sendo assim, cabe a nós, modernizarmos o sistema para que seja possível crescer a oferta e distribuir toda essa energia que será demandada, e isso por si só será outra revolução, o leitor pode ter certeza disso.

Assim como o carro elétrico possui menos peças em seu conjunto mecânicos, aproximadamente 50 partes móveis, enquanto o carro convencional tem 350 partes móveis, o sistema elétrico também está sendo modernizado, mas com base em premissas como redução de consumo de recursos naturais na fabricação e operação durante todo o ciclo de vida útil, conectividade, confiabilidade e baixos custos de manutenção.

Uma dessas soluções são os sensores de tensão e corrente utilizados para medição e proteção, conforme a IEC-61869, em suas partes 10 e 11, que estabelecem os requisitos para sensores de tensão e corrente passivos de baixa potência. Esses sensores reduzem drasticamente as dimensões de cubículos de média tensão do tipo RMU até 40,5kV, sejam eles isolados em SF6 ou não. Estima-se que sua aplicação, em comparação com cubículos tradicionais, reduza o consumo de aço em 43%, resinas epoxídicas em 93% e demais materiais em 31%, conforme a figura 2:



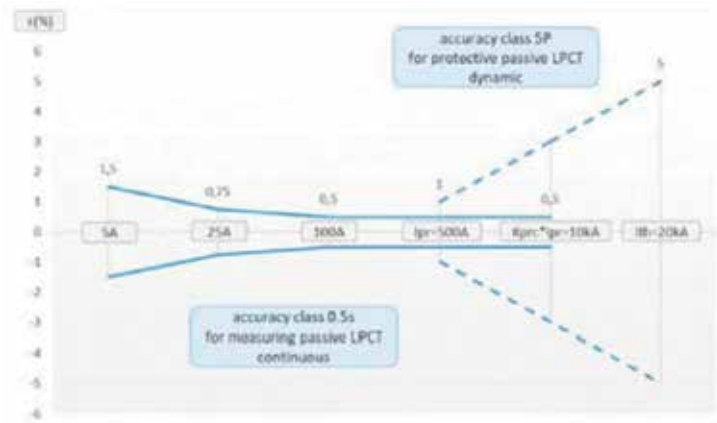
Figura 2 - Cubículo tipo de disjuntor 630A 20kA 36kV tipo GB-RING de fabricação Gimi Bonomi LatAm S/A, equipado com combisensor de tensão de corrente



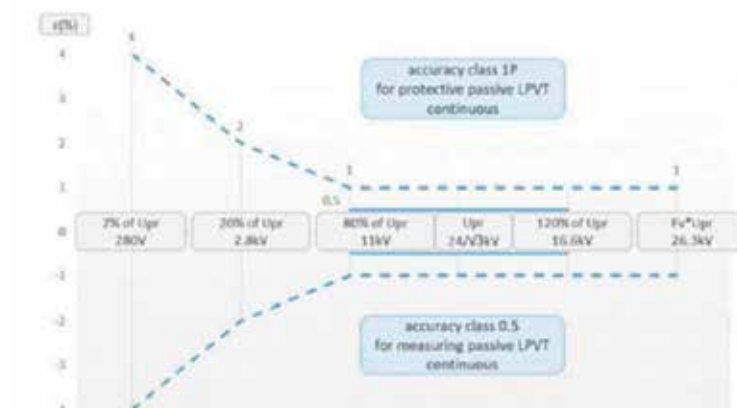
# Treinamento Inspeção UV para **Descargas Parciais** (Efeito Corona)

## LINEARIDADE E PRECISÃO DO ISOLADOR DE PASSAGEM COM SENSOR

Esta geração de isoladores de passagem LPCT tem funcionalidades diferentes das antigas versões com núcleo ferromagnético, principalmente no que se refere à precisão do sensor de corrente que é de classe 0,5S/5P40, enquanto o sensor de corrente é de classe 0,5/1P, conforme os gráficos apresentados abaixo:



Curva característica de um LPCT (Low Power Current transformer)



Curva característica de um LPVT (Low Power Voltage transformer)

Os erros de medição de fase do sensor de corrente e de tensão são constantes e não dependem da tensão e da corrente primária. Cada isolador de passagem com sensor é caracterizado, em termos de erro de relação de conversão e erro de fase, relativamente a um sinal de referência de classe 0,1, seja em corrente ou sob tensão. Essa caracterização pode ser introduzida no relé de proteção, de forma a obter a máxima classe de precisão.

Como prescrito no IEC 61869-10 e IEC 61869-11, os isoladores de passagem com sensor são dotados de um cabo CAT-6 para a transmissão do sinal acompanhado de um conector RJ-45. Nenhum monitor presente dentro do grupo do sensor é referenciado à terra mediante o relé de proteção, para evitar que se danifique em caso de falha. A referência de terra dos isoladores de passagem com sensor é assegurada pelos dispositivos de fixação à aparelhagem tipo RMU, bem como por um cabo suplementar de redundância.

Essas e outras novidades já estão fazendo parte das mais modernas instalações pelo mundo. Quer conhecer mais dessas novidades, leia na próxima edição.

2ª Edição



Quando  
Acontecerá?

**OUTUBRO**

O treinamento será  
realizado nos dias  
**15, 16 e 17** em Belo  
Horizonte - MG



Inscrições  
Abertas



# Meio ambiente e energia, e seus dias mundiais



Por: Eng José Starosta – Diretor da Ação Engenharia e Instalações Ltda  
jstarosta@acaoenge.com.br

**E**ssa coluna foi redigida em 05 de junho, o “Dia Mundial do Meio Ambiente”. Na semana anterior, em 29 de maio, vivemos o “dia nacional da energia”. Os temas são intimamente relacionados na descarbonização da matriz energética.

O volume de informações sobre a descarbonização da matriz energética é enorme, com diversas publicações com conceituações por vezes distorcidas, incompletas e equivocadas, notadamente nas questões relacionadas às fontes renováveis de energia em usinas ou em sistemas de geração distribuída.

Os aspectos da eletrificação de meios de transportes, além dos já existentes, trens e metrô, como os veículos elétricos, sejam automóveis, caminhões, ônibus, bicicletas, patinetes e afins, devem levar em consideração uma outra temática: os sistemas elétricos de alimentação e de potência, que respondem pela conversão e transmissão dessa energia entregue a esses veículos.

O assunto relativo à redução do fator de potência em instalações com GD em média tensão foi aqui tratado e os artigos podem ser recuperados nos links:

<https://www.osetoreletrico.com.br/o-consumo-de-reativos-e-a-geracao-distribuida/>

<https://www.osetoreletrico.com.br/o-consumo-de-reativos-e-a-geracao-distribuida-2/>

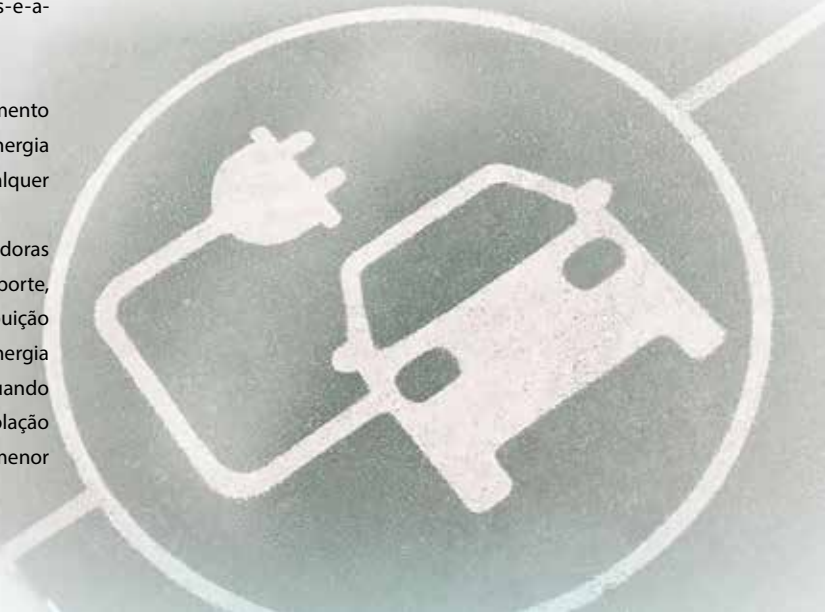
Para a manutenção de níveis aceitáveis de tensão e atendimento ao módulo 8 do Prodist, a infraestrutura das distribuidoras de energia deve estar adequada para a conexão das GD's, sejam elas de qualquer concepção, e para tal, investimentos são necessários.

O suprimento em baixa tensão nas redes dessas distribuidoras para consumidores residenciais e comerciais de pequeno porte, possui, na maior parte dos casos, transformadores de distribuição de até 150 kVA, insuficientes para permitir o fluxo reverso da energia gerada nas redes de distribuição por esses consumidores, quando equipados com sistemas fotovoltaicos em horários de insolação máxima. A não adequação ocasionará sobretensões e, com menor frequência, distorções de tensão associadas.

As questões relativas ao carregamento de veículos elétricos, estão também associadas às capacidades das infraestruturas das distribuidoras de energia, em alimentação em média ou baixa tensão. Também possui relação com a infraestrutura das edificações e suas instalações elétricas, suas demandas atuais, futuras projetadas ou a serem projetadas, onde os veículos serão carregados. Adicionalmente, o corpo de bombeiros do Estado de SP, emitiu, recentemente, uma normalização com novas exigências relativas à segurança para carregadores em condomínios.

No caso de carregadores de grande porte, aplicáveis em ônibus e caminhões, com potências dos equipamentos da ordem de 120 a 180kW, em tensão contínua (DC), será necessário o incremento da infraestrutura das garagens, com novas subestações e automação para controle da carga. As distribuidoras terão que adequar seus circuitos de distribuição e transmissão para suprimento das novas subestações que serão construídas.

A nossa criatividade com a composição das diversas fontes na operação das cargas, associadas ainda às baterias que, em maior volume, irão compor as estratégias da operação, parecem ser o caminho. Somente um planejamento sério, que inclua investimentos e competência de todos, manterá as rodas girando.



# EXPOLUX

18ª FEIRA INTERNACIONAL DA INDÚSTRIA DA ILUMINAÇÃO



17 a 20  
SETEMBRO

2024  
EXPO CENTER NORTE - SP



## ÚNICA E PRA VOCÊ.

O maior e mais completo evento da América Latina chega em 2024, trazendo as inovações que estão revolucionando o mercado de iluminação técnica.

### NÚMEROS PARA 2024

+400

MARCAS  
EXPOSITORAS

+20 MIL

VISITANTES

+30 HORAS

DE CONTEÚDO

CONTEÚDO E  
EXPERIÊNCIAS

**SIMPOLED**  
SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ILUMINAÇÃO

Fórum Nacional  
de Iluminação Urbana  
2024

DECOR  
LIGHT  
SHOW



MOSTRA  
PROJETOS DE  
ILUMINAÇÃO

SELO  
LUMINA  
2024



ACESSE O  
QR CODE E  
CREDENCIE-SE  
AGORA!

www.expolux.com.br

@expolux\_oficial in o /expolux

Apoio Institucional

**ABILUX**  
Associação Brasileira  
da Indústria de Iluminação



Evento Simultâneo

equipotel

Organização e Promoção





# Minerais estratégicos para a transição energética – o caso do lítio



Daniilo de Souza 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. Daniilo também é Pesquisador no Instituto de Energia e Ambiente da USP | [www.profdaniilo.com](http://www.profdaniilo.com)

Nesta coluna, exploramos o papel crucial do lítio na transição energética. Considerado um mineral essencial para a transição energética, é utilizado principalmente na fabricação de baterias, especialmente para veículos elétricos e para armazenamento estacionário de energia. Abordamos aqui o panorama da extração do lítio no Brasil, onde o mineral é encontrado em áreas como o Vale do Jequitinhonha, e discutimos a distribuição global das reservas, majoritariamente localizadas na

China, Austrália e Chile. Além disso, são examinados os desafios ambientais e sociais relacionados à extração do lítio, bem como as características e benefícios das baterias de íon-lítio, essenciais para a evolução tecnológica e sustentabilidade energética.

Aproximadamente, 90% do lítio mundial produzido provém da China, Austrália e Chile. A Bolívia, individualmente, possui uma das maiores reservas globais de lítio, mas enfrenta limitações de produção, tornando-se um ponto de disputa entre empresas chinesas e estadunidenses. Cerca de 75% das reservas mundiais conhecidas de lítio estão localizadas no Triângulo Andino, que abrange o Salar de Atacama, no Chile, o Salar de Uyuni, na Bolívia, e as Salinas Grandes, na Argentina.

No caso brasileiro, pode ser extraído de espodumênio em áreas como o Vale do Jequitinhonha e a província de Borborema, onde o mineral encontrado é de alta pureza. Além das baterias, o lítio é usado na produção de cerâmicas, vidros, lubrificantes e nas indústrias elétrica, eletrônica, farmacêutica e metalúrgica.

No Chile, a extração de lítio a partir de salinas, bombeando salmoura para a superfície, tem reduzido os níveis de água em uma região dos Andes já afetada recentemente por uma seca extrema, prejudicando a agricultura e a pecuária locais. Na China, a mineração de lítio na região de Yichun, responsável por 12% da produção mundial, foi suspensa em dezembro de 2022 devido à contaminação do rio que fornece água para várias cidades. Portugal registrou em 2022 e 2023 dezenas de protestos contra a prospecção de lítio em diversas aldeias do país.

Há de se destacar que as técnicas de extração de lítio de rochas, salmouras e argilas evoluíram pouco desde o século passado, e ainda dependem de processos mecânicos e químicos caros que demandam grandes quantidades de energia e água. Para extrair lítio, os minérios rochosos precisam ser aquecidos a até 1.100 °C e, em seguida, tratados com ácido a 250 °C. Depois, passam por seis reações



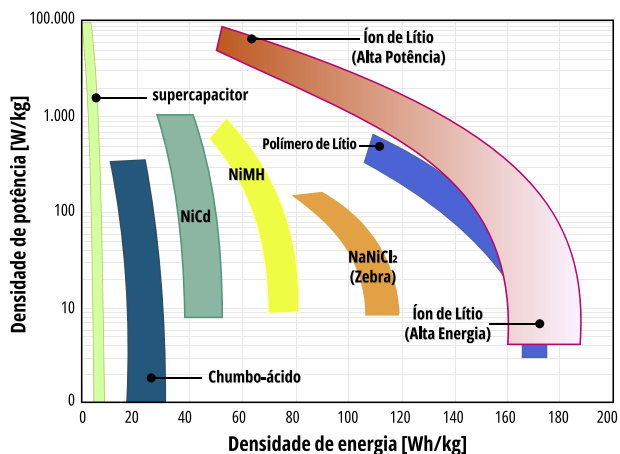


químicas adicionais que requerem mais calor, reagentes e água. Dependendo da matéria-prima, a produção de uma tonelada de lítio consome 70 mil litros de água e emite entre 3 e 17 toneladas de dióxido de carbono – de 2 a 11 vezes mais do que a produção de uma tonelada de aço. Além disso, produz os resíduos do processamento acumulados em lagoas de evaporação, que contêm metais pesados como arsênio, tálio e cromo, bem como urânio e tório, que são elementos radioativos naturais encontrados nos minérios de lítio.

Em usos de armazenamento de energia, o lítio é fundamental para a produção da bateria de íon lítio, as atuais no mercado, que conseguem armazenar a maior quantidade de energia em um menor volume. O que nos faz voltar mais uma vez nesta coluna à noção-chave desta nossa trajetória – a densidade energética.

As baterias de íon-lítio se destacam em várias características cruciais. Com alta densidade energética, elas armazenam mais energia por unidade de volume e peso, prolongando o tempo de uso entre recargas e permitindo designs mais compactos e leves. Elas também possuem um ciclo de vida longo, oferecendo mais ciclos de carga e descarga antes de uma queda significativa na capacidade, o que resulta em maior durabilidade e economia. Atualmente, existe um esforço de pesquisa para mitigar os riscos de incêndio e explosão das baterias de íon de lítio. As taxas rápidas de carga e descarga dessas baterias são ideais para veículos elétricos e dispositivos que demandam alta potência instantânea. Além disso, elas têm alta eficiência energética, perdendo menos energia em forma de calor, e operam eficientemente em uma ampla faixa de temperaturas. A baixa taxa de autodescarga é especialmente útil para dispositivos de backup e armazenamento de energia, enquanto o custo, embora ainda significativo, tem diminuído com o avanço da tecnologia.

O Gráfico de Ragone é uma ferramenta importante para comparar o desempenho de diferentes tecnologias de armazenamento de energia, plotando a densidade de energia versus a densidade de potência. Este gráfico ilustra como as baterias de íon-lítio se destacam ao oferecer uma combinação excepcional de alta densidade energética e densidade de potência. Enquanto algumas



tecnologias de armazenamento, como as baterias de chumbo-ácido, podem fornecer alta densidade de potência, elas falham em densidade energética, resultando em menor duração. As baterias de íon-lítio, por outro lado, equilibram eficientemente ambos os aspectos, proporcionando longa duração e capacidade de fornecer energia rapidamente quando necessário. Isso as torna ideais para uma ampla gama de aplicações, desde dispositivos eletrônicos portáteis, dos quais esta sociedade é cada vez mais dependente, até veículos elétricos e sistemas de armazenamento de energia em larga escala no contexto da tentativa de transição das fontes de estoque (carvão, petróleo e gás), para as fontes de fluxo que são intermitentes (eólica, solar, etc.) e, em alguns casos, precisam de complementariedade pelo armazenamento.

Assim, embora o lítio seja um elemento vital para a transição energética, impulsionando avanços significativos na tecnologia de baterias e contribuindo para a sustentabilidade, é essencial refletir criticamente sobre os desafios e impactos associados à sua extração e uso. A transição energética não é um caminho simples; continuamos a depender de minerais estratégicos como o lítio, cuja distribuição na crosta terrestre é desigual. Essa desigualdade perpetua questões geopolíticas complexas, já que poucos países controlam a maior parte das reservas globais, o que pode levar a tensões e disputas econômicas e políticas. Além disso, a exploração do lítio enfrenta questões ambientais e sociais significativas, como a possibilidade de degradação dos recursos hídricos, a contaminação ambiental e os conflitos locais. A dependência de técnicas de extração intensivas em energia e água levanta preocupações sobre a sustentabilidade a longo prazo desse mineral, e a necessidade de desenvolvimento de rotas de reciclagem eficientes. Portanto, é imperativo também que nos empenhemos em desenvolver métodos de extração e processamento eficientes e menos impactantes, e em explorar alternativas que possam mitigar os impactos negativos. A reflexão sobre esses aspectos, analisando todo o ciclo de vida das tecnologias, deve guiar as políticas e investimentos futuros, atuando no sentido da redução da dependência dos fósseis.

# Por que não podemos usar poucas descidas em um SPDA?



José Barbosa é engenheiro eletricista, relator do GT-3 da Comissão de Estudos CE: 03:064.010 - Proteção contra descargas atmosféricas da ABNT / Cobei responsável pela NBR5419. | [www.eletrica.app.br](http://www.eletrica.app.br)

Rei interromper a especificação adequada de um DPS classe I, tratada nas edições anteriores, para abordar um tema de grande relevância: a importância da quantidade mínima de condutores de descida em um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Na minha observação, o número de instalações de SPDA que não respeitam a quantidade mínima de condutores de descida, que havia diminuído significativamente nos últimos anos, voltou a crescer no Brasil. Isso pode ser atribuído tanto à falta de conhecimento técnico sobre a proteção contra descargas atmosféricas, quanto à busca por lucro a qualquer custo.

Os condutores de descida de um SPDA têm a função crucial de conduzir a corrente da descarga atmosférica do(s) captor(es) até o subsistema de aterramento (solo). Essa corrente chegará ao solo de qualquer maneira, seja por meio do rompimento de isolantes (ar, tijolos etc.) ou através de elementos condutores presentes na estrutura atingida. Um caminho inadequado frequentemente causa incêndios

devido aos centelhamentos gerados e cria tensões perigosas de toque e passo, que podem resultar em perdas econômicas significativas e, mais gravemente, em mortes. Isso não é um exagero: a realidade dos acidentes fatais por descargas atmosféricas confirma essa preocupação. Tenho compartilhado muitas notícias de acidentes por descargas atmosféricas no LinkedIn ([barbosaSPDA](#)) que corroboram essa afirmação.

A diferença de um subsistema de descida adequado está em conduzir a corrente da descarga atmosférica até o solo com segurança. Isso não ocorre sem um sistema apropriado ou com um sistema subdimensionado, especialmente quando há uma redução na quantidade necessária de condutores.

Todo dimensionamento de um SPDA começa pela definição do valor da corrente da descarga atmosférica que pode atingir a estrutura. Esse valor é determinado pelo nível de proteção associado ao SPDA, conforme a análise de risco, como mostrado na figura 2.

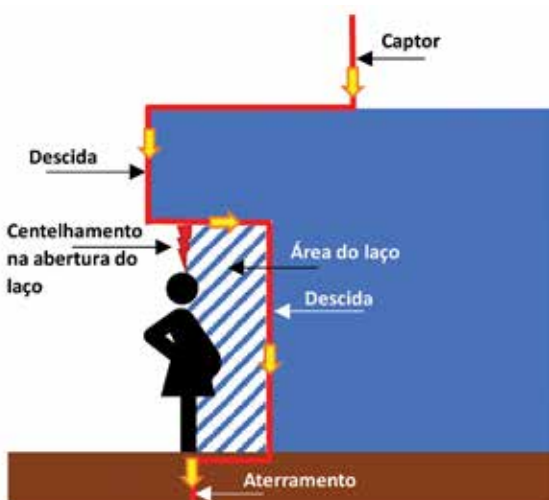


Figura 1 – Representação do laço de indução

NP	I (kA)
I	200
II	150
III	100
IV	

Figura 2 – Trecho da Tabela 3 da Parte 1 da ABNT NBR 5419

Essa corrente total (por exemplo, 200 kA para SPDA nível I) será interceptada pelo subsistema de captação e distribuída pelos condutores de descida. A divisão da corrente total pelos condutores de descida traz os principais benefícios de uma quantidade adequada de descidas:

- Como no final do condutor de descida há o eletrodo de aterramento com sua respectiva impedância, quanto maior for o valor da corrente injetada nesse ponto, maior será o potencial



gerado, especialmente se outro erro for cometido: aterramento individual por descida. Esse potencial gerado é o responsável pelas tensões de passo e toque. Quanto maior for o número de condutores de descida, menor será a quantidade de corrente por condutor, mesmo considerando que a divisão não é uniforme. Com uma divisão adequada, essa redução da corrente por descida implicará na diminuição das tensões de passo e toque a níveis toleráveis.



Figura 3 – Representação da tensão de passo

– Um maior valor de corrente da descarga atmosférica por condutor também resultará em uma maior capacidade de causar centelhamentos entre o condutor de descida e as instalações metálicas existentes ou para uma pessoa próxima. O campo magnético gerado pela corrente conduzida pelo condutor de descida irá induzir uma tensão no laço aberto formado pela instalação metálica (por exemplo, uma tubulação de gás GLP) ou por uma pessoa e o condutor de descida. Essa tensão pode superar a rigidez dielétrica do material (ar, tijolos etc.) que separa esses elementos no ponto de abertura do laço e causar um centelhamento perigoso, como ilustrado na figura 1. Novamente, um maior número de condutores de descida, dividindo adequadamente a corrente da descarga atmosférica, implicará em um menor valor da tensão induzida a ponto de não ser capaz de superar a rigidez dielétrica, protegendo as pessoas e as instalações.

Não basta apenas captar a descarga atmosférica, a proteção não se encerra nesse ponto. É crucial conduzir a corrente até o solo de maneira segura, e os condutores de descida desempenham um papel fundamental nesse processo. Reduzir o número de condutores de descida compromete toda a eficácia do SPDA, colocando em risco tanto o patrimônio quanto a vida das pessoas.

# MykrOn

## Controlador de Potência

O MykrOn é um equipamento eletrônico com funções de controlar e limitar a potência elétrica entregue a uma carga.

Projetado com precisão para atender a diversos processos industriais com robustez e alta confiabilidade, este dispositivo garante a otimização da entrega precisa de grandezas elétricas para cargas.

Essas cargas podem ser resistivas ou indutivas, podendo operar em modos Trem de Pulso ou Ângulo de Fase em suas configurações:

Monofásicas | Bifásicas | Trifásicas

### Exemplos de Aplicações



Visite nosso site  
para saber mais

varixx

---

# Fundamentos da Remuneração Regulatória e Contratos de Concessão: uma Introdução e sua Relevância na Gestão de Ativos

## Parte 2/2

---



*Caio Huais é engenheiro industrial, especialista em Engenharia Elétrica e Automação com MBA em engenharia de manutenção e gestão de negócios. Atualmente, ocupa posição de gerente corporativo de manutenção no Grupo Equatorial, respondendo pelo desempenho da Alta Tensão de 7 concessionárias do Brasil.*

*Por Caio Huais e Bruno Oliveira\**

No cerne do setor elétrico, a Base de Remuneração Regulatória (BRR) é uma peça-chave que desempenha um papel fundamental na determinação da remuneração e na gestão financeira das empresas que operam nesse setor. Mas o que exatamente é a Base de Remuneração? Em termos simples, podemos defini-la como o valor líquido dos bens de uma empresa do setor elétrico que está sujeito à regulação e validação do agente regulador. Isso inclui ativos como redes de distribuição, linhas de transmissão, subestações e outros elementos essenciais para a operação e expansão do sistema elétrico.

Agora que compreendendo o conceito fundamental da Base de Remuneração, é crucial explorar como ela se traduz no intrincado processo de cálculo tarifário do setor elétrico. A Base de Remuneração torna-se um elemento central nesse processo, influenciando diretamente a precificação dos serviços prestados pelas empresas do setor.

Para aprofundar nossa compreensão sobre o cálculo da BRR, faz-se necessário desbravar o intrincado arcabouço regulatório do setor elétrico, especialmente no que tange ao regulamento delineado no Submódulo 2.3 do PRORET, que estabelece principalmente os critérios e parâmetros estabelecidos por esse importante instrumento regulatório, incorporando fatores como taxa de remuneração, investimentos exógenos à concessionária, depreciação dos ativos e demais variáveis relevantes ao cálculo. Ao desvendar esse regulamento, obtém-se insights essenciais sobre como a BRR torna-se um elemento crucial no equilíbrio entre a necessidade de incentivar investimentos e a garantia de cobrar tarifas justas para os consumidores.

No contexto do setor elétrico brasileiro, os ciclos tarifários desempenham um papel significativo na regulação dos preços da energia. Esses ciclos, geralmente de 4 ou 5 anos, são oportunidades para realização de revisões nas tarifas de distribuição. Durante esse

período, diversos fatores são cuidadosamente analisados, incluindo a evolução dos custos operacionais, investimentos realizados e, crucialmente, a adequação da BRR. Esses ciclos tarifários não apenas refletem as dinâmicas do setor, mas também buscam manter o equilíbrio entre a sustentabilidade financeira das concessionárias e a proteção dos interesses dos consumidores. Ao entender como esses ciclos se desdobram, ganhamos uma perspectiva valiosa sobre o panorama tarifário no Brasil.

O ciclo tarifário no Brasil é um processo complexo que envolve uma variedade de agentes, cada um desempenhando um papel crucial. A concessionária, como executora direta dos serviços de distribuição, desempenha um papel central, fornecendo informações essenciais sobre custos operacionais e investimentos. Além disso, empresas avaliadoras, que muitas vezes são contratadas para realização de análises técnicas, contribuem com uma perspectiva imparcial, auxiliando na revisão dos elementos tarifários.

A ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) exerce autoridade reguladora, estabelecendo diretrizes e normativas para o ciclo tarifário. Em parceria com a ANEEL, diversos órgãos e conselhos de consumidores fornecem um contrapeso importante, representando os interesses dos consumidores na busca por tarifas justas e transparentes. Esta sinergia entre concessionárias, órgãos reguladores e representantes dos consumidores é vital para a construção de um ciclo tarifário equitativo e sustentável.

As áreas dedicadas à gestão da BRR desempenham um papel estratégico nas empresas do setor elétrico. Responsáveis por calcular, otimizar e monitorar a BRR, essas equipes têm um impacto direto na saúde financeira da empresa. Além de assegurar que os ativos sejam adequadamente remunerados, as áreas de BRR também desempenham um papel vital nos processos de revisão tarifária e nos ciclos de investimento.

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.

Neste contexto, as concessionárias enfrentam o desafio da correta destinação de recursos de forma a otimizar a BRR sem perder o foco na prudência dos investimentos e, em paralelo, prestar um serviço de qualidade aos consumidores vinculados às suas áreas de concessão. Um passo relevante a esta vertente é a realização de investimentos em manutenções que se caracterizam por substituição de equipamentos principais que não exercem plenamente suas funções. Esta análise perpassa – necessariamente – por uma verificação técnica, mas também pode levar em consideração o nível de depreciação dos ativos e sua contribuição à BRR. Ativos totalmente depreciados oneram as concessões com sua gestão e são integralmente expurgados do cálculo da BRR e, caso estes não atendam tecnicamente a plena prestação de serviço, sua substituição é benéfica tanto sob a ótica financeira e BRR quanto os critérios técnicos. A gestão eficiente da BRR percorre o caminho de uma manutenção e gestão técnica dos ativos eficiente.

Considerando esta visão geral sobre os contratos de concessão e sobre a BRR, é notório que o setor elétrico brasileiro demonstra uma resiliência notável e uma capacidade de adaptação que são fundamentais para o desenvolvimento sustentável do país. Ambos os itens aqui discutidos desempenham papel crucial na manutenção desse equilíbrio, promovendo não apenas a eficiência operacional, mas também a equidade tarifária essencial para a proteção dos consumidores.

Ainda as constantes evoluções tecnológicas que vivenciamos, as evoluções das demandas energéticas e a pressão econômica e política exigem um olhar crítico para o setor e suas principais práticas. É imprescindível que haja uma interação constante entre todos os stakeholders do setor - governos, reguladores, concessionárias e consumidores - para que as futuras revisões tarifárias e ajustes regulatórios alinhem-se ainda mais com os princípios de sustentabilidade e justiça social.

Assim, destaca-se que o objetivo principal aqui é ressaltar a complexidade e a dinâmica do setor elétrico brasileiro, ilustrando a importância de uma gestão tarifária e regulatória cuidadosa. As decisões tomadas hoje reverberam por muitos anos, influenciando não apenas a economia, mas também o bem-estar social e ambiental do Brasil.

Cabe ressaltar nesse contexto a importância da manutenção dos ativos elétricos, que desempenha um papel crucial na preservação do equilíbrio econômico-financeiro das concessionárias e na garantia de tarifas justas e acessíveis para os consumidores.

Por fim, é fundamental destacar que todos os agentes, especialmente a sociedade civil, devem desempenhar seus papéis como agentes nesse complexo cenário global. Os conselhos de consumidores devem ser proativos em defender os interesses dos consumidores e em perseguir incansavelmente a modicidade das tarifas. Da mesma forma, é crucial que o Órgão Regulador atue como o guardião dos regramentos vigentes e dos contratos de concessão, assegurando que as influências políticas não afetem negativamente a gestão das tarifas em um setor que já se estabeleceu como referência em regulação de áreas de concessão.

*\*Bruno Oliveira é graduado em Administração, Processos Gerenciais e Contabilidade, além de possuir MBAs em Finanças Corporativas e Gestão de Pessoas. Atua como gestor de BRR há mais de uma década e, atualmente, ocupa o cargo de Executivo de Base de Remuneração Regulatória no Grupo Equatorial.*

**(31) 3317-5150**  
**(31) 3331-1333**

Rua Agenério Araújo 366 - Camargos - BH/MG  
vendas@exponencialmg.com.br

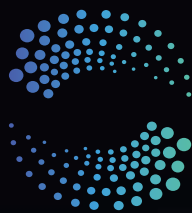
 **exponencialmg**

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

Produtos Homologados **CEMIG**

Compre com seu cartão  
 **BNDES**





# I.O.S.E

INSTITUTO O SETOR ELÉTRICO  
EDUCAÇÃO E NEGÓCIOS

## Torne-se o profissional de energia que o mundo precisa!

Automação de subestações • Aterramento de SE e LTs • Aterramento e PDA em UFV • Energia incidente • OpenDSS • O&M de subestações • O&M de parques eólicos • Projeto de subestações • Proteção de SEP • Proteção e seletividade de cabines MT • Qualidade de Energia e a Geração Distribuída • Transformadores de potência



Treinamentos técnicos e encontros de negócios com conteúdo da mais alta qualidade apresentado por verdadeiros mestres em suas áreas de atuação.

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

### Índice de anunciantes

APS	13
BRVal	53
Chint	5
Clamper	21
Cobrecom	41
Condumax	15
Dominik	3ª capa
Embrastec	43
Exponencial	81
Gonzaga	73
Grupo Gimi	2ª capa e 57
Intelli	4ª capa
Itaipu	51
KRJ	63
Maxbar	23
MCI	45
Minuzzi	25
Mitsubishi	67
Orecon	65
Pextron	31
Romagnole	47
RX Global	75
Sil	27
Sthral	11
Telbra EX	69
Trael	9
Varixx	79

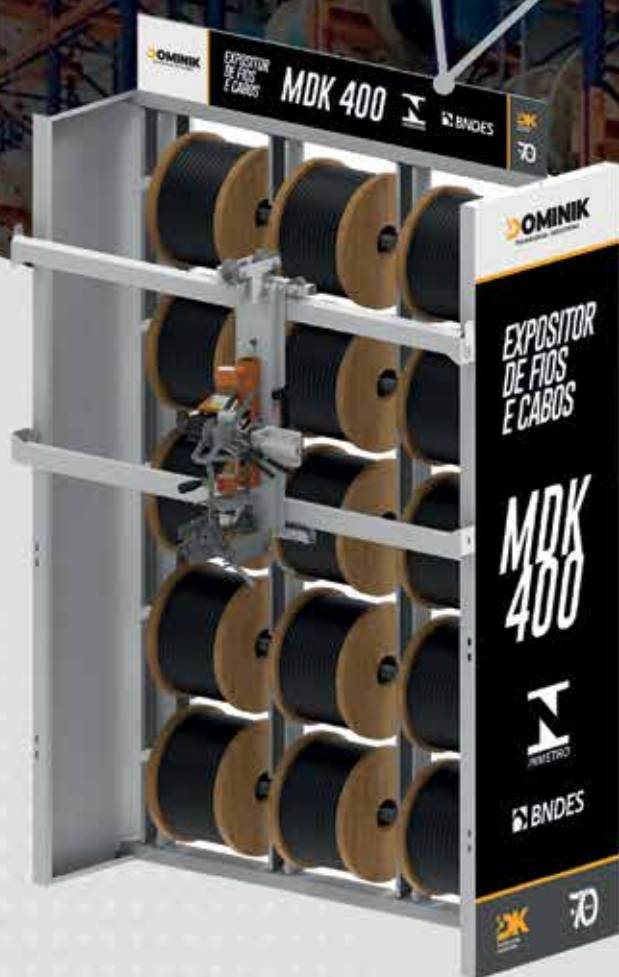
SIGA-NOS:



GRUPO  
**DOMINIK** 70

Utilize o mesmo medidor  
em todos os módulos,  
reduzindo seu investimento.  
**Consulte a equipe comercial.**

MÓDULOS ADICIONAIS MDK 400



# EXPOSITORES PARA FRACIONAMENTO DE FIOS E CABOS

IDEAL PARA LOJAS E HOME CENTERS,  
ORGANIZA, MEDE E CORTA OS  
FIOS EM UM ÚNICO EQUIPAMENTO.

**MDK400**  
EXPOSITOR  
DE FIOS E  
CABOS



**EXPOSITOR DE  
CARRETÉIS**  
COM FRACIONAMENTO  
AUTOMÁTICO

A Dominik Tecnologia Industrial é  
especialista em fracionamento de fios e  
cabos, linha de repasse, linha para  
formação de rolos termoencolhíveis para  
fabricantes.



+55 (48) 33813333

+55 (48) 98403-9291

VISITE NOSSO SITE:

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

**DOMINIK**  
TECNOLOGIA INDUSTRIAL





# EVITE ACIDENTES COM SOLDA EXOTÉRMICA.



# SAC

LINHA DE CONECTORES  
À COMPRESSÃO PARA  
ATERRAMENTO

**CONFIABILIDADE • FACILIDADE • RAPIDEZ**

Os Conectores à Compressão para Aterramento do **GRUPO INTELLI** são a solução mais moderna e mais segura. Considerados pelas normas, conexões permanentes com resistência térmica de 850°C e podem ser enterrados diretamente no solo.



SACCC



SACG



SACGL

VEJA O VÍDEO  
NA ÍNTEGRA



Siga-nos nas redes sociais.

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

**GRUPO**  
**INTELLI**   
WWW.GRUPOINTELLI.COM.BR