

revista

gtd

geração | transmissão | distribuição

www.revistagtd.com.br

Crescimento: indústria de GTD fatura R\$10,7 bilhões e comemora crescimento de 18% em 2007

Automação: sensoriamento de fechamento de chaves seccionadoras utilizando sensores óticos

Negócios: o leilão da usina de Santo Antônio, no rio Madeira, deve movimentar o mercado

Especial: guia de compras de transformadores, isoladores e pára-raios

Perspectivas: análises setoriais de cada segmento de geração, transmissão e distribuição de energia

E mais: agenda de cursos e eventos, radar do mercado e 45 destaques em produtos e serviços



ano 3 • ed. 23 • jan/fev 2008 • R\$ 9,00



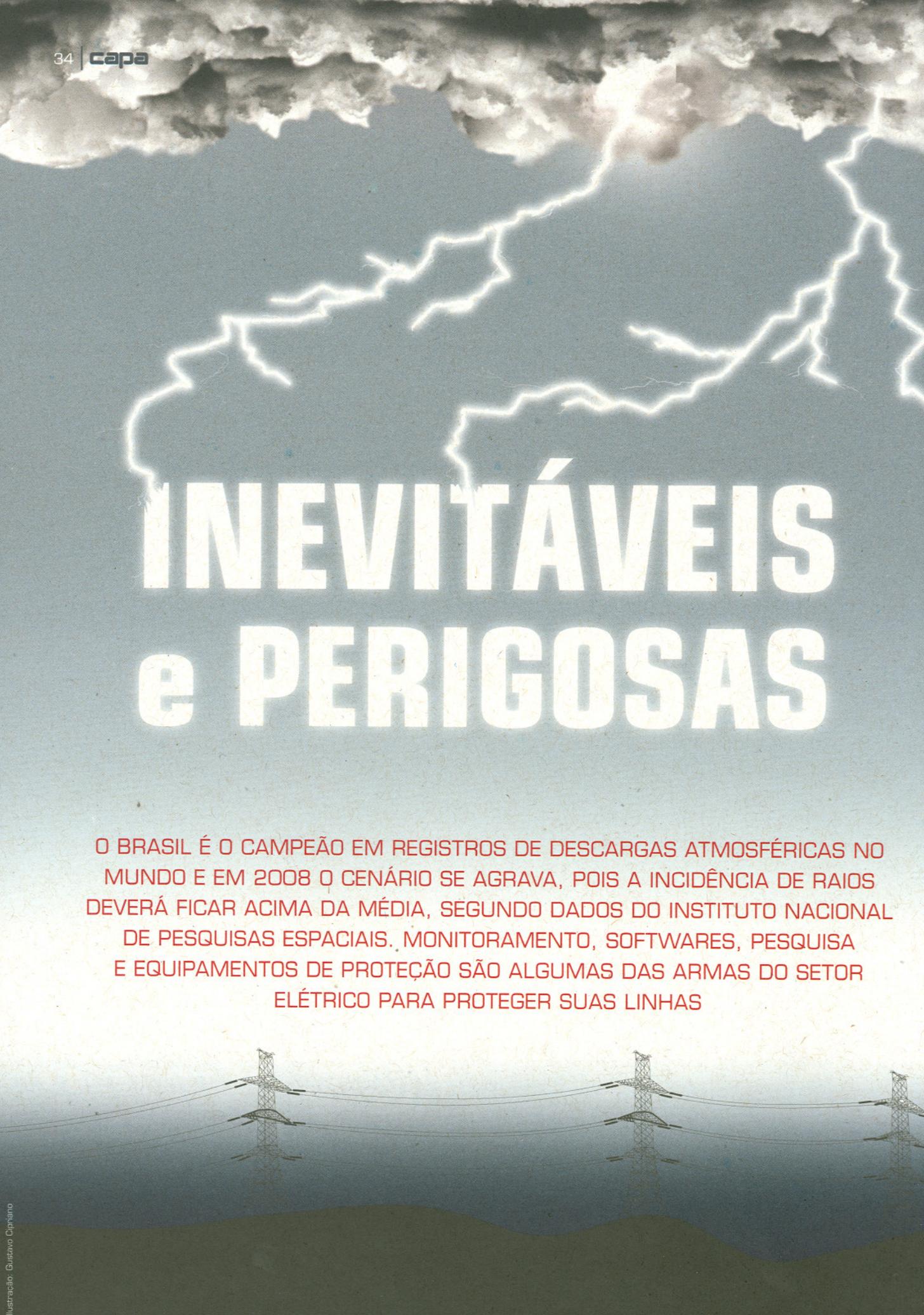
edição

23

INEVITÁVEIS E PERIGOSAS

PREPARE-SE: O ANO DE 2008 PROMETE CONCENTRAR UM VOLUME DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS MAIOR DO QUE 2007. COMO SE PROTEGER?





INEVITÁVEIS e PERIGOSAS

O BRASIL É O CAMPEÃO EM REGISTROS DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS NO MUNDO E EM 2008 O CENÁRIO SE AGRAVA, POIS A INCIDÊNCIA DE RAIOS DEVERÁ FICAR ACIMA DA MÉDIA, SEGUNDO DADOS DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. MONITORAMENTO, SOFTWARES, PESQUISA E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO SÃO ALGUMAS DAS ARMAS DO SETOR ELÉTRICO PARA PROTEGER SUAS LINHAS

Por Anna Flávia Rochas

Uma menina índia de seis anos morreu enquanto dormia sob uma árvore na aldeia Juguapiru, em Dourados (MS). Em uma usina localizada na cidade de Angélica, também no Estado do Mato Grosso do Sul, um técnico de segurança do trabalho de 18 anos morreu enquanto servia água aos colegas. Ainda no mesmo dia, cerca de 2.088 residências ficaram sem energia elétrica em Santa Cruz, no Rio Grande do Sul. Essas ocorrências foram manchetes da imprensa em 11 de dezembro de 2007 e se referem a alguns dos acidentes ocorridos no dia anterior, causados por descargas atmosféricas.

Esses fatos registrados em um mesmo dia comprovam o que os dados revelam: o Brasil é o campeão em registros de descargas atmosféricas no mundo, contabilizando 60 milhões anualmente. Em 2007, foram registradas 46 mortes em todo o País, de acordo com informações apuradas pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica (Elat) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), com o apoio de dados da imprensa e da Defesa Civil.

O boletim, divulgado em janeiro de 2008, ainda revela que o índice de mortes caiu 37%. No entanto, o Elat alerta que o resultado não representa a realidade, já que nem todas as mortes causadas por descargas são divulgadas ou registradas. Nas regiões com maior incidência de raios (Sudeste, Sul e Centro Oeste), a redução de mortes foi de apenas 15%.

As perspectivas para 2008 são preocupantes: a incidência de descargas atmosféricas no verão deste ano deverá ficar acima da média, segundo o Elat. Os dados foram obtidos com base na

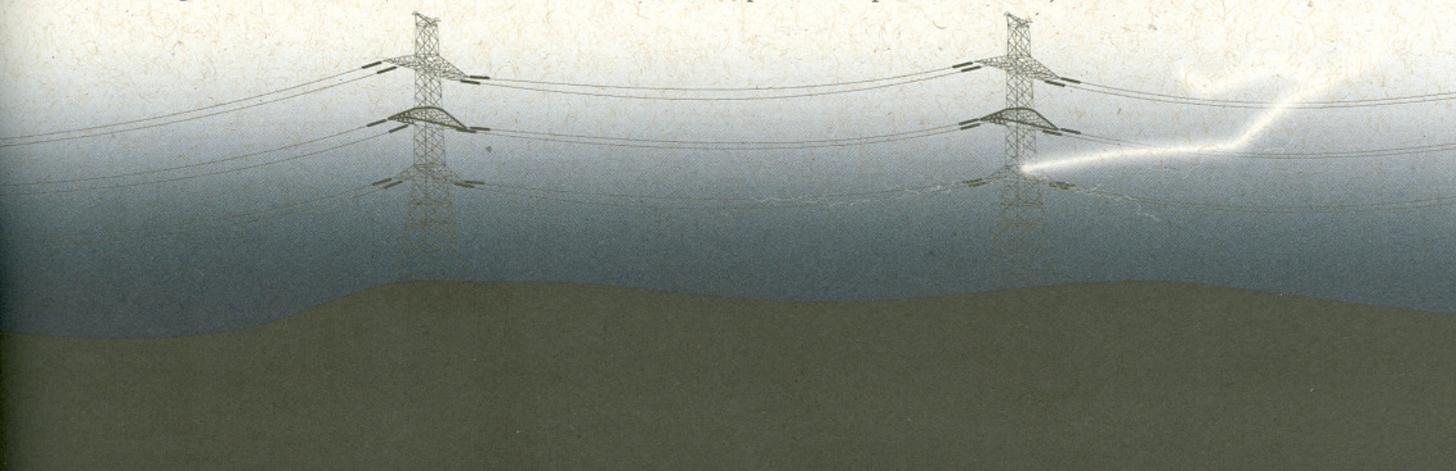
análise comparativa da incidência de descargas atmosféricas no Sudeste do Brasil, entre setembro e dezembro de 1999 e 2007. Além disso, o grupo levou em conta a evolução do fenômeno La Niña e seus efeitos sobre a temperatura e precipitação.

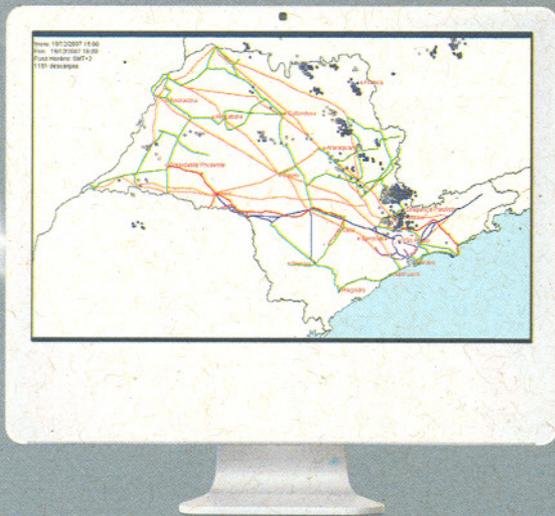
Esse cenário é um alerta às concessionárias, que precisam ficar mais atentas à proteção de suas linhas. Para se ter idéia, as descargas nuvem-solo, as quais chamamos de raio, deixaram parte da população de Manaus (AM), Aracaju (SE), Santa Cruz (RS), Juiz de Fora (MG) e de regiões do Estado de Santa Catarina sem energia no mês de dezembro de 2007, segundo o Elat.

Esses fenômenos naturais, provocados pelo acúmulo de cargas elétricas em regiões localizadas na atmosfera, ainda são responsáveis por prejuízos da ordem de R\$1 bilhão, todos os anos, sendo que R\$600 milhões correspondem ao setor elétrico, segundo informações do Inpe. Além da média de 100 mortes anuais, os raios também provocam quedas de energia causadas por interferências nos sistemas de transmissão e distribuição.

Mas, antes mesmo de causar acidentes nos dias de hoje, os relâmpagos já impressionavam a humanidade como um fenômeno poderoso, capaz de causar danos. Há cinco mil anos, os povos babilônicos acreditavam que os raios eram bumerangues lançados a arco pelo Deus Adad. Os gregos atribuíam o fenômeno à fúria do Deus Zeus contra os pecados do mundo.

Além de incentivar a imaginação popular, a atividade dos raios serviu também para estimular a pesquisa científica. Desde as primeiras experiências de Benjamim Franklin, em 1750, aos





dias atuais, os cientistas investigam as descargas atmosféricas, buscando conhecer melhor a natureza do fenômeno elétrico.

Atualmente, os estudos estão direcionados para desenvolver métodos e sistemas de proteção que possam prevenir danos causados pelas descargas atmosféricas. As concessionárias de energia, por exemplo, associam a informação dos sensores de detecção das atividades das descargas aos equipamentos de proteção das linhas. Já que não se pode evitar que a descarga aconteça, prevenção, proteção e pesquisa são as alternativas adotadas para evitar que cidades inteiras fiquem no escuro.

Em novembro de 2007, o IX Simpósio Internacional de Proteção contra Descargas Atmosféricas (Sipda), reuniu especialistas do mundo todo em Foz do Iguaçu (PR) para discutir os avanços e as pesquisas na área. O International Council on Large Electric Systems (Cigre) realizou um encontro em conjunto com o evento, no qual foi sugerida a criação, em 2008, de grupos de trabalho que tratarão de temas específicos na área de descargas atmosféricas.

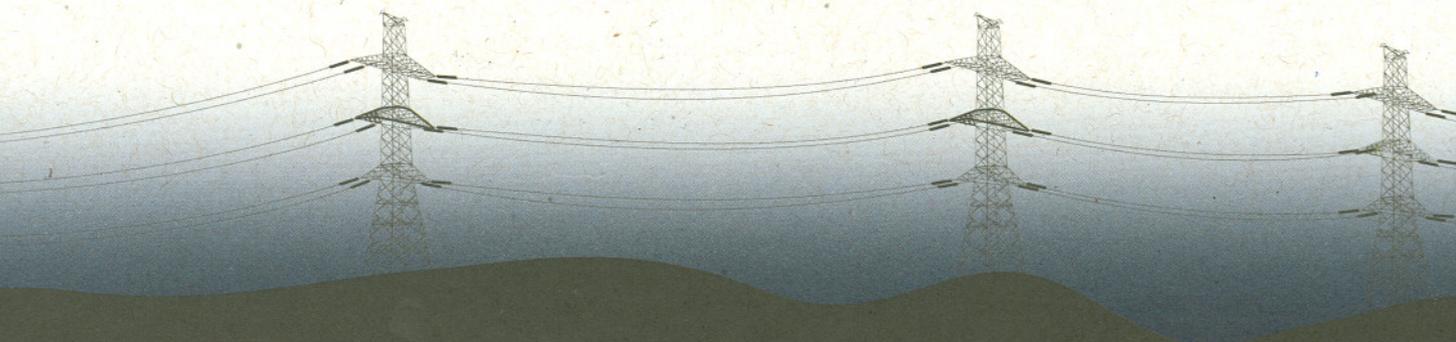
REDE DE DETECÇÃO

Quando uma descarga atmosférica atinge uma linha de

Do lado esquerdo, o mapa dos SisRaios utilizado na Cteep diferencia a tensão das linhas pela cor. Acima, o Saad, com o qual Furnas descobre a localização do raio. No outro lado, o site do Elat apresenta informações da BrasilDat em tempo real

transmissão ou de distribuição em Minas Gerais, ou uma torre no interior do Paraná, a ação desse raio, possivelmente, estará sendo monitorada por sensores que, algumas horas antes, identificaram pistas de que ele poderia atingir aqueles locais. Esses sensores compõem a Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas (BrasilDat), sistema de monitoramento que é uma das fontes de informação das concessionárias para se protegerem dos danos que os raios possam causar às suas redes.

Considerada a terceira maior rede integrada desse tipo no mundo – ficando atrás dos Estados Unidos e do Canadá – a BrasilDat é resultado da união dos sensores da Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas (Rindat), do Sistema de Informações Integradas do Sistema de Detecção de Descargas Atmosféricas (Siddem) e da rede de detecção do Sistema de Proteção da Amazônia (Sipam). Esses sistemas foram integrados em 2007 e contabilizam 47 sensores espalhados pelas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e parte do Norte. Outros seis sensores estão em fase de instalação no Estado do Mato Grosso.





DE ACORDO COM O ELAT/INPE,
HOUE UM AUMENTO DE 51%
NA INCIDÊNCIA DE DESCARGAS
ATMOSFÉRICAS NO SUDESTE, NA
PRIMEIRA QUINZENA DE 2008

O BrasilDAT é administrado por um convênio técnico-científico formado por Inpe, Furnas Centrais Elétricas, Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e Instituto Meteorológico Simepar. No entanto, nem todo o território brasileiro possui a cobertura de sensores – estes estão mais concentrados nas regiões Sul e Sudeste, onde há grande incidência de descargas e maior interesse econômico.

“A rede está se expandindo. Até julho de 2008, vamos completar o Centro-oeste e existem projetos em andamento para completarmos as redes Norte e Nordeste. A intenção é que, no final de 2010, tenhamos o País inteiro coberto por sensores”, assegurou o coordenador do Elat, Osmar Pinto Jr.

Ele acredita que a construção de usinas no complexo do rio Madeira incentivará investimentos em sensores para cobrir a Região Amazônica. “Estamos negociando com órgãos e instituições para que a rede possa se expandir”, acrescentou.

O professor e coordenador do Centro de Estudos em Descargas Atmosféricas e Alta Tensão (Cendat) do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP), Alexandre Piantini, alerta que a distância entre um e outro sensor também pode influenciar na precisão das informações.

Piantini, que também é do comitê organizador do Sipda, disse que a comunidade científica está discutindo maneiras de usar os dados fornecidos pelas redes de uma forma otimizada.

Segundo ele, as informações que esses sensores fornecem são básicas para analisar o desempenho de uma linha de transmissão e obter dados sobre a densidade de raios em determinada área – contudo, elas podem apresentar erros. “Uma vez que se consiga quantificar os problemas que os raios vão ocasionar, aí sim, haverá condições de proteger as linhas em relação aos raios”, disse Piantini.

Para uma localização mais exata da queda da descarga, seria necessário considerar informações como distância entre os sensores, quantidade de sensores instalados, resistividade do solo, características do relevo, entre outros parâmetros.

Além disso, os sensores não conseguem captar todos os raios que atingem determinada região. Segundo Piantini, os raios mais fracos podem até não ser detectados, mas se atingem uma rede de distribuição, muito provavelmente, serão suficientes para ocasionar danos.

O Cendat realiza experiências nesse sentido, comparando as tensões induzidas em linhas de distribuição com e sem proteção



contra descargas. O sistema foi projetado para medir tensões induzidas em duas linhas monofásicas desenergizadas, além de também medir as correntes de descargas incidentes em uma torre metálica de 62,5m de altura, situada nas proximidades das linhas. Em uma das linhas, foram instalados pára-raios; a outra não conta com nenhum equipamento ou dispositivo de proteção. Ao cair perto das linhas, o raio induzirá uma tensão em cada uma delas, e essas tensões serão comparadas para que sejam avaliados os benefícios da alternativa de proteção utilizada. O sistema está em operação no campus da USP desde a temporada de verão de 2001/2002.

GERENCIAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Para obter dados mais precisos, as concessionárias de energia estão utilizando softwares associados, que cruzam informações da BrasilDAT com outros dados sobre a localização das linhas de transmissão e distribuição.

Por exemplo: o Sistema de Apoio à Análise de Desligamento (Saad) é o programa utilizado em Furnas com o objetivo de analisar os desligamentos de linha. Dessa forma, a empresa pode direcionar os recursos financeiros de acordo com as necessidades de proteção contra descargas atmosféricas em cada local estudado.

O engenheiro electricista da superintendência de engenharia de manutenção de Furnas, Ricardo Abdo, explica que todas as linhas de transmissão da empresa são georeferenciadas pelo software. Quando acontece um desligamento, o nome da linha é inserido no software com informações sobre o dia em que ocorreu o acidente. Em associação com dados da Rindat, os pesquisadores conseguem saber se o motivo do desligamento foi uma descarga atmosférica – de acordo com os níveis de probabilidade alta, média ou baixa.

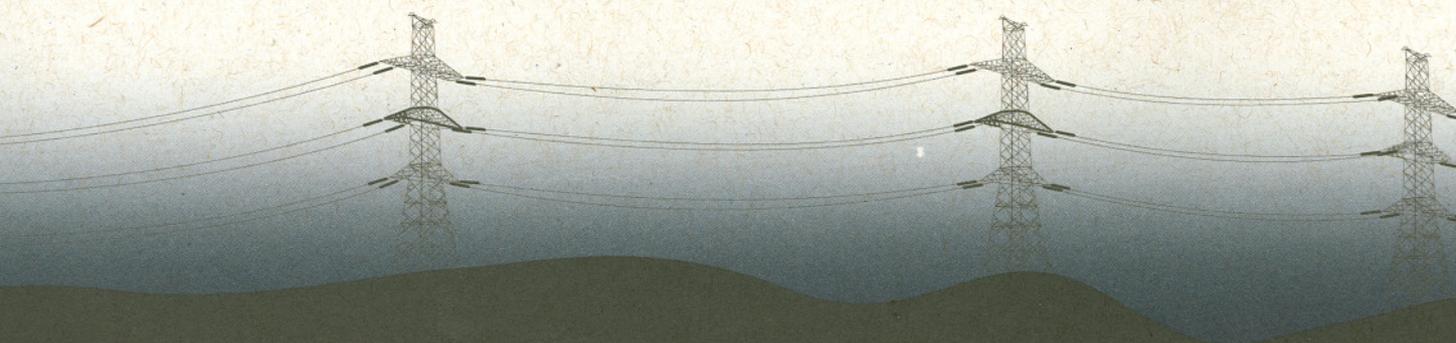
“Já existia, no passado, um software de visualização de descargas, o que gerava uma análise muito subjetiva. Hoje, com a Rindat e o Saad, o operador clica na linha e, dentro de uma mesma base de dados, sabe se houve descarga naquele local”, diz Abdo. Segundo ele, o software permitiu que fosse criada uma base de dados para identificar regiões críticas, onde se justifica um investimento maior em equipamentos de proteção contra descargas.

O SisRaios, software desenvolvido pelo Simepar e pela Faculdade de Engenharia Industrial (FEI) da USP, também permite visualizar os raios em tempo real, por meio da identificação das descargas elétricas. O sistema existe desde 2000 e também utiliza informações sobre posição e intensidade das descargas, fornecidas pela Rindat. O software mostra a localização das linhas e, no caso de uma saída de circuito, é possível identificar se o raio foi a causa do acidente.

De acordo com o meteorologista do Simepar, Leonardo Calveti, a Rindat tem a capacidade de identificar raios a cada 500 metros. Essa informação é enviada para o Simepar, em tempo real, e no mapa do SisRaios é possível cruzar informações e dizer, por exemplo, em que bairro o raio ocorreu.

“Os resultados foram testados e localizam descargas elétricas que, normalmente, se propagam de uma hora para outra, junto com outras informações sobre onde vai acontecer o raio. Para cada uma hora de descargas elétricas, existe uma precisão entre 70% e 80%”, explica Calveti sobre o SisRaios.

Atualmente, o software é utilizado por diversas concessionárias e outras empresas fora do setor energético. O serviço do Simepar também disponibiliza dados meteorológicos, como previsão de tempestades, por exemplo. A Companhia de Transmissão Paulista (Cteep) é uma das empresas que





A torre localizada no campus da USP e as duas linhas, com e sem pára-raios, são utilizadas nas pesquisas do Cendat

utiliza o SisRaios, desde 2002, para monitorar a atividade dos raios nos seus sistemas de transmissão.

O software ajuda na análise de saídas de circuito. O gerente da divisão de análise da operação da Cteep, Erasmo Fontana, explica que, entre outras vantagens, a utilização do SisRaios reduziu custos. Ao garantir que a saída do circuito foi causada por um raio, evita-se o deslocamento de equipe para verificar o motivo da saída na linha no local do incidente.

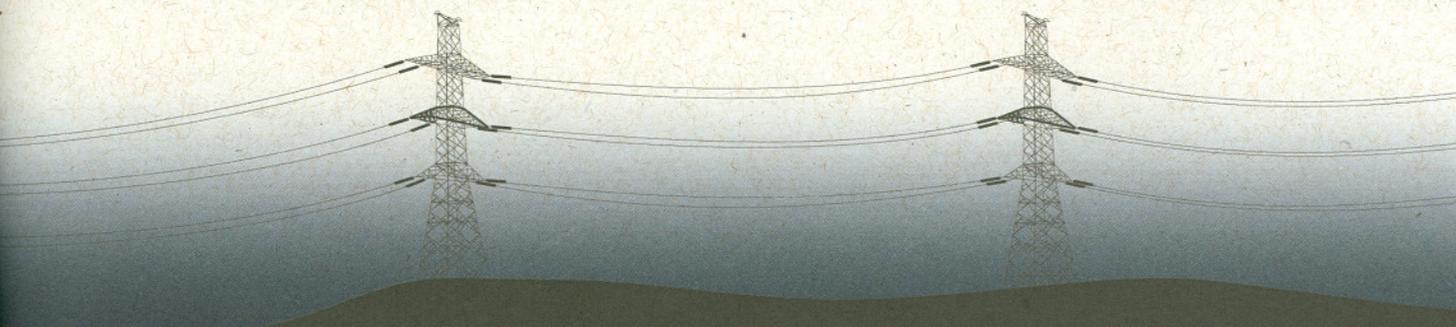
ESTRATÉGIA DE PROTEÇÃO

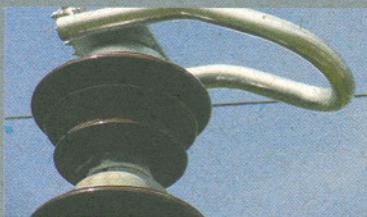
Os sistemas de monitoramento ajudam as empresas a definirem a melhor estratégia de proteção para suas linhas. Na Cteep, por exemplo, o SisRaios é utilizado para complementar

os outros sistemas convencionais de proteção contra descargas atmosféricas: os cabos-guarda nas linhas de transmissão e pára-raios nas subestações.

Também chamado de cabo pára-raios, o cabo-guarda é usado para evitar que o raio caia diretamente na fase. Ele atrai a descarga que é escoada através do sistema de aterramento para o solo. Em áreas com grande incidência de descargas, as empresas procuram otimizar a proteção por meio da melhoria do sistema de aterramento ou da instalação de pára-raios de óxido de zinco ao longo da linha.

Fontana diz que esses equipamentos têm atendido às necessidades de proteção da companhia, mas sempre existe uma possibilidade de aprimoramento. “Na identificação, nós estamos satisfeitos. O





Na Copel, são utilizados centelhadores nos terminais de linhas

que podemos fazer é implementar o que já existe, mas não acho que teríamos que promover uma mudança radical nesse sistema”, explica.

Cerca de 40% dos desligamentos automáticos das linhas da Cteep são causados por descargas atmosféricas e ocorrem por origem interna (curto-circuito), não precisando de intervenção para reestabelecimento da transmissão de energia. Os outros 60% são causados por motivos externos (queimadas, vegetação, vendavais, etc.).

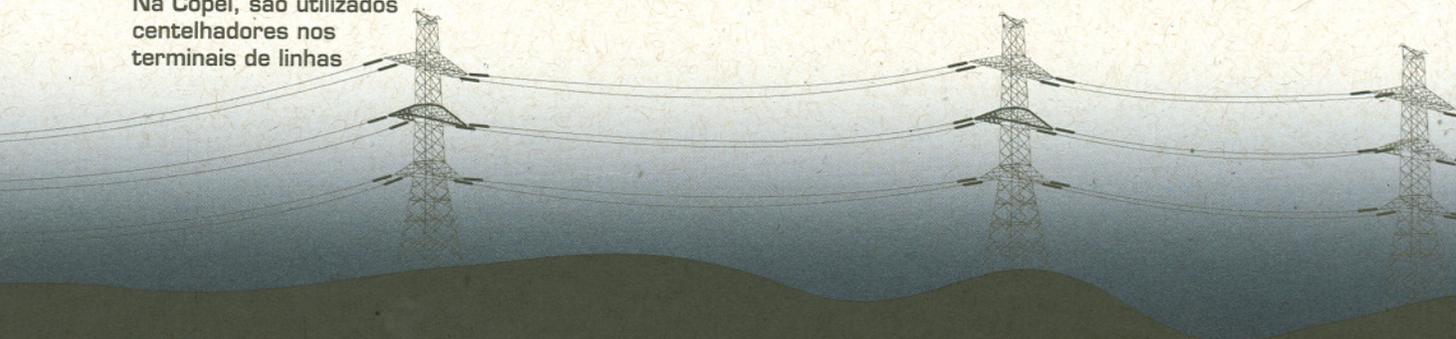
A empresa informou que dos 11 desligamentos das linhas de transmissão da Cteep em 2007 que necessitaram de intervenção das equipes de manutenção para reestabelecimento da transmissão, apenas um foi ocasionado por descarga atmosférica. Ou seja, grande parte dos desligamentos causados por descargas atmosféricas se reestabelece sem a necessidade de intervenção humana.

A Companhia Paranaense de Energia (Copel), que também utiliza os serviços de monitoramento do Simepar, está trocando os antigos pára-raios de carbureto de silício para os de óxido de zinco nos transformadores, mas também procura aumentar a proteção das linhas com a utilização de centelhadores nos terminais de linha.

Os centelhadores começaram a substituir os pára-raios nos terminais de linhas de transmissão de 69kV e 138kV, em 1993. “O pára-raio é o equipamento do sistema de potência que apresenta maior taxa de defeito. No aspecto técnico, o centelhador nunca falha. Ele é um dispositivo extremamente simples que diminui as saídas intempestivas das linhas”, explica o engenheiro consultor da área de transmissão da Copel, David Rezende.

A experiência satisfaz às expectativas da empresa, que mantém o uso desses equipamentos e passou também a aplicá-los nas linhas de 230kV. Atualmente, existem cerca de 800 unidades instaladas.

Os centelhadores começaram a ser utilizados por reduzirem os custos com instalação e manutenção. Além disso, a empresa pretendia otimizar os sistemas. O pára-raio só atua quando uma descarga atinge a região em que está instalado. Portanto, alguns desses equipamentos podem ficar toda a sua vida útil sem atuar – o que o torna um investimento custoso e incerto. Isso também acontece com os centelhadores, que podem ficar a vida toda sem atuar, mas têm um custo mais baixo.

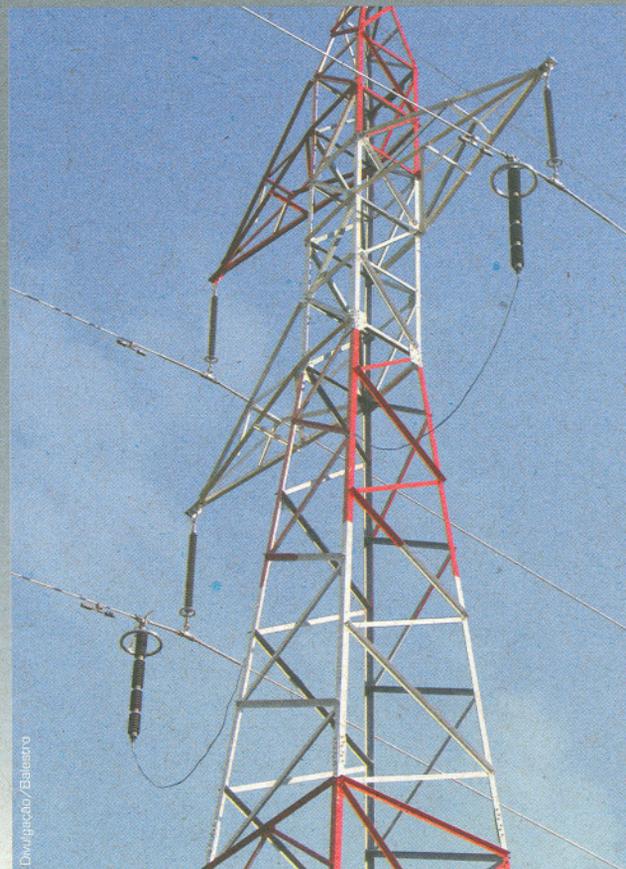


A Copel não registrou saídas de linhas provocadas pela ação de descargas atmosféricas nos centelhadores, desde a aplicação deles. Em 2007, foram registradas “duas ou três” saídas, causadas pelo pouso de aves, de acordo com Rezende. No entanto, a empresa não possui estudo comparativo para avaliar o desempenho dos centelhadores.

Apesar dessa proteção utilizada pela Copel ter apresentado resultados satisfatórios, Rezende lembra que esses dispositivos atuam muito pouco, já que a maioria das descargas atmosféricas atinge o meio das linhas de transmissão e não chega ao centelhador. Nesse caso, o cabo-guarda é a proteção utilizada pela empresa.

A Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf) utiliza os equipamentos convencionais de proteção de linha, como os cabos pára-raio e pára-raios de óxido e zinco e carbureto de silício nos terminais de linha. Segundo o gerente de manutenção de equipamentos de manobras, Adolpho Calazans, mesmo na região do Piauí, área de concessão da empresa com maior incidência de descargas atmosféricas, os dispositivos de proteção convencionais têm sido suficientes.

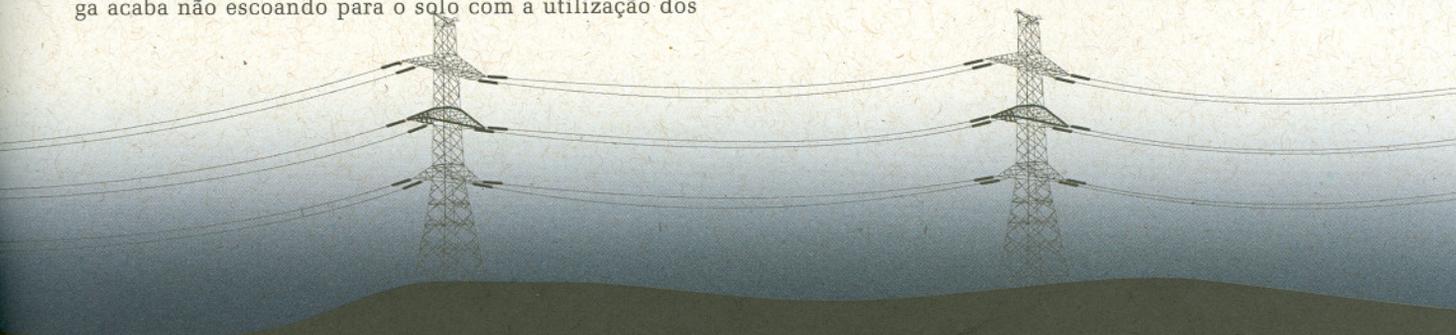
“O que nós fazemos é acompanhamento do estado dos pára-raios pela técnica de termografia, que garante que o pára-raio não esteja se degradando, e o acompanhamento da corrente de fuga”, disse Calazans. Segundo ele, raramente os equipamentos são danificados por descargas atmosféricas; eles sofrem mais com a umidade.



PROTEÇÃO PARA ÁREAS CRÍTICAS

Quando a resistividade do solo é alta – como em regiões de terreno rochoso, por exemplo – a energia da descarga acaba não escoando para o solo com a utilização dos

Os pára-raios de óxido de zinco melhoraram a proteção nas linhas de transmissão da Cemig



SENSOR EM SATÉLITE GEO-ESTACIONÁRIO PARA DETECÇÃO DE DESCARGAS ENTRA EM OPERAÇÃO EM 2014

Os sensores da BrasilDAT utilizados no País detectam apenas as descargas atmosféricas nuvem-solo, ou seja, aquelas que atingem o território causando mortes e estragos. A partir de 2014, o Brasil poderá também obter informações sobre os outros tipos de descargas atmosféricas (entre nuvens e dentro de uma única nuvem) através de um sensor que será instalado no satélite geo-estacionário da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

O Geostationary Lightning Mapper (GLM) fará parte da nova geração de satélites meteorológicos GOES-R. A empresa Lockheed Martin Space Systems, de Palo Alto, no Estado norte-americano da Califórnia, venceu a concorrência e foi contratada pela NASA por quase US\$96,7 milhões para a construção do sensor.

O sensor cobrirá toda a área da América, acima de 30°Sul, como explica Osmar Pinto Jr., do Inpe. Anteriormente, os outros satélites passavam pelo Brasil duas vezes por dia, fornecendo informações mais limitadas. Com o novo sensor, o território nacional será monitorado 24 horas por dia e o Brasil poderá ter acesso aos dados obtidos. O sensor também ajudará a avaliar o grau de severidade das tempestades e na previsão de descargas nuvem-solo.

cabos-guarda nas linhas de transmissão. Ao contrário, a descarga volta e escoa pela própria linha, prejudicando o funcionamento dela.

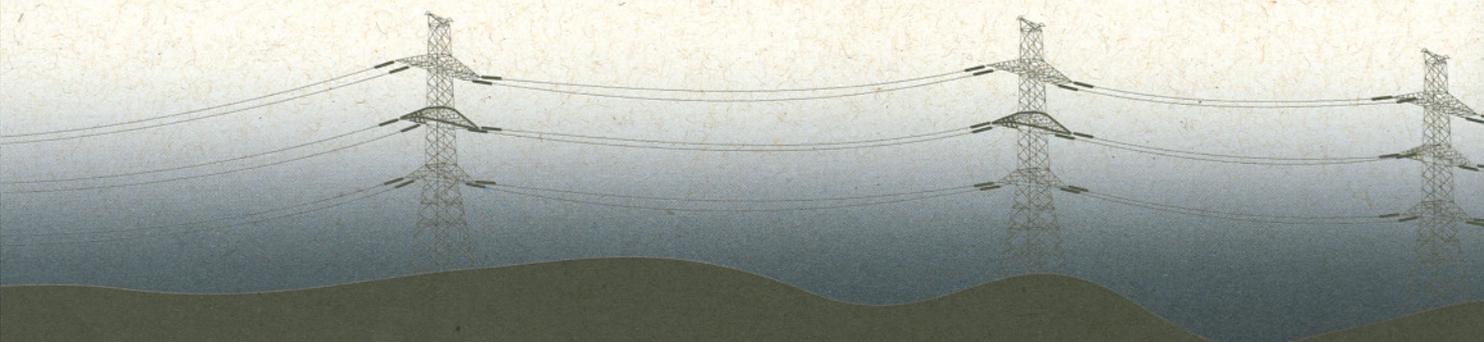
Nesses casos, quando o sistema de aterramento não é suficiente para prevenir os desligamentos, o pára-raio de óxido de zinco aplicado ao longo da linha é uma das soluções que está sendo utilizada. Furnas e Cemig são algumas das empresas que estão fazendo experiências com esses sistemas.

“Estamos pensando em uma relação ótima que congregue o aterramento e o uso de pára-raios de óxido de zinco, que são muito caros”, disse Abdo, de Furnas. Segundo ele, a empresa vai começar um processo de avaliação e levantamento para identificar as áreas que necessitam de pára-raio de óxido de zinco. Em Furnas, atualmente, existem 62 desses pára-raios instalados ao longo da linha Rio Verde-Couto Magalhães, utilizados desde 1999.

A partir do segundo semestre de 2008, a empresa começa a fazer as adaptações necessárias nas linhas de transmissão, mas já na segunda quinzena de fevereiro, Furnas divulgará informações sobre desligamentos em suas linhas.

A região mineradora de Minas Gerais é um desses pontos que, além da grande incidência de raios, possui solos com alta resistividade. Para agravar a situação, cerca de 75% das quedas de energia da Cemig são provocadas por descargas atmosféricas.

Em 1996, a companhia passou a utilizar o pára-raios de óxido de zinco para linhas de transmissão em áreas consideradas críticas – onde os meios de proteção convencionais não são suficientes para conter os danos causados pelas descargas. A dificuldade de importação do produto, que era produzido somente no exterior e, por isso, considerado caro, motivou o desenvolvimento de um protótipo nacional,



capaz de substituir o equipamento anterior.

A nacionalização do produto foi realizada em convênio com uma fabricante de pára-raios brasileira. “Esse tipo de equipamento era fabricado somente no exterior. A nacionalização reduziu o custo médio da aplicação em 30%, na época da implantação”, disse o inspetor de materiais da Cemig, o engenheiro Paulo Márcio Gois, que participou do projeto de desenvolvimento do pára-raio. Segundo ele, a produção do pára-raio nacional permitiu que ele passasse a ser utilizado em maior escala.

Após a implantação do novo pára-raio, a Cemig comprovou que as saídas das linhas de transmissão decresceram consideravelmente. No caso de um trecho de 100km da linha Ouro Preto - Mariana, por exemplo, as falhas chegaram a zerar. Anteriormente, eram registradas mais de 40 saídas de linha anuais. Hoje, a região tem 130 pára-raios instalados ao longo dessa linha.

No entanto, a instalação dos pára-raios de óxido de zinco, mesmo com a redução do custo do produto, continua concentrada nas linhas de transmissão localizadas nas áreas críticas, que realmente requerem proteção adicional.

Nas linhas de distribuição, a Cemig utiliza pára-raios de óxido de zinco com invólucro polimérico de média e baixa tensão. A empresa ainda usa as redes protegidas de média tensão e secundárias isoladas em redes urbanas.

PERSPECTIVAS

Com o aumento da temperatura global, a quantidade de descargas nuvem-solo tende a aumentar. Assim, como já citado acima, a incidência de descargas atmosféricas no verão deste ano deverá ficar acima da média, conforme informações do Elat divulgadas em janeiro de 2008.

Para proteger pessoas e equipamentos contra as descargas atmosféricas,

os pesquisadores continuam buscando maneiras de aprimorar os equipamentos e sistemas – já que é improvável impedir que os raios ocorram. “Isso não existe nem nunca vai existir. As pesquisas atuam no sentido de buscar formas para atrair o raio para a terra com segurança”, explica o professor Piantini, da USP.

O professor Welson Bassi, do IEE/USP, informou que existem sistemas denominados dissipativos, que procuram estabelecer um fluxo com as cargas da nuvem, anulando a diferença de potencial entre nuvem e terra para, assim, evitar que a descarga atmosférica ocorra. No entanto, ele é cético em relação a esse sistema: “Se isso fosse possível, o fluxo seria tão intenso que haveria uma descarga similar ao próprio raio”, explicou. Segundo Bassi, a melhor maneira de anular uma descarga é permitindo que ela aconteça.

Outras pesquisas procuram desenvolver formas seguras de atrair os raios, como acontece no Japão, por exemplo. Naquele país, os cientistas têm testado a utilização de lasers para atrair os raios e, no futuro, tornar possível o desenvolvimento de pára-raios mais eficientes.

Com a utilização de pára-raios, seria até possível conceber uma linha completamente imune às descargas, como destaca o professor Piantini. No entanto, o custo seria tão elevado que não justificaria o investimento. “Basicamente, a melhor alternativa é realizar a aplicação de pára-raios. Se pudéssemos colocá-los em todos os postes e condutores da linha, não haveria problema. Por que não se faz isso? Porque é inviável”, explicou.

Para Osmar Pinto Jr., do Inpe, as técnicas para desviar o curso do raio poderiam ser aplicadas no futuro em locais que necessitam de proteção adicional, como em centrais nucleares ou centrais computacionais sofisticadas. “Mas são apenas pesquisas, ainda não existem aplicações práticas”, diz. ■

