

XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

PREVISÃO METEOROLÓGICA E MONITORAMENTO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Cesar Augustus Assis Beneti
Eduardo Alvim Leite

Instituto Tecnológico SIMEPAR

Palavras-chave: meteorologia, previsão do tempo,
descargas atmosféricas, aplicações.

Foz do Iguaçu, 19 a 23 de novembro de 2000

1. INTRODUÇÃO

O SIMEPAR é um empreendimento tecnológico criado para prover a sociedade de dados e previsões meteorológicas, hidrológicas e ambientais e promover a pesquisa científica, o desenvolvimento tecnológico e a capacitação de recursos humanos nas áreas das Ciências Atmosféricas e Ambientais. Além disso, o fato do SIMEPAR ter sido originalmente concebido na forma de um convênio entre a Companhia Paranaense de Energia – COPEL e o Instituto Agrônomico do Paraná – IAPAR, contribuiu para a formação de um ambiente adequado para o desenvolvimento de produtos ajustados às necessidades do setor elétrico.

Hoje, o SIMEPAR dispõe de infra-estrutura física e humana de alta qualidade, que permite o desenvolvimento de produtos especializados e de alto conteúdo tecnológico, capazes de atender demandas específicas daquele setor. O atendimento a tais interesses pode ser realizado de duas formas:

- através da produtos operacionais, os quais são produtos que podem ser aplicados nas operações rotineiras de empresas do setor elétrico, sejam elas de geração, transmissão ou distribuição de energia, reduzindo riscos na operação hidro-energética, diminuindo custos de manutenção de linhas de transmissão e distribuição, agregando segurança em novos projetos, fornecendo informações para avaliação da viabilidade de exploração de fontes alternativas de energia, etc.
- através da contratação de projetos de desenvolvimento tecnológico, os quais geram produtos totalmente personalizados, capazes de atender demandas especiais de cada cliente.

Os produtos operacionais, rotineiramente fornecidos pelo SIMEPAR são:

- Monitoramento hidro-meteorológico e ambiental;
- Previsão meteorológica: vigilância meteorológica e previsão do tempo para até 5 dias;
- Previsão climática;
- Dados históricos do sistema de monitoramento hidro-meteorológico do SIMEPAR.

Para o setor elétrico, os seguintes programas de desenvolvimento tecnológico voltados à aplicação das informações hidro-meteorológicas estão também disponíveis:

- Estudos de impactos de variáveis meteorológicas no desempenho de linhas e redes;
- Estudos climatológicos;
- Hidro-meteorologia e otimização energética;
- Estudos de impactos ambientais;
- Previsão numérica de tempo em escala regional.;
- Consultoria técnica em telemetria e sensoriamento remoto;
- Aferição e calibração de sensores hidro-meteorológicos e ambientais.

Além dos produtos acima relacionados, o SIMEPAR está capacitado a prestar serviços em projeto, implantação, operação e manutenção de redes de monitoramento hidro-meteorológico.

Neste trabalho, serão apresentados os sistemas de monitoramento hidro-meteorológico do SIMEPAR, mais detalhadamente o sistema de detecção de descargas atmosféricas, bem como aplicações de um sistema de monitoramento e previsão do tempo para o setor elétrico.

2. SISTEMAS DE MONITORAMENTO HIDRO-METEOROLÓGICO

Desde a instituição do SIMEPAR em 17 de março de 1993, está sendo instalada toda a infra-estrutura de equipamentos para monitoramento e previsão hidro-meteorológica no SIMEPAR. A Figura 1 ilustra a localização dos seguintes sistemas de monitoramento hidro-meteorológicos, presentes na fase atual e adiante descritos:

- Rede telemétrica hidro-meteorológica de superfície;
- Radar meteorológico Doppler;
- Recepção de imagens de satélites meteorológicos;
- Sistema computacional;
- Detecção e localização de descargas atmosféricas.

2.1. REDE TELEMÉTRICA HIDRO-METEOROLÓGICA DE SUPERFÍCIE

A rede telemétrica hidro-meteorológica de superfície é constituída atualmente por 35 estações meteorológicas e 34 estações hidrológicas, cujas localizações estão ilustradas na Figura 1. Esta rede foi projetada para prover o SIMEPAR de informações sobre condições meteorológicas e hidrológicas ao longo do Estado do Paraná.

As estações hidrológicas medem automaticamente a precipitação e o nível de água, coletando informações a cada 15 minutos, e as estações meteorológicas coletam dados horários de temperatura, umidade do ar, precipitação, velocidade e direção do vento, pressão atmosférica e radiação solar global.

As informações transmitidas por satélite ao Centro de Monitoramento e Previsão do SIMEPAR em períodos de 3 horas para as meteorológicas e 4 horas para as hidrológicas. Os dados das estações são recebidos, processados e disponibilizados para armazenamento no banco de dados, integração com os demais sistemas de informações hidro-meteorológicas do SIMEPAR utilizados no monitoramento e previsão do tempo, e ainda disseminação para os usuários.

2.2. RADAR METEOROLÓGICO DOPPLER

O Sistema de Radares Meteorológicos do SIMEPAR foi concebido como uma rede de três radares meteorológicos Doppler, cobrindo todo o estado do Paraná e regiões de interesse meteorológico circunvizinhas, com a finalidade de:

- monitoramento da precipitação e de eventos de tempo severo (chuvas intensas, ventos fortes, granizo, descargas atmosféricas);
- estimativa da intensidade da chuva com grande resolução espacial e temporal
- previsão a curtíssimo prazo (0 a 3 horas) usando observações dos radares, juntamente com informações da rede telemétrica de superfície, imagens de satélite, sistemas de detecção de descargas atmosféricas e modelos numéricos de previsão do tempo.

Atualmente, o SIMEPAR tem em operação o primeiro radar Doppler, instalado na região central do estado (município de Teixeira Soares), e em operação desde outubro de 1998. A cobertura qualitativa deste radar abrange todo o Paraná, Santa Catarina, parte do centro-sul de São Paulo e norte do Rio Grande do Sul. A área quantitativa (com medidas de precipitação e vento) é de 240km de raio, cobrindo todo o centro e o leste do Paraná.

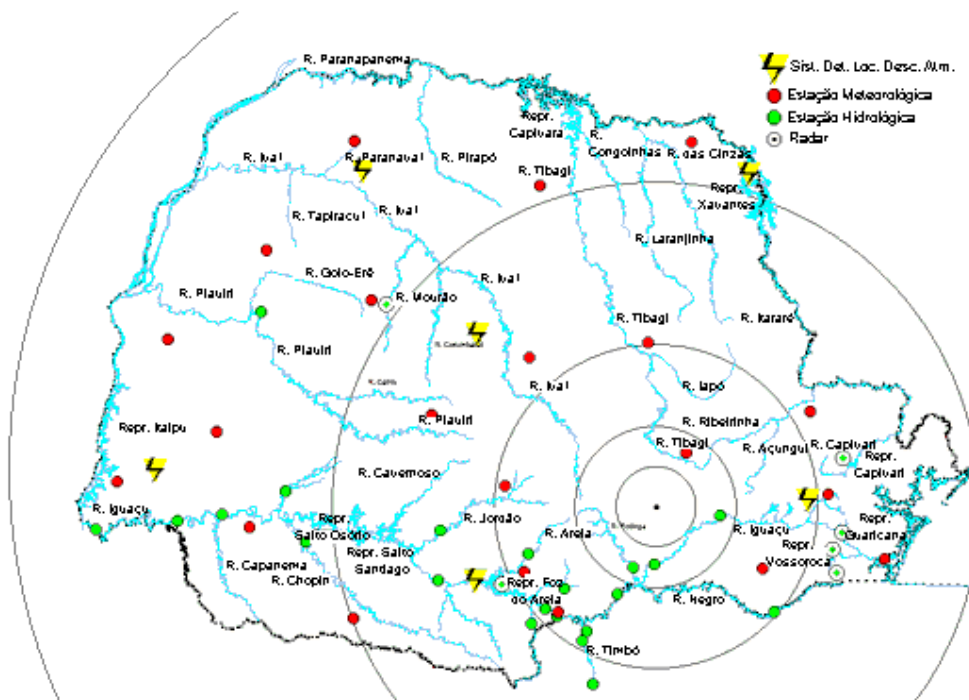


Figura 1 – Localização dos sensores e equipamentos de monitoramento do SIMEPAR.

O sistema de aquisição dos dados é configurado de tal forma a permitir uma avaliação de alta resolução espacial (área mínima de 4km^2) e temporal (com atualização entre 10 e 15 minutos) das informações de precipitação e vento. Os diversos produtos gerados a partir dos dados de radar são transmitidos para o Centro de Monitoramento e Previsão do Tempo no SIMEPAR e analisados pelos meteorologistas treinados para tal função.

2.3. RECEPÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE METEOROLÓGICO

O Sistema de Recepção e Processamento de Imagens de Satélites é responsável pela recepção em tempo real de dados de alta resolução dos satélites meteorológicos das séries GOES e NOAA, bem como pelo processamento e visualização de produtos tais como: detecção de nevoeiros, detecção de queimadas, estimativa de precipitação por satélite, perfil vertical de temperatura e umidade, entre outros, que são utilizadas pelos meteorologistas do SIMEPAR no monitoramento e previsão do tempo, como também para atividades de pesquisa em modelagem numérica da atmosfera.

2.4. SISTEMA COMPUTACIONAL

A infra-estrutura computacional do SIMEPAR compreende computadores de alto desempenho para a utilização de processamento paralelo na previsão numérica de tempo e outras aplicações em ciências atmosféricas e ambientais, bem como o sistema para armazenamento de grande volume de dados oriundos dos diversos sistemas de monitoramento e ainda suporte apropriado para o desenvolvimento de aplicativos, suporte à rede interna e de disseminação de informações por meio eletrônico.

2.5. SISTEMA DE DETECÇÃO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

O Sistema de Detecção de Descargas Atmosféricas utiliza a tecnologia denominada “Sistema de Localização e Rastreamento de Raios” (“Lightning Positioning and Tracking System” – LPATS) da Global Atmospheric Inc. (GAI). O LPATS processa dados transmitidos dos sensores remotos sincronizados através do Sistema de Posicionamento Global (“Global Positioning System”, GPS), proporcionando informações de temporização de raios com resoluções de até 100 nanossegundos, e indicando, além da localização e tempo da ocorrência da descarga, a polaridade e amplitude máxima da corrente de retorno (em kA).

Através das informações de descargas atmosférica, são gerados produtos destinados a aplicações na previsão de tempo, na análise e manutenção de sistemas elétricos, em projetos de proteção de redes de transmissão e distribuição de energia e de telecomunicações, na emissão de laudos de análise de eventos severos para seguradoras e empresas de engenharia em geral, entre outros produtos.

Dois tipos básicos de sensores são utilizados, atualmente: LPATS série III e série IV e IMPACT. As diferenças entre os dois tipos de sensores estão, principalmente, na forma de processamento da localização das descargas de raios e no número mínimo de sensores para identificação da descarga atmosférica:

- LPATS III e IV empregam o algoritmo TOA (“Time Of Arrival” – tempo de chegada) para detectar e localizar raios, sendo necessário um mínimo de 3 sensores (atualmente as centrais de processamento da RIDAT utilizam mínimo de 4 sensores) para definir com precisão a localização do evento;
- IMPACT (“IMProved Accuracy from Combined Technology”) que emprega uma combinação do algoritmo TOA e de MDF (“Magnetic Direction Finding” – busca de direção magnética), necessitando apenas dois sensores deste tipo para localizar descargas atmosféricas.

Os sinais dos sensores são transmitidos através de canal de comunicação dedicado para a central de processamento, onde são processados e distribuídos para unidades de visualização e armazenamento de dados. A Figura 2 apresenta um diagrama da central de processamento atualmente em uso no Brasil.

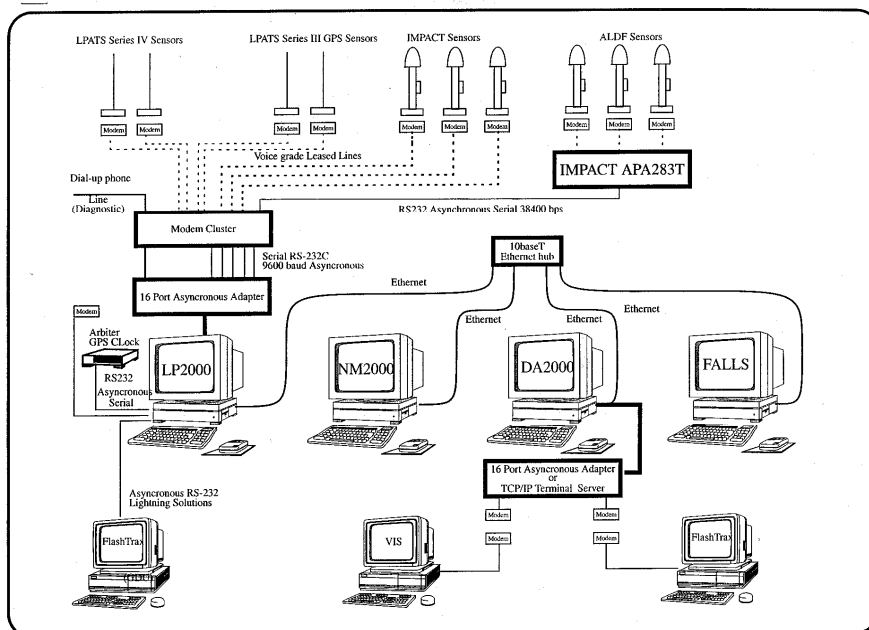


Figura 2 – Diagrama da central de processamento, visualização e armazenamento do sistema de detecção de descargas atmosféricas (APA2000 da GAI).

O sistema de computador LP2000 configura, monitora, coleta, armazena e processa as informações detectadas pelos sensores remotos. As posições dos raios e os parâmetros relacionados (intensidade, polaridade) são obtidas usando uma combinação de informações de ângulo, tempo e intensidade do sinal.

A central de processamento LP2000 pode armazenar os dados brutos dos sensores ou ainda transmitir para outro sistema de armazenamento (DA2000) que permite acesso gerenciado utilizando ferramentas do tipo Sybase para armazenamento e acesso dos dados em tempo real e de históricos com informações de descargas, através de softwares de visualização.

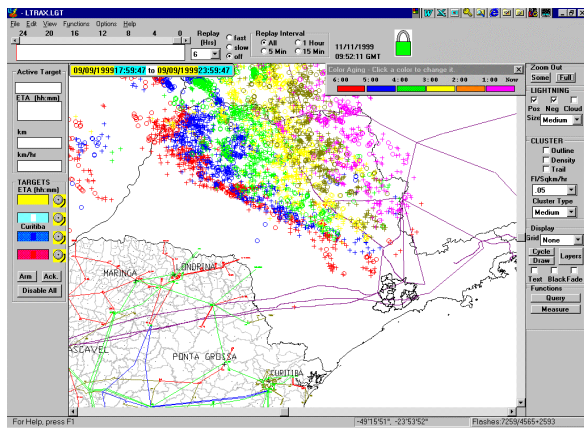
A visualização das informações de descargas atmosféricas pode ser feita através de computadores conectados diretamente à central LP2000, ao sistema de banco de dados DA2000 ou ainda por central do tipo NM2000 que além da visualização também pode ser utilizada para configurar remotamente uma LP2000.

Diversos softwares de visualização desenvolvidos pela GAI são utilizados e avaliados no Brasil, como por exemplo FALLS ("Fault Analysis and Lightning Location System" – sistema de localização de descargas atmosféricas e analisador de falhas), LTrax ("real-time Lightning Tracking software" – sistema de acompanhamento de descargas atmosféricas em tempo-real), e ainda estão sendo utilizados aplicativos desenvolvidos no SIMEPAR para visualização e disseminação das informações de descargas atmosféricas.

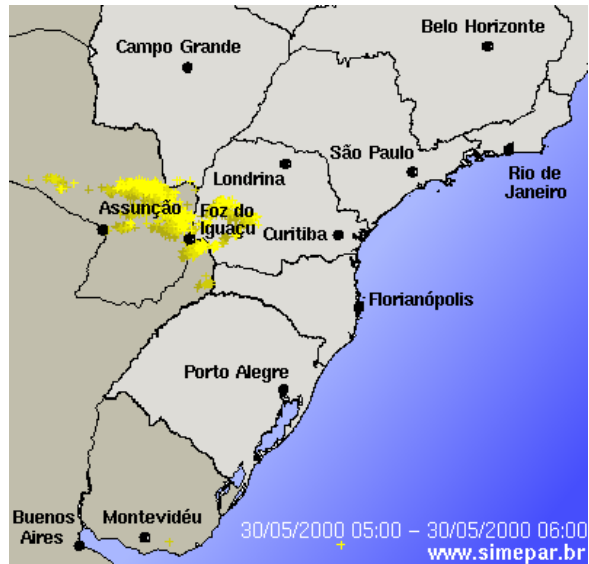
Os resultados obtidos após o processamento são distribuídos a unidades de visualização. Em geral, os produtos de visualização gerados pela interface do usuário do sistema são:

- localização de descargas atmosféricas nuvem-terra contendo dados de localização (latitude/ longitude, UTM), temporais (data/hora de ocorrência com precisão da ordem de microsegundos) e de características das descargas (valor estimado do pico da corrente de retorno, tempo de ascensão ao pico, tempo do pico até o valor zero, e polaridade);
- localização de descargas atmosféricas inter-nuvens contendo dados de localização e temporais;
- número de componentes detectados se a descarga for de natureza múltipla.

As Figuras 3 e 4 a seguir mostram exemplos de aplicativos utilizados para visualização das informações de descargas atmosféricas e para análise de falhas de energia, respectivamente.

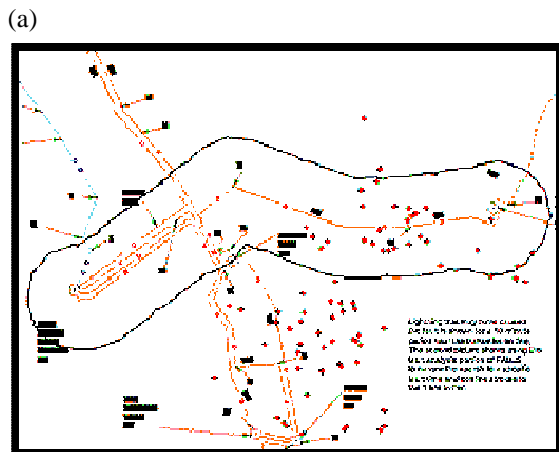


(a)



(b)

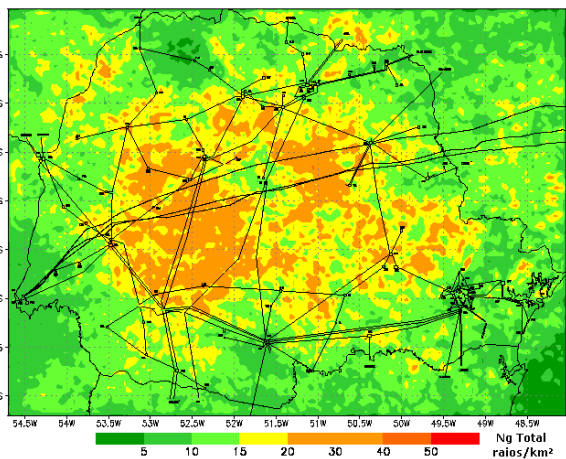
Figura 3 – Exemplos de sistemas de visualização de descargas atmosféricas disponíveis: (a) LTRaX (Real-time lightning tracking software), da GAI, aplicativo Windows para identificação e previsão de curtíssimo prazo de tempestades; (b) Sistema de visualização desenvolvido pelo SIMEPAR para disseminação via internet, com possibilidade de integração de outros sistemas de monitoramento de tempestades (radares e satélites).



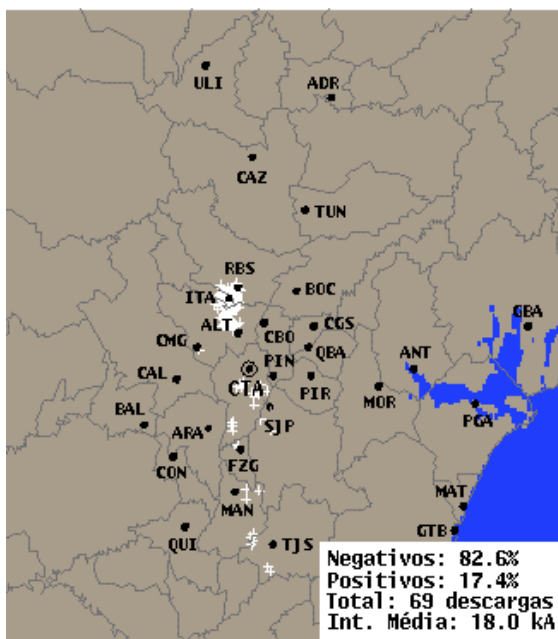
(a)

(b)

Densidade de Descargas Atmosféricas no Estado do Paraná
Total 1996-2000



03/05/2000 18:00 – 03/05/2000 18:30



Negativos: 82.6%
Positivos: 17.4%
Total: 69 descargas
Int. Média: 18.0 kA

www.simepar.br

(c)

Figura 4 – Exemplos de utilização das informações do sistema de detecção de descargas atmosféricas para análise de desempenho de sistemas elétricos:

- (a) FALLS (Fault Analysis and Lightning Location System) da GAI, para análise da exposição de sistemas elétricos a descargas atmosféricas, com sistema de informação geográfica (GIS) e banco de dados relacional;
- (b) Mapa de densidade de descargas atmosféricas para o Paraná;
- (c) Aplicativo desenvolvido para análise de falhas e exposição a descargas atmosféricas usando sistema próprio de

consulta ao banco de dados DA2000 e visualização.

A qualidade dos resultados obtidos em termos de eficiência e precisão na detecção e localização das descargas atmosféricas é determinada por um grande número de fatores, incluindo a eficiência individual de cada sensor, o número médio de sensores que contribuem para a localização das descargas e a distância entre os sensores.

A GAI dispõe de modelo para estimar inicialmente a eficiência/precisão de uma dada rede, utilizado principalmente para análise de redes futuras, porém os modelos apresentam, geralmente, resultados melhores que os observados (como por exemplo o estudo de Petersen e outros 1996).

Porém, para se ter uma idéia da qualidade das informações de uma rede, pode-se comparar os valores obtidos para a NLDN dos Estados Unidos (NLDN – “National Lightning Detection Network”). Nesta rede, a distância média entre os sensores também é de 200 a 300km, e os sensores são do tipo LPATS III e IV e também IMPACT, porém com ganho de sinal aumentado (Cummins e outros 1998). A Tabela 1 apresenta as estimativas da precisão (com probabilidade de 50%, 95% e 99% que o raio ocorreu na região dos sensores) e eficiência de detecção de descargas atmosféricas da NLDN.

Para algumas regiões do Brasil, os valores de eficiência e precisão da localização das descargas deve estar entre os valores encontrados para os anos de 1994 e 1995 para a rede NLDN, sendo necessário levar em conta ainda que o desempenho depende fortemente de diversos fatores como manutenção e calibração dos sensores, distribuição entre IMPACT e LPATS, e distância média entre os sensores.

Com o convênio da RIDAT pretende-se avaliar melhor as condições de eficiência de detecção e precisão na localização das descargas atmosféricas, não apenas através de modelos como o proposto pela GAI, porém também com a comparação independente dos resultados de processamentos de cada central da RIDAT.

Tabela 1 – Estimativas da precisão dos dados de descargas e eficiência de detecção para o NLDN (Cummins e outros 1998)

ANO	50%	95%	99%	EFICIÊNCIA
1992	2 a 4km	4 a 8km	5 a 10km	65 a 80%
1993	2 a 4km	4 a 8km	5 a 10km	65 a 80%
1994	2 a 4km	4 a 8km	5 a 10km	65 a 80%
1995	0.5 a 1km	1 a 2 km	1.3 a 2.6km	80 a 90%

3. MONITORAMENTO E PREVISÃO DO TEMPO

A integração de um sistema de detecção de descargas atmosféricas com radares e satélites meteorológicos permite a vigilância meteorológica de uma extensa área. Os sistemas de detecção de descargas e de radar apresentam capacidade de vigilância com menor intervalos de tempo entre as observações, e maior resolução espacial. Porém, apresentam alcance em área muito menor quando comparados com satélites meteorológicos, por exemplo, utilizados para monitorar as tempestades que ainda não entraram no raio de alcance do radar.

As informações meteorológicas convencionais (das estações meteorológicas e das radiossondagens) e dos modelos numéricos de tempo (globais e de mesoescala) complementam o sistema de vigilância, extendendo o limite do monitoramento e da previsão do tempo.

Quando se compara as informações conjuntas do sistema de radar e de detecção de descargas atmosféricas, pode se perceber que o sistema de detecção de descargas atmosféricas permite um bom acompanhamento das tempestades eletricamente ativas em uma área de cobertura maior que a do radar, porém não permite uma avaliação quantitativa da evolução temporal e espacial da tempestade com relação ao deslocamento e estágio de vida das tempestades isoladas.

Com as informações do radar pode-se inferir a quantidade de precipitação associada, bem como monitorar áreas com potencial para se tornarem severas, e ainda, ser utilizado na previsão de muito curto-prazo (0 a 3 horas) quando acoplado a modelos numéricos de mesoescala, ou mesmo a partir da extrapolação de seus campos de precipitação e vento.

A Figura 5a, mostra um exemplo de integração do sistema de detecção de descargas atmosféricas com o radar meteorológico Doppler do SIMEPAR, que entrou em operação em 1998 (Beneti e outros 1998), para fins de monitoramento de tempestades severas na área de cobertura desse radar (Paraná, Santa Catarina, sul de São Paulo e norte do Rio Grande do Sul).

A integração das informações do sistema de detecção de descargas atmosféricas com informações dos satélites meteorológicos permite também monitorar o deslocamento de sistemas convectivos (e também sistemas frontais) eletricamente ativos antes de penetrarem na área de monitoramento do radar meteorológico. Um exemplo está apresentado na Figura 5b, com um sistema frontal atuando com chuvas de intensidade moderada e descargas atmosféricas nos estados de Santa Catarina, Paraná, prosseguindo pelo Atlântico.

Embora, neste exemplo, a maior parte das descargas atmosféricas esteja ocorrendo fora da área dos sensores e conseqüentemente a eficiência de detecção e precisão na localização das descargas seja menor, com erros entre 4 a 10km, aproximadamente, para fins meteorológicos de identificação da atividade convectiva nos sistemas frontais este tipo de informação se apresenta muito útil.

Com o sistema de detecção de descargas atmosféricas, é comum a observação de descargas atmosféricas associadas a sistemas frontais com forte atividade convectiva em regiões mais distantes como Uruguai, nordeste da Argentina e Paraguai.

O Centro de Monitoramento e Previsão do Tempo do SIMEPAR conta com um grupo de meteorologistas treinados para utilização das informações disponibilizadas pelos sistemas de monitoramento hidro-meteorológico apresentados neste trabalho, e elaboração de produtos de previsão do tempo em várias escalas temporais e espaciais.

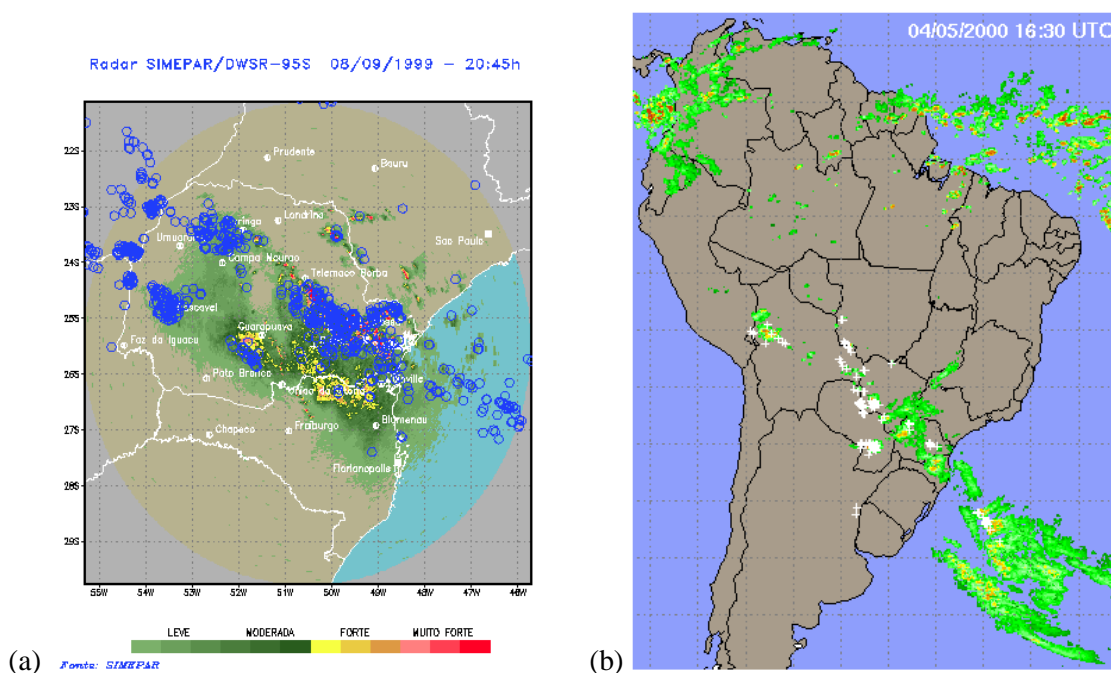


Figura 5 – (a) Integração de informações do radar meteorológico Doppler do SIMEPAR com sistema de descargas atmosféricas. (b) Integração de satélite meteorológico com descargas atmosféricas.

A Previsão Meteorológica consiste, na realidade, de 3 produtos que se diferenciam pelo seu horizonte de previsão e pelos eventos que podem ser previstos, quais sejam:

- Vigilância Meteorológica, cujo horizonte de previsão é de até 6 horas, consiste no monitoramento (vigilância) das condições de tempo geralmente associadas à formação, evolução e dissipação de tempestades e fenômenos associados (precipitação intensa, descargas atmosféricas, rajadas de ventos, e queda brusca da temperatura), bem como a previsão do deslocamentos das mesmas, durante o curto intervalo de tempo de atuação. Entre os produtos da Vigilância Meteorológica estão os alertas de eventos severos e a previsão de precipitação a curtíssimo (0 a 2 h) prazo.
- Previsão a Curto Prazo, para um período de 24 horas, está associada à evolução temporal dos sistemas de tempo que apresentam um período de atuação sobre uma determinada área, maior que as tempestades, tais como frentes frias, áreas de instabilidade e massas de ar frio). As previsões a curto prazo incluem informações de temperaturas média, mínima e máxima diárias, sensibilidade térmica, precipitação, cobertura de nuvens, nebulosidade, vento e visibilidade.
- Previsão a Médio Prazo, para até 5 dias, indicam a tendência das condições do tempo associada ao deslocamento dos sistemas de tempo (sistemas frontais, massas de ar frio) numa determinada área, para períodos maiores que 1 dia.

4. DETECÇÃO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - APLICAÇÕES

A necessidade de fornecer energia de melhor qualidade tem impulsionado as empresas do setor elétrico a aumentar o conhecimento da relação entre descargas atmosféricas e o desempenho do sistema elétrico.

É internacionalmente reconhecido que as descargas atmosféricas são a principal causa dos desligamentos não programados nos sistemas de transmissão e distribuição de energia, representando entre 40% a 60% desses desligamentos, com valores ainda maiores quando há alta incidência de descargas em terrenos de alta resistividade. Além disso, curto-circuitos causados pelas descargas atmosféricas, ainda que eliminados pelas proteções, causam afundamentos de tensão que são um dos tipos de defeitos, na qualidade de energia fornecida, que causam mais problemas aos consumidores industriais com processos controlados eletronicamente.

Mais especificamente para o setor elétrico, podem ser citadas as seguintes aplicações e benefícios:

- Antecipação da ocorrência de relâmpagos nas linhas de transmissão e distribuição, com alertas para regiões específicas do sistema elétrico;
- Localização precisa das descargas nuvem-terra em tempo real, podendo ser correlacionada em tempo e espaço com falhas detectadas na rede, o que pode facilitar procedimentos de manutenção e minimizar tempos de desligamento de consumidores;
- Administração da rede com melhoria da qualidade de serviço, uma vez se pode identificar áreas com maior probabilidade de ocorrência de descargas em curto intervalo de tempo, permitindo assim otimizar a seleção as linhas de transmissão para transporte de energia e também otimizar o nível de produção de usinas específicas nas áreas de exposição às descargas;
- Melhoria no gerenciamento das operações de manutenção durante situações de tempestades com descargas atmosféricas, com a organização e deslocamento de pessoal para manutenção de acordo com a previsão de deslocamento das tempestades;
- Informação para consumidores industriais que têm equipamentos ou atividades sensíveis à ocorrência de descargas atmosféricas ou a falhas e sobretensão ocasionadas pelas descargas;
- Avaliação de alternativas de planejamento de novos sistemas de transmissão e distribuição de energia e em projetos de alocação de pára-raios em linhas de distribuição;
- Análise do desempenho da proteção de linhas contra descargas atmosféricas;
- Análise estatística regional de parâmetros de raios, tais como densidade média anual por quilômetro quadrado (e também níveis isoceráunicos) e distribuição de intensidades do valor máximo estimado de corrente de retorno dos raios.

5. RIDAT – REDE INTEGRADA DE DETECÇÃO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Em 1998, um Convênio de Cooperação Técnico-Científica, firmado entre a COPEL (Companhia Paranaense de Energia) através do SIMEPAR, a CEMIG e FURNAS, tornou possível a integração dos sistemas de detecção de descargas atmosféricas operados por estas empresas formando a RIDAT – Rede Integrada de Detecção de Descargas Atmosféricas no Brasil (Beneti e outros, 2000).

Com a integração, os dados dos sensores são compartilhados entre as três centrais de processamento da RIDAT (Curitiba/PR, Rio de Janeiro/RJ e Belo Horizonte/MG), estendendo a área de monitoramento e, por consequência, melhorando a eficiência na detecção e a acurácia da informação de localização das descargas atmosféricas. A Figura 6 apresenta a localização dos sensores atualmente instalados no Brasil, integrados e operados pela RIDAT.

Os objetivos principais da RIDAT são:

- Intercâmbio de informações técnico-científicas;
- Intercâmbio dos sinais obtidos pelos sensores das redes de detecção;
- Integração dos procedimentos de análise, manutenção e operação conjunta.

Embora o Convênio da RIDAT tenha sido firmado inicialmente pelas três empresas (SIMEPAR, CEMIG e FURNAS), há interesse de outras instituições em participar deste convênio, ampliando a cobertura da rede integrada. Em área de monitoramento, a RIDAT do Brasil ocupa a terceira posição no mundo (as duas outras grandes redes existentes estão nos Estados Unidos e Canadá).

A Tabela 2 apresenta os sensores (localização e tipo de sensor) atualmente instalados e em uso no Brasil.

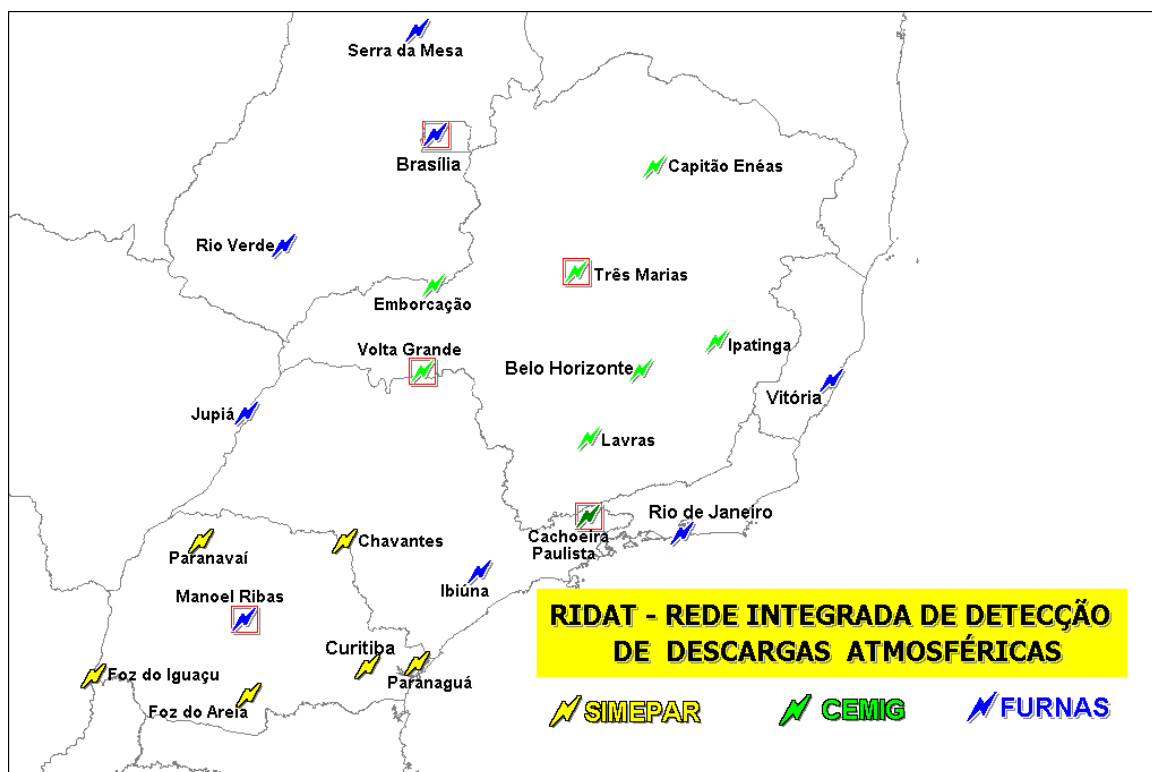


Figura 6 – Localização dos sensores de detecção de descargas atmosféricas da RIDAT.

Tabela 2: Lista de sensores de detecção de descargas atmosféricas da RIDAT no Brasil.

Cidade	UF	Empresa	Sensor	Cidade	UF	Empresa	Sensor
Serra da Mesa	GO	FURNAS	LPATS IV	Capitão Enéas	MG	CEMIG	LPATS III
Brasília	DF	FURNAS	IMPACT	Emborcação	MG	CEMIG	LPATS III
Rio Verde	GO	FURNAS	LPATS IV	Lavras	MG	CEMIG	LPATS III
Vitória	ES	FURNAS	LPATS IV	Belo Horizonte	MG	CEMIG	LPATS III
Rio de Janeiro	RJ	FURNAS	LPATS IV	Cachoeira Pta.	SP	INPE	IMPACT
Jupia	SP	FURNAS	LPATS IV	Foz do Iguaçu	PR	SIMEPAR	LPATS III
Ibiúna	SP	FURNAS	LPATS IV	Foz do Areia	PR	SIMEPAR	LPATS III
Manoel Ribas	PR	FURNAS	IMPACT	Paranavaí	PR	SIMEPAR	LPATS III
Volta Grande	MG	CEMIG	IMPACT	Chavantes	PR	SIMEPAR	LPATS III
Três Marias	MG	CEMIG	IMPACT	Curitiba	PR	SIMEPAR	LPATS III
Ipatinga	MG	CEMIG	LPATS III	Paranaguá	PR	SIMEPAR	LPATS III

As informações da RIDAT para os órgãos de operação e manutenção têm sido bastante úteis para, dentre outras aplicações: realizar manobras operativas no sentido de evitar desligamentos locais ou mesmo regionais; alertar antecipadamente as equipes de manutenção reduzindo assim os tempos de restabelecimento dos sistemas elétricos; auxiliar na localização de defeitos em linhas de transmissão e distribuição com também avaliar o desempenho das linhas de transmissão e distribuição existentes; e ainda avaliar se as melhorias realizadas estão sendo suficientes.

6. PERSPECTIVAS FUTURAS

A Figura 6 apresenta a localização dos sensores e os indicativos de expansão da RIDAT. A médio prazo, prevê-se a expansão para outras regiões do Brasil e países vizinhos. Para o centro-oeste e norte do Brasil, espera-se que haja expansão através da integração com o Projeto SIVAM, e para o Mato Grosso do Sul, prevê-se ainda a expansão através de parcerias com as empresas elétricas atuantes na região. O mesmo espera-se para o sul do Brasil, com parcerias com as empresas elétricas e também com centros regionais de meteorologia. A expansão para o Paraguai e nordeste argentino deverá ocorrer através de parcerias com as empresas de energia elétrica e serviços meteorológicos desses dois países.

Na Figura 6 também está representada a área de cobertura dos radares meteorológicos em operação nos estados de Paraná e São Paulo que também estão em fase de integração. Como foi mostrado neste trabalho, a integração de uma rede de detecção de descargas atmosféricas com radares meteorológicos e satélites permite a vigilância meteorológica de uma extensa área, como também a possibilidade de previsão do tempo a curtíssimo prazo trazendo benefícios não apenas para as empresas de energia elétrica, mas também para toda a sociedade em seus diversos setores.

A RIDAT está com menos de dois anos de operação e já promoveu o I Workshop da RIDAT, em maio deste ano, no Rio de Janeiro. Esta foi uma ocasião oportuna para a interação de empresas e instituições cujas operações estão sujeitas a interrupções causadas por descargas atmosféricas com instituições de ensino e pesquisa, além de instituições responsáveis pela segurança pública. Espera-se que nos próximos eventos dessa natureza haja maior interação entre essas diversas áreas da sociedade e que novos estudos e produtos sejam desenvolvidos e apresentados para minimizar os impactos das descargas atmosféricas em nossas vidas.

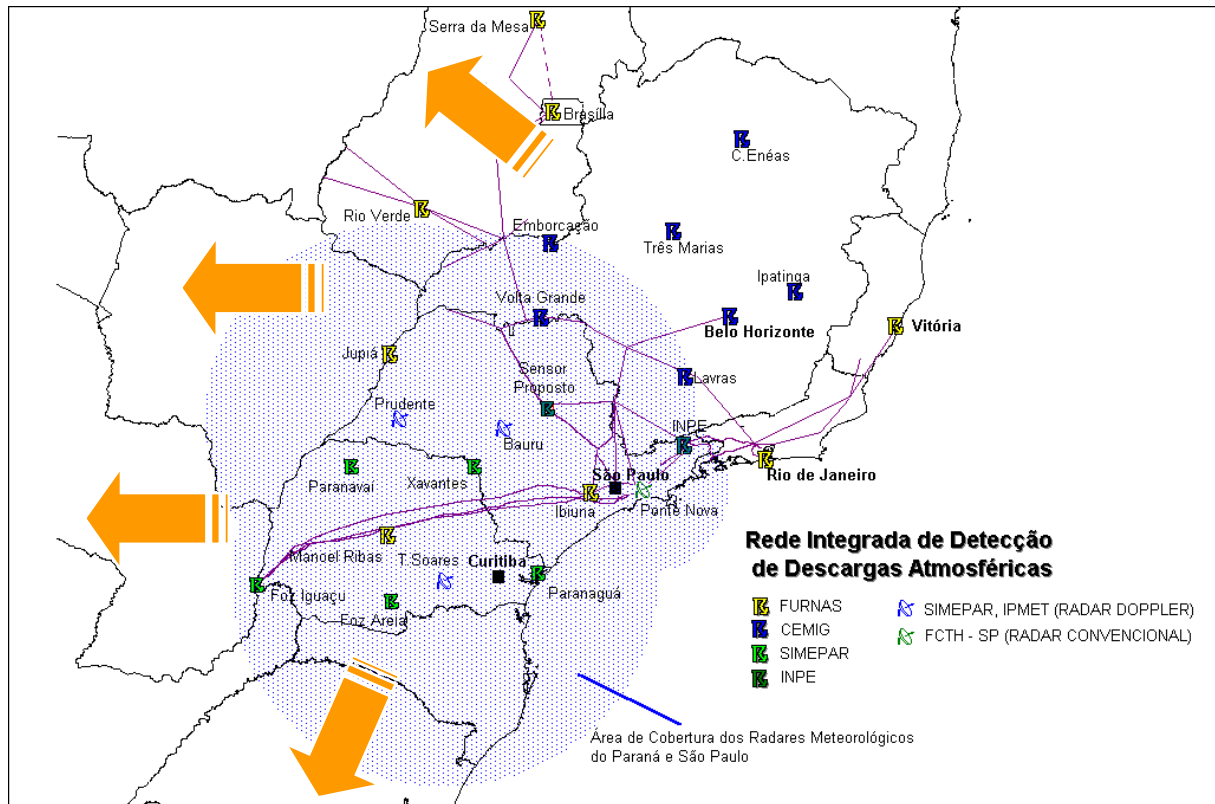


Figura 6 – Perspectivas de expansão da RIDAT e área de cobertura dos radares do Paraná e São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Beneti, C.A.A., Nozu I., Saraiva E.S. Monitoramento da precipitação e de eventos de tempo severo com radar meteorológico no estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10, CONGRESSO FLISMET, Brasília-DF. 1998 (CD-ROM).
- Beneti, C.A.A., Leite E. A., Garcia S. A. M., Assunção L. A. R., Cazeta Filho A., Reis R. J. RIDAT – Rede Integrada de Detecção de Descargas Atmosféricas no Brasil: situação atual, aplicações e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, Rio de Janeiro, RJ. 2000 (aceito)
- Cummins, K.L., Murphy M.J., Bardo E.A., Hiscox W., Pyle R.B., Pifer A.E. A combined TOA/MDF technology upgrade of the U.S. National Lightning Detection Network. *J. Geo. Res.*, **103** (D8), 9035-9044. 1998
- Petersen, W.A., Rutledge S.A., Orville R.E. Cloud-to-ground lightning observations from TOGA COARE: selected results and lightning location algorithms. *Mon. Weather Rev.*, **124**, 602-620. 1998