

Caracterização das Descargas Atmosféricas na Área de Concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro

G. B. França, UFRJ e L.F.P.G. Maia, UFRJ

RESUMO

Alguns fatores naturais, como as *descargas atmosféricas*, podem ocasionar sérios problemas aos sistemas de transmissão de energia elétrica e também contabilizam vidas humanas perdidas, razão pela qual seu conhecimento merece atenção especial. O presente trabalho enfoca dois aspectos básicos relacionados à caracterização climatológica na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro e as informações sobre descargas atmosféricas oriundas do RIDAT – Rede Integrada de Detecção de Descargas Atmosféricas (composta pelas redes de monitoramento de descargas atmosféricas do SIMEPAR, CEMIG e FURNAS) na mesma área. No primeiro caso, a abordagem foi descritiva, com destaque aos principais mecanismos fenomenológicos e as características dos principais parâmetros meteorológicos. No segundo caso, foram analisadas as informações relativas à *densidade de descargas*, ao *nível cerâmico* e a *polaridade* das descargas atmosféricas, a partir dos arquivos adquiridos junto ao SIMEPAR. Praticamente, todas as análises se basearam nos produtos gráficos processados em bases mensais e sazonais. No que tange a análise da polaridade das descargas, esta tomou como base os registros históricos de localização, data/hora, pico de corrente, polaridade, entre outros relativos à ocorrência de descargas atmosféricas na área de concessão da LIGHT.

PALAVRAS-CHAVE

descargas atmosféricas, raios.

I. INTRODUÇÃO

A eletricidade constitui-se num dos pilares básicos sobre o que se assenta a sociedade moderna. Resulta difícil encontrar alguma atividade, seja doméstica, industrial ou social, em que o uso da eletricidade não se revele imprescindível.

A energia elétrica não pode ser armazenada: sua produção deve ser compatível com o consumo. Tal produção se dá em grandes proporções, a partir de um número relativamente limitado de centrais de grande potência, normalmente distantes dos centros de consumo.

Para levar a energia das centrais aos consumidores são utilizadas as linhas de transmissão que, graças a sua alta tensão, podem transferir grandes quantidades de energia a longas distâncias.

As linhas de transmissão são normalmente interconectadas, formando uma rede, o que permite, em caso de ocorrência de uma avaria temporal na própria rede ou em uma das centrais de produção, fazer chegar a ener-

gia por outro caminho ou desde outro ponto. Isto supõe uma maior segurança no abastecimento de energia e uma menor necessidade de centrais de produção.

Entretanto, alguns fatores naturais, como as *descargas atmosféricas*, podem ocasionar sérios problemas ao sistema de transmissão de energia elétrica. As *descargas atmosféricas* são responsáveis por aproximadamente 65% dos desligamentos em linhas de transmissão com tensões nominais até 230 kV.

As descargas atmosféricas ou raios que caem sobre as linhas de alta ou média tensão produzem sobre-tensões que se propagam até as subestações, podendo deteriorar os isolamentos até o ponto de produzir sua perfuração. Os isolamentos da aparelhagem se deterioram quando a tensão excede o nível de isolamento do equipamento, embora isto ocorra num intervalo de tempo muito curto (a ordem de magnitude para sobre-tensões atmosféricas é de microssegundos).

A incidência de descargas atmosféricas sobre uma dada região pode ser caracterizada pela *densidade de descargas* a terra, expressa em termos do número de descargas atmosféricas para a terra por km² - ano. Na sua indisponibilidade podem ser utilizados os *níveis cerâmicos*, que correspondem ao número de dias de trovoadas por ano na região. A resistividade do solo e a impedância do aterramento das estruturas são parâmetros fundamentais para o desempenho das linhas de transmissão com cabos pára-raios. O aumento desses parâmetros eleva o índice de desligamento das linhas de transmissão.

O presente trabalho enfoca os aspectos básicos relacionados à caracterização climatológica na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro e as informações sobre descargas atmosféricas oriundas do RIDAT para a mesma área, com o intuito de melhor se conhecer o fenômeno, aperfeiçoar a operação da rede e evitar a perda de vidas humanas.

II. METODOLOGIA

Foi feita inicialmente uma abordagem descritiva dos principais mecanismos fenomenológicos e as características dos principais parâmetros meteorológicos.

Em seguida, foram analisadas as informações relati-

vas à densidade de descargas, ao nível cerâmico e a polaridade das descargas atmosféricas, a partir dos arquivos gráficos e base de dados mensais processados pelo SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Estado do Paraná, englobando a janela 23.15S-21.75S/44.4W-42.4W, com resolução espacial de 4 km x 4 km.

As análises de densidade de descargas atmosféricas e de níveis cerâmicos tomaram como base os mapas mensais e anuais dos anos de 1999, 2000, 2001 e 2002.

As análises das intensidades máximas de corrente (kA) e das polaridades das descargas atmosféricas foram realizadas a partir dos registros históricos de dados de 15 meses, referentes aos períodos: outubro a dezembro de 2000, janeiro a março e outubro a dezembro de 2001, janeiro a março e outubro a dezembro de 2002.

O tratamento das informações referentes aos máximos valores de pico de corrente, em cada coordenada assinalada como tendo ocorrido descarga atmosférica, buscou registrar os maiores valores encontrados para cada tipo de polaridade (corrente positiva e corrente negativa), para os quais aplicou-se o software “surfer”, resultando em mapas de isolinhas de mesma intensidade de correntes máximas positivas e negativas.

III. RESULTADOS

A. Caracterização Climatológica

A Região Sudeste, devido à sua posição latitudinal, caracteriza-se por ser uma região de transição entre os climas tropicais quentes e os climas do tipo temperado das latitudes médias. O sul da Região Sudeste é afetado pela maioria dos sistemas frontais que atinge o sul do país. Muitas vezes os sistemas frontais frios não chegam a atingir o norte da referida Região, vindo a percorrer uma trajetória marítima afastada do continente.

A Região Sudeste é também caracterizada pela atuação de sistemas que associam características de sistemas tropicais com sistemas típicos de latitudes médias. Durante os meses de maior atividade convectiva, a “Zona de Convergência do Atlântico Sul - (ZCAS)” é um dos principais fenômenos que influenciam no regime de chuvas dessas Regiões. O fato da banda de nebulosidade e chuvas permanecerem semi-estacionárias por dias seguidos favorece a ocorrência de inundações em diversas áreas do Estado, como se tem visto em inúmeras ocasiões.

Nas regiões serranas do Estado são registrados os extremos mínimos de temperatura durante o inverno do Hemisfério Sul, enquanto as temperaturas mais elevadas são observadas no Estado de Mato Grosso. Essa região é caracterizada pela presença de intensa atividade convectiva nos meses de maior aquecimento radiativo. Um forte gradiente térmico no limite das Regiões Sudeste e Centro-Oeste também ocorre. Este gradiente é resultado do deslocamento das massas frias de altas latitudes, que afetam principalmente os estados do Sudeste e o Mato Grosso do Sul.

Em geral a precipitação distribui-se uniformemente nessas Regiões, com a precipitação média anual acumulada variando em torno de 1500 e 2000 mm. Dois núcleos máximos são registrados na região do Brasil Central e no litoral da Região Sudeste, enquanto que no norte de Minas Gerais verifica-se uma relativa escassez de chuvas ao longo do ano.

É marcante a diversidade climática do Estado do Rio de Janeiro, sobretudo quando se considera a grande dimensão de seu território. Não somente as temperaturas médias são fortemente influenciadas pela combinação relevo-altitude, mas também o regime e a distribuição dos totais pluviométricos são bastante modificados, segundo a posição do local.

As porções continentais fluminenses encontram-se imediatamente ao norte do Trópico de Capricórnio, o que garante um superávit energético de origem solar em praticamente todo o ano. Esse excesso de energia, por si só, é capaz de induzir a inúmeros mecanismos de circulação de pequena e média escala, seja no sentido horizontal como no vertical.

Outro elemento de significativa importância na caracterização climática do Estado do Rio de Janeiro é a presença do Oceano Atlântico ao longo dos seus limites meridionais e orientais. O Oceano funciona como um poderoso regulador térmico e promove uma ampla suavização das temperaturas nas porções mais litorâneas e mesmo até algumas centenas de metros, continente adentro. O transporte de umidade no sentido oceano-continente é mantido na maior parte do ano pelas brisas marítimas e pela circulação de larga-escala associada a borda oeste do “Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul – ASAS”. No entanto, este aporte é espacialmente variável, uma vez que as características de superfície (rugosidade) podem favorecer ou não a maior penetrabilidade dessas circulações. Pouco ainda se conhece quantitativamente acerca das configurações regionais das brisas marítimas no Rio de Janeiro. De certa maneira, tais mecanismos de circulação apresentam peculiaridades estruturais em função das interações superfície oceânica-atmosfera-superfície continental. A elevada umidade do ar e os elevados índices pluviométricos reinantes no Estado confirmam a influência da maritimidade no clima regional.

O maior entendimento dos diversos climas no Estado do Rio de Janeiro depende da combinação de fatores físicos locais e atmosféricos. Certamente, a interferência da topografia acidentada e compartimentada do Estado é marcante. Escarpas falhadas separam superfícies montanhosas, que mergulham para o interior, de outras planas a suavemente onduladas, que se estendem desde o Município do Rio de Janeiro até o Norte Fluminense, constituindo as baixadas litorâneas. A associação dos fatores topografia-maritimidade é responsável pelo aumento da turbulência do ar e processos de convecção, o que induz às formações de nuvens orográficas de grandes dimensões verticais, as quais tem poder de gerar

intensas chuvas e descargas atmosféricas localizadas nas Serras do Mar e da Mantiqueira.

Pode-se afirmar que o Estado do Rio de Janeiro encontra-se submetido, em praticamente todos os meses do ano, aos ventos de Leste a Nordeste, que sopram ao largo da borda ocidental do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, mas que são perturbados localmente pelas induções de circulações locais ao longo da linha-de-costa. A resultante seria de ventos praticamente perpendiculares à linha-de-costa, com ventos de Nordeste de Niterói para o Norte e de Sudeste a Sudoeste desde a Cidade do Rio de Janeiro ao extremo sul do litoral.

B. Densidade de Descargas Atmosféricas

Os mapas anuais de descargas atmosféricas dos anos de 1999, 2000, 2001 e 2002 são apresentados, respectivamente, nas Figuras 1, 2, 3 e 4. Nestes, vê-se que a distribuição das descargas atmosféricas varia de um mínimo de 1 a >12 raios caídos numa superfície unitária de 1 km² por ano, além de apresentarem algumas variações espaciais e quantitativas, significativas de ano para ano, associadas ao comportamento geral da atmosfera.

A variação mensal dos campos de descargas atmosféricas revela uma grande área preferencial de ocorrência de densidades com valores iguais ou superiores a 12 raios/

km²/ano posicionada entre as localidades de Quatis, Volta Redonda e Valença. Secundariamente, em menor escala espacial, destacam-se os setores em Três Rios e entorno e entre Nova Iguaçu e Petrópolis, com mais de 12 raios/km²/ano.

Quanto à atividade, o mês de janeiro se mostra com maior espalhamento de setores com valores iguais ou superiores a 12 raios/km²/ano, enquanto o mês de julho se revela como não tendo qualquer indicação de ocorrência de raios/km²/ano no período analisado, o que não elimina a possibilidade de uma ocorrência localizada e de curta-duração.

No acompanhamento mensal da densidade de descargas atmosféricas vê-se uma tendência de localização de núcleos de máximos valores relativos entre Barra Mansa, Volta Redonda, Barra do Pirai, Valença e Quatis. Tal configuração, entretanto, vai sendo diluída com o passar dos meses, levando ao surgimento de alguns pequenos núcleos de máximos relativos de valores iguais ou superiores a 12 raios/km²/dia nas imediações de Nova Iguaçu, indicando uma significativa alteração nas formações de Cb's, que passam a ser de origem frontal nos meses de inverno. De modo geral, a área do Médio Paraíba, posicionada na porção noroeste da área de concessão da LIGHT, se mostra com uma maior frequência de descargas atmosféricas em função, principalmente, da combinação dos fatores aquecimento solar-topografia-vegetação.

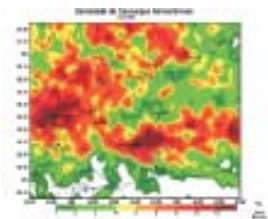


FIGURA 1 – Mapa de densidade de descargas atmosféricas na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no ano de 1999.

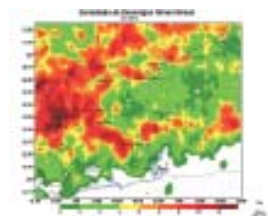


FIGURA 2 – Mapa de densidade de descargas atmosféricas na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no ano de 2000.

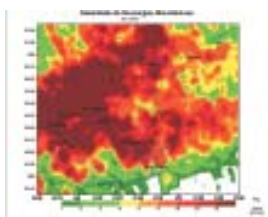


FIGURA 3 – Mapa de densidade de descargas atmosféricas na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no ano de 2001.

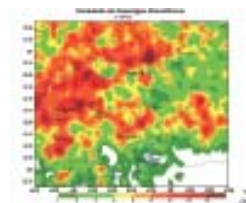


FIGURA 4 – Mapa de densidade de descargas atmosféricas na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no ano de 2002.

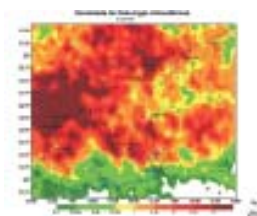


FIGURA 5 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de janeiro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

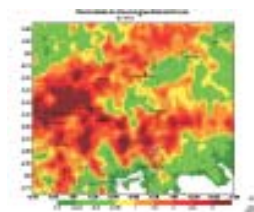


Figura 6 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de fevereiro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

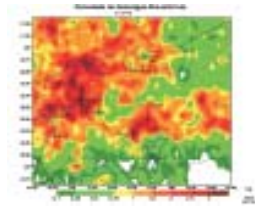


FIGURA 7 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de março na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

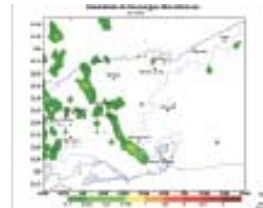


FIGURA 12 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de agosto na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

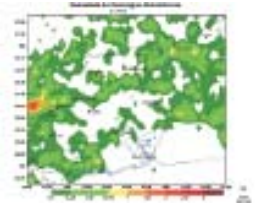


FIGURA 8 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de abril na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

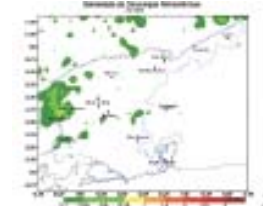


FIGURA 13 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de setembro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

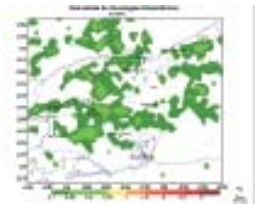


FIGURA 9 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de maio na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

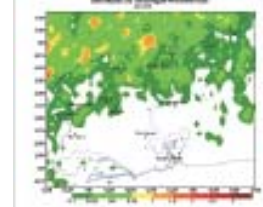


FIGURA 14 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de outubro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

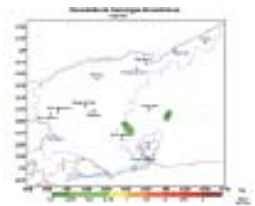


FIGURA 10 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de junho na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

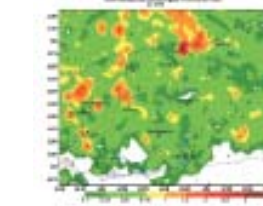


FIGURA 15 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de novembro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

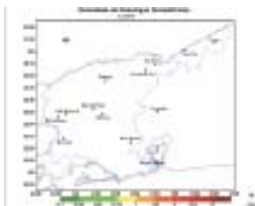


FIGURA 11 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de julho na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

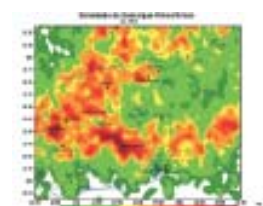


FIGURA 16 – Mapa de densidade média de descargas atmosféricas para o mês de dezembro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

C. Nível Cerâmico

O “nível isocerâmico” pode ser entendido como a quantidade de tormentas elétricas que ocorrem em um ano. O número de tormentas elétricas apresenta estreita relação com o número de descargas que ocorrem por unidade de superfície e unidade de tempo (ano).

Não resta dúvidas que o número de descargas elétricas por unidade de superfície (km²) por ano representa uma informação mais precisa, além de medir a probabilidade que tem um ponto do terreno de ser alcançado por uma descarga atmosférica.

São apresentados a seguir os resultados mais detalhados das análises dos mapas de níveis isocerâmicos anuais de 1999 a 2002 (Figuras de 17 a 20), com uma resolução espacial de 4 km x 4 km, adquiridos do SIMEPAR, enfocando a área de concessão da LIGHT. Complementarmente, são avaliados os mapas médios mensais de níveis isocerâmicos com a mesma área de cobertura e resolução (Figuras de 21 a 32). Ressalva-se que o mapa de nível cerâmico referente ao ano de 2002 considera dados até novembro e que o mapa médio de dezembro desconsidera o mês de dezembro de 2002

Numa análise mais particular, a partir dos mapas isocerâmicos, que mostram os setores com mesmos valores de nível cerâmico na área de concessão da LIGHT, constata-se as seguintes características para os anos de 1999, 2000, 2001 e 2002:

Ano de 1999 (Figura 17): Evidencia-se que o setor noroeste da área de concessão da LIGHT é o que apresenta os maiores valores de níveis isocerâmicos, com mais de 30-40 dias de tempestades por mês, principalmente nas imediações de Volta redonda e e Barra Mansa. Também são identificados outros núcleos espalhados secundários de menor abrangência espacial ao longo da referida área de concessão. A faixa litorânea se mostra com níveis isocerâmicos entre 1 e 3 tempestades por mês, destacando-se como a área de menores valores na área de concessão.

Ano de 2000 (Figura 18): A configuração geral básica apresenta-se muito próxima a do ano de 1999, sendo que os núcleos secundários (especialmente abrangentes) se situam entre Petrópolis e Teresópolis, com valores entre 30 e 40 tempestades por mês. Um nítido gradiente de nível cerâmico se configura no sentido norte-noroeste.

Ano de 2001 (Figura 19): O mapa do referido ano evidencia a existência de uma ampla área de valores de nível cerâmico (> 20 dias de tempestades) cobrindo praticamente toda a área de concessão da LIGHT. Alguns núcleos máximos com valores superiores a 40 tempestades se manifestam nas proximidades das localidades de Valença e Barra do Piraí.

Ano de 2002 (Figura 20): A situação geral se mostra próxima as dos anos de 1999 e 2000, com máximos valores de níveis cerâmicos entre 20 e 30 tempestades por ano posicionados no setor noroeste da área de concessão da LIGHT, mais especificamente entre Volta Redonda, Barra Mansa, Barra do Piraí e Rio Claro.

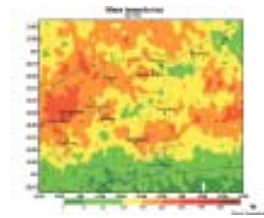


FIGURA 17- Mapa isocerâmico para o ano de 1999 na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro.

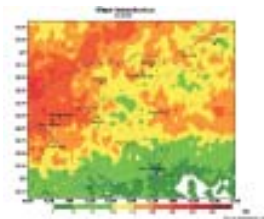


FIGURA 18- Mapa isocerâmico para o ano de 2000 na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro.

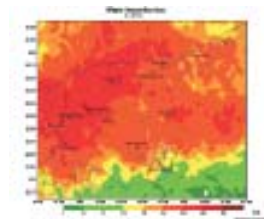


Figura 19- Mapa isocerâmico para o ano de 2001 na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro.

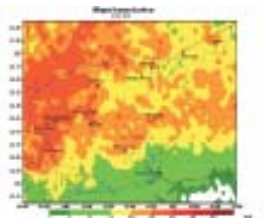


Figura 20- Mapa isocerâmico para o ano de 2002 na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro.

A análise dos mapas isocerâmicos médios mensais do período 1998-2002 (Figuras de 21 a 32) revela que o setor noroeste da área de concessão da LIGHT apresenta valores maiores na maior parte dos meses do ano, muito embora significativas variações espaciais e quantitativas também se manifestem. Nesse contexto, a área compreendida pelas localidades de Barra Mansa, Volta Redonda, Barra do Piraí, Valença e Quatis é a que mais se destaca por apresentarem níveis isocerâmicos relativamente mais elevados do que as demais localidades. Em termos sazonais, verifica-se que janeiro e dezembro (Figuras 21 e 32) são os meses com maiores níveis isocerâmicos (de 5 a 10 dias de tempestades por mês), enquanto os meses de junho e julho (Figuras 26 e 27) apresentam níveis cerâmicos nulos, o que significa dizer que praticamente inexistem tempestades nesses meses.

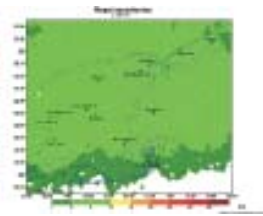


FIGURA 21 - Mapa isocerânico médio para o mês de janeiro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

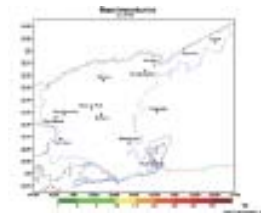


FIGURA 26 - Mapa isocerânico médio para o mês de junho na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

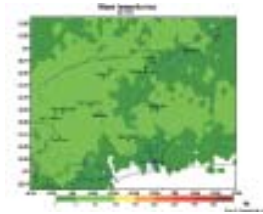


FIGURA 22 - Mapa isocerânico médio para o mês de fevereiro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

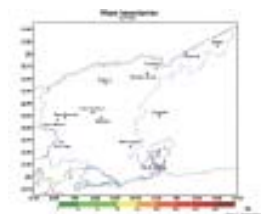


FIGURA 27 - Mapa isocerânico médio para o mês de julho na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

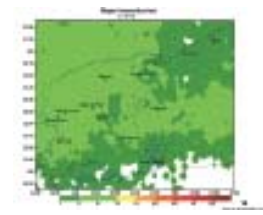


FIGURA 23 - Mapa isocerânico médio para o mês de março na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

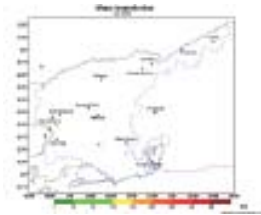


FIGURA 28 - Mapa isocerânico médio para o mês de agosto na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

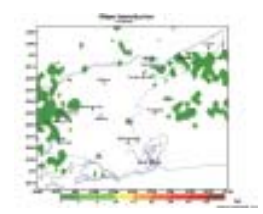


FIGURA 24 - Mapa isocerânico médio para o mês de abril na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

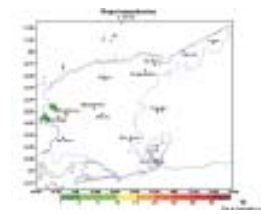


FIGURA 29 - Mapa isocerânico médio para o mês de setembro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

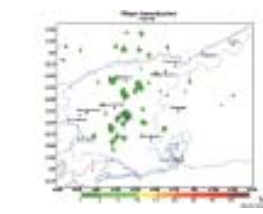


FIGURA 25 - Mapa isocerânico médio para o mês de maio na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

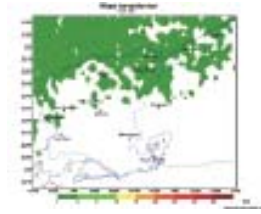


FIGURA 30 - Mapa isocerânico médio para o mês de outubro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

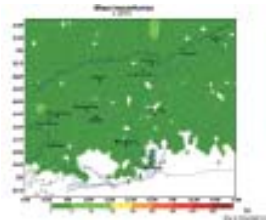


FIGURA 31 - Mapa isocerâmico médio para o mês de novembro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

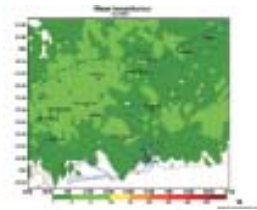


FIGURA 32 - Mapa isocerâmico médio para o mês de dezembro na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro no período de 1998-2002.

D. Intensidade de Corrente e Polaridade

As análises das intensidades máximas de corrente (kA) e das polaridades das descargas atmosféricas foram realizadas a partir dos registros históricos adquiridos do SIMEPAR (formato universal - UALF - Universal ASCII Lightning Format), contendo dados de 15 meses, referentes aos períodos: Outubro a Dezembro de 2000, Janeiro a Março e Outubro a Dezembro de 2001, Janeiro a Março e Outubro a Dezembro de 2002.

Inicialmente foi feito um tratamento conjunto dos dados, onde, do total de informações relativas aos picos de corrente sobre a área de concessão da LIGHT, pode-se verificar que, para os meses considerados, cerca de 90% das descargas continham polaridade negativa e apenas 10% apresentavam polaridade positiva. Medições de correntes diárias de 10 dias no inverno de 1999 para descargas atmosféricas ocorridas no sul do Brasil indicaram que cerca de 80% dos flashes apresentaram polaridade negativa, tendo um valor de corrente média diária de 25-35 kA e valor médio máximo de 115 kA. As descargas positivas apresentaram domínio apenas em 2 dias, mas com valores de corrente média diária de 40-50 kA e valor médio máximo de 195 kA.

Na seqüência, foram compiladas as informações referentes aos máximos valores de pico de corrente em cada coordenada assinalada como tendo ocorrido descarga atmosférica, assinalando o maior valor encontrado para cada tipo de polaridade. O resultado foi a formação de 2 cenários espaciais contendo os máximos valores de pico de corrente positiva e negativa, para os quais aplicou-se o software “surfer”, resultando em mapas de isolinhas de mesma intensidade de correntes máximas positivas e negativas, conforme pode-se ver nas Figuras 33 e 34, respectivamente.

Na Figura 33, referente à polaridade positiva, verifica-se a existência de um núcleo de máximos valores relativos

(> 95 kA) no município de Paraíba do Sul. A extensão desse núcleo se projeta na direção de Valença e Quatis com valores entre 85 e 90 kA. Um segundo máximo relativo se configura sobre os municípios de Nova Friburgo e Silva Jardim, com valores > 90 kA.

Para o caso de polaridade negativa (Figura 34), verifica-se que a máxima intensidade de corrente é da ordem de - 170 kA e se posiciona sobre o município de Paraíba do Sul. Um segundo máximo relativo se situa nas imediações de Cachoeira de Macacú com valor superior a - 130 kA.

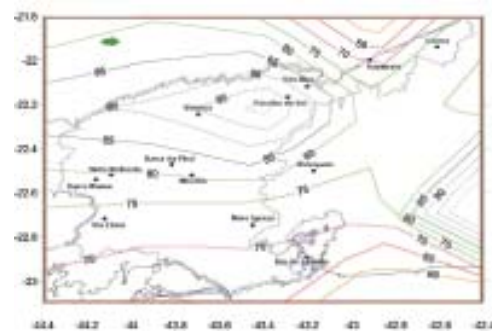


FIGURA 33 - Mapa de picos máximos de corrente de polaridade positiva na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro a partir dos registros históricos dos períodos: Outubro/2000-Março/2001, Outubro/2001-Março/2002 e Outubro-Dezembro/2002.

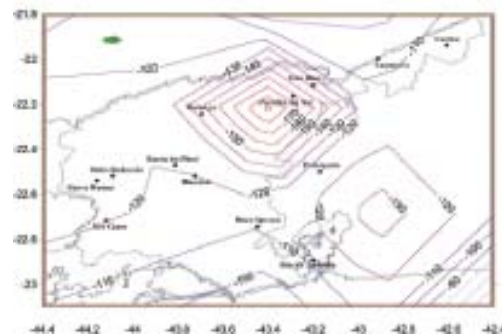


FIGURA 34 - Mapa de picos máximos de corrente de polaridade negativa na área de concessão da LIGHT no Estado do Rio de Janeiro a partir dos registros históricos dos períodos: Outubro/2000-Março/2001, Outubro/2001-Março/2002 e Outubro-Dezembro/2002.

IV. CONCLUSÕES

Ficou bastante evidente que o setor noroeste do Estado do Rio de Janeiro, notadamente o setor compreendido pelos municípios de Volta Redonda, Resende e Barra Mansa, mostrava-se com maiores densidades de descargas atmosféricas. Também chamou atenção os valores registrados em Nova Iguaçu, Teresópolis e Friburgo.

No que se refere ao nível cerâmico, as avaliações com base nos mapas adquiridos do SIMEPAR mostraram também que os mesmos setores destacados para a densidade de descargas atmosféricas apresentavam destaque

para este parâmetro, com valores superiores a 30-40 ocorrências no ano e cerca de 5-10 por mês.

Na análise dos picos de corrente com polaridade positiva verificou-se a existência de um núcleo de máximos valores relativos (> 95 kA) no município de Paraíba do Sul. A extensão desse núcleo se projetava na direção oeste, passando pelos municípios de Valença e Quatis com valores entre 85 e 90 kA. Os municípios de Nova Friburgo e Silva Jardim também se destacaram por seus máximos secundários. Os picos de corrente com polaridade negativa se mostraram muito superiores àqueles de polaridade positiva, tendo sua área de ocorrência sobre o município de Paraíba do Sul. O município de Cachoeira de Macacú também foi evidenciado com um máximo relativo secundário.

V. RECOMENDAÇÕES

As análises realizadas a partir das informações e mapas adquiridos do SIMEPAR foram bastante reveladoras no tocante a identificação espacial de áreas com maiores densidades de descargas atmosféricas, níveis cerâmicos e picos de correntes para polaridades positiva e negativa.

Tais informações poderão ser incorporadas ao planejamento da LIGHT no que tange a proteção das linhas de transmissão nas áreas identificadas como problemáticas em termos de riscos de danos físicos e operacionais ao sistema.

A assimilação dos dados através do acompanhamento rotineiro de tais ocorrências de descargas atmosféricas na área de concessão da LIGHT, por conexão ao SIMEPAR através do software SisRaios, certamente permitirá, em futuro próximo, o enriquecimento do conhecimento apresentado neste relatório.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABDOLAEV, S., MARQUES, V. da S., PINHEIRO, F. M. A., MARTINEZ, E. F. A. e LENSKAIA, O. An Exploratory Study of Lightning Activity on Southeast and South of Brazil. SIMERJ. Rio de Janeiro. 2002.
- [2] BEASLEY, W., 1985: Positive cloud-to-ground lightning observations. J. Geophys. res., 90, 6131-6138.
- [3] BERING III, E. A., A. A. & BENBROOK, J. R. 1998: The global electric circuit; Physics Today, 51 (10), 24-30.
- [4] BENETI, C. A. A.; LEITE, E. A.; GARCIA, S. A. de M.; ASSUNÇÃO, L. A. R.; CAZETTA FILHO, A. e dos REIS, R. J. RIDAT – Rede Integrada de Detecção de Descargas Atmosféricas no Brasil: Situação Atual, Aplicações e Perspectivas. SIMEPAR. Paraná. 2000.
- [5] BYERLEY III, L.G., BROOKS, W.A., NOGGLE, R.C. & CUMMINS, K.L.. 1999: Towers, Lightning and Human Affairs. In: International Conference on Atmospheric Electricity, June 7 - 11, Guntersville, AL.
- [6] BROCARD, E. & TARTIER, S. Simulation and Optimization of the Lightning Protection of Overhead Lines. CIGRE International Workshop on Line Surge Arresters and Lightning. Rio de Janeiro. 1996.
- [7] CARVALHO, A. M..Tecnologias para análise e melhoria do desempenho de instalações de transmissão frente a descargas atmosféricas. XV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Foz de Iguaçu. 1999.
- [8] CARVALHO, A. M., ABREU, M. S., CAZETTA, A. C., CHAVES, A.C., CHERCHIGLIA, L.C. & DINIZ, J.H. 1999: Tecnologias para análise e melhoria do desempenho de instalações de transmissão frente a descargas atmosféricas. In: SNPTEE, 15, Foz do Iguaçu, PR.
- [9] CHANGNON, S.A., 1993: Relationships between thunderstorms and cloud-to-ground lightning in the United States. J. Appl. Meteor., 32, 88-105.
- [10] CHERCHINGLIA, L. C. L. Estudos para Aplicação de Pára-raios de ZnO em Linhas de Transmissão da CEMIG. In: Anais do XV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Foz de Iguaçu. 1999.
- [11] CIGRÉ, W. G. Application of Metal oxide Surge Arresters to Overhead Lines. ELECTRA n° 186. pp. 83-112. 1999.
- [12] CUMMINS, K. L., MURPHY, M. J., BARDO, E. A., HISCOX, W. L., PYLE, R. B. & PIFER, A. E.. 1998: Acombined TOA/ MDF technology upgrade of the U.S. National Lightning Detection Network. J. Geophys. Res., Vol. 103, No. D8, Pages 9035-9044.
- [13] de FRANCO, J. L. Aplicação de Pára-raios – Uma Solução para a Melhoria do Desempenho de Linhas de Transmissão. In: Anais do IV Congresso Latinoamericano de Generación y Transporte de Energia Elétrica. Viña Del Mar. Chile 2000.
- [14] DE LA ROSA, R. 1996: Contaminación Electromagnética. Colección Terapion. Madrid. 283p.
- [15] ENGHOLM, C.D., WILLIAMS, E.R. & DOLE, R.M. 1990: Meteorological and electrical conditions associated with positive cloud-to-ground lightning. Mon. Wea. Rev., 118, 470-487.
- [16] FRANÇA, G.B, MAIA, L.F.P.G.M, FRANÇA, J. R. de A. & TORRES FILHO, A. R. 2001: “Sistema de prognóstico e detecção de descargas atmosféricas nas áreas onde se situam as linhas de transmissão da LIGHT”. P&D 2001 - LIGHT. Rio de Janeiro.
- [17] FÜLLEKRUG, M & CONSTABLE, S. Global Triangulation of Intense Lightning Discharges, Geophys. Res. Lett., 27, 333-336, 2000.
- [18] GIN, R.B.B., PEREIRA FILHO, A. J. & GUEDES, R.L. 1999: Estudo de descargas elétricas atmosféricas em sistemas convectivos organizados: estudo de casos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13, Belo Horizonte, MG.
- [19] GLOBAL ATMOSPHERICS. National Lightning Network. Arizona. 2000.
- [20] KEIGHTON, S.J., BLUESTEIN, H.B. & MacGORMAN, D.R., 1991: The evolution of a severe mesoscale convective system: Cloud-to-ground lightning location and storm structure. Mon. Wea. Rev., 119, 1553-1556.
- [21] KREHBIEL, P.B, THOMAS, R.J., RISON, W., HAMLIM, T., HARLIN, J. & DAVIS, M. 1999: Lightning Mapping Observations in Central Oklahoma. EOS. New Mexico. 4p.
- [22] MESQUITA, C. N., VISACRO, S., NAIME, A. L. F. & SILVINO, J. L. Monitoramento de Descargas Atmosféricas: Análise dos Sistemas Existentes e Aferição do SLP de Minas Gerais. In: Anais do XVI Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Campinas. 2001.
- [23] NASA/GHCC. Light Detecction from Space Program. Global Hydrology and Climate Center. Washington, D. C. 2000.
- [24] NOGUEIRA, P. J. C. Influência da estratificação do Solo na Impedência Impulsiva de Aterramentos de Linhas de Trnsmissão. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado (CEMIG-PUC/PPGEE). Belo Horizonte, MG.Março de 2002.
- [25] REIS, R.J. 1992: Previsão do tempo utilizando o sistema de localização de tempestades (SLT). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 6, São Paulo, SP.
- [26] ROCHA, A da C. O; de FRANCO, J. L.; CARMO, L. S. e CHERCHIGLIA, L. C. L. Aplicação de Pára-Raios para a Melhoria do Desempenho de Linhas de Transmissão de 230 kV. In: Anais do XVI Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Campinas. 2001.