

Análise do monitoramento de descargas atmosféricas na área de concessão da companhia força e luz do oeste em Guarapuava, Estado do Paraná

Aparecido Ribeiro de Andrade^{1*}, Maurício Maciel² e Jonas Teixeira Nery³

¹Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Campus de Irati, PR 153, km 7, 84500-000, Bairro Riozinho, Irati, Paraná, Brasil. ²Curso de Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Campus de Guarapuava, Paraná, Brasil. ³Unidade diferenciada de Ourinhos, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: arandrade@irati.unicentro.br

RESUMO. Objetivando uma análise do monitoramento da incidência de descargas atmosféricas, a região de concessão da Companhia Força e Luz do Oeste (CFLO), localizada no município de Guarapuava, Estado do Paraná, foi selecionada para um estudo realizado no período de janeiro a dezembro de 2003. Após a descrição da dinâmica da entrada de massas de ar, foi possível identificar a ocorrência de descargas atmosféricas e compará-las com as interrupções de energia. Para tanto, foram criados mapas de densidade de descargas atmosféricas dentro da área de concessão da CFLO para posterior análise de sua influência no fornecimento de energia elétrica. O monitoramento das descargas atmosféricas e a comparação da incidência desse fenômeno com a ocorrência de interrupções no fornecimento de energia elétrica possibilitaram concluir que tais eventos estão diretamente relacionados, e que a área rural da região em estudo sofre uma interferência maior.

Palavras-chave: descarga atmosférica, energia elétrica, sistema elétrico, CFLO.

ABSTRACT. Analysis of the monitoring of atmospheric discharges in the area of cession of the western força e luz company in Guarapuava, state of Paraná.

Aiming to analyze the monitoring of the atmospheric discharges incidence, the concession area of Companhia Força e Luz do Oeste (CFLO) – Western Power and Light Company, located in the district of Guarapuava, state of Paraná, was chosen for a study developed in 2003, from January to December. After the air masses dynamics description, it was possible to identify the occurrence of atmospheric discharges and to compare them to the energy interruptions. To that end, atmospheric discharges density maps were created within the CFLO concession area for a later analysis of their influence in the electric energy supply. The monitoring of the atmospheric discharges and the comparison between this phenomenon and the occurrence of interruptions in the electric energy supply enabled this study. Results showed that such events are directly related, and that the rural area of the region under study underwent a major interference.

Key words: atmospheric discharges, electric energy, electric system, CFLO.

Introdução

É internacionalmente reconhecido que as descargas atmosféricas são a principal causa dos desligamentos não programados nos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica, representando entre 40 a 60% desses desligamentos (CPTEC/Inpe, 2004).

Atualmente, várias técnicas são utilizadas para a localização de descargas atmosféricas como sensores instalados no solo, em torres de transmissão de energia e sensores instalados em satélites como o OTD (Optical Tansient Detector) e LIS (Lightning Imaging Sensor) ambos da NASA. Tais sistemas

podem informar além da localização da descarga atmosférica, a amplitude e polaridade da corrente de descarga, o instante de ocorrência, a diferenciação entre descargas nuvem-solo e outros tipos de descarga (CPTEC/Inpe, 2004).

O Brasil conta com sua rede de sensores para o estudo de descargas atmosféricas. Em 1998, um convênio de cooperação técnico-científica, firmado entre a Cemig (Companhia Energética de Minas Gerais), a Copel (Companhia Paranaense de Energia) através do Instituto Tecnológico Simepar e Furnas (Centrais Elétricas S.A.), tornou possível a integração dos sistemas de detecção de descargas atmosféricas operados por estas empresas. Em 2003,

o Inpe – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais foi incluído a este processo e a rede passou a ser chamada de Rindat - Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas, cobrindo praticamente todo o sul, sudeste e centro-oeste do Brasil com informações em tempo real das ocorrências das descargas atmosféricas, Figura 1.



Figura 1. Rede de sensores de descargas atmosféricas do Brasil. Fonte: www.Rindat.com.br

Por meio dessas informações são gerados produtos destinados a aplicações na previsão do tempo, na análise e manutenção de sistemas elétricos, em projetos de proteção de redes de energia e telecomunicações, na emissão de laudos de análise de eventos severos para seguradoras e empresas de engenharia, em geral.

A necessidade de fornecer energia elétrica de qualidade faz com que empresas desse setor dêem maior atenção aos estudos climáticos, principalmente no que diz respeito às tempestades e descargas atmosféricas. Isso acontece porque a maior parte de desligamentos não programados, perturbações nas linhas de transmissão e redes de distribuição são causados por vendavais, chuvas intensas, granizo e principalmente, pelas descargas atmosféricas (Rindat, 2004).

No Centro de Operação da Distribuição (COD) da Companhia Força e Luz do Oeste (CFLO), é mantido em convênio com o Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar), o SIS Raios 2.0, que é um software de uso via internet, para monitoramento de tempestades onde haja ocorrência de descargas atmosféricas.

Esta ferramenta é muito importante para o COD pois este setor é responsável por todos os serviços que envolvam o sistema elétrico. Assim com o monitoramento de raios surge a necessidade de conhecer a distribuição espacial dos mesmos dentro da área de concessão da empresa bem como os circuitos alimentadores mais atingidos e dados estatísticos sobre este fenômeno.

A proposta de executar um projeto de estudo neste sentido, serve para orientar a empresa na escolha e localização de materiais que protejam os equipamentos nos locais mais atingidos por descargas atmosféricas. Assim, as interrupções no fornecimento de energia são reduzidas e há a contribuição para a construção de redes de distribuição. Em casos de tempestades é possível direcionar com antecedência equipes para os locais que sejam susceptíveis a um maior número de ocorrências diminuindo o tempo de deslocamento e agilizando o atendimento.

Este trabalho pretende mostrar um estudo de mapeamento de descargas atmosféricas, e sua principal característica é o envolvimento da Climatologia como área de estudo da Geografia, nas atividades do COD da CFLO compartilhando conhecimento e apontando a influência do clima no setor elétrico.

A CFLO é responsável pelo fornecimento de energia elétrica em parte do município de Guarapuava, Estado do Paraná, excetuando-se os distritos de Entre Rios, Atalaia, Palmeirinha e Guairacá que estão localizados na área de concessão da Copel, totalizando uma área de 1.200 km², a CFLO leva energia elétrica a 41.895 clientes das áreas urbana e rural (Figura 2).

Fazem parte do sistema de distribuição da CFLO duas subestações de propriedade da Copel com 15 circuitos alimentadores em um total de 482,80 km de rede, sendo 245,44 km em área rural e 237,36 km em área urbana. São 19.835 postes e 1.093 transformadores instalados¹.

Dessa forma, nota-se que a área de estudo está totalmente localizada no município de Guarapuava, que se localiza na Região Sul do Brasil, centro-oeste do Paraná, no chamado Planalto de Guarapuava. Seu clima é moderado, subtropical, úmido, invernos com geadas e até neves. A temperatura média anual é de 16,8°C. A média máxima é 36°C e a mínima é 6,8°C (Guarapuava, 2004).

¹ Dados cedidos pela Divisão de Engenharia de Redes – Gerência de Redes da CFLO.

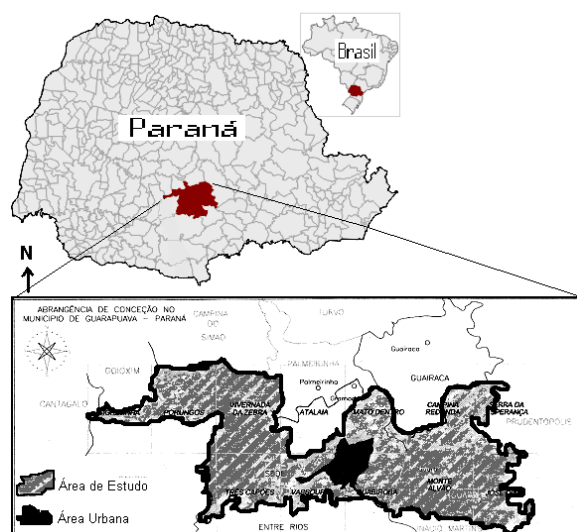


Figura 2. Localização da Área de Concessão da Companhia Força e Luz do Oeste. Fonte: Divisão de Engenharia de Redes – Gerência de Redes. CFLO. (Sem escala).

Material e métodos

Foi efetuada a análise da incidência de descargas atmosféricas na área de concessão da CFLO, no ano de 2003. Para tanto, o acompanhamento da formação e o deslocamento de massas de ar foi realizado no período de janeiro de 2003 a dezembro de 2003. Na mesma linha metodológica, a ocorrência de descargas atmosféricas dentro da área de estudo foi monitorada, durante todo o período do estudo. Finalmente, após a descrição da dinâmica da entrada de massas de ar na área de concessão, foi possível identificar a ocorrência de descargas atmosféricas e compará-las com dados sobre interrupções ocasionadas por descargas atmosféricas no período de janeiro de 2003 a dezembro de 2003.

A idéia básica foi a criação de mapas de densidade de descargas atmosféricas dentro da área de concessão da CFLO, para posterior análise de sua influência no fornecimento de energia elétrica.

Para tanto, foram utilizados os dados cedidos pela Companhia Força e Luz do Oeste, referente a interrupções no fornecimento de energia elétrica, bem como informações obtidas no site do Inpe.

Nas descrições sobre a dinâmica de massas de ar foram utilizadas as publicações dos autores Thomaz e Vestena (2003), Alves e Vianello (1991), Ayoade (1998) e Nery e Martins (2001); o processo sobre desencadeamento de relâmpagos foi embasado na teoria de Pinto e Pinto (2000) e informações contidas no site www.dge.Inpe.br/elat.

As imagens do satélite Meteosat, indicando a formação e o deslocamento de massas de ar no Brasil durante todo o ano de 2003, foram selecionadas e

adquiridas na Internet, utilizando o site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Utilizando o banco de dados do SIS Raios 2.0, foram coletadas as imagens da área de concessão e de todas as descargas atmosféricas ocorridas no ano de 2003.

Dos relatórios do COD foram colhidas informações sobre interrupções iguais ou superiores a 3 minutos causadas por descargas atmosféricas na área de concessão no ano de 2003 para a criação dos gráficos.

Utilizando o Auto CAD MAP 2000, a imagem da área de concessão da CFLO foi digitalizada e georreferenciada.

Todas as descargas atmosféricas ocorridas no período de janeiro a dezembro de 2003 foram digitalizadas, criando dessa forma doze “layers” que foram sobrepostos, possibilitando a análise temporal das descargas ocorridas na área de estudo.

Foram traçadas quadrículas de 1.000 m² em toda a área de concessão e contabilizadas quantas descargas atmosféricas estavam presentes em cada quadrícula. Com isso puderam ser elaborados dois mapas com a densidade de descargas atmosféricas por km².

Resultados e discussão

Com as informações sobre interrupções causadas por descargas atmosféricas, foi possível demonstrar a evolução das interrupções no ano de 2003 por meio de gráficos de tendências.

Considerando ainda a participação das massas de ar na formação de tempestades, com o acompanhamento das imagens do satélite Meteosat do ano de 2003 (Figuras 3a e 3b), foi possível visualizar a entrada da Massa Tropical Marítima no sul do Brasil e toda a sua nebulosidade, bem como a formação de sistemas convectivos locais. Em Guarapuava, esse fenômeno meteorológico atinge severamente o sistema de distribuição de energia elétrica, gerando perturbações e interrupções no fornecimento.

Em estudos realizados pelo Inpe, no Estado do Paraná, há um grande triângulo de raios, tendo em seus vértices as cidades de Cascavel, Guarapuava e Maringá. A média de descargas atmosféricas neste lugar é de 10 raios por km², quase o dobro de todo o estado que é calculado em 6 raios por km². Em estimativa calcula-se que o Paraná tenha prejuízos anuais provocados por raios na ordem de R\$ 20 milhões e os maiores danos estão nas redes elétricas que passam por localidades com grande adensamento de descargas. O oeste do estado chega a ter 70 dias por ano de tempestades (Otoni, 2004).

De um modo geral, um relâmpago é uma consequência da rápida agitação de elétrons de uma região de cargas negativas para uma região de cargas positivas. Os relâmpagos estão normalmente associados às nuvens de tempestade, apesar de ocorrerem em outras situações, como por exemplo, em tempestades de neve, de areia, em erupções vulcânicas e em tempestades de poeira (Ayoade, 1998).

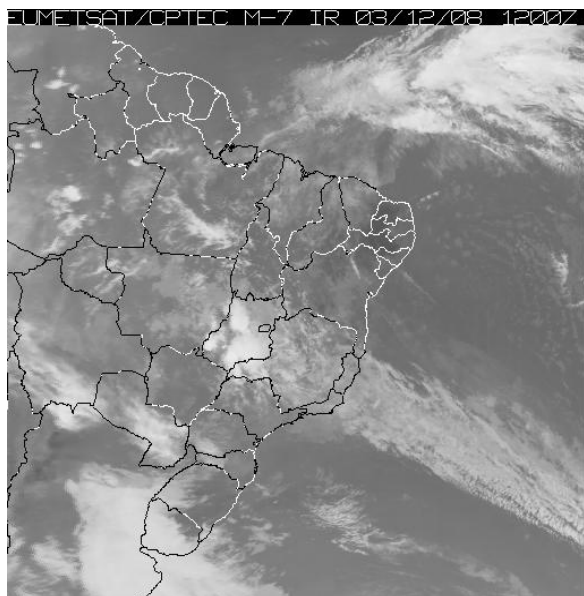


Figura 3a. Imagem deslocamento de massas de ar às 12h00min.

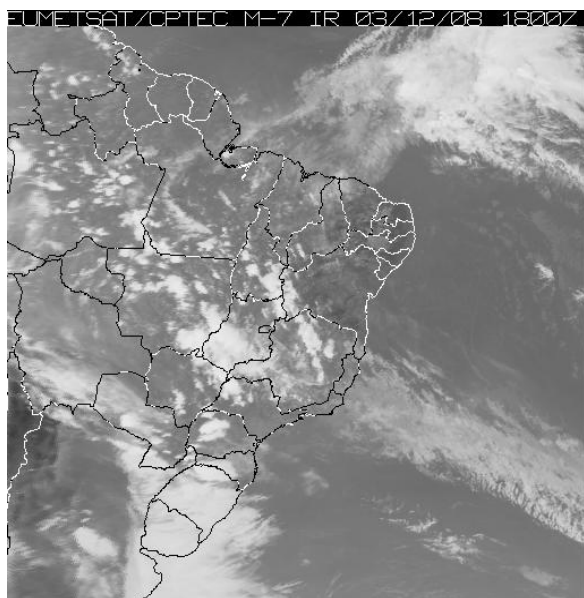


Figura 3b. Imagem de deslocamento de massas de ar às 18h00min. Fonte: www.cptec.Inpe.br (acessado em 8/12/2003)

Em virtude dessa dinâmica, a circulação atmosférica na região sul do Brasil foi monitorada em vários momentos do período de estudo (como exemplificado nas Figuras 3a e 3b), pois tal

fenômeno provoca, principalmente na primavera e no verão, a ocorrência de tempestades. Em praticamente todos os dias do verão de 2003, em que houve entradas de massas de ar (Tropical Marítima ou Tropical Continental), houve algum tipo de modificação nas condições do tempo local (Guarapuava, Estado do Paraná), o que normalmente, causa apreensão por parte dos técnicos da CFLO, buscando dar estabilidade ao sistema elétrico.

No ano de 2003, ocorreram 2.945 interrupções no fornecimento de energia elétrica, destas 193 foram causadas por descargas atmosféricas totalizando 6,55% das interrupções.

É importante ressaltar que as oscilações não foram contabilizadas, porque uma descarga atmosférica que possa ter ocorrido fora da área de concessão pode causar perturbações em todo o sistema, não gerando necessariamente uma interrupção.

No primeiro semestre de 2003 foram 49 interrupções no fornecimento como se pode acompanhar a evolução representada na Figura 4.

Interrupções no 1º semestre de 2003

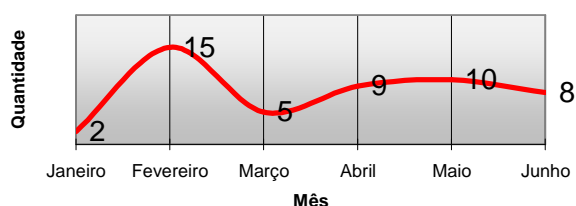


Figura 4. Interrupções no fornecimento de energia elétrica no 1º semestre de 2003. Fonte: Relatório diário da operação. COD/CFLO. Organização: Maurício Maciel.

De meados do mês de janeiro até meados do mês de fevereiro, época em que as tempestades de fim de tarde são mais comuns, as interrupções apresentam um pico (15). Já no mês de março ocorre um decréscimo das interrupções, assim como as chuvas nesse mês também diminuem. A partir de abril, as interrupções começam a aumentar já que com a mudança de estação passando para o outono, a frequência de entradas de massas de ar, principalmente as polares (continental e marítima), tendem a crescer, sendo normal a ocorrência de temporais com descargas atmosféricas. Entretanto, nos meses seguintes esse aumento pára de ocorrer e as interrupções tendem a se estabilizar.

No mapa de densidade de descargas atmosféricas do 1º semestre de 2003 (Figura 5), é possível verificar a distribuição geográfica das mesmas na área de concessão, notando-se que tal ocorrência não é homogênea, tendo uma grande área (em preto) com

mais de 5 descargas por km². Nas outras áreas a distribuição é singular, com pontos de menor concentração e vastos corredores (em branco) nos quais não foram registradas descargas atmosféricas. A área urbana foi pouco atingida por raios.

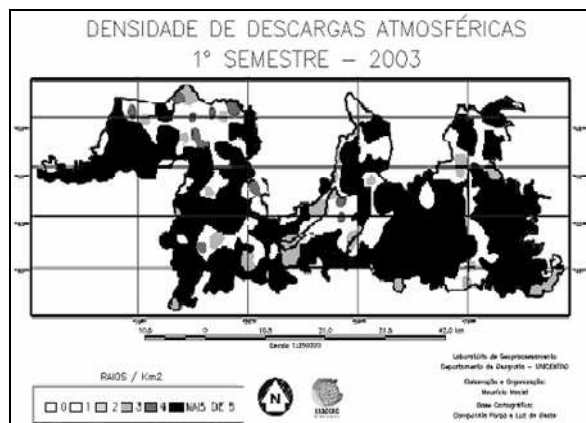


Figura 5. Densidade de descargas atmosféricas na área de concessão da CFLO no 1º semestre de 2003.

Na Figura 6, é feita a representação da evolução das interrupções no 2º semestre de 2003. Sendo possível notar a queda em agosto e setembro, que são os meses mais secos do ano, passando a crescer em outubro e atingindo o ápice em dezembro.

Nesses meses, em que ocorre a primavera e o início do verão, as tempestades de formação local devido ao aquecimento da superfície, começam a se desenvolver cada vez com mais frequência. Inclusive com a entrada de frentes frias, os temporais ocorrem cada vez com mais força (Nery *et al.*, 1994).

Em dezembro de 2003 ocorreram vendavais com intervalo de poucos dias e as tempestades ocorreram com muito granizo e muitas descargas atmosféricas.

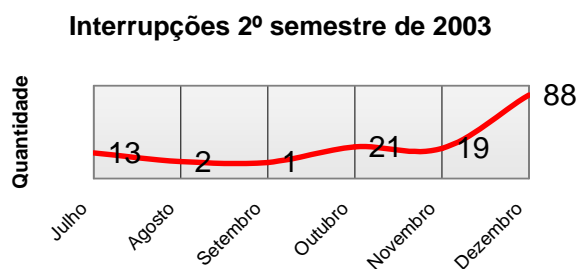


Figura 6. Interrupções no fornecimento de energia elétrica no 2º semestre de 2003. Fonte: Relatório diário da operação. COD/CFLO. Organização: Maurício Maciel

O mês de dezembro foi o que apresentou maior índice de interrupções no ano de 2003, com 88 desligamentos, o que revela alguma relação entre a época com mais descargas e o aumento nas interrupções, pois como foi afirmado acima, este

mês apresentou vendavais, tempestades e, conseqüentemente, muitas descargas elétricas.

Aliás, o aumento dessas descargas elétricas de forma tão significativa neste mês não parece ser normal, pois foge ao comportamento médio da distribuição local. É possível notar que os valores obtidos nos outros meses são bem menores e seguem uma tendência de variabilidade que está fora do padrão apresentado em dezembro.

No mapa de densidade de descargas no 2º semestre (Figura 7) nota-se que sua distribuição é quase homogênea, com uma grande área de concentração com mais de 5 descargas atmosféricas por km², avançando inclusive sobre a área urbana, o que não ocorreu no 1º semestre.

Ocorreram poucas áreas de menor concentração e as regiões sem registro de descargas atmosféricas ficaram muito menores, chegando a desaparecer em alguns pontos.

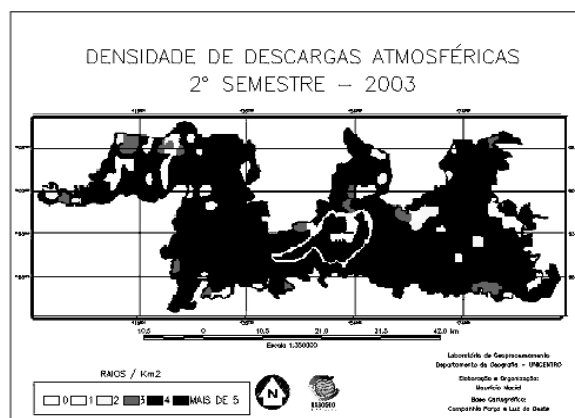


Figura 7. Densidade de descargas atmosféricas na área de concessão da CFLO no 2º semestre de 2003.

Em ambos os mapas (Figuras 6 e 7), verificam-se que a área rural é a mais atingida por descargas atmosféricas, conseqüentemente circuitos alimentadores localizados nessa área estão sujeitos a uma maior quantidade de interrupções.

Nota-se claramente uma correlação entre a densidade de descargas e as interrupções no fornecimento de energia elétrica, principalmente no 2º semestre, período em que ocorreram mais descargas atmosféricas por km² e conseqüentemente as interrupções foram em maior número.

O alimentador Guará que possui 138,08 km de rede, sendo 131,52 km em área rural ao leste da área urbana, teve no ano de 2003, 46 interrupções e o alimentador Coamig que fornece energia para a área rural localizada a oeste da área urbana e possui 88,93 km de rede, sendo 57,90 km na área rural, teve 45 interrupções. Estes circuitos foram os que mais

tiveram interrupções de energia elétrica no ano de 2003 (Tabela 1).

Conseqüentemente, fica claro que as interrupções e as descargas atmosféricas ocorreram com maior intensidade na área rural. Constatação obtida em toda a área de estudo, o que indica a existência de uma provável dinâmica geográfica que atua como forçante, influenciando uma diferenciação entre o espaço urbano e o rural, unicamente no que diz respeito à ocorrência das descargas e não necessariamente das interrupções.

Nota-se também na Tabela 1, que apesar da extensão dos circuitos serem quase do mesmo tamanho (245,44 km de rede urbana e 237,36 km de rede rural), as interrupções são bem menores nas áreas urbanas. O circuito Centro que está totalmente dentro da área urbana só apresentou 2 interrupções, a menor quantidade da subestação Guarapuava.

Tabela 1. Extensão dos circuitos e interrupções.

	Circuito	Area Rural (km)	Area Urbana (km)	Total (km)	Int./ Int. km
Subestação Guarapuava	Centro	0,00	9,63	9,63	2 0,21
	Manoel Ribas	0,00	21,50	21,50	9 0,42
	Morro Alto	18,74	20,50	39,24	19 0,48
	Boqueirão	6,52	29,78	36,30	6 0,16
	Brigadeiro Rocha	0,00	11,49	11,49	8 0,70
	Vila Pequena	12,18	23,24	35,42	11 0,31
	Guará	131,52	6,56	138,08	46 0,33
Manasa	1,47	6,97	8,44	2 0,24	
Subestação Vila Carli	Coamig	57,90	31,03	88,93	45 0,51
	Guarani	0,00	15,40	15,40	10 0,65
	Recanto Feliz	3,43	26,01	29,44	16 0,54
	Industrial	3,00	12,08	15,08	7 0,46
	Xarquinho	5,93	6,94	12,87	3 0,23
	Ferroeste	2,95	9,63	12,58	4 0,32
	Macedo	1,80	6,60	8,40	5 0,59
Total	245,44	237,36	482,80	193 0,40	

Fonte: Centro de Operação da Distribuição. Organização: Mauricio Maciel. Int. = interrupções.

Tal avaliação permite concluir que o sistema está mais preparado para suportar a ocorrência de descargas elétricas sem provocar interrupções dentro da área urbana. Entretanto, soma-se a este fator a informação de que as descargas elétricas são mais intensas na área rural e isto pode ser ocasionado por vários fatores da dinâmica atmosférica que foge ao tema proposto neste trabalho, mas que seria interessante de se investigar em trabalhos futuros.

Conclusão

O monitoramento de descargas atmosféricas é uma ferramenta de grande importância para as empresas do setor elétrico, pois na operação do sistema pode-se fazer um acompanhamento de tempestades mais eficiente com a possibilidade de manejo e acionamento prévio das equipes de manutenção.

O mapeamento da incidência de descargas atmosféricas na área de concessão da Companhia Força e Luz do Oeste, facilita a visualização das regiões mais atingidas, podendo-se fazer uma correlação da influência das descargas como causadoras de interrupções no fornecimento.

Este estudo pode abrir as portas para os mais diversos trabalhos de pesquisa na CFLO que envolvam o clima e o desenvolvimento de tecnologias que visam a proteção dos equipamentos instalados nas redes de distribuição.

As informações contidas no banco de dados do SIS Raios 2.0 permite no futuro um estabelecimento de critérios mais adequados à realidade ambiental do local e no desenvolvimento de projetos de construção de redes. A presença de profissionais capacitados a desenvolver estudos climáticos voltados à realidade das empresas do setor elétrico possibilita a melhoria no fornecimento de energia com qualidade.

Após as análises dos dados e da visualização de mapas gráficos e quadros elaborados, foi possível diagnosticar, de forma preliminar, que as descargas atmosféricas estão concentradas na área rural, bem como ocorrem com mais frequência e intensidade no período do verão.

Dessa forma, entende-se que a atenção dos engenheiros deve se concentrar na área rural e principalmente, no final da primavera e todo o verão propiciando um monitoramento mais eficaz.

Os conhecimentos obtidos na execução deste projeto serve para consolidar o objetivo de preparar o profissional da Geografia a atuar nas mais diversas áreas de pesquisa, e em se tratando de estudos climáticos, o geógrafo se apresenta como um profissional habilitado a conduzir as pesquisas, desenvolver metodologias e propor soluções.

Referências

- ALVES, A.R.; VIANELLO, R.L. *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991.
- AYOADE, J.O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 1998.
- CPTEC/Inpe – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 7 jun. 2004.
- GUARAPUAVA. Prefeitura Municipal. Aspectos físicos e territoriais. Disponível em: <<http://www.guarapuava.pr.gov.br>>. Acesso em: 1º out. 2004.
- NERY, J. et al. Estudo da Variabilidade pluviométrica do Estado do Paraná. *Revista Unimar*, Maringá, v. 16, n. 3, p. 505-24, 1994.
- NERY, J.T.; MARTINS, M.L.O.F. *Apontamentos: alguns fenômenos meteorológicos*. Maringá: Eduem, 2001.

OTTOBONI, J. Um líder em raios. *Jornal Gazeta do Povo*, Curitiba, 19 jan. 2004. p. 22.

PINTO, O.J.; PINTO, I.R.C.A. *Tempestades e relâmpagos no Brasil*. 1. ed. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2000.

RINDAT–Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas. Disponível em: <<http://www.Rindat.com.br>>. Acesso em: 1º out. 2004.

SIMEPAR. Instituto Tecnológico. Disponível em: <<http://www.simepar.br>>. Acesso em: 3 ago. 2004.

THOMAZ, E.L.; VESTENA, L.R. *Aspectos climáticos de Guarapuava – PR*. Guarapuava: Editora Unicentro, 2003.

Received on September 26, 2006.

Accepted on February 12, 2007.