



**XXI SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO 10

GRUPO DE ESTUDO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GDS

**ANÁLISE DE VULNERABILIDADE DE SISTEMAS ELÉTRICOS ÀS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS ALIVE –
ÍNDICE DE VULNERABILIDADE**

João Carlos Carneiro (*)
CPFL – Companhia Paulista de
Força e Luz

Osmar Pinto Junior
INPE – Instituto Nacional de
Pesquisas Espaciais

Iara R. C. A. Pinto
INPE – Instituto Nacional de
Pesquisas Espaciais

RESUMO:

As descargas atmosféricas nuvem-solo (raios) provocam no Brasil, uma perda estimada para as companhias de energia da ordem de 500 mil dólares ao ano. As perdas estão relacionadas com o custo de substituição ou reparo de equipamentos, recuperação de dados, interrupção da produção, perda de bens, perdas de faturamento, falta de energia do cliente, transmissão de dados com problemas de comunicação, entre outros. Este artigo apresenta uma proposta de metodologia para avaliar a vulnerabilidade dos sistemas e instalações localizadas na superfície da Terra (equipamentos de telecomunicações, linhas de transmissão e distribuição, subestações, instalações industriais, etc.). Os dados utilizados foram obtidos através da Rede Brasileira de Detecção e Localização de Descargas Atmosféricas (BrasilRat) para o período de 2004 a 2007. Como exemplo, a metodologia é aplicada ao sistema de distribuição elétrica da CPFL (concessionária de energia), na região da cidade de Campinas, localizada no Estado de São Paulo. A aplicação da metodologia contribui para a definição de ações preventivas para reduzir as consequências destes eventos, proporcionando melhoria na qualidade de processos, serviços, etc., e seus desdobramentos.

PALAVRAS - CHAVE:

Índice de Vulnerabilidade, Descargas atmosféricas, Sistemas elétricos.

1.0 - INTRODUÇÃO

Devido ao seu alto caráter destrutivo, as descargas atmosféricas nuvem-solo (raios) tem sido estudadas há séculos, uma vez que interferem significativamente nos diversos setores da sociedade, tais como setor elétrico, defesa civil, telecomunicações, agricultura, aviação, construção, indústrias e refinarias. No Brasil, os serviços públicos de energia são de longe os mais afetados [1].

Os prejuízos estimados no Brasil são da ordem de US\$500mil por ano, devidos aos raios, com danos em equipamentos elétricos e outras perdas, tais como a interrupção da produção, perda de bens, o faturamento perdido, insatisfação do cliente, de comunicações e colaboradores [2].

O conhecimento sobre o nível de incidência destas descargas atmosféricas (e suas características, tais como corrente de pico, multiplicidade, polaridade, etc.), em um determinado período de tempo e uma dada região, com uma dada resolução (densidade de raios por km² por ano), é necessário e vital para estudos e pesquisas nos campos de ciências atmosféricas e engenharia de confiabilidade (estudos, planejamento, proteção, operação, etc.).

No entanto, esta informação pode não ser suficiente para representar toda a interação entre descargas atmosféricas e a vulnerabilidade dos sistemas que potencialmente podem ser afetados no solo. Assim, existe a premência de um índice que mostre a efetividade dessa interação, relativamente às principais consequências, tais como falhas, defeitos, panes, mortes ou acidentes.

(*) CPFL – Rodovia Campinas Mogi Mirim km 2,5-Bloco 3 - 3º Andar - CEP 13088-900, Campinas, SP, – Brasil
Tel: (+55 19) 3756 8529 – Fax: (+55 19) 3756 8212 – Email: carneiro@cpfl.com.br

A premissa fundamental deste estudo e pesquisa é a busca de um índice que possa expressar a eficácia da interação da descarga atmosférica nuvem – solo com os sistemas localizados no solo, e, conseqüentemente, a definição de vulnerabilidade, que correspondem aos principais desdobramentos.

2.0 - UNIVERSO DE ATUAÇÃO

Os dados foram obtidos a partir da Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas (BrasilDat) para a região da cidade de Campinas, que está localizada a cerca de 100 km da cidade de São Paulo, Estado de São Paulo, a 150 km de distância do mar, contando com 1 (um) milhão de habitantes. Campinas foi escolhida como piloto para aplicar o método a ser descrito a seguir, por três razões diferentes: em primeiro lugar, a sua localização privilegiada, que permite a alta qualidade da informação de BrasilDat [3]; em segundo lugar, o alto nível de atividade de descargas elétricas na região; e, finalmente, a prova de que grandes áreas urbanas têm um impacto direto sobre as atividades atmosféricas nuvem–solo.

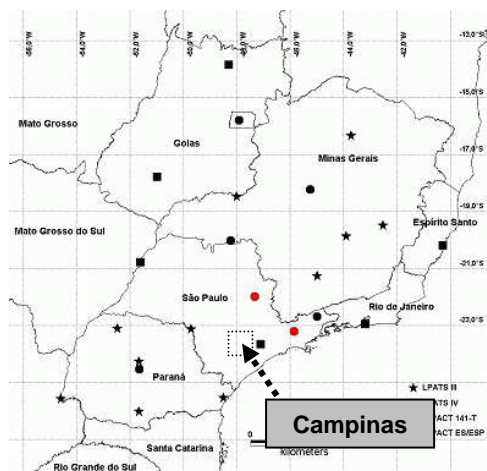


FIGURA 1 – BrasilDat - Vista Parcial da Configuração da Rede em Junho de 2008.

O sistema piloto escolhido foi o sistema elétrico da CPFL Paulista, concessionária de energia fundada em 1912, com área de 90.000 km² de atuação no interior do Estado de São Paulo e 3,5 milhões de consumidores. Para este estudo, foram utilizados dois parâmetros típicos: a incidência de descargas e transformadores de distribuição danificados por raios. A metodologia foi desenvolvida para calcular os níveis de vulnerabilidade dos sistemas instalados na superfície da Terra devido às descargas atmosféricas nuvem-solo (raios), o que permite classificar e priorizar as áreas mais críticas.

A base de dados utilizada é a densidade de raios, o número de transformadores de distribuição, um dos equipamentos mais importantes na distribuição de energia, e suas correspondentes irregularidades (falhas devidas aos raios). Vale à pena lembrar que a taxa de falha de transformadores de distribuição é um dos parâmetros controlados pela Agência Reguladora de Energia no Brasil (ANEEL), por região ou na rede elétrica.

3.0 - DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS E PESQUISAS

3.1 - Base de Dados

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos a partir BrasilDat no período de 2004 a 2007, para uma resolução espacial de 2 km x 2 km na região de Campinas (Longitude de: -46,67833 °W a -47,28978 °W; Longitude de: -22,71953 °S a -23,07613 °S). Os dados foram repro cessados, não corrigidos para a eficiência de detecção, e os picos de corrente inferiores a 10kA foram eliminados para reduzir ou eliminar a interferência de descargas atmosféricas intra-nuvens (denominados IC) [4] [5].

Os dados de descargas nuvem solo foram obtidos através de 24 sensores da rede híbrida, composta por dois tipos de sensores LPATS (série III e IV) e IMPACT, como mostra a Figura 1. Os dados reprocessados indicam que em média 6 sensores participaram de cada solução. Cerca de 47mil registros de descargas foram detectados na região, com eficiência de detecção de 90% e precisão de localização menor do que 1 km.

Também foi obtido, a partir de arquivos da CPFL, os registros sobre a localização de transformadores de distribuição e as suas irregularidades correspondentes (falhas) comprovadamente devido a descargas, na mesma área, no mesmo período de tempo e mesma resolução.

3.2 - Abordagem Inicial

O contato com o solo de descargas atmosféricas ocorre através da injeção de correntes relacionadas com as descargas de retorno em estruturas mais favoráveis, as árvores, os edifícios altos, as redes de distribuição, as linhas de transmissão, as subestações, os seres vivos, as antenas de televisão e comunicações, definidos neste estudo como sistemas localizados na superfície da Terra. O solo, parte deste sistema, tem uma característica extremamente complexa ao receber esta corrente que se espalha ao longo da superfície produzindo tensões induzidas. Além disso, os modelos de incidência de descargas no solo, amplamente utilizados em estudos de engenharia, têm relação com as filosofias de proteção, fornecendo descrições simplificadas do processo final de conexão dos canais ascendentes e descendentes da descarga com o solo.

No presente caso, considera-se a distância de um raio de atração do sistema localizado na superfície da Terra, que define um cone a partir dos conceitos de proteção Franklin, e uma área (A_i) relacionada a este cone, o que depende basicamente da altura do objeto em análise e a densidade de raios (D_{strokes}) (ver Figura 2). Como uma primeira aproximação, há um número uniforme de raios e as características locais (área plana, sem instalações elevadas, nenhuma montanha, etc.) e não existe intercepção entre as áreas correspondentes aos limites do cone de proteção.

Desta forma é possível estabelecer a Equação 1 que representa a possibilidade de uma certa porção de descargas (N_{strokes}) ocorrer em uma área definida (A_i), dependendo do nível de incidência de descargas (D_{strokes}) em uma determinada região:

$$N_{\text{strokes}} \sim D_{\text{strokes}} [\text{strokes/km}^2] \times A_i [\text{km}^2] \quad (1)$$

Considerando uma dada quantidade de objetos (ou pessoas) (Q_p) na área correspondente (A_i), pode ser escrito então a Equação 2, que representa a expectativa de ocorrências (ou fatalidades) (N_{ocorr}) devidos a descargas atmosféricas incidentes na região (D_{strokes}):

$$N_{\text{ocorr}} \sim D_{\text{strokes}} [\text{strokes/km}^2] \times A_i [\text{km}^2] \times Q_p [\text{objetos}] \quad (2)$$

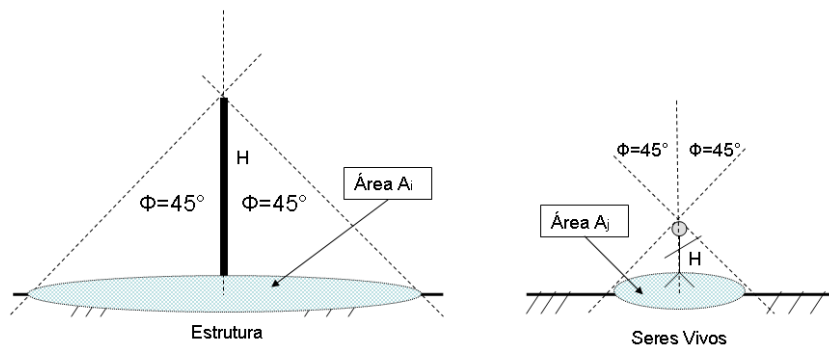


FIGURA 2 – Representação da Área de Proteção / Cone de Proteção

A área A_i é considerada a mesma (constante geométrica) para cada família de elementos a ser estudada (seres humanos, equipamentos, circuitos elétricos, etc.).

Passando este conceito simplificado para o setor elétrico, teremos o número de irregularidades (N_{irg}) em um determinado número de elementos (Q_e) devido a impactos de descargas atmosféricas (D_{strokes}), representado na Equação 3:

$$N_{\text{irg}} \sim D_{\text{strokes}} [\text{strokes/km}^2] \times A_i [\text{km}^2] \times Q_e [\text{elements}] \quad (3)$$

Para tornar-se mais próxima da realidade, a Equação 3 proposta precisa ser complementada, uma vez que há uma variável adicional que pode ser determinada, que leva em conta não somente a altura do elemento (tipo de atração), mas também a diversidade local (árvores, montanhas, zona urbana, zona rural, a altitude, o vento, etc.) e a condição do elemento (desempenho, idade, saúde, qualidade, etc.) Estas variáveis interferem no desempenho, irregularidades e condições de vulnerabilidade. Desta forma foi criado um índice denominado Índice de Vulnerabilidade – ALIVEo descrito na Equação 4.

$$\text{Nirg} = \text{Dstrokes} \times \text{Qe} \times \text{Ai} \times \text{ALIVEo} \quad (4)$$

O valor de ALIVEo (adimensional) é constante para condições ideais, mas pode variar com as mudanças de incidência de descargas (Dstrokes), quantidade de elementos (Qe) e número de elementos ou famílias de irregularidades (Nirg), em um sistema localizado na superfície da Terra, ou devido as adversidades indicadas anteriormente, originando a Equação 5:

$$\text{ALIVEo} = \text{Nirg} / (\text{Qe} \times \text{Dstrokes} \times \text{Ai}) \quad (5)$$

A Equação 5, com alguns ajustes da origem a Equação 6:

$$\text{ALIVEo} \times \text{Ai} = \text{Nirg} / (\text{Qe} \times \text{Dstrokes}) \quad (6)$$

O produto de Ai, considerada quase constante para cada elemento sob consideração, pelo índice base ALIVEo, como indicado na Equação 7, permite criar um índice de vulnerabilidade mais realista [km²] com o seguinte formato.

$$\text{ALIVE} = \text{ALIVEo} \times \text{Ai} \quad (7)$$

Finalmente a Equação 8 define o desejado índice de vulnerabilidade:

$$\text{ALIVE} = \text{Nirg} / (\text{Qe} \times \text{Dstrokes}) \quad (8)$$

3.3 - Índice de Vulnerabilidade

Como mostrado acima, a densidade de descargas pode não ser suficiente para representar a interação efetiva entre a descarga atmosférica nuvem-solo e os elementos situados no solo. Assim, criou-se a partir de uma análise de vulnerabilidade, um índice de vulnerabilidade, que resulta dos principais dados e informações (raios, elementos e irregularidades). Este índice denominado ALIVE^{xyzjk} é escrito no formato completo na Equação 9.

$$\text{ALIVE}^{\text{xyzjk}} = \text{Nirg} / (\text{Qe} \times \text{Dstrokes}) \quad (9)$$

Onde as características de descargas atmosféricas nuvem solo, os elementos pertencentes ao sistema localizado no solo e suas respectivas irregularidades são chamadas de Dstrokes, Qe e Nirg, podendo ser descritas da seguinte maneira:

- a) Dstrokes: características de descargas atmosféricas nuvem-solo (raios) registrados no quadrante pré-estabelecido (strokes/km².year). Alternativamente é possível usar dados de outros aspectos, como o pico de corrente, tempo de subida, tempo de descida, derivada máxima;
- b) Qe: quantidade de elementos do sistema em análise (número de transformadores de distribuição, número de pessoas, numero de estruturas, etc.) no quadrante pré-estabelecido. Alternativamente, podem ser usados dados e outros elementos, como comprimento de rede ou de linha de distribuição, o número de edifícios e número de árvores;
- c) Nirg: quantidade de irregularidades ou de família irregularidades dos elementos (equipamentos, instalações, equipamentos, pessoas, etc.), pertencentes ao sistema em estudo (falhas, defeitos, mortes, etc.) no quadrante pré-estabelecido.

A identificação das variáveis x, y, z, j, k representa as condições de contorno da pesquisa ou estudo ou análise:

- x – refere-se à característica das descargas atmosférica em análise (Nraios, Dstrokes, etc.).
- y – refere-se ao elemento em análise (Trd transformador de distribuição, Rd rede de distribuição, etc.).
- z – refere-se ao sistema em análise (ELE setor elétrico, TLC Telecom, CMC comunicação, etc.).
- j – refere-se à cidade, estado e país em análise (CpsSPBRA).
- k – refere-se ao período de tempo de análise pré-definido (1999 to 2002 = 9902, 2004 to 2007 = 0407, etc.).

Alternativamente por conveniência a Equação 9 pode ser usada no formato indicado abaixo como Equação 10, com densidade de descargas (Dstrokes), densidade de irregularidades (Dirg) e densidade de elementos (De), em uma mesma área, período e resolução sob análise.

$$\text{ALIVE}^{\text{xyzjk}} = \text{Dirg} / (\text{De} \times \text{Dstrokes}) \quad (10)$$

Apenas como exemplo, ALIVE^{DstrokesTrdELECpsSPBRA0407} representa uma análise usando densidade de descargas em um sistema elétrico, transformadores de distribuição, região de Campinas, São Paulo, Brasil, de 2004 a 2007.

3.4 - Condições de Contorno

Algumas limitações são naturais neste processo, relacionado com o pressuposto de que não há uniformidade na densidade de raios na região. Tal limitação é crítica para áreas maiores, causando distorções que devem ser tratados de uma maneira específica. Neste caso é necessário realizar cálculos para cada célula, com um mínimo de 100 raios em cada célula, o que representa uma incerteza estatística de cerca de 10%, que deve ser respeitado. O número de elementos (Q_e) e o número de irregularidades (N_{irg}) devem ser representados em toda a área, período e resolução pré-definida.

Se N_{irg} ou $Dstrokes$ tiver o valor zero, então o resultado para o ALIVE é zero, uma vez que nenhuma área de criticidade foi nomeada pela falta de raios ou a ausência de irregularidades nos elementos pertencentes ao quadrante do sistema observado. Quando N_{irg} é zero, então o resultado não indica vulnerabilidade. Mas, quando Q_e é zero, nenhuma definição para ALIVE é possível.

O ALIVE foi concebido, considerando que, antes da irregularidade, os elementos estavam em bom estado de funcionamento, saúde ou desempenho. Este índice de vulnerabilidade pode ser usado como ponto de partida para uma investigação mais minuciosa visando estabelecer as causas adicionais que podem ter levado a uma irregularidade (falha, defeito ou morte) e seus efeitos, incluindo perdas e danos, avaliação técnico-econômica dos interessados (proprietários e as organizações, etc.). Essas causas e efeitos podem sofrer influência de inúmeras variáveis (técnicas de proteção adotadas, qualidade do produto, deterioração precoce de isolamento, idade, características do solo, histórico de reformas ou reparos, problemas genéticos, problemas anteriores, etc.). No entanto, estes aspectos não fazem parte do escopo deste artigo.

4.0 - RESULTADOS

As Figuras 3 a 6 mostram os resultados da análise de vulnerabilidade para os elementos pertencentes ao sistema elétrico localizado na superfície da Terra para a descargas atmosféricas nuvem-solo, na cidade de Campinas. É possível notar as áreas mais críticas, como a informação essencial para fornecer uma proteção e ações preventivas para melhorar o desempenho e, conseqüentemente, no caso dos serviços de energia, a qualidade de fornecimento. Estas áreas de maior vulnerabilidade são encontradas ao norte, sul e sudoeste da cidade. Também é possível ver que o centro urbano tem maior densidade de raios, maior número de elementos e maior número de irregularidades.

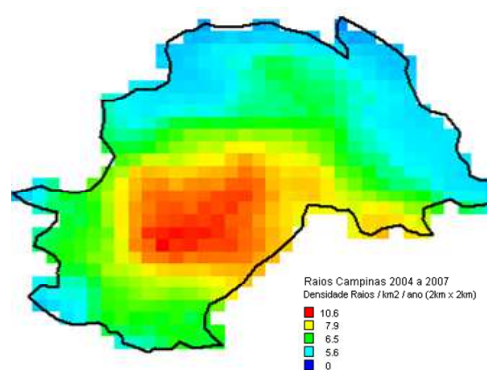


FIGURA 3: Densidade de Descargas na Região de Campinas Obtida a Partir de Dados da BrasilDat. Período 2004 a 2007.

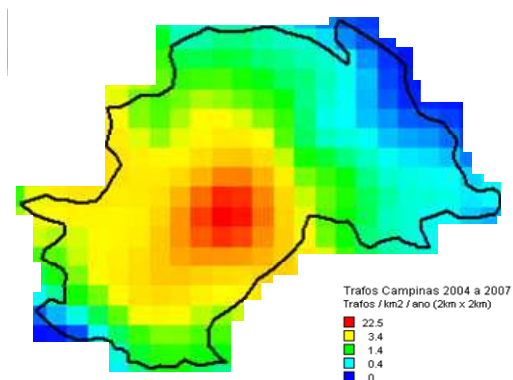


FIGURA 4: Densidade de Transformadores de Distribuição na Região de Campinas Obtida a Partir do GIS CPFL. Período 2004 a 2007.

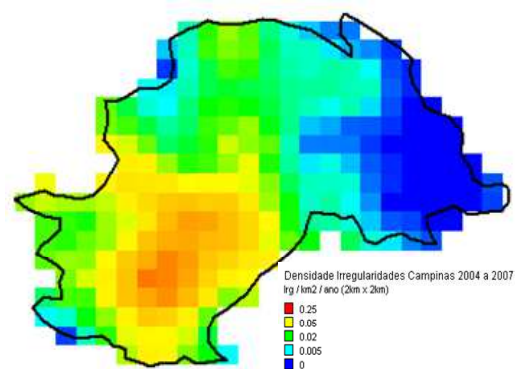


FIGURA 5: Densidade de Irregularidades em Transformadores de Distribuição na Região de Campinas. Obtida a Partir do SAP CPFL. Período: 2004 a 2007.

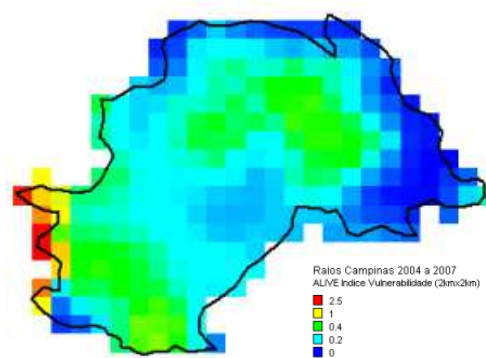


FIGURA 6: ALIVE (x 10⁻³) na Região de Campinas. Período: 2004 a 2007.

O valor médio de ALIVE foi determinado e uma classificação das áreas críticas do Município de Campinas foi realizada no período estudado e resolução pré-definida [6]. Os resultados foram os seguintes:

- a) A densidade média de elementos (De) foi de 12,19 por km². Os valores de área central (11 a 22) foram comparados com as regiões vizinhas, a norte (0,3 a 2,7), Sul (1,1 a 5,5), leste (0,24 a 0,66) e oeste (2,6 a 4,8). O maior número de transformadores de distribuição está localizado na área central.
- b) A densidade média de irregularidades (Dirg) foi de 0,12 por km². Os valores de área central (0,09 a 0,16) foram comparadas com as regiões vizinhas no norte (0,008 a 0,03), Sul (0,007-0,14), leste (0,0016 a 0,0054) e oeste

(0.022-0.078). O maior número de irregularidades em transformadores de distribuição devido a relâmpagos está na área central.

- c) A densidade média de descargas nuvem solo (Dstrokes) foi de 5,67 por km². Os valores de área central (9,1 a 10,2) foram comparados com as regiões vizinhas, a norte (4,2 a 6,2), Sul (6,1 a 6,9), leste (5 a 6,1) e oeste (6,4 a 7,9). O maior número de flashes ocorre na área central, de acordo com outras observações nas grandes cidades [7].
- d) O valor médio do índice de vulnerabilidade ALIVE a partir de elementos pertencentes ao sistema piloto (sistema elétrico) foi $0,417 \times 10^{-3}$. Os valores de área central ($0,12 \times 10^{-3}$) foram comparados com as regiões vizinhas, a norte ($0,24 \times 10^{-3}$), o sul ($0,42 \times 10^{-3}$), leste ($0,11 \times 10^{-3}$) e oeste ($0,23 \times 10^{-3}$). As áreas mais vulneráveis foram encontradas ao sul e sudoeste, seguido pelas áreas ao norte e leste.

Os valores de ALIVE foram diferentes, como esperado, para as diferentes regiões do Município de Campinas (Figura 6), uma vez que existem áreas com características específicas (urbano, rural e mista). A área urbana tem proteção natural contra raios (edifícios altos, edifícios, parques, técnicas de proteção mais apuradas, etc.), enquanto a área rural tem um nível maior de exposição aos raios (árvores, etc.) [8].

5.0 - CONCLUSÕES E POTENCIALIDADES

Este estudo apresentou a proposta de criação de um novo índice, com o objetivo de representar o resultado da análise da vulnerabilidade dos sistemas e das instalações localizadas na superfície da Terra às descargas atmosféricas nuvem-solo (raios), que tem relevância para as ciências atmosféricas e engenharia de confiabilidade. Os resultados foram complementados com mapas temáticos, que são consideradas inovadores, envolvendo os elementos analisados no sistema elétrico, suas irregularidades e do índice de vulnerabilidade ALIVE, melhorando a visualização espacial, abrindo novas possibilidades para aplicações práticas.

A metodologia proposta foi aplicada em transformadores de distribuição (elementos) pertencentes a um sistema elétrico (sistema) na região de Campinas, em termos de análise de vulnerabilidade de raios, criando o ALIVE índice, produzindo informações valiosas para o planejamento e engenharia envolvidos com curto prazo e estratégias de proteção e confiabilidade à longo prazo.

Considerando a disponibilidade de maior conhecimento sobre o nível de criticidade das regiões de uma forma estruturada e organizada, estes resultados fornecem melhores condições para a análise eficaz, providências e ações no sentido de reduzir ou eliminar as falhas ou defeitos, para o caso em transformadores de distribuição, reduzindo ou eliminando as interrupções decorrentes do fornecimento de energia.

Através da utilização da metodologia, foi possível demonstrar que a área mais vulnerável para o sistema em estudo não é necessariamente a área com os níveis mais altos de incidência de descargas. Este resultado parece ser consistente com a existência de proteções naturais nas áreas urbanas das médias e grandes cidades em relação a áreas rurais remotas, tais como edifícios altos, parques e bosques. Além disso, pode estar relacionado a diferentes critérios de proteção adotados por empresas de energia em diferentes áreas (rural, central, etc.).

Estes procedimentos, quando adotados em várias outras áreas (cidades, estados ou países), podem ser usados para comparação com resultados entre pesquisas, traçando estratégias organizadas de vários segmentos setoriais (energia, telecomunicações, defesa civil, etc.).

Vale ressaltar que para alcançar bons resultados, faz-se necessário a existência de uma base de dados histórica confiável, entre outros, com registros de instalação, área, quantidade de irregularidades e posicionamento de elementos, a fim de se possa avaliar adequadamente o nível de criticidade em relação a descargas atmosféricas. Também é essencial para realizar novos estudos com maior volume de registros para alcançar resultados mais amplos, a fim de definir uma nova ferramenta para uso pela sociedade em geral.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Pinto Jr., O., Pinto I.R.C.A., Tempestades e relâmpagos no Brasil, Editora INPE, 2000.
- [2] Pinto Jr., O., A arte da guerra contra os raios, Editora Oficina de Texto, 2005.
- [3] Pinto Jr., O., Pinto I.R.C.A., Naccarato, K. P. Maximum cloud-to-ground lightning flash densities observed by lightning location systems in the tropical region: a review, Atmos. Res., Atmospheric Research, v. 84, p. 189.200, 2007.

- [4] Cummins, K. L.; Krider, E. P.; Malone, M. D. The U.S. National Lightning Detection Network and applications of cloud-to-ground lightning data by electric power utilities. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, v.40, n.4, part 2, p. 465-480. November, 1998 (b).
- [5] Wacker, R.S.; Orville, R. E. Changing in measured lightning flash count and return stroke peak current after the 1994 NDLN upgrade: observations and theory. Journal of Geophysical Research, v.104, n.D2, pp. 2151-2157 and 2159-2162, 1999.
- [6] Carneiro, J.C. Caracterização de descargas atmosféricas na região de Campinas e análise de vulnerabilidade de sistemas localizados na superfície terrestre. INPE, São José dos Campos, São Paulo, Tese de Mestrado, apresentada, defendida e aprovada em 24/09/2008.
- [7] Naccarato, K.P., Pinto Jr., O., Pinto, I.R.C.A., Evidence of thermal and aerosol effects on the cloud-to-ground lightning density and polarity over large urban areas of Southeastern Brazil, Geophys. Res. Lett., 30(13): 1674-1677, 2003.
- [8] Carneiro, J.C., Queiroz, T.M., Pinto Jr., Osmar, Pinto, Iara R.C.A.. Analysis of lightning vulnerability of systems located on the earth surface. Ground's 2008 – International Conference on Grounding and Earthing, Florianópolis, Brazil, 2008.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Eng. João Carlos Carneiro (M.Sc.) nasceu em Bauru, Estado de São Paulo (ESP) em 24/06/1957. Graduado em Engenharia Elétrica (Eletrotécnica) pela Fundação Educacional de Bauru SP (atual UNESP) em 1980; Especializações em Subestações e Equipamentos pela Escola Federal de Engenharia de Itajubá (EFEI) MG em 1982, e, em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo SP (FGV) em 1996/1997; Mestrado em Geofísica Espacial (Ciências Atmosféricas) pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais de São José dos Campos SP (INPE) 2006/2008.

Desde 1981 trabalha na CPFL em Campinas SP, tendo atuado nas Áreas de Engenharia (Estudos, Projetos, Subestações e Equipamentos Associados). Atualmente é Engenheiro Sênior de Soluções de Engenharia de Manutenção no Departamento de Engenharia e Planejamento. Além das atribuições afeitas convencionalmente ao cargo, tem se dedicado a estudos de coordenação de isolamento, sobretensões e interações entre as descargas atmosféricas e sistemas elétricos. Gerenciou 6 (seis) projetos de pesquisa e desenvolvimento nestes segmentos, no período de 2000 a 2008. Representa a CPFL em Comissões Técnicas de Órgãos Normativos (Cobei, Cigré, etc.). Possui trabalhos técnicos publicados em seminários e congressos nacionais e internacionais (Snptee, Sendi, Cidel, Erlac, ARWtr, Sipda, Grounds, etc.), bem como revistas do setor elétrico nacional.



Dr. Osmar Pinto Junior nasceu em Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul em 01/09/1954. Graduado em Engenharia Eletrônica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul em 1977; Mestrado em Ciência

Espacial na especialidade Geofísica Espacial pelo INPE em 1980; Doutorado em Ciência Espacial na especialidade Geofísica Espacial pelo INPE em 1984 e Pós Doutorado em Geofísica Espacial pela Universidade de Washington-Seattle em 1989, com vários trabalhos técnicos e pesquisas publicadas nacional e internacionalmente. Atualmente é coordenador do Grupo de Eletricidade Atmosférica ELAT e pesquisador do INPE em Eletricidade Atmosférica.

Dra. Iara Regina Cardoso de Almeida Pinto nasceu em Santos, Estado de São Paulo em 26/04/1954. Graduada em Física pela Universidade Mackenzie em 1976; Mestrado em Combustão de Foguetes pelo INPE em 1980; Doutorado em Ciência Espacial na especialidade Geofísica Espacial pelo INPE em 1987 e Pós Doutorado em Geofísica Espacial pela Universidade de Washington-Seattle em 1990. Atualmente é pesquisadora titular do INPE em Eletricidade Atmosférica.

/