



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

GTL 31
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO XVI

GRUPO DE ESTUDO DE INFORMAÇÕES E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL

METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TELECOMUNICAÇÕES SUSCETÍVEIS A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Alexandre Pinhel Soares * **Alexandre Regis Nóbrega, MSc** **Roberto Cristino Marcos**

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

RESUMO

Estações de Telecomunicações são muito afetadas, direta ou indiretamente, por descargas atmosféricas. Porém, há grande dificuldade em quantificar-se adequadamente a suscetibilidade de tais instalações, pois boa parte das correntes de descargas e campos eletromagnéticos resultantes não provocam falhas imediatas em equipamentos. Por outro lado, podem causar degradações nos dispositivos eletroeletrônicos que, por efeito acumulativo praticamente imperceptível, virão a comprometer a confiabilidade da instalação.

Esse trabalho propõe uma metodologia que, a partir de alarmes de falta de fornecimento de energia e de informações sobre a localização das descargas atmosféricas, consegue ordenar as estações de Telecomunicações pelo nível de suscetibilidade às descargas, proporcionando condições aos órgãos de Engenharia de Manutenção e aos Órgãos de Projeto de racionalizar as atividades de mitigação dos problemas relacionados com o tema. Serão apresentados os resultados relativos à aplicação da metodologia às estações do sistema de microondas de FURNAS na região Sudeste do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE

Estações de Telecomunicações, Descargas atmosféricas, RINDAT, Sistema de Microondas, Sistema de Supervisão.

1.0 - INTRODUÇÃO

Em empresas que possuem processos produtivos críticos torna-se imprescindível a existência de órgãos de Engenharia de Manutenção que, além de estabelecerem os fundamentos da manutenção propriamente dita, devem buscar a excelência através de maior interação com os órgãos de projeto de forma a adequar as especificações técnicas às tarefas de Operação e Manutenção.

Dentro dessa linha conceitual, uma das direções de maior retorno produtivo seguramente é a busca da minimização de falhas (e, conseqüentemente, das interrupções dos processos produtivos) a partir de medidas e modificações pró-ativas nas instalações que não estejam adequadamente orientadas às tarefas de Operação e Manutenção [1]. Essa direção norteou o desenvolvimento da metodologia aqui apresentada que foi aplicada na identificação das estações de microondas mais suscetíveis a descargas atmosféricas.

As estações são compostas, principalmente, de sistemas eletroeletrônicos que por sua vez têm como característica fundamental a tendência de falhar com uma taxa constante ao longo de sua vida útil. Como decorrência desse comportamento tem-se a necessidade de controle e acompanhamento dos fatores externos

(*) Rua Real Grandeza, 219 – Bloco E Sala 109 – CEP 22283-900 Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 2528-4049 – Fax: (+55 21) 2528-5656 – Email: pinhel@furnas.com.br

potenciais causadores de falhas não inerentes de forma a se obter diagnósticos conclusivos que sustentem intervenções pró-ativas antes que os sistemas comecem efetivamente a falhar. Com essa conduta procura-se minimizar a indisponibilidade dos processos a partir do aumento da confiabilidade dos equipamentos envolvidos.

Foram utilizados os registros de alarmes de anormalidade na alimentação em corrente alternada de cerca de 70 estações no período de 2001 a 2003, fornecidos por um dos sistemas de supervisão de telecomunicações existentes em FURNAS. Estes registros foram correlacionados aos dados de descargas atmosféricas detectadas a distâncias de até 30km das estações, englobando assim os eventos ocorridos nas linhas de alimentação, desde a subestação da empresa distribuidora até o edifício da estação de microondas. Esses dados foram fornecidos pela Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas – RINDAT [2].

2.0 - A METODOLOGIA

2.1 Descrição básica

A hipótese fundamental da metodologia é que, dado um período determinado de tempo, a comparação entre os dois índices descritos abaixo, indicará o quanto a instalação é suscetível a descargas atmosféricas:

Índice DSA: Quantidade de dias em que ocorreram descargas atmosféricas nas proximidades do local analisado e falhas de alimentação no local;

Índice DS: Quantidade de dias em que ocorreram descargas atmosféricas porém não ocorreram falhas de alimentação.

Para normalizar os resultados de forma a se obter uma escala adequada, utilizou-se a razão dos índices citados acima em formato percentual, conforme expressão abaixo :

$$I_s = [DSA/(DSA+DS)] \times 100$$

Essa hipótese foi formulada a partir de duas limitações inerentes aos sistemas de monitoração necessários, a saber :

- a) A localização das descargas atmosféricas, pelos métodos atuais, pode ser imprecisa.
- b) Os sistemas (de alarmes e detecção de descargas) podem não estar sincronizados entre si.

2.2 Detecção de descargas atmosféricas

Deve-se atribuir um valor ao que se considera como “proximidade do local”. Esse valor dependerá das características específicas do estudo e dos objetivos almejados. Uma vez determinada a região de interesse e tendo as coordenadas geográficas exatas das instalações, pode-se obter as informações sobre as descargas atmosféricas através da Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas [2,3].

Os sensores da RINDAT operam em rede a partir da detecção dos campos eletromagnéticos gerados pelas descargas, correlacionando-os com sinais padrão armazenados localmente. Desta forma, toda a região a ser estudada deve estar coberta por sensores para que seja possível a obtenção dos dados de localização das descargas atmosféricas e de suas características físicas estimadas (intensidade, polaridade, multiplicidade, etc).

Após a discriminação dos sinais, os dados coletados são transmitidos para computadores, onde são processados, armazenados e distribuídos para alguns usuários que necessitam dessas informações em tempo real (FURNAS, por exemplo). Porém os dados armazenados podem ser utilizados também para análises estatísticas e estudos como o apresentado neste artigo.

2.3 Detecção de falhas de alimentação

Algumas instalações especiais possuem monitoração de suas condições de funcionamento. São comuns os sistemas que monitoram dados ambientais, *status* de funcionamento dos equipamentos e condições de infraestrutura. Para utilização dessa metodologia, os locais de interesse precisam disponibilizar dados sobre falhas de fornecimento de energia em corrente alternada, pois essas são normalmente seguidas pela entrada em operação de baterias e geradores, caracterizando a ocorrência de desgastes em equipamentos eletromecânicos, redução da vida útil de baterias e conseqüências adversas decorrentes do aparecimento de transitórios elétricos.

2.4 Determinação dos índices

Para identificação dos locais mais suscetíveis, há necessidade de correlação dos dois tipos de detecção citados nos subitens anteriores. Essa tarefa é bastante demorada, especialmente pela grande quantidade de dados, e pelo fato deles estarem em plataformas computacionais distintas. Apesar da grande quantidade de dados envolvida nessa tarefa, a determinação dos índices DSA e DS seguramente pode ser feito sem necessidade de *software* e *hardware* especiais.

3.0 - APLICAÇÃO AO SISTEMA DE MICROONDAS DE FURNAS

3.1 Descrição

O sistema de microondas de FURNAS é composto por equipamentos instalados no Escritório Central no Rio de Janeiro, em estações repetidoras, subestações e usinas. É um dos principais sistemas de telecomunicações da empresa, englobando mais de 100 estações nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país e é usado nas funções de comunicação, controle, supervisão e proteção do sistema elétrico.

As instalações são compostas, principalmente, de sistemas eletroeletrônicos que por sua vez têm como uma das características fundamentais a tendência de falhar com uma taxa constante ao longo de sua vida útil. Como decorrência desse comportamento tem-se a necessidade de controle e acompanhamento dos possíveis fatores externos causadores de falhas de forma a se obter diagnósticos conclusivos que sustentem intervenções pró-ativas antes que os sistemas comecem efetivamente a falhar. Como dentre os principais fatores externos causadores de falhas em equipamentos eletroeletrônicos encontram-se as descargas atmosféricas [4], a metodologia aqui apresentada mostra-se pertinente.

Utilizaram-se os registros de alarmes de falha na alimentação em corrente alternada das estações instaladas na Região Sudeste do Brasil (figura 1) durante o período de 2001 a 2003. Estes registros foram correlacionados aos dados de descargas atmosféricas detectadas a distâncias de até 30km das estações, procurando dessa forma englobar os eventos ocorridos na subestação da empresa distribuidora e nas linhas de alimentação que vão desta subestação até o edifício da estação de microondas de FURNAS. Não foram utilizados os dados referentes à magnitude das descargas atmosféricas (disponíveis na RINDAT) devido à imprecisão destes valores.

Para esse estudo foram processados cerca de três milhões e seiscentos mil eventos de descargas atmosféricas e trinta e seis mil alarmes de falhas na alimentação das estações. Apesar desses valores, o processamento foi realizado em microcomputador utilizando-se um pacote de *software* comercial sem nenhum requisito especial.

3.2 Resultados específicos

As estações que apresentaram índices superiores a 1% aparecem ordenadas na Tabela 1. As demais (29) localizam-se dentro de usinas e subestações de FURNAS, motivo pelo qual não apresentaram suscetibilidade considerável, pois esses locais possuem infra-estruturas elétricas extremamente confiáveis.

De acordo com a tabela 1, pode-se concluir que :

- A altitude da estação de microondas não influenciou no resultado, mostrando que instalações situadas em locais elevados não são, necessariamente, mais vulneráveis que outras localizadas em regiões mais baixas.
- O compartilhamento da infra-estrutura com outras empresas não influenciou no resultado, indicando que, normalmente, não há tratamento diferenciado por parte das distribuidoras de energia quando da existência de várias empresas em um mesmo local.
- Dentre as 10 estações com maior índice, 5 são alimentadas pela distribuidora "K", estando uma delas em área urbana. Isto sugere que deva ser feito um levantamento das técnicas e procedimentos adotados por esta empresa quanto às questões de confiabilidade do serviço contratado. Quanto às outras empresas de distribuição, apesar de provavelmente apresentarem diferentes padrões de qualidade em seus serviços técnicos, nada se pôde inferir.
- A média das distâncias até as subestações distribuidoras relativas às 10 estações com maior índice é quase 4 vezes maior que a média referente às 10 estações de menor índice. Isto mostra, como era esperado, que quanto maior o percurso da linha de alimentação, mais suscetível será a instalação.
- A estação Nova Resende (NR), apesar de ser alimentada por uma linha curta, apresentou um índice alto, indicando a possibilidade de existência de problemas no fornecimento de energia na região.

- As estações situadas dentro de áreas urbanas apresentaram baixo índice de suscetibilidade, indicando que a distribuição de energia em regiões mais densamente povoadas é mais estável. A estação Hortolândia (HL) mostrou-se uma exceção, indicando a possibilidade de existência de problemas no fornecimento de energia na região.
- De todas as instalações construídas dentro de áreas de usinas e subestações, somente a de Furnas Morro (FM) apresentou alguma suscetibilidade a descargas atmosféricas. Porém, esse caso pode ser explicado pelo fato de que essa estação é alimentada por uma linha terminal com 3 km de extensão, ficando afastada das instalações principais.
- Não se observou nenhuma influência devida a regiões geográficas, apesar da diversidade de tipos de solo e de características climatológicas.

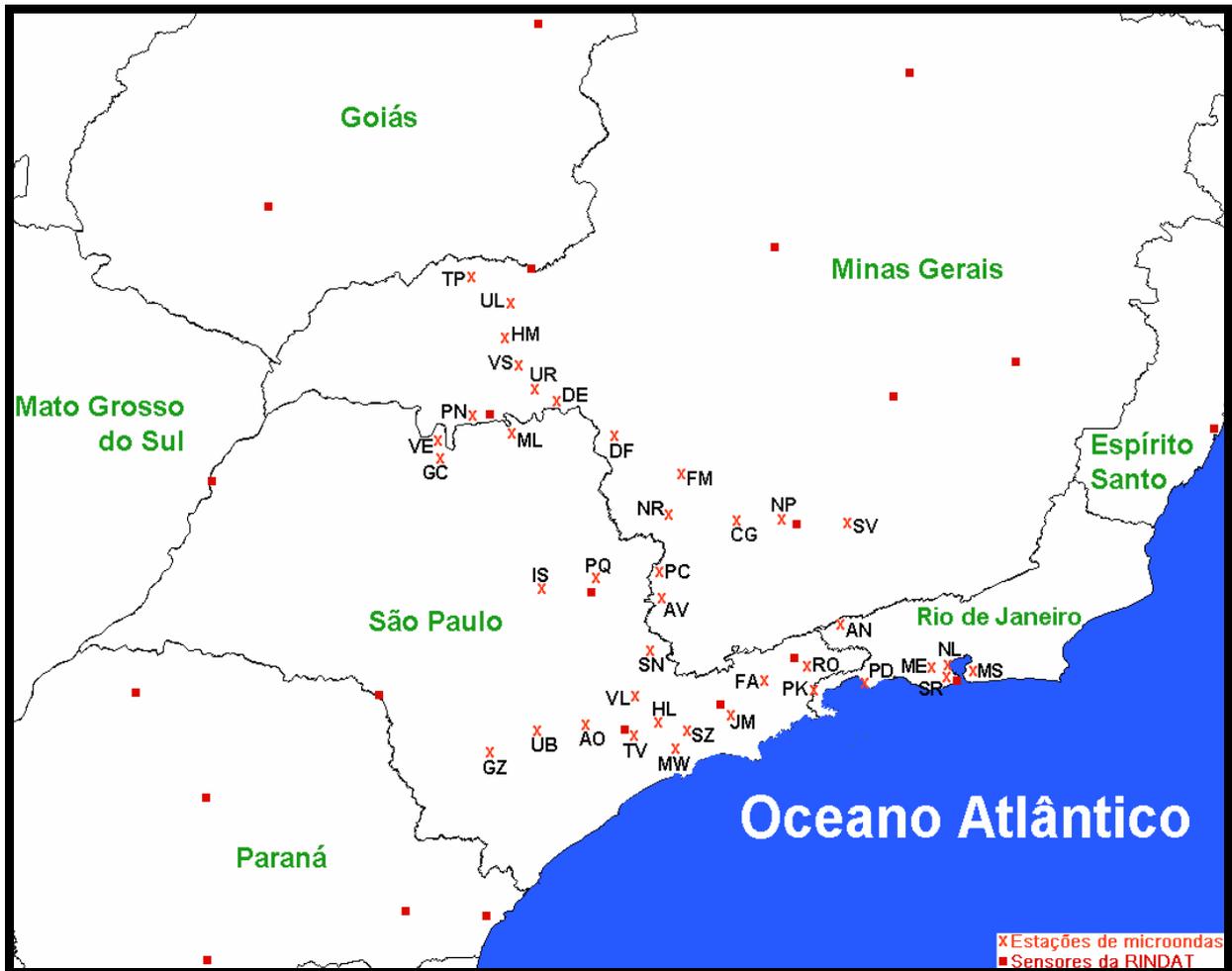


Figura 1 : Localização das estações de microondas analisadas e dos sensores de descargas atmosféricas da RINDAT.

Tabela 1 : Relação ordenada por suscetibilidade a descargas atmosféricas.

P	Id	Nome	Est	Lat	Long	T	Alt	C	E	D	DS	DSA	DT	Is
1	RO	Rodeio	SP	-22,7566	-44,8533	R	1139	N	K	10	56	82	138	59.4
2	PK	Pedra da Macela	SP	-23,0461	-44,245	R	1813	S	K	20	47	68	115	59.1
3	VE	Vertente	SP	-20,275	-49,03	R	529	N	P	40	61	72	133	54.1
4	GZ	Guarizinho	SP	-23,75	-48,8433	R	815	N	K	14	56	57	113	50.4
5	DF	Delfinópolis	MG	-20,2975	-47,1033	R	961	N	G	20	74	66	140	47.1
6	ML	Miguelópolis	SP	-20,1625	-48,2055	R	605	N	P	40	78	61	139	43.9
7	GC	Guaraci	SP	-20,4822	-49,0055	S	549	S	P	7	77	52	129	40.3
8	UB	Angatuba	SP	-23,505	-48,31	R	865	N	K	14	80	52	132	39.4
9	HL	Hortolândia	SP	-23,3611	-46,5311	C	1172	N	K	5	82	51	133	38.3
10	SV	S.S. Da Vitória	MG	-21,2311	-44,4642	R	1075	N	G	10	73	43	116	37.1
11	HM	Harmonia	MG	-19,1722	-48,2564	R	901	S	G	40	88	51	139	36.7
12	NR	Nova Resende	MG	-21,1131	-46,4219	S	1264	S	G	1	76	44	120	36.6
13	TV	Raposo Tavares	SP	-23,5733	-47,05	R	1101	N	P	12	101	49	150	32.6
14	MW	Mauá	SP	-23,6383	-46,4316	S	991	S	E	5	87	39	126	30.9
15	SZ	Faz. Sta. Rita	SP	-23,455	-46,1066	R	984	N	B	15	93	41	134	30.6
16	VS	Veríssimo	MG	-19,5364	-48,1775	R	901	S	G	35	99	43	142	30.3
17	PN	Planura	MG	-20,0961	-48,6667	R	520	N	G	5	97	39	136	28.7
18	JM	Jambeiro	SP	-23,1983	-45,6416	R	1039	N	B	20	95	38	133	28.6
19	AO	Araçoiaba	SP	-23,4483	-47,62	R	970	S	P	20	92	36	128	28.1
20	AN	Agulhas Negras	RJ	-22,3767	-44,7025	R	2581	S	G	40	108	42	150	28.0
21	AV	Andradas	MG	-22,0136	-46,5639	R	1463	N	G	15	101	35	136	25.7
22	SN	Serra Negra	SP	-22,6172	-46,6752	R	463	S	P	22	107	37	144	25.7
23	PD	Ponta da Espia	RJ	-23,0461	-44,2450	R	67	N	C	10	85	29	114	25.4
24	NP	Nepomuceno	MG	-21,2078	-45,1967	R	1095	S	G	8	85	27	112	24.1
25	ME	Mendanha	RJ	-22,8233	-43,5233	R	736	S	L	10	87	27	114	23.7
26	FA	Fazendinha	SP	-22,8916	-45,2533	R	1011	S	B	7	100	31	131	23.7
27	FM	Furnas Morro	MG	-20,6972	-46,2858	U	1107	N	G	3	96	27	123	22.0
28	TP	Tupaciguara	MG	-18,5258	-48,7239	R	910	N	G	15	111	30	141	21.3
29	DE	Delta	MG	-19,9556	-47,7122	S	764	N	G	1	121	27	148	18.2
30	MS	Morro do Castro	RJ	-22,8719	-43,0633	C	278	N	C	5	84	14	98	14.3
31	VL	Valinhos	SP	-22,9964	-46,9416	R	965	S	P	7	127	18	145	12.4
32	PC	Poços-Morro	MG	-21,7717	-46,5719	C	1612	S	G	3	119	13	132	9.8
33	CG	Campos Gerais	MG	-21,2053	-45,7014	R	1267	S	G	5	102	11	113	9.7
34	IS	Isola Bela	SP	-21,7469	-48,1233	C	742	N	P	10	119	12	131	9.2
35	UR	Uberaba	MG	-19,7392	-47,8775	S	844	S	G	1	132	10	142	7.0
36	NL	Nova Cintra	RJ	-22,9269	-43,1911	C	250	N	L	5	92	5	97	5.1
37	PQ	Passa Quatro	SP	-21,6816	-47,4244	R	969	N	K	11	123	6	129	4.6
38	UL	Uberlândia	MG	-18,8772	-48,265	C	920	N	G	1	129	6	135	4.4
39	SR	Sumaré	RJ	-22,9511	-43,2369	C	769	S	L	1	97	3	100	3.0

P = Posição no ranking de suscetibilidade a descargas atmosféricas.

Nome = Nome da Estação de Microondas.

DSA = Dias com descargas atmosféricas e alarmes de falha de energia (média 2001-2003).

DS = Dias com descargas atmosféricas porém sem alarmes de falha de energia (média 2001-2003).

DT = Total de dias com descargas (média 2001-2003).

Is = Índice de Suscetibilidade a Descargas Atmosféricas = Relação percentual "DSA/(DSA+DS)".

Alt, Lat, Long = Altitude (em metros), Latitude e Longitude das estações de microondas.

T = Tipo do local: (U = Próximo a Usina, R=Rural, C=Urbano e S = Próximo a cidade).

C = Compartilhamento = Presença de outras empresas próximas à estação de microondas (S:Sim, N: Não).

D = Distância aproximada (em km), da subestação distribuidora de energia.

E = Empresa Distribuidora de Energia identificada por código.

Est = Estado da União.

Obs : Para as estações AN, ME, MS, NL, PD, SR e TV foram utilizados somente os dados do período 2001-2002.

4.0 - CONCLUSÕES

O levantamento das instalações mais suscetíveis a descargas atmosféricas pode ser uma medida útil quando associada à modificações pró-ativas na infra-estrutura, especialmente nos sistemas de proteção. Resultados específicos podem ser extraídos conforme as características das instalações e os objetivos da equipe de Engenharia de Manutenção e dos Órgãos de Projeto.

O interesse por esse tipo de resultado torna-se maior se ele for obtido antes que danos comecem a ocorrer nos equipamentos relacionados aos processos produtivos. Isto implica na necessidade de uma percepção da suscetibilidade da instalação antes da ocorrência de falhas, tarefa potencialmente difícil, especialmente diante da eventual inexistência de indícios de problemas.

A metodologia apresentada pretende contornar essa dificuldade a partir da utilização das quantidades diárias de descargas atmosféricas e de alarmes de falta de energia. A coerência dos resultados obtidos no exemplo apresentado indica que a metodologia possui robustez.

Como consequência direta do desenvolvimento dessa metodologia, FURNAS pretende reavaliar algumas das configurações de proteção das estações de microondas [4], que apresentaram os maiores índices de suscetibilidade, evitando falhas futuras, aumentando a disponibilidade das suas comunicações operativas e contribuindo para a qualidade do Sistema Elétrico brasileiro.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Soares, A. P.; Nobrega, A. R.; Marcos, R. C.: "A proposal for the increase of reliability of sensitive equipment regarding pro-active modifications on Lightning Protection Systems", International Symposium on Lightning Protection (SIPDA2005), São Paulo, Brazil, November 21-25, 2005, pp. 76-81.
- [2] Endereço eletrônico, RINDAT, 2006: <http://www.rindat.com.br>.
- [3] Nobrega, A. R.; Soares, A. P.; Girardi, A. S.; Oliveira, J. R.: "Data Survey of Lightning Incidence on Telecommunication Stations and Correlation to RINDAT Data", International Conference on Grounding and Earthing (GROUND2004), Belo Horizonte, Brazil, November 7-11, 2004.
- [4] Nobrega A. R.; Soares, A. P.: "Lightning Protection of Furnas' Telecommunication System", International Conference on Lightning Protection (ICLP2000), Rhodes, Grécia, Setembro 18-22, 2000.