

XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

APLICAÇÃO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE VMTs e CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

NELSON KAGAN
EDUARDO LUIZ FERRARI
NELSON MASSAKAZU MATSUO
ALDEN ANTUNES UEHARA
SILVIO XAVIER DUARTE

EPUSP
EPUSP
EPUSP
EPUSP
EPUSP

JOSÉ LUIZ CAVARETTI
UBIRATAN FRANCISCO CASTELLANO
ALEXANDER TENÓRIO

ELETROPAULO
ELETROPAULO
ELETROPAULO

Palavras-chave: afundamentos e elevações de tensão,
protocolos de medições,
análise estatística

Foz do Iguaçu, 19 a 23 de novembro de 2000

1. Introdução

O objetivo deste artigo é apresentar uma aplicação prática do software (SIGVMT), desenvolvido para análise estatística de fenômenos de afundamento e elevações de tensão, isto é, Variações Momentâneas de Tensão (VMTs). Descreve-se, ainda, a metodologia a ser seguida para o mapeamento de afundamentos e elevações de tensão. São abordadas, nesta metodologia, as etapas do procedimento definição da amostra de medições de VMTs realizada no sistema de distribuição da Eletropaulo.

2. Projeto de Medições Visando a Avaliação Global do Sistema

A metodologia a ser seguida para o mapeamento de afundamentos e elevações de tensão é apresentada a seguir.

2.1 Etapas de Procedimento para os Sorteios

Para o mapeamento de VMTs no sistema de distribuição da Eletropaulo, é necessária a definição de uma amostra que, da melhor maneira possível, represente o que ocorre no universo dos consumidores da empresa. Com este objetivo, foi definido um critério de amostragem das medições a serem realizadas, medições estas realizadas nos alimentadores da empresa (média e baixa tensão).

As etapas do procedimento para o sorteio dos alimentadores (residencial, comercial e industrial) são relacionadas a seguir:

- a) Atribui-se um número inteiro para cada alimentador primário, seqüencialmente, a partir de 1, até o número total N , de alimentadores a serem sorteados (a ordem dos alimentadores não é relevante);
- b) Somando aritmeticamente os valores dos consumos (em kWh) de todos os alimentadores da amostra, obtém-se o valor S_{total} ;
- c) O consumo de cada alimentador deverá ser dividido por S_{total} , obtendo-se, para cada alimentador, um valor normalizado s_n ;
- d) Constrói-se a curva acumulada dos valores de s_n no eixo vertical com a numeração dos alimentadores no eixo horizontal (na realidade tal curva tem a forma de degraus);
- e) Com um gerador de números aleatórios sorteia-se um valor no intervalo $[0,1]$. Entrando com esse valor no eixo vertical da curva obtém-se o número inteiro correspondente no eixo horizontal. Esse número corresponde ao índice do alimentador sorteado;
- f) Repete-se o sorteio até completar o número total de ensaios necessário para a amostra;
- g) Caso o alimentador sorteado já tenha sido sorteado anteriormente, efetuar outro sorteio;

A título ilustrativo é apresentada a figura 1, onde é mostrado de maneira esquemática o sorteio de um alimentador.

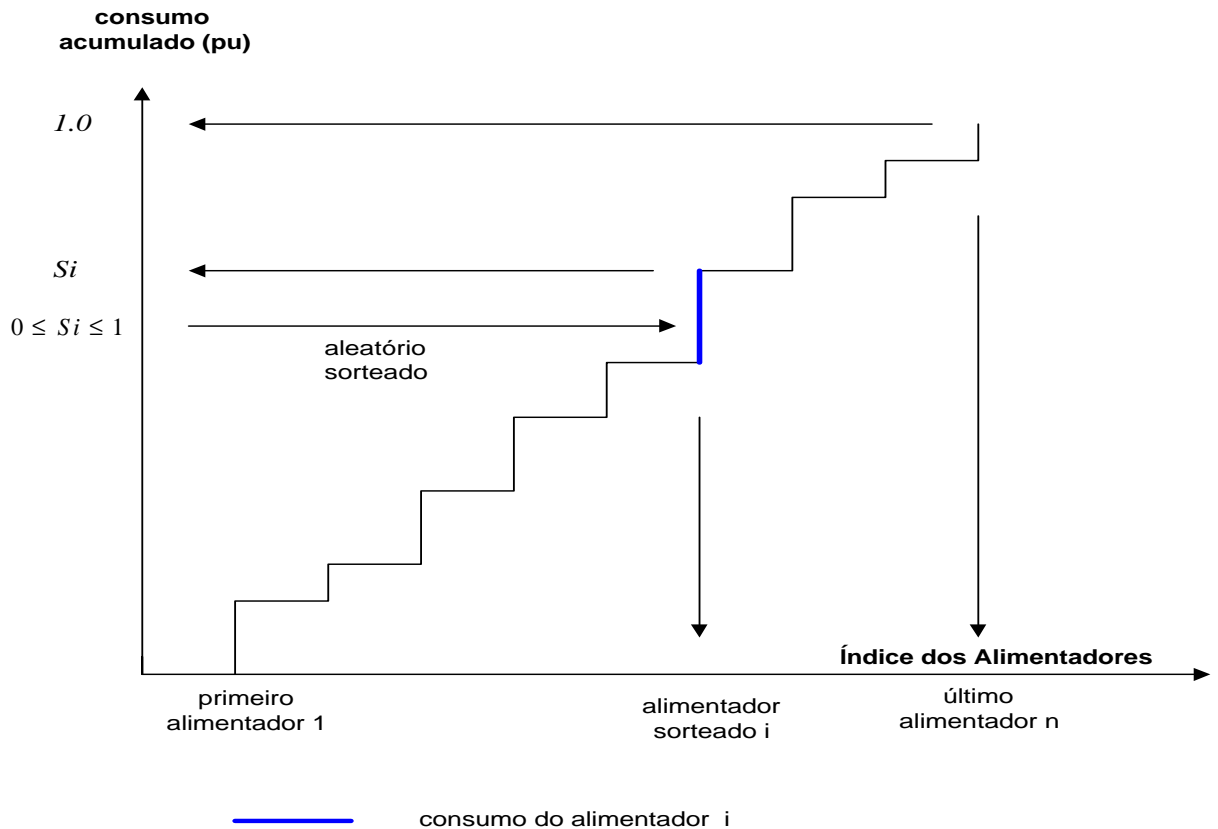


Figura 1 - Curva de consumo acumulado versus alimentadores

2.2 Sorteios dos alimentadores

Vários fatores podem influir na frequência de ocorrência das variações de tensão de curta duração, como: nível de curto-circuito; extensão do circuito; índice de descarga atmosférica da área; exposição da rede a outros agentes externos como vegetação, animais, abalroamentos e outras condições ambientais; configuração do sistema elétrico; existência de consumidores ou componentes de rede causadores de problemas; operações em rede (ligação de cargas ou circuitos), etc.

Além disso, há fatores relacionados com os efeitos, que fazem com que o fenômeno seja mais ou menos crítico em uma determinada rede, tais como: número de consumidores envolvidos; tipo de ramo de atividade dos consumidores, tendo em vista diferente susceptibilidade dos equipamentos e vulto das conseqüências financeiras acarretadas pelo problema; porte dos consumidores.

Um planejamento amostral que contemplasse todos esses fatores tornar-se-ia muito complexo, tendo em vista os controles a serem efetuados para o dimensionamento da amostra.

A partir de planilha de alimentadores fornecida pela Eletropaulo, contendo as informações de consumos residenciais, comerciais, industriais, rurais e outros, procedeu-se a classificação dos alimentadores por segmentos de consumo (residencial, comercial e industrial).

Exemplificando, foram considerados alimentadores residenciais àqueles em que o componente de consumo residencial fosse maior ou igual a 51% do consumo global do alimentador. Raciocínio análogo vale para os alimentadores comerciais e industriais.

Após esta classificação, do universo considerado, obteve-se 64% de alimentadores residenciais, 18% de alimentadores comerciais e 18% de alimentadores industriais.

A expressão que relaciona o universo de alimentadores (N) e o número de amostras necessárias (Ca), para se obter um erro ϵ (p.u.) considerando-se grau de confiança de 95% é dada por:

$$C_a = \frac{N}{(N-1) \cdot \epsilon^2 + 1}$$

Desta forma, para um número de 1094 alimentadores no universo considerado, resulta o seguinte número de amostras, com o grau de confiança de 95%:

Alimentadores residenciais: 254 amostras
 Alimentadores comerciais : 129 amostras
 Alimentadores industriais : 131 amostras

Além disso, para cada alimentador sorteado deve-se ter:

- Para cada alimentador foram definidas medições em MT nos seguintes pontos:
 - início (SE)
 - meio
 - fim
- Em cada alimentador escolheu-se 3 transformadores de distribuição: um no início, outro no meio e outro no final, procurando os da mesma categoria do alimentador primário (residencial, comercial, etc.). No circuito secundário de cada transformador, efetuar medições em dois pontos: no início e no final
- Escolheu-se pontos de medição em AT a partir do conjunto dos alimentadores primários de distribuição sorteados.

Aproveitou-se, para as medições, cabines de consumidores em AT e MT, quando possível, pois as mesmas apresentam recursos interessantes, como por exemplo transformadores de potencial, TPs, nas três fases.

Para cada um dos grupos estabelecidos (residencial, comercial ou industrial), gerou-se uma série de números aleatórios e procedeu-se o sorteio dos alimentadores conforme as etapas de procedimentos para os sorteios descritas no item 2.1. Observa-se que cada série de números aleatórios gerados contém, no máximo, número de elementos igual ao número de alimentadores do correspondente grupo.

Para os segmentos comercial e industrial, obteve-se amostragem ligeiramente inferior à amostragem teórica necessária para manter o erro ϵ em 5%. Isto se deve ao fato de que alguns alimentadores foram sorteados mais de uma vez. Os novos erros calculados e as respectivas amostras sorteadas são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Amostras e erros dos sorteios

Alimentadores	Amostras Teóricas para erro de 5%	Amostras sorteadas	Erros percentuais para amostras sorteadas
Residenciais	254	254	5.0
Comerciais	129	107	6.4
Industriais	131	113	6.1

Observa-se que o número resultante de amostras sorteadas é muito elevado. A consideração de erros de 10% e 20% implicaria nas amostras sorteadas, conforme a tabela 2, o que representa quantidade de medições realizável.

Tabela 2 - Amostras para erros de 10% e 20%

Alimentadores	Amostras para erro de 10%	Amostras para erro de 20%
Residenciais	88	24
Comerciais	66	22
Industriais	66	22

É de se esperar que realizar medições para obter uma amostra representativa de toda a rede (com erro de 5%) envolve custos bastante elevados devido à necessidade de uma grande quantidade de equipamentos de medição.

Além disso, podem-se prever dificuldades na realização de medições em pontos na rede que não sejam nas subestações da empresa concessionária, como por exemplo ao longo de linha ou mesmo em entradas de consumidores, devido à falta de locais apropriados para a instalação de medidores.

Esses problemas podem se tornar muito mais críticos no caso de medições de VMTs, que, diferentemente dos procedimentos usuais para medições de outras grandezas como níveis de tensão, harmônicos, etc., requerem que a monitoração seja realizada por longos períodos (várias semanas ou meses). Deixar equipamentos em locais que fogem do controle de concessionária por períodos longos pode trazer incidentes imprevisíveis. Além disso, para que os medidores monitorem continuamente as tensões sem que haja perda de registros de eventos logo após interrupções na rede (principalmente registros de possíveis elevações momentâneas de tensão no momento do restabelecimento), seria necessário que os instrumentos de medição tivessem alimentação independente ou de retaguarda.

As dificuldades se tornam mínimas no caso de monitoração em subestações da concessionária, tendo em vista as condições muito mais controláveis. Considera-se também que a tendência atual é de que as subestações possuam equipamentos de medições para diversas finalidades, sendo possível prever a função de monitoração da qualidade de energia através de equipamentos apropriados.

Devido às dificuldades apontadas, pode ser sugerido que seja estabelecida uma política de monitoramento de VMTs na rede que leve em consideração os aspectos práticos mencionados, iniciando as medições em locais que oferecem menor dificuldade.

A obtenção de dados estatísticos das características em subestações já fornece um panorama significativo e é um passo importante para o conhecimento do desempenho do sistema.

Em ordem de facilidade para a realização de medições viria a seguir as entradas de consumidores de grande porte (subestações de consumidores de AT ou postos primários de consumidores de MT), onde há maior facilidade de encontrar locais mais apropriados para a instalação de instrumentos para medições.

Em entradas de consumidores de BT as dificuldades são maiores devido à falta de condições adequadas para a instalação de instrumentos.

Convém lembrar que, as tabelas acima podem ser reavaliadas, visando a definição do número de locais amostrados para medições, que é função do número de alimentadores e do erro esperado. Com base nestes entendimentos e de posse de planilha atualizada de alimentadores (com seus respectivos consumos e sua classificação, como residencial, comercial, etc.), deve-se, então, proceder o sorteio atualizado dos locais para medição.

A aceitação de erros da ordem de 10 a 20% implica em número de medições mais factível.

3. APLICAÇÃO DO PROGRAMA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE VMTs (SIGVMT)

O objetivo deste item é apresentar, para ilustração, uma breve análise estatística referente a VMTs, para algumas medições realizadas pela Eletropaulo, desde o final de dezembro de 1999 e o início de fevereiro de 2000. Para a realização desta análise utilizou-se o programa de análise estatística de VMTs, desenvolvido no âmbito do projeto USP/Eletropaulo, denominado SIGVMT.

3.1 Relação dos Pontos Medidos

A tabela 3 apresenta a relação dos pontos e os correspondentes períodos de medições.

Tabela 3 - Relação de Pontos e Datas (Instalação e Retirada) das Medições

ETD	Local da Medição	Consumidor	Circuito	Local	Instalação	Retirada
Capela	Primário-Meio	Fotomática	CAL-105	EP-27315	28/12	03/02
	Primário-Fim	Ind. Cosm. Natura	CAL-105	EP-2156	28/12	03/02
	Secundário-Meio	Escola Argos	CAL-105	ET-4190	21/01	03/02
	Secundário-Fim	Lanch. Gourmet	CAL-105	ET-1691	21/01	03/02
		ETC - Metal Leve	ETT-BAND		18/01	03/02
		ETD Capela		TR1-SEC1	20/01	03/02
				TR2-SEC2	20/01	03/02
Diadema	Primário-Meio	Esquadrimetal	DIA-104	EP-19127	23/12	02/02
	Primário-Fim	Diamont Ind. Com.	DIA-104	EP-2461	05/01	02/02
	Secundário-Meio	Hosp. Suissa	DIA-104	ET-6747	05/01	02/02
	Secundário-Fim	Chique Fab. Tintas	DIA-104	ET-7507	23/12	02/02
		ETD Diadema		TR1-SEC1	29/12	02/02
				TR1-SEC3	29/12	02/02
				TR2-SEC2	29/12	02/02
			TR2-SEC4	29/12	02/02	
Outros Consumidores						
		Natura	JOR-106	EP-21827	07/01	31/01
		Ripasa	ITP-105	EP-1494	07/01	31/01
		Wickbold	CAA-108	EP-8854	18/01	01/02
		Hosp. 9 de Julho	AUG-201	CT-2169	14/01	01/02
			AUG-202	CT-2170	14/01	01/02
			AUG-203	CT-2171	14/01	01/02
			AUG-204	CT-2172	14/01	01/02

As figuras 2 e 3 apresentam, de forma esquemática, a posição de cada um dos pontos medidos, em relação às ETDs e os alimentadores.

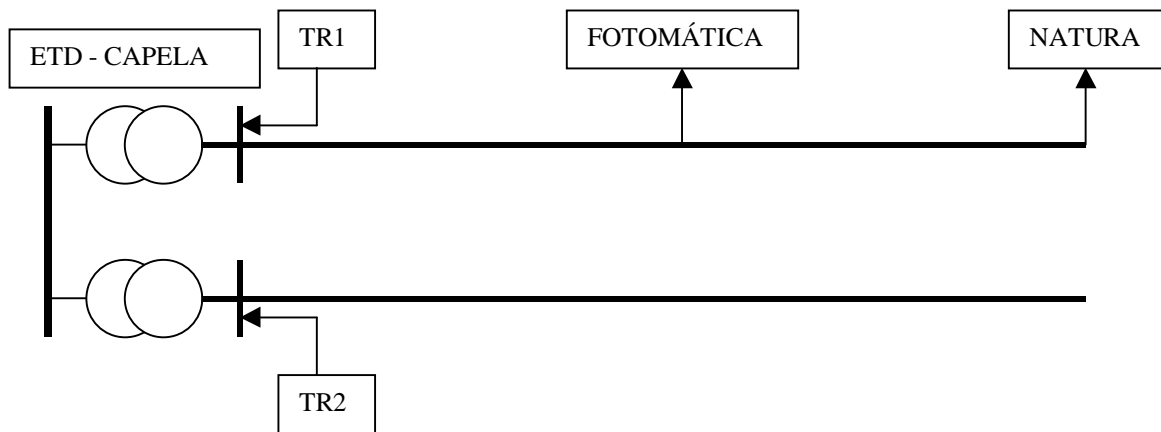


Figura 2 - Esquema de Pontos Medidos na ETD - Capela

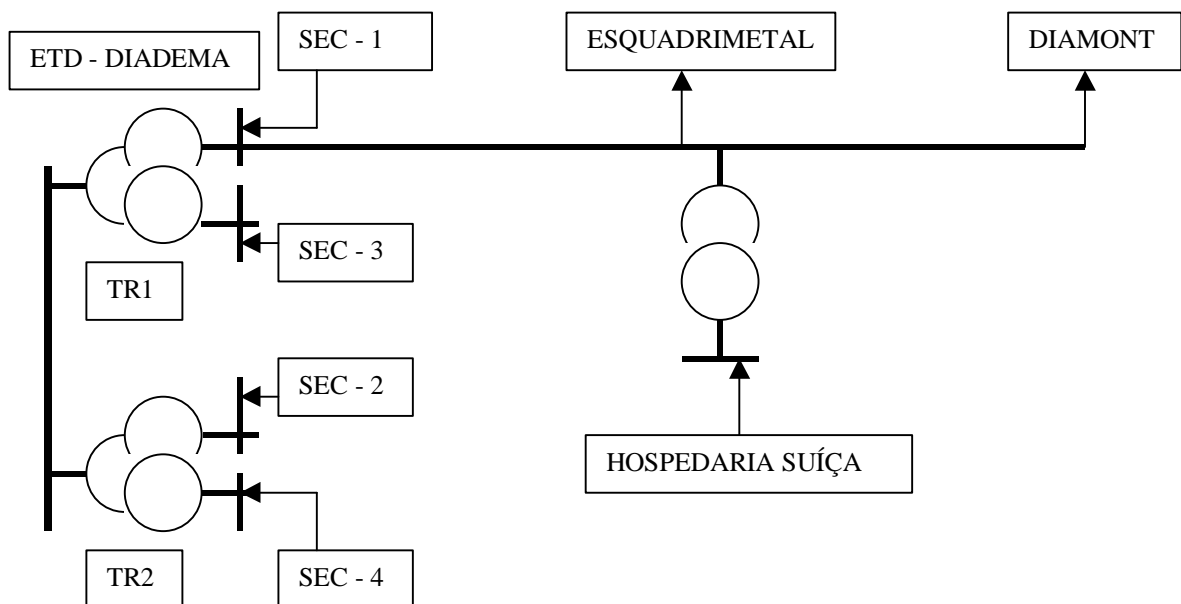


Figura 3 - Esquema de Pontos medidos na ETD - Diadema

3.2 Apresentação dos Resultados do Programa SISGVMT

Os instrumentos utilizados para as medições apresentam registros de forma de onda, a partir dos quais foram obtidos os valores eficazes para análise dos eventos. Foi considerado, para a análise estatística, o protocolo com janela de 1 ciclo e atualização a cada ciclo.

Em forma gráfica são apresentados os resultados para o protocolo estudado. Para cada um dos pontos de medições, o programa apresenta os seguintes gráficos:

- número de eventos em função da duração (dividida em intervalos)
- número de eventos em função da amplitude
- amplitude em função do número de eventos
- amplitude/duração, alocados em retângulos de amplitudes e durações

Os quatro gráficos descritos acima são apresentados para os seguintes eventos: sem agregação; com agregação de fases, e com agregação de eventos sucessivos. A agregação de eventos é muito importante, pois se este procedimento não é realizado, os resultados ficam encobertos, isto é, um único evento pode ser interpretado como sendo vários números eventos, e os resultados relativos a frequência e duração de VMTs estariam errados.

Observa-se que as agregações realizadas pelo programa SISGVMT, consideram:

- para a agregação de fases será adotada a fase que resultar na menor tensão, após o evento de afundamento de tensão, considerando-a representativa para a análise. Para o caso de elevação de tensão será adotada a fase que resultar, após o evento, na maior tensão, considerando-a representativa para a análise.
- para a agregação de eventos sucessivos, dentro de um período de 1 minuto, será adotada a fase cujo valor resultar na menor tensão e sua duração, no caso de afundamento. Para o caso de elevação de tensão será adotada a fase que resultar na maior tensão, considerando-a representativa para a análise.

O programa SISGVMT apresenta, de forma automática, uma tabela resumo. Nesta tabela, para cada local medido, tem-se o número total de eventos, considerando-os sem agregação; com agregação de fases, e com agregação de eventos sucessivos. Esta versão do *software* apresenta também as médias de eventos, em função do ponto de medição estar situado no início, no meio ou no fim do alimentador, considerando, ainda, o nível de tensão (AT, MT ou BT). Outra proposta desta versão é apresentar as médias dos eventos por níveis de tensão (AT, MT ou BT), independentemente do ponto de medição estar alocado no início, no meio ou no fim.

Para um dos pontos selecionados, são apresentados os seguintes resumos:

a – Sem agregação

Resumo dos Resultados

Opções Imprimir Voltar

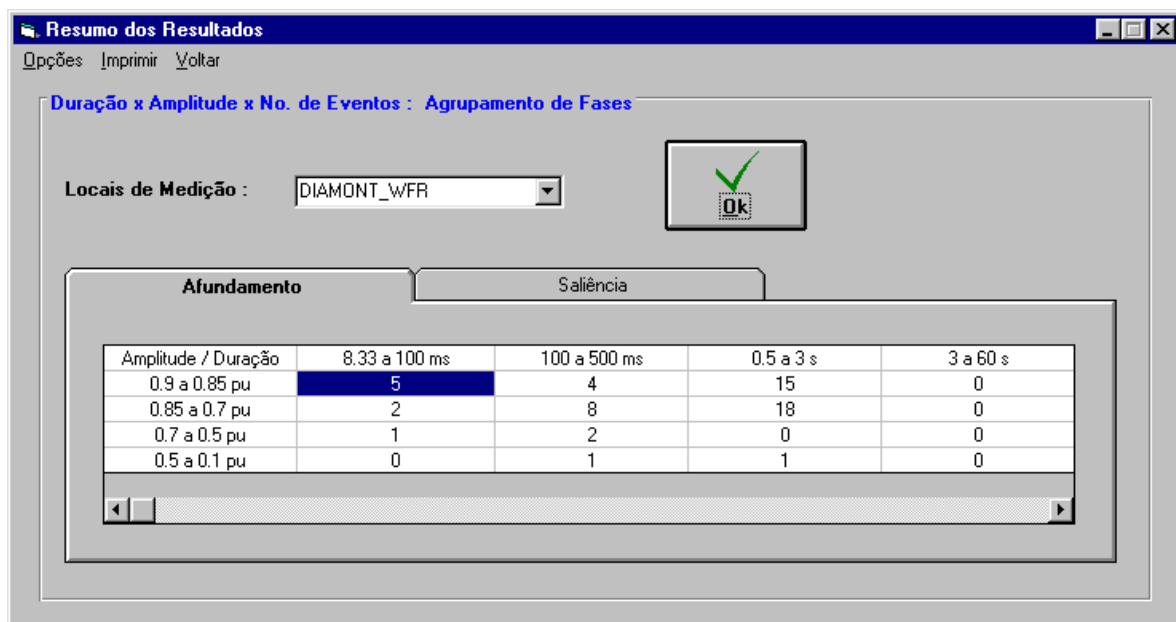
Duração x Amplitude x No. de Eventos : Tratamento Independente

Locais de Medição : DIAMONT_WFR

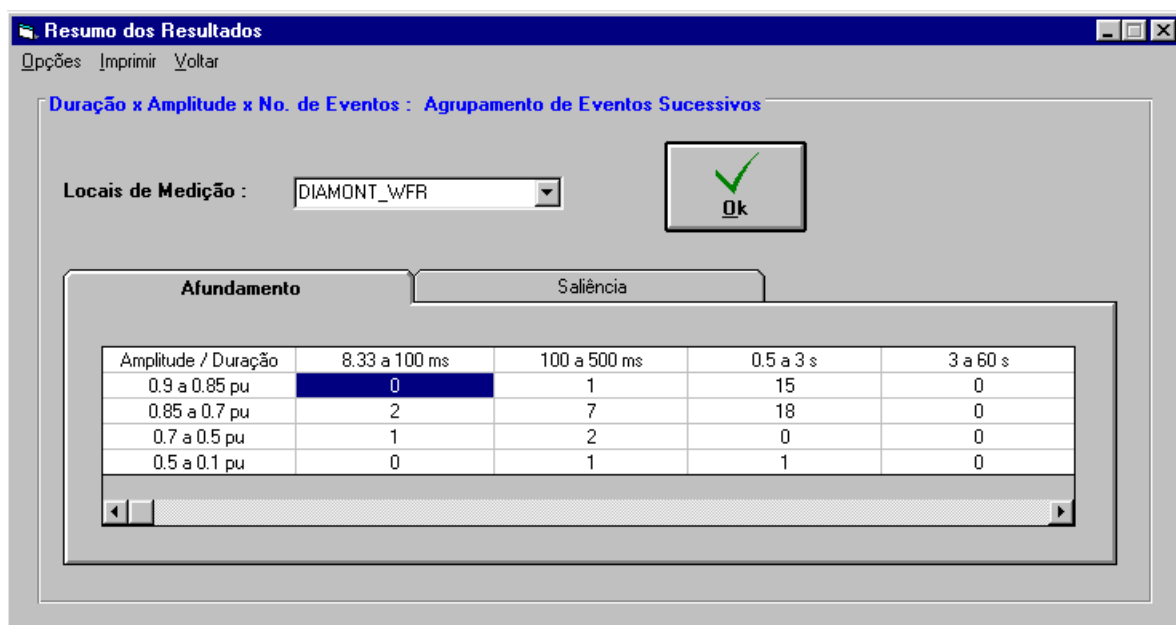
Ok

Amplitude / Duração	8.33 a 100 ms	100 a 500 ms	0.5 a 3 s	3 a 60 s
0.9 a 0.85 pu	14	28	42	0
0.85 a 0.7 pu	6	15	30	0
0.7 a 0.5 pu	1	2	1	0
0.5 a 0.1 pu	0	2	1	0

b – Agregação de fases (simultâneos)



c – Agregação de eventos sucessivos



3.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Apresentam-se, a seguir, as tabelas com resultados obtidos, com o protocolo considerado.

Estatística ponto a ponto

Nesta estatística, os índices são apresentados individualmente para cada ponto medido. A tabela 4 apresenta, para o protocolo considerado, os resultados do total de eventos dos seguintes casos: sem agregação, com agregação de fases e com agregação de eventos sucessivos.

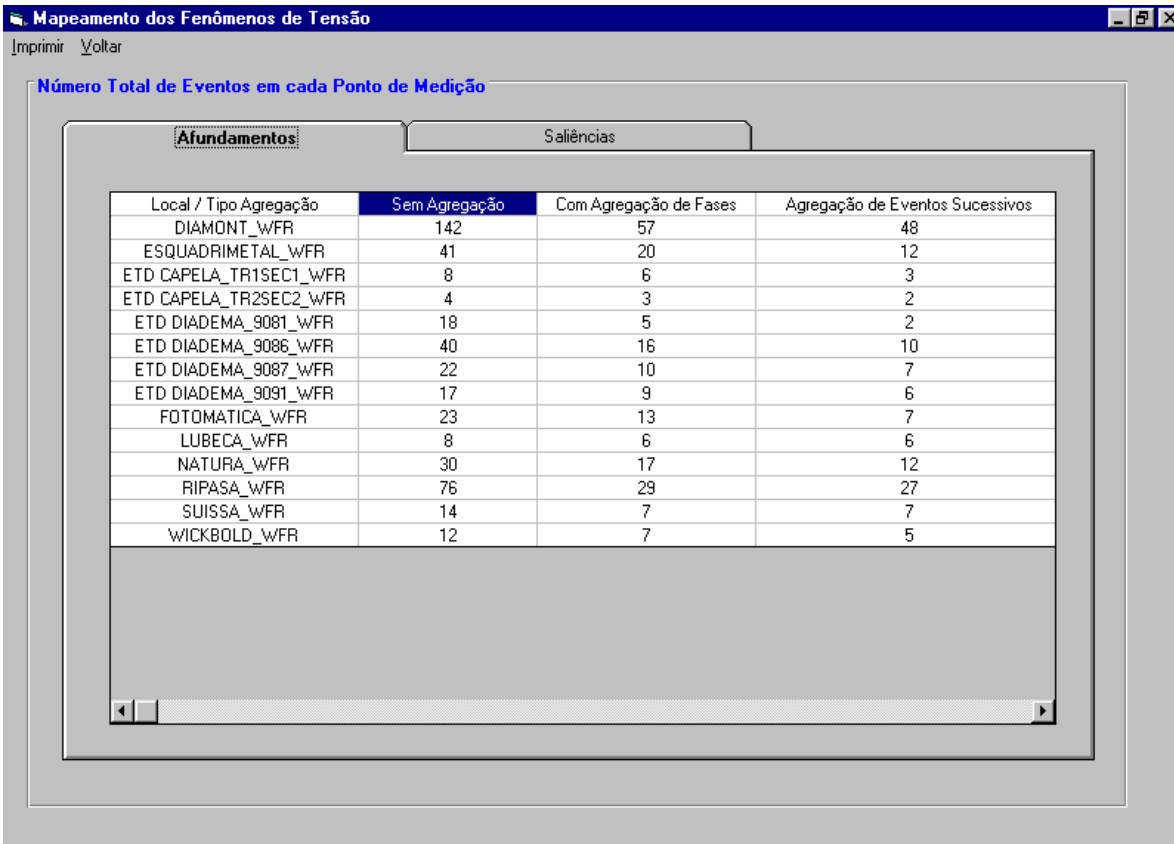
Estatística por localização na rede

Esta estatística permite verificar a influência da localização do ponto de avaliação na rede ou no circuito sobre os índices de ocorrência de VMTs.

As tabelas 5 e 6 apresentam resultados das médias de eventos em função da localização, para os seguintes casos: sem agregação, com agregação de fases e com agregação de eventos sucessivos, considerando-se a localização das medições e os níveis de tensão, por exemplo: AT; MT-início, MT-fim e BT-fim. As tabelas 5 e 6 consideram a duração e a amplitude, respectivamente. Embora, muito preliminares, esses resultados indicam que as médias do total de eventos crescem do início para o fim de circuito primário.

Nas tabelas 7 e 8 são apresentados os resultados das médias dos eventos em função dos níveis de tensão (AT, MT e BT), considerando-se duração e amplitude, respectivamente.

Tabela 4 - Resumo dos Resultados das Medições - Número de Eventos



Mapeamento dos Fenômenos de Tensão

Imprimir Voltar

Número Total de Eventos em cada Ponto de Medição

Local / Tipo Agregação	Sem Agregação	Com Agregação de Fases	Agregação de Eventos Sucessivos
DIAMONT_WFR	142	57	48
ESQUADRIMETAL_WFR	41	20	12
ETD CAPELA_TR1SEC1_WFR	8	6	3
ETD CAPELA_TR2SEC2_WFR	4	3	2
ETD DIADEMA_9081_WFR	18	5	2
ETD DIADEMA_9086_WFR	40	16	10
ETD DIADEMA_9087_WFR	22	10	7
ETD DIADEMA_9091_WFR	17	9	6
FOTOMATICA_WFR	23	13	7
LUBECA_WFR	8	6	6
NATURA_WFR	30	17	12
RIPASA_WFR	76	29	27
SUISSA_WFR	14	7	7
WICKBOLD_WFR	12	7	5

Tabela 5 - Médias de Eventos em Função da Localização - Duração

a – Sem agregação

Média de Eventos em Função da Posição do Ponto de Medição

Opções Imprimir Voltar

Média de Eventos

Duração Amplitude

Intervalo de tempo (ms)	AT	MT - Início	MT - Meio	BT - Meio	MT - Fim	BT - Fim
8.33 a 100	0.0	11.57	17.5	6.0	19.75	0.0
100 a 500	0.0	4.29	11.0	8.0	25.75	0.0
0.5 a 3s	0.0	0.86	3.5	0.0	19.5	0.0
3 a 60 s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total de Eventos	0.0	16.71	32.0	14.0	65.0	0.0

b – Agregação de fases (simultâneos)

Média de Eventos em Função da Posição do Ponto de Medição

Opções Imprimir Voltar

Média de Eventos

Duração Amplitude

Intervalo de tempo (ms)	AT	MT - Início	MT - Meio	BT - Meio	MT - Fim	BT - Fim
8.33 a 100	0.0	5.14	10.0	3.0	7.75	0.0
100 a 500	0.0	1.86	5.0	4.0	10.75	0.0
0.5 a 3s	0.0	0.86	1.5	0.0	9.0	0.0
3 a 60 s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total de Eventos	0.0	7.86	16.5	7.0	27.5	0.0

c – Agregação de eventos sucessivos

Média de Eventos em Função da Posição do Ponto de Medição

Opções Imprimir Voltar

Média de Eventos

Duração Amplitude

Intervalo de tempo (ms)	AT	MT - Início	MT - Meio	BT - Meio	MT - Fim	BT - Fim
8.33 a 100	0.0	3.14	3.5	3.0	5.25	0.0
100 a 500	0.0	1.29	4.5	4.0	8.5	0.0
0.5 a 3s	0.0	0.71	1.5	0.0	9.25	0.0
3 a 60 s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total de Eventos	0.0	5.14	9.5	7.0	23.0	0.0

Tabela 6 - Médias de Eventos em Função da Localização - Amplitude

a – Sem agregação

Amplitude (p.u)	AT	MT - Início	MT - Meio	BT - Meio	MT - Fim	BT - Fim
0.9 a 0.85 pu	0.0	11.57	17.5	7.0	20.0	0.0
0.85 a 0.7 pu	0.0	4.43	11.5	3.0	25.5	0.0
0.7 a 0.5 pu	0.0	1.0	4.0	1.0	19.75	0.0
0.5 a 0.1 pu	0.0	0.14	0.5	1.0	0.25	0.0
Total de Eventos	0.0	17.14	33.5	12.0	65.5	0.0

b – Agregação de fases (simultâneos)

Amplitude (p.u)	AT	MT - Início	MT - Meio	BT - Meio	MT - Fim	BT - Fim
0.9 a 0.85 pu	0.0	5.0	9.5	4.0	8.0	0.0
0.85 a 0.7 pu	0.0	2.0	5.5	4.0	9.25	0.0
0.7 a 0.5 pu	0.0	1.0	2.0	1.0	9.25	0.0
0.5 a 0.1 pu	0.0	0.14	0.5	1.0	0.25	0.0
Total de Eventos	0.0	8.14	17.5	10.0	26.75	0.0

c – Agregação de eventos sucessivos

Amplitude (p.u)	AT	MT - Início	MT - Meio	BT - Meio	MT - Fim	BT - Fim
0.9 a 0.85 pu	0.0	3.0	4.0	4.0	5.5	0.0
0.85 a 0.7 pu	0.0	1.43	4.5	4.0	6.25	0.0
0.7 a 0.5 pu	0.0	0.86	2.0	1.0	9.5	0.0
0.5 a 0.1 pu	0.0	0.14	0.5	1.0	0.25	0.0
Total de Eventos	0.0	5.43	11.0	10.0	21.5	0.0

Tabela 7 - Médias de Eventos em Função do Nível de Tensão - Duração

a – Sem agregação

The screenshot shows the software interface with the 'Duração' radio button selected. The 'Saliências' tab is active, displaying a table with the following data:

Intervalo de tempo (ms)	Nível AT	Nível MT	Nível BT
8.33 a 100	0.0	15.0	6.0
100 a 500	0.0	11.92	8.0
0.5 a 3s	0.0	7.0	0.0
3 a 60 s	0.0	0.0	0.0
Total de Eventos	0.0	33.92	14.0

b – Agregação de fases (simultâneos)

The screenshot shows the software interface with the 'Duração' radio button selected. The 'Saliências' tab is active, displaying a table with the following data:

Intervalo de tempo (ms)	Nível AT	Nível MT	Nível BT
8.33 a 100	0.0	6.69	3.0
100 a 500	0.0	5.08	4.0
0.5 a 3s	0.0	3.46	0.0
3 a 60 s	0.0	0.0	0.0
Total de Eventos	0.0	15.23	7.0

c – Agregação de eventos sucessivos

The screenshot shows the software interface with the 'Duração' radio button selected. The 'Saliências' tab is active, displaying a table with the following data:

Intervalo de tempo (ms)	Nível AT	Nível MT	Nível BT
8.33 a 100	0.0	3.85	3.0
100 a 500	0.0	4.0	4.0
0.5 a 3s	0.0	3.46	0.0
3 a 60 s	0.0	0.0	0.0
Total de Eventos	0.0	11.31	7.0

Tabela 8 - Médias de Eventos em Função do Nível de Tensão - Amplitude

a – Sem agregação

Amplitude (p.u)	Nível AT	Nível MT	Nível BT
0.9 a 0.85 pu	0.0	15.08	7.0
0.85 a 0.7 pu	0.0	11.85	3.0
0.7 a 0.5 pu	0.0	7.08	1.0
0.5 a 0.1 pu	0.0	0.08	1.0
Total de Eventos	0.0	34.08	12.0

b – Agregação de fases (simultâneos)

Amplitude (p.u)	Nível AT	Nível MT	Nível BT
0.9 a 0.85 pu	0.0	6.77	4.0
0.85 a 0.7 pu	0.0	4.85	4.0
0.7 a 0.5 pu	0.0	3.54	1.0
0.5 a 0.1 pu	0.0	0.08	1.0
Total de Eventos	0.0	15.23	10.0

c – Agregação de eventos sucessivos

Amplitude (p.u)	Nível AT	Nível MT	Nível BT
0.9 a 0.85 pu	0.0	3.92	4.0
0.85 a 0.7 pu	0.0	3.77	4.0
0.7 a 0.5 pu	0.0	3.54	1.0
0.5 a 0.1 pu	0.0	0.08	1.0
Total de Eventos	0.0	11.31	10.0

3.4. Conclusões

Este artigo apresentou o tratamento de dados, obtidos através de medições, para se chegar aos índices de desempenho de rede quanto às VMTs, considerando a versão 2 do programa SISGVMT.

As medições apresentadas, em número pequeno e num reduzido período de medição em cada ponto não representam, obviamente, dados estatisticamente representativos do sistema da Eletropaulo, dado que o escopo deste artigo tinha como objetivo tão somente apresentar a metodologia de amostragem e o programa SISGVMT. A partir de uma campanha de medições, por períodos mais longos, por exemplo durante um ano, podem ser obtidos índices mensais e índices globais mais representativos. Por esse motivo, não houve a pretensão, neste artigo, de apresentar conclusões sobre frequência de ocorrências das VMTs na empresa.

Apesar dessa limitação quantitativa, as informações obtidas permitem visualizar a sua utilidade e constituem um primeiro passo para um levantamento mais abrangente que deverá fornecer bases mais sólidas para a avaliação do sistema da Eletropaulo quanto a VMTs.

Bibliografia

1. Proposta de Indicadores para a Fiscalização Estatística dos Fenômenos de VMTs - (USPQ-NT07 - produto G - Março de 2000.
2. Análise Estatística de Afundamentos e Elevações de Tensão em Pontos Selecionados da Rede Elétrica (USPQ-NT07 - produto I - Maio de 2000.
3. IEC 1000-2-1 1990-05 – Electromagnetic compatibility (ECM) – Part 2: Environment – Section 1: Description of the environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems
4. IEEE Std. 1159-1995 – IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality