



**XVI SNPTEE**  
Seminário Nacional de Produção e  
Transmissão de Energia Elétrica

**SCQ/021**  
**21 a 26 de Outubro de 2001**  
**Campinas - São Paulo - Brasil**

**STE**

**INTERFERÊNCIA, COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA E QUALIDADE DE ENERGIA**

**MONITORAÇÃO E ANÁLISE DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA DE FORNECIMENTO A  
CLIENTES COM CARGAS SENSÍVEIS – EXPERIÊNCIA DA CELPE**

**Wider Basílio Santos \***

**Sandro Machado Ferreira**  
**Sandro Felinto da Silva**

**Samuel Marinho Costa**  
**Gustavo Vieira de Melo**

**COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO - CELPE**

## RESUMO

A modernização das instalações industriais nos últimos anos, com a substituição de processos produtivos robustos por sistemas automatizados, apresentando níveis de sensibilidade elevados à distorção da forma de onda e variação da tensão de suprimento, tem exigido uma atenção especial por parte dos agentes envolvidos: transmissora, distribuidora e do próprio usuário da energia elétrica.

As variações momentâneas de tensão – VMTs causadas por defeitos ou manobras no sistema elétrico supridor, muitas vezes consideradas como normais no cotidiano operacional dos sistemas elétricos, passam a causar interrupções nos processos sensíveis das modernas plantas industriais, apresentando-se como o distúrbio mais representativo nas origens das paradas de produção dos mesmos.

A Celpe iniciou em 1998 a monitoração da qualidade da energia elétrica de fornecimento a alguns de seus clientes com cargas sensíveis à variação momentânea de tensão – VMT, baseada numa rotina de consultas aos dados operacionais dos agentes envolvidos e em medições elétricas em pontos específicos.

A experiência da Celpe com a monitoração da qualidade da energia elétrica e a identificação das ações que resultem na melhoria do nível de continuidade da produção industrial dos clientes, com cargas sensíveis à variação momentânea de tensão, é de grande importância para qualquer empresa que esteja iniciando o trabalho de monitoração da qualidade da energia elétrica.

## PALAVRAS-CHAVE

Qualidade da Energia Elétrica – QEE; Cargas Sensíveis; Variação Momentânea de Tensão.

## 1.0 - INTRODUÇÃO

É notório o esforço empreendido pelas empresas do setor industrial para se manterem competitivas no mercado através de medidas estruturais de ordem administrativa ou de ganho de produção, visando sempre reduzir custos e melhorar a qualidade final de seus produtos.

A modernização gradual do parque produtivo, com a aquisição de máquinas ajustadas para operarem com níveis de qualidade da energia elétrica não compatíveis com o do ponto de conexão ao sistema elétrico, tem motivado as distribuidoras, transmissoras e clientes a trabalharem em conjunto na busca de soluções a este problema.

A complexidade do tema, associada a insuficiência de dados, diversidade dos tipos de cargas e dos processos produtivos constituem dificuldades adicionais na identificação das causas, para adoções de medidas que minimizem os problemas relacionados com a qualidade da energia elétrica no processo produtivo dos clientes.

A monitoração da qualidade da energia elétrica apresenta-se como instrumento básico para a identificação dos problemas e proposição das soluções. Entretanto, alguns cuidados devem ser adotados:

### 1.1 Envolvimento do cliente no trabalho

É fator decisivo para a solução dos problemas relacionados com a qualidade da energia elétrica no cliente. Deve estar baseado na confiança mútua e na transparência de ação, sem as quais todo o esforço estará comprometido.

### 1.2 Conhecimento do processo produtivo e dos dados disponíveis no cliente

A natureza do processo e a rotina operacional do cliente, em muitos casos, apresentam-se como passíveis de atuação imediata, entre as quais temos a incompatibilidade entre os requisitos da produção e os ajustes das proteções das máquinas, e níveis de tensão em regime normal de operação inadequado.

### 1.3 Escolha dos pontos para instalação dos registradores digitais de perturbação - RDPs

É de fundamental importância para o sucesso do trabalho. Caso não sejam contemplados os pontos mais representativos e adequados, poderão ocorrer dificuldade operativas, especialmente para transmissão dos dados.

Este trabalho apresenta a experiência da Celpe desde 1998, com a monitoração e análise da qualidade da energia elétrica fornecida aos clientes com cargas sensíveis a VMT, dando ênfase a metodologia empregada para mitigação dos problemas e as soluções adotadas.

## 2.0 – CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Saindo de um ambiente onde a observância aos indicadores acompanhados pela agência reguladora era insuficiente para a satisfação do cliente e o estabelecimento de uma relação harmoniosa entre concessionária e seu mercado, chegamos ao momento em que o imperativo é o fornecimento de energia elétrica, em conformidade com às necessidades do cliente.

Para tanto, as distribuidoras de energia elétrica têm se empenhado em se estruturar, formando equipes, adquirindo equipamentos especiais de medição, mas principalmente adotando uma postura de co-participação do processo produtivo do cliente através do insumo energia elétrica.

O produto energia elétrica tem suas características próprias, com cadeia produtiva e de transporte extremamente complexas sob o aspecto da qualidade.

O cliente, por sua vez, quase sempre requer o produto com qualidade absoluta, sem interrupções ou distorções elétricas de fornecimento. Inicia a discussão com a

distribuidora, atribuindo a esta a responsabilidade por grande parte das paradas produtivas de sua empresa.

Em geral é neste ambiente que se inicia o trabalho de monitoração e análise da qualidade da energia elétrica fornecida a um cliente com carga sensível.

## 3.0 – MONITORAÇÃO DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA

O trabalho de monitoração da qualidade da energia elétrica de fornecimento pela Celpe a um cliente está baseado na realização de quatro etapas, a saber:

### 3.1 Conhecimento do processo produtivo e instalação do cliente

Destina-se ao reconhecimento do processo industrial a ser monitorado, levantamento dos dados cadastrais e operacionais do cliente, que possam auxiliar na perfeita identificação do impacto de cada variação momentânea de tensão – VMT, no processo de produção do mesmo.

### 3.2 Fornecimento de dados das paradas de produção do cliente

É estabelecida uma rotina de comunicação entre o cliente e a distribuidora para fornecimento dos dados referentes às paradas de produção atribuídas a problemas da qualidade da energia elétrica.

O modelo a ser utilizado deve ser acordado com o cliente de forma a facilitar o fornecimento dos dados, sem que seja imposta mudança na sua rotina operacional. A Celpe, em geral, adota o modelo apresentado na Figura 1.


 <span style="float: right;">FAX DE OCORRÊNCIA</span>	
INFORMAÇÕES DE OCORRÊNCIAS NO SISTEMA ELÉTRICO – CLIENTE	
DATA: ___/___/___	
HORÁRIO INICIAL: _____ h	
DURAÇÃO: _____ ms	
LOCAL DA OCORRÊNCIA:    CLIENTE                      OUTRO	
MÁQUINAS EM OPERAÇÃO ANTES DA OCORRÊNCIA:	
HOVE DESLIGAMENTO DE CARGA:    SIM      NÃO	
MÁQUINAS PARADAS PELA OCORRÊNCIA:	
HORÁRIO DE RESTABELECIMENTO POR MÁQUINA:	
OBSERVAÇÕES:	
___/___/___	_____ RESPONSÁVEL
DATA	

FIGURA 1

### 3.3 Coleta de dados das ocorrências do sistema elétrico da transmissora e distribuidora e dos registradores digitais de perturbação - RDPs

Nesta etapa temos as informações referentes ao sistema elétrico da transmissora e da distribuidora. São consultados os relatórios operacionais das duas empresas e os dados registrados nos RDPs.

Caracterizada pelas dificuldades operativas para transmissão remota dos dados dos RDPs, pela não padronização dos bancos de dados e pela carência de informações dos dados de ocorrências do sistema elétrico, esta etapa pode requerer constantes intervenções nas instalações dos RDPs, para solucionar problemas técnicos relativos a coleta remota de dados.

A Figura 2 apresenta um relatório de ocorrência no sistema de subtransmissão da Celpe, consultado durante o trabalho de monitoração da qualidade.

CELPE-COMPANHIA ENERGETICA DE PERNAMBUCO		PAG -	
1			
DATA-12/03/01			
COT-SISTEMA CONTROLE DE OCORRENCIAS DA TRANSMISSAO			
COTR01B RELATORIO DIARIO DE OCORRENCIAS			
DATA REF: 09/03/01 - ( SEXTA)			
INFO:			
-----			
1 - OCORRENCIAS NO SISTEMA DE TRANSMISSAO:			
=====			
1.1 DESLIGAMENTOS:			
DATA.....: 09/03/01			
SUBSTACAO.....: BGI - BONGI - CHESP			
HORARIO INICIAL: 11:07			
EQUIPAMENTO...: 12J5			
OCORRENCIA.....: 11:07/11:20 - BGI - 12J5 DESARME AUTOMATICO			
50-N			
11:18/11:21 - RJO -			
21J1/21J2/21J3/21J4/21J5/21J6 ABERTOS(VIA SUPERVISORIO			
GORE/CELPE)			
CAUSA:DESCARGA ATMOSFERICA			
CARGA INTERROMPIDA: S/E RJO(21,7 MW)			
INFORMADO GORE/CELPE - NGRONHA / VERALDO			
INFORMADO COD-RE - GEOVANE			
OPERADOR SISTEMA / GORE/CELPE - VOLMER			
CARGA INTERROMPIDA: S/E MIP (2,0 MW)			
CAUSA.....: 2101 - DESCARGA ATMOSFERICA			
LOCALIZACAO....: LT/LD - 02J5- BGI / RJO -			
TIPO DESL/TELEX: INTEMPESTIVO			
ORIGEM.....: 2 - TRANSMISSAO EM 69 KV			
MW INTERROMPIDO: 35,2			
S E SAIDA NORMALIZACAO CARGA			
ATINGIDA DATA HORA DATA HORA (MW)			
- MIP 09/03/01 11:07 09/03/01 11:20 1,6			
- RJO 09/03/01 11:07 09/03/01 11:20 33,6			
-----			
TOTAL.....: 35,2			
OBSERVACAO.....: * INFORMADO C.C.O/METROREC - LIMA *			
* AVERIGUAR SISTEMA DE RELIGAMENTO 12J5/BGI *			
DATA/HORA NORM.: 09/03/01 - 11:21			

FIGURA 2

### 3.4 Análise dos dados, registros e informações

Nesta etapa é realizada a análise dos dados levantados nas etapas anteriores e tem por objetivo aferir as informações para iniciar a fase de identificação do nível de sensibilidade à variação momentânea de tensão – VMT do processo produtivo do cliente.

## 4.0 – NÍVEL DE SENSIBILIDADE A VMT DO PROCESSO PRODUTIVO DO CLIENTE

Esta é a etapa final do trabalho de monitoração da qualidade da energia elétrica fornecida por uma empresa distribuidora a um cliente com cargas sensíveis. Depende essencialmente das informações e dados coletados em todas as etapas anteriores, e está relacionada diretamente com o processo operativo do cliente na sua rotina diária de produção.

Todos esses dados são sintetizados num histograma que auxilia a visualização global e permite a segregação das paradas de produção do cliente por níveis de severidade e por origem da ocorrência, conforme apresentado nas Figuras 3 e 4.

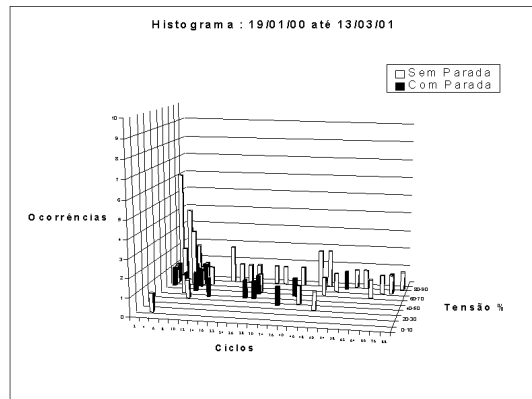


FIGURA 3

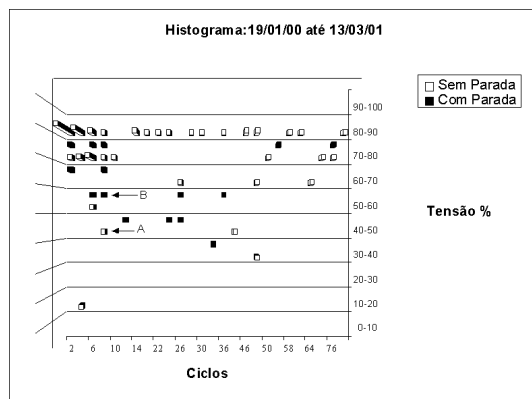


FIGURA 4

Podem ser identificados pontos de aparente inconsistência, como os pontos “A” e “B” apresentados na Figura 4, onde a ocorrência mais severa (A) não teve consequência no cliente e a menos severa (B) parou parte da produção.

Na busca de esclarecer pontos de inconsistência como este exemplificado, a Celpe necessitou, em alguns casos, aprofundar o levantamento de informações da rotina operativa de produção do cliente, fonte de boa parte das incoerências nos dados.

## 5.0 – CONCLUSÕES

Os resultados obtidos num trabalho de monitoração da qualidade da energia elétrica de fornecimento a clientes com cargas sensíveis à variação momentânea de tensão, depende dos dados levantados durante a monitoração, não se podendo assegurar que num período de tempo determinado identificar-se-á o nível de sensibilidade do cliente a VMT.

O sucesso do trabalho depende das condições oferecidas por todos os agentes envolvidos e pelo empenho destes na busca de elementos que subsidiem a análise final.

## 6.0 – RECOMENDAÇÕES

A Celpe recomenda que os trabalhos de monitoração da qualidade da energia elétrica de fornecimento a um cliente com cargas sensíveis, a serem realizados por uma empresa distribuidora, sejam precedidos de uma discussão ampla com o cliente sobre os problemas reclamados. Nessa discussão deve ser enfatizada a importância dos dados cadastrais e operacionais do cliente e acordado o seu envolvimento em todas as etapas relacionadas à solução dos problemas operacionais que o envolva, bem como o levantamento de dados e informações adicionais ao longo do trabalho.

## 7.0 - BIBLIOGRAFIA

- (1) Santos, W.B; Silva, S.F.; Ferreira, S. M.; Melo, G.V. Experiência da Celpe na monitoração da qualidade de energia elétrica de fornecimento ao cliente; Enershow 2000 -São Paulo – Brasil.
- (2) Dugan, R.C; McGranaghan, M.F; Beaty, H.W. Electrical Power Systems Quality – McGraw-Hill
- (3) Santos, W. B.; Ferreira, S. M.; Ramos, A. J. P.; Lins, L. R.; Lira, D. P. C. P. Análise e Avaliação da Qualidade da Energia Elétrica Fornecida a um Consumidor Sensível: Caso de uma Indústria de Alumínio. SBQEE 99 – Brasília - Brasil