

## EXPERIÊNCIA DA CEMIG EM MONITORAMENTO DE DESCARGAS PARCIAIS DE GERADORES

**Gerson A. Braulio**

**Cemig GT \***

**Antônio Carlos Arantes**

**Cemig GT**

**Alexsander G. Silva**

**Cemig GT**

**Márcio Eli M. de**

**Souza  
Cemig GT**

### RESUMO

A desregulamentação e a competição estão levando à necessidade de práticas incrementadas de negócio em todos os níveis dentro da indústria, principalmente na de geração de energia. Paradas não planejadas, inabilidade de se adequar à demanda do mercado, incidentes de segurança e de meio ambiente – todos são sérios problemas que recorrem devido a problemas de confiabilidade e falhas de equipamentos. Muitas operações caem sempre no mesmo ciclo reativo:

#### *Falha do equipamento – Reparo – Repetição*

Ainda hoje, muitas empresas utilizam o tipo mais básico de manutenção, não somente para sistemas banais como iluminação, etc., mas para sistemas mais complexos como grandes máquinas rotativas em alta tensão.

Com os avanços da eletrônica e da computação, um novo tipo de manutenção foi proposto e está sendo cada vez mais aplicado na indústria em geral. Trata-se da Manutenção Preditiva, ou também conhecida como Manutenção Baseada nas Condições da Máquina.

O presente Informe Técnico trata da experiência da Cemig na utilização deste método de monitoramento denominado Monitoramento de Descargas Parciais em Geradores.

### PALAVRAS-CHAVE

Monitoramento de Descargas Parciais – Histórico de Manutenção – Diagnóstico de Falha

### 1.0 – INTRODUÇÃO

Descargas Parciais são pequenos arcos ou fagulhas elétricas que ocorrem em cavidades preenchidas de ar adjacentes ou no interior à isolamento elétrica de alta tensão. A denominação “Parcial” se refere ao fato de não haver uma ruptura completa (que seria uma descarga total, ou curto-circuito), e ocorrem devido a rigidez dielétrica do ar (3 kV/ mm) ser menor que da isolamento sólida (~300 kV/mm) que compõe a isolamento dos enrolamentos estatóricos.

\* Avenida Barbacena, 1200 – 12º Andar Ala B2 – CEP 30.190-131 – Belo Horizonte MG  
Tel.: (31) 3506-4528 – Fax: (31) 3506-4089 – E-mail: braulio@cemig.com.br

O desenvolvimento progressivo de atividades de descargas parciais é o maior sintoma da deterioração da isolamento. As descargas também contribuem para o envelhecimento do sistema dielétrico da máquina pela erosão do sistema de isolamento.

O monitoramento PD é versátil no sentido de que pode detectar atividades de descargas parciais não somente em motores e geradores, mas também em transformadores a seco e seccionadoras. Entretanto, em função de diversos fatores (como nível e tipo de isolamento e de tensão), não é possível monitorar PD em cabos e transformadores a óleo.

Na Cemig, o sistema é utilizado em geradores de 13,8 kV e 16.5 kV, embora problemas de isolamento no estator relativos à PD têm sido reportados em máquinas de menor tensão. A menor tensão para aplicação do sistema PDA pode ser selecionada pelo usuário dependendo da importância de uma máquina em particular e a experiência e/ou confiança no isolamento do estator naquela tensão.

### 1.1 – Medição

O Gráfico de Altura do Pulso é a base para análise PD e o resultado mais simples para identificação do processo de deterioração. É apresentado como um gráfico semilogarítmico bipolar (ou seja, com pulsos positivos e negativos) que mostra o número de pulsos por segundo (no eixo y) pela magnitude do pulso em mV (no eixo x).

A predominância dos pulsos negativos em relação aos positivos, ou vice versa, indicam a localização das descargas parciais no bobinado, exemplificado na figura 1 onde a predominância de pulsos positivos sobre pulsos negativos aponta para maior quantidade de descargas na superfície da cobertura semicondutora para a ranhura.

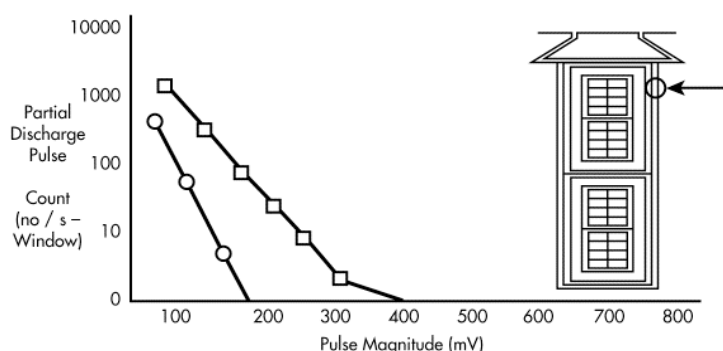


Fig. 1 – Medição de Descargas Parciais

O valor NQN (Número de Quantidade Normalizada) é dado pela integração da área sob a curva positiva ou negativa no Gráfico de Altura do Pulso.

O Qm (ou Número de Máxima Amplitude) é definido como a maior amplitude de pulso PD na taxa de repetição de pulsos de 10 pulsos por segundo. A Figura 2 representa graficamente como são feitas as medições de NQN e QM.

Na Cemig, os valores de NQN e QM são analisados e considerados na formação de histórico de medições, para cada unidade geradora.

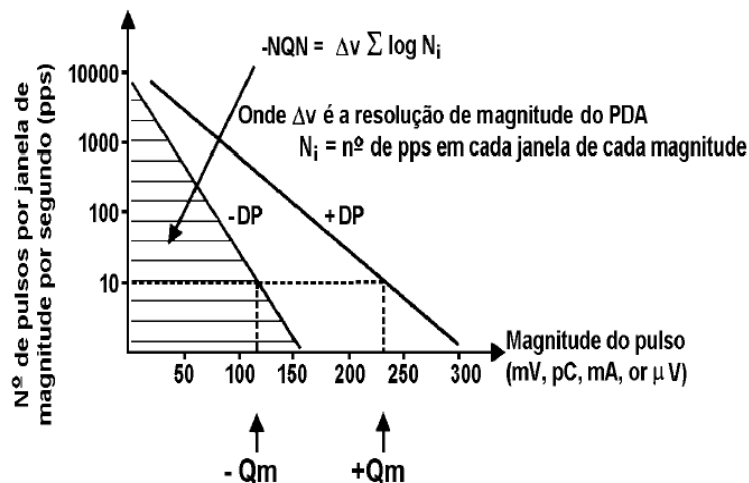


Fig. 2 – Medições de NQN e Qm

## 2 – HISTÓRICO

A instalação e o início das medições na Cemig aconteceram conforme a cronologia a seguir:

- 1993 – Instalação na 1ª unidade – UHE Jaguará (FES)

Instalado nas 04 máquinas (13,8 kV; 112MVA), isolamento em Polyester-mica, acoplador tipo cabo e modo diferencial;

- 1995 a 1997 – São Simão (IRIS)

Instalado nas 06 unidades (16,5 kV; 300MVA), isolamento em Epóxi-mica, acoplador tipo cabo e modo diferencial;

- 1995 a 1997 – Volta Grande (IRIS)

Instalado nas 04 unidades (13,8 kV; 100MVA), isolamento em Polyester-mica, acoplador tipo Capacitor e modo diferencial;

- 1998 – Miranda (IRIS – Genguard);

Instalado nas 03 unidades (16,5 kV; 137MVA), isolamento em Epoxy-mica, acoplador tipo cabo e modo diferencial;

- 1998 a 2003 – Emborcação (IRIS)

Instalado nas 04 unidades (16,5 kV; 313 MVA), isolamento em Epoxy-mica, acoplador tipo cabo (1) e capacitor (3) e modo diferencial;

- 1998 a 2003 – Nova Ponte (IRIS)

Instalado nas 03 unidades (13,8 kV; 179 MVA), isolamento em epoxy-mica, acoplador tipo capacitor e modo diferencial;

- 2009 – Previsão de instalação em Três Marias e em Salto Grande.

Geradores Monitorados:

- UHE Jaguará: 04 geradores (PDA-IV);
- UHE Volta Grande: 04 geradores (PDA-IV);
- UHE São Simão: 06 geradores (PDA-IV);
- UHE Emborcação: 04 geradores (PDA-IV);
- UHE Nova Ponte: 03 geradores (PDA-IV);
- UHE Miranda: 03 geradores (Genguard).

A periodicidade das medições que são realizadas nos geradores da Cemig é definida em função da avaliação das análises. Semestralmente e caso alguma alteração é verificada, o período de medição passa a ser menor.

### 3.0 – ESTUDOS DE CASOS

#### 3.1 – UHE Miranda

As medições de descargas parciais que foram realizadas logo após o início de operação, ainda no período de garantia, indicaram um alto índice de descargas, figura 3.

Após análises, decidiu-se pela realização de ensaios complementares. Foram realizadas a verificação de corona em câmara escura e a verificação de afrouxamento de cunhas de fixação das barras.

O resultado destes ensaios confirmou o diagnóstico de um problema no projeto das luvas anti-corona. O fabricante (Westinghouse) foi acionado em garantia e todo o projeto de proteção anti-corona das barras foi substituído.

Após o retrabalho, novas medições de descargas parciais foram realizadas, constatando uma diminuição considerável no nível de descargas parciais. Figura 3.

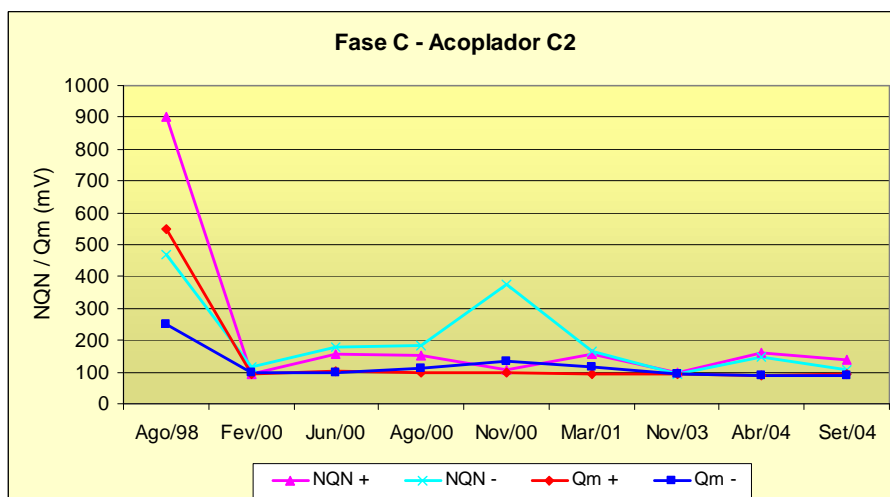


Fig. 3 – Análise de PD UHE Miranda

### 3.2 – UHE Jaguará

A partir do ano de 2000, as análises das medições de descargas parciais começaram a indicar um aumento no número de descargas. Ver Figura 4.

A periodicidade das medições foi reduzida e, no final do ano de 2003 decidiu-se pela realização de ensaios complementares para diagnóstico do estado do gerador. Foi realizada verificação de corona em câmara escura, verificação de afrouxamento de cunhas de fixação das barras e testes de tensão aplicada para a verificação de corrente de fuga.

Os resultados destes ensaios confirmaram o problema, indicando um afrouxamento das cunhas e uma degradação excessiva do sistema de proteção anti-corona. Foi realizado a recuperação parcial do enrolamento com a substituição das luvas anti-corona e recunhagem completa do gerador.

Após o término dos trabalhos, novas medições de descargas parciais foram realizadas, verificando a redução considerável no nível de descargas parciais.

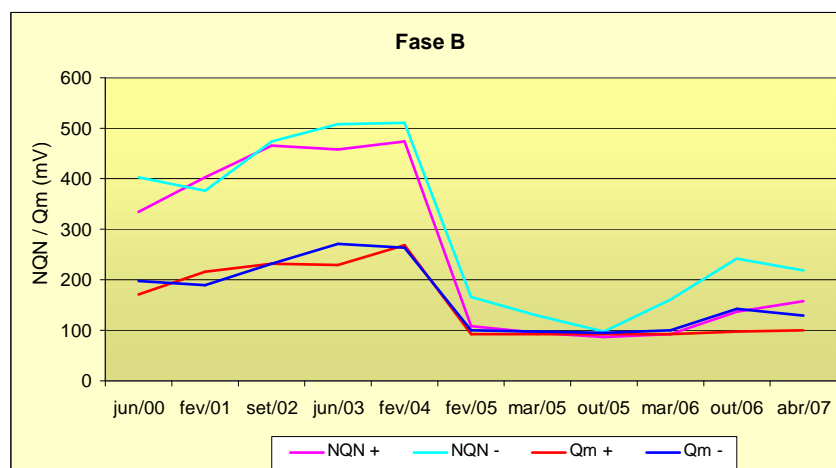


Fig. 4 – Análise de PD UHE Jaguará

### 4.0 – CONCLUSÃO

O diagnóstico preditivo baseado em monitoramento das descargas parciais, desde que devidamente analisado, se mostra muito eficiente para a determinação de estratégias de reparos e na programação de intervenções. Contudo, o processo de identificação e localização do problema não pode ser considerado conclusivo e ainda depende de testes complementares.

A Cemig utiliza estas medições nos principais geradores e está buscando estender este processo para os demais geradores, buscando um aprimoramento e melhor aproveitamento de seus geradores através de um correto planejamento das paradas e inspeções.

### 5.0 – BIBLIOGRAFIA

- (1) POLUX Tecnologia em Equipamentos S.A., 2008. Apostila de Treinamento em Descargas Parciais V. 2.0;
- (2) Stone, G. C; Boulter, I. C. and Dhirani, H. Electrical Insulation For Rotating Machines. 2004.