**GSE/007**

**21 a 26 de Outubro de 2001**

**Campinas - São Paulo - Brasil**

**GRUPO VIII**

**GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS (GSE)**

**CARACTERIZAÇÃO DE ENVELHECIMENTO DE TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA:**

**ANÁLISE COMPARATIVA**

Paulo Roberto Bianchi (\*) C. Celso de Brasil Camargo Flávio Luciano Alves de Souza

ITAIPU BINACIONAL LabPlan / U.F.S.C. LIGHT S A..

**RESUMO**

O objetivo deste texto é apresentar o resultado de

estudo comparativo entre os métodos utilizados pela

Light Serviços de Eletricidade, no que diz respeito a

avaliação do estado de degradação de seus

transformadores de potência, com a Metodologia de

caracterização de envelhecimento de equipamentos –

Metodologia TCE, que compreende a realização de

vários testes estatísticos baseados em distribuições de

probabilidade com características de envelhecimento.

Também neste artigo é apresentada análise custo/

benefício de forma a optar-se entre substituição ou

renovação dos transformadores estudados.

**PALAVRAS** **–** **CHAVE**: Transformadores de

Potência, Caracterização de Envelhecimento, Análise

Custo/Benefício.

**1.0 - CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Um dos grandes problemas para as companhias

concessionárias de energia elétrica, diz respeito ao

gerenciamento da vida dos equipamentos elétricos. Em

função das dificuldades de aquisição de novos

equipamentos, devido a problemas de contenção de

despesas, e no caso do Brasil, pela existência de uma

grande quantidade de equipamentos com idade

avançada de operação, este problema fica evidenciado.

Os equipamentos elétricos de alta tensão e em

particular os transformadores de potência, objeto deste

útil ao longo dos anos de operação. De forma a

gerenciar este desgaste e de maneira a garantir um

adequado nível de confiabilidade, é que sofisticadas

estratégias de manutenção têm sido desenvolvidas e

aplicadas. Apesar desta manutenção, cada equipamento

ou peça possui um determinado tempo de vida, sendo o

gerenciamento deste tempo de vida essencial à

otimização na tomada de decisão de se proceder a

renovação ou a substituição do equipamento em

análise.

Assim para um melhor equacionamento da tomada de

decisão, há a necessidade de se determinar o estado

atual de degradação do equipamento em estudo, sendo

a determinação da idade atual e tempo de vida

remanescente dos equipamentos motivo de muitas

pesquisas, seja por parte do usuário do equipamento ou

por parte de fabricantes, através de novas técnicas de

monitoramento “on – line” e/ou “off-line” de

grandezas que auxiliem no diagnóstico de seu estado.

**2.0 - MÉTODOS UTILIZADOS PELA LIGHT**

Com o objetivo do aumento da confiabilidade

operacional de seus transformadores de potência e

conseqüente diminuição no número de falhas, a Light

Serviços de Eletricidade iniciou, em 1997, um

programa de revitalização de um grupo de

transformadores.

artigo, possuem um desgaste natural durante sua vida

(\*) AV. Tancredo Neves, 6702

85855-970 Foz do Iguaçu - PR - Brasil

Tel: (45) 520 - 3539, Fax: (45) 522 - 1524

e -mail: bianchi@itaipu.gov.br

2

**2.1 Critério de Seleção dos Transformadores**

Os transformadores foram selecionados de acordo com

os seguintes critérios:

• Grau de risco da unidade,

• Número de transformadores sob risco na

subestação,

• Tipo dos circuitos alimentadores supridos pelo

transformador,

• Carga da Subestação,

• Importância da Subestação no sistema.

Em maio de 1997, existiam na Light um total de 333

transformadores e 53 unidades em disponibilidade,

sendo selecionados, de acordo com os critérios acima

mencionados, para o programa de revitalização 18

transformadores, sendo seis unidades em sua primeira

etapa, entre 1997 e 1998, e as outras 12 unidades na

segunda etapa, entre os anos de 1998 e 1999. Este

programa envolveu unidades de transformadores com

potência de 15/20 MVA e 30/40 MVA, relações de

tensões de 138/13,8 kV com ligações Delta / Estrela.

Deve-se ressaltar que a classificação de risco para as

unidades transformadoras e adotada pela Light, foi

fundamentada nos resultados de análises de gases

dissolvidos no óleo isolante, análises físico – químicas

do óleo e evolução da concentração de Furfuraldeído

(2Fal) no óleo isolante. Também em alguns casos,

medições de outras características foram realizadas

pela Light em conjunto com o Cepel, através da

monitoração e localização de descargas parciais por

método acústico, estando ainda o transformador em

operação (1).

**2.2 - Benefícios Obtidos**

Quanto aos principais benefícios obtidos, pela Light,

com este programa de revitalização, pode-se citar (2):

• Elevação da vida residual média de 20 % para 68

% da vida normal da isolação de transformadores

novos.

• Possibilidade de confirmar se as premissas

adotadas na seleção das unidades transformadoras,

se configuraram na prática, levando com isso `a

possibilidade de aperfeiçoamento das técnicas de

avaliação atuais.

• Redução substancial do número de falhas, que em

1990 era de cerca de 3 % ao ano, de 0,2 % em

1997 e de 0,2 % em 1998.

•  Eliminação das unidades de risco 1 (neste grau de

risco em 1997) e em andamento o processo de

revitalização para as unidades de risco 2.

**3.0 - TEORIA DA CARACTERIZAÇÃO DE**

**ENVELHECIMENTO DE EQUIPAMENTOS –**

**METODOLOGIA TCE**

A Teoria de Caracterização do Envelhecimento de

Equipamentos – Metodologia TCE , é baseada em

funções – teste que identificam os intervalos de tempo

nos quais um equipamento ou conjunto de

equipamentos apresenta degradação. Este testes

estatísticos são baseados nos conceitos de distribuições

de probabilidade com características de

envelhecimento e que preservam a ordem cronológica

dos eventos de falha, ou seja, uma modelagem que se

aproxime o mais possível do comportamento de um

equipamento durante sua operação.

**3.1 - Funções – Teste de Envelhecimento**

Dentre as funções – teste que identificam o

envelhecimento, pode-se citar:

•  IFR - Taxa de Falha Crescente,

•  IFRA- Taxa de Falha Crescente na Média,

•  NBU - Novo Melhor que Usado,

•  NBUE - Novo Melhor que Usado sob o ponto de

vista da Média,

•  NBUFR - Novo Melhor que Usado sob o ponto de

vista da Taxa de Risco de Falha,

• DMRL - Vida Residual Média Crescente.

As conclusões da aplicação da metodologia TCE em

casos já estudados mostram que dentre as funções -

teste aplicadas, a mais apropriada foi a função IFR,

sendo ainda a que teve melhor comportamento a

função IFR segundo Rojo (3). Em função do exposto, o

modelo adotado neste estudo foi baseado nos

conceitos da função IFR, a qual a seguir será detalhada.

**3.2 - IFR 1 – Taxa de Falha Crescente Segundo**

**Ebrahimi**

De acordo com Ebrahimi (4) , uma função é IFR se for

satisfeita a seguinte condição :

**R (t+x) / R(t) é decrescente em t para todo t, x** ≥**0.**

Esta função compara as taxas de função confiabilidade

de um determinado período com as taxas de função

confiabilidade dos demais períodos subsequentes, ou

seja, :

**Obrigado por avaliar o Wondershare PDFelement.**

**Você apenas pode converter 2 páginas na versão teste.**

**Para obter a versão completa, por favor encomende aqui o programa:**

[*http://cbs.wondershare.com/go.php?pid=1159&m=db*](http://cbs.wondershare.com/go.php?pid=1159&m=db)