

# **XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

## **AVALIAÇÃO DE LABORATÓRIO E DESEMPENHO EM CAMPO DE RELÉS FOTELÉTRICOS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA**

RONALDO ANTONIO RONCOLATTO  
CPFL - COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ  
ANA ANGÉLICA DA SILVA OLIVEIRA  
CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA  
ANTONIO LUNARDI JÚNIOR  
BANDEIRANTE ENERGIA  
JOÃO GABRIEL PEREIRA DE ALMEIDA  
CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS  
LUIZ PAULO DOS SANTOS  
CELESC - CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S. A.  
SHINICHIRO FURUKUBO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO - ILUME

**Palavras-chave: iluminação pública - relé fotelétrico - desempenho**

**Foz do Iguaçu, 19 a 23 de novembro de 2000**

## **1- Introdução**

O relé fotelétrico, utilizado no comando da iluminação pública, tem se caracterizado ao longo do tempo por deficiências que comprometem o seu desempenho. A ocorrência de falhas nesse tipo dispositivo provoca, além de elevados custos de manutenção e reposição, reflexos negativos na comunidade para a imagem da distribuidora, quando a mesma é a responsável pela operação e manutenção dos sistemas de iluminação pública, como é o caso da CPFL e várias outras empresas no Brasil.

Após um período com atividades suspensas, o PROQUIP foi reativado em 17 de setembro de 1993, através da assinatura de um Protocolo celebrado entre a ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A., as entidades representantes das concessionárias de energia elétrica, o CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica e a ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, representando os fabricantes de materiais e equipamentos.

O GERF - Grupo de Estudos de Relés Fotelétricos, que iniciou suas atividades a partir de 1994, foi então constituído pelas distribuidoras : CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz (coordenação), CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais, ELETROPAULO - Eletricidade de São Paulo S. A., COELBA - Companhia de Eletricidade da Bahia, ELETROBRAS e CEPEL. Posteriormente incorporaram-se ao grupo a CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina e PMSP / ILUME - Prefeitura Municipal de São Paulo.

O programa de trabalho do GERF estabeleceu a execução dos ensaios de tipo e recebimento, ações corretivas, ensaios complementares e testes de campo, que foram agrupadas em três etapas.

A primeira etapa de avaliação de relés fotelétricos e suas tomadas (antiga base) consistiu na execução de ensaios de tipo, baseados nas normas brasileiras NBR 5123 (julho/94) - Relé Fotelétrico para Iluminação Pública - Especificação e NBR 5169 - Relé Fotelétrico para Iluminação Pública - Padronização, e de ensaios especiais baseados em normas internacionais e especificações de concessionárias.

A segunda etapa foi realizada após a correção das não conformidades encontradas na primeira, período no qual elaborou-se o projeto de revisão nas normas brasileiras. Foram então executados os ensaios baseados nesse projeto de revisão, que foi proposto pelo GERF. Essa etapa culminou com a publicação pela ABNT da NBR 5123/1998 - Relé Fotelétrico e Tomada para Iluminação Pública - Especificação e Método de Ensaio.

A terceira etapa do trabalho foi de ensaio de campo, conforme descrito no item 8.

Nesse trabalho são apresentados os principais resultados das três etapas de avaliação realizadas pelo GERF, que selecionou produtos de quatro fabricantes nacionais, escolhidos entre os mais representativos no mercado para as empresas distribuidoras de energia elétrica.

## **2- Amostragem de Estudo - Ensaios de Laboratório**

Foram avaliados no desenvolvimento dos ensaios de laboratório os produtos dos seguintes fabricantes :

- ❶ TECNOWATT Iluminação S. A.
- ❷ ILUMATIC S.A. Iluminação e Eletrom.
- ❸ STIELETRÔNICA S.A.
- ❹ Ind. Eletromecânica LINSÁ Ltda.

### **2.1 - Etapa 1**

Para realização dos ensaios na etapa 1, o GERF solicitou aos fabricantes nacionais que selecionassem um modelo padrão de relé na tensão nominal de 220V, considerado como o mais representativo em função da utilização do mesmo pelas concessionárias e, no máximo, duas versões alternativas do dispositivo de supressão de surto para o mesmo modelo de relé. Também foram solicitadas amostras de tomadas intercambiáveis.

As peças foram selecionadas pelos fabricantes e encaminhadas para o CEPEL.  
A amostragem enviada ao CEPEL para os ensaios na etapa 1 é mostrada na Tabela 1 .

TABELA 1 - RELÉS, TOMADAS E ALÇAS INVESTIGADOS NA ETAPA 1

MODELO	NÚMERO DE PEÇAS			
	FABRICANTES			
	F1	F2	F3	F4
<b>PADRÃO com supressor</b>	15	14	17	17
<b>PADRÃO sem supressor</b>	-	3	3	3
<b>PADRÃO com supressor alternativo</b>	-	-	3	3
<b>TOMADA +ALÇA</b>	10	10	10	10

## 2.2 - Etapa 2

Na realização da etapa 2, foram investigados os produtos dos fabricantes que participaram da etapa 1 e um produto alternativo, denominado comutador fotoeletrônico, que difere dos relés convencionais no aspecto físico e na sua concepção, totalmente eletrônica, que não utiliza contato mecânico.

O GERF solicitou aos fabricantes nacionais as amostras de relés, tomadas e alças, com as correções das não conformidades apresentadas na etapa anterior e as modificações resultantes da introdução de novos ensaios e mudança de metodologia, que motivaram o projeto de norma proposto.

A amostragem enviada ao CEPEL para os ensaios na etapa 2 é mostrada na tabela 2.

TABELA 2 - RELÉS, TOMADAS E ALÇAS INVESTIGADOS NA ETAPA 2

MODELO	NÚMERO DE PEÇAS				
	FABRICANTES				
	F1	F2	F3	F4	Comutador
<b>PADRÃO com supressor</b>	18	26	12	21	15
<b>PADRÃO sem supressor</b>	-	-	4	-	-
<b>PADRÃO com supressor alternativo</b>	-	-	4	12	-
<b>TOMADA +ALÇA</b>	6	6	6	6	-

Notas:

- 1- As amostras do comutador fotoeletrônico foram confeccionadas e fornecidas pela CPFL.
- 2- Os relés e o comutador de tensão nominal igual a 220V.

## 3 . Ensaios laboratoriais realizados

As especificações e os métodos de ensaios descritos nas NBR's 5123/94 e 5169/94, nortearam a etapa 1. O projeto NBR5123/97, proposto pelo GERF, posteriormente transformado na NBR 8123/1998, foi o procedimento utilizado na etapa 2.

### 3.1 - Etapa 1

Na etapa 1 foram realizados os ensaios de tipo descritos nas NBR5123/94 e NBR5169/94, que consistem na verificação das características dos relés, tomadas e alças, através de quatro grupos de ensaios para os

relés e um grupo de ensaios para as tomadas e alças, além de alguns ensaios especiais definidos pelo GERF, descritos a seguir:

- ⇒ Verificação das características: identificação, dimensões, montagem e acabamento;
- ⇒ Grupo de ensaios 1: operação, limite de funcionamento, comportamento a 70 °C e operação;
- ⇒ Grupo de ensaios 2: operação, durabilidade e operação;
- ⇒ Grupo de ensaios 3: operação, impulso de tensão, fechamento dos contatos e operação;
- ⇒ Grupo de ensaios 4: operação, névoa salina, estanqueidade e operação;
- ⇒ Grupo de ensaios para tomada e alça: resistência de isolamento, tensão aplicada, zincagem, resistência mecânica da alça e fixação mecânica dos cabos à tomada;
- ⇒ Ensaios especiais de elevação de temperatura nos contatos da tomada, conforme especificação ELETROPAULO E-0.03/94 e exposição ao ultravioleta e umidade, baseado na norma UL-773/92.

### **3.2 - Etapa 2**

Nesta etapa foram realizados os ensaios de tipo propostos pelo GERF e contidos no texto base da NBR5123/98, que compreende o seguinte:

- ⇒ Inspeção visual: identificação, montagem, acabamento e marca de conformidade nos cabos da tomada;
- ⇒ Verificação dimensional e intercambiabilidade;
- ⇒ Grupo 1: operação, limite de funcionamento, comportamento a 70 °C e operação;
- ⇒ Grupo 2: operação, durabilidade e operação;
- ⇒ Grupo 3: operação, impulso de tensão, capacidade de fechamento dos contatos e operação;
- ⇒ Grupo 4: operação, resistência à corrosão, resistência mecânica e operação;
- ⇒ Grupo 5: operação, exposição ao ultra violeta e operação;
- ⇒ Grupo 6: estanqueidade e aderência da gaxeta;
- ⇒ Grupo 7: resistência de isolamento, rigidez dielétrica e elevação de temperatura;
- ⇒ Grupo 8: resistência mecânica da alça e dos cabos da tomada e zincagem.

Apesar da avaliação dos resultados dos ensaios de tipo considerar um projeto aprovado somente se todas as unidades ensaiadas satisfizerem a todos os ensaios, o GERF permitiu que quando as peças ensaiadas apresentassem não conformidade em algum ensaio, o fabricante, informado através de boletins técnicos, providenciasse a ação corretiva e enviasse novas peças ao laboratório para avaliação. Isso foi feito para permitir a necessária adequação dos produtos à nova norma, que difere significativamente das normas utilizadas na etapa 1.

Alguns ensaios de tipo não foram repetidos por se tratarem dos mesmos procedimentos da etapa 1 e a não observância de falha nos produtos.

Nessa etapa foram desenvolvidos também métodos de ensaios pioneiros, concebidos para simulação das condições de operação. De forma ilustrativa, apresenta-se nesse trabalho o ensaio de resistência do relé e tomada ao ultra violeta (UV).

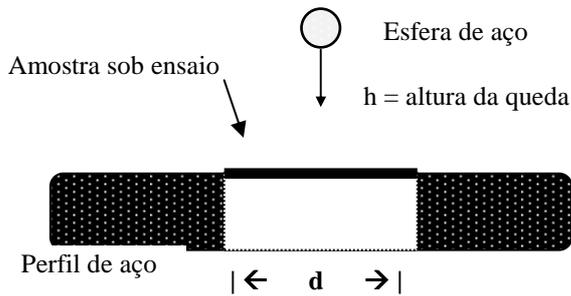
Informações oriundas das concessionárias de energia elétrica continuavam a apontar que, no campo, os materiais utilizados nas tampas dos relés, por alguns fabricantes, apresentavam sinais de degradação a partir de 2 anos de instalação do mesmo.

Visando tornar a avaliação dos efeitos da radiação UV, sobre os materiais plásticos empregados nos relés, mais representativa das solicitações reais no Brasil, o GERF buscou uma metodologia de ensaio baseada nas condições gerais da ASTM - G53 e nos dados de insolação colhidos de 1979 a 1989 pelo Instituto Nacional de Meteorologia. O GERF desenvolveu o método apresentado a seguir, que foi incluído na nova norma brasileira.

A parte superior de seis tampas de relés foram cortadas, tomando-se o cuidado para obtenção de uma superfície de corte regular, sem arestas ou rebarbas.

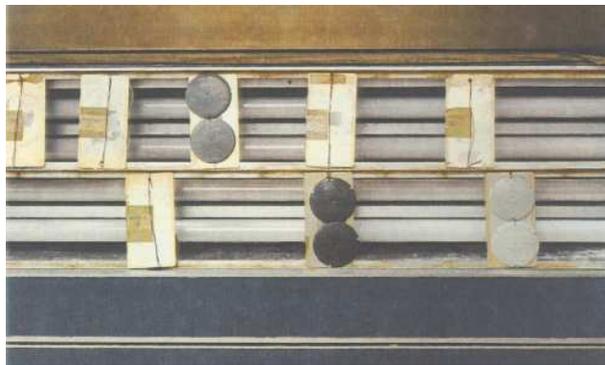
Seis amostras foram colocadas em uma câmara de envelhecimento acelerado, com a parte externa, que contém a identificação do fabricante, voltada para a fonte de ultravioleta e foram submetidas a ciclos de 8 horas de exposição ao ultravioleta a 60 °C e 4 horas sem ultravioleta à temperatura de 50 °C com condensação, em um total de 168 ciclos, correspondentes a 2.016 horas de ensaio.

Após os ciclos de ensaio as amostras foram submetidas ao ensaio de impacto, estando apoiadas sobre um perfil de aço com espessura mínima de 15 mm, conforme sugerido na Figura 1.



d = (diâmetro da amostra sob ensaio)

**Figura 1 - Disposição para ensaio de impacto**



**Foto 1 - Ensaio de resistência à radiação ultravioleta**

## 4 - Resultados dos Ensaio

### 4.1 - Etapa 1

#### 4.1.1 - Verificação das características

Na verificação das características foram observados os seguintes aspectos:

- Identificação: Verificadas visualmente as marcações de modelo do fabricante, tensão nominal, cargas máximas, nome e marca do fabricante, orientação do sensor, mês e ano de fabricação e calendário.

Os relés de um dos fabricantes não apresentavam identificação adequada de mês e ano de fabricação. Os demais estavam conforme requerido em norma.

- Dimensões: Foram realizadas medições nos relés, tomadas e alças de acordo com as figuras da NBR5169/94.

O GERF decidiu não considerar os desvios de medida, em relação a norma, que não comprometessem o principal objetivo dessa verificação, que é a intercambiabilidade mecânica do relé em relação a tomada. Os relés foram avaliados sob o aspecto da intercambiabilidade e não apresentaram problemas.

- Montagem e acabamento: Foram inspecionadas visualmente e, onde apropriado, realizadas medições para avaliar as características construtivas mínimas que assegurem um projeto coberto pela NBR5123/94.

Foi observado que um fabricante não apresentava nos seus relés imobilização do dispositivo de ajuste e dois fabricantes apresentavam a dureza do material da gaxeta de vedação com valores diferentes dos limites de norma. Os demais fabricantes apresentaram resultados satisfatórios nessa avaliação.

#### 4.1.2 - Observações da etapa 1

Os resultados dos ensaios da etapa 1 apresentaram um alto índice de ocorrência de não conformidades nos produtos de todos os fabricantes avaliados. Os resultados obtidos, apesar de não satisfatórios, ainda não traduziam o comportamento de campo, que apontava um número ainda maior de problemas que acarretavam em elevado grau de troca de relés. Por essa razão algumas metodologias foram reavaliadas e adequadas as condições de utilização do equipamento.

A tabela 3 apresenta o resumo dos resultado das avaliações da etapa 1.

TABELA 3 - RESULTADOS DOS ENSAIOS NA ETAPA 1

ENSAIOS NORMALIZADOS NBR-5123/94 E NBR5169/94					
VERIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS	GRUPO DE ENSAIOS 1	GRUPO DE ENSAIOS 2	GRUPO DE ENSAIOS 3	GRUPO DE ENSAIOS 4	GRUPO DE ENSAIOS PARA TOMADAS E ALÇAS
2☺	1☺	2☺	2☺	3☺	3☺
2☹	3☹	2☹	2☹	1☹	1☹

ENSAIOS ESPECIAIS	
ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA NA TOMADA	EXPOSIÇÃO AO UV E UMIDADE
3☺	3☺
1☹	1☹

quantidade de fabricantes conforme ☺  
quantidade de fabricantes não conforme ☹

#### 4.2 - Etapa 2

Esta etapa, que teve seu início em março de 1996, foi resultante do trabalho desenvolvido durante a realização dos ensaios da etapa 1, quando foram identificados alguns aspectos que a normalização vigente

não contempla ou não se mostra adequada para a avaliação desejada em laboratório. Isto levou o GERF ao desenvolvimento do projeto de norma brasileira que baseia esta fase do trabalho.

Para a seleção dos ensaios realizados nesta etapa, foram consideradas as alterações e inclusões propostas para os métodos de ensaio utilizados na etapa 1, alterações essas que constam do projeto de norma, e as não conformidades encontradas nos produtos, com o objetivo de verificar se as ações corretivas foram implementadas pelos fabricantes.

#### 4.2.1 - Observações da etapa 2

Os resultados dos ensaios da etapa 2 apresentaram uma diminuição do índice de ocorrência de não conformidade nos produtos de todos os fabricantes avaliados. Os resultados satisfatórios demonstraram que os fabricantes podem produzir produtos de melhor qualidade e adequarem-se às exigências das normas.

A tabela 4 apresenta o resumo dos resultados das avaliações da etapa 2.

TABELA 4 - RESULTADOS DOS ENSAIOS NA ETAPA 2

ENSAIOS PROPOSTOS NA NOVA NBR 5123/1998			
GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
2☺	1☺	3☺	4☺
2☹	2☹	1☹	-
-	1☹	-	-
C☺	C☺	C☺	C☺
2☻	2☻	1☻	-

ENSAIOS PROPOSTOS NA NOVA NBR 5123/1998			
GRUPO 5	GRUPO 6	GRUPO 7	GRUPO 8
3☺	1☺	3☺	1☺
1☹	3☹	1☹	-
-	-	-	3☹
C☺	C☺	C☺	C☺
-	3☻	1☻	-

Legenda :

quantidade de fabricantes conforme ☺

quantidade de fabricantes não conforme ☹

quantidade de fabricantes que não realizaram esse ensaio ☹

computador fotoeletrônico C

repetição dos ensaios com aprovação após correção da não conformidade 🌿

## 5. Providências tomadas

Durante a realização dos ensaios e a medida que os resultados dos mesmos eram conhecidos, várias providências foram tomadas pelo GERF e pelos fabricantes, visando principalmente aprimorar os produtos analisados e os procedimentos de ensaio utilizados. As principais providências são citadas a seguir:

### 5.1 - GERF

- avaliação de outros procedimentos de ensaio e outras normas técnicas nacionais e internacionais;
- visita às instalações fabris de todos os fabricantes, para verificação da implementação das ações corretivas ;
- emissão de boletins técnicos que informavam aos fabricantes, imediatamente após os ensaios, as não conformidades nos seus produtos, solicitando suas correções;
- conclusão e encaminhamento ao COBEI do projeto de norma para relés fotoeletrônicos, elaborado pelo GERF e acordado com os fabricantes;
- solicitação aos fabricantes de novas amostras e da identificação de quais ações corretivas se fizeram necessárias;
- realização de ensaios para a avaliação das correções;
- apresentação e entrega dos relatórios finais aos fabricantes, em reuniões individuais;

### 5.2 - Fabricantes

Após as etapas de avaliação de laboratório, os ensaios indicaram aos fabricantes algumas não conformidades encontradas em seus produtos, resultando em várias ações corretivas, dentre as quais destacam-se com as mais importantes as abaixo indicadas :

- adequação de procedimentos de montagem;
- modificações nos supressores de surto;
- melhoria no isolamento de componentes do relé;
- mudança na cola utilizada para aderência da gaxeta e no processo de colagem;
- troca do material dos contatos dos relés e das tomadas;
- melhoria no processo de cravação dos contatos do relé;
- aquisição e montagem de dispositivos e equipamentos para realização de ensaios;
- alteração do material plástico utilizado na tampa do relé;
- qualificação de fornecedores de componentes;
- treinamento de pessoal.

## 6. Métodos de ensaios desenvolvidos pelo GERF

Durante a realização da avaliação de laboratório, o GERF experimentou vários métodos de ensaios. Com o objetivo de torná-los o mais representativo possível da solicitação real e incluir avaliações, que não existiam, mas que foi constatada a necessidade em função das ocorrências relatadas pelos usuários, foram desenvolvidos ou modificados nos laboratórios do CEPTEL os seguintes métodos de ensaios:

- operação;
- impulso de tensão;
- elevação de temperatura nas tomadas;
- resistência mecânica do relé;
- estanqueidade;
- verificação de fixação dos cabos da tomada;
- durabilidade;

- impacto para as capas do relé e das tomadas;
- aderência da gaxeta;
- rigidez dielétrica;
- resistência do relé e da tomada ao ultra violeta.

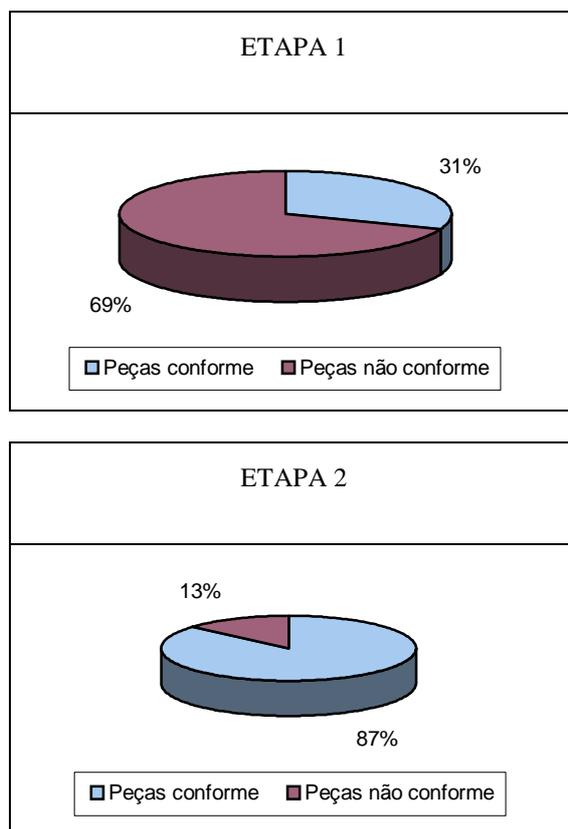
## 7. Evolução dos produtos

Tínhamos, no início dos trabalhos, informações sobre o mau desempenho dos relés fotelétricos, o que de fato pudemos constatar através dos ensaios realizados durante a etapa 1. Os problemas verificados, relacionados com falhas na produção e má qualidade de materiais ou projetos, foram colocados para os fabricantes, que se dispuseram a resolvê-los, demonstrando receptividade às críticas e maturidade, ao reconhecer as deficiências dos seus produtos.

As ações corretivas foram implementadas pelos fabricantes, inclusive durante a etapa 2, propiciando um desempenho final nos ensaios bastante satisfatório.

Comparando os resultados dos ensaios nos relés das etapas 1 e 2 observamos uma diminuição do índice de ocorrência de não conformidade nos produtos de todos os fabricantes avaliados, como é mostrado na Figura 2.

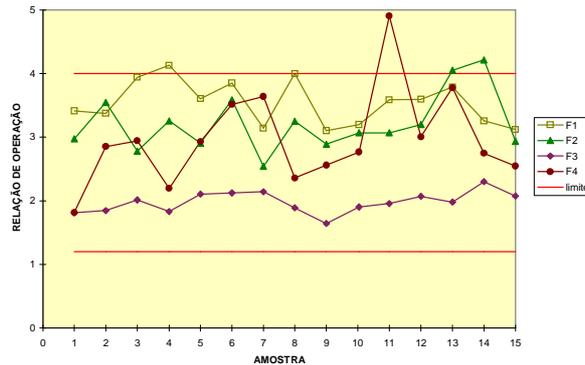
**Figura 2 - Representação gráfica do percentual de aceitação por produto e por fabricante nas etapas 1 e 2**



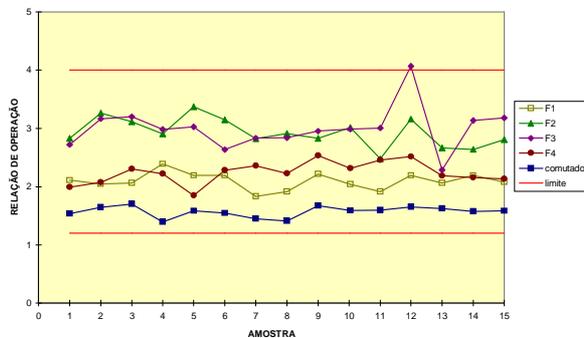
Os fabricantes utilizaram os subsídios fornecidos pelo PROQUIP e demonstraram ser capazes de produzir relés e tomadas de boa qualidade. Porém, na maioria dos casos, são carentes de um controle e/ou sistema de produção mais eficaz, que garanta a uniformidade de seus produtos.

Nas figuras 3 e 4 podemos observar a adequação e melhoria na uniformidade de operação dos relés, ocorridas ao final da etapa 2, decorrentes dos ajustes indicados nas etapas 1 e 2.

**Figura 3 - Representação gráfica da relação de operação dos relés dos fabricantes analisados na etapa 1**



**Figura 4 - Representação gráfica da relação de operação dos relés dos fabricantes analisados na etapa 2**



Devido à concepção da maioria dos projetos adotados, a dependência da mão-de-obra direta, notadamente nas etapas de ajustes finais dos relés, é muito grande, podendo gerar problemas na qualidade e uniformidade da produção.

De qualquer forma, houve uma evolução, que poderá ou não ser percebida, dependendo das atuações dos fabricantes, no que diz respeito à implementação e manutenção das ações corretivas nas linhas de produção e projetos, e dos usuários, que deverão fazer uso dos mecanismos disponíveis para a avaliação da qualidade, principalmente aqueles contidos nas Normas Brasileiras.

## 8. Ensaio de campo

Após a implementação, pelos fabricantes, de ações de melhoria de produto e processos, decorrentes das avaliações laboratoriais, foram disponibilizadas 980 amostras pelos mesmos para a instalação em campo, em 4 empresas distribuidoras, para avaliação de desempenho em condições reais de utilização, com os seguintes objetivos ;

- verificar o desempenho em campo, após as melhorias realizadas pelos fabricantes ;
- avaliar a repetibilidade do processo produtivo do equipamento; e
- subsidiar o aprimoramento dos relés fotelétricos e tomadas e normas pertinentes.

### 8.1 - Metodologia utilizada

#### 8.1.1 - Tamanho da Amostra

A determinação do tamanho amostral para a realização do experimento de campo foi feita com base nas normas NBR 5429 - Plano de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Variáveis e NBR 5430 - Guia de Utilização da NBR 5429. Essa metodologia é prática adotada pelas empresas distribuidoras de

energia elétrica para o recebimento de materiais e equipamentos, por apresentar as seguintes características :

- a. Custos operacionais reduzidos;
- b. Maior confiabilidade dos resultados obtidos em campo;
- c. Facilidade operacional; e
- d. Simplificação dos recursos necessários para o manuseio de dados.

O tamanho da amostra que deve ser retirada aleatoriamente de um lote, depende do nível de confiança desejada, do erro tolerável e da estimativa inicial da proporção de unidades de produtos defeituosos.

Desta forma, considerando os critérios já utilizados nas inspeções de recebimento, a probabilidade de aceitação de lotes com NQA (índice de qualidade aceitável) e as limitações operacionais, estabeleceu-se os seguintes parâmetros:

1. Intervalo de confiança igual a 95%;
2. Erro tolerável de 2%;
3. Estimativa inicial de proporção de defeitos igual a NQA (2,5%).

Nota: o erro tolerável de 2,0% visa considerar as falhas decorrentes de ações operacionais, como falhas de instalação, transporte, armazenagem, perdas,

Para NQA de 1%, tem-se o seguinte número de amostras a serem acompanhadas em campo:

Adotando-se um NQA de 2,5 %, obteve-se o seguinte tamanho de amostra:

$$n = Z_{\alpha / 2}^2 \times \frac{p \times q}{e^2}$$

onde :

$Z_{\alpha/2} = 1,96$  (valor tabelado, conforme referência [1], para o intervalo de confiança de 95%)

$p = \text{NQA}$ ;

$q = 1 - \text{NQA}$ ;

$e =$  erro tolerável

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 0,025 \times 0,975}{(0,02)^2} = 234 \text{ amostras}$$

O número acima indicado é mínimo. Para o experimento de campo, cada fabricante participante forneceu 245 amostras, resultando num número total de **980 unidades**.

### 8.1.2 - Tempo de Acompanhamento

A prática tem mostrado que os relés fotelétricos apresentam falhas nos dois primeiros anos de utilização, principalmente devido a problemas de fabricação, ou seja, não conformidade com o protótipo aprovado.

Notou-se também que, falhas causadas por envelhecimento destes produtos, ocorrem, geralmente, dentro de quatro a cinco anos.

Estabeleceu-se inicialmente uma primeira avaliação no período de 1 ano de instalação, que deverá subsidiar os procedimentos para o levantamento do desempenho das unidades que devem continuar instaladas, para futuras avaliações por parte das concessionárias.

### 8.1.3 - Locais de Instalação e Quantidades

Os locais para a instalação foram escolhidos considerando as características mais representativas das reais condições de campo, conforme indicado a seguir :

EMPRESA	CONDIÇÃO
<b>BANDEIRANTE (1)</b>	
SOROCABA/JUNDIAÍ	Normal
MOGI DAS CRUZES	Normal
<b>CELESC (2)</b>	
GAROPABA	Salinidade
NAVEGANTES	Salinidade
<b>CEMIG (3)</b>	
OURO BRANCO	Alto Índice Ceráunico
<b>CPFL (4)</b>	
SÃO CARLOS	Alto Índice Ceráunico
JAÚ	Alto Índice Ceráunico
PIRACICABA	Normal
FRANCA	Normal



#### 8.1.4 - Sistema de Coleta de Dados

Cada amostra foi identificada com etiqueta de alumínio aderente com fundo na cor prateada, para uso ao tempo com as seguintes características:

- Resistência às intempéries ;
- Fácil visualização;
- Facilidade de instalação.

PROQUIP	CONTROLE DE DESEMPENHO
<b>AMOSTRA N. 4328</b> EM CASO DE DEFEITO RETIRAR O RELE E A TOMADA (BASE) E ENVIAR AO SEU GERENTE	

### 8.1.5 - Análise dos Dados e Relés Falhados

Os relés falhados e respectivas Fichas de Acompanhamento foram avaliadas pelo GERF, seguindo-se os seguintes critérios e procedimentos :

- inspeção visual externa, verificando aspectos da tampa e do visor, fixação da gaxeta, base e contatos externos ;
- ensaio de operação, quando possível ;
- inspeção visual interna, examinando contatos e componentes para verificar desgastes, oxidações, presença de poeiras e detritos, etc ;
- tabelamento do tipo de ocorrência de falha e frequência da mesma fabricante ; e
- tabelamento do tipo de ocorrência de defeito (identificação do defeito e causa provável) e frequência



### Total de relés falhados : 91

Pelos dados absolutos de falhas dos relés, no primeiro ano, pode-se observar que as falhas de campo superaram o NQA - Nível de Qualidade Aceitável esperado.

Complementarmente, foram avaliados em laboratório algumas amostras retiradas do campo em condições normais de operação, após 1 ano de instalação. Cada distribuidora forneceu 1 peça de cada conjunto de relé-tomada por fabricante, para as seguintes avaliações :

- inspeção visual externa, verificando o aspecto da tampa e do visor, fixação da gaxeta e aspectos dos contatos ;
- ensaio de operação ;
- inspeção visual interna, avaliando contatos e componentes, verificando desgastes, oxidações, presença de detritos e poeira ; e
- ensaio de durabilidade

De uma forma geral as amostras atenderam o ensaio de relação de operação, mas nenhuma completou o ensaio de durabilidade (5000 operações).

### 9. Conclusões

Os resultados do experimento de campo com relés fotolétricos, permitiram observar que, apesar da evolução obtida com a aplicação da norma brasileira revisada ABNT NBR 5123/1998, ainda há um espaço considerável para melhorias na qualidade dos equipamentos de fabricação nacional, que está

diretamente associada ao nível de exigência dos usuários, principalmente as empresas distribuidoras de energia, responsáveis pela expansão e manutenção do sistema de iluminação pública em parte considerável do território nacional.

O nível de qualidade atingido em campo (considerando-se apenas o primeiro ano de instalação) foi inferior ao NQA - Nível de Qualidade Aceitável indicado em norma. Ou seja, pode-se concluir que a norma brasileira deverá ser revisada assim que possível, contemplando novos critérios e ensaios ou revisando os já existentes, de forma a melhor retratar a realidade das solicitações impostas aos relés fotolétricos nos sistemas de distribuição de energia elétrica brasileiros.

Entre as principais constatações, a partir do experimento de campo, tem-se a confirmação de que o grau de proteção normalizado para os RFE's ainda pode ser considerado inadequado, dada à verificação de entrada de poeira e detritos, que podem prejudicar o desempenho dos relés. Essa situação pode ser ainda mais prejudicial quando os mesmos são armazenados ou transportados inadequadamente. No tocante a surtos atmosféricos, pode-se concluir também que a proteção contra esse tipo de solicitação deva ser incrementada, pois as sobretensões de origem atmosférica ainda representam uma das principais causas de avaria em RFE's.

## **10. Recomendações**

### **☛ Normalização**

Como qualquer especificação e método de ensaio, esses devem ser constantemente atualizados visando às necessidades dos usuários e melhoria contínua dos produtos. No caso específico de RFE's e tomadas, através do ensaio de campo foram detectados importantes pontos a serem propostos na próxima revisão da NBR 5123, tais como reavaliação do grau de proteção, elevação dos valores para o ensaio de surto atmosférico, encapsulamento da fotocélula, ensaio de avaliação do envelhecimento da fotocélula, etc .

### **☛ Garantia**

Recomenda-se que as empresas distribuidoras especifiquem uma garantia mínima dos RFE's e tomadas de 36 meses, a partir da data de fabricação.

Entretanto os fabricantes poderão declarar valores superiores de garantia, o que pode se constituir em diferencial competitivo do produto.

De qualquer forma, definido o prazo de garantia, usuários e fornecedores devem estabelecer os critérios e procedimentos para a devolução e análises dos produtos que apresentarem defeito durante o período estabelecido.

Assim a garantia torna-se mais uma ferramenta para o controle e aprimoramento da qualidade, cuja observância reduz custos operacionais e de novas aquisições.

### **☛ Reciclagem de partes plásticas do RFE e tomada**

As partes plásticas dos relés (base e tampa) e tomadas retiradas do campo, devem ser devidamente recicladas, obedecendo-se à legislação ambiental aplicável.

### **☛ Manutenção de RFE'S**

Recomenda-se que a manutenção de relés seja totalmente descartada, dado aos custos incorridos, o que não justifica técnico-economicamente essa atividade.

Avaliação feita pela CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz - demonstrou que o custo interno de um relé recuperado se torna 53% superior ao preço de um relé novo, considerando-se a mão-de-obra, peças sobressalentes, redução de vida útil e não garantia das unidades recuperadas.

Especial atenção deverá ser dada aos relés e tomadas retirados das redes de distribuição, cujo sucateamento deve ser feito na própria distribuidora ou, sob gestão desta, em outra empresa, evitando-se retorno à rede de relés reaproveitados e recuperados, através de terceirização da execução de serviços de expansão ou manutenção dos sistema de IP.

### **☛ Novas Tecnologias**

A introdução de relés fotolétricos, nacionais e estrangeiros, usando circuitos a estado sólido, com faixas de operação mais estreitas (menor relação liga/desliga) ou mesmo com razão de operação tipo inversa, com vida útil declarada pelos fabricantes muito superior aos relés convencionais, abre atualmente nova perspectiva de utilização desse equipamentos.

Os relés a estado sólido possuem sensores de sulfeto de cádmio (CdS) ou silício (Si) e utilizam dispositivos eletrônicos ativos como diodos, transistores, retificadores controlados a silício ( SCR's) ou

circuitos integrados para acionamento do relé de carga. A supressão de transitórios e proteção contra descargas atmosféricas é provida por varistores a óxidos metálicos (MOV's).

O custo desses relés é superior aos dos relés fotelétricos convencionais, o que leva a ponderar que os critérios adotados pelas distribuidoras para a compra desses equipamentos devem passar por uma análise de custo x benefício, considerando-se o preço inicial, conservação de energia, redução do custo operacional (substituição e mão-de-obra), vida útil e garantia.

Outra tecnologia a ser considerada quando a questão da economia de energia é primordial é a aplicação de relés tipo NA (Fail-Off), que mantém a lâmpada apagada (carga desenergizada) quando da ocorrência de falha do relé. Nesse caso a distribuidora deve estruturar-se adequadamente para o atendimento do incremento dos pontos apagados, que certamente ocorrerão.

#### ☛ Certificação

O ensaio de campo levado a cabo pelo GERF vem corroborar com a recomendação de que seria necessário a implantação de um processo de certificação de produto, para que os fabricantes mantivessem a uniformidade em seus projetos e produtos, visto que o relé fotelétrico é produzido com baixo nível de automação no processo de fabricação.

#### ☛ Calibre do Relé e Tomada

Recomenda-se que as distribuidoras e mais especificamente as áreas de inspeção dessas empresas, possuam o calibre do relé fotelétrico e da tomada, conforme prescrito na NBR 5123/1998, para avaliação da intercambiabilidade quando dos ensaios de recebimento, com o objetivo de reduzir o número de falhas resultantes do mal contato do relé com a tomada.

## 11. Bibliografia

1. Relés Fotelétricos: Relatório de Divulgação - Avaliação em Laboratório PROQUIP/ELETROBRAS-1998
2. Elos Fusíveis de Distribuição - Avaliação de Desempenho em Campo - Relatório de Divulgação PROQUIP/ELETROBRAS-1998
3. NBR 5123:1998 - Relés Fotelétrico e Tomada para Iluminação - Especificação e Método de Ensaio
4. IESNA DG-13-98 : Guide for the Selection of Photocontrols for Outdoor Lighting Applications.
5. NBR 5429 - Plano de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Variáveis
6. NBR 5430 - Guia de Utilização da NBR 5429
7. Spiegel, Murray Ralph - Estatística - Mc Graw-Hill do Brasil, 1985

**Endereço completo : Rodovia Campinas-Mogi Mirim nº 1755 , km 2,5**

**Bairro: Jardim Santana / Campinas - SP - CEP: 13088-900**

**FAX: ( 19 ) 756-8212 - Fone: ( 19 ) 756-8374**

**e-mail: roncolatto@cpfl.com.br**