



**Superintendência de Planej. da Expansão da
Distribuição e Mercado- ED**

**Gerência de Engenharia e Coordenação da
Expansão da Distribuição
ED/CE**



- ✓ **NORMALIZAÇÃO**
- ✓ **ENSAIOS**
- ✓ **PERDAS**

NORMAS TÉCNICAS

ABNT

- ✓ NBR 5034 – Buchas para tensões alternadas superiores a 1kV – Especificação (***Abril/1983***)
- ✓ NBR 5435 – Buchas para transformadores sem conservador de óleo – 15kV e 25,8kV – Padronização (***Abril/1984***)
- ✓ NBR 5437 - Buchas para transformadores sem conservador de óleo – 1,3kV – Padronização (***Abril/1984***)
- ✓ NBR 5356 – Transformadores de Potência – Especificação (***Ago/1993***) – ***Em fase final de revisão***
- ✓ NBR 5380 - Transformadores de Potência – Método de ensaio (***Maio/1993***)

NORMAS TÉCNICAS

ABNT (CONTINUAÇÃO)

- ✓ NBR 9369 – Transformadores subterrâneos – Características elétricas e mecânicas – Padronização **(Mar/1987)**
- ✓ NBR 5440 – Transformadores para redes aéreas de distribuição – Padronização **(Jul/1999)**

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS CEMIG

- ✓ 02118-CEMIG-0420 – Transformadores subterrâneos
(Dez/94)
- ✓ 02118-CEMIG-0319 – Transformadores para redes aéreas de distribuição – 15kV, 24,2kV e 36,2kV **(Nov/05)**
- ✓ 02111-EG/PO-010 – Transformadores para redes de distribuição adquiridos por particulares - Instrução técnica **(Mai/06).**
- ✓ 02118-CEMIG-0555 – Transformadores autoprotegidos para redes de distribuição aéreas **(Jun/06)**

ENSAIOS SOLICITADOS PELA CEMIG

✓ ROTINA:

- ELÉTRICOS E DIELÉTRICOS.

✓ TIPO:

- ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA;
- TENSÃO SUPORTÁVEL DE IMPULSO ATMOSFÉRICO.

✓ ESPECIAIS:

- CURTO-CIRCUITO;
- COORDENAÇÃO DISJUNTOR X FUSÍVEL – TRAFOS AP;
- SIMULAÇÃO DE DEFEITO INTERNO – TRAFOS AP.

ENSAIOS DE ROTINA

- ✓ De forma geral, não há dificuldades na realização destes ensaios;
- ✓ Problemas eventuais com relação à medição de perdas em vazio (CEMIG);
- ✓ Resultados PROQUIP (1998):
 - Elevada não conformidade com relação às normas ABNT (18 reprovações em 38).

ENSAIOS DE TIPO

- ✓ Elevação de temperatura:
 - Normalmente realizado nas dependências do fabricante;
 - Problemas com fornecimentos para o PART;
 - Raramente surgem problemas em fornecimento CEMIG.
 - Grande número de falhas em transformadores trifásicos por sobrecarga

- ✓ Resultados PROQUIP (1998):
 - Ocorreram 3 reprovações em 38 transformadores testados – Todos trifásicos.

ENSAIOS DE TIPO

- ✓ Tensão suportável nominal de impulso atmosférico:
 - Realizado nas dependências do fabricante, universidades ou CEMIG;
 - Raramente surgem problemas em fornecimento CEMIG.
 - Valor do impulso pela BT não especificado nas normas ABNT;
 - Grande número de falhas no campo devido à descargas atmosféricas.

- ✓ Resultados PROQUIP (1998):
 - Ocorreram 7 reprovações em 38 transformadores testados – Seis das peças reprovadas eram trifásicas.

ENSAIOS ESPECIAIS

✓ Curto-circuito:

- Realizado no CEPEL ou IEE/USP – Dificuldade de obtenção de vaga em laboratório;
- Raramente surgem problemas em fornecimento CEMIG
- Valor da corrente de teste: $25 \times I_n$.
- Grande número de falhas no campo - Trifásicos;

✓ Resultados PROQUIP (1998):

- Ocorreram 6 reprovações em 38 transformadores testados – Todos trifásicos;
- Considerado fundamental para garantir qualidade do transformador.

OUTROS PROBLEMAS

- ✓ Vazamento de óleo na buchas de BT
 - Grande número de substituições por vazamento (principalmente trifásicos);
 - Projeto da bucha de acordo com a norma NBR-5437;
 - Projeto deficiente fazendo com que o aperto da bucha esteja centrado nas gaxetas.

PERDAS

✓ CAPITALIZAÇÃO DE PERDAS:

- Não é realizada pela maioria das concessionárias – Aquisição são feitas de acordo com os padrões da ABNT.

✓ PERDAS EM VAZIO:

- Tem tido reduções tímidas nas revisões das normas brasileiras

✓ PERDAS EM CARGA

- Histórico mostra que os valores normalizados de perdas em carga têm aumentado ao longo do tempo.

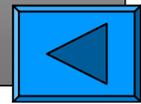
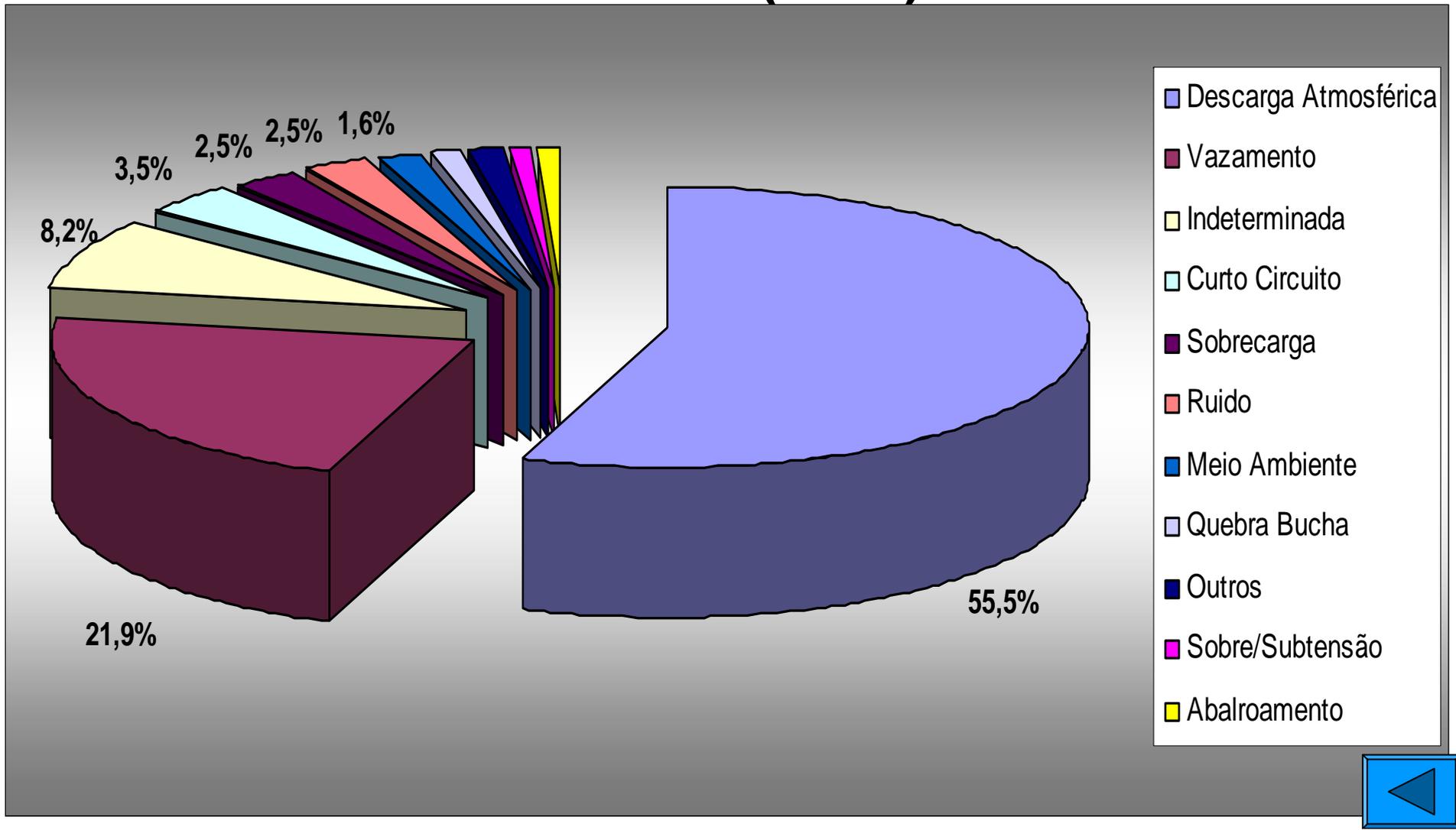
VISÃO DE FUTURO

- ✓ TRANSFORMADORES COM NÚCLEO DE AMORPHUS;
- ✓ BUCHAS POLIMÉRICAS (PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO);
- ✓ ÓLEO ISOLANTE DE ORIGEM VEGETAL;
- ✓ ISOLANTES TÉRMICOS DE ALTA TEMPERATURA.

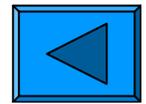
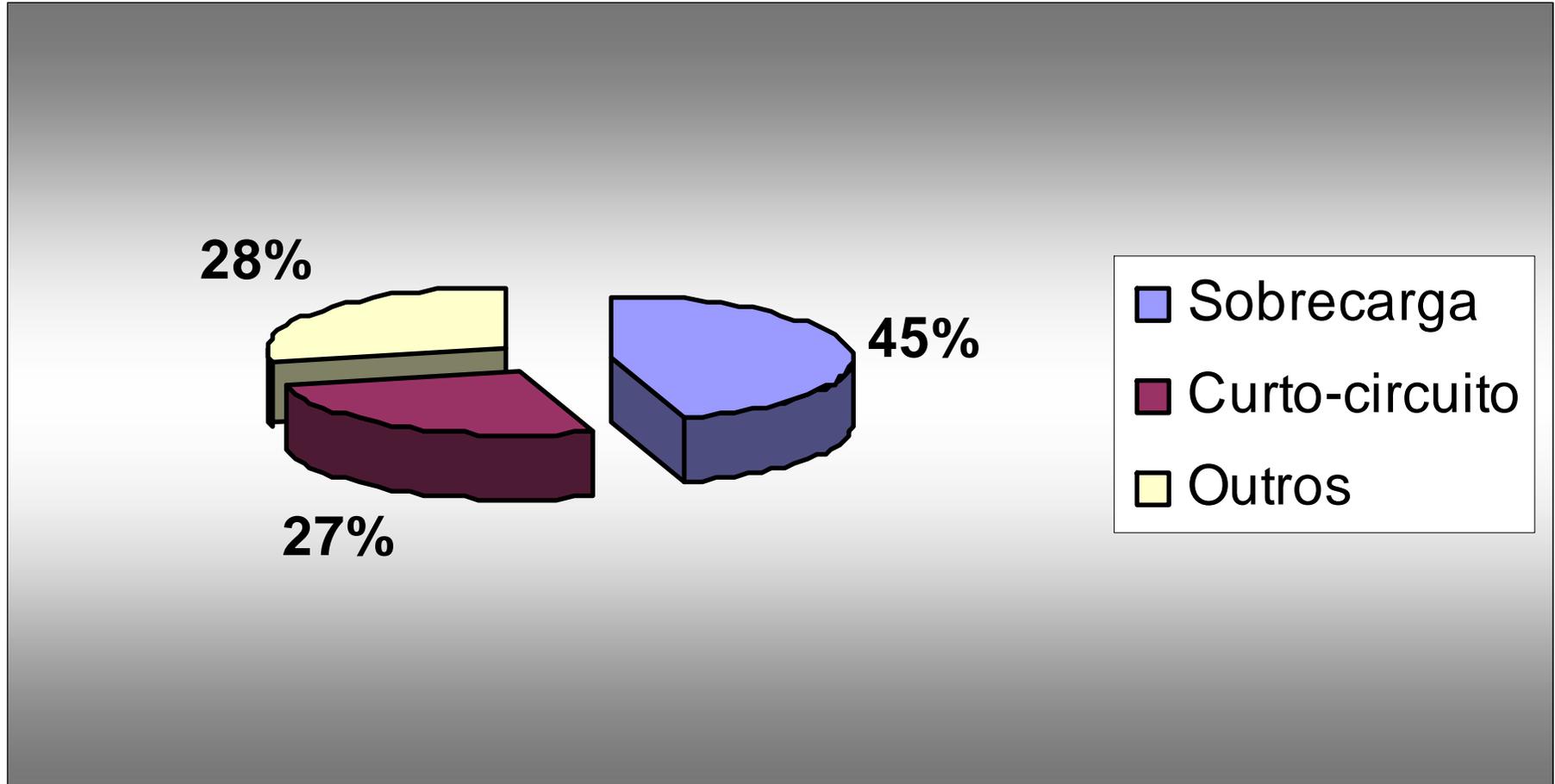
FIM

OBRIGADO

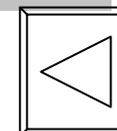
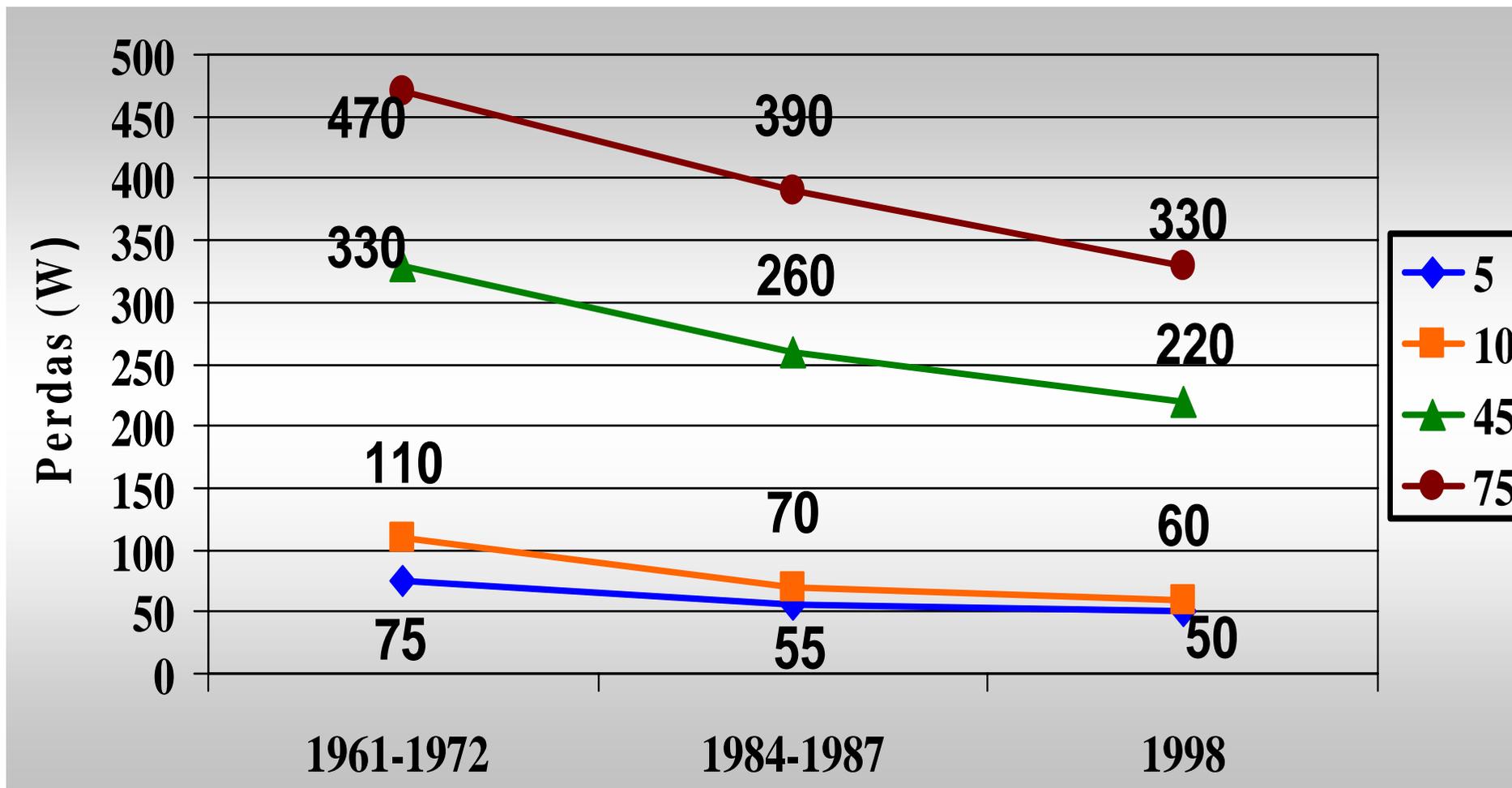
CAUSAS DE SUBSTITUIÇÃO DE TRAFOS SUL MG (2003)



CAUSAS DE FALHAS DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS



EVOLUÇÃO DAS PERDAS EM VAZIO



EVOLUÇÃO DAS PERDAS EM CARGA

- Perdas em Carga: ($P_c = P_t - P_v$)

