



XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Denny César de Sousa	Fabricio Luis Silva
CELG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE GOIÁS	CELG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE GOIÁS
denny.cs@celg.com.br	fabricio.ls@celg.com.br

Prevenção de Queima de Transformadores na Rede de Distribuição utilizando um SIG

Palavras-chave

Prevenção
Queima de Transformadores
Rede de Distribuição
Sistema de Informações Geográficas

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada pela Celg Distribuição S.A., CELG D, para identificar as áreas que apresentam elevados índices de queimas de transformadores de distribuição.

O projeto consistiu na implantação de um aplicativo que possibilita correlacionar as informações cadastradas no sistema de cadastro de equipamentos da empresa com o seu sistema GIS. A metodologia utilizada permite identificar as áreas que apresentam problemas com a queima de equipamentos, bem como, suas prováveis causas, permitindo a empresa efetuar as modificações necessárias no sistema de forma a mitigar os danos.

1. Introdução

A CELG D possui uma área de concessão de 336.700 km² com aproximadamente 205.000 transformadores de distribuição instalados em áreas urbanas e rurais.

Durante a operação do equipamento na rede o mesmo poderá sofrer algum tipo de dano que prejudique o seu funcionamento. Os problemas comumente encontrados nos transformadores de distribuição ocorrem devido a curtos-circuitos originados por uma descarga atmosférica ou curtos-circuitos na rede secundária, deterioração da isolação devido ao envelhecimento ou sobrecarga e também por problemas de fabricação ou reforma.

A CELG D gerencia seus transformadores de distribuição através de um sistema chamado SGT-

Equipamentos, onde o mesmo é responsável por armazenar as informações de suas características técnicas e controlar sua localização atual.

O SGT-Equipamentos permite controlar a localização de um determinado equipamento através de suas movimentações na rede de distribuição. Uma movimentação deve sempre envolver os locais de origem e de destino, onde também deverá ser informada uma causa específica justificando esta ação.

Quando algum transformador instalado no sistema de distribuição sofre algum dano, diversos procedimentos são tomados para a retirada deste equipamento da rede e o seu envio a uma reformadora, que irá fazer os reparos e informar a CELG D a provável causa do defeito.

O fluxograma da Figura 1 mostra a sequência de locais que um transformador, após sofrer algum dano, percorre ao ser retirado da rede. O processo adotado pela CELG D permite que o transformador seja reformado e instalado em outro Posto Transformador qualquer ou até mesmo vendido como sucata.

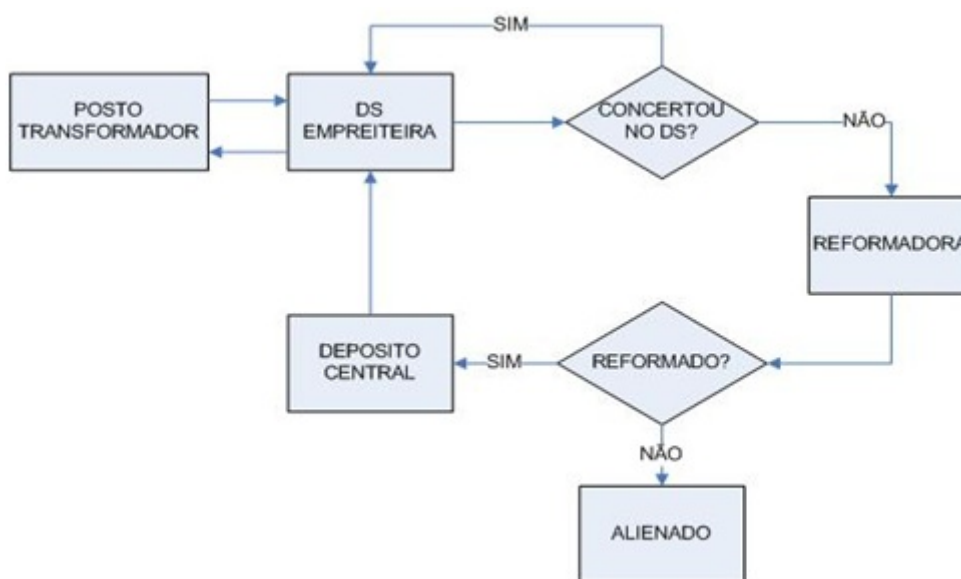


Figura 1 - Fluxograma de Movimentação de Transformadores Queimados

Como o SGT-Equipamentos sempre solicita uma causa para cada movimentação de um equipamento, foram criadas causas específicas para o retorno de um transformador da reformadora ao Depósito Setorial, essas causas informam o verdadeiro dano que um transformador sofreu, e podem ser definidas a partir de observações do estado dos equipamentos no momento da reforma.

A seguir serão apresentadas as causas e as principais características que devem ser observadas para estimar qual foi o motivo de um equipamento ter danificado:

- Curto-circuito na baixa – Torção mecânica da bobinas de baixa
- Sobrecarga – Coloração da bobina e óleo escuras, papel de isolamento ressecado e muita borra no óleo.
- Descarga atmosférica – Conexões de alta rompidas, comutador derretido e bobinas cortadas ou rasgadas.
- Baixa isolamento – Bolha de água no núcleo
- Inviabilidade técnica-econômica – Não é economicamente viável a reforma.
- Curto-circuito interno – Devido a defeito de fabricação ou reforma.

2. Desenvolvimento

2.1 Indicadores de Transformadores Queimados

O aplicativo desenvolvido executa consultas ao banco de dados do SGT-Equipamentos extraindo uma relação com todos os transformadores que foram enviados para reforma, a causa específica com o verdadeiro problema destes equipamentos, o posto onde este equipamento estava instalado no momento da queima e a data que os mesmos foram retirados do sistema de distribuição.

Através desta relação são extraídos indicadores que nos permitem conhecer os principais perfis de transformadores queimados.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de transformadores queimados desde 2004 divididos por potência. Mostra também a porcentagem da quantidade que queimados em relação a quantidade de equipamentos desta potência.

Podemos destacar que apesar de em números absolutos os transformadores de 10 kVA serem os que mais queimam, também deve-se considerar os equipamentos de 30, 45, 75 pelo seus altos índices de porcentagens.

Tabela 1 Quantidade de Transformadores queimados por potência

POTÊNCIA (kVA)	QUANTIDADE DE TRANSFORMADORES REFORMADOS	QUANTIDADE DE TRANSFORMADORES CADASTRADOS	REFORMADO/CASTRADO (%)
5	87	1299	6,70%
10	5485	128134	4,28%
15	2449	34738	7,05%
25	1127	19813	5,69%
30	2058	9937	20,71%
37	122	3368	3,62%
45	2357	14803	15,92%
75	2280	20861	10,93%
112	1033	12715	8,12%
150	26	3751	0,69%
225	7	2714	0,26%
300	2	2100	0,10%
500	1	1422	0,07%
750	2	404	0,50%

A Tabela 2 apresenta a quantidade de transformadores queimados de acordo com a causa específica, informada pela reformadora.

Tabela 2 Quantidade de Transformadores queimados por causa

CAUSA	TOTAL	%
BAIXA ISOLAÇÃO	1641	14,31%
CURTO CIRCUITO INTERNO	2981	26,00%
CURTO CIRCUITO NA BAIXA	3250	28,35%
DESCARGA ATMOSFÉRICA	1391	12,13%
SOBRECARGA	2201	19,20%

Já na Tabela 3 serão apresentados os dez postos transformadores que mais tiveram transformadores queimados.

Tabela 3 Dez postos transformadores onde mais queimaram transformadores

RANK	POSTO	TOTAL TRAFOS
1	AP11004660	8
2	GN11000942	8
3	IP21080282	8
4	GN11037446	8
5	PK21098691	8
6	KR21237808	7
7	FA11129922	7
8	IP11042972	6
9	AP11000058	6
10	KR21261295	6

Finalmente na Tabela 4 é possível visualizar as porcentagens de transformadores queimados por fabricante.

Tabela 4 Porcentagem de Transformadores queimados por Fabricante

FABRICANTE	REFORMADOS	TOTAL	%
MARCA 1	1798	39210	4,59%
MARCA 2	2095	22163	9,45%
MARCA 3	1050	9771	10,75%
MARCA 4	641	5545	11,56%
MARCA 5	7	4494	0,16%
MARCA 6	236	4413	5,35%
MARCA 7	417	4363	9,56%
MARCA 8	502	4173	12,03%
MARCA 9	168	3667	4,58%
MARCA 10	24	3643	0,66%

2.2 Análise dos dados utilizando o ArcGIS

Com integração desta relação de transformadores com o banco de dados geográfico da Celg D, o SGT, obtém-se a localização geográfica de cada transformador que foi mandado para reforma, além do relacionamento destes equipamentos com os seus circuitos alimentadores e as suas subestações.

Com estas informações cria-se um arquivo vetorial, com o formato shapefile, contendo todos os transformadores queimados na área de concessão da Celg D.

Devido a grande abrangência do shapefile criado, usa-se o ArcGIS e os shapfiles de município e bairros do SGT, efetuando pesquisas geográficas com a finalidade de diminuir a área de estudo. Temos como exemplo a Figura 2 mostra os transformadores queimados em Goiânia, juntamente com o shapefile dos bairros. Com isso é possível localizar bairros, áreas críticas ou postos com grande incidência de transformadores queimados.



Figura 2 Transformadores queimados no município de Goiânia.

2.2.1 Transformadores Queimados X Postos Transformadores

Relacionando os shapes de transformadores queimados com as informações do banco de dados do SGT (postos transformadores, bairros e consumidores) é possível calcular a porcentagem de transformadores queimados em relação ao número de postos em um determinado bairro, além da quantidade de consumidores destes bairros.

Com isso, gera-se um mapa temático, figura 3, destacando a porcentagem de transformadores queimados em relação ao número de postos do bairro. E fazendo um simples estudo desta figura é possível destacar os bairros com maior incidência de problemas com transformadores, sendo possível planejar ações, visando manutenções periódicas nestes locais.

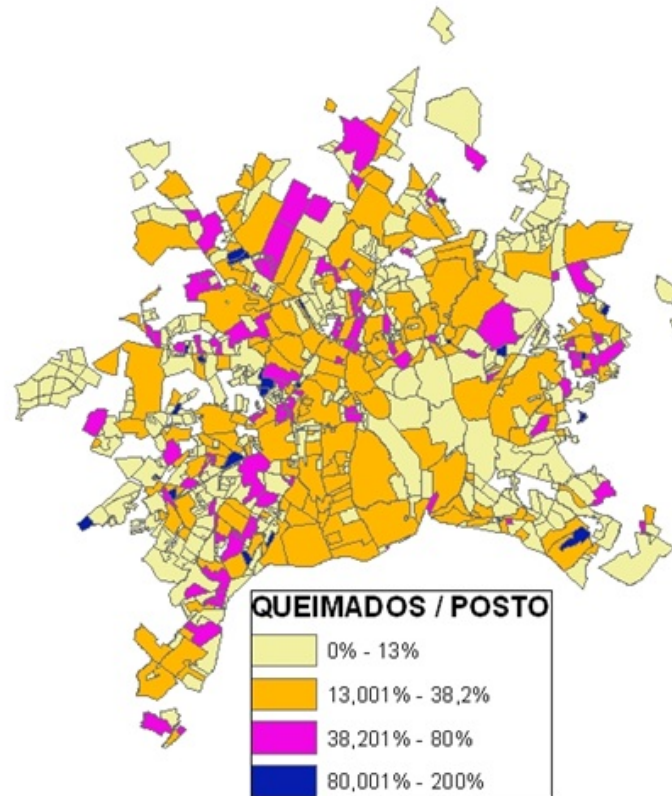


Figura 3 Bairros de Goiânia classificados pela relação dos transformadores queimados com os postos transformadores

2.2.2 Rede Secundária X Aterramento

Utilizando a mesma metodologia do item anterior encontram-se os bairros com a maior quantidade de rede secundária em relação à quantidade de aterramentos. A Figura 4 mostra outro mapa temático usando como base o valor de 200 metros, que segundo a NTC-60 da Celg D, não deve haver ponto da rede secundária distante acima desta distância de um aterramento.

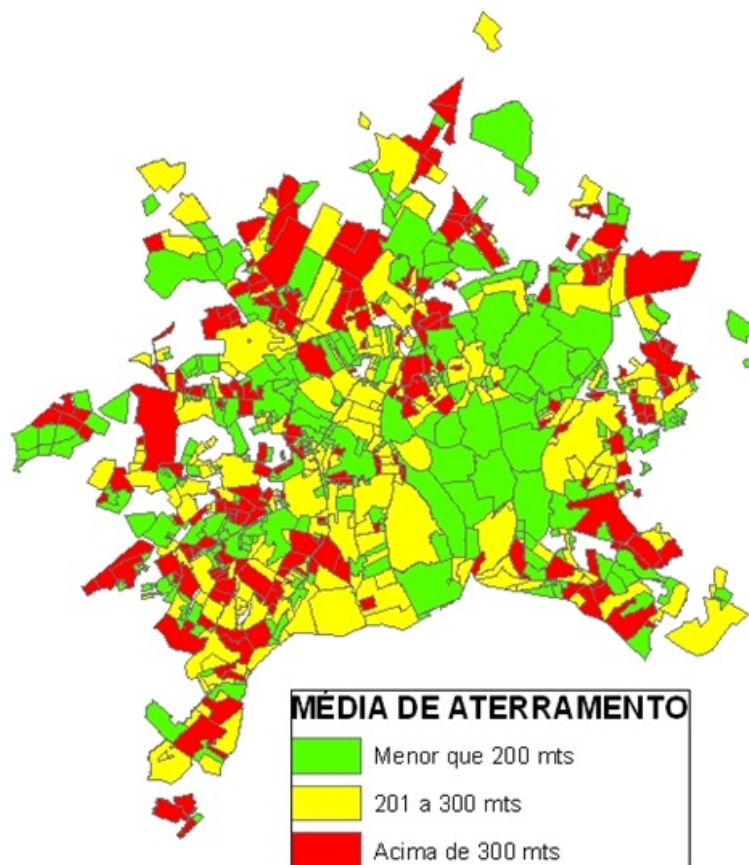


Figura 4 Bairros de Goiânia classificados pela distancia media dos aterramentos

Como a rede secundária de um transformador geralmente não respeita os limites entre os bairros, não se deve considerar somente um bairro para definir essas áreas e sim regiões com bairros circunvizinhos que possuem média acima da distância permitida entre os aterramentos. Seguindo este raciocínio pode-se localizar regiões críticas, onde são necessárias intervenções visando a proteção destes locais.

2.2.3 Postos Transformadores

Este procedimento também permite fazer análises específicas, localizando os Postos Transformadores campeões de queima de transformadores, Tabela 5, e assim localizando as possíveis causas destes defeitos utilizando as informações contidas no banco de dados do SGT.

Tabela 5 Postos Transformadores onde queimaram mais transformadores em Goiânia

POSTO	TOTAL
GN11037446	8
GN11000942	8
GN11002775	5
GN11000653	5
GN11000513	5
GN11074245	5
GN11001221	5
GN11097702	4
GN11041811	4
GN11167761	4

2.2.3.1 GN11097702

Através da informação anterior é possível extrair o circuito secundário do SGT, de um posto específico e através de uma análise visual deste circuito juntamente com as causas das queimas, determinar mudanças neste circuito visando o término deste problema.

Temos como exemplo o posto GN11097702 onde, ao extrair seu circuito secundário, Figura 5, e comparando com as causas de queimas de seus transformadores, Tabela 6, pode-se sugerir a substituição de todos os condutores nus por cabos multiplexados isolados, ou a instalação/substituição de espaçadores de linha na rede secundária.



Figura 5 Circuito Secundário do posto GN11097702

Tabela 6 Transformadores queimados nos posto GN11097702

POSTO	TRAFO	CAUSA	DATA	POTENCIA
GN11097702	27903-1	CURTO-CIRCUITO NA BAIXA	07/11/2004	45
GN11097702	18584-X	CURTO-CIRCUITO NA BAIXA	07/06/2006	45
GN11097702	6158-X	CURTO-CIRCUITO NA BAIXA	04/05/2008	45
GN11097702	133641-1	CURTO-CIRCUITO NA BAIXA	10/05/2008	45

3. Conclusões

A implantação desta metodologia está trazendo uma diminuição relativa no número de transformadores queimados na CELG D, pois previne as queimas destes equipamentos através de intervenções na rede de distribuição ligada aos mesmos. Estas intervenções são possíveis, porque através da integração das informações do SGT-Equipamentos com o SGT, o setor responsável tem o possibilidade de programá-las de acordo com a urgência de cada caso. Também ocorreu a diminuição de transformadores que queimaram em um mesmo posto pela mesma causa, ou seja, a reincidência do problema.

Esta metodologia também está trazendo diversos benefícios para a Celg D, como:

- Redução com os custos com a substituição do equipamento queimado;
- Diminuição nos custos com reforma dos transformadores;
- O período que os consumidores vão ficar sem energia;
- Melhora nos índices de confiabilidade;
- Melhora na imagem da empresa para o consumidor.

4. Referências bibliográficas

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, ANEEL - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST – Todos os Módulo. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em julho 2011.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas – apresentação: NBR 5419**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
3. CÂMARA, Gilberto, **Modelos, linguagens e Arquitetura para Banco de Dados Geográficos**. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: INPE, 1995. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/dpi/teses/gilberto/>>.
4. CELG. **NTC 60 – Critérios para Projetos e Procedimentos para Execuções de Aterramentos de Redes Aéreas e Subestações de Distribuição - Classe 15 kV**, 2008.
5. CELG. **NTD 08 – Critérios de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas - Classes 15 e 36,2 kV**, 1996.
6. CELG. **NTD 17 – Estruturas de Redes de Distribuição Aéreas Protegidas - Classe 15 kV**. Revisão 1, 2001.
7. FERREIRA, Karine Reis; QUEIROZ, Gilberto Ribeiro. **Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos**, São José dos Campos: Divisão de Processamento de Imagens : INPE, 2006. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros.php>> . Acesso em Agosto 2011.
8. FERNANDES, Paulo A. L.; SANTOS, Eduardo S. J.. **Formação do Banco de Dados Georeferenciado de Redes de Distribuição**, In: SENDI - Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, 17., 2006, Belo Horizonte, Anais...
9. INTELLI, Grupo. **Os Conceitos Básicos dos Sistemas de Aterramento** <<http://www.intelli.com.br/arttec.php>> Acessado em Novembro 2011.
10. KAGAN, N; OLIVEIRA, C. C. B; ROBBA, E. J. **Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica**. 1.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
11. MILASH, Milan. **Manutenção de Transformadores em Líquido Isolante**. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.
12. MORAZ, Eduardo. **Crie Bancos de Dados com o Access**. São Paulo: Digerati Books, 2006.
13. SARNO, Rogerio Miguel; SOUSA, Denny César. **Prevenção de Queimas de Transformadores de Distribuição Utilizando um Sistema de Informações Geográficas**. 2011. 113p.Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica), Instituto Unificado de Ensino Superior Objetivo – IUESO, Goiania, 2010.
14. SHIGA, A. A. **Avaliação de Custos Decorrentes de Descargas Atmosféricas em Sistemas de Distribuição de Energia**. 2007. 130f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Escola Politécnica, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2007.