

## ESTUDO DO RUÍDO GERADO POR TRANSFORMADORES EM SUBESTAÇÕES

Eduardo de Souza Rosa<sup>1</sup>, Gabriel Lopes Mamede<sup>1</sup>,  
Hugo Rafael Thomazelli Pelogia<sup>1</sup>, Jonathas Franco Teodoro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Graduação – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação/UNICAMP

**RESUMO:** O objetivo deste projeto é analisar o nível de poluição sonora gerada por transformadores ao redor da subestação CENTRO, na Avenida Anchieta, Campinas, SP. São analisadas as metodologias e os produtos adotados pelas empresas fabricantes, bem como pelas concessionárias, responsáveis pela instalação e administração dos transformadores nas subestações, no controle da poluição ambiental de origem acústica.

**PALAVRAS CHAVE:** Energia elétrica, transformador, ruído, população.

### INTRODUÇÃO

A transmissão da energia elétrica é realizada em tensões elevadas, visando diminuir os custos. Quando chega aos centros de consumo, a energia tem sua tensão rebaixada para tensões compatíveis com os sistemas de distribuição. Para alterar a tensão faz-se uso de transformadores. Estes transformadores integram com outros equipamentos as subestações (BURIAN JR, 1991). As subestações são fontes de ruído acústico e o principal causador é o transformador. Normalmente as subestações situam-se longe de centros urbanos para não gerar impacto

ambiental sobre a população, do ponto de vista de poluição sonora. Com o crescimento das cidades, a população se aproxima das regiões onde existem subestações, chegando a envolvê-las (FARIAS *et al.*, 1997). Então, surge a necessidade de controlar e adequar o ruído gerado para que os níveis sejam tais que não causem desconforto à população local, degradando a qualidade de vida e até a saúde.

O objetivo deste projeto é analisar o nível de poluição sonora gerada por transformadores ao redor da subestação CENTRO, na Avenida Anchieta, Campinas, SP.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizada uma visita a uma empresa fabricante de transformadores, porém, infelizmente, não foi possível obter contatos com as concessionárias que atuam na região. Além disso, foram realizadas entrevistas à população residente próxima à subestação acima citada. Finalmente, foi feita uma entrevista com o professor Fujio Sato, docente da Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da UNICAMP, que atuou na CPFL de Campinas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Segundo informações do fabricante contatado, o ruído acústico gerado por um transformador tem por origem as suas vibrações eletromecânicas, o sistema de ventilação, o chaveamento e o efeito Corona, entre outros. Destes, as vibrações eletromecânicas e o sistema de ventilação são os que mais contribuem para o ruído.

O ruído do sistema de ventilação geralmente é encoberto pelo ruído gerado pela vibração eletromecânica do transformador. Esta vibração tem origem no núcleo ferromagnético, constituído por um conjunto de chapas

justapostas, que é excitado principalmente por forças de magnetoestricção e por forças de atração e repulsão magnéticas. A vibração gerada pelo núcleo do transformador é transmitida ao resto da carcaça e sistemas auxiliares a ela fixados (caixas de comando/fusíveis, trocadores de calor e suportes variados). Pelas características do núcleo, a frequência de vibração é o dobro da frequência da rede de alimentação e seus harmônicos. No Brasil, a frequência de excitação fundamental corresponde a 60 Hz. Em geral, os transformadores mais antigos e/ou econômicos apresentam um nível de ruído elevado nas frequências de excitação acima mencionadas. Já os transformadores mais modernos, geralmente com um custo inicial maior, são fabricados de forma de atender a exigências de ruído comunitário. Para isto, o núcleo (fonte primária) é isolado da carcaça do transformador (fonte secundária) através de mantas isolantes e esta, por sua vez, é enclausurada e revestida com material acústico altamente absorvente.

Na maioria dos transformadores atualmente em funcionamento, segundo a empresa fabricante, o núcleo é

apoiado diretamente na carcaça, transmitindo as vibrações para a mesma e seus sistemas auxiliares. O fabricante mencionou também que os ensaios para medição do nível de ruído dos transformadores não fazem parte dos ensaios obrigatórios (de rotina) para atender às normas técnicas (tais como NBR 5356, ANSI C57.12.90 ou IEC 76) para sua instalação. Caso o cliente queira que tal ensaio seja realizado é cobrado um valor adicional, pois este ensaio é considerado ensaio de tipo (normalmente executado apenas em unidades protótipo). Segundo o fabricante, no entanto, praticamente todos os clientes atualmente pedem para que sejam realizados os ensaios de medição do nível de ruído nos transformadores de médio porte (empregado em subestações próximas ou dentro de centros urbanos), mostrando uma preocupação das concessionárias com o atendimento das legislações que regulamentam a intensidade do ruído para população.

Em âmbito federal, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através de sua Resolução Nº1 de 08/03/90, estabelece que são prejudiciais à saúde, e ao sossego público os ruídos com níveis superiores

aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10151 - *Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o Conforto da Comunidade*, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2000). Esta norma por sua vez, estabelece para ambientes internos, com janelas abertas, em zonas residenciais urbanas, o nível máximo de 45 dB(A) para o período diurno (das 6h às 20h) e de 40 dB(A) para o período noturno (das 20h às 6h). A Companhia de Tecnologia e Saneamento do Estado de São Paulo (CETESB) estabelece, através do documento CETESB/L11.032 (*Determinação de Nível de Ruído em Ambiente Internos e externos de Áreas Habitadas*), níveis admissíveis de ruído de 45 dB(A), das 7h às 19h, de 40 dB(A), das 19h às 22h e de 35 dB(A), das 22h às 7h, em ambientes internos, com janelas abertas, em áreas urbanas predominantemente residenciais (FARIAS *et al.*, 1997).

No Estado de São Paulo, a CETESB é o órgão público responsável pela avaliação e fiscalização de ruídos industriais. Como o ruído produzido por um transformador não depende do valor do consumo da energia que ele fornece e sim de suas características físicas relacionadas com sua potência, o ruído

produzido por um transformador tem ao longo do dia aproximadamente a mesma intensidade de ruído, fazendo com que o horário crítico da geração de ruído ocorra durante a noite, visto que não há outros ruídos de intensidade semelhante confundindo-se com os do transformador.

Atualmente a OMS, Organização Mundial de Saúde, recomenda que durante o sono o ruído de fundo não deva exceder 30dB(A) e eventos isolados não devam exceder 45dB(A) de pico (WORLD HEALTH ORGANIZATION REGIONAL OFFICE FOR EUROPE, 2004). No entanto essa recomendação é aplicada para o chamado “ruído branco”, que é um ruído composto uniformemente por todas as frequências audíveis.

Como já foi mencionado, o ruído gerado por transformadores é concentrado em uma faixa de frequência próxima a 120Hz, e os efeitos do ruído concentrado são tipicamente mais danosos à saúde que o ruído branco, especialmente com a perda da qualidade do sono e a possível degeneração da capacidade auditiva na frequência de exposição (PIMENTEL, 2001).

A maior parte das subestações, onde os níveis de ruído gerado estão acima dos limites legais, são instalações feitas fora do perímetro urbano, permitindo que fosse gerada uma maior intensidade de ruído, mas que posteriormente foram cercadas pela população com o crescimento não planejado das cidades. O caso da instalação da subestação CAMPINAS-CENTRO (Figura 1) é na verdade bastante atípico. Devido a vários fatores no sistema de transmissão e distribuição optou-se por ampliar uma pequena estação existente na avenida Anchieta, construindo uma subestação de grande porte em uma região já urbanizada. Por conta disso foram tomados grandes cuidados com a escolha dos equipamentos adquiridos, em especial do transformador, para que estes gerassem pouco ruídos.



**Figura 1.** Vista lateral do transformador visitado.

De fato, conversamos com alguns moradores dos edifícios localizados na Rua Dona Libânia, ao lado da subestação CAMPINAS-CENTRO. De acordo com eles o ruído gerado é na maior parte do tempo imperceptível. Um dos moradores, no entanto mencionou as ocasionais “explosões” que ocorrem em seu vizinho. Os sons dessas “explosões” não são provenientes dos transformadores, e sim de outros dispositivos utilizados em manobras e chaveamentos que ocorrem freqüentemente durante a operação do sistema elétrico.

Segundo o professor Fujio Sato, não é possível eliminar o ruído do transformador, pois suas características construtivas não permitem. Porém, medidas são adotadas posteriormente à instalação do transformador na subestação que diminuem o ruído gerado, tal como construções de alvenaria cercando o equipamento. Segundo ele, em países como os Estados Unidos, as subestações são instaladas em construções fechadas, diminuindo consideravelmente a poluição sonora, além de contribuir significativamente para a redução da poluição visual. Além disso, a linha de

transmissão e distribuição muitas vezes é subterrânea. No Brasil, essa metodologia é pouco utilizada devido ao alto custo. Como exemplo, ele mencionou que a subestação CAMPINAS-CENTRO deveria ter sido instalada nas proximidades da Rodovia Anhanguera (próximo à BOSCH), porém, para isso, deveriam ser utilizadas linhas de transmissão subterrâneas, cujo custo da instalação é 10 vezes maior que das linhas tradicionais, tornando economicamente mais vantajoso a obra na Avenida Anchieta.

Como a reflexão do ruído gerado por um transformador presente numa subestação propaga-se por toda vizinhança próxima, é necessária uma solução que atue como anteparo e ao mesmo tempo absorva o ruído. Anteparos de placas de concreto podem consistir numa solução. Esta alternativa revelou-se ineficiente na flexibilidade para manutenção dos equipamentos. Estruturas pouco flexíveis com configuração rígida reduzem as possibilidades de solução, que deve atender aos condicionantes do não comprometimento da segurança na operação e possibilitar a manutenção da subestação.

A solução, portanto, poderia ser dada pela adequação da disposição dos transformadores, permitindo a manutenção e remoção dos equipamentos. Por exemplo, baseando-se num semi-enclausuramento dos transformadores, com uma configuração que não interfira com os barramentos existentes, painéis acústicos compostos por chapas de fibrocimento, lã de rocha ou chapas de aço perfuradas, funcionariam de maneira a atuar como um conjunto acústico (ZANIN *et al.*, 1997). Este enclausuramento parcial representa a técnica mais interessante. Entretanto, questões técnicas como isolamento elétrico e manutenção podem dificultar sua instalação.

## CONCLUSÃO

As características específicas da subestação CAMPINAS-CENTRO fizeram com que ela sofresse cuidados especiais com a geração de ruído durante sua implantação, ao contrário das subestações que foram posteriormente envolvidas pelo crescimento urbano. Constatamos também que os transformadores atualmente fornecidos ao mercado possuem em sua construção dispositivos que os tornam muito mais silenciosos

que a maioria dos transformadores atualmente em funcionamento. Verificamos também que, em geral, as medidas adotadas no Brasil para contenção do ruído gerado por transformadores instalados em subestações antigas são tomadas visando o menor custo de sua execução.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer aos funcionários da empresa fabricante de transformadores que atenciosamente forneceram diversos dados técnicos sobre a construção e operação dos transformadores, e ao professor Fujio Sato que gentilmente forneceu diversas informações além de contatos para que pudéssemos realizar esse trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade.** 2000. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/Erratas/NBR%2010151.PDF>>. Acesso em: 11 novembro 2005.

BURIAN JR, Y. **Circuitos Elétricos, Magnéticos e Teoria Eletromagnética.** Campinas: Ábaco Livraria Ltda, 1996. 101 p.

FARIAS, A. P.; BISTAFA, S. R.; DELALLO, S. D.; GRIMONI, J. A. B. **Aplicação da legislação ambiental no meio urbano – controle de ruído em subestação.** 1997 Disponível em : <[http://www.xviisnp tee.com.br/acervo\\_tecnico/memoria/1997/arquivos/14GIA08.pdf](http://www.xviisnp tee.com.br/acervo_tecnico/memoria/1997/arquivos/14GIA08.pdf)>. Acesso em: 11 novembro 2005.

PIMENTEL, F. S. **Efeitos do Ruído no Homem dormindo e Acordado.** 2001. Disponível em: <[http://www.icb.ufmg.br/lpf/pimentel\\_sobrac2000.html](http://www.icb.ufmg.br/lpf/pimentel_sobrac2000.html)>. Acesso em 19 novembro 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION REGIONAL OFFICE FOR EUROPE – **Noise and Sleep.** 2004. Disponível em: <[http://www.euro.who.int/Noise/activities/20040304\\_1](http://www.euro.who.int/Noise/activities/20040304_1)>. Acesso em: 19 novembro 2005.

ZANIN, P. H. T. ; BAVASTRI, C. A. ; DINIZ, F. B.; OLIVEIRA, V. P. ; CALOMENO, R. A. **A solução do problema de ruído em transformadores de subestações.** 1997. Disponível em: <[http://www.lactec.org.br/publicacoes/2003/098\\_2003.pdf](http://www.lactec.org.br/publicacoes/2003/098_2003.pdf) >. Acesso: 18 novembro 2005.

#### EQUIPE DE TRABALHO



Eduardo, Hugo, Jonathas e Gabriel (da esquerda para a direita).