



XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2010 – 22 a 26 de novembro

São Paulo - SP - Brasil

Ensaio Mecânicos Preventivos em Cestas Aéreas e Equipamentos de Içamento

Alexandre Turcato Rúbio	Marco A. Augusto Correa	
AES Eletropaulo	AES Eletropaulo	
Alexandre.rubio@aes.com	marco.augusto@aes.com	

Palavras-chave

Emissão Acústica
Manutenções Preventivas
Ensaio Preventivo Não Destrutivo
Confiabilidade
Integridade Física
Imagem da Empresa

Resumo

Tendo em vista recentes acontecimentos envolvendo acidentes com cestas aéreas da Eletropaulo, na sua grande maioria provocados por fadiga no material, devido a ausência de um plano de manutenções preventivas, buscamos no mercado alternativas de ensaios mecânicos preventivos a fim de elaborar um procedimento de ensaios e manutenções em nossos equipamentos. Baseados em um grupo de trabalho interno para definição do ensaio preventivo não destrutivo de melhor aplicabilidade, optamos pelo ensaio de Emissão Acústica, ensaio este de grande efetividade na detecção de defeitos ativos internos em materiais metálicos e em materiais compostos como plásticos reforçados com fibra de vidro. Suas propriedades fazem com que se apresentem como uma importante ferramenta de inspeção preventiva, alternativa simples a outras técnicas não destrutivas mais onerosas como ultra-som, radiografia e partículas magnéticas. Este trabalho descreve a experiência da AES Eletropaulo na inspeção preventiva, através de ensaios de Emissão Acústica, em cestas aéreas e equipamentos de içamento. A implantação deste ensaio, juntamente com um procedimento de inspeções preventivas garantirá a confiabilidade dos equipamentos e a integridade física de nossas equipes, gerando um impacto positivo para a imagem da empresa.

1. Introdução

A AES Eletropaulo é uma empresa que distribui energia elétrica para 24 municípios da região metropolitana de São Paulo, incluindo a Capital, que juntos abrigam uma população de 16,5 milhões de habitantes. A área de concessão atendida pela empresa abrange 4.526 km² e concentra a região sócio-econômica mais importante do país com 5,5 milhões de unidades consumidoras. Em faturamento, a AES Eletropaulo é a maior distribuidora de energia elétrica da América Latina. A estrutura contempla rede de distribuição e linhas de subtransmissão que somam 43.995 km de condutores elétricos aéreos e subterrâneos, cerca de 1.800 circuitos e 1,1 milhões de postes instalados em toda a área de concessão.

Esta estrutura instalada requer um efetivo plano de manutenção, onde os serviços, em sua grande maioria, são realizados com as linhas energizadas (linha viva), para os quais contribuem diretamente, carros equipados com cestas aéreas como o da figura abaixo.



FIGURA 1 – Cesta Aérea

A frota de cestas aéreas da AES Eletropaulo é composta de 177 unidades distribuídas entre as 5 Regionais. Os demais equipamentos: guindautos, caminhões torres, brocas e multifuncionais, que também estão incluídos no plano de manutenção preventiva, totalizam 151 unidades.

Segundo a M&M Protection Consultants, dos 170 maiores acidentes industriais do mundo, 41% foram decorrentes de falhas mecânicas passíveis de detecção através de uma inspeção adequada, ver gráfico abaixo.

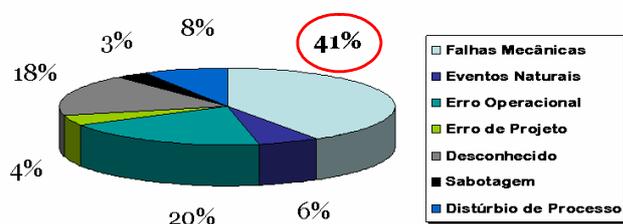


GRÁFICO 1 – Estatística

Com base nesta informação, percebemos que as inspeções preventivas e as manutenções desta frota são tarefas de grande responsabilidade, visto o alto investimento realizado em equipamentos.

A atenção ao estado de conservação dos equipamentos e de sua integridade estrutural deve ser permanente a fim de propiciar um elevado grau de confiabilidade.

A AES Eletropaulo, através de seu Laboratório de Controle de Qualidade de EPI's e EPC's, possui junto às unidades Regionais um plano de manutenção semestral em todas as cestas aéreas. Estão incluídos neste plano: inspeções visuais e ensaios de tensão elétrica aplicada, com medição de corrente de fuga nos componentes isolados das cestas.

A inspeção visual realizada nos componentes mecânicos é superficial, concentrando-se apenas em aspectos da operacionalidade e da estabilidade das cestas, não possibilitando a detecção de defeitos internos aos materiais, que podem por em risco a integridade destes equipamentos e, conseqüentemente, a vida dos colaboradores que compõem a equipe em operação.

As diretorias de Tecnologia e Serviços, Segurança do Trabalho e Serviços de Suporte a fim de contornar estas deficiências e assegurar uma maior confiabilidade nos ensaios mecânicos, visto a idade avançada destes equipamentos e somados à preocupação causada por recentes acidentes, felizmente sem vítimas durante as operações, ocorridos na AES Eletropaulo (ver FIGURA 2), realizaram um trabalho na busca da tecnologia mais apropriada para ensaios preventivos não destrutivos em cestas aéreas e equipamentos de içamento disponíveis no mercado. Foi definida então, após este trabalho, a

implantação de um programa de inspeções preventivas em cestas aéreas e equipamentos de içamento através de ensaios de Emissão Acústica.



FIGURA 2 – Acidente envolvendo cesta aérea

A escolha deste tipo de ensaio teve como fundamento os seguintes aspectos:

Reconhecimento Internacional: Os métodos e especificações referentes ao assunto são normatizados pela American Society for Testing and Materials – ASTM - F914-85. Diversas empresas, principalmente em países do hemisfério norte, já aplicam este tipo de ensaio em suas cestas aéreas, vasos de pressão, caldeiras, reatores, etc.

Aplicação: através do ensaio de Emissão Acústica podemos detectar defeitos internos nos materiais, tais como: nucleação e propagação de trincas em materiais metálicos e fratura de fibras em componentes confeccionados com plásticos reforçados com fibra de vidro.

Versatilidade: aplica-se a uma grande variedade de materiais, metálicos e não metálicos, sendo de fundamental importância no exame de plásticos reforçados com fibra de vidro, onde outras técnicas de ensaios não destrutivos, tais como: ultra-som, radiografia, líquidos penetrantes e partículas magnéticas ou possuem grandes limitações ou são simplesmente inviáveis. Além disto, a geometria das peças examinadas não é fator impeditivo para a aplicação desta técnica.

Praticidade: além do ensaio ser de uma execução relativamente simples, todo o conjunto da cesta aérea é ensaiado de uma só vez, o que proporciona agilidade e rapidez na investigação, e tem como consequência uma maior economia de tempo, recursos humanos e financeiro.

Para a implantação do programa de inspeções preventivas a AES Eletropaulo investiu na aquisição do equipamento *DISP-24 AE System* para realização dos ensaios de Emissão Acústica e na formação dos colaboradores envolvidos nos ensaios através de cursos e treinamentos.

A equipe envolvida com os ensaios é composta por eletricitistas e técnicos, além de um coordenador responsável pela análise dos ensaios e emissão dos laudos.

2. Desenvolvimento

2.1 Emissão Acústica – Características

A. Definição: O ensaio de emissão acústica (EA) é uma poderosa ferramenta para exame do comportamento dos materiais que deformam sob esforço. A emissão acústica pode ser definida como uma onda elástica transiente gerada pela rápida liberação de energia dentro de um material. Os materiais “falam” quando estão com problemas; com o equipamento de emissão acústica você pode

“ouvir” os sons de trincas se propagando, fibras se rompendo e muitos outros modos de avarias ativa no material tencionado. A avaria de menor escala é detectável muito antes da falha, de modo que a emissão acústica (EA) pode ser usada como uma técnica não destrutiva para descobrir defeitos durante ensaios de prova estrutural e operação de fábrica. A emissão acústica oferece recursos singulares para pesquisa e desenvolvimento de materiais no laboratório. Finalmente, o equipamento de ensaios de emissão acústica é adaptável a muitas formas de produção de ensaios de controle de qualidade, incluindo monitoração de solda e detecção de trincas.

B. Sistema: A Estação de Trabalho DiSP é atualmente o Sistema mais poderoso para aquisição e análise de dados de EA disponível no mercado. O Sistema se utiliza da tecnologia digital para apresentação e processamento de dados de EA e dispõe de 24 canais para armazenamento e apresentação das formas de onda. A Estação DISP aloja todos os Sistemas de Hardware para coleta, apresentação, armazenamento e processamento de dados de EA, inclusive PC e demais periféricos (DVD Recorder e Hard Disk) necessários para a operação. Além do mais, a Estação DISP é portátil, compacta, com invólucro rígido e blindado, sendo portanto facilmente transportável, vide figura abaixo.



FIGURA 3 - DISP-24 AE System

C. Demais Composições: Além do software e hardware o sistema é composto por:

- 24 sensores que utilizam transdutores piezoelétricos como conversores eletromecânicos dos sinais detectados, com pré-amplificadores, com ganhos de 40 dB, incorporados às suas carcaças;
- Célula de carga com capacidade superior ao dobro da capacidade nominal de carga da cesta aérea.

Para a aplicação de carga na cesta aérea é simulado um carregamento que corresponde a duas vezes a capacidade nominal da cesta aérea. É utilizada nesta etapa uma célula de carga que é acoplada à caçamba da cesta. Desta forma é possível manter constante a carga de ensaio e as taxas de carregamento e descarregamento.

2.2 Programa de Inspeções Preventivas

As diretorias de Tecnologia e Serviços, Segurança do Trabalho e Serviços de Suporte durante o trabalho, que orientou para a definição da manutenção preventiva não destrutiva mais adequada, estabeleceram que anualmente todas as cestas aéreas e equipamentos de içamento passarão pelo ensaio de Emissão Acústica, conforme norma técnica ASTM - F914-85. Com base nos resultados obtidos nos

ensaios os equipamentos serão ou não encaminhados, imediatamente após o ensaio, para manutenção corretiva em oficina especializada. Após a devida manutenção o equipamento passará novamente pelo ensaio de Emissão Acústica para verificar se a não conformidade apontada em laudo inicial foi corrigida. Um adesivo garantindo que o ensaio foi executado dentro do prazo estabelecido e que o equipamento encontra-se em condições de uso será fixado no veículo para garantir a rastreabilidade do ensaio e a informação a todos que operam e inspecionam o equipamento. Um laudo com todas as informações do ensaio também será emitido e distribuído às áreas envolvidas. Este laudo ficará arquivado no Laboratório de Controle de Qualidade de EPI's e EPC's, responsável pelo ensaio, em meio físico e eletrônico, vide modelo abaixo.

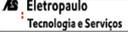
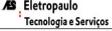
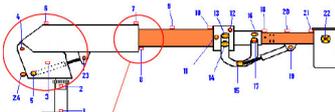
			
Relatório nº 0002/09			
CLIENTE: Eletropaulo Metropolitana – Regional: NORTE			
EQUIPAMENTO: Cesta Aérea – Código: 4924-0.			
LOCAL DO ENSAIO: Complexo Cambuci – Laboratório EPI/EPC/EA			
DATA DO ENSAIO: 16 de Janeiro de 2009 – Sexta-Feira.			
		Relatório nº 0002/09	
EXECUTADO POR: Jean Ricardo de Holanda – EA Nível 01; Joseilto Rodrigues de Araújo – EA Nível 01; José Nivaldo de Lima – EA Nível 01 Francisco Paulo Lourenço – EA Nível 01.		8. Pontos de não conformidade encontrados Pinos: 04, 05, 23 e 24; (Verificar também possível Vazamento do Cilindro da Articulação Principal) Estrutura Metálica: Articulação Principal (Sensor 03) e Lança Superior (entre Sensor 06 e 07). Estrutura Fibra: Lança Superior, parte inferior (Sensor 08)	
APROVADO POR: Marco Antônio Augusto Corrêa – EA Nível 02. Coordenador Laboratório EPI/EPC/EA			
			
			

FIGURA 4 – Modelo de Laudo

2.3 Procedimento de Ensaio

O procedimento para avaliação da integridade por emissão acústica requer a montagem de sensores piezoelétricos externos à superfície do equipamento, de acordo com a norma técnica *ASTM - F914-85*. Uma quantidade de até 24 sensores (dependendo do modelo do equipamento a ser ensaiado) será necessária para inspecionar 100% da superfície externa e interna, alocados conforme FIGURA 5. O espaçamento entre sensores é determinado em função da atenuação na estrutura. A calibração de atenuação é feita antes do início do ensaio e através da técnica da quebra de um grafite próximo ao sensor, pois trata-se do som que mais se assemelha ao de uma trinca. Esta etapa é de extrema importância, pois garante um correto acoplamento e montagem dos sensores obtendo assim uma alta e estável consistência na sensibilidade de todos os canais.

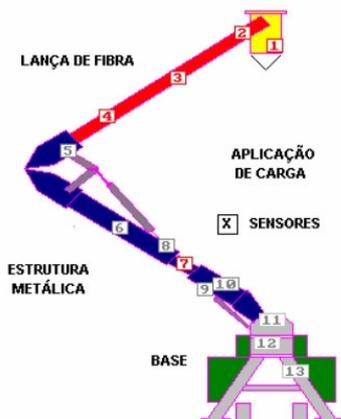


FIGURA 5 – Modelo para disposição dos sensores

A execução do ensaio consiste na aplicação de 2 ciclos contínuos de carregamento e descarregamento, conforme FIGURA 6. A carga aplicada é de duas vezes a capacidade nominal do equipamento. Ao longo do ensaio é feito o monitoramento dos sinais gerados nos materiais que compõem o equipamento. Para uma perfeita detecção dos sinais é necessário que se elimine previamente qualquer fonte de ruído externo que possa mascarar os resultados obtidos. As principais são: interferência eletromagnética, atrito, poeira e chuva. A lança da cesta é posicionada para o ensaio de acordo com modelo do equipamento.

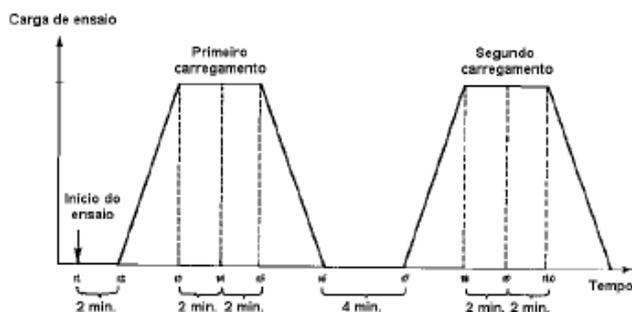


FIGURA 6 – Ciclo de carregamento e descarregamento

A análise dos resultados do ensaio consiste na identificação dos sinais detectados por cada sensor, decorrentes de eventos ocorridos no material. Os sinais avaliados são aqueles cuja amplitude ultrapasse o valor do limiar de referência de 40 dB. Com base nesta aquisição de informações, obtida através da captação dos sinais pelos sensores e levada até o equipamento Disp 24 AE System – ver FIGURA 7, é feita uma avaliação dos dados e o apontamento do local exato onde há a necessidade de intervenção corretiva. Esta informação é reportada no laudo emitido pelo Laboratório de Controle de Qualidade de EPI's e EPC's e encaminhado para a coordenação de Frota, responsável pelo encaminhamento do equipamento para a oficina especializada na manutenção.

O Laboratório de Controle de Qualidade de EPI's e EPC's alimenta estas informações em um banco de dados para acompanhamento e aprimoramento dos critérios de análise.

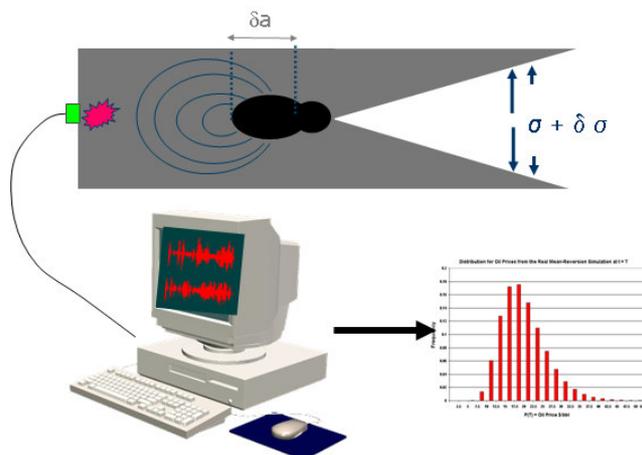


FIGURA 7 – Captação e análise dos sinais

2.4 Resultados

Os primeiros ensaios ocorreram ao longo de 2009 baseados em um cronograma de ensaios estabelecido para o ano. A incidência de sinais significativos indicando a presença de defeitos graves, detectados em pinos, partes metálicas e de fibra, apresentados em algumas das cestas aéreas ensaiadas, obrigou a interrupção do uso dos equipamentos devido ao risco de acidentes e encaminhamento imediato para oficina especializada.

3. Conclusões

Pelo exposto ao longo deste trabalho conclui-se que os ensaios de emissão acústica constituem-se em uma importante ferramenta de inspeção preventiva, alternativa simples a outras técnicas não destrutivas mais onerosas como ultra - som, radiografia e partículas magnéticas, por vezes não aplicáveis, dependendo da complexidade da geometria dos equipamentos e dos materiais envolvidos. Sua aplicação na detecção preventiva de falhas em cestas aéreas e equipamentos de içamento trazem maior agilidade nos serviços de manutenção decorrente da concentração dos esforços de investigação nas peças suspeitas. Outro importante ponto é a garantia da segurança no trabalho dos colaboradores que trabalham com estes equipamentos, evitando-se acidentes que possam ter graves conseqüências.

4. Referências bibliográficas

- PASA – Physical Acoustics South America, artigos, especificações técnicas e manuais de treinamento
- M.B.Trindade, Inspeções Preventivas em Carros de Cesta Aérea através de Emissão Acústica
- M&M PROTECTION CONSULTANTS, Large Property Losses in the HC Chemical Industries, A 30 Year Review, 18th edition, 1998.
- American Society for Testing and Materials, Standard Test Method for Acoustic Emission for Insulated Aerial Personnel Devices, ASTM F914.