



**GRUPO XII
GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO EM INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS - GMI**

**EXPERIÊNCIA DA CEMIG NA VERIFICAÇÃO DA INTEGRIDADE DE VASOS DE PRESSÃO, OBJETIVANDO
A OPERAÇÃO SEGURA E AO ATENDIMENTO ÀS EXIGÊNCIAS DA NR-13. METODOLOGIA DE ENSAIOS,
RESULTADOS E INTERVENÇÕES EXECUTADAS.**

Francisco José Magalhães* Luis Fernando Azi Prehl Mauro Nogueira Couto Carlos Alberto Cavalcanti

CEMIG – GERAÇÃO E TRANSMISSÃO

RESUMO

Em 22/12/77, houve a criação da Lei 6.514 que dispôs sobre segurança e medicina do trabalho e que, na seção X, estabelece os critérios para caldeiras e vasos de pressão. Conseqüentemente, foi editada a NR13, que é uma Norma regulamentadora de caráter compulsório, para vasos de pressão e caldeiras, através da Portaria MTb 3214 de 1978. O atendimento à norma é condição legal para se operar Caldeiras e Vasos de Pressão, em toda e qualquer unidade industrial ou em outro ambiente. Seu descumprimento pode levar ao embargo da obra ou a interdição da planta, dentre outras sanções.

PALAVRAS-CHAVE

Vaso, Pressão, Norma NR 13, Inspeção, Segurança.

1.0 - INTRODUÇÃO - A NORMA

Os aspectos mais importantes a serem seguidos para prevenção de acidentes com Vasos de Pressão são:

- A Identificação e informações completas sobre os vasos de pressão, contidas em um prontuário;
 - O registro de todas as ocorrências com os vasos, em livro próprio ou sistema informatizado;
 - A disponibilização da informação aos trabalhadores e sindicatos;
 - A instalação adequada dos vasos sob pressão, definida em projeto;
 - Os procedimentos criados para uma operação segura, dispostos em um manual específico;
 - A manutenção do sistema (vasos de pressão, válvulas e tubulações, entre outros equipamentos) e as inspeções de segurança periódicas, realizadas por profissional habilitado e registradas em relatórios;
 - A qualificação dos operadores.
 - Inspeção periódica exigida periodicamente com prazos máximos estipulados em razão da categoria (A, B ou C);
- O relato que se segue mostra como a CEMIG administra o cumprimento destas exigências.

2.0 - HISTÓRICO NA CEMIG

Preocupada com a segurança de seus empregados, com a possibilidade de ter uma usina ou subestação interdita e atenta aos seus deveres de cumpridora das leis a CEMIG determinou que sua engenharia de manutenção estudasse e divulgasse para as suas instalações o conteúdo da NR13 e as conseqüências de seu não cumprimento. Apesar de já ter implantado diversos sistemas de gestão de qualidade e de técnicas de manutenção, foi observado que havia um abismo entre as exigências da Norma e o efetivamente realizado para os vasos de pressão. Tornou-se evidente que algumas intervenções inadequadas foram executadas nestes vasos sem o conhecimento da engenharia, sem um registro adequado e que poderiam levar a uma falha catastrófica. Como fator agravante, quando a CEMIG realizou o levantamento dos vasos a serem acompanhados conforme as exigências, identificamos um número assustador. Deveriam ser incluídos no controle vasos que sequer havíamos nos atentado para a importância de seu acompanhamento; citamos, por exemplo, os vasos de pressão de disjuntores de subestações.

Do levantamento preliminar, verificamos a existência de vasos de pressão que operavam há mais de 30 anos, em desconformidade com a norma. Assim, em 2001, foi decidido que a CEMIG adotaria um padrão de procedimento de manutenção e normalização, visando a propiciar a operação segura e a atender as exigências da lei. A seguir, mostraremos os passos e números obtidos, de forma a contribuir e orientar aos interessados, quanto à importância do processo e dos cuidados a serem observados.

3.0 - ETAPAS DO TRABALHO DE IMPLANTAÇÃO.

Em princípio a CEMIG consultou algumas empresas e foi verificado que poucas haviam desenvolvido alguma metodologia de acompanhamento de vasos de pressão. Foi então formada uma equipe que iniciou as verificações internas e chegou à conclusão de que praticamente todos os reservatórios da área de geração e transmissão estariam enquadrados nos quesitos da Norma.

3.1 Etapa de identificação

Inicialmente foram identificados mais de 600 vasos de disjuntores de subestações, reguladores de velocidade, sistemas de freios de Hidrogeradores e ar de serviço. Esta identificação básica foi executada simplesmente pelo cálculo do PV (produto pressão (Mpa) X volume (M³)); ou seja, conforme a norma, “todo reservatório de ar comprimido em serviço com PV superior a 8,0 (oito), deve ser submetido a inspeções em intervalos regulares”. Foi verificado que, em quase sua totalidade, a documentação original dos vasos necessária para a composição de seu “prontuário”, já havia sido perdida ou estava descentralizada. Os registros de intervenções, também não se encontravam em local adequado ou de fácil localização. Aplicabilidade na CEMIG – ver Figura 1



FIGURA 1

Recomenda-se que nesta etapa seja criado um banco de dados que forneça campos suficientes para que o vaso seja identificado, com o cumprimento de todos os seus quesitos e de outros que permitam a comprovação de que o acompanhamento das inspeções exigidas está sendo realizado.

3.2 Etapa de conscientização

Cabe aqui um alerta: A análise da norma levou-nos ao entendimento de que o profissional habilitado é principalmente o Engenheiro Mecânico. Assim, como consequência normal, o engenheiro que tem sob sua responsabilidade a manutenção dos equipamentos da planta, responderá civilmente e profissionalmente por qualquer incidente, em caldeiras e vasos de pressão. Assim, foi dado um alerta aos engenheiros que se enquadram nesta categoria, para que desenvolvessem as ações necessárias ao cumprimento da lei.

3.3 Etapa de treinamento.

Foi decidido que a CEMIG iria iniciar os trabalhos de inspeção dos vasos com recursos próprios, utilizando uma equipe piloto, que recebeu um treinamento inicial específico, como o de “REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA PARA CALDEIRAS E VASOS DE PRESSÃO”, oferecido pelo IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás), “AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE - API 579” e outros treinamentos específicos em técnicas de END.

3.4 Etapa de priorização dos vasos.

Foram catalogados 634 vasos, sendo 331 de usinas e 303 de subestações; que possuíam as mais diferentes datas de fabricação, as mais variadas categorias de pressão e se localizavam instalados em diversas localidades. Assim, tornou-se um desafio descobrir por onde começar. Ficou definido que a ação seria prioritária para os

vasos que, devido às suas características, apresentassem algum risco iminente, seguido pelos vasos em que estivesse programada alguma parada para manutenção nos equipamentos principais e, posteriormente, os vasos que estivessem há mais tempo em operação sem uma inspeção adequada.

4.0 - IMPLANTAÇÃO DO PROJETO – ESCOLHA DA METODOLOGIA DE ENSAIOS.

Tornou-se evidente que a escolha do método de execução de ensaios não destrutivos viria a ser o fator mais influente na composição dos custos, na velocidade do andamento, na escolha do tipo de treinamento e no resultado final obtido. Ficou evidente que as dificuldades de execução, que envolvem um teste hidrostático, exigido pela norma, deveriam ser evitadas. Como principais fatores negativos para a realização do teste hidrostático podemos citar:

- Necessidade de encher de água ou outro fluido reservatórios de grande volume e que necessitariam de ser posteriormente secados ou totalmente limpos antes de seu retorno para a operação.
- Alto tempo de indisponibilidade do equipamento.
- Possibilidade de transformação de um defeito sub-crítico em um defeito crítico.
- Incerteza com relação à integridade final do vaso após o ensaio.
- Impossibilidade de mapeamento de defeitos para posterior acompanhamento

A CEMIG possuía equipamentos de emissão acústica que eram utilizados para a identificação de descargas parciais em transformadores e na avaliação de integridade dos braços utilizados em caminhões equipados com cestas aéreas. Definiu-se, neste momento, que o caminho a ser seguido pela CEMIG seria a utilização deste método, seguido de outros ensaios que se fizessem necessários, de forma a evitar principalmente os aspectos negativos relacionados acima. Contatos com o fabricante do equipamento foram feitos e se iniciou uma etapa de treinamento e de validação do método, onde foram utilizados os vasos identificados e treinados os empregados.

Nesta fase de implantação a CEMIG executava todos os ensaios e adequações com o seu “serviço próprio” e qualificava o vaso sempre com a contratação do “profissional habilitado”, um engenheiro externo à empresa, qualificado, que se responsabilizaria a partir daquele momento pela condição do equipamento ensaiado. Esta condição se fez necessária pois, os engenheiros que fazem parte do corpo técnico da CEMIG não possuíam treinamento específico para tal e deveriam estar direcionados para garantir a adequação à todos os itens de segurança da norma e não apenas a garantir os aspectos construtivos do vaso.

5.0 - A EMISSÃO ACÚSTICA.

Após a avaliação da eficiência do método, a CEMIG o definiu como a “técnica de ensaio não destrutivo” a ser utilizada em substituição da maior parte dos testes hidrostáticos. Nos casos onde fosse exigido o ensaio hidrostático, o mesmo deveria ser monitorado pelo ensaio de emissão acústica.

5.1 O que é o Ensaio de Emissão Acústica

A Emissão Acústica é uma tecnologia, relativamente nova. É um método simples, rápido e preciso que pode minimizar o custo total da adequação. Ela deve ser aplicada quando se quer analisar ou estudar o comportamento dinâmico dos defeitos em peças ou estruturas metálicas complexas. Pode-se avaliar qual é o nível de comprometimento deste defeito na estrutura. O Ensaio também registra a localização aproximada do defeito no equipamento. O princípio do método é baseado na detecção de descontinuidades através da análise de ondas acústicas. Esforços que dão origem a um processo de fratura ou de deformação permanente, levando o material do regime elástico para o plástico, provocam um fenômeno acústico. É gerada uma quantidade de ondas de natureza acústica, originadas da liberação de energia, cujo menor “pacote” é definido como pulso, ver Figura 2 (a). Na estrutura da peça a ser inspecionada, são instalados sensores capazes de captar estas ondas mecânicas, ver Figura 2 (b). Os sensores ao captarem os sinais, os convertem em sinais de tensão elétrica encaminhando-os a um software, que os traduz em uma linguagem quantitativa e gráfica.

Para desencadear este processo em um ensaio de vaso de pressão, o vaso é submetido a uma pressão de 10% acima da pressão de operação em seus últimos 6 meses.

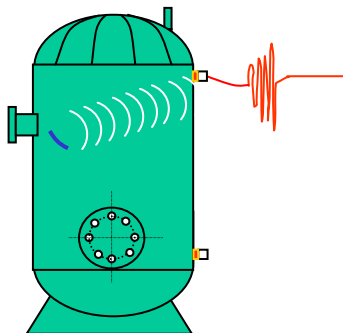


FIGURA 2 (b)

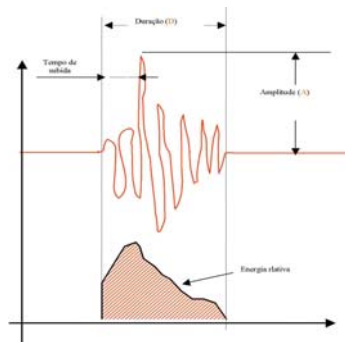


FIGURA 2 (a)

5.2 Resultado do ensaio.

Através da análise da representação gráfica dos sinais, torna-se possível qualificar um defeito e identificar a sua localização ao longo do material, ou seja: pode-se afirmar que em determinada região geográfica do material, ou vaso, existe uma área com um defeito ativo, ver Figura 3, que está se propagando para aquele nível de tensão e que pode ser considerado como de grau leve, médio, grave ou gravíssimo.

De posse deste resultado, já é possível determinar se o vaso pode ser liberado para a operação, dentro de sua classe de pressão, ou se será necessária a realização de ensaios complementares (Ultra-Som, Partículas Magnéticas, etc) para a determinação da geometria e do tipo do defeito encontrado, propiciando assim a sua análise de criticidade.

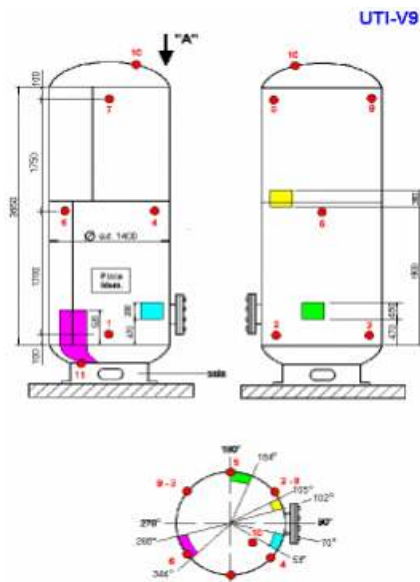


FIGURA 3 – determinação de regiões a serem inspecionadas

5.3 Vantagens e desvantagens do ensaio.

Vantagens:

- É um ensaio de carga e, portanto, um dos ensaios que podem substituir o teste hidrostático.
- É um método rápido de inspeção, que pode diretamente indicar que o vaso não precisa de nenhuma intervenção.
- Localiza geograficamente os defeitos.
- Impede que defeitos subcríticos venham a se tornar críticos durante a aplicação de sobrecarga.
- Em alguns casos, pode ser aplicado sem a retirada do equipamento de operação.
- Pode ser realizado com o mesmo fluido de operação. (Ex: Ar Comprimido)
- Permite a execução de monitoramento contínuo.

Desvantagens:

- Exige alto nível de especialização.
- Ainda não está bem disseminado e existem poucas opções de escolha no mercado.
- Equipamento com alto custo de aquisição.

6.0 - ENSAIOS SUBSEQÜENTES E ANÁLISE DE CRITICIDADE.

Caso o vaso ensaiado não seja diretamente aprovado no ensaio de emissão acústica, será necessária a análise do defeito encontrado que pode vir a indicar uma retirada de operação, um reparo ou apenas uma redução na periodicidade das inspeções. Diversas normas e critérios podem ser empregados nesta análise; a CEMIG está usando para referência a API-RP-579.

Publicada em Janeiro de 2000, a API RP 579 é uma prática recomendada que estabelece técnicas normalizadas de análise para avaliação da integridade mecânica de equipamentos avariados. Ela suplementa e aumenta o rigor das inspeções em serviço requeridas pelos códigos API 510, API 570 e API 653. A avaliação de integridade mecânica através da API RP 579 pode ser feita em três níveis distintos de análise e, a API RP 579 estabelece também os requisitos específicos para inspeção e os critérios para aceitação.

A análise realizada é baseada na seção 9 – Assessment of Crack-life Flaws e é utilizado o nível 2, sendo considerado que: O projeto é baseado no código ASME VIII – divisão 1, os efeitos dinâmicos são pouco significativos e outras ponderações específicas para cada caso. O resultado final da análise pode mostrar a necessidade de uma intervenção ou de um acompanhamento mais criterioso do vaso.

Esta etapa, por se tratar de um tema altamente técnico, é contratada. O fornecedor deve emitir um laudo conclusivo, informando se há riscos decorrentes do defeito e indicando o caminho a ser seguido.

Parte do resultado obtido é exemplificada abaixo. – ver Figura 4.

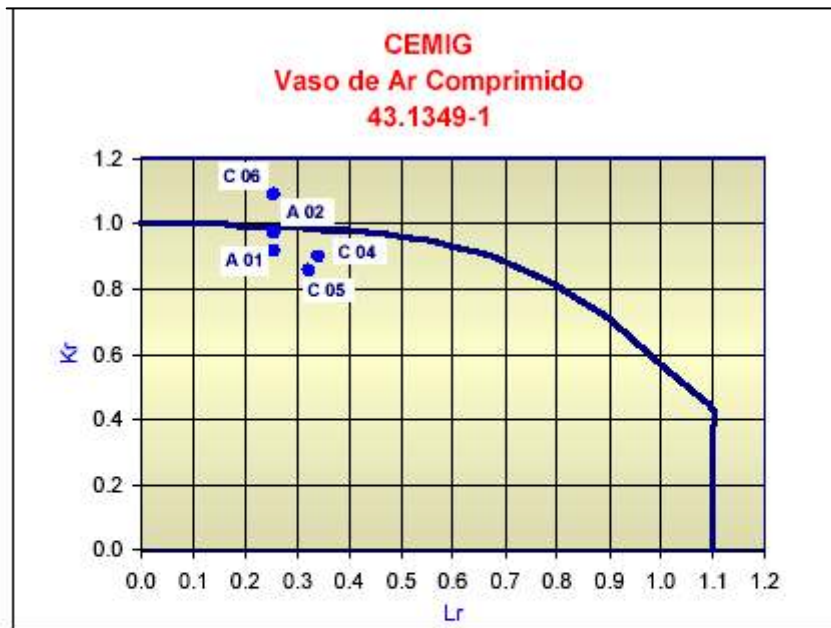


Figura 4.1 - Diagrama de Falha FAD com os pontos de trabalho das descontinuidades avaliadas. Verifica-se que a descontinuidade C 06 encontra-se acima do limite do FAD.

5.0 – CONCLUSÕES

Verifica-se no diagrama de falha que o ponto de trabalho da descontinuidade C 06 existente na junta soldada do vaso de pressão de ar comprimido da unidade Geradora Nº 1 da CEMIG, relativas às condições citadas no item 2.0, está **fora dos limites de segurança do diagrama de falha**, mostrando haver risco de fratura frágil **para o nível de solicitação previsto pela operação do equipamento**. Nesse caso o defeito deve ser removido.

FIGURA 4

7.0 - RECONSTITUIÇÃO DE PRONTUÁRIO

Consiste em agrupar todos os dados necessários para o monitoramento da vida útil do vaso.

O "Prontuário do Vaso de Pressão" deve ser fornecido pelo fabricante e, na falta deste, é obrigatória a sua reconstituição. O grupo de documentos deve conter:

- código de projeto e ano de edição;
- especificação dos materiais;
- procedimentos utilizados na fabricação, montagem e inspeção final e determinação da PMTA (Pressão Máxima de Trabalho Admissível);
- conjunto de desenhos e demais dados necessários para o monitoramento da sua vida útil;
- características funcionais;
- dados dos dispositivos de segurança;
- ano de fabricação;
- categoria do vaso;
- registro de Segurança – criado após a instalação.
- projeto de Instalação – criado após a instalação.
- projeto de Alteração ou Reparo – criado após a instalação.
- relatórios de Inspeção – criado após a instalação.

Nossa experiência mostrou que este item é de difícil atendimento. Nossas instalações têm uma idade média de 25 a 30 anos e as informações sobre os equipamentos nem sempre estão disponíveis ou adequadamente arquivadas. A reunião de todas as informações, conforme a solicitação da norma, é muito trabalhosa. Em diversos casos foi necessário realizar a reconstituição do prontuário, corrigindo ou identificando:

- As características funcionais do equipamento;
- As características dos dados dos dispositivos de segurança;
- Os procedimentos para determinação da PMTA;

Como a determinação da PMTA é baseada no projeto construtivo do vaso e muitos destes se encontravam perdidos, foi necessária a execução de um recálculo. Para tal, tornou-se necessária a identificação do material de fabricação. Como existem dificuldades para a retirada de amostra objetivando a análise química, optamos por utilizar a técnica de comparação metalográfica, por microscopia de réplica ou direta, conforme a possibilidade.

8.0 - PASSO A PASSO DO PROCESSO DE ADEQUAÇÃO

Segue conforme fluxograma – ver Figura 5 - representado abaixo:

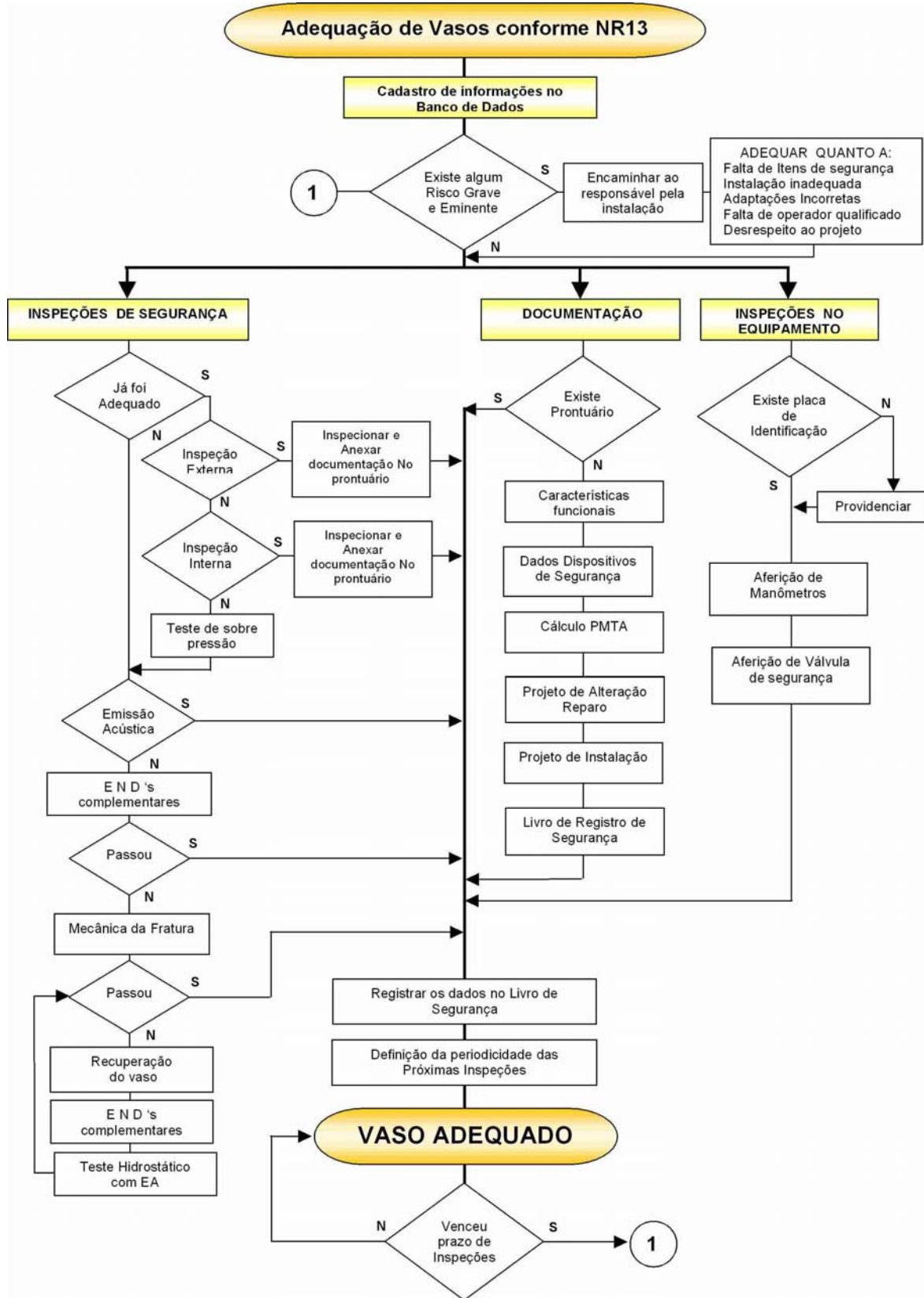


FIGURA 5

9.0 - RESULTADOS ESTATÍSTICOS

Como resultado do trabalho de qualificação, em dois anos, foram ensaiados até a data de emissão deste documento, 326 vasos sendo, 165 da transmissão e 161 da geração. Deste total, 269 vasos foram liberados pelo ensaio de emissão acústica. Apenas 46 vasos apresentaram um nível de defeitos ativos que levaram a uma análise complementar.

Os dados abaixo se referem aos 44 vasos analisados, sendo distribuídos desta forma:

- Vasos de geração: 19 vasos sendo 8 de reguladores de velocidade e 10 de ar de serviço e controle.
- Vasos de Transmissão: 27 vasos, todos de disjuntores, sendo detectados 16 eventos no vaso do disjuntor, 7 eventos nas cabeças de extinção e 4 eventos mistos.
- Deste total 9 vasos foram liberados após a análise pela mecânica da fratura, 11 vasos sofreram diminuição em sua periodicidade de inspeção ou estão sob monitoramento contínuo, 1 vaso foi substituído, 2 retirados de operação e o restante permanece em fase de cálculos.

Alguns dos vasos que sofreram intervenção estão discriminados abaixo.

- 02 esferas de 350 litros e 275 kgf/cm² - Transmissão – Disjuntores de SE's – Retiradas de operação
- Vaso de regulador de velocidade na Uhe de Três Marias – Geração – Reguladores - Recuperado
- Cabeça de extinção e coluna do disjuntor 8p4 de Três Marias - Transmissão – Disjuntores de SE's – retirado de operação
- Vasos de ar das # 01 e # 05 de São Simão – Geração – Reguladores - Recuperados
- Vaso de ar freio da # 02 volta grande - Geração – Freio de Máquina - Substituído
- 7 vasos de pressão na Ute de Igarapé – Geração – Termoelétrica – Sob análise (alta corrosão interna)

Aqui, novamente, cabe um novo alerta: Cerca de 20% dos vasos ensaiados apresentaram problema de vedação ou de travamento em sua válvula de segurança. Isto se deve ao fato de que esta válvula não opera com frequência e seus ajustes internos são de precisão, podendo apresentar algum problema com o passar do tempo. Durante um ensaio de sobrepessão, com o equipamento em operação, tem de ser levada em consideração a hipótese desta válvula vir a falhar, causando a interrupção do processo.

10.0 - INTERVENÇÃO REALIZADA – CASO EXEMPLO

10.1 Intervenção no vaso do Regulador de velocidade da UHE e São Simão.

Os procedimentos adotados para reparos do vaso de pressão do regulador de velocidade foram definidos após ensaios por emissão acústica, ensaios por ultra-som, detecção de defeitos, e análise de criticidade através do método de cálculo de mecânica da fratura – Ver Figura 4.

Os 03 reparos foram localizados na solda da calota superior, defasados em 150° e 180° da escotilha de acesso ao interior do vaso, e 02 reparos no bujão na calota superior – Ver Figura 6.

Foi realizado um ensaio por Ultra-Som, para a localização precisa dos defeitos a serem reparados.

A recuperação foi realizada conforme procedimento de soldagem interno EPR 11128 – GE/OM 2003.

A remoção dos defeitos foi executada com discos de desbaste e limas rotativas.

Durante a remoção dos defeitos na calota superior, foi verificado que os defeitos foram: inclusão de escória, poros, e uma pequena trinca provocada pelo alinhamento de pequenos poros; no bujão foi observada uma grande quantidade de escórias.

Os defeitos (Figura 4) foram encontrados nos seguintes locais e profundidades:

A1 e A2 - Bujão.

C4 a 22mm no lado interno.

C5 a 25mm no lado externo.

C6 a 20mm no lado interno.

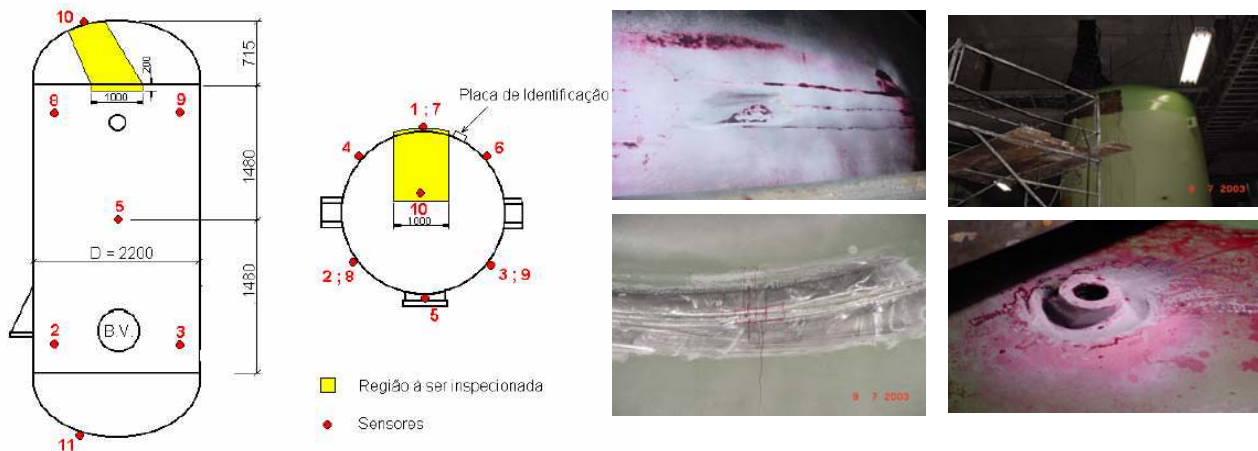


FIGURA 6

10.2 ,Ensaio:

Durante a recuperação foram realizados:

- Ensaio por líquido penetrante antes e após a soldagem (norma CCH-PT classe 3)
- Ensaio por Ultra Som antes e após a remoção e soldagem final dos reparos. (norma ASME, seção VIII, Div. I, Vol. II, Apêndice 12;)
- Ensaio radiográfico - Gamagrafia após a soldagem final dos reparos. (norma ASME, seção VIII, Div. I, Vol. II).
- Ensaio por Partículas Magnéticas após as remoções e soldagem (norma ASME, seção VIII, Div. I, Ap. 6).
- Ensaio Hidrostático acompanhado monitorado por técnica de Emissão Acústica – Ensaio final para determinação de fontes ativas remanescentes.

10.3 Dificuldades

Na intervenção de campo em vasos de pequeno porte, devem ser observadas as dificuldades de manutenção da temperatura de pré e pós-aquecimento pelo lado interno do vaso. A queima dos consumíveis e a produção de gases de solda, no interior do vaso, causam a diminuição do oxigênio disponível. Os efeitos imediatos são a interrupção da chama e uma “asfixia” no operador que está dentro do vaso. Tem de ser tomados cuidados especiais para a renovação do ar no interior do vaso, devendo ser feito um acompanhamento constante e uma substituição freqüente do executor.

11.0 - CUSTOS

Apenas como uma referência, apresentamos abaixo os custos e prazos médios, para vasos de ar comprimido, realizados em cada uma das etapas em 2004. Salientamos que existem variações consideráveis dependendo do estado de conservação do equipamento e da facilidade de obtenção de seus documentos originais.

- Ensaio de Emissão acústica – R\$ 1.650,00 por vaso - Entrega de relatório em 20 dias
- Ensaio complementares – R\$ 2.300,00 por vaso – Entrega de relatório em 10 dias
- Análise por técnica de Mecânica da Fratura – R\$ 700,00 por vaso – Entrega de relatório em 15 dias
- Reconstituição de prontuário- De R\$600,00 a R\$1500,00 por vaso - Dura de 1 a 3 meses
- Treinamento de inspetor - Sugerimos o treinamento em: Emissão acústica nível 1(R\$ 2800,00); Norma NR 13 (R\$ 2800,00); Inspeção em vasos de pressão (R\$2500,00); Norma API 579 (R\$ 2500,00) – O tempo para o amadurecimento do profissional é de aproximadamente 1,5 ano.

12.0 - CONCLUSÃO

A CEMIG entende que utilizando a técnica de emissão acústica está atendendo aos quesitos da Norma NR 13 que determina a execução de um ensaio Hidrostático, dando abertura para outro teste que o substitua. No caso, constatamos que a utilização da técnica de emissão acústica acelerou significativamente ao andamento dos trabalhos e promoveu uma redução significativa no custo global, por diminuir ou até eliminar a execução de alguns ensaios subseqüentes. Cerca de 82% dos vasos ensaiados com a utilização desta técnica, foram liberados sem a necessidade de execução de exames complementares.

Foram fatores preponderantes para a CEMIG implantar esta metodologia em seus equipamentos o desejo de garantir a operação segura, aliado a preocupação com a possibilidade de interdição de uma de nossas plantas e pela responsabilização civil e profissional, dos responsáveis pela empresa, com relação a algum acidente neste tipo de equipamento. Esperamos que a publicação deste oriente e alerte aos profissionais responsáveis por plantas industriais, equipadas com vasos de pressão, sobre a importância de adequação aos quesitos exigidos.

13.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS, - Especificações Técnicas e procedimentos internos para realização de ensaios e reparos.
- (2) MTE- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO , SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO, Legislação, Normas regulamentadoras de Segurança e Saúde no trabalho, Disponível em:
<http://www.mtb.gov.br/Empregador/segsau/Legislacao/Normas/conteudo/nr13/default.asp>
- (3) ASME – AMÉRICA SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS - CONTINUING EDUCATION INSTITUTE, Informação sobre treinamento em Instrução API 579. Disponível em:
http://asme.mondosearch.com/cgi-bin/MsmFind.exe?IMAGE.X=7&IMAGE.Y=13&MEDIA_TYPE=0&RESMASK=MssRes.msk&CFGNAME=MssFind.cfg&AGE_WGT=0&AND_ON=Y&QUERY_ENCODING=UTF-8&QUERY=api+579&ALLCATS=X
- (4) INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA - Serviço próprio de inspeção de equipamentos - SPIE. Disponível em :
<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/servvoluntarios.asp>