



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GMI 25
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO VII.

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS – GMI

SEGURANÇA NO TRABALHO E A REDUÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Josué Gonçalves de Oliveira(*) * Julio César de Oliveira * Newton Kimura*

COPEL GERAÇÃO S/A

RESUMO

O presente artigo discorre sobre um conjunto de projetos elaborados para solucionar deficiência de ordem técnica e de segurança do trabalho na rotina de manutenção de uma usina hidrelétrica, eles mostram a evolução nos procedimentos de execução das tarefas, oferecem aos profissionais envolvidos: segurança, conforto e agilidade em todas as atividades desenvolvidas.

Em consenso de equipe, foram definidos todos os pontos onde se deveria atuar com prioridade na solução de pendências, referente ao tema, considerando sempre as variáveis: procedimento, métodos de manutenção, segurança e rentabilidade da equipe.

PALAVRA CHAVE:

Planejamento; Métodos; Manutenção; Segurança.

1.0 - INTRODUÇÃO

A equipe de manutenção da Usina Hidrelétrica Governador José Richa (Salto Caxias), realizou um levantamento detalhado dos pontos onde deveria atuar com prioridade, na solução de pendências referentes à segurança do trabalho e de onde poderia obter resultados efetivos na redução dos custos da manutenção e na evolução técnica dos métodos de trabalho.

O trabalho teve início com a formação da equipe em 1997 e com o desafio de estudar em profundidade todos os equipamentos de uma nova planta, muitas perguntas estavam sem respostas, na busca pela excelência na manutenção de centenas de equipamentos de diversos fabricantes.

Foi de fundamental importância a delegação das esferas superiores, para que a equipe de manutenção definisse a prioridade de aplicação dos recursos destinados aos projetos, esta atitude convocou todos a participar de forma ativa na sua própria segurança.

O conjunto de trabalhos que comentaremos a seguir destaca projetos implantados com absoluto sucesso na linha acima mencionada, trazendo retorno aos investimentos aplicados, ganhos expressivos na redução do tempo das manutenções e melhorias significativas na segurança da equipe.

2.0 - PROJETO: MANUTENÇÃO DA VEDAÇÃO DESLIZANTE

Uma das piores condições de trabalho de uma turbina Francis está na manutenção da vedação deslizante, (selo mecânico do eixo da turbina), em função da sua localização e do diminuto espaço para acesso ao local de trabalho, esta situação dificulta em muito o desempenho dos profissionais da manutenção.

Para minimizar estes efeitos, a equipe elaborou um projeto que consiste na utilização de um conjunto de equipamentos adaptados ao conjunto da vedação deslizante, tornando possível a movimentação das maiores peças deste conjunto com rapidez e segurança.

Os componentes estão instalados em pontos estratégicos e facilitam em muito a execução do trabalho, proporcionam economia de tempo e preservam a equipe de esforços inadequados, em um local de difícil acesso.

A figura 1 mostra a elevação da tampa superior do conjunto da vedação deslizante da turbina, podemos afirmar que foram eliminados os esforços inadequados e o comprometimento ergométrico, em um local de difícil acesso e com alto grau de risco de acidentes.



FIGURA 1 - Levantamento da tampa superior da vedação deslizante.

3.0 - PROJETO: PROTEÇÃO NO ENTORNO DO GERADOR

Este projeto foi elaborado para proporcionar segurança durante as manutenções no entorno do gerador, em função de que, várias equipes trabalham ao mesmo tempo neste local, tanto na parte superior, quanto na parte inferior do barril do gerador, o que torna acentuada a possibilidade de um acidente.

O desenho do sistema foi concebido em um formato muito dinâmico, nele foram considerados e utilizados todos os pontos de fixação existentes na estrutura da chaparia de fechamento do gerador, delimitando de forma segura todo o seu contorno.

A opção pela adoção de peças fixas no projeto, foi uma exigência de segurança, em função da possibilidade de queda de componentes para o interior do barril do gerador, situação que poderia colocar em riscos as equipes que se deslocam ou trabalham no seu interior.

No raio externo do gerador, foram projetados furos na laje de concreto, para a fixação dos pedestais, estes furos receberam pivôs metálicos de aço com rosca na parte interna e epóxi na extremidade externa, tornando o pivô solidário ao concreto.

Conjuntamente foi projetada uma escada em aço, com degraus antiderrapantes montada da base do rotor do gerador até a chaparia superior, favorecendo em muito o acesso dos trabalhadores durante a manutenção.

O projeto torna possível a utilização total ou parcial dos equipamentos, dependendo da necessidade da equipe, caso ela necessite realizar a troca de um trocador de calor, ela têm a opção de isolar somente a área necessária para o trabalho, em função da subdivisão da chaparia do gerador, conforme destaca a Figura 2.



FIGURA 2 - Isolamento da área do entorno do gerador.

4.0 - PROJETO: MANUTENÇÃO NA INSTRUMENTAÇÃO DO CONDUTO

Nos condutos forçados das unidades geradoras, estão instalados instrumentos responsáveis pela informação da vazão turbinada, eles estão localizados ao longo da circunferência do conduto em condição de difícil acesso pela equipe de manutenção.

Para garantir a segurança dos profissionais envolvidos com o trabalho, foi elaborado um projeto que permite o acesso aos instrumentos com segurança, com custo de manutenção acessível, e com vantagens em relação a montagens com andaimes provisórios.

A estrutura foi utilizada por duas vezes para o ajuste da instrumentação nas quatro unidades e apenas nestas duas manutenções os custos de instalação foram amortizados.



FIGURA 3 - Escadas e plataformas para acesso a instrumentação do conduto.

5.0 - PROJETO: MOVIMENTAÇÃO DOS TRANSFORMADORES ELEVADORES

O projeto foi idealizado para atender as manutenções de garantias e emergência, ele é composto por um conjunto de servomecanismo, dispositivos para tração, cabos de aço e componentes mecânicos de ajustes para movimentação do transformador, do estacionamento ao local de operação.

No projeto é utilizada uma central hidráulica como elemento de força para movimentação do transformador, ela fornece potência hidráulica em força e vazão para a movimentação suave e constante do transformador, conforme definido no seu projeto base.

Foram adquiridos cabos de aço nas dimensões múltiplas a dos vãos de ancoragem para movimentação do transformador, considerado o curso do servomecanismo e desta forma, foi definido o comprimento de cada cabo de aço, que por serem múltiplos, são substituídos sequencialmente e facilitam o deslocamento do transformador entre os seus pontos de ancoragem.

Para a retirada do transformador do seu local de operação foi fabricado um ponto de apoio, montado na parede de concreto da subestação elevadora, ele é utilizado para a retirada do transformador de seu local de operação até o centro do trilhamento.

Com a implantação deste projeto foi possível movimentar o transformador no seu trilhamento apenas com dois profissionais, do estacionamento até a unidade onde seria instalado e vice versa.

A economia em relação ao tempo da montagem é muito grande, pois no período de montagem da planta o mesmo trabalho foi realizado com doze profissionais em sete dias. Já no primeiro transformador que tivemos que substituir utilizando o novo método de manutenção, o trabalho total da retirada à liberação para ensaio, foi realizado em 70 horas, com uma equipe de seis profissionais.

A figura 4 abaixo, destaca a remoção do transformador que estava em operação na unidade 04, utilizando o sistema hidráulico de tracionamento, ancorado na parede da subestação. Ao fundo, o transformador reserva preparado para ser instalado na unidade 04.



FIGURA 4 - Substituição do transformador da unidade 04.

6.0 - PROJETO: MANUTENÇÃO NO MANCAL ESCORA

O projeto manutenção do mancal escora foi concebido em função da baixa produtividade do projeto original, o mesmo não atendia as expectativas da equipe de manutenção nos itens facilidade de execução, produtividade e segurança no trabalho.

Como exemplo, tivemos a necessidade de substituir todos os patins do mancal escora durante a montagem da unidade II, em função de erros de usinagem, neste momento ficaram expostas às deficiências do projeto de manutenção, obrigando a equipe a planejar alterações no projeto, sob pena de comprometimento da produtividade das unidades geradoras.

As falhas mais visíveis no projeto original impunham a desmontagem da plataforma de manutenção do mancal escora sequencialmente, à medida que os patins tinham de ser movimentados. Outro ponto de dificuldades foi a utilização de equipamentos comuns para a movimentação das cargas, expondo a equipe a riscos extremos de acidentes, com possíveis danos materiais e pessoais.

Com a experiência da unidade 02, as equipes de manutenção da usina e engenharia, atuaram na elaboração de uma metodologia de ensaio, onde não estivesse implícita a desmontagem do circuito equilibrador nem a retirada dos patins do seu local de operação, esta preocupação estava centrada na determinação de não desmontarmos sistemas internos importantes, para a segurança operacional do equipamento.

Portanto, o grande desafio da equipe seria o desenvolvimento de uma metodologia de ensaio que preservasse a integridade do conjunto mancal de escora e só após a realização do ensaio e com informações seguras, a decisão de movimentação ou substituição de componentes fosse tomada.

O processo para a realização do ensaio dos patins do mancal escora foi realizado sem a desmontagem dos mesmos e sem a desmontagem de componentes vitais, fatos que resultaram em ganhos expressivos na segurança da equipe, nos procedimentos técnicos e no tempo da manutenção.

A equipe realizou o ensaio por ultra-som no mancal escora da unidade 04, após a efetivação do novo projeto, com 4 horas e equipe de três técnicos, contra o tempo anterior de três dias com uma equipe de 14 técnicos.

No desenvolvimento do projeto contamos com a participação efetiva da equipe de engenharia da geração e com o apoio do corpo técnico do Lactec, na ilustração da figura 5, está exposta a forma de realização do ensaio na unidade 04.



FIGURA 5 - Ultra-som nos patins do mancal escora, com patins montados.

7.0 - TABELA COMPARATIVA DOS TRABALHOS: ANTES E DEPOIS DOS PROJETOS

A planilha 1, mostra em números o valor economizado em cada manutenção, em custo de homens hora e em ganhos com disponibilidade de geração, foram considerados apenas os custos de mão-de-obra e os custos de geração considerando valores do MRE em 15/03/2007.

TABELA 1 - Síntese dos custos dos projetos.

Os cinco exemplos abaixo tiveram a comparação com o custo da mão de obra anterior e com a mão de obra atual para a realização das tarefas, computados R\$ 35,00 a hora.						
Descrição do projeto	Tempo inicial	Tempo atual	Equipe inicial	Equipe atual	Custo do projeto	Economia por execução
Projeto: Manutenção na vedação deslizante.	040 h	20 h	5	3	7.900,00	1.400,00
Projeto: Manutenção no entorno do gerador.	008 h	04 h	4	2	6.800,00	280,00
Projeto: Manutenção no transformador elevador.	140 h	70 h	12	6	19.000,00	14.700,00
Projeto: Manutenção na instrumentação conduto.	320 h	32 h	8	2	72.000,00	87360,00
Projeto: Manutenção no mancal escora.	072 h	04 h	7	3	21.500,00	17.220,00
Tomando como exemplo o projeto ensaio no mancal escora, consideração os valores do MRE de R\$ 7,25 para o MWh e o tempo de três dias somado ao custo da mão de obra.						
Descrição do projeto	Tempo inicial	Tempo atual	Equipe inicial	Equipe atual	Custo do projeto	Custo de geração + Hxh
Projeto: Manutenção no mancal escora.	72 h	04 h	14	3	21.500,00	179.040,00

8.0 - NORMAS REGULAMENTADORAS ATENDIDAS PELOS PROJETOS

- NR - 01 - Disposições gerais
- NR - 10 - Instalação de serviços em eletricidades.
- NR - 17 - Ergonomia.
- NR - 33 - Trabalho em espaços confinados.

9.0 - CONCLUSÃO

Os projetos desenvolvidos ao longo do tempo, os resultados alcançados em todos os sentidos, atestam a eficácia dos procedimentos adotados pela equipe, no sentido de tornar os procedimentos de manutenção mais humanizados e com respeito à segurança de todos.

Os obstáculos encontrados para a implantação desta filosofia foram superados, em função da qualidade técnica das equipes envolvidas e da obstinação pela segurança de seus pares, fatos que demonstram respeito à segurança do profissional, em atividade de alto risco.

A participação efetiva de todos os componentes da equipe na elaboração dos projetos; indica que ao definir por esta forma de trabalho, foi criada a possibilidade de aperfeiçoamos todos os processos de trabalhos sob a responsabilidade da equipe, tornando os projetos, projetos de todos.

10.0 - AGRADECIMENTOS

A todos os profissionais da equipe de manutenção da Usina Hidrelétrica Governador José Richa e a todos os envolvidos com o projeto Caxias, da fase de estudos do projeto aos dias atuais.

Agradecimento especial a todos os visionários da equipe, que sempre estão atentos às possibilidades de desenvolvimento técnico e humano.

À comissão organizadora do evento, pela oportunidade de divulgamos um conjunto de projetos planejados, com o objetivo de proteger a vida dos profissionais envolvidos com a manutenção de uma planta de geração de energia, onde os riscos de acidentes são sempre extremos.

11.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Documentação técnica de todos os equipamentos do projeto Caxias.
- (2) Norma para a realização de ensaios por ultra-som em mancais de deslizamento ISO 4386-1: 1992.

12.0 - ABREVIATURAS UTILIZADAS

LACTEC: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento.

MRE: Mecanismo de Realocação de Energia.

MWh: Um milhão de Watts por hora.

NR: Normas Regulamentadoras.

13.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Josué Gonçalves de Oliveira.

Nascido em Irati PR em 25 de setembro de 1954.

Graduação em Eletromecânica, (1986): Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná e Graduação Técnica em Patologia Clínica pelo Colégio Estadual do Paraná em 1980.

Empresa: Copel Geração S/A, a partir de 1981.

Técnico Especializado em Eletromecânica.

Julio César de Oliveira.

Nascido em Curitiba PR, em 15 de agosto de 1961.

Formação em Segurança do Trabalho (1984): Pelo Serviço Social da Indústria do Paraná.

Empresa: Copel Geração S/A, a partir de 1987.

Técnico Especializado em segurança do trabalho.

Coordenador de Equipe de Segurança do Trabalho da Copel Geração.

Newton Kimura.

Nascido em Londrina PR, em 16 de junho de 1952.

Graduação (1978) em Engenharia Mecânica: Universidade Federal do Paraná

Mestrado (2005): em Engenharia Mecânica: Universidade Federal do Paraná

Empresa: Copel Geração S/A, a partir de 1978.

Gerente da Divisão de Manutenção Mecânica