

ESTUDO DE CAMPO EM GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Douglas Maffi; Raul Zamban¹
Gustavo Henrique Marques Menezes; Keila Daiane Ferrari Orso; Maria Regina Thomaz²

RESUMO

A gestão da manutenção aborda a manutenção e seus conceitos, do mesmo modo que cada setor e cada equipamento possuem suas peculiaridades, o modo de manutenção também tem que se alocar conforme as necessidades da organização, em geral o estudo de campo buscou analisar os equipamentos utilizados em uma usina hidrelétrica e como eles se comportam com a utilização de medidas de manutenção preventiva, bem como, *software* de manutenção. Buscou analisar o atual estado de eficácia dos meios de manutenção na empresa em questão, o custo de emprego desses métodos, isso tudo através de levantamento bibliográfico, pesquisa e análise, descrevendo assim informações técnicas, métodos utilizados e práticas que possam ser aplicadas, para uma melhor análise do atual estado da manutenção na organização, assim observou-se que os métodos empregados são grandes responsáveis pelo baixo índice de falhas e paradas não programadas na hidrelétrica, resultando em um melhor índice de geração de energia e, portanto, maior lucratividade para a empresa. Quando observados os gastos dispendidos nos modelos de manutenção preventiva, como pessoal, máquinas e paradas programadas para manutenção e em contrapartida o que custaria à empresa uma parada por falha de manutenção de equipamento, temos um custo benefício alto. Desse modo recomenda-se a melhoria contínua dos processos de gestão em manutenção, tudo obviamente dentro das relações de custo benefício da empresa, já que por se tratar de uma empresa que tecnicamente não pode parar suas atividades sem aviso prévio, é necessário que os equipamentos sempre estejam em seu melhor estado, evitando assim, falhas que podem ser evitadas facilmente através da manutenção em suas diversas formas.

Palavras-chave: Manutenção Preventiva. Sistemas de Manutenção. Gestão de Manutenção.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Nepomuceno (1989), a manutenção vem assumindo um papel de primeira grandeza nos serviços aos quais são essências ao ser humano. Sendo os investimentos das empresas limitados pelas altas taxas de juros, a manutenção aparece como método essencial para manter as boas condições do parque produtivo, mantendo os custos em nível aceitável e permitindo mudanças em outras áreas necessárias.

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia de Produção da UCEFF.

² Docentes do curso de Engenharia de Produção da UCEFF. E-mail: egustavoeng@hotmail.com; keilaorso@hotmail.com; mare_mrt@yahoo.com.br.

Conforme Slack (1999), nos últimos 30 anos a atividade de manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra atividade. Essas alterações são consequência de aumento rápido e constante de itens físicos nas empresas, projetos muito mais complexos, novas técnicas de manutenção e novos enfoques sobre a organização da manutenção e suas responsabilidades.

A grande junção do setor de manutenção com o de produção influencia diretamente a qualidade e produtividade e faz com que o mesmo desempenhe um papel estratégico fundamental na melhoria dos resultados operacionais e financeiros dos negócios (XENOS, 1998).

Tendo em vista essas informações é necessário investigar como executar uma série de medidas que minimizem a necessidade de manutenção *in loco*, fazendo com que, manutenções menos agressivas e dispendiosas acabem por manter em bom estado os equipamentos do sistema de geração de uma usina hidrelétrica.

Diante do exposto questiona-se: **Quais os problemas de não utilização de manutenção preventiva em uma empresa UHE?**

O objetivo geral da pesquisa se resume em como executar um plano de manutenção preventiva eficaz utilizando as ferramentas mais atuais em uma UHE, de modo a otimizar os processos, garantir a segurança em todos os equipamentos e assim reduzir as despesas e desperdício de tempo na usina. Esse artigo busca analisar a manutenção em suas diversas formas e os custos de aplicação dela em uma UHE.

Observou-se que, na empresa estudada já ocorre a utilização de manutenções preventivas, sendo assim o estudo buscará formas de otimização na realização dos procedimentos.

A proposta desse trabalho se justifica pela grande quantidade de equipamentos presentes em uma UHE fazendo com que a manutenção seja uma área de extrema importância nesse tipo específico de empresa, tanto a preventiva, preditiva e se necessário a corretiva.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico são abordados diversos temas relacionados com o objetivo do estudo, esta abordagem objetiva melhorar a compreensão da manutenção em geral, bem como a manutenção preventiva, a segurança na realização dos procedimentos, dentre outros conteúdos que contribuem para desenvolvimento e entendimento da presente pesquisa.

2.1 MANUTENÇÃO

Manutenção compreende todas as ações necessárias para que um equipamento seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada. (XENOS, 1998).

Segundo a ABNT (2014), a manutenção divide-se em preventiva e corretiva. Esta subdivisão é normatizada, porém no dia-a-dia, existem outras: *Total Productive Maintenance* (TPM ou manutenção preventiva total em tradução livre), preditiva, etc. Todas essas subdivisões tendem, no futuro, a se agregar à manutenção preventiva, mas atualmente são estudos diferentes.

Segundo Castilhos (2002) os tipos mais comuns de manutenção se resumem a:

- a) Manutenção preventiva é todo o serviço de manutenção realizado em equipamentos que não estejam sob falha, ou seja, que esteja em condições operacionais normais ou com defeito.
- b) Manutenção sistemática é aquela que é realizada a intervalos regulares.
- c) Manutenção por condição é aquela realizada quando ocorre desvio de algum parâmetro que está sendo controlado. Reparo de um defeito ou intervenção antes que ocorra uma falha.
- d) Manutenção Preditiva são tarefas que visam acompanhar o equipamento, por monitoramento, por medição ou controle estatístico, tentando prever ou prever a ocorrência de uma falha.

2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Segundo Castilhos, (2002, p. 16), a manutenção preventiva “é um conjunto de procedimentos que visam manter a máquina em funcionamento, executando rotinas que previnam (evitem) paradas imprevistas”.

Para Santos (2010, p. 18), a manutenção preventiva “consiste em exercer um controle sobre o equipamento de modo a reduzir a probabilidade de falhas, baseado em intervalos regulares de manutenção”.

Conforme o mesmo autor leva-se em consideração o seguinte: devido à dificuldade de determinação de um intervalo apropriado para essa manutenção, é recomendado que se avalie a necessidade de implantação, pois em alguns equipamentos ela se revela desvantajosa. Para tanto estuda-se determinadas características nos equipamentos, como sua valia para a

produção, se a segurança pessoal e segurança das instalações depende dele, se ao falhar este equipamento exige muito tempo para o reparo ou então implica em perda de parte da produção. Dessa mesma forma o autor cita que a manutenção preventiva apresenta vantagens como consertos programados com menores custos, evitar a queda de produção, diminuição ou eliminação os equipamentos em *stand by*, reserva de estoque de peças sobressalentes, oferece dados seguros sobre a frequência das falhas e as partes envolvidas, dando margem para um dimensionamento mais perfeito do almoxarifado de manutenção; incentiva e fornece dados para a procura de peças e máquinas e equipamentos de melhor qualidade. (SANTOS, 2010)

Conforme Castilhos (2002), a manutenção preventiva objetiva a distribuição equilibrada da carga de trabalho, a racionalização do estoque de peças sobressalentes, manter a disponibilidade máxima de máquinas e equipamentos, eliminar a improvisação, eliminar ou amenizar atrasos visando o aumento na produção, substituir imediatamente peças problemáticas, de forma que as demais sejam preservadas, a redução de custos, manutenção de qualidade do produto, preservação do meio ambiente, redução de acidentes de trabalho e aumento da vida útil dos equipamentos.

Nos aspectos econômicos, a manutenção preventiva elimina ou minimiza perdas de produção por quebras de equipamentos e também reduz custos com este tipo de manutenção.

Vantagens do modelo de manutenção preventiva.

Segundo as estatísticas comprovam que empresas que investem em manutenção preventiva têm resultados financeiros melhores em tempo de disponibilidade, maior tempo médio entre falhas, e, conseqüentemente, maior produtividade.

A valorização do patrimônio é outra vantagem, uma vez que, com melhores cuidados e com vida útil maior, os ativos da empresa ganham mais valor. Também, à medida que a manutenção preventiva se torna constante, a corretiva diminui gradativamente. Quanto maior o investimento em preventiva, no longo prazo, maior a disponibilidade do bem, que pode ser utilizado com a maior capacidade possível. Ao longo do tempo, o equipamento bem mantido também perde pouco em níveis de performance, com a possibilidade de continuar a ser utilizado, como alternativa a um equipamento principal, ou ser deixado como back up, para situações emergenciais.

Outra grande vantagem da manutenção preventiva é a previsibilidade orçamentária. Os valores de contrato variam em função do escopo previsto: inclusão ou não de peças, visitas programadas ou não, exigências das SLA's (Service Level Agreements ou Indicadores de Qualidade). Geralmente, podem ficar na faixa de 1% a 3% do custo total do equipamento, mas aspectos como a geografia da empresa, o tipo de negócio, a natureza das instalações, as formas de utilização etc, impactarão no valor do serviço. (HAMILTON, 2011).

2.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Segundo Castilhos, (2002, p. 30), manutenção preditiva “é um aperfeiçoamento da manutenção preventiva, baseado no real conhecimento das condições da máquina, equipamento ou componente”. Conforme dados do mesmo autor a correlação entre manutenção corretiva e preditiva é descrita na Tabela 1.

Tabela 1: Comparação entre sistemas de manutenção

Manutenção Corretiva	Manutenção Preditiva
Reparos somente quando ocorre uma falha no equipamento.	Determina, antecipadamente necessidade de manutenção em peça específica.
Montagem e desmontagem geral de um equipamento se necessário.	Elimina desmontagens desnecessárias para inspeção.
Efeito dominó em certos equipamentos com falha.	Aumenta o tempo de disponibilidade de dois ou mais equipamentos interligados.
Várias ocorrências de trabalho durante o expediente.	Reduz o trabalho de emergência não planejado.
Foco no retorno do trabalho da máquina e não em mantê-la em bom estado.	Impedir aumento de danos.
Peças quebradas e danificadas geram custos extras e trocas constantes.	Aproveita a vida útil dos componentes de um equipamento.
Linhas de produção em constante estado de alerta.	Aumenta o grau de confiança no desempenho seguro de um equipamento

Fonte: Adaptado de Hamilton (2011).

Segundo Nepumaceno (1989), os estudos de manutenção preditiva são em sua grande maioria teóricos, apresentando séries de estatísticas que informam a vida útil aproximada de cada máquina, componente ou equipamento, limitando-se a apenas peças ou componentes específicos. Porém existem vários conceitos e noções ligadas a manutenção preditiva que devem ser definidas de maneira clara, visando evitar confusões referentes ao uso inadequado dessas técnicas ou termos.

Conceito de confiabilidade dentro da manutenção preditiva.

A confiabilidade é uma das ideias fundamentais que praticamente todos julgam saber do que se trata de maneira puramente intuitiva. Entretanto, no meio de especialistas o conceito encontra enorme dificuldade de ser definido de maneira clara e precisa. Tal dificuldade está ligada a aplicação do conceito de diversas situações que o especialista encontra em suas atividades. (NEPUMACENO, 1989, p.56).

3 METODOLOGIA

Para Gil (2008), a pesquisa é desenvolvida mediante o conhecimento e a utilização de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. O autor complementa que “na realidade,

a pesquisa desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados”.

A metodologia deste estudo está voltada para a Gestão em Manutenção com ênfase em Manutenção Preventiva em uma empresa geradora de Energia Elétrica situada na região norte do Rio Grande do Sul, e foi realizada na forma de pesquisa descritiva, por meio de estudo de caso com análise qualitativa. Segundo Gil (2008), as pesquisas descritivas têm como finalidade principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis.

O estudo de campo é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir conhecimentos amplos e detalhados do mesmo, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados (BEUREN, 2006, p. 84). O estudo de campo será desenvolvido através de dados e informações buscadas junto à empresa analisada, e será realizada uma análise intensiva na empresa estudada, buscando conhecimento detalhado e amplo da mesma, destacando as particularidades de seu processo organizacional.

Dessa forma será feito o levantamento dos dados da empresa tendo em vista atingir os objetivos propostos e um bom entendimento do conteúdo deste estudo de caso. O estudo é desenvolvido na em uma empresa geradora de energia elétrica do norte do Rio Grande do Sul.

O objetivo geral da pesquisa se resume a propor uma possível melhoria a fim de executar um plano de manutenção eficaz utilizando as ferramentas mais atuais em uma UHE, de modo a otimizar os processos, garantir a segurança em todos os equipamentos, assim reduzir as despesas e desperdício de tempo na usina. Ressalta-se que a melhoria será proposta à empresa e não necessariamente implantada na mesma.

A realização do estudo é feita por meio de levantamento de dados referentes ao planejamento, tempo de execução de Manutenções de Preventivas, bem como o deslocamento de pessoal e ferramentas utilizadas para a mesma.

Serão analisadas as manutenções preventivas ocorridas no período de janeiro a março de 2017, com a obtenção de dados junto ao sistema interno da empresa, bem como com seus gestores. Este tópico trata da forma ou procedimentos utilizados pelo pesquisador para a coleta dos dados a serem utilizados.

Conforme Beuren (2006, p.128), “[...] tecnicamente, os instrumentos de pesquisa são entendidos como preceitos ou processos que o cientista deve utilizar para direcionar, de forma lógica e sistemática, o processo de coleta, análise e interpretação dos dados”.

O acesso às informações se dá por meio de observação, visitas à empresa, levantamento de dados e análise de documentação existente na empresa e também entrevista semiestruturada, com questões abertas, realizada junto aos gestores.

Na análise dos dados é organizado e analisado todo o material coletado na fase da pesquisa. Para Beuren (2006, p. 136), “Analisar dados significa trabalhar com todo o material obtido durante o processo de investigação, ou seja, com os relatos de observação, as transcrições de entrevistas, as informações dos documentos e outros dados disponíveis”.

Após levantamento de informações inerentes às manutenções preventivas, as informações foram organizadas de forma que permitiram a extração de informações que possibilitaram o desenvolvimento dos cálculos e análises.

Sobre a interpretação de dados, Gil (2008), consiste em estabelecer a ligação com os resultados obtidos com outros já conhecidos. A análise dos dados é feita de forma qualitativa e as informações obtidas são apresentadas por meio de tabelas e gráficos para melhor entendimento.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Atualmente na UHE conta-se com os três tipos principais de manutenção, preditiva onde é feito o monitoramento e diagnóstico das condições operacionais dos equipamentos, identificando possíveis problemas antes que provoquem falhas e conseqüentemente a interrupção da atividade. O custo dessa atividade é relativamente baixo pois não impacta diretamente na produção, ou seja, não é necessário a interrupção da geração de energia e os principais pontos positivos dessa atividade são a confiabilidade, previsibilidade, registros e acompanhamentos históricos de parâmetros e monitoramento da vida útil dos equipamentos.

Já, na manutenção preventiva que também se faz presente na UHE é utilizado o conceito de prevenir ocorrências de falhas em equipamentos. Normalmente os funcionários fazem inspeções que podem ser semanalmente, mensalmente ou semestralmente, dependendo do equipamento, dessa forma as intervenções programadas buscam eliminar problemas identificados nas manutenções preditivas, as vantagens se resumem a confiabilidade, registros e novamente acompanhamento históricos das manutenções, prolongamento da vida útil dos equipamentos e redução dos tempos de interrupção para realização das manutenções necessárias, o custo também é relativamente baixo pois como a manutenção preditiva não é necessário desligar o equipamento.

Por último, ocasionalmente se faz necessário a utilização de manutenção corretiva quando as duas formas de manutenção anteriores não foram suficientes para monitorar problemas emergentes ou também por falha grave causada por agentes externos. Normalmente são executadas na UHE após apresentação de problemas em algum dos equipamentos presentes, por ser necessário parar algum setor específico essa modalidade de manutenção geralmente é de alto custo relativo e assim é necessário que seja feita rapidamente para que os equipamentos retornem à operação no menor tempo possível, reduzindo os impactos da perda de geração de energia. (SOLUÇÃO ENERGIA, 2012)

No dia a dia, a geração e transmissão de Energia Elétrica é de total responsabilidade da UHE bem como a integridade dos equipamentos, estruturas, componentes e materiais que se encontram na Planta.

A empresa segue diversos procedimentos de manutenção, entre eles estão as manutenções preventivas, denominadas como MPP1 (Manutenção Preventiva Periódica 1) e MPP2 (Manutenção preventiva periódica 2), para as quais é utilizado um software em que se encontra todas as manutenções já realizadas e as futuras que já estão programadas.

Constatando-se a necessidade de manutenção, o responsável da Planta emite semanalmente o PSM (Programa Semanal de Manutenção) e PES (Pedido de Execução de Serviço) utilizando o sistema interno da empresa.

Em seguida o PES é analisado pelo COS (Centro de Operações e Controle, localizado em Florianópolis-SC), se aprovado, a equipe de manutenção emite uma APA (Avaliação prévia das atividades) o COS analisa a APA novamente, estando todos os procedimentos corretos e em conformidades é aprovado e emitindo a AES (Autorização de execução de serviço).

Por fim, com todos os procedimentos de segurança utilizados corretamente, EPI's e EPC's, as áreas sinalizadas e feito o bloqueio de equipamentos referentes às atividades que foram designadas ao técnico em manutenção, bem como a execução de todos os itens e a execução do passo-a-passo da AES *check-list*, verifica-se a integridade dos equipamentos, estruturas e locais das áreas, realiza-se reparos quando necessário e substitui-se componentes e equipamentos caso sua vida útil já esteja comprometida.

Existem alguns pré-requisitos para a implantação da manutenção preventiva, que são feitos por meio de organização de dados, através de um sistema de fichas eletrônicas ou físicas, as quais devem conter: relação total das máquinas e equipamentos, suas características, funcionamento e demais informações; a organização estrutural de coleta de dados para incursões preventivas; enumeração de recursos humanos-técnicos disponíveis;

relatórios do estado funcional de máquina e equipamentos (histórico); treinamentos necessários; elaboração de procedimentos de manutenção; formação de arquivos. A Figura 1, mostra uma ordem de serviço.

Figura 1 – Ordem de serviço

AUTORIZAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE SERVIÇO			
AES Nº 0006590 / UHE / 2017			
Documentos Vinculados			
PES Nº: 0006590		AI Nº:	
Área: Manutenção Mecânica/Elétrica		OM Nº:	
Equipamento	Risco de Trip	Código de Manutenção	Código da Operação
CF-CASA DE FORÇA	Não	MPP2 - 0006590	
Período Previsto:	Data / Hora Início: 26/05/2017 08:00:00		Data / Hora Término: 26/05/2017 16:00:00
Responsável:	Empresa XXX: Colaborador XXX Outra Empresa:		
Serviço(s) a executar			
Solicitação: Executar Plano: .CF-ED-DV-01 - CASA DE FORÇA - DIVERSOS			
ORDENS DE MANOBRA			
LIBERAÇÃO			
Chaves(s) aberta(s) e bloqueada(s): Não há.			
Chaves(s) Fechada(s) e bloqueada(s): Não há.			
Outras Condições: Não há.			
NORMALIZAÇÃO			
Chaves(s) aberta(s) e bloqueada(s): Não há.			
Chaves(s) Fechada(s) e bloqueada(s): Não há.			
Outras Condições: Não há.			
Caso necessário, a AES será devolvida em: 00:00			
Início das manobras: ____/____/____:____		Término das manobras: ____/____/____:____	
AES emitida por...: Colaborador 01		Ass.: _____	
AES recebida por (M): Colaborador 02		Ass.: _____	
Início da manutenção: ____/____/____:____			

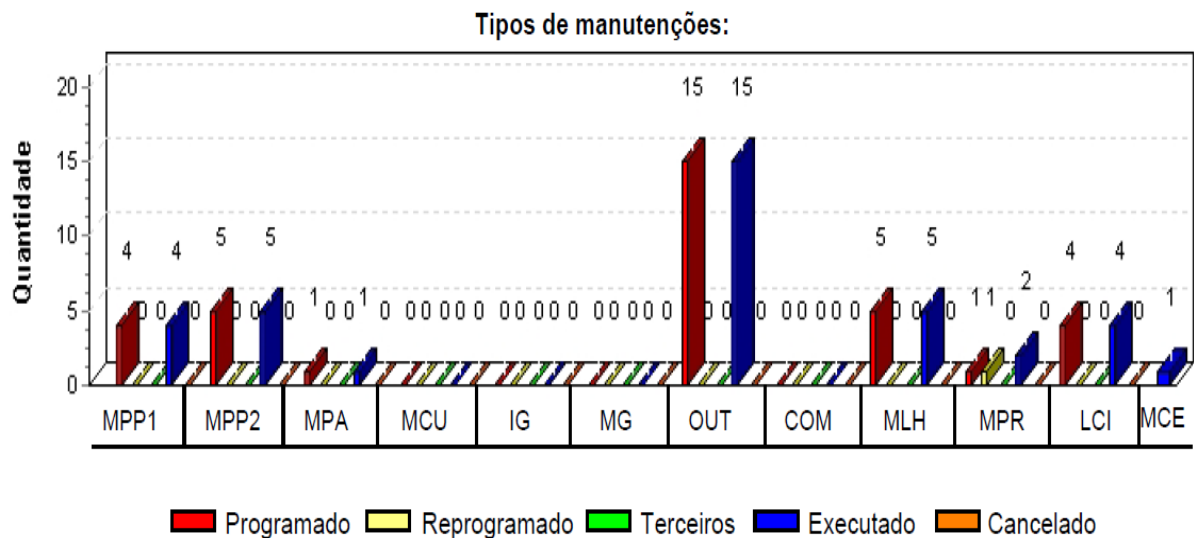
Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Entende-se por rotinas de manutenção preventiva em uma UHE: lubrificação; inspeção com máquina parada; inspeção com máquina operando; ajuste ou troca de componentes em períodos pré-determinados; revisão de garantia (exame ou troca de componentes antes do término de suas garantias); cuidados com transporte e armazenamento; instalação; preparação para uso; análise de especificações de compra; envio de informações para o planejamento e controle de manutenção; reparo dos defeitos detectados pela inspeção.

A determinação das rotinas é feita pela engenharia de manutenção que determina as tarefas rotineiras de inspeção e execução com base nos históricos da máquina, na influência de sua localização, na comparação entre custos de inspeção e reparo e os custos de produção, em informações do fabricante e informações do pessoal da operação.

O controle avalia desempenhos e objetivos e faz possíveis redefinições. Para tanto, deve manter informado os setores de engenharia de manutenção e planejamento com informações rápidas e confiáveis. Por meio do controle se avalia a atuação da manutenção preventiva e ainda orienta as tomadas de decisões. Sua atuação compreende: nível de mão de obra; serviços pendentes; produtividade; paradas dos equipamentos; custos; dentre outros, conforme a Figura 2, mostra os tipos de manutenção.

Figura 2 – Tipos de manutenção



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Na Figura 2, podemos verificar as manutenções programadas e executadas referentes ao mês de março de 2017, onde pode se observar 4 manutenções preventivas periódicas tipo 1 (MPP1), 5 manutenções periódicas preventivas tipo 2 (MPP2), 1 manutenção preventiva aperiódica (MPA), 15 outras manutenções (OUT), 5 melhorias (MLH), 2 manutenções preditivas (MPR), 4 limpezas e conservação das instalações (LCI) e 1 manutenção corretiva de emergência (MCE), podemos observar também que não houveram manutenções corretivas de urgência (MCU), inspeções gerais (IG), manutenções gerais (MG) e comissionamentos (COM).

Observa-se com os as listas de controle as grandes quantidades de manutenções empregadas na UHE, mesmo assim o custo delas pode ser considerado relativamente baixo, pois não são agressivos e na maioria das vezes programados periodicamente, e manutenções maiores como a Manutenção Geral (MG) ocorrem com o aval do Operador Nacional do Sistema (ONS), de modo a não interromper sem prévia ordem a produção de energia elétrica.

Com isso percebe-se que a mesmo com a alta aplicação de mão obra regular e métodos que incluem desde o software de manutenção citado até cronogramas diários de manutenção, se faz necessário manter todos esses processos para que a usina opere sem muitos problemas em sua geração, sem toda essa logística seria inviável que se opere sem paradas para manutenção corretiva nos maquinários, o que iria aumentar de modo exponencial os gastos da UHE.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como podemos observar no decorrer do estudo, a manutenção preventiva é de extrema importância em UHE, pois a aplicação dessa ferramenta proporciona à empresa maior segurança no desempenho de suas atividades, bem como redução de custos com eventuais manutenções corretivas, que podem gerar diversos transtornos e gastos.

No decorrer do estudo foram realizadas diversas manutenções preventivas, que são executadas semanalmente pelas equipes de manutenção da UHE, onde pode se observar que em algumas delas disponibilizava-se de tempo menor que o necessário para a execução, bem como para outras havia tempo sobrando, deixando assim os colaboradores com sobrecarga de trabalho em alguns momentos, já em outros, com tempo ocioso.

Sugere-se então, uma revisão técnica dos planos de manutenção, utilizando-se de informações já acumuladas ao longo do tempo, por meio das fichas digitais, gráficos e históricos, contidos no software da empresa, avaliando assim, a real necessidade de tempo para desempenho de cada atividade. Como limitação do estudo, pode-se citar o desfasamento de informações para formulação da fundamentação teórica.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas – **Manutenção, 2014**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br>. Acesso em abril 2017.

BEUREN, I. M. (Org.) et al. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: Teoria e prática**. 3.ed. São Paulo: Atlas. 2006.

CASTILHOS, João S. **Manutenção**. Caxias do Sul: 2ed. 2002

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HAMILTON, Quirino. **Manutenção Preventiva: Benefícios e valor agregado a longo prazo**. 2011. Disponível em: www.administradores.com.br. Acesso em maio 2017.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. São Paulo: Blucher, 1989.

SANTOS, Valdir A. **Prontuário Para a Manutenção Mecânica**. São Paulo: Ícone, 1 ed. 2010.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SOLUÇÃO ENERGIA. **Folder de empreendimentos elétricos**. Disponível em http://solucoes.grupoenergisa.com.br/Documents/PDF/Folder_OeM%20de%20Empreendimentos%20El%C3%A9tricos.PDF. Acesso em junho 2017.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. 1ª edição. Rio de Janeiro: INDG, 1998. 302 p.