

Mantenabilidade: da Tarefa aos Resultados Organizacionais

Rui Paulo Dias Muniz

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS/PPGEP

ruimuniz@ufrgs.br

Fernando Gonçalves Amaral

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS/PPGEP

amaral@producao.ufrgs.br

Resumo

A execução dos serviços de manutenção garante a conformidade e os principais objetivos da manutenção, de confiabilidade e disponibilidade. Manutenibilidade é um conjunto de requisitos que garantem as condições necessárias para a execução dos serviços. Este estudo tem por objetivo identificar estes requisitos em literaturas acadêmicas, organizacionais e das melhores práticas, focando particularmente fatores ergonômicos a partir de normas, legislação e definições e práticas organizacionais. A pesquisa ressalta a importância de fatores como o humano, de projeto, de concepção de serviços, saúde e segurança, meio ambiente, destacando a estratégia adotada por empresas para buscarem a manutenibilidade na execução dos serviços de manutenção. A conclusão orienta para a adoção de uma visão que admita o objetivo organizacional, voltada para a qualidade de vida dos trabalhadores. Mais que isto, de que é necessário que a gestão da manutenção adote requisitos de manutenibilidade para obter os resultados organizacionais esperados.

Palavras-Chave: Manutenibilidade, Ergonomia, Resultados, Segurança, Saúde.

1 INTRODUÇÃO

É atribuída a origem da manutenção por volta do século XVI na Europa central com o surgimento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros artesãos especializados em montagem e assistência (BEZERRA, 2009). Após alguns séculos, com o surgimento e estabelecimento da revolução industrial e, posteriormente, pelo fato da criação da divisão do trabalho, administrado de maneira científica, a necessidade da adoção de práticas de manutenção foram impulsionadas. A partir deste momento, a manutenção assumiu papel determinante para as economias produtivas, de garantir a continuidade dos processos de produção não mais artesanais, mas com escalas de produção. Pode-se supor que a manutenção estruturada, responsável por recuperar os equipamentos após suas quebras e, conseqüente, paradas de linhas de produção, surgiu como garantidora dos negócios. Gurski (2002) afirma que a missão da manutenção consistia predominante em restabelecer as condições originais dos equipamentos ou sistemas. O impositivo econômico não permitia que a produção cessasse, porque cessariam os lucros. Com a primeira guerra mundial e a necessidade de

produção da indústria bélica, as empresas impuseram um maior ritmo aos seus processos, forçando a profissionalização da manutenção.

Com o advento da segunda guerra mundial, a produção não só aumentou em escala, mas a tecnologia e a variedade de processos produtivos, com o avanço da indústria da eletrônica e a necessidade de redução das manutenções corretivas, se tornaram imposição política para os setores de manutenção. Segundo Dhillon e Liu (2006), a manutenção começou então a ser entendida como função não só de apoio e suporte, mas começou a ocupar lugar de importância estratégica para as organizações. Posteriormente, somente nos anos sessenta, a combinação da manutenção preventiva e corretiva começou a ser estudada sistematicamente (DEKKER; SCHOUTENY; WILDEMAN, 1996).

De acordo com Nassar e Dias (2009), a partir da década de 70, a manutenção industrial começou a adquirir um grau de importância diferenciado. Fatores fundamentais das atividades industriais, relacionados com produção, qualidade e custos, passaram então a depender diretamente das condições de manutenção. As grandes potências industrializadas começaram a implementar planos de manutenção objetivando a garantia da competitividade. A crise do petróleo evidenciou a qualidade e a produtividade dos processos como elementos de crescimento e sobrevivência, quando a manutenção se destacou enquanto condição filosófica para as organizações: pelas imposições econômicas, para redução de desperdícios e pela necessidade de mudança na cultura de operação e gerenciamento das empresas. Nesta época foram introduzidos novos métodos e diferentes meios, entre eles a Manutenção Produtiva. Assim, manutenção começou a ser entendida como responsabilidade de todos, pela demanda de resultados de produção e pela competição gerada em virtude da escalada de desenvolvimento e crescimento da economia. A partir dos anos 90, com a globalização da economia e a consequente expansão de mercados, impositivos de confiabilidade, disponibilidade, entre técnicas, filosofias e métodos, a manutenção se tornou um processo integrante da organização. As organizações passaram então a alinhar o contexto da manutenção com a sua estratégia, buscando e se comprometendo com resultados, com o desempenho de equipamentos, sistemas e plantas e respondendo pela efetividade dos negócios das empresas.

A Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN, 2007), em seu documento nacional sobre a situação da manutenção no Brasil, indica que o custo da manutenção em relação ao faturamento bruto das empresas está em 3,89%. Esta conjuntura exigiu uma política de gestão voltada ao aproveitamento máximo dos ativos existentes, pela busca de

melhores índices de disponibilidade e confiabilidade para não perder receita pelas indisponibilidades de seus equipamentos. Conforme Vieira (2007), uma política de manutenção com estes enfoques só tem sucesso se deixar de ter uma rotina de administração de falhas e adotar outra baseada na administração do ciclo de vida dos ativos. A meta então é alcançar o mais amplo conceito de gestão, que coloque a manutenção estrategicamente como uma atividade de operação a partir do desenvolvimento de atividades e rotinas. Assim, impõe-se à manutenção melhorar o seu próprio desempenho e qualificar suas relações com outras áreas da organização, tornando-se diretamente uma fonte de receita nos processos da empresa.

A manutenibilidade, conforme definido por Gurski (2002), como facilidade com que se efetuam reparos e outras atividades de manutenção em um sistema/equipamento, surge nesta evolução como um elemento definidor da manutenção. Representa a garantia da qualidade da execução do serviço, da segurança do pessoal e da conformidade técnica do processo, passando a ter uma função estratégica para as organizações. Logo, manutenibilidade se tornou sinônimo de redução de custos e desperdícios associados à execução das tarefas de manutenção, garantindo a lucratividade necessária em um cenário que exigiu aumento de receita sem grandes investimentos.

Os conceitos de manutenção, bem como a grande maioria dos conceitos relacionados com a indústria, foram modificados ao longo do tempo em função das exigências cada vez maiores de produção e dos estudos correspondentes que procuravam responder a essas necessidades (GURSKI, 2002). Enquanto conformidade na execução dos serviços de manutenção, a manutenibilidade foi uma consequência da ampliação das regulações no mundo do trabalho e, principalmente na execução, da necessidade de elemento garantidor de confiabilidade sistêmica. Para as decisões relativas à execução dos serviços de manutenção nas organizações, verifica-se que aspectos relativos à conformidade da saúde, segurança, ergonomia, capacidade e competência, foram relacionadas a facilidades, ambientes, recursos e logística gerenciados por indicadores de eficiência, eficácia, confiabilidade e disponibilidade. Desta forma, a problemática da tomada de decisão na execução dos serviços de manutenção, nas estruturas de poder das organizações, tornou-se pautada por normas técnicas e legislações, estratégias e definições organizacionais, bem como por exigências sociais.

Como referência de conceituação, a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994 – NBR 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade) define manutenibilidade como: a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada

sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos. Esta definição está sustentada na capacidade de garantir funções de um item, desde que o serviço seja executado com condicionantes de adequação de ambiente e especificações quanto à prática e meios necessários, a partir do cumprimento de requisitos. Para assegurar estes objetivos, prevê o controle da manutenibilidade através de um conjunto documentado de atividades, recursos e eventos, planejados segundo um cronograma e destinado a implementar na estrutura da organização: as responsabilidades, os procedimentos, as atividades, as capacidades e os recursos que, como um todo, visam garantir que os itens atendam aos requisitos de confiabilidade e manutenibilidade exigidos.

No entanto, constata-se que as organizações, necessitam estabelecer regramentos para os serviços de manutenção para atendimento de facilidades na execução das funções de manutenção. Pode-se, assim, depreender que não há a normalização necessária à manutenibilidade na legislação. A NBR 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade, referência para a manutenção, define o que fazer, mas não estabelece os requisitos de como executar as atividades e tarefas. Manutenibilidade, na conceituação quanto a facilidades, ambientes, recursos e logística, força as organizações a desenvolverem suas próprias normas devido a inexistência de uma formulação dedicada à execução.

Considerando o contexto explicitado, este artigo se propõe a verificar, a partir do estabelecimento da conceituação de manutenibilidade, a consideração do entendimento deste conceito nas definições da programação e controle da manutenção e condições de execução na literatura. O objetivo é referenciar a conformidade da execução dos processos de manutenção, pela consideração da legislação, das normas, da literatura produzida e das melhores práticas.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para verificar a expressão do debate sobre manutenibilidade nas publicações científicas e com relação à elaboração de trabalhos técnicos sobre práticas em organizações, foi realizada uma meta análise do assunto em publicações do *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, bem como das práticas adotadas a partir de Trabalhos Técnicos apresentados em Congressos Brasileiros de Manutenção, promovidos pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN).

Estas publicações foram adotadas em função da sua expressão no cenário da manutenção. O *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, uma das poucas publicações

especializadas na área, é referência reconhecida como expressão científica de diferentes setores e áreas de conhecimento e tecnologia no segmento da manutenção mundial. No Brasil, a ABRAMAN é apontada como uma das maiores entidades do segmento em nível mundial no estudo de debate dos conceitos, métodos e tecnologias das práticas, particularmente pelo reconhecimento e relações com associações de manutenção em países como Espanha, Inglaterra, Itália, Austrália, México e Portugal, (ABRAMAN, 2009). Esta consideração induz a que as principais empresas do mercado nacional internacional de setores principalmente: automobilístico, metal mecânico, energia, petróleo, petroquímico e siderúrgico, disputem a apresentação de Trabalhos Técnicos, onde relatam suas melhores práticas na Manutenção.

Este artigo foi dividido em cinco partes, abrangendo definições, normas e a legislação, instruções de empresas e definições de organizações de segmentos profissionais e as relações existentes entre a manutenibilidade e os serviços de manutenção, fatores humanos, segurança e meio ambiente e saúde.

Foram revisados trinta e dois artigos, doze normas, nove padronizações feitas por empresas, entidades de classe e públicas, cinco livros e quatro dissertações, com abordagem focada na manutenibilidade relacionada à execução dos serviços de manutenção. As bases de busca foram do tipo *Scholar Google*, *Scielo Brasil*, *Emerald Group Publishing Limited*, Bibliotecas Digitais de Instituições de Ensino, organizações de manutenção e ergonomia, utilizando expressões como [maintainability](#), maintenance, norms maintenance, maintenance ergonomics a review e maintenance and ergonomics. O período de busca de artigos ocorreu entre os meses de março de 2009 e março de 2010. Na busca, foram identificados artigos em que manutenibilidade não estava relacionada à execução dos serviços de manutenção de sistemas e equipamentos, mas foram incluídos por tratarem e discutirem paralelamente a problemática.

3 RESULTADOS

3.1 MANTENABILIDADE: DO DEBATE TEÓRICO ÀS PRÁTICAS

Com relação às publicações, no *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, nos resumos de 41 artigos relacionados à execução da manutenção, publicados no período de 2007 a 2009, o tema manutenibilidade é pouco explorado na literatura, mesmo tendo interferência direta nos indicadores dos temas tratados, o que se constata na tabulação dos temas e palavras chave apresentados nos Quadros 1 e 2.

Temas	Frequência
Manutenção Preventiva	5
Manutenção Produtiva Total – TPM	4
Confiabilidade	3
Disponibilidade	2
Manutenção industrial	2
Administração da Manutenção, Auditoria de manutenção, Avaliação de risco de segurança, Degradação e Predição de Falhas, Desempenho de Manutenção – MDM, Diagnóstico, Estratégia de Manutenção, Estrutura de Manutenção, Garantia de qualidade de pessoal, Gerenciamento da Manutenção, Gerenciamento da Qualidade Total –TQM, Indicadores de Desempenho, Informática na Manutenção, Manutenção Corretiva, Manutenção de Classe Mundial, Manutenção Integrada, Manutenção Periódica, Manutenção Pró-ativa, Priorização e Investimento, Processo e Gerente de Manutenção, Programa de Manutenção a Curto Prazo, Programação de Manutenção, Riscos Ocupacionais na Manutenção	1

Quadro 1 - Assuntos Artigos *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2007 a 2009

O que se verifica no Quadro 1, com relação aos artigos estudados, diz respeito a uma preocupação no desenvolvimento e estudo de métodos e modelos associados à gestão da manutenção, onde o tema manutenibilidade não foi desenvolvido. Esta condição é constatada no Quadro 2, onde se pode inferir que o foco está localizado no conceito e no desempenho das funções de manutenção, tarefas e atividades e em setores da economia e regiões geográficas; palavras chave associadas à manutenibilidade não constaram como referência.

Palavras-Chave	
Descrição	Frequência
Manutenção	19
Manutenção Produtiva	8
Performance	5
Decisão	4
Indústria de Óleo, Qualidade	3
Auditando, Confiabilidade da Manutenção, Falhas Mecânicas, Gerenciamento de Riscos, Índia, Indústria de Gás, Processo Analítico Hierárquico, Processo de Markov, Segurança e Higiene Ocupacional, Seis Sigma	2
Administração de Pessoal, Análise de Pareto, Análise de Valor, Análise em Tempo Real, Análise Funcional, Aplicação em Computação, Assuntos, Avaliação, Capacidade de Produção, Computadores, Controle de Erro, Controle de Qualidade, Controle Estatístico de Processo, Controle Hierárquico, Custos, Custos de Materiais, Custos Diretos do Trabalho, Desalinhamento, Desarranjos, Efetividade de Gerenciamento, Engenharia Aeroespacial, Equipamentos de Produção, Estrada de Ferro, Estratégia Competitiva, Estratégia Competitiva, Fatores Críticos de Sucesso, Finlândia, Garantia de Qualidade, Gerenciamento da Produção, Gerenciamento da Qualidade Total, Gerenciamento de Confiabilidade, Gerenciamento de Operação, Gerenciamento de Projetos, Indústria Aérea, Indústria de Alimentos, Indústria de Manufatura, Indústria de Serviços, Indústria Têxtil, Inspeção, Kuwait, Manufatura, Manutenção Preventiva, Medição de Performance, Melhorias, Monitorando Condições, Noruega, Pequenas Falhas, Planejamento de Processo, Processos, Processos Químicos, Produtos Alimentícios, Produtos de Padaria, Programa de Manutenção, Programação de Produção, Programação em Tempo Real, Programando, Questões Econômicas, Reconhecimento de padrão, Redes Neurais, Reino Unido, Retorno de Investimento, Semicondutores, Sequência de Trabalho, Simulação Monte Carlo, Sistemas de Decisão, Sistemas de Manufatura, Sistemas Elétricos de Potência, Sistemas operacionais, Stakeholder, Tecnologias de Comunicação, Tempo Médio entre Falhas, Trens, United States of América	1

Quadro 2 - Palavras chave em artigos do *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2007 a 2009

Ainda na verificação do tipo de publicação do Journal of Quality in Maintenance Engineering, no período 2007 a 2009, constatou-se que são pouco expressivos os artigos feitos em estudo de caso. Isto caracteriza a existência de uma publicação menos intensa utilizando uma estratégia de pesquisa que tem por preocupação o entendimento do fenômeno social, inclusive de forma cognitiva. Neste contexto, a Figura 1 apresenta graficamente os tipos de desenvolvimento de estudos publicados no periódico, onde estudo de caso representa menos de vinte por cento das pesquisas apresentadas.

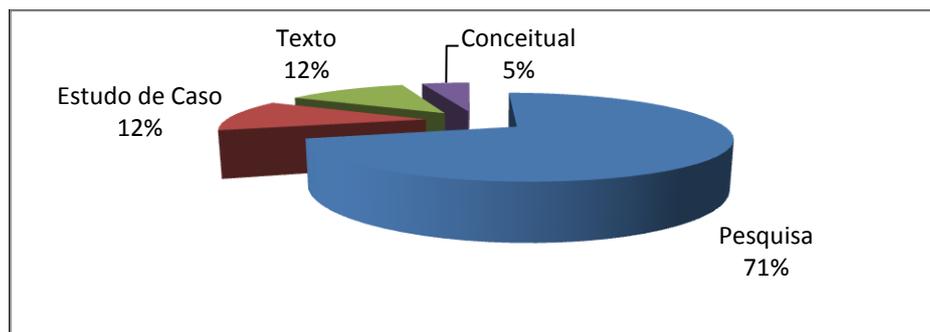


Figura 1 - Artigos Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2007 a 2009: Estratégia de Pesquisa

Com relação às melhores práticas adotadas e melhorias agregadas nas funções de manutenção em empresas públicas e privadas no Brasil, verificou-se os assuntos abordados em trezentos e quinze Trabalhos Técnicos apresentados nos Congressos Brasileiros de Manutenção de 2005, 2006 e 2007, promovidos pela ABRAMAN, com os resultados obtidos apresentados na Figura 2.

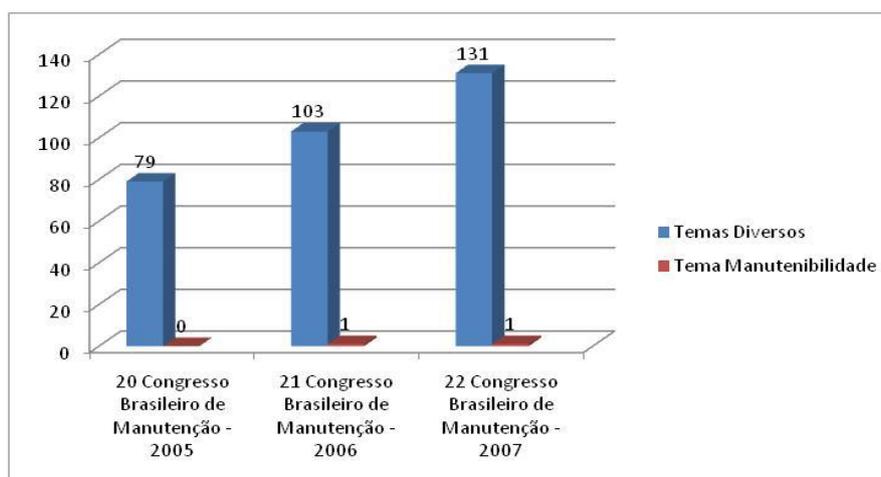


Figura 2 – Manutenibilidade em Trabalhos Técnicos nos Congressos Brasileiros de Manutenção – 2005/2007

Como resultado da observação, trezentos e quinze Trabalhos Técnicos apresentados, dois Trabalhos Técnicos abordaram o tema manutenibilidade, mas com enfoque em confiabilidade, disponibilidade e tempo de execução, que não contempla a abordagem da manutenibilidade objeto deste estudo. Estas constatações, do ponto de vista científico e prático, são determinantes para atestar a visão insuficiente de manutenibilidade, que está sendo considerada por organizações e para a interpretação da legislação e das normas. A constatação da não preocupação com requisitos operacionais, associados às condições de execução dos serviços de manutenção, justifica a necessidade de desenvolver reflexão estruturada sobre a observação a requisitos de manutenibilidade relacionada à execução da manutenção.

3.2 MANTENABILIDADE: DAS NORMAS E DO PROJETO À EXECUÇÃO

Pela interpretação dada à definição, manutenibilidade se caracterizou como um elemento de projeto, na busca por uma maior facilidade projetada para a execução de serviço de manutenção, medida por indicadores de tempo de execução. No entanto, pouco institucionalizada está a verificação das condições de execução, do ambiente de execução e dos meios e recursos, no momento de realizar as tarefas de manutenção. Nas alterações ou adaptações de estruturas e plantas, consequência dos modos de produção e sucessão tecnológica, a manutenibilidade projetada é alterada e, nem por isto, a execução sofre alterações formais. Outras condições que favorecem a não conformidade na execução dizem respeito aos desgastes das instalações, às condições ambientais, à estrutura de decisão na programação, adaptações e arranjos de processo ou a capacidade cognitiva e dos conhecimentos dos mantenedores, que, muitas vezes, não são considerados na programação e execução dos serviços.

Na literatura, como na norma inglesa BS 3811, a manutenibilidade é definida como a qualidade de combinar características de um equipamento projetado, o qual possibilita a execução de manutenção por pessoal de média habilidade. Para Wuttke (2008), em seu estudo sobre o cálculo da disponibilidade e da posição na curva da banheira de uma válvula de processo petroquímico, manutenibilidade concentra-se em diminuir o tempo da duração de falhas em um sistema e restabelecer o funcionamento no menor tempo possível. Assim, sua finalidade é indicar em que tempo médio a equipe de manutenção terá sucesso no reparo, sendo um indicativo de desempenho, porém não é isolado. Miyasawa (2003), ao fazer recomendações para a melhoria da manutenibilidade de sistemas baseados em COTS (sistemas de software pré-construídos, cujo código-fonte não fica disponível), adota a definição da Standard Glossary of Software Engineering Terminology – IEEE. Neste caso, o conceito de

manutenibilidade é abordado como sendo a facilidade com que o sistema de software ou produto pode ser modificado para corrigir erros, melhorar o desempenho ou outros atributos, ou ainda adaptar-se a ambientes modificados. O autor afirma que manutenibilidade permeia todo o desenvolvimento de um sistema e que as equipes de manutenção e desenvolvimento devem ter consciência de sua definição, para que possam desenvolver sistemas que possuam tais requisitos.

A complexidade da aplicação do conceito de manutenibilidade está então refletida no suporte oferecido pela organização para o desempenho da manutenção, principalmente quanto aos recursos necessários em uma manutenção no campo. Em tais condições desfavoráveis acentuam-se as restrições relativas ao ambiente de trabalho e dificuldade de acesso. Por exemplo, em um defeito caracterizado como crítico, a ação humana, na conjugação dos elementos de não conformidade, produz um resultado diferente daquele que se pretendia ou que se deveria obter com relação aos riscos à saúde e segurança, comprometendo a confiabilidade esperada.

Com relação à execução, a Norma Regulamentadora da Ergonomia – NR 17 é um dos principais elementos de sustentação da manutenibilidade na legislação vigente no país. Em sua definição, visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação do ambiente e das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Quando trata das condições de trabalho, a norma faz inferência a três questões centrais para alcançar a manutenibilidade: condições do ambiente, organização do trabalho e meios (recursos, informações, logística, etc.). No Quadro 3 são apresentados requisitos legais a serem atendidos.

Condições	Medidas
Ambientais	Atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, são recomendados controles de ruídos, temperaturas, velocidade e umidade relativa do ar.
	Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, apropriada à natureza da atividade.
Organização do Trabalho	Deve ser adequada às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.
	Deve levar em consideração as normas de produção, o modo operatório, a exigência de tempo, a determinação do conteúdo de tempo, o ritmo de trabalho e o conteúdo das tarefas.
Equipamentos	Os equipamentos que compõem um posto de trabalho devem estar adequados às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

Quadro 3 – Condições de Trabalho NR 17

Fonte: Adaptado de Brasil (1990).

Com respeito a acidentes no ambiente de trabalho, a norma NBR 14280 - Cadastro de Acidentes do Trabalho traz uma definição abrangente. Esta norma, que visa à identificação e

registro de fatos fundamentais relacionados com os acidentes de trabalho para proporcionar meios de orientação aos esforços prevencionistas, tem por objetivo fixar critérios para o registro, comunicação, estatística e análise de acidentes do trabalho, suas causas e conseqüências, aplicando-se a quaisquer atividades laborais. Em sua caracterização da Condição Ambiente de Segurança, inclui desde a atmosfera do local de trabalho até as instalações, equipamentos, substâncias e métodos de trabalho empregados, como condições do meio que causou o acidente ou contribuiu para a sua ocorrência. Esta definição se torna importante na medida em que estabelece como requisito necessário à execução de serviços a conformidade do ambiente, elemento definidor da adequada manutenibilidade.

Por estarem relacionados diretamente à vida, os elementos a serem destacados como prioritários, para garantir a manutenibilidade, são saúde e segurança. Para tanto, a norma OHSAS 18001 – Occupational Health and Safety Assessment, estabelece requisitos e critérios para que o Sistema de gestão de Saúde e Segurança no Trabalho (SGST) seja compatível e facilite a integração dos sistemas de gestão da qualidade, ambiental e de saúde e segurança. A norma declara que a responsabilidade final pela saúde e segurança é da alta administração, devendo designar representantes com responsabilidade específica de assegurar que o SGST esteja adequadamente implementado e operando conforme os requisitos em todos os locais e níveis de operação da organização. Logo, a administração deve fornecer os recursos essenciais para assegurar a implementação, controle e melhoria do sistema de gestão de saúde e segurança.

Para dar consequência a sua definição, a norma, em seu escopo, referencia a necessidade de uma política de saúde e segurança autorizada pela alta administração da organização. Esta deve declarar os objetivos globais de saúde e segurança e o comprometimento com sua melhoria de desempenho. Nesse contexto, a política necessita ser apropriada à natureza e escala dos riscos de saúde e segurança da organização, incluir o comprometimento para melhoria contínua, demonstrar o atendimento à legislação e regulamentos em vigor referentes à saúde e segurança, bem como com outros requisitos nos quais a organização se subscreva. A política também deve ser devidamente documentada, implementada e mantida; ser comunicada a todos os empregados para que se conscientizem de suas obrigações pessoais com relação à saúde e segurança. Finalmente, ela precisa estar disponível às partes interessadas e ser revisada periodicamente para assegurar que permaneça relevante e apropriada para a organização.

Com respeito aos riscos, a OHSAS 18001 se preocupa com a identificação de fator de risco, avaliação e implementação de medidas de controle, que incluem atividades rotineiras e

não rotineiras. A preocupação também se estende às atividades de todas as pessoas que têm acesso ao local de trabalho (inclusive contratadas e visitantes) e instalações no local de trabalho. Para a manutenção, estas medidas preventivas em relação à execução de atividades e tarefas forjam o primeiro lastro para garantir a manutenibilidade relacionada ao profissional. A norma assume também a responsabilidade legal, quando indica que a organização deve estabelecer um procedimento para identificar e ter acesso aos requisitos legais e outros aplicáveis à organização. Assim, a organização deve identificar as operações e atividades onde for necessário aplicar medidas de controle, planejando essas atividades, inclusive manutenção, para assegurar que as mesmas sejam realizadas sob condições específicas, conforme figura 6 – Condições para operações e atividades de risco OHSAS 18001.

Fatores	Medidas
Documentos	Estabelecimento e manutenção de procedimentos documentados para cobrir situações onde sua falta levaria a desvios da política de saúde e segurança, e dos objetivos.
CrITÉRIOS	Estipulação dos critérios de operação nos procedimentos.
Procedimentos	Estabelecimento e manutenção de procedimentos relativos aos riscos identificados de saúde e segurança em mercadorias, equipamentos e serviços adquiridos e/ou utilizados pela organização e a divulgação dos procedimentos e requisitos relevantes a fornecedores e contratadas.
Ambiente de Trabalho	Estabelecimento e manutenção de procedimentos para o projeto do local de trabalho, processo, instalações, maquinário, procedimentos operacionais e organização do trabalho, inclusive sua adaptação para a capacidade humana, de forma a eliminar ou reduzir os riscos de saúde e segurança na fonte.

Quadro 4 – Condições para operações e atividades de risco OHSAS 18001

Fonte: Adaptado de Occupational Health and Safety Assessment (1999).

Complementar aos requisitos anteriores, a norma SA 8000 – Responsabilidade Social, da *Social Accountability International*, especifica outros de responsabilidade social. Esta norma visa possibilitar uma empresa: desenvolver, manter e executar políticas e procedimentos, com o objetivo de gerenciar aqueles temas passíveis de controlar ou influenciar universalmente com relação à localização geográfica, setor da indústria e tamanho da empresa. No que concerne à saúde e segurança, o Quadro 5 apresenta os critérios referidos pela norma.

Fatores	Critérios
Ambiente de Trabalho	A empresa, tendo em mente o conhecimento corrente da indústria e quaisquer perigos específicos, deve proporcionar um ambiente de trabalho seguro e saudável e deve tomar as medidas adequadas para prevenir acidentes e danos à saúde que surjam do, estejam associados com ou que ocorram no curso do trabalho, minimizando, tanto quanto seja razoavelmente praticável, as causas de perigos inerentes ao ambiente de trabalho.
Responsabilidade	A empresa deve nomear um representante da alta administração responsável pela saúde e segurança de todos os funcionários e responsável pela implementação dos elementos de Saúde e Segurança desta norma.
Capacitação	A empresa deve assegurar que todos os funcionários recebam treinamento registrado sobre saúde e segurança regular e que tal treinamento seja repetido para os funcionários novos e para os funcionários designados para novas funções.
Prevenção	A empresa deve estabelecer sistemas para detectar, evitar ou reagir às ameaças à saúde e segurança de todos os funcionários.
Necessidades Básicas 1	A empresa deve fornecer, para uso de todos os funcionários, banheiros limpos, acesso à água potável e, se apropriado, acesso a instalações higiênicas para armazenamento de alimentos.
Necessidades Básicas 2	A empresa deve assegurar que, caso sejam fornecidas para os funcionários, as instalações de dormitório sejam limpas, seguras e atendam às necessidades básicas dos funcionários.

Quadro 5 – Fatores e Critérios SA 8000

Fonte: Adaptado de Social Accountability International (2001).

Quanto à capacitação de pessoal especialista de manutenção tratada pela norma SA 8000, a regulação *The Specification for Requirements of an European Maintenance Specialist – SREMS*, da *The European Federation of National Maintenance Societies*, referencia em seus requisitos de formação conteúdo que capacita à manutenibilidade, seja pelo conhecimento corporativo da organização como pelo estudo de planejamento de trabalho, gerenciamento de equipe, legislação e regulações, entre outros conteúdos.

A manutenibilidade, abordada pela qualidade, evidencia que a manutenção é um serviço executado por pessoas e que pode afetar as especificações e qualidade do produto das organizações. Logo, tem nas pessoas, a partir de suas capacidades e competências, o cumprimento dos objetivos da manutenção. A norma ISO/TS 16949, referência ao padrão mundial de Sistemas de Gestão da Qualidade, deve ser abordada visto que considera a competência do pessoal que executa atividades, e que afeta a qualidade do produto e a não conformidade para requisitos da qualidade. Esta competência tem como base a educação, treinamento, habilidades e experiência apropriada, o que para a manutenibilidade é determinante.

Com relação à introdução de novos métodos e práticas, para alcançar as exigências necessárias aos trabalhadores de competência, conscientização e treinamento, a norma determina que a organização deve prover treinamento no trabalho. Isto vale em qualquer trabalho novo ou modificado, que afete a qualidade do produto, inclusive pessoal terceirizado ou prestador de serviço. No que diz respeito ao cliente, as não conformidades devem ser informadas ao pessoal cujo trabalho pode afetar a qualidade. Para tanto, a norma determina à organização ações estratégicas (Quadro 6).

Características	Responsabilidade
Competência	Determinar as competências necessárias para o pessoal que executa trabalhos que afetam a qualidade do produto.
Capacidade	Fornecer treinamento ou tomar outras ações para satisfazer essas necessidades de competência.
Eficácia	Avaliar a eficácia das ações executadas.
Qualidade	Assegurar que o seu pessoal está consciente quanto à pertinência e importância de suas atividades e de como elas contribuem para atingir os objetivos da qualidade.

Quadro 6 – Responsabilidades da Organização: ISO/TS 16949

Fonte: Adaptado de International Organization for Standardization (2002).

Com relação a melhorias, a norma estabelece ações corretivas e preventivas para evitar a repetição de não-conformidades e eliminar causas potenciais a sua ocorrência, conforme Quadro 7. Convém salientar que a norma NBR15100, considerando exigências de confiabilidade, conformidade e manutenibilidade do setor aeroespacial, estabelece os mesmos requisitos de melhoria para Garantia da Qualidade que a ISO/TS 16949.

Método	Foco	Ação
Ação Corretiva	Requisitos de Procedimento Documentado	Análise crítica das não-conformidades.
		Determinação das causas das não-conformidades.
		Avaliação da necessidade de ações para assegurar que aquelas não-conformidades não ocorrerão novamente.
		Determinação e implementação de ações necessárias.
		Registro dos resultados de ações executadas.
	Solução de problema	Análise crítica de ações corretivas executadas.
À prova de erro	Ter um processo definido para resolver problema conduzido para identificar e eliminar a causa. Se existir um formato para solução do problema prescrito pelo cliente, a organização Deve usar o formato prescrito.	
Impacto da ação corretiva	A organização deve aplicar a ação corretiva a outros processos e produtos semelhantes, e implementar <u>a</u> -controles, para eliminar a causa de uma não conformidade.	
Ação Preventiva	Requisitos de Procedimento Documentado	Definição de não-conformidades potenciais e causas.
		Avaliação da necessidade de ações para evitar a ocorrência de não-conformidades.
		Definição e implementação de ações necessárias.
		Registros de resultados de ações executadas.
		Análise crítica de ações preventivas executadas.

Quadro 7 – Ações de Melhorias: ISO/TS 16949

Fonte: Adaptado de International Organization for Standardization (2002).

A norma NBR 5674 (Manutenção de edificações) também deve ser considerada na construção de um modelo de manutenibilidade. Em particular, porque as edificações são o suporte físico para a realização direta ou indireta de todas as atividades produtivas e, portanto, possuem um valor social fundamental. Por exemplo, no caso de exposição a riscos importantes como em subestações de energia, é possível, com relação à legislação e normas, que estas sejam parte integrante de edificações cuja ocupação tenha outros fins. Além disto, as edificações, por serem construídas para atender seus usuários durante sua ocupação, devem

apresentar condições adequadas ao uso que se destinam, resistindo aos agentes ambientais e de uso que alteram suas propriedades técnicas iniciais ou projetadas. Assim, devem ser considerados seus requisitos quanto ao projeto e à programação e execução dos serviços de manutenção para garantir os objetivos buscados na mantabilidade.

Com relação aos padrões de operação da manutenção, conforme a norma NBR 5674, estes devem ser definidos considerando que na organização do sistema de manutenção necessitam da previsão de estruturas materiais, financeiras e de recursos humanos. Ao referir que todos os serviços de manutenção devem ser definidos em planos de curto, médio e longo prazo, estabelece requisitos para projeto e programação dos serviços de manutenção. O Quadro 8 apresenta estes requisitos da Norma NBR 5674.

	Requisitos	Ações
Padrões de Operação da Manutenção	Desempenho	Desempenho mínimo das edificações tolerável pelos seus usuários e proprietários, especialmente em aspectos prioritários relacionados com a higiene, segurança e saúde dos usuários.
	Prazo	Prazo aceitável entre a observação da falha e a conclusão do serviço de manutenção.
	Regulações	Preceitos legais, regulamentos e normas aplicáveis pela legislação vigente.
	Monitoramento	Periodicidade de inspeções.
	Investimento	Balço entre os recursos disponíveis e os recursos necessários para a realização dos serviços de manutenção.
Projeto e Programação DDD Serviços de Manutenção	Os serviços de manutenção devem ser previamente projetados e programados	Desenvolver ambiente técnico.
		Estabelecimento de regras de criticidade para executar o planejamento.
	Especificações do projeto de um serviço de manutenção	Especificações detalhadas dos materiais e procedimentos de execução.
		Desenhos e plantas, incluindo detalhes.
		Programação de atividades, incluindo, quando necessário, a previsão de estágios intermediários para o controle da qualidade dos serviços realizados.
		Dispositivos de sinalização e proteção dos usuários.
		Instruções para procedimento em caso de imprevistos.
		O projeto deve prever acessos seguros a todos os locais da edificação onde sejam realizadas inspeções e serviços de manutenção.
	Os serviços de manutenção devem ser projetados de maneira a minimizar a interferência nas condições de uso normal da edificação durante a sua execução	Garantir disponibilidade.
	Os serviços de manutenção devem ser projetados de maneira a minimizar a interferência dos usuários durante sua execução	Restrição/isolamento da área.
	Para a programação dos serviços deve-se considerar	Durabilidade esperada dos materiais e componentes nas condições ambientais a que estão submetidos.
		Relatórios das inspeções.
		Solicitações e reclamações dos usuários.
Experiência acumulada, conforme os registros disponíveis.		
Restrições climáticas e ambientais.		
Padrões de manutenção.		
Escala de prioridades entre os diversos serviços.		
Disponibilidade financeira.		

Quadro 8 – Requisitos: NBR 5674

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas (1980).

Mesmo considerando a regulamentação existente, a falta de uma referência institucional força organizações públicas e privadas, de forma direta ou indireta, a formularem regulações para o atendimento de facilidades que gerem, entre outros requisitos, segurança no exercício das funções de manutenção. Como exemplos destas formulações em organizações públicas, o *Department of Consumer and Business* (Estados Unidos da América), criou o documento denominado “58 atributos de excelência de um Programa de Segurança, Saúde e Ergonomia”. Neste, em seu atributo 18 – Execução de Manutenção Preventiva, com relação ao programa de manutenção, considera como primeiro elemento a facilidade do lugar onde será executado o serviço; além de referenciar segurança, emergência e risco, como elementos da definição de manutenibilidade. Outro exemplo, no Art. 9 do *Air Navigation Order 1995*, do *Hong Kong Legal Information Institute*, que trata do certificado de revisão de manutenção, apresenta a preocupação da capacidade da responsabilidade com a execução explicitada por capacidade. Já nos Códigos de Edificações dos Municípios no Brasil, em termos gerais, remetem questões relativas a instalações elétricas às prescrições das normas brasileiras e regulamentos de instalações consumidoras da concessionária de energia elétrica. Desta forma, há falta de referência quanto a requisitos de manutenibilidade quanto à facilidade e conformidade da execução. No Brasil, o município de Itajaí (SC) criou a Instrução Normativa nº 008/CMA/2007, que trata de Programa de Manutenção de Obras Públicas, estabelece indiretamente requisitos de manutenibilidade, quando considera a dependência da organização da manutenção à compatibilidade com relação ao porte e complexidade da instalação.

3.3 SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO E MANTENABILIDADE

Manutenção é um serviço, portanto, um produto da atividade humana que, sem assumir a forma de um bem, satisfaz uma necessidade. Os serviços, por sua vez, têm características bem próprias, como as apresentadas no Quadro 9.

Autor	Características de Serviço
SAMPSON (2000)	O serviço só começa quando os clientes interferirem.
	A diversidade de serviços em ambientes similares.
	Os serviços tendem a ser intensivos com difícil padronização.
	Os serviços podem ser realizados em locais diversos.
SAMPSON e FROEHLE (2006)	Envolvimento de um bem físico no processo de serviço.
	Informações introduzidas pelos clientes nos processos de serviços, podem ou não ter consequência direta.
	Variabilidade de contribuições do cliente.
	Processos de serviços são mais difíceis de administrar do que os de não-serviço, graças a existência necessária de clientes.
VARGAS (2006)	Inovação em serviços é resultado da adoção de inovações tecnológicas desenvolvidas no setor de produção de bens de capital.
	A constituição de novo serviço se dá por meio da instituição de um “serviço básico” ao qual podem estar associadas inovações incrementais em “serviços periféricos”.
	A inovação envolve características genéricas, em que a ênfase recairá sobre peculiaridades da manufatura ou dos serviços de acordo com a intensidade da relação usuário-produtor.

Quadro 9 – Características dos Serviços

Fonte: Elaborada pelos autores.

Assim, a principal característica da manutenção, como serviço, é o fato de existir somente enquanto estiver sendo realizada. Portanto, todas as ações de melhoria, de segurança, preventivas ou corretivas, somente poderão ser implementadas durante a execução dos serviços de manutenção. O que não for tratado desta forma tornar-se-á retrabalho, o que poderá impactar no resultado da organização.

Em sua definição formal na NBR 5462, manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Considerando que é um processo de apoio ao processo principal da organização, Tavares (2003) entende que os processos de manutenção são normalmente afetados por um sem fim de razões, que podem alterar os resultados desejados. Estas razões, que acontecem de várias maneiras, fazem com que os processos requeiram controles por critérios distintos, particularmente a eliminação ou redução dos erros humanos. Do mesmo modo precisam respeitar os regramentos ambientais para alcançar ou manter os resultados desejados.

Na continuação de seus estudos, com relação à efetividade da manutenção, Tavares, Calixto e Poydo (2005) afirmam que uma das formas para atingir as metas desejadas seria a manutenção se tornar fonte geradora de receita, com investimentos em projetos que visem baixar os custos de capital. Para tal, as intervenções devem acontecer em menor tempo e com menos gastos. Destaca-se aqui a importância da busca pela melhoria de mantabilidade, medida através dos índices TMPR (Tempo Médio Para Reparos) e TMPP (Tempo Médio Para Preventivas). Assim, busca-se verificar as ações que proporcionem uma sensível redução do tempo necessário para a manutenção (reengenharia de máquina) e os métodos e processos que estão sendo aplicados (planejamento da disponibilidade de máquinas, ferramentas e

sobressalentes). Neste contexto, estão incluídas ações que visem, por exemplo: garantir a segurança do trabalho, a preservação do meio ambiente, autorizações prévias necessárias à intervenção, negociação com os terceiros, limpeza do local de trabalho e montagens especiais.

Para tanto, Pinto e Nascij (2006) estabelecem alguns princípios que devem ser considerados como fundamentais na busca da melhoria da manutenibilidade, sustentados em quatro pressupostos. Estes são caracterizados como: sempre é possível melhorar a manutenibilidade; as melhorias podem surgir das dificuldades encontradas pelo pessoal da manutenção, ou pela análise dos serviços pelo planejamento; o ganho que se obtém com melhorias de manutenibilidade durante paradas de manutenção é significativo; e, ainda, o planejamento da manutenção e a engenharia de manutenção devem ter constante preocupação com a melhoria da manutenibilidade. Tais princípios são apresentados no Quadro 10.

Princípio	
Requisitos	A manutenibilidade deve sempre estar associada aos seguintes conceitos fundamentais: qualidade, segurança, custos, tempo - qualidade do serviço a ser executado (entregue); segurança do pessoal que executa o serviço e a instalação; custos envolvidos, incluindo perdas de produção; tempo ou indisponibilidade do equipamento.
Suprimentos	A manutenibilidade será melhor se os seguintes critérios relacionados à área de suprimentos forem adotados: intercambiabilidade, padronização de sobressalentes, padronização de equipamentos na planta.
Monitoramento	Sistemas de detecção e indicação de desgaste, condições anormais ou falhas (monitoramento) fazem parte da melhoria da manutenibilidade da planta, pois permitem atuação orientada do pessoal de manutenção.
Simplicidade	A manutenibilidade será tanto maior quanto mais sejam adotadas técnicas comuns, clássicas ou de domínio geral, que não exijam habilidades especiais do pessoal de manutenção.
Facilidade	Os equipamentos devem apresentar facilidade de montagem e desmontagem, incluindo: utilização de ferramentas universais (não especiais), acesso (escadas, passarelas, bocas de visita, portas de inspeção, espaço suficiente para fazer regulagens ou colocar ferramentas).
Informação	As informações relativas à manutenção devem ser claras e concisas e de fácil compreensão. Tais informações devem permitir: treinamento do pessoal; estabelecimento de política de manutenção; estabelecimento de padrões simplificados de manutenção; inserção de dados, desenhos e diagramas em computador.

Quadro 10 - Princípios Fundamentais para a Melhoria da Manutenibilidade

Fonte: Elaborada pelos autores.

O mesmo autor, com relação ao princípio da facilidade, afirma que esse é o item menos observado no projeto e que mais problemas causa à manutenção. Como exemplos cita: fácil retirada e colocação de subconjuntos, instrumentos ou acessórios que exijam manutenção, aferição ou inspeção com frequência elevada; paus de carga, turcos, macaquinhos e dispositivos que permitam movimentação de peças ou componentes de maior peso, principalmente em locais onde o acesso de máquinas de elevação de cargas é prejudicado; simplicidade de projeto evitando regulagens e verificações complexas após desmontagem; alternativas para que a atuação do pessoal de manutenção seja feita em local seguro e longe de exposição de ambiente agressivo.

Muniz (2005), a partir da abordagem da manutenibilidade, entende em sua proposta de política de manutenção (Manutenção Criativa), que as organizações, públicas ou privadas, para gerenciar seus ativos, devem constituir uma política de manutenção adequada a sua visão estratégica. Por consequência, todas as definições posteriores serão resultado desta política, inclusive as que dizem respeito ao modelo de gerenciamento, estrutura organizativa, tomada de decisão e, principalmente, execução de atividades e tarefas. Esta consideração repercute no entendimento de que as definições associadas à manutenibilidade têm e são funções estratégicas, comprometidas com os resultados organizacionais. Desta forma, defende que a política de manutenção deva ter dimensões claramente associadas à manutenibilidade, que busquem levar ao ambiente de execução dos serviços uma crítica construtiva e autonomia pró-ativa, a partir do atendimento à legislação, da observação às normas e da consideração de melhores práticas. No Quadro 11 são apresentadas as dimensões da Manutenção Criativa, sustentada em princípios democráticos de relação de trabalho e científicos quanto as suas técnicas. Estas dimensões estão comprometidas com a organização, pessoas, saúde, meio-ambiente e segurança e com a qualidade e a capacidade, que resultam em elementos estratégicos. Uma vez que, no conjunto, são responsáveis pelo desenvolvimento crítico e pela autonomia necessária ao melhor desempenho da manutenção.

Dimensão	Escopo
Pessoas	Por entender que manutenção é um serviço executado por pessoas, busca a felicidade dos trabalhadores no exercício das suas atividades, que se propõe a alcançar a partir do bem-estar, das condições adequadas de trabalho, da realização pessoal e da liberdade dos trabalhadores de criarem e proporem processos inovadores para a atividade e para as relações.
Técnica	Diz respeito à capacitação técnica dos mantenedores e a utilização de tecnologias, técnicas e práticas que buscam um nível de capacidade e competência coletivo garantidor dos objetivos Institucionais das Prefeituras Universitárias, que visam garantir a manutenção e a recuperação das infra-estruturas dos Campi. A base das técnicas a serem consideradas é sustentada pelas Normas e por ferramentas gerenciais apropriadas, onde se destaca a Manutenção Produtiva Total – TPM, visto que será necessário contar com a comunidade universitária para a primeira manutenção, que acontece pela adequada operação e pela inspeção dos usuários das infra-estruturas. Outros instrumentos de qualidade irão suportar a filosofia do TPM, como os Princípios Geradores do 5S, os Métodos do Ciclo PDCA e da Análise de Solução de Problemas – MASP, e dos fundamentos de análise da Qualidade e do Estudo de Falhas – FMEA.
Política	Concernente à Responsabilidade Pessoal e ao Compromisso Institucional, individual a cada trabalhador das atividades de Manutenção, seja pela função social que exercem ou como profissionais em suas diferentes áreas de ação.

Quadro 11 – Dimensões da Manutenção Criativa

3.4 MANTENABILIDADE E O FATOR HUMANO

Como resultado de uma atividade humana, a manutenção tem como condicionante primeiro o atendimento a requisitos e necessidades humanas, para que o serviço tenha

execução adequada ao desempenho buscado. Com este entendimento, Kardec (2002) trata a manutenção como sendo uma atividade que exige liberdade e capacidade de criação, sem, contudo, desconsiderar uma disposição individual para mudar e conhecer.

No entanto, as estruturas de poder nas organizações, muitas vezes, desconhecem os processos, atividades e tarefas, criando impedimentos à criação de novas soluções. Entre estas pode-se citar a inovação, que é palavra chave para oferecer respostas a muitas tarefas que a realidade impõe aos homens e mulheres da manutenção, desafiados a enfrentar inclusive as estruturas hierárquicas e conservadoras das empresas. Desta forma, manutenção é a superação das coisas velhas; é impor o novo; é inventar e inovar, simultaneamente, transformando conceitos e processos a partir de tecnologia e desenvolvimento de novas práticas. Para esta realidade, o profissional da manutenção deve estar preparado para alavancar processos sustentados por fatores técnicos e de capacidade humana.

Embora o conceito fundamental da manutenção moderna seja que o Setor de Manutenção ofereça uma manutenção considerada boa, quando não existir manutenção corretiva, muitas vezes o profissional é obrigado a encarar um problema que não pode ser previsto. Problema este gerado conceitualmente pela defasagem entre o que é e o que deveria ser previsto ou prescrito. Naturalmente, os serviços de manutenção deveriam seguir um método de identificação das causas possíveis, com todas as suas variáveis; no entanto, geralmente, o problema (situação de não-conformidade) e suas causas caracterizam situações de extrema complexidade e que requerem um maior conhecimento. Esta atividade, que exige do profissional de manutenção uma grande capacidade multifuncional, é considerada por Kardec (2002) como elemento chave da manutenibilidade.

Em condições de conformidade, os profissionais da manutenção devem seguir procedimentos e melhores práticas. Contudo, com muita criatividade, já que a capacidade de buscar rapidamente a(s) causa(s) da anomalia está relacionada diretamente ao profissional e suas capacidades. Estas podem ser descritas como técnica e cognitiva, ao interpretar, representar o problema e prover a solução, em um contexto envolvendo processos simultâneos de criatividade, de qualidade tecnológica do produto de seu trabalho, bem como do Setor de Manutenção.

Deve-se considerar, ainda, que o modo de trabalho do homem de manutenção difere no modo de organizar o trabalho de outras atividades, pela disponibilidade exigida e pela capacidade de, a partir de conhecimento, atender às diferentes demandas a ele impostas. Com relação ao ambiente de manutenção, Kardec (2002) reflete sobre alguns princípios e

qualidades importantes, que devem ser resguardadas no exercício da atividade de manutenção (Quadro 12).

Princípios	Ação
Atitude	Pensar Manutenção baseado na garantia da vida dos equipamentos.
Comportamento	Fazer Manutenção é ação do homem pautado pela atitude.
Tecnológico	Conhecer Manutenção é ampliação do conhecimento técnico, através a aprendizagem e do conhecimento dos valores e normas de manutenção.
Integrativo	Integração dos aspectos de “ Pensar Manutenção ”, “ Fazer Manutenção ” e “ Conhecer Manutenção ”.
Livre Arbítrio	Necessário para aplicar os princípios anteriores, determinante da base principal de toda e qualquer Mudança .

Quadro 12 – Princípios de Mantabilidade na atividade de manutenção

3.5 MANTENABILIDADE E SAÚDE, MEIO AMBIENTE E SEGURANÇA - SMS

Ao tratar dos desenvolvimentos econômicos e sociais e a preservação ambiental, Fahel, Campos e Araújo (2006) afirma que os condicionantes de saúde e meio ambiente sempre estiveram intimamente interligados. Impossível conceber condições de saúde favoráveis num contexto ambiental precário ou comprometido. Assim, quando se aborda a questão do desenvolvimento, estes dois assuntos estão necessariamente em pauta, visto que situações de risco ambiental ou de saúde são insustentáveis ao longo do tempo, por comprometem os pilares do desenvolvimento durável.

Na natureza das coisas, nada artificial é indestrutível, mas executando consertos a intervalos regulares, por uma atividade conhecida como manutenção, a vida útil pode ser estendida (DHILLON; LIU, 2006). Portando, manutenção se tornou estratégica e, por ser um serviço existente a partir de atividades humanas, os processos associados à manutenção podem oferecer riscos, perigos e erros humanos. As consequências comprometem a saúde e a segurança dos trabalhadores e também causam danos ao meio ambiente e ao patrimônio.

As condições e ambientes perigosos e de altos riscos dos processos de manutenção, quando não gerenciáveis, são assumidos como de alta criticidade. Por lógica, a busca é por tornar todos os processos perigosos à vida gerenciáveis e possíveis de serem admitidos pela redução de seus riscos. Métodos e técnicas são adotados e aplicados a partir de leis e normas, com a função primeira de exercer este gerenciamento. Contudo, mesmo com a implantação de políticas de saúde e segurança, a adoção de melhores práticas, programas de saúde específicos e o cumprimento das legislações e normas podem ser insuficientes para garantir a saúde e a segurança do trabalhador. A efetividade requerida na execução da atividade/tarefa de manutenção estará comprometida. Para os trabalhadores da atividade de manutenção, garantir

a manutenibilidade também é garantir a gestão pela não existência e redução dos erros na execução.

Sobre erro humano, considerando sua visão voltada aos ativos da organização, Dhillon e Liu (2006) afirmam que o erro humano existe desde o começo do gênero humano, no entanto, somente nos últimos 50 anos este foi assunto aprofundado em investigação científica. Há várias razões para a ocorrência de erros humanos, como iluminação inadequada na área de trabalho, capacitação ou habilidade inadequadas, força de trabalho exigida, tipo de equipamento envolvido, alto nível de barulho, plano de trabalho inadequado, ferramentas e equipamentos impróprios e procedimentos de manutenção e de operação inadequados. Sua definição de erro humano é resumida como o fracasso para executar uma tarefa especificada ou o desempenho de uma ação proibida, que pode conduzir ao rompimento de operações definidas ou resultar em danos a propriedade e equipamento.

Erro humano, conforme Dhillon e Liu (2006) pode ser classificado em seis categorias: erros operacionais, erros de decisão, erros de especificação, erros de inspeção, erros de instalação e erros de manutenção. Embora todas as categorias estejam relacionadas, o erro de manutenção acontece devido à execução incorreta ou falta de ações preventivas. Dois típicos exemplos são a calibração incorreta de equipamento e aplicação inadequada de engraxe a pontos apropriados do equipamento. A ocorrência de erros de manutenção também aumenta devido ao aumento na frequência de manutenção, quando os equipamentos ficam mais velhos.

Para Graziano (2006), em sua análise de confiabilidade em equipamento de energia, erros na manutenção acontecem diferentemente em cada etapa do ciclo de vida do produto. Necessita-se entender e considerar esta condição, que pode ser representada por sua confiabilidade, que em sua definição tem quatro estruturas fundamentais ou categorias: probabilidade, comportamento adequado, período e condições de uso (Quadro 13). Na classificação de Graziano (2006) se mostra evidente que, para atender no mínimo à expectativa de vida útil, os aspectos humanos da manutenibilidade estão relacionados diretamente com a confiabilidade do equipamento.

Categorias	Definição
Probabilidade	Probabilidade expressa a possibilidade de ocorrência de um evento.
Comportamento adequado	Comportamento adequado indica a existência de um padrão, um referencial a ser atingido ou já definido anteriormente.
Período de Uso	O período de uso deve ser analisado a partir da premissa básica de que falha ocorrerá mais cedo ou mais tarde, tendo por referência a expectativa em relação à vida útil.
Condição de Operação	A condição de operação refere-se a adequação do ambiente de uso relativo à variável de projeto inicialmente estabelecida. A condição de operação está relacionada com os aspectos técnicos e humanos. Significa dizer que formação e capacitação é condição fundamental para a garantia da confiabilidade.

Quadro 13 – Categorias de Confiabilidade

Fonte: Adaptado de Graziano (2006).

4 CONCLUSÃO

Neste estudo foram identificados diferentes indicadores ou requisitos, para que a execução dos serviços de manutenção aconteça em conformidade com padrões e exigências com relação aos trabalhadores, processos, sistemas e estratégias organizacionais.

Constatou-se, também, que a conceituação adotada para manutenibilidade pode ser insuficiente, em uma abordagem relacionada às condições de execução dos serviços de manutenção. Isto ficou evidente ao verificar que a interpretação da legislação e das normas pode se limitar à variável tempo como indicador. Identificou-se também a existência da preocupação de garantir manutenibilidade na fase de projeto, mas a necessidade de organizações estabelecerem critérios de execução da manutenção para obter melhores resultados se tornou imperativo.

Valores associados ao ambiente, capacitação, desenvolvimento pessoal, condições, meios e construção coletiva são demandas evidentes, complementares às normas e determinações organizacionais; necessidades e oportunidades de melhorias quanto à manutenibilidade afloram, quando se observa a necessidade do estabelecimento de requisitos gerais para nortear às atividades de manutenção. O objetivo de reduzir riscos de falhas por não conformidade pode tornar-se uma importante ferramenta para uma melhor manutenibilidade. Constata-se que “o que fazer”, prescrito pelas normas, está sendo ultrapassado pelo “como fazer”, posto que as condições objetivas do ambiente de execução da tarefa são determinantes e não podem ser lacunas na programação dos serviços. Manutenibilidade, assim, torna-se uma ferramenta com bases ergonômicas para que possa garantir a efetividade das atividades e serviços de manutenção pela facilidade e segurança.

De acordo com os trabalhos analisados, pode-se confirmar, que é possível para uma organização, gerenciar manutenção, e particularmente manutenibilidade, a partir da adoção de uma visão que admita o objetivo organizacional, convivendo com qualidade de vida para os trabalhadores. Mais que isto, que é necessário que a gestão da manutenção compartilhar requisitos de manutenibilidade com resultados organizacionais. Portanto, a melhor concepção é tratar manutenibilidade como função estratégica para uma organização, por garantir a conformidade da execução dos processos de manutenção com resultados organizacionais almejados.

Referências

ABRAMAN. Associação Brasileira de Manutenção. **Documento Nacional 2007**. Rio de Janeiro, 2007.

ABRAMAN. Associação Brasileira de Manutenção. **Editorial**. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br>>. Acesso em: 20 dez. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14280**: cadastro de acidentes do trabalho. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: manutenção de edificações – procedimento norma regulamentadora nº 10. Rio de Janeiro: ABNT, 1980.

BEZERRA, Carlos André Dias. **Desenvolvimento de competências e de especialistas em tecnologia e gestão do biodiesel**. Fortaleza: Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará – UFC, 2009.

BRASIL. **NR 17**: ergonomia. Esta Norma Regulamentadora visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Brasília: Ministério do Trabalho, 1990.

CIVIL AVIATION. **The air navigation (Hong Kong) order 1995**. Statutory Instrument n. 2700. 1995. Disponível em: <http://www.opsi.gov.uk/si/si1995/Uksi_19952700_en_5.htm#mdiv9>. Acesso em: 07 maio 2010.

DEKKER, Rommert; SCHOUTENY, Frank Van Der Duyn; WILDEMAN, Ralph. **A review of multi-component maintenance models with economic dependence**. Netherlands: Erasmus School of Economics, Erasmus University Rotterdam, 1996.

DHILLON, B. S.; LIU, Y. Human error in maintenance: a review. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 12, n. 2, p. 21-36, 2006.

EFNMS. The European Federation of National Maintenance Societies. **The specification for requirements of a european maintenance specialist**. New York, 2001.

FAHEL, Murilo; CAMPOS, Mauro; ARAÚJO, Carolina. A configuração (Dilemas) dos riscos. Ambientais e de saúde: tendências e perspectivas no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2006. 1 CD-ROM.

GRAZIANO, Nunziante. **Análise de confiabilidade e melhoria da taxa de falhas para cubículos classe 15 KV**. São Paulo: USP, 2006.

GURSKI, Carlos Alberto. **Curso de formação de operadores de refinaria**: noções de confiabilidade e manutenção industrial. Curitiba: Petrobras, 2002.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/TS 16949**. Geneva: ISO, 2002.

MIYASAWA, Aurea Matsumura. **Recomendações para a melhoria da manutenibilidade de sistemas baseados em COTS**. Campinas: Unicamp, 2003.

MUNIZ, Rui. Manutenção criativa. In: SEMINÁRIO GAÚCHO DE MANUTENÇÃO, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO, 14., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABRAMAN, 2005. 1 CD-ROM.

NASSAR, Wilson Roberto; DIAS, Siméia Mendes do Amparo. Evolução da manutenção planejada na COSIPA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO, 23., 2009, Sergipe. **Anais...** Sergipe: ABRAMAN, 2009. 1 CD-ROM.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT. **OHSAS 18001**. Canadá, 1999.

PINTO, Alan Kardec; NASCIJ, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

SALERMO, Lia Soares. **Aplicação de ferramentas da mentalidade enxuta e da manutenção autônoma aos serviços de manutenção dos sistemas prediais de água**. Campinas: UNICAMP, 2005.

SAMPSON, Scott E. Customer-supplier duality and bidirectional supply chains in service organizations. **International Journal of Service Industry Management**, v. 11, n. 4, p. 348-364, 2000.

SAMPSON, Scott E.; FROEHLE, Craig M. Foundations and implications of a proposed unified services theory. **Production and Operations Management**, v. 15, n. 2, p. 329-343, 2006.

SOCIAL ACCOUNTABILITY INTERNATIONAL. **SA 8000**. New York, 2001.

TAVARES, Lourival Augusto. **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo, 2003.

TAVARES, Lourival; CALIXTO, Marcos; POYDO, Paulo Roberto. **Manutenção Centrada no Negócio**. Rio de Janeiro: Novo Polo, 2005.

VARGAS, Eduardo Raupp de. Inovação em serviços no paradigma da economia. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 10, n. 1, p. 139-159, 2006.

VIEIRA, Sérgio José Rocha. **A adoção do conceito de manutenibilidade como estratégia para a inovação da gestão da manutenção civil da FIOCRUZ**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2007.

WUTTKE, Régis André. Cálculo da disponibilidade e da posição na curva da banheira de uma válvula de processo petroquímico. **Revista Produção**, v. 8, n. 4, p. 1-23, 2008.

Maintainability: From The Task To The Organizational Results

Abstract:

The execution of maintenance services provides the conformity and the main targets of maintenance, reliability and availability. Maintainability is a number of requisites which assure the necessary conditions to the execution of services. This study aims to identify these requisites within academic, organizational, and best practice literature, with special focus on ergonomic factors by norms, legislation and organizational definition and practices. The research emphasizes the importance of factors such as the human aspect, the project, the conception of services, health and safety, and environment; spotlighting the strategy adopted by some companies in order to reach maintainability in the execution of maintenance services. The conclusion leads to the adoption of a policy of admitting the organizational target, concerned about quality of life for the employees. More than that, it is necessary for the maintenance management to adopt the maintainability requisites to achieve the expected organizational results.

Keywords: Maintainability. Ergonomics. Results. Safety. Health.