

REQUISITOS DE MANTENABILIDADE

MAINTAINABILITY REQUIREMENTS

Rui Paulo Dias Muniz* ruimuniz@ufrgs.br

Fernando Gonçalves Amaral* amaral@producao.ufrgs.br

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS/PPGEP

Resumo: A conformidade da manutenibilidade, em uma abordagem que considera as condições necessárias para que se tenha uma execução dos serviços de manutenção adequada, preocupa-se com aspectos humanos, organizacionais e técnicos. Identificar os requisitos para garantir essa adequada execução, portanto, é um impositivo para atender às expectativas das organizações. O estudo tem por objetivo identificar os principais requisitos da manutenibilidade nessa abordagem, bem como classificá-los quanto à área a que se relacionam nas organizações. Em sua conclusão, aponta para a necessidade de verificar o quanto as empresas os observam e, em caso negativo, como poderiam ajustar suas estruturas à adequada execução dos serviços de manutenção.

Palavras-chave: Confiabilidade. Ergonomia. Resultados. Segurança. Saúde.

Abstract: The conformity on maintainability, in an approach that concerns about the necessary conditions to an adequate performance of the maintenance services, focuses on human, organizational, and technical aspects. Identifying the requirements which assure this adequate performance, thereby, is mandatory to satisfy the organizations expectations. This study aims to identify the main maintainability requirements in this approach, as well as to classify them according to the area to which they relate inside the organizations. In the conclusion, it reveals the necessity of investigating how much these are attended by the companies, and if not attended, how they could adjust their structures to the adequate performance of maintenance services.

Keywords: Ergonomics. Results. Safety. Health.

1 Introdução

A constatação de que a sobrevivência de organizações de diferentes portes está associada à saúde de seus processos está consolidada, nos debates e postulações técnicas. Não é novidade que as organizações vivem uma conjuntura de competitividade, onde a sobrevivência dos negócios é pautada por resultados. Também é corrente a compreensão de que o limite da competitividade está colocado em um melhor desempenho, pela utilização de práticas e métodos melhores e por redução de perdas e desperdícios. Para os processos de manutenção, a compreensão é a mesma. Tavares, Calixto e Roydo (2005), indo mais além, defende a idéia de que manutenção deve se tornar uma fonte geradora de receita, a partir de investimentos em projetos que possam baixar os custos de capital, ou seja: que as intervenções sejam feitas em menor tempo e com menos gastos, destacando-se aqui a busca da melhoria de manutenibilidade, da facilidade de fazer a manutenção.

Isto, particularmente, no que diz respeito às pessoas, exige não só eficiência, mas atendimento a requisitos que dizem respeito à qualidade de vida e segurança no ambiente de trabalho. Assim, associar ganhos e resultados e atender a condicionantes sociais e humanos tende a ser o foco do momento. Esta consideração leva a refletir quando se trata de serviços e, em particular, em manutenção; por exemplo, em como nossos processos podem atender a exigências legais e morais. Melhorar os resultados organizacionais, nesta realidade, está associado às pessoas, responsáveis pela execução dos serviços de manutenção. Faz-se necessário, por conseguinte, entender os requisitos que representam e sustentam estas duas fontes de demandas.

Na manutenção, requisitos de manutenibilidade são requisitos de execução. Compreender estes representa entender os fatores determinantes para uma ampla visão do que atua no largo espectro dos resultados, da execução aos ganhos organizacionais. Reduzindo o foco ao momento da execução, a identificação, consideração e atuação a partir de requisitos de manutenibilidade levarão à obtenção de resultados que somente serão conquistados na ação. As decisões de gerenciamento, programação e execução se tornam momentos que necessitam de referência.

Considerando esta visão e as demandas próprias dos processos de manutenção, a identificação dos requisitos da manutenibilidade, que busque sua melhoria, se tornou um impositivo para as organizações. Este artigo visa identificar e caracterizar os requisitos a serem considerados na execução de serviços de manutenção. O objetivo é estabelecer uma referência em bases teóricas de requisitos necessários à melhoria da manutenibilidade, que

orientem para a conformidade da execução dos serviços de manutenção e que auxiliem no gerenciamento da eliminação e redução dos intervalos de manutenção de equipamentos. A busca é pela conformidade dos processos de manutenção, tanto pela consideração da legislação vigente e das normas, que referenciam as funções de manutenção, bem como pela adoção das melhores práticas na execução da manutenção.

2 Procedimentos Metodológicos

Para construir uma relação dos principais requisitos de manutenibilidade a serem atendidos na execução dos serviços de manutenção, o estudo parte da pesquisa desenvolvida nos artigos *Mantenabilidade: da Tarefa aos Resultados Organizacionais* (MUNIZ; AMARAL, 2010a) e *Mantenabilidade e a Estratégia nas Organizações* (MUNIZ; AMARAL, 2010b).

O estudo, organizado em quatro partes, consolida o conceito adotado e os requisitos identificados por Muniz e Amaral (2010a, 2010b) em seus dois artigos e busca complementar as constatações feitas para estabelecer uma relação de requisitos de manutenibilidade. Abordando princípios e o alinhamento estratégicos necessários, desenvolve-se verificando os requisitos de manutenibilidade operados em processos de organizações, identifica erros associados à execução e repercute suas abordagens, dando ao cabo o objetivo de identificar os principais requisitos identificados pela abordagem. Para consolidar o conjunto de requisitos de manutenibilidade a serem observados na execução dos serviços de manutenção, o estudo identifica os requisitos inseridos nos artigos de Muniz e Amaral (2010a, 2010b), faz agrupamentos e compacta uma relação, identificando o requisito à fonte teórica de pesquisa.

Foram revisados trinta e oito artigos, sete dissertações, sete normas e quatro livros, com abordagem focada na manutenibilidade relacionada à execução dos serviços de manutenção. A busca foi feita em bases como: *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 maio 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 à problemática.

3 Resultados

3.1 Considerações da Manutenibilidade

O estudo considera como referência inicial o artigo desenvolvido por (MUNIZ; AMARAL, 2010a; 2010b), quando trata dos requisitos de manutenibilidade relacionada à execução de serviços de manutenção e sua repercussão nos Resultados Organizacionais. Nele, segue as definições da norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 5462/94 – Confiabilidade e Manutenibilidade, que 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 (ABNT, 1994). A definição está sustentada em 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 garantir estes objetivos, prevê o controle da manutenibilidade e um conjunto documentado de atividades, recursos e eventos planejados segundo um cronograma, destinados a implementar a estrutura da organização. Define as responsabilidades, os procedimentos, as atividades, as capacidades e os recursos que, em conjunto, visam a garantir que um item atenderá aos requisitos de confiabilidade e manutenibilidade exigidos.

Neste sentido, Pinto e Xavier (2001) estabeleceu alguns princípios que devem ser considerados como fundamentais na busca da melhoria da manutenibilidade, sustentado em quatro pressupostos: 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 o planejamento da manutenção e a engenharia de manutenção devem ter constante preocupação com a melhoria da manutenibilidade. Assim, a consideração da manutenibilidade orienta para o atendimento de referências que interferirão na qualidade da execução de serviços de manutenção, o que as torna centro estratégico.

Por sua vez, Oliveira (2007) afirma que é através da política da excelência operacional que a manutenção se posiciona no negócio da companhia e gera expectativas, que devem ser acompanhadas e continuamente avaliadas para que as melhorias ocorram. Na mesma orientação, referencia princípios balizadores para o desenvolvimento da Manutenção: a busca da excelência passa pela identificação e adequação das melhores práticas. Isso significa

modificar a forma de atuar, devendo a manutenção ser gerenciada conforme os princípios gerais de atuação. A Figura 1 – Intentos Estratégicos e Princípios Gerais de Atuação (OLIVEIRA, 2007), resume estes Intentos Estratégicos e Princípios Gerais de Atuação.

		Expectativa
Intentos Estratégicos	Resultados	Aumento da disponibilidade e otimização do desempenho dos ativos
		Aumento da confiabilidade dos equipamentos e sistemas
		Garantia de integridade e extensão de vida útil dos equipamentos/postergação de substituição
		Minimização de paradas e extensão das campanhas das plantas industriais
Redução de custos de mão de obra, materiais e serviços		
Redução de perdas de produtos e/ ou degradações decorrentes		
	Saúde e Segurança	Atendimento aos requisitos legais e voluntários, quanto à segurança de processo, das pessoas, à saúde, à higiene ocupacional e ao ambiente
	Riscos	Redução da exposição ocupacional das pessoas
	Meio Ambiente	Redução na geração de resíduos e efluentes
Princípios Gerais de Atuação	Autonomia e Agilidade	Estrutura organizacional com autonomia e agilidade nas decisões e ações, claro endereçamento de responsabilidades e alinhamento com objetivos do negócio das Unidades
	Seletividade na Estratégia	Seletividade na estratégia de manutenção considerando impactos em continuidade operacional, especificação de produtos, atendimento ao cliente, SSMA (Segurança, Saúde e Meio Ambiente), custos e imagem
	Controle	Análise sistemática de perdas e falhas em equipamentos, buscando minimizar sua ocorrência e conseqüências
	Pró-Atividade	Utilização da manutenção autônoma e técnicas preditivas para identificação e tratamento precoce dos desgastes dos equipamentos, e comprometimento da operação
	Confiabilidade	Utilização de metodologias baseadas em confiabilidade e análise de risco, para estabelecer planos de manutenção em sistemas críticos
	Planejamento	Planejamento e programações de serviços com horizontes mais longos, focado na maior previsibilidade, produtividade e otimização no uso de recursos
	Gerenciamento de Paradas	Gerenciamento sistemático e disciplinado de paradas de manutenção, focado no aumento das campanhas operacionais e redução de prazos e custos de execução
	Mantenabilidade	Incorporação de requisitos de confiabilidade e manutenibilidade aos investimentos, interagindo-se com o projeto de novos equipamentos nas suas fases iniciais
	Parcerias Estratégicas	Criação de parcerias estratégicas em longo prazo e sinergias com prestadores de serviços, que aumentem a capacidade de ambos
Benchmark	Vanguarda tecnológica em Manutenção e Confiabilidade, pelo domínio das melhores práticas, e apoiado por processo de benchmarking interno e externo	

Figura 1 - Intentos Estratégicos e Princípios Gerais de Atuação

Fonte: Adaptado de Oliveira (2007).

A repercussão para os profissionais da manutenção da adoção desta excelência é que deverão seguir um conjunto de procedimentos e melhores práticas. Contudo, a atividade requer muita criatividade, já que a capacidade de buscar rapidamente a(s) causa(s) da anomalia está relacionada diretamente à capacidade técnica e cognitiva do profissional de interpretar o problema e prover a solução. Esta capacidade, que acontece em processos simultâneos, envolve a criatividade e a qualidade tecnológica do produto do trabalho do manutendor e 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 colocadas (MUNIZ; AMARAL, 2004).

3.2 Manutenibilidade nos Processos das Organizações

Partindo do princípio que manutenibilidade representa um atendimento simultâneo de requisitos, condições e atributos relacionados à execução dos serviços de manutenção, devem verificar-se os parâmetros a serem considerados no desenvolvimento das funções de manutenção. O estudo da manutenibilidade, por conseguinte, necessita considerar as visões e experiências construídas em diferentes tempos, que são o resultado das necessidades estratégicas das organizações.

Em seu estudo sobre confiabilidade na manutenção industrial, Dias (2009) buscou estabelecer fundamentos para integrar as variáveis relacionadas com a confiabilidade e a manutenção. Entre as variáveis, destaca que a manutenibilidade e a disponibilidade são variáveis de interesse fundamental à produção. No entanto, afirma que manutenibilidade é um parâmetro de projeto e a manutenção é uma consequência do projeto. Assim, manutenibilidade é uma característica inerente ao projeto de um sistema ou de um produto. Por consequência desta concepção, o autor afirma que atributos como precisão, segurança e economia relativa às ações de manutenção, devem estar contidos em cada item (componente, subsistema ou sistema) e em todas as fases do projeto. Ao analisar quantitativamente a confiabilidade e a manutenibilidade para uma grande quantidade de itens (Curva da taxa de falha ou curva da bacia), verifica que existe uma enorme dispersão do evento de falha no período de vida, que se refletirá na política de manutenção. Parte do entendimento de que alguns itens apresentam uma pequena vida e outros uma durabilidade de décadas. Esta constatação leva a confirmar que uma política de manutenção é necessária para as organizações, mas não única; deve ser desenvolvida para atender a uma estratégia que considere o perfil do ciclo de vida dos itens envolvidos.

Nesta mesma linha de consideração, Silva (2007) com base no estudo desenvolvido na usina nuclear de Angra II, aborda a manutenção preditiva e a engenharia de manutenção aplicadas como ferramentas para aumento da disponibilidade e manutenibilidade. Ao limitar manutenibilidade à função tempo de execução, reflete que a engenharia de manutenção foi criada em resposta à necessidade de garantir a confiabilidade do funcionamento de equipamentos e sistemas. Observa que para se conseguir efetuar reparos mais rápidos e aumentar a disponibilidade, são necessárias equipes mais eficientes, melhores métodos de trabalho em manutenção, quantidade adequada de sobressalentes, melhoria de locais de trabalho e logísticas para manutenção.

Seguindo esta visão, Duek (2005) analisou a confiabilidade no ciclo de vida visando economia e prevenção de acidentes. Com relação ao ciclo de vida, afirma que cada vez que um equipamento sofre uma intervenção antes do término da fase da maturidade, como revisão, ocorrerá o desperdício de vida útil impondo o retorno prematuro à fase de mortalidade infantil; se a intervenção é programada tardiamente, como na fase de desgaste, pode acarretar acidentes. Assim, há de se considerar que, nestas condições, as intervenções podem também introduzir uma redução de confiabilidade, pela possível não conformidade da execução do serviço. Em seu estudo dos fatores que interferem na confiabilidade, condições de execução são determinantes, como o uso de um aparelho em rede elétrica de tensão distinta da indicada. Por outro lado, considera que para manter funcionalidades de um dispositivo que não falhou, ou restaurar as propriedades de um dispositivo que apresentou alguma falha, é necessário lançar mão de certas atividades: as ações de manutenção, que podem incluir revisão, reparo, remoção, substituição, modificação, inspeção, entre outras, devem ser parametrizadas por manutenibilidade. Em sua análise, o autor constata que os itens possuem, em seus manuais técnicos, o tipo de manutenção necessária, mas que, no entanto não consideram as variações existentes nas unidades de operação. Tampouco, a variação de operação propriamente dita, ou fatores de planejamento de manutenção, como peças em estoque, quantidade e disponibilidade da frota, oportunidade de realização da intervenção são consideradas. O que se depreende desta condição é que as condições, o ambiente, os meios e o como fazer não estão atendidos pelos manuais técnicos. O autor propõe como minimização destas deficiências o acompanhamento qualitativo dos equipamentos para garantir maior disponibilidade. Em sua abordagem e análise, demonstrou que para cada situação há uma melhor metodologia a ser empregada, visto que componentes semelhantes, com a mesma finalidade e nas mesmas condições de uso, podem ter metodologias de manutenção distintas, ou até mesmo um componente pode ter metodologia alterada.

Nakagawa e Yasui (2005) estudou o número de unidades e tempo de substituição de sistemas paralelos, substituição modificada e políticas de manutenção preventiva, tempo de manutenção e minimização de custo e tempo e melhoria do desempenho de sistemas. O autor constatou que os sistemas podem ser melhorados por manutenções preventivas e corretivas; porém, eles podem ser insuficientes com o número de manutenções. Neste caso, considera que não é razoável, sob os pontos de vista da teoria de confiabilidade e confiabilidade humana, fazer manutenções com maior frequência. Conseqüentemente, entende como apropriado substituir um sistema por um novo a tempos satisfatórios. O estudo trata tempos de execução e frequência de manutenção como elementos determinantes para alcançar os

objetivos organizacionais de produção. Evidencia a falta de confiabilidade humana como fator determinante e relacionado com os parâmetros tempo e frequência. Como alternativa, propondo o revezamento, opta por não tratar da manutenibilidade como elemento de interferência nas confiabilidades que aborda. A abordagem da possibilidade técnica, atendida por um modelo de utilização de tipos de manutenção, ao desconsiderar manutenibilidade não vislumbra disposição organizacional ou não possui, no processo, possibilidade para esta consideração.

Esta discussão se referencia pela proposta de Cascone (1992), quando em seu desenvolvimento de metodologia para análise e otimização da confiabilidade, da manutenibilidade e da disponibilidade, constitui em três grupos os fatores que afetam a manutenibilidade por fase (Figura 2). O autor defende que a otimização deve começar no projeto inicial para conseguir uma ótima manutenibilidade, identificando então quinze elementos de projeto responsáveis por garantir a manutenibilidade da instalação. Em outra abordagem, o autor relaciona fatores associados à execução de serviços de manutenção, garantidores da manutenibilidade (grifados com “*”).

		Fatores / Elementos
Fatores que afetam a Manutenibilidade por Fase	Projeto	Confiabilidade
		Complexidade
		Intercambiabilidade
		Substituibilidade *
		Compatibilidade *
		Visibilidade *
		Reparabilidade *
		Acesso e Configuração *
	Instalação	Experiência *
		Treinamento *
		Especialidade *
		Supervisão de Manutenção
		Tecnologia de Manutenção
	Outros	Suporte Logístico
		Ambiente *
Manuais *		
Reforma de Equipamentos		
Programação de Manutenção		
Testes de Disponibilidade		
Elementos de Projeto por Impacto	Diversidade	Técnicas de Calibração
		Projetar para um mínimo de especializações de manutenção
	Execução	Projetar para o mínimo de ferramentas
		Projetar para o mínimo de ajustes
		Utilizar partes intercambiáveis
		Planejar para módulos de reposição
	Facilidade	Agrupar em subsistemas, de forma que eles podem ser facilmente localizados e visíveis
		Providenciar para que as inspeções possam ser visuais
		Providenciar dispositivos indicadores de problemas tais como painéis indicadores
		Utilizar indicadores de sobrecarga, alarme e fusíveis luminosos
Operação	Utilizar conexões tipo plug ao invés de conexões soldadas	
Identificação	Utilizar código de cores para fiações	

Figura 2 - Fatores e Elementos de Projeto que Afetam a Manutenibilidade

Fonte: Adaptado de Cascone (1992).

Com o entendimento de que o ganho pelo aumento do tempo disponível para produção das unidades fabris é um fator crítico de diferenciação pela a redução de seus custos de produção, Souza, Morellato e Soella (2006) em seu estudo de diagnose de disjuntores e contadores de média e baixa tensão, afirma que para maximizar o tempo produtivo, do ponto de vista de manutenção e controle de processo, há duas estratégias (Figura 3).

Estratégia	Compreensão
Redução de Tempos	Reduzir os tempos de paradas de manutenção por meio de aprimoramentos do planejamento e uso de novas técnicas e/ou tecnologias que acelerem as atividades de manutenção sem perda de qualidade e confiabilidade
Redução de Paradas	Reduzir, ou eliminar, as paradas de produção devido a falhas de equipamento (quebra de peças, queima de equipamentos elétricos, etc)

Figura 3 – Estratégias para Maximizar o Tempo Produtivo

Fonte: Adaptado de Souza, Morellato e Soella (2006).

No estudo de Souza, Morellato e Soella (2006) são relacionadas as estratégias a facilidades para a execução dos serviços de manutenção, principalmente pelo monitoramento por condição e testes de diagnóstico. Busca com isto obter informações que facilitam o controle dos dispositivos de seccionamento e comutação, possibilitando o adequado planejamento de manutenções futuras. Permite, também, subsidiar estudos para as intervenções de reparo programado ou aquisição de sobressalentes, sem comprometer a estabilidade operacional das unidades produtivas. Como decorrência, influencia positivamente nos aspectos de custo, qualidade, volume de produção, prazo, segurança e meio ambiente.

Outro elemento a ser considerado por uma organização é o local sede da manutenção. Conforme Galvani, Dias e Zürn (2006), em seu estudo sobre metodologia para minimizar o impacto da indisponibilidade não programada sobre a receita do serviço de transmissão de energia elétrica na ELETROSUL, relaciona à qualidade requerida em termos de disponibilidade e confiabilidade à robustez da política de manutenção. Por consequência, constata que é determinante o tempo gasto com o deslocamento dos recursos de manutenção no atendimento às ocorrências ou indisponibilidades não programadas. Entre as conclusões que apresenta, destaca que a qualidade de vida do pessoal é um fator muito importante, e está relacionado ao local para instalação da equipe de manutenção. Na tomada de decisão para a implantação de uma estrutura de manutenção, afirma que isso geralmente traz como consequência poucas opções de local para a instalação de uma equipe de manutenção, mas deve ser considerada como um requisito da maior importância. Como justificativa, argumenta que a equipe passa grande parte do tempo em sua sede e terá mais motivação para o trabalho quando puder agregar qualidade de vida.

Gonçalves e Nagano (2005), ao estudar o desempenho e problemas em redes protegido compactas desenvolvido na COPEL (Companhia Paranaense de Eletricidade), traz à discussão questões relacionadas à inovação e à melhoria, elementos exigidos naturalmente na gestão dos processos. Em seu desenvolvimento, trata a questão como um problema que se estende desde a necessidade de alteração de procedimentos na manutenção, principalmente na metodologia de inspeção com utilização de equipamentos para a inspeção instrumental, até mudanças na operação. Além disto, pode provocar alteração nos projetos de materiais utilizados na construção, e identificados por equipes de manutenção como causadores de desligamentos acidentais. Considerando os resultados obtidos favoráveis, observa que novas tecnologias sempre necessitam de acompanhamento técnico para verificar a sua real efetividade. A conclusão aponta que se torna de suma importância a contribuição da área de manutenção para que seja atendida a proposta de melhoria de confiabilidade e continuidade. O retorno verificado e os subsídios da área de manutenção são primordiais para o desenvolvimento de novos procedimentos de manutenção e operação, principalmente para subsidiar o desenvolvimento de novas tecnologias em materiais utilizados. Para a mantabilidade, além do impacto dos novos requisitos e indicadores, há a repercussão de novos materiais, recursos e procedimentos envolvidos.

3.3 Procedimentos na Execução da Manutenção

Para evitar a ocorrência de não conformidades na execução de serviços de manutenção, que podem levar a riscos aos mantenedores e aos processos, há diferentes visões e modelos de interpretação e intervenção. Com relação a eventos que colocam em risco a saúde e à vida pela falta de segurança e não conformidade em relação ao comportamento ambiental, alguns modelos identificam que o risco existe por não conformidade da execução, devido a modelos de atendimento às tarefas. Nesta abordagem, o estudo pode considerar fatores organizacionais com relação aos aspectos cognitivos e sociais, aos elementos históricos, culturais e éticos e às relações de trabalho, tendo uma maior percepção das necessidades humanas e impositivas legais, regulamentadoras e normativas.

Com esta percepção, Almeida (2006) caracterizou erro humano como não conformidades na execução que levam a um acidente, como um acidente organizacional. Desta forma caracteriza o acidente, antes de tudo, como o produto de uma organização sociotécnica. Não mais somente como resultado de uma combinação ‘azarada’ (conforme palavras textuais do autor) de falhas passivas e latentes com falhas ativas e diretas; não mais

somente como resultado de uma combinação específica de erros humanos e de falhas materiais. Assim, trata o acidente como enraizado na história da organização: uma série de decisões, ou ausências de decisões; a evolução do contexto organizacional, institucional, cultural que interfere no futuro do sistema; a evolução (a degradação) progressiva de condições ou fatores internos à organização; alguns eventos particulares que têm um impacto notável sobre a vida e o funcionamento do sistema sociotécnico, criando uma situação desfavorável, favorável às condições para que o acidente (ou um incidente) se insira e se desenvolva... o acidente incuba. O período de incubação pode ser longo...

Sobre à execução de tarefas, Slavutzki (2010) estrutura as causas dos acidentes do trabalho como sendo causas gerenciadas pelos empregados, que caracteriza como causas comportamentais, e causas gerenciadas pela empresa, identificadas pelo autor como causas organizacionais. Nesta classificação, com relação a conformidades normativas relativas a causas comportamentais, referencia como causa os erros na aplicação de regras conhecidas; com relação a conformidades normativas relativas a causas organizacionais, o autor referencia as falhas decorrentes do mau uso ou da má manutenção, falha decorrentes do uso normal, como falhas decorrentes do projeto e à divergência rotineira da atividade prescrita e real, Figura 4.

Causas dos Acidentes com Relação à Conformidade na Execução das Tarefas	
Comportamentais	Organizacionais
Aplicação de regras conhecidas	Falhas decorrentes do mau uso ou da má manutenção
	Falhas decorrentes do uso normal
	Falhas decorrentes do projeto
	Divergências rotineiras da atividade prescrita e real

Figura 4 – Causas Comportamentais e Organizacionais

Fonte: Autoria própria (2010).

Em uma abordagem sobre a estrutura de tomada de decisões, Reynolds (1995) com a intenção de caracterizar e diferenciar os riscos em manutenção, no estudo sobre a Determinação de Critérios para a escolha de Metodologias de Manutenção, busca a determinação da metodologia mais adequada de manutenção pela observação da esfera de decisão da atividade de manutenção. Nele, trata um dos elementos complexos do ambiente de manutenção que é a aprendizagem e a retenção de conhecimentos sobre o desempenho de sistemas. Parte do entendimento de que este elemento é parte fundamental do gerenciamento e que as consequências das falhas, com estas causas, podem atingir questões de segurança patrimonial e das pessoas. Sua reflexão se dá na diferença básica entre as acepções de risco sob o ponto de vista da engenharia e o da sociedade (risco oferecido por um equipamento ou sistema). Para isto, utiliza o exemplo de um avião cair, que para a engenharia se trata da identificação dos pontos de risco e estimação destes; para a sociedade, trata-se de uma questão

vital. A questão que se coloca, neste cenário, não seria se a de que a visão da engenharia deveria ou não se restringir ao pragmatismo da função?

Nesta problemática e na busca de ações gerenciais em um encaminhamento pragmático para a conformidade da execução de tarefas e atividades, Mason (2000) avalia que os erros humanos comprometem a segurança e o desempenho de várias maneiras (Figura 5). Em sua visão, os erros são inerentes à execução dos serviços pelo manutendor, devendo ser corrigidas a partir destes.

Modo	Causa	Ação Gerencial
Violação dos Procedimentos	Vantagens do executor em curto prazo	Controle de Tarefas
	Riscos de dano do equipamento se o trabalho não é terminado ou não feito da maneira especificada	Relatório de Serviço
	A probabilidade do manutendor ser identificado	Relatório de Serviço
	O tempo alocado ao trabalho em relação ao tempo para apropriar completamente ao procedimento aprovado	Revisão da Instrução
Enganos	Se uma regra ou procedimento foi esquecido, ou nunca foi completamente compreendida, então o mantenedor poderia tomar uma decisão errada durante um procedimento com alguma novidade	Capacitação
Deslizes e Lapsos	Um mantenedor pode ser distraído ou ter falta de concentração e inadvertidamente ter uma ação não conforme	Métodos a Prova de Falhas

Figura 5 – Violação de Procedimentos

Fonte: Adaptado de Mason (2000).

Também com a intenção de buscar a conformidade da execução, Hobbs e Benier (2006) adota a lógica das barreiras de erro. O autor parte de um método rápido de juntar informação sobre incidentes cotidianos e atos inseguros em manutenção, para identificar erro e criar condições no lugar de trabalho e barreiras preventivas em relação a não conformidades na execução. As barreiras são especificações de um sistema, postas em um lugar específico, para administrar condições não desejadas. A proposta é de que as barreiras apontem um erro de manutenção como se fossem luzes de advertência, como coberturas em interruptores e engrenagens, seguindo a intenção dos métodos a prova de falhas. Para garantir a manutenibilidade, onde procedimentos são insuficientes ou de difícil implantação, as barreiras se constituem em métodos ou restrições que auxiliam a conformidade da manutenção. Com esta mesma preocupação, ao estudar a Influência da Confiabilidade Humana e dos Equipamentos na Aplicação do Sistema Toyota de Produção, Silva et al. (2005) propõe a criação de um ambiente com uma metodologia de Gestão Operacional tendo como alvos as falhas, responsabilidades, resultados, capacitação, confiabilidade, matéria prima, motivação, qualidade, padronização, deslocamentos, prevenção e cumprimento de prazos, conforme Figura 6. O método desenvolvido pelo autor sobre a investigação das falhas prevê diferentes fases (Figura 7), agrupadas em três macro-fases para forma a melhor representar o processo.

Característica	Alvo
Foco	Equipe com foco total na eliminação de falhas (utilizar conceito de segurança); Falhas: perda de material, tempo, movimento, retrabalho
Responsabilidade	Responsabilidades divididas entre todos os funcionários da fábrica, para maior atuação nos problemas ocorridos
Resultados	Resultados monetários obtidos, utilizados para alavancar novas mudanças, celebrar as conquistas
Lideranças	Lideranças treinadas e com responsabilidades definidas
Confiabilidade	Equipamentos de produção e medição confiáveis
Pontos de Falhas	Pontos geradores de falhas claramente identificados e com informações confiáveis
Matéria-Prima	Fornecimento de matéria-prima confiável em prazo e qualidade
Motivação	Equipes de operação preparadas e motivadas para assumir multifunção
Falhas	Eliminação do índice de geração de falhas (%)
Qualidade	Eliminação do índice de produtos com falhas (%)
Padronização	Atividades em operação padronizadas e balanceadas
Deslocamentos	Baixa movimentação de materiais dentro da fábrica
Prevenção	Sistemas eficientes com finalidade de detecção de problemas, implantados em todas as máquinas e departamentos
Atendimento	Atendimento aos prazos de entrega combinados e cumpridos em cem por cento dos pedidos

Figura 6 - Metodologia de Gestão Operacional

Fonte: Autoria própria (2010).

Macro-Fase	Fases
Levantamento e Análise de Informações	Coleta de dados e informações
	Entrevistas (pessoal de operação, manutenção, engenharia,...)
	Registros fotográficos ou similares
	Análise do histórico do equipamento
	Avaliação das políticas de manutenção praticadas
	Avaliação dos padrões operacionais praticados
	Avaliar o nível de treinamento de todo pessoal envolvido
	Consulta a banco de dados de casos parecidos ou similares
Verificação	Condução de testes em laboratórios
	Uso de simulações
Resultados	Análise das evidências
	Formulação das conclusões
	Relatório Final

Figura 7 – Fases do Método de Gestão Operacional

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2005).

4 Requisitos de Manutenibilidade

Na busca da melhoria da disponibilidade e da confiabilidade pela conformidade dos processos de manutenção, verificou-se um amplo espectro de abrangência nos artigos Manutenibilidade: da Tarefa aos Resultados Organizacionais (MUNIZ; AMARAL, 2010a) e Manutenibilidade e a Estratégia nas Organizações (MUNIZ; AMARAL, 2010b) quanto à manutenibilidade associada à execução dos serviços de manutenção. Esta amplitude se deve à diversidade de visões, áreas de conhecimento, métodos e abordagens técnicas e filosóficas. Portanto, para identificar os requisitos de manutenibilidade, na busca por uma melhor execução dos serviços em uma organização, resulta em identificar e classificar estes requisitos.

4.1 Identificação dos Principais Requisitos de Manutenibilidade

No desenvolvimento da identificação dos requisitos de manutenibilidade estudados nos artigos de Muniz e Amaral (2010a; 2010b), considerou-se principalmente o aspecto de gerenciamento de projetos relativo ao controle no PMBOK (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2009), particularmente no sentido de garantir a não existência de distorções quanto às literaturas pesquisadas. Com relação à estrutura das organizações, com a finalidade de compreender os resultados obtidos, adotou-se a definição de estrutura organizacional de Oliveira (1990), onde uma organização é definida como a ordenação e agrupamento de atividades e recursos, visando ao alcance dos objetivos e resultados estabelecidos. O autor, para a adequada organização de uma empresa, considera os aspectos relativos à estrutura organizacional e a rotinas e procedimentos administrativos.

Para a identificação e agrupamento dos principais requisitos, utilizou-se método de fases e passos adotado por Muniz (2009), a partir da relação existente entre os requisitos de manutenção observados, conforme apresentado na Figura 8. As fases representam a intenção buscada, enquanto os passos representam as atividades desenvolvidas para identificação e classificação por área dos requisitos de manutenibilidade.

Fases	Passos	Procedimento
Identificação	1	Identificação dos requisitos das legislações e normas
	2	Identificação dos requisitos das organizações
Organização	3	Agrupamento dos requisitos de manutenibilidade
	4	Quantificação dos requisitos de manutenibilidade
Classificação	5	Agrupamento dos requisitos por área de abrangência
	6	Compactação dos requisitos por área de abrangência
	7	Relacionamento do Requisito à fonte de pesquisa
Definição	8	Definição dos Requisitos Gerais de Manutenibilidade

Figura 8 – Método para Identificação dos Requisitos

Fonte: Autoria própria (2010).

Na identificação dos requisitos verificados por Muniz e Amaral (2010b) em legislações, normas e organizações, no total foram 168 requisitos, sendo 60 relacionados a normas e legislação e 108 resultado de verificação em artigos e trabalhos técnicos referentes a organizações. A seguir, por abrangência, foi feita relação dos requisitos por sua função que cada um tinha em relação à legislação, normas e práticas; considerando os requisitos provenientes das demandas das organizações, por suas identidades, reduziu-se o número a 81 requisitos.

Na sequência, fez-se o agrupamento dos requisitos em seis áreas, que representam as abordagens formalmente encontradas em organizações com a finalidade de aproveitar as especializações, maximizar os recursos disponíveis, controlar, coordenar, descentralizar, integrar ambiente e organização e reduzir conflitos Amorim (2008). As áreas para

classificação foram assim identificadas: Ambiente-A, Capacitação-C, Gestão-G, Infraestrutura-I, Segurança-S e Técnico-T, resultando em 74 requisitos.

Nesta configuração percebeu-se a relação entre as áreas e os diferentes requisitos, isto porque um requisito não se enquadra apenas em uma das classificações de áreas de abrangência propostas. Como exemplo, as restrições climáticas e ambientais, relativas a ambientes, refletirão nas áreas de capacitação, enquanto técnica, gestão, programação, infraestrutura, meios e recursos e segurança, com especificidades para cada condição de trabalho expressa em uma instrução dedicada.

Considerando que uma das orientações práticas é de que um número grande de indicadores torna o processo de gerenciamento sem foco e muito difícil de gerenciar, onde Tavares (1998) afirma que as características fundamentais que os indicadores de manutenção devem ter é serem poucos, mas suficientes para analisar, claros, para entender e calcular e úteis, para rapidamente saber como as coisas estão e porque, fez-se a compactação dos requisitos, de forma a garantir a repercussão da influência de cada um por suas definições, resultando em 49 requisitos de mantabilidade.

Fez, então, a relação entre os requisitos e suas fontes literárias, de forma a garantir suas identidades originais, para melhor condição de entendimento. Na Figura 9 são apresentados os requisitos necessários para atendimento das condições adequadas para execução de serviços de manutenção.

	Requisitos	Área	Fontes
1.	Acessos fáceis e seguros a todos os locais	A	NR17, NBR 5674, Pinto e Nascif 1998, Vieira 2007,
2.	Atendimento a necessidades Básicas	A	Cascone 1992, Duek 2005, Muniz 2005, NR17,NBR14280, Oliveira 2006, Oshsas18001, SA8000, Silva et al. 2005
3.	Consideração das restrições climáticas e ambientais	A	NBR5674, Nr17, Nunes e Valladares 2004,
4.	Durabilidade dos sistemas e equipamentos nas condições ambientais	A	Graziano 2006, Nbr14280
5.	Geração de resíduos e efluentes	A	Iso14000, Muniz 2005, Oliveira 2007,
6.	Capacidade de Atitude e Responsabilidade	C	ISO16949, Kardec e Zen 2002, Mason 2000, Muniz 2005, NBR15100, Reys 1995, Silva et al. 2005
7.	Política de Capacitação e Competência	C	BS3811, Dhillon e Liu 2006, Gonçalves e Nagano 2005, ISO16949, Kardec e Zen 2002, Mason 2000, Muniz 2005, Pinto e Nascif 1998, SA8000, Salermo 2005, Silva et al. 2005, Slavutzki 2010
8.	Pró-Atividade na execução	C	ISO16949, Kardec e Zen 2002, Muniz 2005, NBR15100, Nunes e Valladares 2004, Oliveira 2007, SA8000
9.	Quebra de tradições	C	Kardec e Zen 2002, Muniz 2005, Oliveira 2007, Pinto e Nascif 1998, Salermo 2005
10.	Benchmark nas práticas	G	ISO16949, Kardec e Zen 2002, Muniz 2005, NBR15100, Oliveira 2007

Continua...

... continuação.

11.	Deslocamentos reduzidos	G	Oliveira 2007, Pinto e Nascif 1998
12.	Gerenciamento de Paradas	G	Oliveira 2007, Souza, Morellato e Soella 2006
13.	Impacto da ação corretiva	G	Galvani, Dias e Zürn 2006, Kardec e Zen 2002
14.	Informações claras, concisas e fácil compreensão entre todas as atividades	G	Muniz 2005, Nbr14280, Oshas18001, Pinto e Nascif 1998, Salerno 2005, SA8000, Silva et al. 2005, Silva 2007
15.	Organização Prévia do Trabalho	G	Almeida 2001, Dhillon e Liu 2006, Gonçalves, Odelius e Ferreira 2001 Gonçalves e Nagano 2005., ISO16949, Muniz 2005, NBR15100, Nr17, Oshas18001, Vieira 2007,
16.	Planejamento de peças e módulos de reposição	G	Cascone 1992, Galvani, Dias e Zürn 2006, Gonçalves e Nagano 2005, NBR 5674, Pinto e Nascif 1998
17.	Política de manutenção	G	ISO16949, Muniz 2005, NBR5674, NBR15100, Nr17, Pinto e Nascif 1998
18.	Programação e Controle de Manutenção com relação ao ciclo de vida	G	Crespo-Marquez 2008, Dhillon e Liu 2006, Fahel, Campos e Araújo 2006, ISO16949, Muniz 2005, NBR15100, NBR5674, Oliveira 2007, Oshas18001, Vieira 2007,
19.	Registros de experiência acumulada	G	NBR5674, Nbr14280, SA8000,
20.	Regras de criticidade para o planejamento	G	Muniz 2005, Oshas18001, SA8000,
21.	Relatório de Serviços e Inspeções	G	ISO16949, Mason 2000, NBR5674, NBR15100, Silva et al. 2005, Slavutzki 2010
22.	Supervisão de Manutenção	G	Budai 2006, Cascone 1992, Pinto e Nascif 1998, Vieira 2007
23.	Técnicas comuns, clássicas e de domínio geral	G	ISO16949, NBR15100, Pinto e Nascif 1998
24.	Desenhos e plantas disponíveis e atualizadas	I	Muniz 2005, NBR5674
25.	Dispositivos de sinalização e proteção dos usuários	I	NR17, Oshas18001
26.	Ferramentas adequadas e universais	I	Pinto e Nascif 1998, Salerno 2005, Silva et al. 2005, Vieira 2007
27.	Logística	I	Galvani, Dias e Zürn 2006, Oliveira 2007, Silva 2007, Silva et al. 2005
28.	Qualidade técnica de materiais e utensílios	I	Galvani, Dias e Zürn 2006, NBR15100, ISO16949, Salerno 2005, Souza, Morellato e Soella 2006,
29.	Determinação de pontos de fragilidades	S	Hobbs e Benier 2006, Nbr14280, Sellitto 2007,
30.	Determinação dos Pontos de Falhas	S	Almeida 2001, Salerno 2005, Silva et al. 2005
31.	Métodos a Prova de Falhas	S	Hobbs e Benier 2006, Oliveira 2007
32.	Redução da Exposição ocupacional a riscos	S	Nr17, Oliveira 2007, Oshas18001, Reys 1995, Vieira 2007
33.	Restrição/isolamento da área	S	Nbr14280
34.	Adequação, intercambialidade e Compatibilidade entre dispositivos e equipamentos	T	Cascone 1992, Dekker, Schouteny e Wildeman 1996, Miyasawa2003, Pinto e Nascif 1998
35.	Ambiente de trabalho adequado tecnicamente	T	Dhillon e Liu 2006, Muniz 2005, NBR5674, Nbr14280, Nr17, Oliveira 2007, SA8000,
36.	Autonomia e agilidade para execução	T	,ISO16949, Muniz 2005, NBR15100, Oliveira 2007,
37.	Confiabilidade aplicada	T	Cascone 1992, Dias 2009, Galvani, Dias e Zürn 2006, Gonçalves e Nagano 2005, Graziano 2006, Mason 2000, Nakagawa e Yasui 2005, Nunes e Valladares 2004, Oshas18001, Sellitto 2007, Silva et al. 2005, Souza, Morellato e Soella 2006,
38.	Disponibilização de Matéria-Prima e sobressalentes	T	Almeida 2001, ISO16949, NBR15100

Continua...

... continuação.

39.	Especificações dos materiais e execução	T	Galvani, Dias e Zürn 2006, ISO16949, Muniz 2005, NBR5674, NBR15100, Oshas18001, Pinto e Nascif 1998, Vieira 2007, SA8000, Silva et al. 2005,
40.	Facilidade de montagem e desmontagem	T	Budai 2006, NBR 5462, Pinto e Nascif 1998, SA8000,
41.	Facilidades para execução	T	Almeida 2001, BS3811, Budai 2006, Cascone 1992, Gurski2002, ISO16949, Muniz 2005, NBR5462, NBR15100, Pinto e Nascif 1998, Vieira 2007,
42.	Método de detecção da patologia perto da ocorrência	T	ISO16949, Kardec e Zen 2002, NBR5674, NBR15100, Salerno 2005
43.	Não dependência estocástica e estrutural entre componentes	T	Dekker, Schouteny e Wildeman 1996
44.	Padronização e revisão de procedimentos	T	Almeida 2001, Cascone 1992, Crespo-Marquez 2008, Dekker, Schouteny e Wildeman 1996, Duek 2005, ISO16949, Muniz 2005, NBR15100, SA8000, Silva et al. 2005, Slavutzki 2010, Vieira 2007
45.	Redução de Complexidade das tarefas	T	Budai 2006, Nr17
46.	Reforma de Equipamentos antigos	T	Cascone 1992
47.	Sistemas de indicação de condições anormais ou falhas	T	ISO16949, NBR15100, NR17, SA8000,
48.	Uso do mínimo de especializações de manutenção	T	Cascone 1992, ISO16949, NBR15100,
49.	Uso mínimo de ajustes	T	Cascone 1992

Figura 9 – Requisitos Gerais de Manutenibilidade

Fonte: Autoria própria (2010).

A importância da identificação dos requisitos com as áreas de abrangência também ocorre em função da relação destes com as principais estruturas das organizações, o que pode auxiliar na caracterização objetiva da necessidade de desenvolvimento de políticas específicas em ambientes determinados da empresa para requisitos específicos.

5 Conclusão

Pela consideração da manutenibilidade na execução de serviços de manutenção, constatou-se que mudanças organizacionais são necessárias. Estas mudanças se sustentam em requisitos de manutenibilidade que não têm foco somente na engenharia. De outra forma, mesmo ao considerar que as condições objetivas de cada serviço são próprias ao momento de execução em dado ambiente, em uma organização, não se verifica que a alternativa se sustenta em modelos onde para cada tipo de execução tem uma forma de intervenção. A constatação é de que há condicionantes de custo, capacitação, planejamento e controle da manutenção, entre outros elementos envolvidos, que limitam a adoção de indicadores que desconsiderem as estratégias organizacionais, em seu desdobramento até a manutenção. Uma alternativa que se coloca, visto que muitos dos fatores de variabilidade estão relacionados à manutenibilidade, é identificar os mais importantes requisitos para uma melhor manutenibilidade. Assim, posteriormente, poderá se constituir uma sistemática de gestão da

manutenibilidade que possibilite, de forma geral, atender a diversidade de intervenções a partir de parâmetros necessários e admissíveis nos ambientes organizacionais.

De outra forma, abordar o tema da manutenibilidade na execução dos serviços de manutenção e suas implicações favorece a discussão da confiabilidade de processos e seus componentes, sob enfoques que podem interferir em esferas e ambientes da organização que normalmente não sofrem questionamentos. Interferir em processos a partir de requisitos de infraestrutura, recursos, segurança, saúde e meio ambiente, que impactam em custos que não são tão facilmente justificados em relação aos resultados da organização, são de difícil decisão e podem impactar em alteração nos métodos de tomadas de decisão e nas estruturas de poder. Por exemplo, para submeter o setor de engenharia de manutenção, com seu modelo de intervenção, restringindo a execução de serviços a condições e procedimentos que considerem conformidade legal, normativa e de práticas sustentáveis, poderá inverter a criticidade das decisões, levando a priorizar a critérios como segurança e meio ambiente a serem mais importantes que o processo produtivo, e aos objetivos de lucro da empresa.

Para compreender o problema que se pode gerar com a mudança de paradigmas para a gestão da manutenção, considere a seguinte situação. Uma organização adota um modelo para as decisões na gestão dos serviços de manutenção que opera segundo a sequência de decisões do Modelo de Classificação e Priorização de Serviços da figura 10. Ao inverter o ordenamento de classificação e inserir requisitos ao modelo existente, gerando o Modelo de Classificação e Priorização de Serviços por Manutenibilidade, da figura 11, onde se priorizará requisitos de segurança, impacto ambiental e manutenibilidade, as decisões tornarão a classificação e priorização bem diferentes. A criticidade será determinada por segmentos diferentes da organização. Isto não só poderá impactar os resultados da organização, como certamente induzirá uma mudança na estrutura das decisões, que poderá demandar a mudança da estrutura da organização. Os poderes de decisão estarão localizados em setores diferentes e a lógica de programação e controle da manutenção terá de se submeter a impositivos de execução.



Figura 10 - Modelo de Classificação e Priorização de Serviços

Fonte: Autoria própria (2010).



Figura 11 - Modelo de Classificação e Priorização de Serviços por Manutenibilidade

Fonte: Autoria própria (2010).

Portanto, identificar e reconhecer requisitos de manutenibilidade não abrange apenas uma questão de dimensão técnica. Requer também que a organização eleve sua percepção de relações internas a um patamar de consciência de sua função social e da repercussão quanto ao impacto de seus processos na sociedade, a partir da responsabilidade pelos trabalhadores que executam os serviços de manutenção e pelos impactos dos processos.

Identificar os requisitos de manutenibilidade capazes de garantir uma melhor performance da manutenção, em uma caracterização que considera legislação, normas e práticas, significa nomear não só deficiências organizacionais no momento da execução de serviços de manutenção. Isto possibilita subsidiar planos de melhorias para a efetividade da estratégia e dos objetivos organizacionais, seja pela submissão destes requisitos à política de manutenção quanto, também, pelo atendimento da função social das empresas.

Os requisitos gerais da manutenibilidade possuem a clareza e a objetividade necessárias para a conformidade na execução dos serviços de manutenção. O mérito é dado por identificarem os fatores que afetam à manutenção, com relação direta nos resultados da produção, e por orientar tomadas de decisões na direção de melhorias. Beneficiam-se com isto as organizações, pelos resultados, e os trabalhadores, pela melhoria do nível técnico, pelas condições e meios de execução de tarefas e por melhores condições de trabalho em um ambiente mais seguro e saudável.

Ao comparar os Requisitos Gerais de Manutenibilidade com os praticados em uma organização, por princípio de análise, poder-se-á avaliar o grau de observação e atendimento. Isto pode oferecer a possibilidade, portanto, de verificar as condições técnicas e sociais que a empresa está operando, com relação à manutenibilidade. Com isto, e considerando a conceituação de manutenibilidade admitida, oferece condições para construir uma sistemática que seja capaz não só de verificar a observação a estes requisitos, mas conceber ações de melhoria na manutenibilidade operada. Assim, tornar-se orientadora para as melhorias necessárias à conformidade dos processos de manutenção.

Uma política organizacional poderá partir de fases distintas para melhorar a manutenibilidade de uma organização, em seus desdobramentos estratégicos. A primeira fase, a partir das constatações deste estudo, verificará o estado de consideração dos requisitos de manutenibilidade; a segunda poderá realizar um diagnóstico do funcionamento da manutenção, da execução dos serviços, pela consideração de informações organizacionais considerando as estruturas, projetos, operação, instruções e funcionamento da manutenção; a terceira proporrá as melhorias necessárias para consideração dos Requisitos Gerais de Manutenibilidade na programação da manutenção.

Referência

ALMEIDA, Ildeberto Muniz de. Abordagem sistêmica de acidentes e sistemas de gestão de saúde e segurança do trabalho. **InterfaceEHC** - Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio-Ambiente, São Paulo, v. 1, n. 2, art. 1, p. 1-27, dez. 2006. Disponível em: <http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/artigos.asp?ed=2&cod_artigo=32>. Acesso em: 07 dez. 2010.

AMORIM, Clezio Gontijo. **Estrutura organizacional**. 2008. Disponível em: <<http://www.filemeta.com/preview.php?url=687474703a2f2f7777772e7072682e75666d612e62722f61706f7374696c61732f6573747275746f7267616e697a6163696f6e616c2e707074&fname=455354525554555241204f5247414e495a4143494f4e414c&country=jp&filetype=ppt>>. Acesso em: 07 dez. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14000**: pastas celulósicas - determinação do teor de cinza insolúvel em ácido. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO16949**: sistemas de gestão da qualidade – requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

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

CASCONE, Nicésio Ronan. **Metodologia para análise e otimização da confiabilidade, da manutenibilidade e da disponibilidade de um processo contínuo**. 1992. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

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.

DIAS, Acires. **Confiabilidade na manutenção industrial**. Disponível em: <http://www.icapdelrei.com.br/arquivos/Artigos/confiabilidade_na_manutencao_industrial.pdf>. Acesso em: 10 maio 2009.

DUEK, Carlos. **Análise de confiabilidade na manutenção de componente mecânico de avião**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

GALVANI, Lúcio Volnei; DIAS, Acires; ZÜRN, Hans Helmut. Metodologia para minimizar o impacto da indisponibilidade não programada sobre a receita do serviço de transmissão de energia elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 21., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Associação Brasileira de Manutenção, 2006. 1 CD-ROM

GONÇALVES, Rose Mary; ODELIUS, Catarina Cecília; FERREIRA, Mário César. Do trabalho prescrito ao trabalho real: a transformação da informação em notícia de rádio. **INTERCOM** - Revista Brasileira de Comunicação, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 47-71, 2001.

GONÇALVES, Vando Garcia; NAGANO, Gilberto Kazuyuki. Desempenho e problemas em redes protegidas compactas (Cabos XLPE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 20., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Manutenção, 2005. 1 CD-ROM

GRAZIANO, Nunziante. **Análise de confiabilidade e melhoria da taxa de falhas para cubículos classe 15 KV**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

HOBBS, Alan; BENIER, Steve. "You won't even know we are working on it?" Human factors in airways facilities maintenance. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF AUSTRALIAN AVIATION PSYCHOLOGY ASSOCIATION, 7., 2006, Austrália. **Anais...** Austrália: Australian Aviation Psychology Association, 2006. 1 CD-ROM

KARDEC, Allan; ZEN, Milton. **Gestão estratégica de fator humano**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

MASON, Steve. Improving maintenance by reducing human error. In: ANNUAL HUMAN FACTORS IN AVIATION MAINTENANCE SYMPOSIUM, 14., 2000, Ottawa. **Anais...** Ottawa: [s.n.], 2000. Disponível em: <http://www.plantaintenance.com/articles/maintenance_human_error.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2009.

MUNIZ, Rui Paulo Dias. Melhoria da performance pelo OEE. In: SEMINÁRIO GAÚCHO DE MANUTENÇÃO, 18., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Manutenção, 2009. 1 CD-ROM

MUNIZ, Rui Paulo Dias; AMARAL, Fernando Gonçalves. **Capacitação e qualificação dos trabalhadores da atividade de manutenção e operação de sistemas e equipamentos eletro-eletrônicos na UFRGS**. Porto Alegre: Escola de Engenharia/UFRGS, 2004.

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.

MUNIZ, Rui; AMARAL, Fernando Gonçalves. **Mantenabilidade e a estratégia nas organizações**. Porto Alegre: PGEP/UFRGS, 2010b.

MUNIZ, Rui; AMARAL, Fernando Gonçalves. **Mantenabilidade**: das tarefas aos resultados organizacionais. Porto Alegre: PGEP/UFRGS, 2010a.

NAKAGAWA, Toshio; YASUI, Kazumi. Note on optimal redundant policies for reliability models. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 11, n. 1, p. 104-117, 2005.

NUNES, Enon Laércio; VALLADARES, Angelise. Gestão da manutenção e do conhecimento como estratégia na instalação de unidades geradoras de energia elétrica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 24., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABEPRO, 2004. 1 CD-ROM

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

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas, organização & métodos**: uma abordagem gerencial. São Paulo: Atlas, 1990.

OLIVEIRA, Silas Santos de. Planejamento estratégico da manutenção um fator de competitividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 22., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Manutenção, 2007. 1 CD-ROM

PINTO, Alan K.; XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymarck, 2001.

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

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**: guia PMBOK. 4. ed. Estados Unidos: Project Management Inst-Id, 2009.

REYS, Marcos Alves dos. **Determinação de critérios para a escolha de metodologias de manutenção**. 1995. (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

SALERMO, Lia Soares. **Aplicação de ferramentas da mentalidade enxuta e da manutenção autônoma aos serviços de manutenção dos sistemas prediais de água**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SILVA, Ademir Dias da et al. A influência da confiabilidade humana e dos equipamentos na aplicação do sistema Toyota de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 20., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Manutenção, 2005. 1 CD-ROM

SILVA, Alisson Martins da. A manutenção preditiva e a engenharia de manutenção aplicadas como ferramentas para aumento da disponibilidade e manutenibilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 22., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Manutenção, 2007. 1 CD-ROM

SLAVUTZKI, Luis Carlos. **Metodologia para avaliação e classificação de causas de acidentes do trabalho**. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

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

SOUZA, Riberte Dias de; MORELLATO, Jeremias; SOELLA, Ivan. Diagnose de disjuntores e contadores de média e baixa tensão. In; CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 21., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Associação Brasileira de Manutenção, 2006. 1 CD-ROM

TAVARES, Lourival. Índices de mantenimiento. **Revista Manutencao y Qualidade**, n. 19, p. 20-23, 1998.

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

VIEIRA, Sérgio José Rocha. **A adoção do conceito de manutenibilidade como estratégia para a inovação da gestão da manutenção civil da FIOCRUZ**. 2007. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de C & T em Saúde) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.