

# RELAÇÃO ENTRE OS REQUISITOS DA CERTIFICAÇÃO PAS55 E AS TAREFAS DA MCC<sup>1</sup>

José Carlos Souza Oliveira<sup>2</sup>

Alessandro Luiz da Silva<sup>3</sup>

Aluísio Pinto da Silva<sup>4</sup>

José Luís Gomes da Silva<sup>5</sup>

## Resumo

O atual cenário mundial de competitividade e globalização da indústria sinaliza para a necessidade de se obter resultados cada vez maiores, com menos recursos empregados, todavia com qualidade ascendente, e as manutenções dos ativos fabris como função da produção vêm acompanhando esta evolução. Como consequência, o conceito de manutenção evoluiu da "ideia de conserto após a falha" para uma visão holística. Sendo assim, a discussão sobre as relações entre os requisitos da certificação da PAS55 e as tarefas da MCC - Manutenção Centrada na Confiabilidade apresenta-se como diferencial em se tratar da função manutenção de forma estratégica. Assim, este artigo, traz uma abordagem qualitativa, baseado em pesquisa bibliográfica, com delineamento descritivo, objetivando discutir a relação entre os requisitos da certificação PAS55 e a metodologia MCC. Como resultados, verificou-se que as duas disciplinas estabelecem uma forma integrada de se executar as atividades de manutenção sob os aspectos táticos, sem perder o foco das primícias estratégicas que norteiam a adoção desses conceitos. Por meio da correta seleção de atividades da MCC, alinhada às atividades de ciclo de vida dos ativos, é possível mantê-los em condições ótimas de monitoramento e operação, e de certa forma preservando suas funções por meio da confiabilidade.

**Palavras-chave:** PAS55; Manutenção centrada em confiabilidade; Ciclo de vida dos ativos; Gestão de ativos.

## RELATIONSHIP BETWEEN THE REQUIREMENTS OF CERTIFICATION AND THE TASKS OF PAS55 MCC

### Abstract

The current scenario of global competitiveness and globalization industry indicates the need to achieve ever greater results with fewer resources used, however ascending quality, maintenance and manufacturing of assets as a function of production have been following this evolution. Consequently, the maintenance concept evolved from "idea repair after failure" for a holistic view. Thus, the discussion on the relationship between the certification requirements of PAS55 and tasks MCC - Reliability Centered Maintenance presents itself as a differential in treatment maintenance function strategically. Thus, this article provides a qualitative approach, based on a literature review with a descriptive, aiming to discuss the relationship between the requirements of PAS55 certification methodology and MCC. As a result, it was found that the two disciplines provide an integrated way of performing maintenance activities under the tactical aspects, without losing focus of the firstfruits strategic guiding the adoption of these concepts. Through the proper selection of the MCC activities, aligned to the activities of the life cycle of assets, it is possible to keep them in optimal condition monitoring and operation, and somehow preserving their duties by reliability.

**Key words:** PAS55; Reliability centered maintenance; Life cycle assets; Assets management.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 43º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 14º Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 1º Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 1 a 4 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Mecânico. Mestrando, Engenharia Mecânica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, SP, Brasil; jcso2009@gmail.com.

<sup>3</sup> Engenheiro Eletricista. Mestre. Gerente Geral Negócios de Manutenção. Planejamento e Desenvolvimento Regional, Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA), Universidade de Taubaté, SP, Brasil; alessandroluiz.silva@gmail.com.

<sup>4</sup> Engenheiro Mecânico. Doutor. Professor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, SP, Brasil; aluisio@ymail.com.

<sup>5</sup> Físico. Doutor. Professor, Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA), Universidade de Taubaté, SP, Brasil; gomesdasilvaster@gmail.com.

# 1 INTRODUÇÃO

Com a competitividade global onde a redução de custos de produção é fator primordial para a viabilização do negócio, a manutenção adquire valor estratégico, já que a redução de custos passa diretamente por aumentar a eficácia. As ferramentas e conceitos aplicados à função dão-nos referências da eficácia, bem como nos permite identificar a graduação da gestão aplicada. Antes, tratada como função de apoio ao processo produtivo, hoje é uma variável que compõe a produção somada à operação e à engenharia.

Em função desta visão, o conceito de manutenção também têm se aperfeiçoado, já que no passado era definida como o reestabelecimento das condições originais dos equipamentos/sistemas, e hoje se define como a garantia da disponibilidade da função dos equipamentos/sistemas com confiabilidade, segurança e preservação do meio ambiente, sempre ao menor custo possível, ou ainda, conforme Seixas.<sup>(1)</sup> a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo supervisão, destinadas a manter ou restabelecer um item para um estado no qual possa desempenhar sua função requerida.

Kardec e Lafraia,<sup>(2)</sup> trazem uma comparação entre o conceito de Manutenção há décadas atrás e o conceito aplicado hoje.

“Há até pouco tempo, o conceito predominante era de que a missão da manutenção era de restabelecer as condições originais dos equipamentos/sistemas.

Hoje, a missão da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequados.”

O documento ou certificação PAS 55 é recente e estabelece requisitos para se realizar a gestão dos ativos e as técnicas da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) são reconhecidas e aplicadas industrialmente com resultados positivos. Ao relacionar esses dois conceitos, buscou-se estabelecer critérios que permitam tratar estrategicamente a manutenção dos ativos fabris como um todo, e ao mesmo tempo executar ações táticas que estejam em conformidade com as atividades do ciclo de vida do ativo – sem gerar burocracia nos processos de gestão da manutenção.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Estabelecer relação entre os requisitos da certificação e as tarefas Manutenção Centrada em Confiabilidade

### 1.1.2 Objetivos específicos

Conceituar o documento PAS 55

Conceituara a Manutenção Centrada em Confiabilidade e suas tarefas

## 1.2 O Documento PAS 55

O documento PAS 55 (*Publically Available Specification*)<sup>(3)</sup> publicado pelo instituto *British Standards Institute* (BSI) e desenvolvido pelo Instituto de Gerenciamento de Ativos (IAM), lançado em 2004 e revisado em 2008, define o que deve incluir um sistema de Gestão de Ativo Físicos e é aplicável para qualquer tipo de organização

em que os ativos são fatores críticos para o sucesso. Cabe ressaltar que a Inglaterra foi o 1º país a tratar a gestão de ativos como uma disciplina específica.

Entende-se, porém como ativo, plantas, maquinários, propriedades, edifícios, veículos e outros itens que possuam um valor distinto e estratégico para a organização ou de uma forma mais objetiva, pode ser definido como tudo aquilo que possa ser utilizado economicamente pela organização – visa o gerenciamento ótimo de ativos físicos e infraestrutura.

A gestão de ativos é uma disciplina recente, e a PAS 55 a define como um conjunto de atividades sistemáticas e coordenadas para manter seus ativos e sistemas de ativos. A PAS 55 apresenta uma visão holística da gestão de ativos, permitindo assim a interface com normas e sistemas de gestão – ISO 9000, ISO 14000 e OHSAS 18001. A PAS 55, desta forma, nos permite ter uma visão integrada da gestão dos recursos, determinando de maneira definitiva a relação entre empresas, ativos, finanças, riscos e resultados. Em processo para ser incorporada à Norma ISO em meados de 2014, a PAS 55, como conhecemos, deixará de existir e dará lugar ao surgimento da ISO 55000, devendo ter a seguinte estrutura:

- ISO-55000: Gestão de Ativos Geral (princípios e terminologia);
- ISO-55001: Gestão de Ativos (Sistemas de Gestão – requisitos);
- ISO-55002: Gestão de Ativos (Sistema de Gestão – orientação para implementação da ISO-55001).

Elaborada de tal forma que poderá ser utilizada como referência para seleção de potenciais fornecedores e como elemento de controle de gestão para os acionistas e todos aqueles envolvidos com o negócio da empresa (*stakeholders*), a PAS 55, será aplicável a qualquer organização cujos ativos físicos são fundamentais.

Todavia cabe ressaltar alguns fatores críticos para que ela atinja seus objetivos empresariais – entrega efetiva de serviços e consequente competitividade no mercado.

Alguns princípios norteiam de forma integrada a Gestão de Ativos:

- holístico;
- sistemático;
- sistêmico;
- baseado no risco;
- ótimo; e
- sustentável.

Se ativos são bens que possuem valor distinto e estratégico para a organização, quanto à fonte de recursos, podemos classificá-los em:

- ativos humanos;
- ativos materiais;
- ativos tecnológicos; e
- ativos financeiros.

No contexto empresarial, conforme Figura 1 podemos classificar em:

- ativos humanos;
- ativos financeiros;
- ativos intangíveis; e
- ativos informacionais.



**Figura 1.** Classificação dos ativos físicos quanto a fonte de recursos. *Fonte: PAS 55:2008 – Asset Management*

Segundo Kardec,<sup>(4)</sup> a PAS 55 têm o princípio holístico como característica, pois estabelece requisitos para as diversas fases do ciclo de vida do ativo, desde seu projeto aquisição, qualificação das pessoas, pré-operação, entrada em operação, manutenção, modernização, até sua disposição final.

A gestão de ativos representa muito mais do que uma evolução no conceito de manutenção. Considerada como conceito pertencente a 4ª geração de manutenção, onde além da gestão de ativos estão contidos conceitos como Gestão da Confiabilidade das Instalações, Confiabilidade Humana e Gestão de risco. A Figura 2 mostra essa evolução ao longo dos anos.



**Figura 2.** Evolução do conceito de manutenção - 4ª Geração.<sup>(5)</sup>

São valores dos ativos humanos: motivação, comunicação, responsabilidades, conhecimento, experiência, liderança e trabalho em equipe. São interfaces dos ativos financeiros: custo do ciclo de vida, critérios para investimento do capital e custo da operação. Compõem os valores intangíveis da corporação, conceitos como

reputação, imagem, moral e impacto social. Os ativos informacionais são compostos por condição, performance, atividades, custos e oportunidades. Ao gestor de ativos cabe à responsabilidade em equilibrar custo, risco/conformidade, desempenho dos ativos e sustentabilidade.

Para a PAS 55:2008 a análise, acompanhamento e custeio do Ciclo de Vida do Ativo é muito importante, este corresponde ao intervalo de tempo que começa com a identificação da necessidade do ativo e termina com a desativação do mesmo. As etapas que compõem o ciclo de vida do ativo são:

- criação, aquisição ou melhoria de ativos;
- utilização de ativos;
- manutenção de ativos;
- desativação e/ou descarte de ativos.

A Figura 3 apresenta a graduação da gestão de ativos e o escopo da PAS 55, desde o nível básico de gerenciamento de ativos no processo de criação/aquisição, utilização, manutenção e venda/renovação até a gestão de ativos, incorporada à gestão da organização, simboliza os níveis estratégico, tático e operacional da gestão de ativos.



**Figura 3.** Níveis de gestão de ativos e escopo do PAS 55.<sup>(6)</sup>

Baseado na estrutura de um Sistema de Gestão a PAS 55 apresenta a partir da estrutura do PDCA (*plan, do, check and action*) requisitos que tratam desde a definição da política de gestão de ativos à implantação de planos e avaliação de desempenho e melhoria, todavia um dos requisitos importantes da PAS 55 é a Gestão de Riscos, e deve estar presente em todos os níveis da gestão de ativos.

- no nível 1 (nível operacional), deve contemplar a avaliação risco desde a aquisição até a avaliação do risco de descarte, percorrendo assim toda a extensão do nível 1 (Figura 1);
- no nível 2 (nível tático), gerenciamento dos sistemas de ativos, através da análise de criticidade do ativo; à fim de identificação de atividades para a manutenção; e
- no nível 3 (nível estratégico), a avaliação deve ser com relação aos riscos para o negócio como um todo, riscos esses que venham comprometer a estratégia da empresa.

A Figura 4 apresenta a avaliação de riscos em diferentes níveis da Gestão de Ativos.



Figura 4. Avaliação de riscos por níveis da Gestão de Ativos.<sup>(6)</sup>

A PAS 55 traz política de gerenciamento do risco, através de ações que configuram o processo de gestão de riscos (Figura 5).

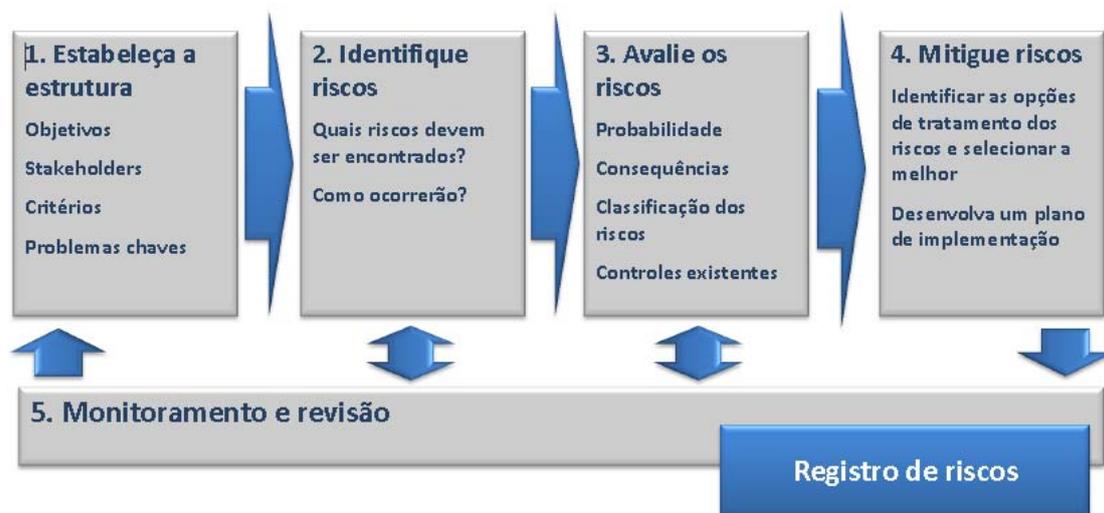


Figura 5. Processos de gestão de riscos.<sup>(6)</sup>

### 1.2.1 Procedimentos e atenuação de riscos

Estabelecendo-se uma análise entre a Gestão de Ativos e a Gestão da Manutenção, nota-se que enquanto a primeira, está ocupada em determinar o melhor modelo de intervenção, seja ela corretiva, preventiva ou preditiva, utilizando técnicas de Engenharia de Manutenção, já a segunda, atua desde a concepção do projeto.

Cabe ressaltar que etapas delineadas na concepção do projeto – aquisição, qualificação das pessoas, abrangem a atenuação dos riscos como um todo, conforme etapas:

- entender a exposição total a riscos de todas as fontes, não somente de ativos;
- adotar uma abordagem de negócio econômica para gerenciar riscos;
- reduzir riscos com investimento ou despesas de manutenção;
- reduzir impacto da falha;
- aceitar alguns riscos e arcar com os custos consequentes;

- segurança contra custos consequentes: operação, entrada em operação, manutenção/ modernização, e disposição final;
- considera-se ainda a gestão de ativos, como uma evolução da manutenção, que passa necessariamente pela crescente aplicação da tecnologia e pela adoção de técnicas de gestão da manutenção.

### 1.3 Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) e Suas Tarefas

A *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) ou Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) é uma tecnologia recente, caracteriza-se por ser uma atividade industrial, porém têm se estendido por todos os ramos da atividade humana. Surgiu na indústria aeronáutica americana e adotada na sequência pela indústria nuclear e elétrica.

A norma SAE JA1011/12,<sup>(7)</sup> que estabelece os padrões para a MCC, diz que é de responsabilidade da MCC determinar os requisitos da manutenção para os modos de falhas que possam causar falhas funcionais de qualquer item físico. Sendo assim, dentre outros, o foco da MCC é na identificação dos modos de falhas, ou seja, se antes a manutenção buscava preservar o equipamento, a MCC propõe preservar as funções dos equipamentos, restaurar a confiabilidade, otimizar a disponibilidade e atuar conforme os modos de falhas.

A MCC objetiva a utilização correta das atividades de manutenção; denominadas atividades selecionáveis; à fim de eliminar intervenções inadequadas. Segundo Lafraia,<sup>(8)</sup> provavelmente existam mais decisões erradas tomadas e mais coisas erradas feitas em manutenção do que em qualquer outra atividade industrial.

Para Siqueira,<sup>(9)</sup> podemos comparar as características da MCC com a manutenção tradicional.

**Tabela 1.** Comparação da Manutenção Tradicional com a MCC<sup>(9)</sup>

<b>Características</b>	<b>Manutenção Tradicional</b>	<b>MCC</b>
Foco	Equipamento	Função
Objetivo	Manter o equipamento	Preservar a função
Atuação	Componente	Sistema
Atividades	O que pode ser feito	O que deve ser feito
Dados	Pouca ênfase	Muita ênfase
Documentação	Reduzido	Obrigatório e Sistemática
Metodologia	Empírico	Estruturada
Combate	Deterioração do equipamento	Consequência das falhas
Normalização	Não	Sim
Priorização	Inexistente	Por função

A maior diferença entre o processo MCC e as técnicas tradicionais da manutenção é o foco nas consequências da falha. A MCC identifica a funcionalidade ou desempenho requerido pelo equipamento no seu contexto operacional, identifica os modos de falha e as causas prováveis, e então detalha os efeitos e as consequências da falha. Isto permite avaliar a criticidade das falhas e onde podemos identificar consequências significantes que afetam a segurança, a disponibilidade ou custo.

O objetivo da MCC é preservar as funções do sistema, enquanto na manutenção tradicional o objetivo principal é preservar o equipamento.

A metodologia permite selecionar as tarefas adequadas de manutenção direcionadas para os modos de falha identificados.

A aplicação do Método MCC inicia-se com 7 perguntas, objetivando respostas corretas e precisas:

- quais são as funções do equipamento? (Aqueles que devem ser preservadas);
- de que forma ele pode falhar? (Falhas funcionais);
- o que o faz falhar? (Modos de falhas);
- o que acontece quando ele falha? (Efeito das falhas);
- quanto importa se ele falhar? (Efeito das falhas);
- há algo que se possa fazer para prever ou prevenir a falha? (Tarefas aplicáveis);
- o que acontece se não pudermos prever nem prevenir a falha? (Alternativas restantes).

Adicionalmente às sete perguntas clássicas da MCC, incluem-se uma pergunta, objetivando o cálculo da melhor frequência das atividades, após a escolha de todas as tarefas de manutenção: Quais as frequências ideais das tarefas?

A fim de responder cada questão, a MCC utiliza métodos e ferramentas, de acordo com uma sequência estruturada e documentada.

Segundo Siqueira<sup>(9)</sup>, a MCC adotou uma sequência de ações, composta de sete etapas, assim definidas:

- seleção do sistema e coleta de informações;
- análise de modos de falhas e efeitos;
- seleção de funções significantes;
- seleção de atividades aplicáveis;
- avaliação da efetividade das atividades;
- seleção das atividades aplicáveis e efetivas;
- definição da periodicidade das atividades.

De acordo com NBR 5462<sup>(10)</sup> as falhas podem ser classificadas em graduais, parciais, por defeito ou complexas. Pelos critérios da MCC são classificadas de acordo com o efeito que provocam sobre uma função do sistema a que pertencem. São classificadas em falha funcional e falha potencial.

A Falha funcional impede o item de desempenhar sua função, são subdivididas em evidentes, ocultas e múltiplas.

A Falha potencial indica uma falha funcional pendente ou em processo de ocorrência. Esta classificação é adotada pela MCC para definir melhor a estratégia de manutenção.

Pesquisar, identificar e descrever falhas envolve experiência e entendimento sobre seu funcionamento, algumas fontes de informação podem auxiliar nesta tarefa:

- histórico de falhas;
- estudo de FMEA;
- documentação do fabricante ou fornecedor;
- lista genérica de defeitos;
- relato dos operadores;
- experiência de projetistas e integradores;
- experiência dos mantenedores.

A disponibilidade de uma base histórica de falhas constitui a melhor fonte de informação, seguida de um estudo de FMEA.

No passado acreditava-se que os modelos de taxa de falhas apontavam para a máxima de que quanto mais cedo for a intervenção, menor será a probabilidade da falha. Não há relação alguma entre idade do equipamento e sua confiabilidade. Manutenções programadas podem, na realidade, aumentar a taxa de falhas, através da introdução de falhas prematuras que não existiam no sistema.

Quanto maior o número de componentes e o número de interfaces e conexões entre os componentes maior serão as falhas e sua variedade, por exemplo: muitas falhas mecânicas estão relacionadas com soldas e parafusos, enquanto falhas elétricas envolvem conexões entre componentes.

Isto mostra que componentes complexos estão mais sujeitos a falhas aleatórias do que componentes simples. Portanto, o período de desgaste geralmente não se aplica a esses casos. Dessa forma substituições/recondicionamentos programados para evitar falhas podem não ter nenhuma efetividade.

Os modos de falhas descrevem como as falhas funcionais acontecem, ou seja, o mecanismo da falha ou o que pode falhar, e também o caminho para o combate à falha funcional. Para cada modo de falha está invariavelmente associado a um componente do sistema em estudo, e para a MCC, todos os modos de falhas devem ser registrados e cadastrados.

Dentro da MCC é função da manutenção combater o modo de falha e função do projeto combater a causa da falha, e cada componente de um sistema ou equipamento pode gerar um conjunto de modos de falha, e cada modo de falha pode ser gerado por um conjunto de causas, considerações estas com base na premissa de que cada tecnologia possui seu modo de falha, e especificamente na especialidade mecânica, são comuns muitos modos de falhas, relacionados ao comportamento de materiais.

As Tabelas 2 e 3 apresentam alguns modos de falhas para sistemas mecânicos e elétricos.

**Tabela 2.** Tabela de modos de falhas mecânicas<sup>(9)</sup>

<b>Modo de Falha</b>	<b>Tipo de falha</b>	<b>Causa da falha</b>
Fratura	Dúctil	Deformação plástica por escorregamento
	Frágil	Propagação de trinca sob tensão estática
	Fadiga	Propagação de trinca sob tensão cíclica
	Fadiga Térmica	Propagação de trinca por ciclo térmico
Desgaste	Mecânico	Remoção de material por atrito
	Químico	Remoção de material por reação química
	Eletroquímico	Perda de material por reação eletroquímico
	Adesivo	Ação (eletro) química do meio ambiente
	Corrosivo	Ruptura de micro adesões entre superfícies
	Adesivo	Risco superficial por material mais duro
	Cavitação	Micro jatos de líquido por colapso de bolhas
Fretting	Remoção superficial por micro movimentos	
Deformação	Tração	Alongamento dúctil sob força de tração
	Pressão	Encolhimento dúctil sob força de pressão
	Torção	Distorção helicoidal dúctil por torção
Incrustação	Processual	Depósito de material utilizado no processo
	Ambiental	Depósito de material do meio ambiente

**Tabela 3.** Tabela de modos de falhas elétricas<sup>(9)</sup>

<b>Modo de Falha</b>	<b>Tipo de falha</b>	<b>Causa da falha</b>
Perdas	Dielétrica	Condução elétrica em semicondutores
	Magnética	Magnetização de núcleos magnéticas
	Superficial	Condução elétrica superficial em sólidos
	Sobrecarga	Aquecimento por excesso de carregamento
Isolamento	Sobretensão	Remoção de material por atrito
	Contaminação	Remoção de material por reação química
	Térmica	Perda de material por reação eletroquímico
	Eletroquímica	Perda de isolante por reação eletroquímica
	Química	Ação (eletro) química do meio ambiente
Resistência	Mecânico	Perda de seção por extrusão dúctil
	Contaminação	Modificação de característica por impurezas

No estudo da MCC podem-se considerar os modos de falhas humanas, menos compreendidos, e por isso, de difícil classificação, normalmente classificada como distração, lapso, engano e violação.

Em componentes industriais, quatro comportamentos típicos de mecanismos típicos derivam dos modos de falhas:

- desgaste progressivo;
- falha intempestiva;
- desgaste por fadiga;
- mortalidade infantil.

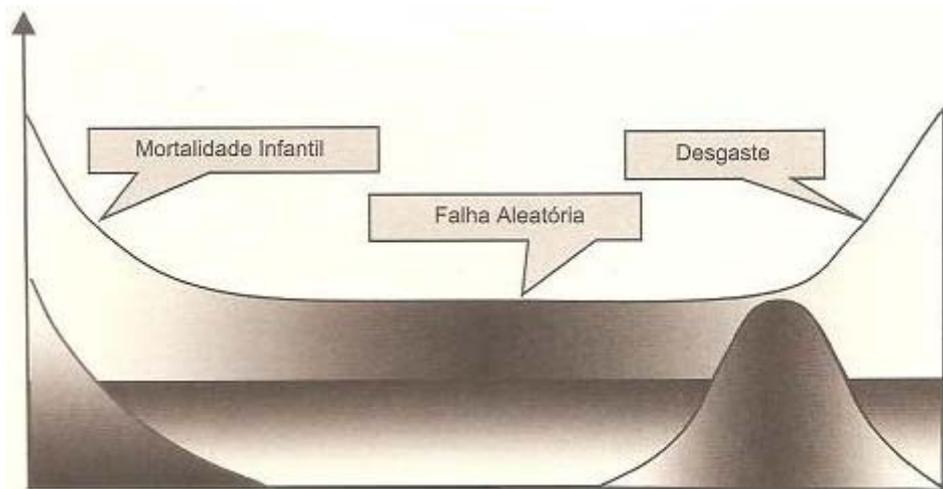
Para os Mecanismos da Mortalidade infantil o que se observa é que são provocados por defeitos introduzidos antes do período operacional, como na especificação e projeto, inspeção e controle de qualidade, fabricação, estoque e transporte, na montagem e integração, ou ainda no fornecimento de peças e materiais de insumo.

Em um equipamento complexo, composto de muitos componentes, cada um com um mecanismo de falha diferente, a curva de probabilidade condicional de falha será uma combinação destes modelos. Esta curva, conhecida como curva da banheira, devido à sua forma simular ao perfil de uma banheira, tem sido usada para representar o comportamento típico do mecanismo de falha agregado destes componentes.

Siqueira<sup>(9)</sup> descreve assim a importância da curva da banheira:

“A curva da banheira dominou a filosofia e ação da manutenção considerada de segunda geração, onde as grandes revisões que indisponibilizavam as instalações por um grande período, com desmontagem quase que total dos equipamentos, eram justificadas pela proximidade do período de desgaste da curva. Nestas revisões, todos os elementos submetidos ao desgaste eram substituídos ou restaurados em bloco.”

A Figura 6 apresenta as fases da curva da banheira.



**Figura 6.** Curva da Banheira Típica.<sup>(9)</sup>

Tradicionalmente as fases da vida de um componente ou sistema são descritos pela curva da banheira, que apresenta as fases da vida de um componente. Embora seja genérica, ela só é válida para componentes individuais. Um componente apresenta três períodos da vida bastante característicos: mortalidade infantil, período de vida útil e desgaste.

No período de mortalidade infantil, ocorrerem falhas prematuras, com taxa de falhas decrescentes, que podem ser provocadas por uma série de razões, dentre elas destacam-se processos de fabricação deficientes, controle de qualidade deficiente, componentes não especificados, componentes não testados ou ainda erro humano.

No período de vida útil a taxa de falhas é constante, normalmente de natureza aleatória, que podem ser provocadas fundamentalmente por interferência indevida de tensão/resistência, fator de segurança insuficiente, cargas aleatórias maiores que as esperadas, ou ainda causas inexplicáveis e fenômenos naturais imprevisíveis.

No período de desgaste, inicia-se o término da vida útil do equipamento, com o conseqüente crescimento da taxa de falhas.

São algumas das causas para o período de desgaste: envelhecimento, desgaste/abrasão, degradação de resistência, fadiga, corrosão, deterioração mecânica, elétrica, química ou hidráulica, manutenção insuficiente ou deficiente.

A curva da Banheira apresenta divergências, principalmente na região de desgaste.

A curva é usada para justificar intervalos de revisão baseadas em tempo. Todos os anos a indústria gasta centenas de milhões de dólares fazendo trabalhos que não necessitava ser feito. A curva da banheira se aplica a componentes individuais, não para equipamentos. Estes componentes quando chegam à parte de desgaste da curva devem ser trocados ou consertados.

É importante destacar que nem sempre todos os tipos de componentes apresentam todas as fases. Alguns sistemas apresentam apenas uma fase, como é o caso de programas de computadores, que apresentam apenas a fase da mortalidade infantil, que na medida em que os erros de programação são corrigidos, as falhas vão praticamente desaparecendo. Já para componentes eletrônicos, estes apresentam normalmente falhas aleatórias, componentes mecânicos apresentam as três fases.

Pelo princípio de lógica do MCC uma atividade de Manutenção só será aplicada se:

- prevenir modos de falhas;
- reduzir a taxa de deteriorização;
- detectar a evolução de falhas;
- descobrir falhas ocultas;

- suprir necessidades e consumíveis do processo;
- reparar o item após a falha.

As tarefas de manutenção na metodologia MCC são divididas em duas categorias, as tarefas proativas e tarefas padrão.

- tarefas proativas: são aquelas tarefas realizadas antes de uma falha ocorrer, de modo a prevenir o item de entrar em um estado de falha. Abrange o que é tradicionalmente conhecido como manutenção preventiva (sistemática e preditiva) e incluem restauração programada, manutenção sob condição e descarte programado.
- tarefas padrão (*default*): São tarefas que tratam o estado de falha (depois de ocorrida) e são escolhidas quando não é possível identificar uma tarefa pró-ativa efetiva. Ações default incluem busca da falha, melhorias, e rodar até falhar (manutenção corretiva).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada considerando publicações científicas que contextualizam a os conceitos de MCC e PAS 55 e as inter-relações entre esses conceitos, haja vista a relevância deste tema para os processos e negócios. A pesquisa foi definida como bibliográfica, com delineamento descritivo, com abordagem qualitativa. Além de publicações científicas, para a coleta de dados.

## 3 RESULTADOS

Como resultado, durante a pesquisa, observou-se que a relação entre a metodologia da MCC com os requisitos da PAS 55 é representada pela eficácia observada no gerenciamento dos ativos, máquinas/equipamentos, classificados como ativos materiais financeiros, por meio de adoção de técnicas e planos de manutenção retornando em melhor desempenho, alta confiabilidade e disponibilidade e conseqüente menor custo de manutenção.

Outro ponto, a gestão otimizada, preconizada pela PAS 55 no âmbito da MCC, se dá a partir da seleção de tarefas aplicáveis e efetivas, partem da idéia de que a melhor estratégia está sendo adotada, não somente com o objetivo de intervir, mas de eliminar a casa raiz, ou seja, não apenas executar as tarefas de manutenção, mas executar certo as tarefas certas.

Desta forma, a MCC atua como elemento para apoiar a tomada de decisão e solução de problemas inerentes à Gestão de Ativos com base no referencial PAS 55, onde o escopo das tarefas do MCC é determinado principalmente pelos planos de gestão de ativos, atendendo assim os requisitos da PAS 55. Estes contemplam entre outras informações, os “pacotes” de manutenção de cada ativo, que definem em linhas gerais o serviço a ser executado. Geralmente utilizam-se os termos definidos como revisão e reforma.

## 4 DISCUSSÃO

Os requisitos da PAS 55 buscam a otimização das estratégias de manutenção, com redução dos tempos de inatividade relacionados com a manutenção e, podendo assim utilizar este tempo para a eliminação de defeitos.

Embora a estratégia de gestão de ativos deva estar alinhada às técnicas da MCC em nível tático, não pode deixar de capturar a estratégia da empresa e orientar seu

planejamento a partir dela. Da mesma forma, a política de gestão de ativos deve estar presente na gestão estratégica da manutenção, ao ponto de influenciar o formato dos contratos, desde a definição de critérios para qualificação mínima para prestação de serviço, critério de escolha de modalidade de contrato, até critérios gerais de aceite de serviço.

No contexto da estratégia de gestão de ativos e atividade do ciclo de vida, observou-se na pesquisa, uma relação direta com a prática da MCC, pois compõe a estratégia de gestão de ativos, e o planejamento das ações de manutenção, bem como a seleção das tarefas de intervenção. Já para atividades do ciclo de vida é necessário estabelecer um plano de tratamento do ativo.

## 5 CONCLUSÃO

Estamos vivenciando um momento especial da manutenção nas indústrias brasileiras, e a gestão de ativos corresponde ao conceito mais amplo de se tratar o negócio manutenção. Considerada como o que há de mais estratégico na função, compõem juntamente com outros conceitos – gestão de riscos e confiabilidade humana a visão holística do conceito de Manutenção, em sua 4ª geração.

As relações entre os requisitos da PAS 55 e as tarefas do MCC estabelecem uma forma integrada de se executar as atividades de manutenção tática, sem perder o foco das primícias estratégicas que norteiam a adoção desses conceitos.

Por meio da correta seleção de atividades do MCC, alinhados com as atividades do ciclo de vida do ativo, mantem-se o ativo em condições ótimas de monitoramento e operação.

## Agradecimentos

Agradecemos a Universidade de Taubaté através do Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica pelo apoio e incentivo à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- 1 Eduardo Seixas: Manutenção focada em gestão de ativos – 2º Seminário Amazonense de Manutenção – maio/2012
- 2 KARDEC, ALAN e LAFRAIA, JOÃO. Gestão Estratégica e Confiabilidade. Rio de Janeiro, 2002. Qualitymark: ABRAMAN. 80 f.
- 3 BSi - British Standards institute. PAS 55:2008 – Asset Management. London, 2008.
- 4 Allan Kardec: Gestão estratégica de ativos físicos – 2º Seminário Amazonense de Manutenção – maio/2012
- 5 Célio Cunha de Almeida Prado: Capacitação do Profissional de Manutenção: Fator de Confiabilidade e Produtividade – 4ª Semana da Tecnologia SENAI Suzano – novembro/2012
- 6 Pragma. PAS55. <http://www.pragmaworld.net/PAS55/> último acesso em 08/03/2013
- 7 SAE JA1011/12 (“A Guide to the Reliability-Centered Maintenance - RCM – Standard”)
- 8 LAFRAIA, João Ricardo Barusso. Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade. Rio de Janeiro. Editora Qualitymark Ltda, 2001, 388p.
- 9 SIQUEIRA, Yoni Patriota. Manutenção Centrada em Confiabilidade: Manual de Implementação. Rio de Janeiro. Editora Qualitymark Ltda, 2012, 408p.
- 10 NBR 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.