

# SISTEMAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO - UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA VISANDO ESTABELEECER CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE MATURIDADE.

**José Ricardo Tavares de Lima (Cimatec)**

josericardo.tavares@gmail.com

**Alex Alisson Bandeira Santos (Cimatec)**

alex.santos@cimatec.fieb.org.br

**Renelson Ribeiro Sampaio (Cimatec)**

renelson.sampaio@cimatec.fieb.org.br



*As organizações industriais demandam ações de manutenção como uma das suas atividades relevantes, fruto do reconhecimento da crescente importância da mesma para o sucesso e a sobrevivência dos negócios. Até pouco mais de cinco décadas, tais ações eram reativas constituindo-se de manutenções corretivas, de grandes reformas e de intervenções não programadas, aplicadas para restabelecer o estado operacional satisfatório dos ativos que apresentavam falhas. Desde então, a partir da década de 50, a manutenção vem sofrendo mudanças contínuas, na busca de ações sustentáveis e de prestação de serviços com alto valor agregado. Novas técnicas, como a manutenção preventiva e preditiva, e novos sistemas de gestão foram desenvolvidos e aplicados, objetivando que a manutenção possa ser realizada cada vez mais efetivamente. Sucederam-se diversos sistemas de gestão dentre os quais a Manutenção Centrada no Custo e no Lucro ao longo do ciclo de vida das instalações, a Manutenção com Qualidade Total (TQMmain), a Manutenção Produtiva Total (TPM), a Centrada na Confiabilidade (RCM), a Baseada em Riscos (RBM), a Centrada na Eficácia (ECM), a Gestão Estratégica (SMM) e a Manutenção Classe Mundial (WCM). Apesar do avanço na concepção dos sistemas de gestão, existem dificuldades para se avaliar o nível de maturidade da manutenção. Este aspecto é parcialmente tratado nos processos de medição de desempenho de cada modelo, porém o mesmo ainda requer uma visão mais estruturada e melhor detalhada. Com este propósito, a partir do estudo dos pressupostos fundamentais do conjunto dos sistemas de gestão apresentados, propõe-se um método mais abrangente para a avaliação do nível de maturidade do gerenciamento da manutenção.*

*Palavras-chaves: Gestão da Manutenção, Avaliação de Maturidade, TQMmain, TPM, RCM, RBM, ECM, SMM, WCM.*

## 1. Introdução

Este artigo é iniciado com uma revisão bibliográfica sobre os principais esquemas de gestão da manutenção conhecidos, demonstrando que cada um destes reflete uma evolução ou complementação dos anteriormente desenvolvidos. A Manutenção Centrada no Custo ou no Lucro ao longo do ciclo de vida, gera ações de revisão de projeto, na busca da redução das necessidades de manutenção. A TQMmain considera a aplicação do ciclo de Deming (PDCA) às atividades de manutenção. Dá especial atenção ao monitoramento de condições operacionais. A TPM busca a maximização da eficácia dos equipamentos através do envolvimento do pessoal, da manutenção autônoma e do estabelecimento de grupos de estudo. A RCM é um método lógico para determinar ações de manutenção preventiva necessárias para maximizar a confiabilidade. A RBM analisa a probabilidade e consequência das falhas para priorizar as ações de manutenção. A ECM conjuga os conceitos da RCM, da TQMmain e da TPM e estabelece indicadores de desempenho para a medição da eficácia. O SMM reforça o vínculo entre a estratégia da manutenção e os objetivos da produção e da companhia como um todo, destaca o papel da terceirização e dos sistemas de apoio. A Manutenção Classe Mundial (WCM), modelo mais recente, reúne quase todos os elementos dos demais, embasando-os no seu pilar de liderança e gestão de mudanças, podendo ser considerado o mais abrangente atualmente.

Na seqüência é apresentada uma proposta de método de avaliação do nível de maturidade da gestão da manutenção, partindo-se de referenciais pesquisados que, complementados com os elementos estudados, geraram um método mais abrangente e detalhado.

Para tal, o artigo está estruturado conforme segue: nas seções 2.1 a 2.12 são descritos resumidamente os principais modelos de gestão da manutenção, na seção 2.13 apresenta-se uma referência da literatura e a sugestão do método ampliado e detalhado, para a avaliação da maturidade, enquanto que na seção 3 efetua-se a conclusão do artigo.

## 2. O Estado da Arte para os Modelos de Gestão da Manutenção

### 2.1 Modelo Terotecnológico Básico

Conforme Parkes (1970), este modelo foi criado para obter o feedback das informações produzidas nos vários estágios do ciclo de vida dos sistemas mantidos. Todos os feedbacks nos diferentes estágios vão para os projetistas. A Figura 1 apresenta o modelo expandido para a coleta de dados, a análise e a otimização dos programas de manutenção, a serem realizadas durante a fase operacional e enfatiza a necessidade da análise dos efeitos e causas dos modos de falha, do teste de novos projetos e do treinamento de operadores e mantenedores.

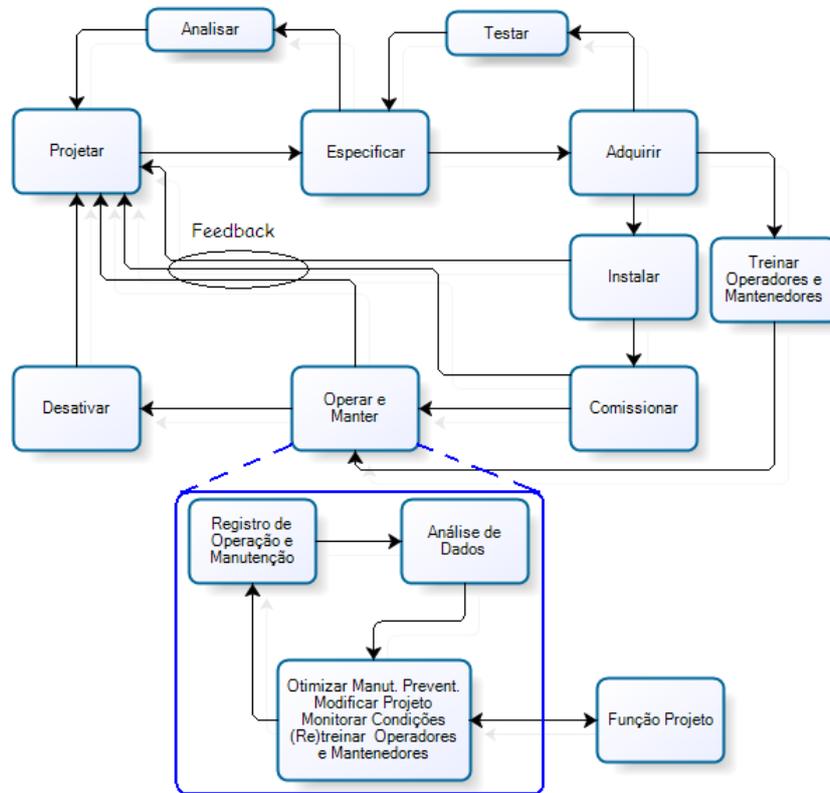
O Modelo Terotecnológico Básico foca a gestão da manutenção baseada no custo ao longo do ciclo de vida, o que pode ser representado conforme a Figura 2. A análise no ciclo de vida calcula o custo de sistemas ao longo de toda a sua vida, partindo dos gastos de desenvolvimento (pesquisa, planejamento, projeto), passando pelos de implantação (aquisição, construção e montagem) até os de operação, manutenção e por fim o de desativação dos ativos. Neste modelo, a gestão da manutenção tem como principal meta a minimização do custo global no ciclo de vida dos sistemas por ela mantidos.

### 2.2 Modelo Terotecnológico Avançado

A evolução da Terotecnologia a partir do modelo baseado no custo ao longo do ciclo de vida para o baseado no lucro permitiu a função Manutenção ser vista como contribuinte para os

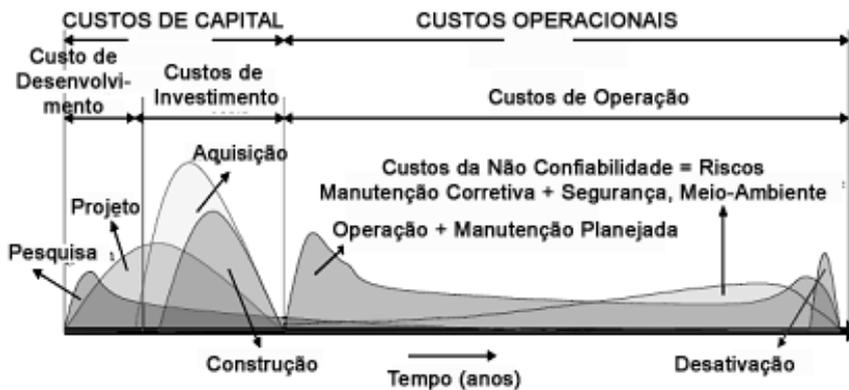
resultados ao invés de ser apenas uma área geradora de despesas. Para analisar o lucro gerado, torna-se necessário conhecer os efeitos da atuação da manutenção sobre a qualidade dos produtos, sobre a disponibilidade para a produção e sobre a capacidade de rapidamente se renovarem os sistemas pelo uso de equipamentos com melhor relação benefício-custo e assim consolidar a vantagem competitiva das organizações industriais.

Para a implementação deste modelo são necessários sistemas de Tecnologia de Informação e Comunicação suficientemente integrados, para dar conta das demandas de informações instantâneas, detalhadas e inequívocas com as quais se alimentem os modelos matemáticos e outros procedimentos orientadores de decisão, previsões, simulações e cálculos.



Fonte : Adaptado de Sherwin (2000)

Figura 1. Terotecnologia – Conceitos básicos



Fonte : Adaptado de Márquez et al (2009)

Figura 2. Análise do Custo no Ciclo de Vida

### 2.3 O Modelo da Universidade de Tecnologia de Eindhoven

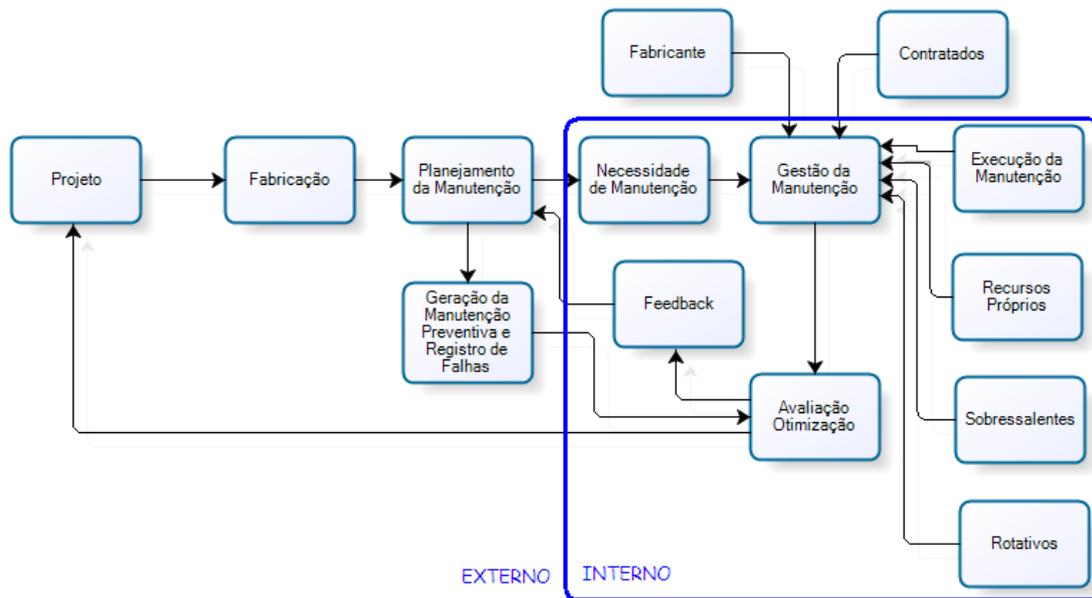
Este modelo foi criado para ampliar o proposto pela Terotecnologia, dando foco aos processos tradicionais de manutenção, particularmente a sua programação, tratando-a de modo mais científico. Propõe a coleta, a análise dos dados e a utilização de modelos apropriados de Pesquisa Operacional, para então aperfeiçoar o tipo e os intervalos de manutenção adotados.

Segundo Sherwin (2000) o modelo proposto descreve quatorze funções da manutenção, apresentando a mesma como uma área que faz uso de terceirização e do suporte da gestão global da companhia. Adota uma visão de engenharia de sistemas onde a manutenção é tratada como um conjunto de processos inter-relacionados, com seus resultados afetados pelo planejamento e controle, como descrito na Tabela 1 e apresentado na Figura 3.

Tabela 1. Modelo da Universidade de Eindhoven.

Funções da Manutenção	Principais Atividades e Decisões
1) Sistemas Técnicos	Registro dos Ativos, Controle de Configuração, Integração Centralização, Terceirização, Treinamento e Capacitação, Envolvimento dos Operadores Habilidades especiais e equipamentos, Demanda, Custos, Responsabilidade e Comprometimento Dependência da gestão global da companhia. Feedback. Manutenção Planejada, Integração, Supervisão, Revisões e Paradas, Análise do caminho crítico Logística de materiais, custo do tempo de espera. Estados de modificação, Fronteiras dos módulos, Internalização e Contratação Mudanças nos Programas, Métodos, Organização, Política Melhoria da próxima geração dos sistemas técnicos. Checklists, Análise de Causas e Efeitos dos Modos de Falha Seleção de novas máquinas visando evitar problemas antigos Dados de projeto, desenhos, informações como usuário. Participação da Manutenção no Controle de Qualidade Determinação de recursos, alterações, esforços e intensidade de uso e de como os dados devem ser coletados.
2) Recursos Internos	
3) Recursos Externos de Empresas Contratadas	
4) Recursos Externos da Gestão Global da companhia	
5) Planejamento e Controle da Manutenção (P&C)	
6) Controle de estoques de consumíveis e sobressalentes	
7) P&C de equipamentos rotativos (conjuntos inteiros mantidos em estoque para reduzir a indisponibilidade)	
8) Avaliação dos resultados	
9) Feedback Terotecnológico	
10) Metodologia de Projeto de Sistemas	
11) Especificação de Sistemas Técnicos	
12) Projeto de Sistemas Técnicos	
13) Fabricação de Sistemas Técnicos	
14) Conceituação de Manutenção para Sistemas Técnicos	

Fonte : Adaptado de Sherwin (2000)



Fonte : Adaptado de Sherwin (2000)

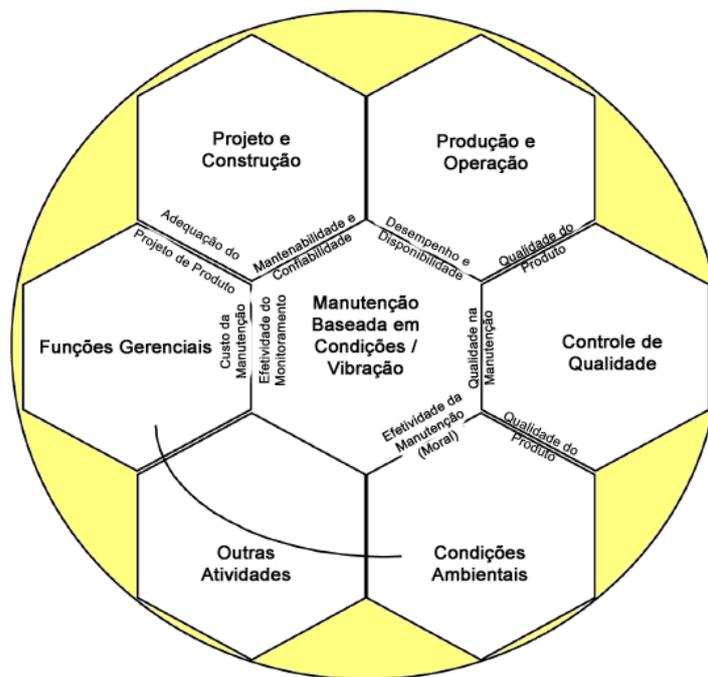
Figura 3. Modelo da Universidade de Eindhoven

## 2.4 Qualidade Total na Manutenção (ou TQMmain do inglês Total Quality Maintenance)

Conforme Sherwin (2000) este modelo é baseado no ciclo de Deming (também denominado ciclo PDCA do inglês Plan-Do-Check-Act ou Planejar-Executar-Verificar-Atuar). Objetiva-se utilizar o máximo possível da vida útil de cada parte dos sistemas produtivos sujeitas a desgaste, para maximizar a disponibilidade e minimizar as perdas de produção e de qualidade devido às interrupções, pelo uso de técnicas de monitoramento de condições, com destaque para a análise de vibração. Como os custos de monitoramento têm diminuído com o passar do tempo, este método ganhou considerável espaço nas organizações.

A TQMmain também propõe que a manutenção deve estar alinhada com a produção e ser planejada em conjunto. A manutenção preventiva, quer baseada no tempo ou na condição, deve ser programada para evitar sua execução em períodos de produção plena e os programas de produção devem incorporar tempo para a manutenção essencial, para sustentar a qualidade e minimizar as perdas com a parada total da planta.

Segundo Al-Najjar (1996) a TQMmain destaca a importância relativa dos fatores a serem considerados no estabelecimento da política de manutenção apresentando-os na forma da Figura 4. Destacam-se os conceitos associados a manutenibilidade, confiabilidade, disponibilidade, produtividade, qualidade, eficácia e custos da manutenção.



Fonte: Sherwin (2000)

Figura 4. A “bola de futebol” do TQMMain

## 2.5. A Filosofia de Kelly

Kelly pesquisou e realizou consultorias em manutenção durante muitos anos e escreveu diversos livros sobre o gerenciamento da função manutenção (KELLY e HARRIS, 1978; KELLY 1984; 1989). O mesmo considera a manutenção como o controle da confiabilidade. Sua abordagem geral baseia-se nos seguintes passos:

- 1) Definir a função do sistema da manutenção dentro da organização;
- 2) Definir os seus objetivos;
- 3) Estabelecer a estratégia da manutenção;
- 4) Prever como os equipamentos serão usados;
- 5) Definir a carga de trabalho da manutenção;
- 6) Indicar a estrutura dos recursos, inclusive mão-de-obra;
- 7) Estabelecer o sistema de planejamento e de controle de tarefas construído em torno dos recursos;
- 8) Estabelecer a influência do sistema administrativo e de tomada de decisão;
- 9) Controlar a manutenção para assegurar que o sistema trabalhe para atingir seus objetivos;
- 10) Estabelecer um sistema de documentação, necessário e entendido como vital para a operação do sistema geral de gestão da manutenção.

## 2.6 Manutenção Produtiva Total (ou TPM do inglês Total Productive Maintenance)

A TPM considera o fato de que a deterioração de máquinas é acelerada pela operação abusiva e falha nos cuidados primários, tais como lubrificação, reaperto e limpeza, ações que podem ser efetuadas pelos próprios operadores. Os esforços dos operadores podem retardar as necessidades de manutenção preventiva e certamente falhas onerosas e desnecessárias irão ocorrer se estas ações não forem feitas.

Um estudo de caso relativo à implementação da TPM numa indústria de produção contínua, foi apresentado por Biasotto (2006), abordando os oito pilares fundamentais sobre os quais se edificam os sistemas de gestão da manutenção baseados na Manutenção Produtiva Total, conforme segue:

- 1) O Pilar de Melhoria Focada foca o conceito de manutenção de melhoria para atuar nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos;
- 2) O Pilar da Qualidade Progressiva refere-se à interação da confiabilidade dos equipamentos com a qualidade dos produtos e capacidade de atendimento à demanda;
- 3) O Pilar da Manutenção Autônoma, também denominado de Gestão Autônoma, trata especificamente do treinamento teórico e prático que devem ser recebidos pelo trabalhadores, focando-os no espírito de trabalho em equipe para a melhoria contínua das rotinas de produção e manutenção;
- 4) O Pilar da Manutenção Planejada refere-se às rotinas de manutenção preventiva baseadas no tempo ou na condição do equipamento, visando a melhoria contínua da disponibilidade e confiabilidade além da redução dos custos de manutenção;
- 5) O Pilar de Educação e Treinamento corresponde à aplicação da capacitação técnica e comportamental para a liderança, a flexibilidade e a autonomia das equipes;
- 6) O Pilar de Gestão Antecipada baseia-se no conceito de prevenção onde todo o conhecimento histórico da manutenção é utilizado já no projeto de novos equipamentos para que sejam construídos em melhores condições de confiabilidade e de mantabilidade;
- 7) O Pilar de Segurança, Saúde e Meio Ambiente tem o enfoque na melhoria contínua das condições de trabalho, preservação do meio-ambiente e na redução dos riscos à segurança e à saúde;
- 8) O Pilar da Melhoria dos Processos Administrativos utiliza os conceitos de organização e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas, que de alguma maneira acabam interferindo na eficiência dos equipamentos produtivos e processos.

Biasotto (2006) apresentou o pilar de Segurança, Saúde e Meio-Ambiente dividido em dois e o pilar de Melhoria de Processos Administrativos nos de Gestão de Fluxos de Informações e de Custos, conforme ilustrado na Figura 5.



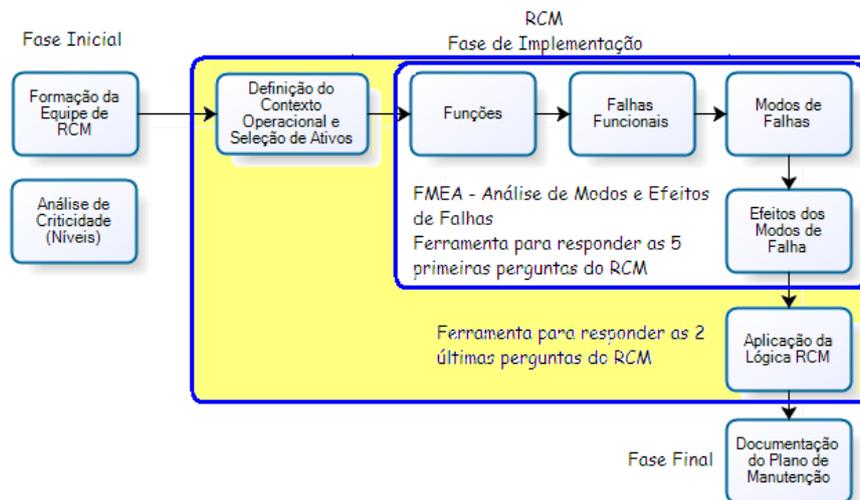
Fonte : Adaptado de Biasotto (2006)

Figura 5. Pilares do Programa TPM

## 2.7 Manutenção Centrada em Confiabilidade (ou RCM do inglês Reliability Centered Maintenance)

O RCM estabelece as ações de manutenção requeridas por um ativo no seu contexto operacional, com o objetivo de definir o que deve ser feito para assegurar que ele continue a fornecer as suas funções pretendidas.

Márquez et al (2009) resumizam o processo do RCM nas etapas apresentadas na Figura 6. Na fase inicial, forma-se uma equipe para a análise de criticidade dos equipamentos e instalações. Na fase de implementação define-se o contexto operacional, selecionam-se os ativos, identificando as funções dos mesmos, os modos e os efeitos das falhas associados. Em seguida utilizam-se técnicas e ferramentas de gerenciamento do risco tais como a Análise de Efeitos e Modos de Falha e Árvores de Decisão para então selecionar tarefas de manutenção preventiva aplicáveis e efetivas, as quais devem ser compor o plano de manutenção.



Fonte: Adaptado de Marquéz et al (2009)

Figura 6. Processo de Implementação do RCM

## 2.8 Manutenção Baseada em Risco (ou RBM do inglês Risk Based Maintenance)

Segundo Kauer et al (2002), para estabelecer um programa da Manutenção é necessário conhecer quais são os riscos e os critérios de aceitação que devem ser usados para a aceitação externa (público, autoridades, etc.) e interna (gerência, operação, inspeção, etc.).

Garg e Deshmukh (2006) definem a Manutenção Baseada em Risco como um modelo de gestão da manutenção que objetiva minimizar os perigos causados por falhas não previsíveis dos equipamentos, de uma maneira economicamente viável.

Como apresentado por Brear et al (2002), a análise de riscos está associada a identificação dos perigos, da probabilidade de ocorrência e das suas conseqüências. Perigo refere-se a um evento ou situação, real ou hipotético, que pode levar a uma perda, quer seja à vida, ao meio-ambiente, aos equipamentos ou ao negócio. As conseqüências correspondem aos efeitos que poderiam se originar caso os eventos de risco ocorressem. A chance de isto ocorrer

corresponde a probabilidade da ocorrência. O processo de Avaliação de Riscos considera a interação entre a probabilidade e a consequência das falhas. Existem modelos qualitativos e quantitativos para a avaliação consistente destes parâmetros. Um exemplo de um modelo qualitativo é apresentado na Figura 7, aplicável a classes de perigos específicas nas indústrias de processo contínuo, baseado nos documentos “Recommended Practice RP 580 e 581” do American Petroleum Institute (API).

		Nível de risco				
		Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Consequência	Muito alta					Muito alto
	Alta				Alto	
	Média			Médio		
	Baixa		Baixo			
	Muito baixa	Muito Baixo				
		Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
		Probabilidade				

Fonte: Adaptado de Brear et al (2002)

Figura 7. Matriz Qualitativa de Riscos (Baseada no API)

Conforme Kauer et al (2002) o desenvolvimento da legislação relacionada à prevenção de acidentes com equipamentos gerou requisitos para regular atividades realizadas pela equipe de manutenção, estabelecendo critérios de classificação dos equipamentos conforme seu grau de risco e determinando limites máximos para os intervalos entre inspeções em serviço e fora de serviço.

## 2.9 Manutenção Centrada na Eficácia (ou ECM do inglês Effectiveness-Centred Maintenance)

Conforme Pun et al (2002), a Manutenção Centrada da Eficácia foca nas funções do sistema e no serviço prestado ao cliente e tem muitas características que são boas práticas para a melhoria da manutenção, sendo composta pela participação das pessoas, melhoria da qualidade, desenvolvimento da estratégia da manutenção e medição de desempenho.

Segundo Sherwin (2000) a eficácia do gerenciamento da manutenção depende fundamentalmente do desdobramento apropriado dos recursos necessários, quer sejam humanos ou materiais (peças sobressalentes, consumíveis, ferramental, etc.), sendo ao final medido pelo lucro obtido ao longo do ciclo de vida da organização. Para garantir o seu bom desempenho, as organizações devem estabelecer estratégias de manutenção viáveis e desenvolver um sistema de medição da eficácia global alinhada com as melhores práticas na indústria.

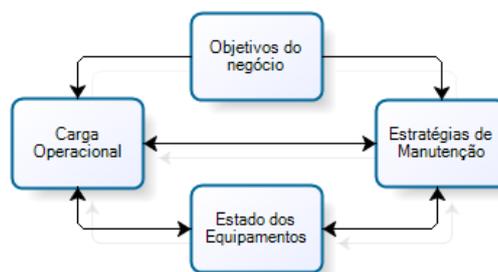
Da TPM foram incorporados os conceitos de participação dos trabalhadores, da manutenção autônoma e da motivação. Da RCM foram adotadas as análises de confiabilidade, identificando os modos de falha dos equipamentos que podem comprometer as funções do

sistema, classificando a prioridade conforme a sua importância e aplicando técnicas matemáticas e estatísticas para avaliar a mantabilidade. Da TQMain foi adotada a gestão da qualidade na manutenção, visando melhorar a disponibilidade do sistema e otimizar a carga de trabalho da manutenção. Associou a estes a Medição e a Melhoria de Desempenho.

A ECM sugere a aplicação de indicadores para a avaliação do desempenho incluindo a medição da eficácia individual (ou ISE do inglês “Individual System Effectiveness”) e da eficácia global do sistema (ou OSE do inglês “Overall System Effectiveness”).

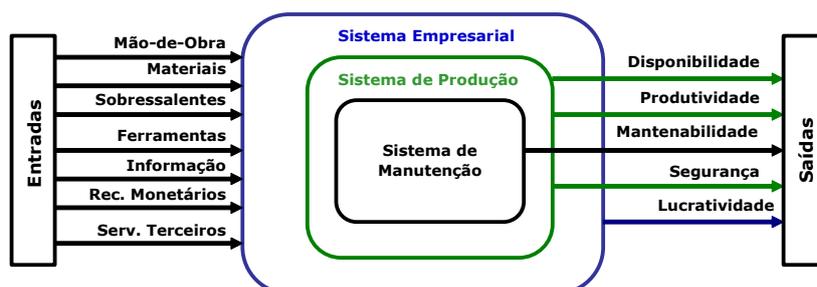
## 2.10 Gerenciamento Estratégico da Manutenção (ou SMM do inglês Strategic Maintenance Management)

Murthy et al (2002) sugerem que a manutenção não deve ser vista apenas em seu contexto operacional, lidando com falhas de equipamentos e suas conseqüências, mas também num contexto estratégico de longo prazo, integrando de modo efetivo os diferentes aspectos técnicos e econômicos relacionados. O gerenciamento estratégico da manutenção requer uma abordagem multidisciplinar onde a mesma seja vista a partir de todas as perspectivas da produção e do negócio. As decisões da manutenção e da operação devem ser tomadas em conjunto, levando em consideração seus impactos na degradação dos equipamentos e nos objetivos globais do negócio, conforme representado na Figura 8. A Figura 9 apresenta a manutenção como parte dos sistemas produtivos e do negócio, destacando as entradas e saídas de cada sistema.



Fonte : Adaptado de Murthy et al (2002)

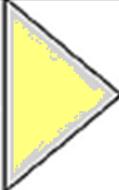
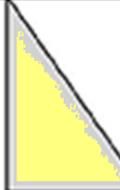
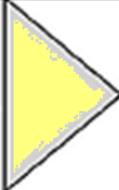
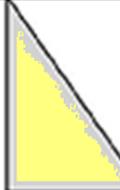
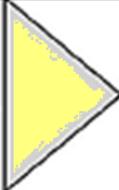
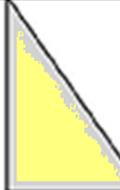
Figura 8. Elementos Chave do SMM



Fonte : Adaptado de Tsang (2002)

Figura 9. Relação entre Sistemas de Gestão da Manutenção, da Produção e Empresarial

Tsang (2002) destaca a importância do tipo de relação adotada para a seleção de um contratado, pois a mesma determina a forma como as companhias contratante e contratada se relacionarão, de acordo com a complexidade, a duração e o nível de conhecimento requerido, conforme apresentado na Figura 10.

Tipo de Contrato	Tipo de Serviço	Complexidade do Contrato	Relacionamento Cliente-Contratado	Conhecimento de manutenção cliente
Trabalho em pacote	Preço Global Escopo Definido			
Contrato de Desempenho	Disponibilidade Restrição Orçam.			
Contrato de Operação	Maximizar o uso ativos/produção			
		Complexidade →	Duração →	Nível de Conhecimento →

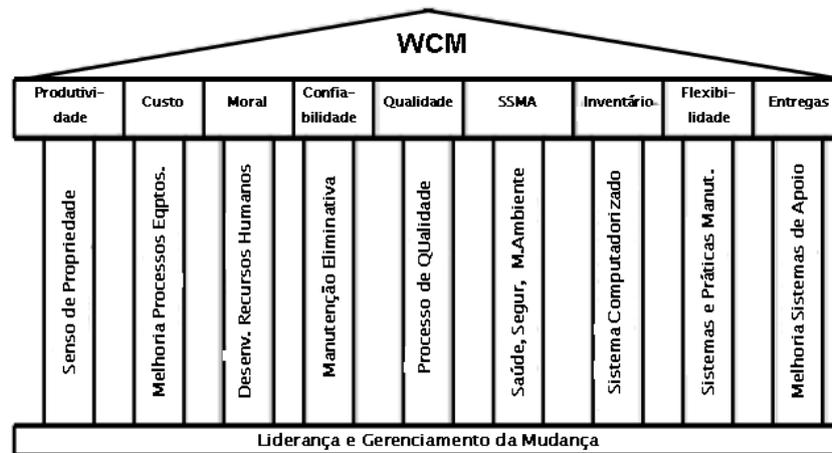
Fonte : Adaptado de Tsang (2002)

Figura 10. Modalidades de Contratação de Serviços de Manutenção e aspectos relacionados

## 2.11 Manutenção Classe Mundial (ou WCM do inglês World Class Maintenance)

Wireman (1991) considera que muitas empresas reconhecem a manutenção efetiva de seus sistemas e instalações como atividade crítica, enfatizando que é vital para a gestão da manutenção a integração com a estratégia corporativa, de modo a assegurar a disponibilidade dos equipamentos, a produção com qualidade, a entrega dentro do prazo e a preços competitivos. As organizações de manutenção classe mundial trabalham em equipe, possuem sistema computadorizado de gerenciamento e realizam manutenção preventiva e preditiva. A Manutenção Classe Mundial é um sistema criado quando a organização combina liderança visionária e coerente com processos robustos e com uma cultura colaborativa para assegurar que a visão e o senso de propriedade dos métodos de manutenção permeiem por toda a organização.

Kodali et al (2009) apresentaram a proposta de uma estrutura para a WCM e a definiram como sendo a reunião das melhores práticas que são seguidas e adotadas pelas várias organizações para transformá-las em “Manufaturas de Classe Mundial”. A WCM está estruturada sobre 10 pilares, estando o pilar de “Liderança e Gerenciamento da Mudança” na base de todo o sistema, sustentando os demais. Os outros nove pilares, ao serem conduzidos no sentido das melhores práticas, levam toda a organização à melhoria de seu desempenho atingindo vantagens competitivas. A cada pilar corresponde um conjunto de atributos e métricas, conforme apresentado na Figura 11.



Fonte : Adaptado de Kodali et al (2009)

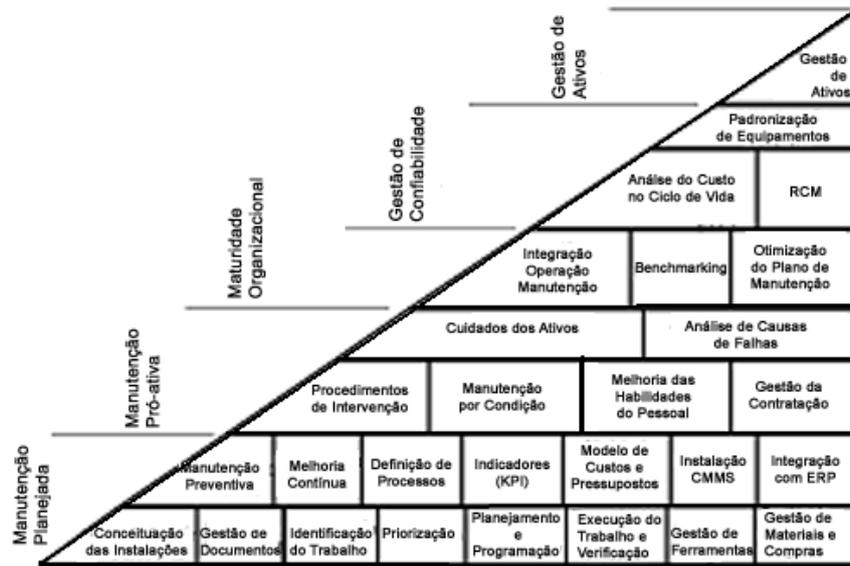
Figura 11. Pilares, atributos e métricas para a WCM

## 2.12. Avaliação da Maturidade da Organização da Manutenção

Jamarillo (2004) propôs uma escala de avaliação do grau de maturidade do sistema de gerenciamento de manutenção adotado. Em linhas gerais, a manutenção se realiza através de uma série de práticas adotadas pela organização, representadas como blocos na Figura 12. Na medida em que estas práticas estão implantadas como ações rotineiras, pode-se afirmar que os modelos de gestão da manutenção associados estão efetivamente implantados. Ocorre também que a adoção de algumas destas práticas depende da implantação prévia de outras, estabelecendo uma hierarquia entre as mesmas, o que a Figura 12 representa na forma de camadas de superposição, onde as práticas situadas em camadas superiores se apóiam sobre as situadas em camadas inferiores.

O conjunto de práticas situadas em uma mesma camada caracteriza o nível de maturidade correspondente, desde o considerado como o mais básico (“Manutenção Planejada”) até o quinto nível, o mais maduro (“Gerência de Ativos”), passando pela “Manutenção Pró-ativa”, pela “Maturidade Organizacional” e pela “Gestão da Confiabilidade”.

Com base nos processos dos sistemas de gestão apresentados, propõe-se a utilização da escala de maturidade conforme apresentado na Figura 13, ampliando a proposta de Jamarillo para 8 níveis de classificação, da Manutenção Inventariada até a Manutenção Sustentável.



Fonte : Adaptado de Jamarillo (2004)

Figura 12. Avaliação da Maturidade da Organização da Manutenção

NÍVEIS DE MATURIDADE		PROCESSOS DESENVOLVIDOS NA ORGANIZAÇÃO CONFORME NÍVEL DE MATURIDADE									
MANUTENÇÃO SUSTENTÁVEL	PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DO NEGÓCIO						LCP / Análise do Lucro Ciclo Vida	Sucessão e Crescimento			
							Integração dos Processos	Satisfação de Clientes			
MANUTENÇÃO INTEGRADA	PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE EQUIPES						Melhoria Clima Organizacional	Capacitação Equipes			
							Difusão da Cultura Organiz.	Cooperação Inter-funcional			
MANUTENÇÃO PARTICIPATIVA	PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS						Desenvolvimento Pró-atividade	Desenvolvimento Autonomia	Desenvolvimento Liderança		
							Educação e Treinamento	Avaliação de Pessoal	Incentivos e Benefícios		
MANUTENÇÃO OTIMIZADA	PROCESSOS DE OTIMIZAÇÃO						Medição desemp. & Benchmarking	Pesquisa e Desenvolvimento	Redução Variabilidade	Modificação de Projeto	
							Solução de Problemas	Melhoria Contínua	Padroniz. Proced. e documentos	Padroniz. de Ativos	
MANUTENÇÃO GERENCIADA	PROCESSOS DE GESTÃO						RBM / Gestão de Riscos	TPM / Gestão da Produtividade	Gestão de Pessoal	Gestão de Ativos	Gestão do Conhecimento
							TQMain / Gestão da Qualidade	Gestão de Saúde/Segurança	Gestão Ambiental	Gestão da Respons. Social	RCM / Gestão da Confiabilidade
MANUTENÇÃO PLANEJADA PROGRAMADA	PROCESSOS DE ANÁLISE PLANEJAMENTO & PROGRAMAÇÃO	Planej. & Program. Orçamentária		Ordem & Limpeza Filosofia 5S	Análise de Riscos	Análise de Falhas e Causas	LCC / Análise do Custo Ciclo Vida	Atendimento a Legislação			
		Planej. & Program. Manut. Corretiva	Planej. & Program. Manut. Preventiva	Planej. & Program. Manut. Preditiva	Planej. & Program. Outros Serviços	Planej. & Program. Contrat. Serviços	Planej. & Program. de Compras				
MANUTENÇÃO CONTROLADA	PROCESSOS DE CONTROLE	Controle Ativos	Controle Documentos	Controle Pessoal Próprio	Controle Prest. Serviços	Controle Fabricantes	Controle Rotativos	Controle Sobressalentes			
		Controle Ferramentas	Controle Recursos Apoios	Controle Materiais	Controle de Falhas	Controle de Riscos	Controle de Solic. Serv.	Controle Orçamentário			
MANUTENÇÃO INVENTARIADA		Sistema CIMMS	Inventário de Ativos	Inventário de Documentos	Qualif. Pessoal Próprio	Qualif. Prest. de Serviços	Inventário de Fabricantes	Inventário de Rotativos	Inventário de Sobressalentes		
		Inventário de Ferramentas	Inventário de Recursos Apoio	Inventário de Materiais	Inventário de Falhas	Inventário de Riscos	Inventário de Solic. Serviços	Plano de Contabilização	Integração ERP		

Fonte : o autor (2010)

Figura 13. Modelo Ampliado para Avaliação da Maturidade da Organização da Manutenção

### 3. Conclusões

A manutenção pode ser executada com o uso de sistemas de gestão de diferentes níveis de maturidade. Num cenário competitivo, onde se busca continuamente a evolução dos processos produtivos, mantenedores devem identificar em que nível de maturidade seu sistema de gestão se encontra, para então decidir, junto com toda a organização, em que nível devem se situar, visando obter resultados coerentes com a estratégia do negócio.

Para tal avaliação faz-se necessário dispor de um método abrangente e detalhado, para que a mesma seja precisa e capaz de orientar a definição das ações de melhoria requeridas. Neste sentido construiu-se a proposta apresentada, que se baseia no escalonamento dos processos mapeados nos diversos sistemas de gestão, numa escala hierárquica de maturidade, a partir das ações básicas (manutenção inventariada) até as mais abrangentes (manutenção sustentável). Cabe a cada organização definir a importância relativa dada a cada um dos processos identificados. A partir daí, as evidências de implementação de cada processo permitirão diagnosticar em que estágio de evolução a mesma se encontra.

Este artigo não se propõe a demonstrar uma aplicação prática do modelo sugerido, ficando esta ação para futuros trabalhos.

### Referências

- AL-NAJJAR**, Repairable Systems Reliability: Modelling, Inference and Misconceptions, Marcel Dekker, New York, NY.1996
- BIASOTTO, E.** Aplicação do BSC na gestão da TPM - Estudo de Caso em Indústria de Processo. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- BREAR, J., JARVIS, P. e MIDDLETON, C.,** *Managing the pay-off between risk, reliability and remaining life – weighting the consequences.* Power Plants - Operation Maintenance and Material Issues, Vol. 1, n° 3, 2002.
- GARG e DESHMUKH**, *Maintenance management: literature review and directions.* Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 12 . n° 3, 2006, pp. 205-238.
- JARAMILLO, C.,** *Qué significa verdaderamente Confiabilidad?*, VI Congresso Panamericano de Mantenimiento, 2004. Disponível em <<http://noria.com/sp/cmcm/2k4/perez2.pdf>> acessado em jun. 2009.
- KAUER, R. et al,** *Risk Acceptance Criteria and Regulatory Aspects,* Power Plants - Operation Maintenance and Material Issues, Vol. 1, n° 2, 2002.
- KELLY, A.** *Maintenance Planning and Control,* Butterworths, Oxford, 1984.
- \_\_\_\_\_, *Maintenance and its Management,* Conference Communication, London, 1989.
- KELLY, A. e HARRIS, M.J.** *Management of Industrial Maintenance,* Butterworths, Oxford, 1978.
- KODALI, R., MISHRA, R. e ANAND, G.** *Justification of world-class maintenance systems using analytic hierarchy constant sum method.* Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 15 . n° 1, 2009, pp. 47-77.
- MÁRQUEZ, A., LEÓN, P., FERNANDEZ, J., MÁRQUEZ, C. e CAMPOS, M.** *A practical view to maintenance management*, 2009. . Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 15 . n° 2, 2009, pp. 167-178.
- MURTHY, D.N.P., ATRENS, A., ECCLESTON, J.A.** *Strategic maintenance management.* Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 8 . n° 4, 2002, pp. 287-305.
- PARKES, D.** *Operational Research in Maintenance,* University of Manchester Press, Manchester, 1970.
- PUN, et al,** *An effectiveness-centred approach to maintenance management – a case study.* Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 8, n° 4, p. 346-368, 2002.
- SHERWIN, D.,** *A review of overall models for maintenance management.* Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 6, n° 3, p. 138-164, 2000.
- TSANG, A.** *Strategic dimensions of maintenance management.* Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 8, n° 1, p. 7-39, 2002.
- WIREMAN, T.** *Developing performance indicators for managing maintenance,* New York, Industrial Press Inc., 1998.
- \_\_\_\_\_, *Total Productive Maintenance: an American approach,* New York: Industrial Press Inc., 1991.

\_\_\_\_\_, *World class maintenance management*, New York: Industrial Press Inc., 1990.