

# PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO BASEADO EM CONFIABILIDADE COMO ESTRATÉGIA COMPETITIVA: UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA FUNDIÇÃO DE PEQUENO PORTE<sup>1</sup>

*José Barrozo de Souza<sup>2</sup>  
Rui Francisco Martins Marçal<sup>3</sup>*

## **Resumo**

Este artigo está inserido no âmbito do desenvolvimento de uma dissertação de mestrado sobre o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), em que configura-se como uma estratégia competitiva, da área de manutenção, também é considerado uma concepção da função manutenção baseado em confiabilidade para sustentar a busca dos objetivos e metas maiores da função produção, ou seja, garantir a segurança no trabalho, a preservação do meio ambiente, a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, bem como manter a estabilidade do sistema produtivo em uma fundição. Este estudo fundamentou-se numa revisão bibliográfica. No desenvolvimento do trabalho de campo, para consolidar o mecanismo de priorização das tarefas de manutenção foi utilizado a fundição da UTFPR Campus Ponta Grossa apoiado pela implementação de um plano de manutenção preventiva com intuito de auxiliar o gestor no momento da tomada de decisão, bem como, evitar as possibilidades de manutenção corretivas no setor.

**Palavras-chave:** Confiabilidade; Disponibilidade; Manutenção; Planejamento.

## **MAINTENANCE' PLANNING AND CONTROL BASED ON RELIABILITY AS A COMPETITIVE STRATEGY: A MAINTENANCE PLAN IN A SMALL CASTING**

### **Abstract**

This article is inserted in the scope of a Master's dissertation development on the Maintenance's Planning and Control (MPC), which it is configured as a competitive strategy of the maintenance area and it's also considered as a conception of the maintenance function based on reliability to support the search of objectives and bigger goals of the production function, that is, to guarantee the security in the workspace, the preservation of the environment, the reliability and availability of the equipment, as well as keeping the stability of the productive system in a casting. This study was based on a bibliographical revision. In the development of the field work, to consolidate the prioritization mechanism of the maintenance's tasks, it was used the UTFPR Ponta Grossa Campus' casting, which was supported by the implementation of a preventive maintenance plan intending to assist the manager at the moment of the decision taking, as well as preventing the corrective possibilities of maintenance in the sector.

**Key words:** Reliability; Availability; Maintenance; Planning.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 64º Congresso Anual da ABM, 13 a 17 de julho de 2009, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

<sup>2</sup> *Mestre em Engenharia de Produção – PPGEP-UTFPR/IFES*

<sup>3</sup> *Doutor em Engenharia de Produção PPGEP-UTFPR*

# 1 INTRODUÇÃO

O entendimento global dos mecanismos de mudanças na empresa, as gestões do capital intelectual e dos recursos humanos estão analogamente dentre os parâmetros e critérios mais indicados para obter resultados efetivos. Para tanto, faz-se necessário prever e priorizar as mudanças sugeridas não apenas na conformação de estratégias genéricas, nos modelos das planejadas e indicadas por Porter<sup>(1)</sup> e Mintzberg, Ahlstrand e Lampel,<sup>(2)</sup> mas também de estratégias funcionais apropriadas e compatíveis para a melhora contínua da produtividade da empresa.

A busca incessante por competitividade e, possivelmente a complexidade da sociedade contemporânea vem obrigando as empresas a optarem por uma atitude complexa, através de uma abordagem sistêmica e estratégica de reação e de adaptação ao seu ambiente, buscando sobrevivência às mudanças e transformações cada vez mais urgentes.

Com o desaparecimento das fronteiras tecnológicas, com advento do mecanismo da globalização e o crescimento da Internet tornaram as empresas, vulneráveis, juntamente com seus sistemas e processos, sob o ponto de vista da vantagem competitiva, produtividade e inovação.

Para tornarem as empresas com seus sistemas e processos ávidos, a Gestão da Manutenção vem se preocupando estrategicamente com o planejamento e o controle das suas ações promovendo confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. Portanto, procurando manter a estabilidade dos sistemas produtivos nas organizações, frente às diversas tarefas que devem ser processadas com respostas imediatas aos seus clientes internos e externos, ou seja, uma postura pró-ativa.

Com esta característica a manutenção é conduzida a um mecanismo de priorização que se torna cada vez mais complexo devido ao aumento da quantidade de atividades no processo.<sup>(3)</sup>

O estudo pretende apresentar as potencialidades de uma estratégia de manutenção denominada de Planejamento e o Controle da Manutenção baseado em Confiabilidade como uma concepção da função manutenção que promove na organização segurança humana, ambiental e operacional, redução dos custos apoiado pela implantação de um plano de manutenção preventiva com intuito de auxiliar o gestor no momento da tomada de decisão, bem como, evitar as possibilidades cotidianas de manutenção corretivas no setor.

Mas também mostrar que a função manutenção quando utilizada estrategicamente e fundamentada na gestão do ativo industrial garante a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos facilitando a tomada de decisões gerenciais que resultem em ações efetivas promovendo o pleno funcionamento do sistema na empresa evitando as possibilidades de manutenções corretivas.

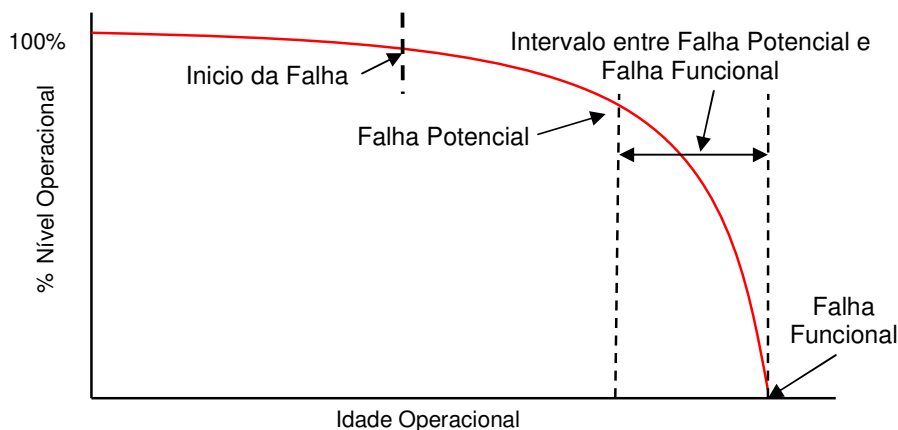
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Análise da Problemática

Quase sempre, a ocorrência de uma falha é um acontecimento óbvio. A detecção da falha é a constatação, pelo operador da produção, de que o equipamento deixou de operar, perdendo uma ou mais funções.

As falhas podem ser observadas através da curva P-F, segundo Zaioms,<sup>(4)</sup> como ilustrada na Figura 1. Que permite identificar a relação entre falha potencial e falha funcional e também mostra os três estágios típicos de um item em relação a um modo de falha, Normal, Defeito e Falha de acordo com o efeito que as falhas provocam sobre a função do ativo industrial. E são classificadas em:

- 1) Falha Funcional – conceituada pela incapacidade de um item físico de desempenhar uma função específica dentro de limites desejados de desempenho e;
- 2) Falha Potencial – conceituada como uma condição identificável e mensurável que indica uma falha funcional pendente ou em processo de ocorrência, isto é, o item físico começa a apresentar perda do desempenho da função (ZAIOMS, 2003 p. 46).



**Figura 1** – Intervalo entre Falha Potencial e Falha Funcional.<sup>(4)</sup>

Observando a Figura 1, pode-se fazer a descrição do mecanismo de deterioração das condições que levam até a falha. Depois do início do mecanismo da falha, uma técnica preditiva qualquer permite a detecção do mecanismo de falha. A técnica de manutenção preventiva será efetiva quando é possível se determinar com precisão o intervalo entre falha potencial e falha funcional (PF). Se o intervalo de inspeções for maior que o intervalo entre falha potencial e falha funcional (PF), a técnica de manutenção preventiva será ineficiente, pois a falha ocorrerá em ocasião indesejável.

No estudo, do FMECA é focado as falhas funcionais, pois elas proporcionam a indisponibilidade do processo de fundição implicando em um caráter de urgência das tarefas de manutenção.

Além das principais características funcionais dos equipamentos que compõe o *layout* da fundição e, que contribuem para a eficácia da política de manutenção, outros requisitos devem ser considerados:

- a possibilidade de dano com relação à segurança humana e operacional;
- a probabilidade de um item físico em defeito provocar a interrupção do processo de fundição;
- perda de clientes e receita, caso ocorra à indisponibilidade do processo de fundição; e
- impacto nos indicadores empresariais Falha do Sistema e Duração da Falha.

O objetivo fundamental do mecanismo de priorização dos equipamentos é permitir que as atividades de manutenção ocorram dentro de um nível de eficiência e eficácia que as atividades executadas sejam as mais importantes na visão estratégica do gestor, refletindo o que se deseja que aconteça em um determinado momento futuro.

## **2.2 A Função Manutenção como Gestão Estratégica**

Na atualidade a discussão sobre a Gestão Estratégica da Manutenção está em evidência nas principais organizações que lutam pelo aumento da competitividade no mercado procurando realizar intervenções para aprimorar o desempenho de suas operações. Observa-se que vários autores têm dado destaque a importância da gestão estratégica da manutenção tanto para o processo produtivo quanto para o sucesso e a prosperidade da organização como um todo, como por exemplo, Monchy,<sup>(5)</sup> Campbel<sup>(6)</sup> e Sherwim.<sup>(7)</sup>

Aspectos relacionados à confiabilidade do sistema produtivo, competitividade, entre outros requisitos, vêm sendo considerados importantes na análise de desempenho da manutenção. Os benefícios que a gerência de produção de uma organização experimenta como decorrências do desempenho satisfatório das ações da manutenção nos equipamentos são:

- segurança melhorada em que o comportamento das instalações é mais previsível oferecendo menor risco para as operações;
- aumento da confiabilidade, levando a menores tempo gasto em consertos;
- aumento da qualidade, considerando que equipamentos bem conservados permitem padrões de qualidade elevados, com baixa variância;
- diminuição dos custos de operação, como consequência dos benefícios e vantagens anteriormente enumerados; e
- tempo de vida mais longo dos equipamentos.

Nos dias de hoje perante a um ambiente competitivo, a manutenção deve rigorosamente atender às necessidades da empresa, com destaque para a exigência crescente por qualidade de produtos e serviços. Neste contexto, a organização da informação é de primordial importância tanto para a execução do planejamento como para o controle dos resultados desejados.

Finalmente, Tsang<sup>(8)</sup> apresenta o que nomeou de dimensões estratégicas para a gestão da manutenção. O autor julga que o desempenho diferenciado da manutenção nestas dimensões pode qualificar a organização para os novos desafios competitivos da atualidade. São quatro as estratégias, todas influenciadas diretamente por outros dois parâmetros críticos: o recurso humano e o fluxo de informações. As estratégias são:

- optar por fornecimento e prestação de serviços, onde há possibilidades de se considerar questões como recursos humanos próprios na manutenção, terceirização de serviços, desenvolvimento de uma rede de fornecedores externos;
- estrutura organizacional e do trabalho, onde são avaliadas questões como localização e especialização das equipes de trabalho, organização do trabalho, relações com a operação;
- metodologia de manutenção, quando são estudadas e selecionadas as táticas de manutenção; e
- mecanismos de suporte, capazes de dar sustentação para a implantação das ferramentas citadas, dando destaque aos requisitos como motivação,

comprometimento e autonomia da equipe de trabalhadores, sistemas de informação e relações humanas, capacitação e treinamento, recompensa, reconhecimento e mecanismos para medição de desempenho.

A função manutenção para cumprir de maneira satisfatória o seu propósito gerar vantagem competitiva e se desenvolver no mesmo ritmo das demais funções administrativas da empresa, os princípios da administração, contidos nos conceitos da gestão estratégica devem ser adotados. E desta forma, fornecer um serviço eficiente a seus clientes, que são os ativos da empresa.

A função manutenção deve possuir como em qualquer organização uma visão, uma missão e uma abrangência muito bem definida, ou seja, deve ter traçado o seu futuro dentro da empresa.

O conceito de manutenção se refere em essência ao estabelecimento metas e objetivos definidos, delineamentos administrativos e procedimentos para confrontar e gerir as tarefas de manutenção que indicam como obter o melhor rendimento dos equipamentos e recursos definidos para a manutenção.

### **2.3 A MCC como Estratégia Competitiva da Manutenção**

A Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) teve origem na indústria da aviação norte americana, quando do lançamento do projeto do Boeing 747, na década de 60. Considerada uma nova técnica que substitui as atividades de manutenção de vários equipamentos de tempo fixo (manutenção preventiva) em tarefas com intervalos de tempo que dependem da sua condição da avaliação da sua condição crítica determinada pela análise de seu desempenho passado.<sup>(9)</sup>

O objetivo da maioria das práticas de manutenção preventivas existentes é cumprir a preservação da condição do equipamento. Até recentemente, este processo de preservação era feito sem qualquer questionamento do porquê de certas ações e também não levavam em consideração a prioridade das práticas preventivas para utilização dos recursos expedidos para a manutenção preventiva.<sup>(10)</sup>

A Manutenção Centrada em Confiabilidade não é uma nova proposta para realização deste processo repetitivo. Seu conceito básico é realmente simples, podendo ser caracterizado como uma engenharia de senso comum. Conforme Alkaim<sup>(10)</sup> existem quatro atributos que definem e caracterizam a Manutenção Centrada em Confiabilidade colocando-a distinta de qualquer processo de planejamento e controle de manutenção preventiva utilizada na atualidade:

- primeiro atributo: preservação da função do sistema, ou seja, o foco não é mais o equipamento;
- segundo atributo: identificar os Modos de Falha que pode provocar a perda das funções Modo de Falha é forma pela qual a falha é observada;
- terceiro atributo: priorizar as funções necessárias; e
- quarto atributo: selecionar somente tarefas de Manutenção Preventiva: aplicáveis e efetivas.

A finalidade dos atributos citados anteriormente serve no desenvolvimento de um roteiro específico para responder o “onde” e o “por que” das atividades de manutenção e suas respectivas prioridades na organização (função). Lembrando que cada atividade deve sofrer um processo de avaliação.

Os objetivos da Manutenção Centrada em Confiabilidade é justamente estabelecer os efeitos causados pela falha e determinar o tipo de atividade de manutenção que seja aplicável e custo-eficiente.<sup>(11)</sup>

Conforme mostrado anteriormente os efeitos das falhas podem ser claros para a operação em situações normais, quando as falhas são evidentes, pois habitualmente influenciam sobre:

- segurança e ao meio ambiente;
- o nível de produção;
- desempenho econômico; e
- seus efeitos não toleráveis.

Porém, o surgimento de uma falha não evidente (Falha Oculta) ao operador ou à equipe em condições normais de operação torna-se preocupante, devido à consequência do risco de falhas múltiplas, conforme ilustrado na Figura 2.

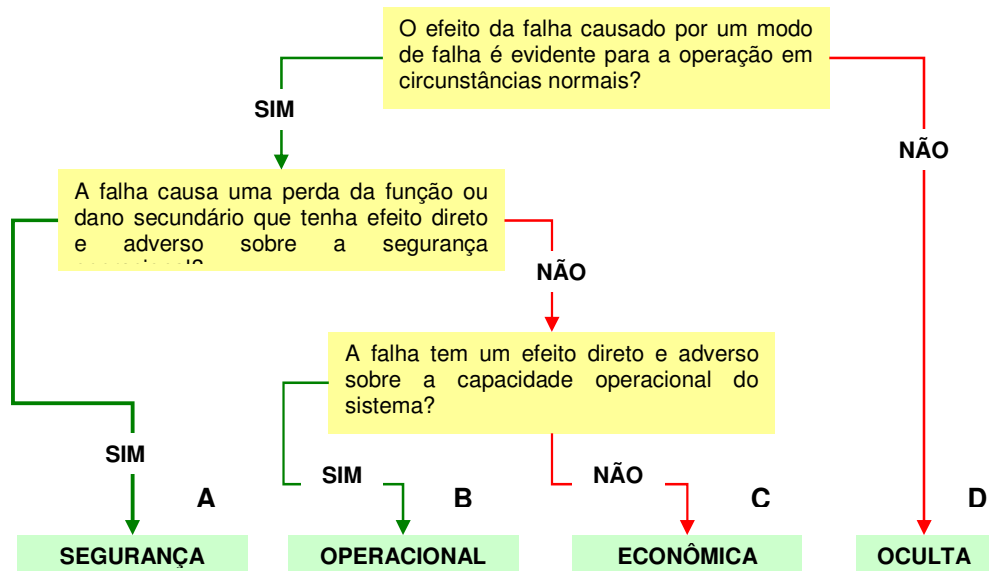


Figura 2 – Árvore lógica de Decisão.<sup>(11)</sup>

É necessário enfatizar que os sistemas falham. Porque não existe um único modo, que previna ou venha eliminar todas as possibilidades de falhas. Também não existe uma política de manutenção melhor que qualquer outra. Cada uma possui seu espaço, sendo que o verdadeiro desafio consiste em encontrar esta política e em que espaço será aplicado. Este desafio está presente e continuará no futuro, já que é necessário dar conta do padrão tecnológico de cada momento. A melhor prática de manutenção será uma combinação mais apropriada das várias técnicas de acordo com a natureza e criticidade do equipamento para a produção.

## 2.4 Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho quanto à natureza é qualitativo, centrado na compreensão e explicações tecnológicas. Com respeito aos objetivos, estes podem se classificados como exploratórios com uma abordagem teórica e prática.

Para alcançar os objetivos o trabalho utilizou a técnica de estudo de caso, acompanhado de uma pesquisa qualitativa por meio de uma revisão bibliográfica sobre Planejamento e Controle da Manutenção baseado em confiabilidade como estratégia competitiva para priorização de um plano de manutenção em uma fundição de pequeno porte. O estudo de caso é uma técnica que possibilita confrontar a teoria com a prática. Este procedimento evita o problema colocado por Thiollent,<sup>(12)</sup> do excesso de empirismo (observação sem teoria) ou de formalismo

(teoria sem observação da realidade). O estudo de caso segundo Yin,<sup>(13)</sup> permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas dos acontecimentos da situação real. Desta maneira é possível atingir um bom termo entre a situação teórica e prática. O estudo de caso foi realizado através de entrevistas não-diretivas e observação direta, pelo pesquisador na fundição da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa. As entrevistas foram feitas com o professor responsável (gestor) e funcionários da fundição. Além disso, foram levantados os fluxos e rotinas de trabalhos na fundição. Foi usada a técnica de entrevistas não-diretivas que segundo Thiollent,<sup>(12)</sup> desobriga o entrevistador e o entrevistado da rigidez imposta pelos tradicionais questionários (entrevistas estruturadas), possibilitando o aparecimento de novas problemáticas durante o período da investigação.

### **3 RESULTADOS**

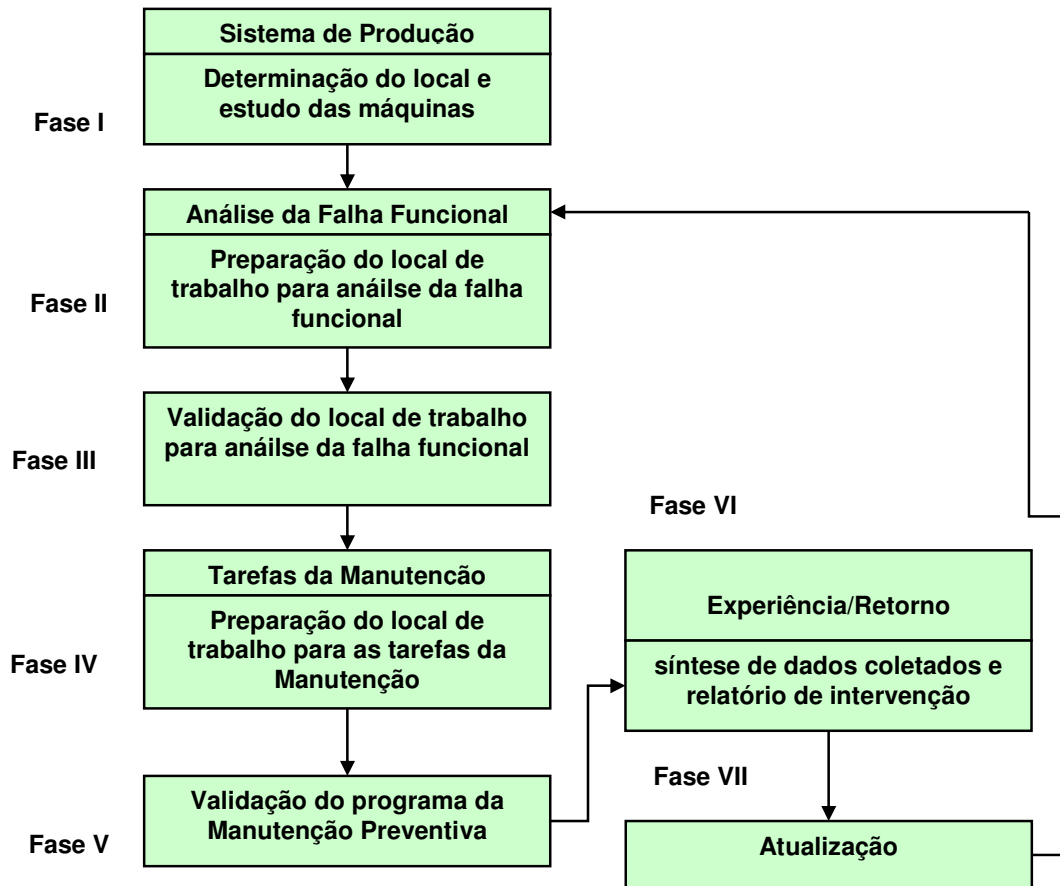
#### **3.1 Procedimentos para Implementação da Manutenção Centrada em Confiabilidade – MCC**

A implementação de um programa de manutenção planejada para uma fundição consiste em sete fases indispensáveis. Estas fases geram uma quantidade grande de informação e apoio, referente a produção, qualidade e manutenção, conforme mostra a Figura 3.

A primeira fase (I) tem como objetivos em determinar quais os locais e máquinas serem estudados primeiramente. A seguir nas duas fases (II e III) faz-se possível analisar as falhas funcionais do ponto de vista de falhas e suas possíveis causas; eles também completam e confirmam a análise.

Durante as fases (IV e V), os tipos de ações tomadas para aumentar a confiabilidade do equipamento de produção são determinados. Isto resulta no planejamento e personalização das várias ações.

Acima da quinta fase são a base do procedimento de Manutenção centrada em Confiabilidade (MCC) e são usadas para implementar o programa de preventiva de manutenção para primeiro tempo. A realimentação que usa da experiência fases (VI e VII) fase (II) a análise de falhas funcionais melhora e refina-se o programa.<sup>(14)</sup>



**Figura 3** - Procedimento da Manutenção Centrada em Confiabilidade.<sup>(12)</sup>

O modelo de Manutenção Centrada em Confiabilidade para fundição de pequeno porte usa uma matriz de criticidade, um FMECA (*Failure Mode Effects and Causes Analysis*) e um diagrama de decisão. Com a matriz de criticidade é possível tomar decisões e saber o impacto de falhas do equipamento de produção com segurança, disponibilidade e qualidade. O FMECA caracterizam a importância de uma falha e de sua causa, de sua gravidade e frequência. Com o diagrama de decisão é possível determinar e detectar com facilidade uma falha, como identificar sua repercussão no equipamento de produção, e como especificar o nível das ações de manutenção ser tomado.

Uma análise do modelo de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) para fundições de pequeno porte consiste em, ou inclui:

01. Montar grupos de trabalhos em que representantes dos departamentos da produção, qualidade e manutenção sejam envolvidos;
02. Fazer a listagem das máquinas e equipamentos de produção e seus locais na planta (tagueamento);
03. Identificar as máquinas e equipamentos de produção por prioridades (criticidade);
04. Identificar as funções e falhas associados aos equipamentos de produção;
05. Identificar as falhas principais, assim como suas causas, efeitos e frequências;
06. Determinar o planejamento das ações preventivas;
07. Validar o programa de manutenção por experiências de realimentação.

A implementação do modelo de Manutenção Centrada em Confiabilidade para fundições de pequeno porte requer um bom conhecimento dos equipamentos de produção, assim como suas falhas e suas conseqüências. Isto é porquê todos



operadores, os técnicos e peritos numa empresa devem ser envolvidos para alcançar os resultados que são desejáveis para a confiabilidade, segurança e pontos de vista de custo.

### **3.2 Os Participantes e Suas Tarefas**

Como a manutenção preventiva é um recurso compartilhado entre muitos, uma célula de projeto deve ser montada quando da realização do método de Manutenção Centrada em Confiabilidade para fundições de pequeno porte.

O gestor da empresa precisa explicitar os objetivos do projeto, a política que ele pretende seguir para facilitar o envolvimento dos departamentos de Produção, Qualidade e Manutenção, e decisões internas específico a cada setor.

O grupo de coordenação da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) reúne juntos esses encarregados de produção, qualidade e manutenção; são comandados por um piloto que conduz os processos e assegura-se que o método corretamente é trazido em operação. O trabalho de campo que os grupos da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) executam inclui as seguintes tarefas:

- determinando a estrutura para as análises;
- designando encarregados do trabalho nos equipamentos; e
- validando os resultados alcançados pela Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) o grupo piloto e o grupo da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) do campo.

A supervisão dos grupos de gerência da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) no campo assim como a ligação entre eles, é de responsabilidades do grupo piloto da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC); o último consiste num piloto e de uma pessoa encarregada da manutenção que informa o trabalho, observações, as aspirações e pareceres de cada grupo. O grupo piloto da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) mantém as ajudas e um olho próximo nos participantes e no processo de implementação do modelo de Manutenção Centrada em Confiabilidade para fundições de pequeno porte, qual os exige cobrar uma atenção próxima, e ser habilidoso em contato humano e agrupar liderança. O grupo piloto da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) é também encarregado de especificações, e a preparação da lista dos equipamentos de produção e a folha de trabalho de informação; também deve tentar reduzir o número, a duração e custos de reuniões, quais são demais freqüentemente inúteis e valiosos.

Na estrutura do modelo da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) para fundições de pequeno porte, as reuniões são necessárias para assegurar que a empresa inteira participa, e esse pessoal é envolvido ao extremo.

## **4 DISCUSSÃO**

### **4.1 Estudo da Criticidade dos Sistemas de Produção**

O estudo da criticidade de sistemas de produção é usado para classificar com referência à política da empresa concernente a segurança, disponibilidade, e qualidade. Em determinar sua prioridade que estas três aproximações devem ser consideradas do ponto de vista dos custos incorrido se eles não devem ser de confiança. A manipulação da matriz é feita mais facilmente por uma boa

determinação dos três estados de classificação numa maneira homogênea e significativa. Podem ser reagrupados em três estados genéricos: "Inaceitável", "Cheque", "Descuido" - tanto para disponibilidade como qualidade.

## **4.2 Análise das Falhas Funcionais**

Uma análise de falhas funcionais é executada para cada parte importante do equipamento de produção. Seus propósitos são:

- fornecer uma descrição de cada equipamento de produção;
- montar uma lista de todas as funções e interfaces com outros equipamentos de produção; e
- identificar todas as possíveis falhas funcionais, incluindo as falhas de interfaces de produção.

Esta análise também claramente deve determinar funções ocultas (funções de reserva) e as falhas funcionais ocultas essas podem criticamente influir sobre a segurança do equipamento de produção e sobre alguns parâmetros econômicos.

Essa é a razão pela qual um método simplificado de análise de falhas funcionais é usado para cada máquina. A eliminação dele que parece menos crítico aos vários grupos de decisão é uma maneira útil de familiarizar com o método, e avaliar os resultados como apontou o esquema. No entanto, um método global é desejável para eliminar todos os riscos de descuido que podia dirigir um pensar que o método de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) é impróprio. Negligenciar algumas falhas menos importantes pode partir de um lado de uma ou várias causas de falhas que podem ser crítico; mas fazer assim o faz possivelmente determinar um reduzido programa de manutenção que é adaptado e aplicável.

## **4.3 Funções Associadas e Análise de Falhas**

Falhas funcionais são associadas com cada máquina de produção. Uso em conjunto das folhas de trabalho do FMECA e da primeira parte da folha de trabalho de decisão da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) o faz possível caracterizar a criticidade global das falhas funcionais em ordem simultaneamente por um nível de segurança, falha não-detectada e criticidade. Também o faz possível decidir que falhas negligenciar. O produto "Frequência x Gravidade" fornece a marca crítica de um clássico FMECA.

A Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) fornece a criticidade pelas fichas e relatórios do local de trabalho da decisão de perguntas sobre a influência em segurança e a evidência de uma falha ou de sua não-descoberta.

Estas perguntas implicam algum fenômeno isso não deve ser negligenciado. Qualquer falha que pode ser a causa de muitas outras falhas subverte a segurança. A presença de um artifício de segurança (paralisação do equipamento de produção ou informação sobre a ocorrência de uma falha) só ousadamente retira o risco de muitas outras falhas. As falhas consideradas como ocultas (freqüentemente chamadas "falhas não detectadas" pelo operador) deve ser contidas com uma revisão muito cuidadosa porque elas freqüentemente implicam em outras falhas.

#### **4.4 O Diagrama de Decisões da Manutenção Centrada em Confiabilidade**

Os objetivos da Manutenção Centrada em Confiabilidade é justamente estabelecer os efeitos causados pela falha e determinar o tipo de atividade de manutenção que seja aplicável e custo-eficiente.<sup>(11)</sup>

Habitualmente as falhas evidentes influenciam sobre:

- a segurança e ao meio ambiente;
- o nível de produção;
- desempenho econômico; e
- seus efeitos não toleráveis.

Mas, o aparecimento de qualquer falha não evidente (falha oculta) ao operador ou à equipe em condições normais de operação torna-se muito preocupante, devido à consequência do risco de falhas múltiplas, conforme exposto na Figura 2.

#### **5 CONCLUSÃO**

A partir do estudo realizado, pode-se considerar que a utilização do Planejamento e Controle da Manutenção baseado em Confiabilidade contribui para uma gestão que integra as áreas técnica e organizacional, ao priorizar: a disponibilidade do sistema produtivo, a racionalização dos custos operacionais, a preservação dos ativos industriais, as consequências das falhas para o meio ambiente e a segurança no trabalho e, a participação dos profissionais na tomada de decisões.

Para a fundição da UTFPR Campus Ponta Grossa, no que tange a implantação de um processo de manutenção proposta por esse estudo o Planejamento e Controle da Manutenção baseado em Confiabilidade, se apresenta como uma forma de gerenciar a disponibilidade dos equipamentos que integram a fundição através de um plano de manutenção preventiva para cada equipamento essencial, ou seja, dar sustentação ao sistema produtivo da fundição evitando as ocorrências emergenciais, ou seja, eliminando definitivamente a manutenção corretiva.

A implantação do programa de manutenção preventiva na fundição da UTFPR Campus Ponta Grossa são de quatro tipos: Funções do conhecimento utilizado, conhecimento melhor das falhas e suas causas; determinação de um programa da manutenção preventiva para cada equipamento essencial e consciência do pessoal considerando suas responsabilidades.

Os benefícios da implantação do programa de manutenção preventiva são os seguintes: Maior consciência de segurança ambiental; eliminação das ocorrências emergenciais, ou seja, evitar a modalidade da manutenção corretiva; melhor funcionamento do equipamento de produção; melhores estimativas dos custos da manutenção; vida prolongada dos equipamentos de elevados custos; maior eficácia nos fluxos e rotinas de trabalhos e motivação do pessoal e implementação do plano de manutenção preventiva.

A simplificada ou global aproximação fornecida pela Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) é parte de um processo de curto - ou longo - prazo para o rápido estudo de equipamentos de produção que apresenta problemas; pode também ser usada para uma análise seletiva ou geral do equipamento de produção, suas falhas e causas de suas tais.

Os resultados previstos da análise são de quatro tipos:

01. Funções do conhecimento utilizadas;
02. Conhecimento melhor das falhas e suas causas;
03. Determinação de um programa de manutenção preventiva para cada equipamento essencial;
04. Consciência do pessoal considerando suas responsabilidades.

Os benefícios de tal programa são os seguintes:

- maior eficácia e motivação do pessoal. Maior consciência de segurança;
- melhor funcionamento do equipamento de produção;
- melhores estimativas dos custos da manutenção; e
- vida prolongada dos equipamentos

Com a participação do pessoal no ajuste de um programa de planejamento da manutenção e sua participação na gerência do equipamento, o método de MCC é o primeiro passo para a Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance - TPM*).

Para aumentar a eficiência do plano preventivo de manutenção é também necessário que o setor tenha uma profunda melhoria no sistema de comunicação, por novas atribuições de tarefas e uma reorganização. Por exemplo, implantando um modelo como CMMS (*Computer aided Maintenance Management System*), assim contribuindo para uma forma de organização mostrando uma visão com ações efetivas para a concretização da estratégia competitiva em uma fundição de pequeno porte.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a CAPES/PIQDTEC – Programa Institucional de Qualificação Docente para a Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica pelo apoio durante a realização deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

- 1 PORTER, M. E. Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- 2 MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. Safári de estratégias. Bookman, 2000.
- 3 TAVARES, L. A. Manutenção centrada no negócio. Rio de Janeiro: NAT, 2005.
- 4 ZAIONS, D. R. Consolidação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade em uma planta de celulose de papel. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- 5 MONCHY, F. A função manutenção: formação para a gerência da manutenção industrial. Rio de Janeiro: Durban: 1989.
- 6 CAMPBELL, J. D. Uptime: Strategies for excellence in maintenance management. Portland: Productivity Press, 1995, 192p.
- 7 SHERWIN, D. A review of overall models for maintenance management. In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, 6v. N.3, 2000, p. 138-164.
- 8 TSANG, Albert H. C. Strategic dimensions of maintenance management. In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Hong Kong: 8v. N.1, 2002, p. 7-39.
- 9 MOUBRAY, John. Manutenção Centrada em Confiabilidade, Aladon, traduzido por Kleber Siqueira, Edição Brasileira, 2000.
- 10 ALKAIM, J. L. Metodologia para Incorporar Conhecimento Intensivo às Tarefas de Manutenção Centrada na Confiabilidade Aplicada em Ativos de Sistemas Elétricos.

Tese de Doutorado em Engenharia de Produção – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, UFSC, 2002.

- 11 LAFRAIA, João Ricardo Barusso. Manual de Confiabilidade, manutenibilidade e Disponibilidade. Rio de Janeiro, Qualitmark: Petrobrás, 2001, p. 238.
- 12 THIOLENT, M. Problemas de Metodologia, In: Fleury, A. C. & Vargas, N. (Orgs.) Organização do Trabalho, 2 ed. Atlas, São Paulo, p. 54-83, 1983.
- 13 YIN, Robert, K. Estudo e Caso: planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005
- 14 RICHET, D. et al. Application of Reliability Centred Maintenance in the foundry sector. Control Eng. Practice, vol. 3, n. 7, pp. 1029-1034, 1995.