

**AVALIAÇÃO ESTRATÉGICA DA DISPONIBILIDADE COM BASE EM ALGUNS
INDICADORES DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

**STRATEGIC EVALUATION OF AVAILABILITY BASED UPON INDUSTRIAL
MAINTENANCE INDICATORS**

**EVALUACIÓN ESTRATÉGICA DE LA DISPONIBILIDAD CON BASE EN
ALGUNOS INDICADORES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

GILSON EDUARDO TARRENTO¹
CELSO FERNANDES JOAQUIM JUNIOR²

Recebido em outubro de 2009. Aprovado em janeiro de 2010.

¹ Professor Assistente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu e da Faculdade Sudoeste Paulista. Graduado em Tecnologia de Gerência de Produção pela Unesp, Mestre em Engenharia de Produção pela Unesp, MBA em Gestão Empresarial pela FGV. Pós-Graduando em Didática do Ensino Superior. Av.: José Ítalo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel: (14) 3814-3004. E-mail: gilsontarrento@yahoo.com.br.

² Professor Pleno da Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Graduado em Engenharia Mecânica pela Unesp, Mestre em Engenharia Industrial pela Unesp e Doutor em Engenharia Química pela Unicamp. End.: Av.: José Ítalo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel. (14) 3814-3004. E-mail: cjunior@fatecbt.edu.br.

AVALIAÇÃO ESTRATÉGICA DA DISPONIBILIDADE COM BASE EM ALGUNS INDICADORES DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

RESUMO

A manutenção industrial conduz ao aumento da disponibilidade dos equipamentos de produção. Neste sentido, este trabalho teve como objetivos: (a) avaliar a aplicação das diferentes técnicas de manutenção industrial nos diferentes estágios de ocorrência de falha e (b) discutir alguns indicadores de manutenção apresentados pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN). A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada em levantamento bibliográfico e avaliação de pesquisa de indicadores de manutenção industrial. Baseou-se na hipótese de que as técnicas de manutenção industrial, quando devidamente aplicadas, contribuem expressivamente para um maior rendimento dos processos de produção e operações. Por meio dos resultados dos indicadores foi possível apontar que a manutenção preventiva prevalece entre as demais e que também a maior alocação de recursos é destinada para este tipo de manutenção, em média, 35,51% contra 28,85% da corretiva. Concluiu-se, portanto, que a gestão eficaz da manutenção industrial contribui para a melhoria da produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: Disponibilidade. Manutenção industrial. Taxa de falhas.

STRATEGIC EVALUATION OF AVAILABILITY BASED UPON INDUSTRIAL MAINTENANCE INDICATORS

ABSTRACT

Industrial maintenance leads to the enhancement of production equipments availability. Taking this into consideration, this work had the following goals: (a) evaluate the different industrial maintenance techniques applied to several levels of failures and (b) analyze and discuss maintenance indicators presented by the Brazilian Maintenance Association (ABRAMAN). The methodology used was based upon literature and industrial maintenance indicators research. It was considered that the industrial maintenance techniques, when correctly applied, contribute significantly to production processes and operations enhancement. By means of the indicator's results it was possible to point out that preventive maintenance prevails the others and that this kind of maintenance is responsible for most of the resources applied on maintenance; average amount of 35,51%, against 28,85% of corrective kinds. It was concluded that an efficient management of industrial maintenance contributes for productivity increase.

KEYWORDS: Availability. Industrial maintenance. Failure rates.

EVALUACIÓN ESTRATÉGICA DE LA DISPONIBILIDAD CON BASE EN ALGUNOS INDICADORES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

RESUMEN

El mantenimiento industrial conduce al aumento de la disponibilidad de los equipos de producción. En este sentido, el presente trabajo tuvo los siguientes objetivos: (a) evaluar la aplicación de las distintas técnicas de mantenimiento industrial en las diversas etapas de la ocurrencia de falla y (b) discutir algunos indicadores de mantenimiento apuntados por la Asociación Brasileña de Mantenimiento (ABRAMAN). La metodología utilizada se ha basado en la recopilación bibliográfica así como en la evaluación de pesquisas de indicadores de mantenimiento industrial. Se ha basado en la hipótesis que las técnicas de mantenimiento industrial, cuando debidamente aplicadas, contribuyen expresivamente para un rendimiento más grande de los procesos de producción y de operaciones. Por medio de los resultados de los indicadores fue posible apuntar que el mantenimiento preventivo prevalece sobre los demás y que hay una más grande atribución de recursos para este tipo de mantenimiento, en promedio, 35,51%, contra 28,85% del correctivo. Se ha concluido, por tanto, que la gestión eficaz del mantenimiento industrial contribuye para la mejoría de la productividad.

PALABRAS CLAVE: Disponibilidad. Mantenimiento industrial. Taza de fallas.

1 INTRODUÇÃO

A incessante busca pela melhoria da produtividade tem impulsionado os profissionais da área de produção a intensificar esforços nas investigações e entendimento das causas de falhas nos equipamentos e demais recursos de produção. A iminente ocorrência de falhas em sistemas, caso não seja tratada no seu período de latência, pode desencadear defeitos que ocasionem desde custos mensuráveis relacionados a uma parada instantânea da linha de produção até custos imensuráveis como a perda de clientes ou até mesmo um desgaste na imagem da empresa.

Diante desta realidade os gestores de produção utilizam as técnicas de manutenção industrial para minimizar riscos decorrentes das falhas. As técnicas comumente utilizáveis são: Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva e Manutenção Preditiva. Outras técnicas como a Manutenção Produtiva Total (conhecida pela sigla TPM) e Manutenção por Prognóstico também são utilizadas.

Métodos associados com o estudo da correlação de falhas em função do período de utilização de componentes, representado pela curva da banheira, têm contribuído não somente para o entendimento da ocorrência de falhas, mas também para a tomada de decisão sobre a

aplicação de qual técnica de manutenção deverá ser adotada em cada situação para o aumento da disponibilidade de equipamentos e, conseqüentemente, melhores resultados.

Este trabalho teve como objetivos a avaliação das diferentes técnicas de manutenção industrial nos diferentes estágios de ocorrência da falha e a discussão sobre alguns indicadores de manutenção apresentados pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Técnicas de manutenção industrial – Corretiva, Preventiva, Preditiva e TPM

Manutenção é o termo usado para abordar a forma como as organizações tentam evitar falhas cuidando de suas instalações físicas (SLACK et al., 1999, p. 491).

De acordo com Otani (2008), a manutenção, como função estratégica das organizações, é responsável direta pela disponibilidade dos ativos e tem importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção. A função manutenção industrial tem incorporado às suas estratégias usuais de gerenciamento alguns

conceitos originados na confiabilidade (SELLITTO, 2005).

Para Stevenson (2001, p. 582), o objetivo da atividade de manutenção é conservar o sistema de produção em boas condições de operação, incorrendo o menor custo possível.

No entanto, para Verri (2007, p. 1), o desconhecimento de muitas áreas não ligadas à manutenção industrial leva as pessoas a subestimar sua importância, principalmente em indústrias de processamento contínuo.

Neste sentido, Stevenson (2001, p. 582) destaca que existe uma série de razões para manter o equipamento e as máquinas em boas condições de operação. Dentre os principais motivos estão: evitar interrupções na produção, evitar que os custos de produção aumentem, manter a qualidade elevada e garantir os prazos de entrega. Slack et al. (1999, p. 491) lembram ainda que a manutenção adequada traz benefícios como melhoria da segurança, aumento da confiabilidade, prolongamento do tempo de vida de equipamentos, além de valorização do equipamento no caso de venda no mercado de segunda mão.

Ainda de acordo com Stevenson (2001, p. 582), com relação à manutenção, os tomadores de decisão têm duas opções básicas, sendo uma de natureza reativa e outra de natureza proativa. A primeira é

conhecida como manutenção corretiva, que consiste em lidar com as falhas quando elas ocorrem. A outra, denominada de manutenção preventiva, é realizada através de um programa que abrange lubrificação, ajustes, limpeza, inspeção e substituição de peças desgastadas. Para Gaither e Frazier (2002, p. 420), os programas de manutenção preventiva são importantes, pois eventuais quebras de máquinas interrompem os fluxos de produtos.

Já para Otani (2008), manutenção corretiva é a atuação para correção de falha ou do desempenho menor que o esperado. É oriunda da palavra “corrigir” e, segundo o autor, ela pode ser definida como a correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois, causa perdas de produção e, em consequência, os danos aos equipamentos são maiores (OTANI, 2008).

Entretanto, é importante lembrar que existem outras técnicas de manutenção industrial além das manutenções corretiva e preventiva. Slack et al. (1999, p. 492) descrevem a manutenção preditiva que inclui a monitoração contínua das vibrações de um equipamento, acompanhando a sua tendência de desgaste, sendo que os resultados deste monitoramento servem como base para decidir se a linha de produção deveria ser

parada para uma intervenção de manutenção. Com isso, alcança-se também uma menor variabilidade das atividades de produção, pois na análise preditiva é mais facilmente passível o seguimento de um padrão do que na manutenção corretiva ou de emergência (VERRI, 2007, p. 103).

Já o modelo de manutenção por prognóstico, proposto por Stevenson (2001, p. 584), incide na tentativa de determinar quando devem ser realizadas as operações de manutenção preventiva. De acordo com o autor, este método é baseado em registros históricos e na análise de dados técnicos para fazer um prognóstico de quando determinado equipamento ou peça entrará na iminência de falhar.

Ademais, Stevenson (2001, p. 584) lembra que, em algumas empresas japonesas, cada trabalhador faz a manutenção preventiva das máquinas que opera, não havendo uma equipe para estas tarefas de manutenção. Esta abordagem é denominada de *total productive maintenance*, conhecida pela sigla (TPM) ou traduzindo, manutenção produtiva total (MPT). Os japoneses perceberam logo a grande importância da manutenção e alicerçaram o processo de qualidade na manutenção produtiva total (VERRI, 2007, p. 38).

Dentre as metas estabelecidas para a manutenção produtiva total, Slack et al. (1999, p. 496) preveem: a melhoria da

eficácia dos equipamentos por meio da análise de perdas de rendimento e a realização da manutenção autônoma, atribuindo a responsabilidade por, pelo menos, algumas tarefas de manutenção. As metas propostas por Slack et al. (1999, p. 497) contemplam também o planejamento da manutenção, além do treinamento do pessoal em atividades de manutenção relevante, bem como a familiarização do equipamento, por parte do operador, logo no início. Uma das ferramentas de treinamento em TPM é a utilização de figuras simples, que mostram como o operador pode identificar anormalidades que possam vir a causar um defeito (VERRI, 2007, p. 34).

Em síntese, um dos objetivos principais da manutenção industrial é a prevenção, detecção e tratamento das falhas, evitando a ocorrência do defeito. Neste sentido, é dissociável abordar as técnicas de manutenção, sem um estudo das falhas e seus desdobramentos, pois, Verri (2007, p. 4) lembra que uma falha em um motor, por exemplo, mesmo com poucos minutos de interrupção, pode, pela complexidade do processo, acarretar horas e mesmo dias de paralisação da fábrica.

2.2 Estudo de falhas e confiabilidade de sistemas

Moreira (2002, p. 235) define falha como a impossibilidade do produto ou

componente continuar desempenhando as suas funções habituais, podendo variar desde a falha súbita até a falha gradativa, com longo período de maturação até a danificação total do componente em termos de sua função.

Sempre há uma probabilidade de que, ao fabricar um produto ou prestar um serviço, as coisas possam sair erradas e aceitar que ocorrerão falhas não é, entretanto, a mesma coisa que ignorá-las (SLACK et al., 1999, p. 478). Reforçando esta situação, Stevenson (2001, p. 585) destaca o fenômeno de Pareto, em que poucos itens do equipamento serão extremamente importantes para o funcionamento do sistema, justificando, portanto, um esforço e/ou uma despesa consideráveis; alguns itens requererão um esforço ou despesa moderada; e muitos itens demandarão poucos esforços ou despesas.

Neste sentido, é necessário lembrar que a falha está sempre associada a um tipo de custo. Sendo assim, ela deve ser tratada tão logo seja detectada, a fim de evitar maiores prejuízos, pois, como alertam Costa et al. (2004, p. 18), os custos de falhas internas e externas representam cerca de 70% do total dos custos da qualidade. Corrêa e Corrêa (2008, p. 118) classificam os custos de falhas internas em refugos e consequências das ações de correção, já os custos das falhas externas

como reclamações de clientes, reivindicações de garantia, perda de negócios, etc.

Martins e Laugeni (2006, p. 516) ressaltam que a análise de falhas é uma técnica para prevenir ou analisar não-conformidades em projetos, processos e produtos. A metodologia proposta pelos autores consiste nas seguintes fases:

- fase 1: especificar o problema, de acordo com questionamentos como: o que falhou, onde ocorreu a falha, quando ocorreu a falha, como ocorreu a falha e qual a magnitude da falha;
- fase 2: detectado o problema, deve-se levantar as hipóteses de causa;
- fase 3: a hipótese deve ser verificada com relação à especificação do problema;
- fase 4: analisar os controles existentes para impedir a ocorrência de falhas;
- fase 5: avaliação dos índices de ocorrência, severidade, detecção e risco para as falhas;
- fase 6: desenvolvimento de ações corretivas e preventivas;
- fase 7: acompanhamento das ações especificadas.

A análise de falhas é determinante para o monitoramento e busca da solução do problema. Entretanto, é também

imprescindível que se faça a medição de falhas. Slack et al. (1999, p. 481) descrevem as três formas de se medir falhas:

- taxas de falhas – com que frequência uma falha ocorre;
- confiabilidade – a probabilidade de uma falha ocorrer;
- disponibilidade – o período de tempo útil disponível para a operação.

De acordo com Slack et al. (1999, p. 484), uma medida alternativa de falhas é o tempo médio entre falhas de um componente ou sistema. No entanto, seguindo o rigor matemático, deve-se entender que a taxa de falhas não é um número constante, variando com o tempo e, em diferentes etapas da vida de qualquer

sistema, a probabilidade de falha será diferente (VERRI, 2007, p. 71; SLACK et al., 1999, p. 481).

Entretanto, a falha não representa apenas as situações em que o item de fato não funciona, mas também as circunstâncias em que o desempenho do item está abaixo do padrão (STEVENSON, 2001, p. 131).

Na Figura 1, denominada de curva da banheira, é possível compreender que, no período de mortalidade infantil, a taxa de falhas decresce exponencialmente e, após um determinado período de funcionamento, a taxa de falhas do equipamento é determinada por uma constante e, finalmente na etapa de desgaste, ocorre uma taxa de falhas crescente em função do tempo.

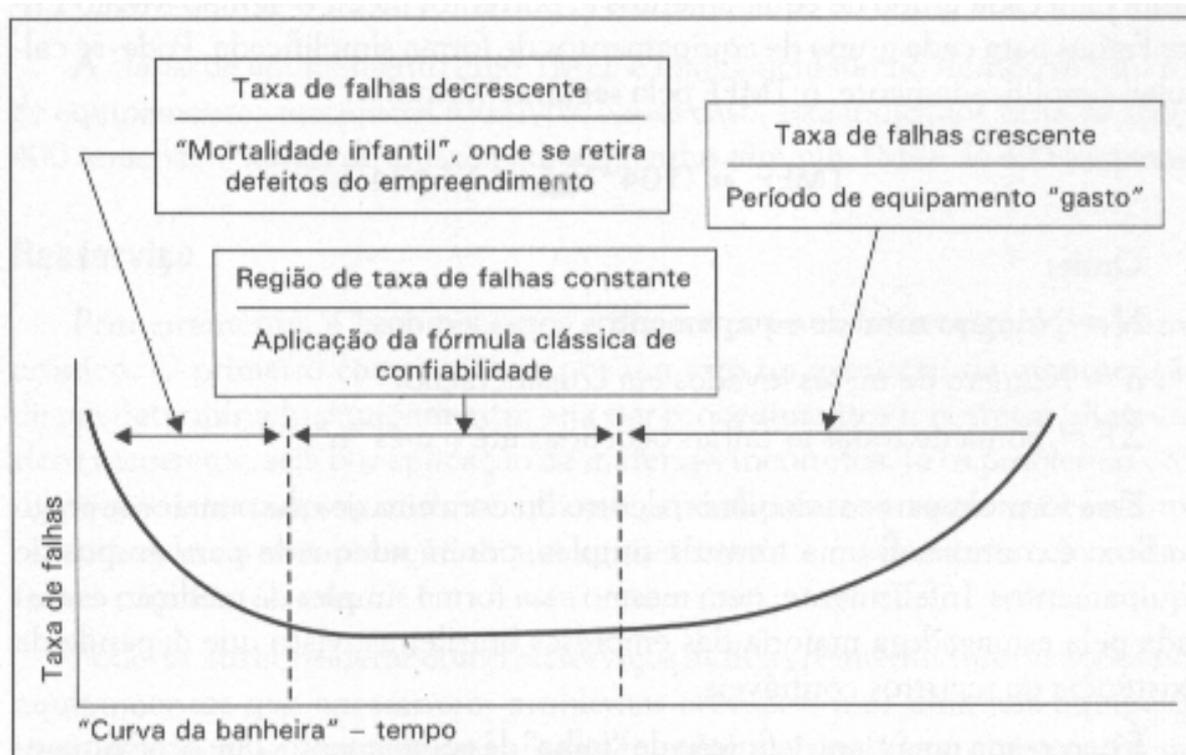


Figura 1 – Curva da banheira.

Fonte: Verri (2007, p. 71).

Dessa forma, pode-se trabalhar com taxa de falha aproximadamente constante para cada grupo de equipamentos e, portanto, medir o tempo médio entre falhas para cada grupo (VERRI, 2007, p. 72).

Entretanto, Sellitto (2005) adverte que as falhas ocorridas no comportamento de alguma das fases da curva da banheira, devem ser tratadas com o tipo de manutenção adequada, pois negligenciar

este fato pode significar maiores prejuízos em decorrência de inoperância e diversos custos associados à falta de resultados. A Tabela 1, referida por Sellitto (2005), relaciona as fases de falhas na curva da banheira com as manutenções a serem aplicadas.

Tabela 1 - Fases da curva da banheira e as estratégias de manutenção

Fases	Estratégia	Decorências
mortalidade infantil, falhas de origem	emergência	retarda ou até impede o fim da mortalidade infantil ao não reforçar os itens que quebraram ou não remover as causas de origem.
	corretiva	antecipa o fim da mortalidade infantil ao reforçar os itens que quebraram ou remover as causas das falhas de origem
	preditiva	monitora as falhas em progresso que podem resultar em quebras, mas estas pouco acontecem nesta fase, pois as quebras ocorrem mais por baixa resistência.
	preventiva	perpetua ou até agrava a mortalidade infantil ao trocar exatamente os sobreviventes, os itens fortes que não têm falhas de origem.
maturidade, falhas aleatórias	emergência	como se limita a trocar componentes quebrados, pode fazer voltar a mortalidade infantil se não selecionar os substitutos.
	corretiva	é inócua quanto as falhas catastróficas, mas pode reduzir o patamar de expectativa de falhas eliminando modos de falha que passaram na primeira fase.
	preditiva	informa o início e monitora os processos de falhas progressivas que resultaram em quebras, podendo prever aumentos na probabilidade de quebra.
	preventiva	retorna à mortalidade infantil ao trocar exatamente os sobreviventes, os itens fortes que não têm falhas de origem e ainda não iniciaram o desgaste.
desgaste, falhas progressivas	emergência	permite que as quebras que vão ocorrer realmente ocorram a um custo interno mais baixo do que a preventiva.
	corretiva	só será útil se for capaz de retardar ou o início da falha ou a quebra que realmente vai ocorrer.
	preditiva	monitora os processos progressivos de falhas já iniciados predizendo aumentos na probabilidade de quebra.
	preventiva	previne a emergência antecipando a troca à quebra que realmente vai ocorrer, porém a um custo interno mais alto do que a emergência.

Fonte: Sellitto (2005).

No entanto, Slack et al. (1999, p. 492) lembram que para algumas classes de equipamentos, cuja falha não ocasiona consequências importantes, deve-se praticar apenas manutenção corretiva.

E ainda, Slack et al. (1999, p. 482) ressaltam que existem falhas de operações

que dependem mais de recursos humanos do que de tecnologia, pode seguir uma curva diferente chamada de curva de complacência.

Pode ocorrer a complacência do pessoal à medida que o serviço, se não for revisto e renovado, torna-se tedioso e

repetitivo. Operações de serviços, após uma etapa inicial de detecção e melhorias de falhas, podem sofrer taxas de falhas crescentes causadas por complacência crescente (SLACK et al., 1999, p. 483).

Para Martins e Laugeni (2006, p. 518), confiabilidade é a probabilidade de que um sistema dê como resposta aquilo que se espera, durante certo período de tempo e sob certas condições. Portanto, a confiabilidade mede a habilidade de desempenho de um sistema, produto ou serviço como esperado durante o tempo (SLACK et al., 1999, p. 483; MOREIRA, 2002, p. 234).

Conforme Slack et al. (1999, p. 483), a confiabilidade depende da forma pela qual estão relacionadas as partes do sistema que estão sujeitas a falhas, ou seja, se os componentes de um sistema forem todos interdependentes, uma falha em um componente individual pode causar a falha de todo o sistema.

Porém, como a confiabilidade global de um sistema é uma função da confiabilidade dos componentes individuais, as melhorias na confiabilidade dos componentes podem aumentar a confiabilidade do sistema (STEVENSON, 2001, p. 131).

A Equação 1, descrita por Slack et al. (1999, p. 483), representa a relação de interdependência entre os componentes e o desdobramento da falha do sistema.

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n. \quad (1)$$

Onde:

R_s = confiabilidade do sistema

R_1 = confiabilidade do componente 1

R_2 = confiabilidade do componente 2

etc.

De acordo com Stevenson (2001, p. 131), a confiabilidade é sempre especificada em relação a determinadas condições, denominadas normais de operação, e pode ser aumentada de uma série de maneiras, sendo:

1. Aperfeiçoar o projeto dos componentes.
2. Aperfeiçoar as técnicas de produção e/ou montagem.
3. Aperfeiçoar os procedimentos de teste.
4. Utilizar componentes de *backup*.
5. Aperfeiçoar os procedimentos de manutenção preventiva.
6. Melhorar o nível de informação ao de conhecimento do usuário.
7. Aperfeiçoar o projeto do sistema.

Entretanto, a confiabilidade só pode ser definida estatisticamente: componentes fabricados sob idênticas condições e trabalhando sob idênticos esforços dificilmente falharão em um mesmo momento (MOREIRA, 2002, p. 235).

Como exemplo, Moreira (2002, p. 235), descreve que, se a confiabilidade de

um componente for de 0,80 dentro de certo tempo t , isso pode ser interpretado alternativamente como:

- (a) o componente terá 80% de chances de não falhar dentro do tempo especificado t .
- (b) de cada 5 componentes instalados e em operação, 1 irá falhar dentro do tempo t (ou, mais genericamente: dado um certo número de componentes em operação, 20% deles irão falhar dentro do tempo t).

A confiabilidade assume um papel importante nas estratégias da produção, pois vários autores concordam, de certa forma, que a confiabilidade está entre um dos cinco objetivos de desempenho da produção. Entre estes autores destacam-se: Slack et al. (1999, p.65); Corrêa e Corrêa (2008, p. 29); Martins e Laugeni (2006, p. 7) e Moreira (2002, p. 234).

Já a disponibilidade é o grau em que a produção está pronta para funcionar, ou seja, uma produção não está disponível se ela acabou de falhar ou está sendo consertada após uma falha (SLACK et al., 1999, p. 484).

Para Slack et al. (1999, p. 484), a disponibilidade é medida de acordo com a Equação 2.

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR} \quad (2)$$

Onde:

TMEF = tempo médio entre falhas da produção

TMDR = tempo médio de reparo, que é o tempo médio necessário para consertar a produção, do momento em que falha até o momento em que está operando novamente.

Entretanto, Verri (2007, p. 71) cita que existe também outro conceito que é o tempo médio até o reparo (MTTR), sendo que, neste caso, não se considera o tempo de reparo.

3 DISCUSSÃO

A Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN), em seu documento nacional referente ao ano de 2007, relata o resultado dos indicadores da situação da manutenção industrial no Brasil. Os indicadores são usados para orientar os gestores nos processos de tomada de decisão. A Tabela 2 reflete os Indicadores de Disponibilidade referentes ao período de 1997 até 2007.

Tabela 2 - Indicadores de disponibilidade

Indicadores de Disponibilidade (%)						
Tipo	1997	1999	2001	2003	2005	2007
Disponibilidade operacional	85,02	89,30	91,36	89,48	88,20	90,82
Indisponibilidade devido à manutenção	4,74	5,63	5,15	5,82	5,80	5,30

Fonte: (ABRAMAN, 2007)

De acordo com a tabela 2 de Indicadores de Disponibilidade, nota-se que, durante o período de 1997 até 2007, ocorreu uma média de disponibilidade de 89,16%, sendo que este índice representa um valor próximo do ideal. Para Verri (2007, p. 69), a disponibilidade é o indicador mais importante para a manutenção e, destaca que, dependendo do tipo de indústria, a meta de disponibilidade pode variar de 90% a 99%, e afirma ainda que plantas industriais de alto desempenho têm disponibilidade acima de 98%.

Observa-se também com relação aos Indicadores de Disponibilidade que durante o período de avaliação não houve uma discrepância com relação à média de disponibilidade, pois o desvio-padrão calculado foi de 1,99. Já a média de indisponibilidade devido à manutenção foi de 5,41%, com um desvio-padrão de apenas 0,42.

Entretanto, considerando-se que, no ano de 1997, a disponibilidade operacional foi de 85,82% e a indisponibilidade devido à manutenção foi de, somente, 4,74%,

nota-se que ocorreu um percentual de 9,44% de indisponibilidade ocorrida por outros fatores, alheios àqueles relacionados à manutenção. Este dado se torna relevante à medida que se busca uma correlação entre a perda de produtividade com paradas de produção devido à manutenção. O julgamento que se pode fazer nesta situação é o de que existem causas a serem investigadas que contribuem, expressivamente para a indisponibilidade, além daquelas relacionadas à manutenção, ou a ausência dela. Ainda, considerando esta questão, no período de 1997 até 2007, a amplitude estatística dos valores referentes às causas de indisponibilidade, contrárias a manutenção, foi de 5,56%.

A Tabela 3 apresenta os Principais Indicadores de Desempenho de manutenção utilizados de acordo com o Grau de Importância. A leitura e interpretação dos valores descritos contribuem para o dimensionamento, por parte dos gerentes de produção, dos recursos alocados nos processos de melhoria da manutenção.

Tabela 3 - Principais indicadores de desempenho de acordo com o grau de importância

Principais indicadores de desempenho utilizados (Grau de Importância – GI)								
Tipos	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	GI 2007
Custos	26,21	26,49	26,32	25,91	21,45	21,96	20,33	1
Frequência de falhas	17,54	12,20	14,24	16,22	11,66	12,17	9,75	6
Satisfação do cliente	13,91	11,01	11,76	11,86	8,62	8,11	8,93	7
Disp. operacional	25,20	24,70	22,60	23,24	19,58	19,81	18,51	2
Retrabalho	9,07	5,65	8,36	8,96	6,06	6,68	3,97	8
Backlog	8,07	6,55	8,98	10,41	9,32	6,92	11,57	5
Não utilizam	-	2,09	2,79	1,22	1,63	0,72	0,33	10
TMEF (MTBF)	-	-	-	-	11,89	11,69	14,21	3
TMPR (MTTR)	-	-	-	-	9,56	11,46	11,74	4
Outros indicadores	-	11,31	4,95	2,18	0,23	0,48	0,66	9

Fonte: (ABRAMAN, 2007)

De acordo com os dados da Tabela 3, observa-se que o item custo lidera o *ranking* do grau de importância, conforme pesquisa de opinião. Verri (2007, p. 1) destaca que o total de gastos com manutenção nas indústrias gira entre 2% a 8% do faturamento bruto, dependendo do tipo de indústria. No trabalho realizado por Otani (2008), foi levantado um comparativo entre o custo de manutenção e o PIB (Produto Interno Bruto) medido pela Fundação Getúlio Vargas, resultando em um valor de 19 bilhões gastos em manutenção no ano avaliado.

Entretanto, embora se tenha custos absolutos de manutenção altos nas indústrias, os custos mais importantes a serem considerados na área de manutenção são os da não-qualidade (VERRI, 2007, p. 2).

Ainda com relação aos custos, observa-se uma tendência de decréscimo no grau de importância medido no período

de 1999 até 2007, com uma pequena elevação no ano de 2005.

Já a disponibilidade, novamente em destaque como 2º lugar dentre os principais indicadores de desempenho da manutenção, apresentou valores elevados, os quais já eram previsíveis. Porém, o interessante é o fato do item satisfação do cliente (7º lugar) ter se enquadrado na pesquisa a cinco pontos do item disponibilidade. O que chama atenção não é a questão do grau de importância dos itens que permeiam entre a disponibilidade e a satisfação dos clientes – compreende-se e concorda-se com a relevância e importância de todos – mas a lógica dissociável entre estes itens em prol de melhores resultados. As empresas que conseguem fornecer um equipamento com um elevado índice de disponibilidade têm uma vantagem competitiva sobre as que fornecem equipamentos com índices de

disponibilidade menores (STEVENSON, 2001, p. 140).

Na Figura 2, é possível observar um comparativo das aplicações dos recursos na manutenção distribuídos entre: Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva e outros.

Os resultados foram obtidos, de acordo com a ABRAMAN (2007), através da Equação 3:

$$Recurso = \frac{Hh(ServiçosDeManutenção)}{Hh(TotalDeTrabalho)} \quad (3)$$

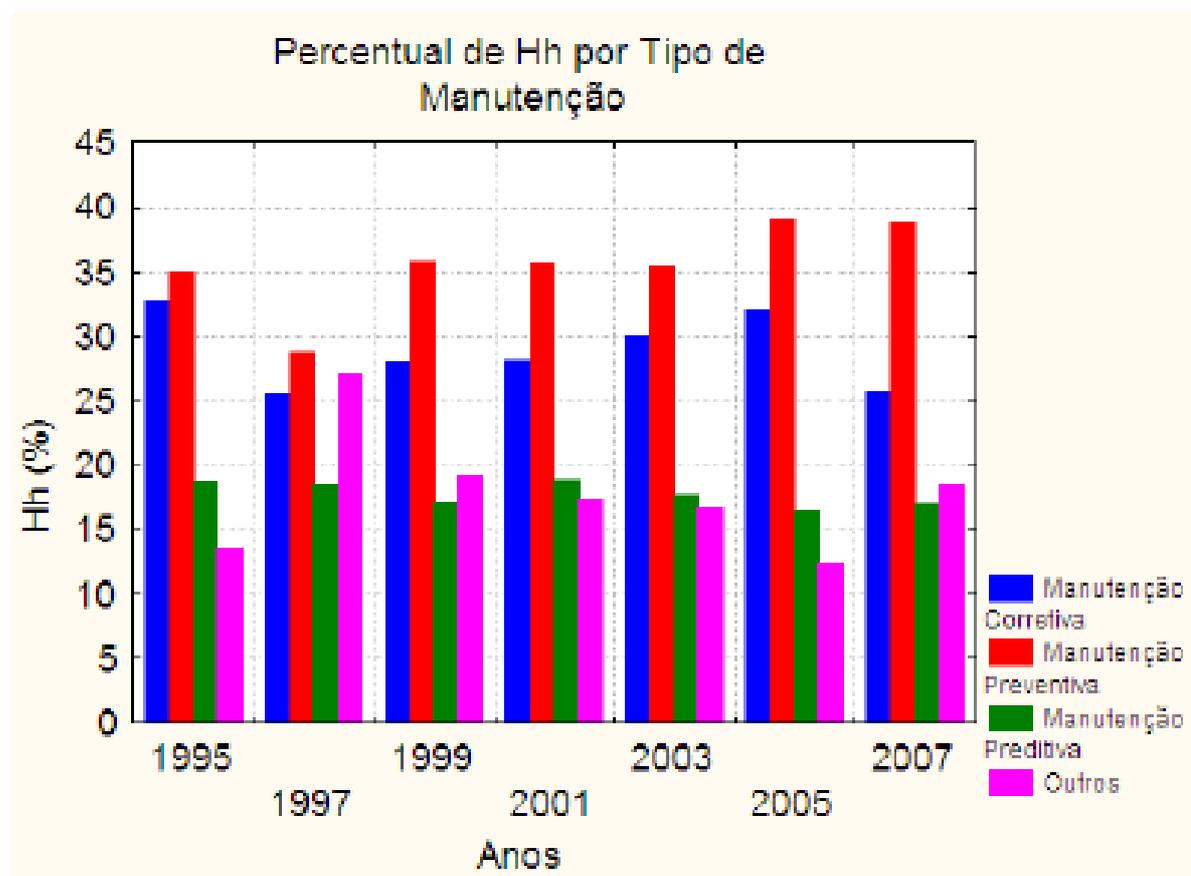


Figura 2 – Distribuição dos recursos entre os diferentes tipos de manutenção.
Fonte: (ABRAMAN, 2007)

De acordo com os dados obtidos, observa-se que a manutenção preventiva, em todo período avaliado concentrou a maior alocação de recursos, em média, 35,51%. Já a manutenção corretiva que vinha apresentando, a partir do ano de 1997, uma tendência de elevação, sofre

uma queda de 6,5% de alocação de recursos, na comparação com o período anterior. Na média geral, a manutenção corretiva manteve 28,85%. A manutenção preditiva, com uma média de 17,79%, apresentou um desvio-padrão de 0,85% entre os valores obtidos no período.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados dos indicadores de desempenho da manutenção, conclui-se que o custo é o principal fator para o investimento em manutenção e, entre as várias técnicas, a manutenção preventiva se destacou como a mais utilizada.

Conclui-se que todo sistema, devido à interdependência de seus componentes, é suscetível a falhas, portanto, a aplicação da técnica adequada de manutenção é decisiva para o aumento da disponibilidade dos equipamentos.

Em síntese, pode-se concluir que a gestão eficaz da manutenção industrial contribui para a melhoria da disponibilidade de equipamentos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO (ABRAMAN). **Documento nacional 2007: situação da manutenção no Brasil**. Disponível em: <www.abraman.org.br>. Acesso em: 02 set. 2009.

CORRÊA H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e de Operações**. Edição compacta. São Paulo: Atlas, 2008.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade**. São Paulo: Atlas, 2004.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2002.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, P. L. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira: 2002.

OTANI, M; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Gestão Industrial**. Ponta Grossa – Paraná. v. 4, n. 2, p. 1-16. 2008. ISSN 1808-0448.

SELLITTO, M. A. Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. **Produção** [online]. 2005, vol.15, n.1, p. 44-59. ISSN 0103-6513.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R.; **Administração da Produção**. Edição compacta. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

STEVENSON, W. L. **Administração das Operações de Produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2001.

VERRI, L. A. **Gerenciamento pela qualidade total na manutenção industrial: aplicação prática**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2007