

Definição de Políticas de Manutenção à Luz da Teoria das Restrições

Aldo César Juliato (UNIMEP) almar@dglnet.com.br
Carlos Roberto Camello Lima (UNIMEP) crclima@unimep.br

RESUMO

Tem-se observado, nos últimos anos, uma preocupação freqüente com as questões estratégicas da produção. Impossível, portanto, imaginar os objetivos da área de manutenção sendo traçados de maneira alheia aos objetivos estratégicos da produção. Nota-se, então, a necessidade de se estabelecer critérios mais claros para a formulação de políticas de manutenção adequadas, em consonância com os objetivos estratégicos da produção. Um estudo mais aprofundado se faz necessário para a criação de um modelo onde, no momento de se estabelecer políticas de manutenção, possam se identificar os graus de criticidade de cada máquina ou equipamento, com base em princípios mais modernos e que considerem, igualmente, tanto os objetivos da produção, quanto os da manutenção. Dentro da modernidade administrativa da produção, observa-se uma emergente tendência em se utilizar a TOC (Theory of Constraints ou Teoria das Restrições) nas decisões estratégicas. Por que então não aplicá-la no estabelecimento das políticas de manutenção? Este artigo visa colocar esta idéia em discussão e, ainda, fomentar um maior aprofundamento na observação destes fatos, além de alavancar discussões futuras na direção da formulação de um modelo específico para tal.

Palavras chave: Manutenção, Restrições, TOC, Estratégia.

1. Introdução

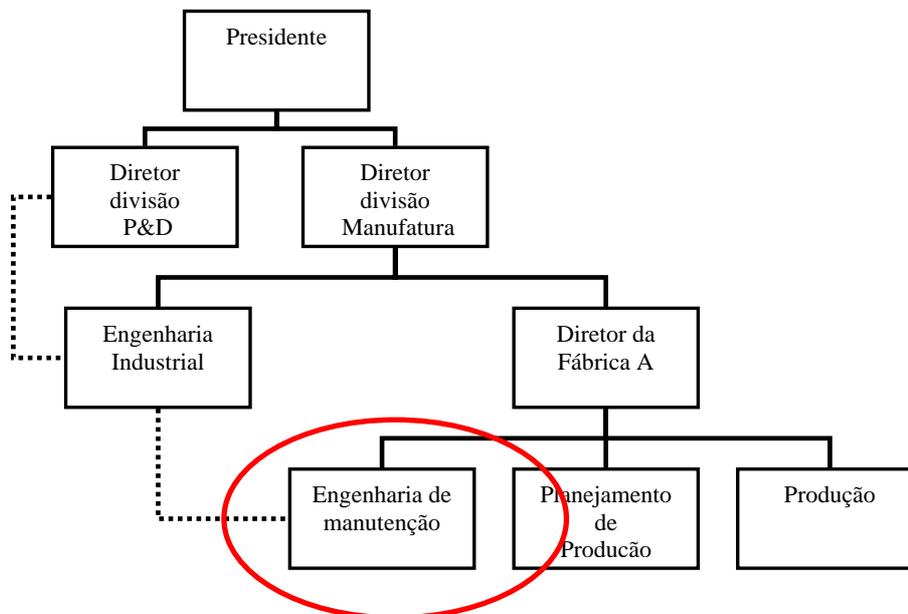
Dentre as estratégias de produção e, mais ainda, dentre as prioridades competitivas, uma das mais discutidas nos últimos anos é a flexibilidade. Não se pode ignorar que mudanças estratégicas venham a estabelecer objetivos diferenciados voltados, ora para custos, ora para inovação, ora para qualidade, enfim várias podem ser as possibilidades de se deparar com prioridades diferenciadas em diferentes momentos. Muito embora vários estudos tenham colocado a preocupação com a disponibilidade dos recursos necessários para flexibilizar os processos produtivos, nota-se que, quando o assunto se refere às máquinas e equipamentos, há uma preocupação maior com novas tecnologias do que com a preservação das vigentes (SALERNO, 1995). Percebe-se, então, um maior direcionamento de foco ao cliente e ao conseqüente atendimento de suas necessidades e anseios, independente das condições necessárias para atendê-los. É certo que tal preocupação faz parte da grande maioria dos modelos adotados nos últimos anos, levando-se em conta que um cliente mal atendido pode representar um prejuízo enorme para qualquer empresa que queira ser reconhecida como empresa de primeira linha ou, ainda, empresa classe mundial (AMATO NETO *et al.*, 2001). A flexibilidade parece ser atualmente a estratégia mais relevante, já que, qualquer que seja a prioridade competitiva a ser alcançada, esta exige certa flexibilização, se não da produção, das idéias que norteiam as estratégias funcionais. Sendo assim, a manutenção, como uma função inerente e relevante para um bom desempenho produtivo, não pode ter suas políticas estabelecidas com base em metodologias recomendadas por puro modernismo administrativo ou, ainda pior, por modismos injustificados. Há a necessidade de se analisar formas de se estabelecer objetivos de

manutenção baseados nos objetivos da produção, assim como técnicas que possam direcionar tais ações para a melhoria do desempenho de toda a organização (PINTO E XAVIER, 1999).

2. A Manutenção e suas Políticas

A partir do momento em que a disponibilidade dos recursos da produção torna-se fator crucial para o atendimento dos objetivos estratégicos das empresas, seria impossível pensar no órgão de manutenção como uma área isolada do planejamento estratégico. Porém, cabe lembrar que já houve tempo em que a manutenção era tratada como aquela função que deveria simplesmente manter em condições satisfatórias os ativos das empresas, por meio das inspeções, reparos, substituições e que, em função desta fase da história, até hoje, em muitas empresas, é vista como uma área que apenas gera gastos dentro do processo produtivo, além de atrapalhar a produção, quando tem que fazer intervenções nas máquinas e equipamentos (MIRSHAWKA e OLMEDO, 1994).

Figura 1 – Típica Estrutura Organizacional Norte-Americana (EUA).



Fonte: HAYES, WHEELWRIGHT E CLARCK (1988).

Como se pode observar na Figura 1, as estruturas organizacionais norte-americanas do passado já possuíam uma tendência em considerar a área de manutenção como parte integrante da manufatura. A rigor, trazendo para os dias atuais, o mesmo acontece e fica evidente que as formas de se determinar o grau de criticidade de cada máquina ou equipamento devem ser estabelecidas conjuntamente entre a manutenção e a produção. As formas como tais intervenções ocorrem determinam a política de manutenção a ser adotada. Apesar das diversas formas que possam advir das necessidades de cada empresa em determinada época, pode-se observar que, na realidade, surgem apenas duas políticas mais claras: a corretiva e a preventiva. Todas as demais acabam, de certa forma, sendo um tipo de preventiva (SLACK, 1993). Mesmo assim, é

interessante destacar-se a manutenção preditiva e a detectiva, mesmo alguns autores as classificando como formas de política preventiva.

2.1. Política Corretiva

Antes da segunda grande guerra mundial, onde as empresas possuíam equipamentos mais simples, e numa época em que ainda não se tinha uma correta visão de produtividade, podia-se contar com uma equipe de manutenção que se mantinha preparada para intervir apenas quando ocorria a quebra do equipamento. Neste esquema de manutenção, os conflitos com a área produtiva eram menores, já que a produção tinha uma falsa impressão que só perderia produção quando não houvesse outra alternativa. A este tipo de política dá-se o nome de política de manutenção corretiva (REYS, 1995). Porém, se analisado o tempo gasto com a recuperação da máquina ou do equipamento, associado ao custo de recuperação dos danos marginais causados pela quebra inesperada do equipamento, nota-se que os custos embutidos nesta forma de tratamento aos equipamentos passam a ser bem maiores que numa intervenção planejada.

Esta fase fica então conhecida como primeira geração da manutenção, dando passagem, ao final da segunda grande guerra, para o que se tornou conhecida como a segunda geração da manutenção, onde os investimentos feitos no aumento da mecanização tornaram as instalações industriais mais complexas, além de aumentar o parque instalado e, conseqüentemente, aumentar a competitividade (SLACK, 1993).

2.2. Política Preventiva

A complexidade dos equipamentos surgidos neste período, que ocorre entre a segunda grande guerra mundial e a década de 1960, associada ao aumento dos investimentos na indústria, faz com que haja um aumento na competitividade, e a busca pela produtividade surge como fonte estratégica para se conseguir vantagem competitiva. Não se admite mais, neste cenário, equipamentos com os quais não se possa contar, quando necessário. Aparecem, então, os conceitos de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos dentro da produção. Surge, assim, a idéia de se ter uma nova política, onde os componentes ou partes dos equipamentos sejam substituídos considerando-se intervalos prefixados de tempo, baseados em dados técnicos de vida de tais componentes, a fim de se evitar a indisponibilidade inesperada do equipamento. A tal política deu-se o nome de política de manutenção preventiva (SLACK, 1993). Surge, nesta fase, o que se pode chamar de segunda geração da manutenção que, em função da necessidade de se controlar os períodos de intervenção, gera espaço para o surgimento dos sistemas de planejamento e controle da manutenção além de se investir duramente num trabalho de aperfeiçoamento e aumento da vida útil dos componentes, já que componentes com menor vida útil passam a representar intervenções em períodos menores de tempo e, conseqüentemente, redução do período disponível dos equipamentos à produção (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002).

Nesta segunda geração, podem-se observar ganhos de produtividade em relação à primeira geração e que, em função das necessidades da época, foram de grande valia. Porém, com o passar do tempo, observam-se novas necessidades, principalmente em função do crescimento da automação e do aparecimento de novas técnicas de se planejar a manufatura.

2.3. Política Preditiva

O período que se inicia na década de 1970 marca o início da terceira geração da manutenção. O aumento da automação permite condições anteriormente impossíveis de se imaginar. Os métodos baseados em produção enxuta exigem um aumento do grau de confiabilidade nos equipamentos de produção. As intervenções devem, então, aparecer somente quando as condições dos equipamentos apontarem para sua parada. Este tipo de manutenção é baseado na avaliação de

parâmetros e exige acompanhamento constante dos componentes dos equipamentos. Surge, então, a política de manutenção preditiva onde, através de análises comportamentais dos equipamentos, pode-se prever sua intervenção, o mais próximo possível da falha, porém antes que ela ocorra (NEPOMUCENO, 1985).

Algumas outras questões vêm, hoje, compor material de apoio ao estabelecimento de tal política. Questões voltadas à preservação do meio-ambiente cobram a utilização máxima de itens industrializados, retardando o seu retorno à natureza após o uso. Também as questões voltadas à segurança acabam incrementando outras variações da manutenção preventiva com outros tipos de ação que passam a compor novas políticas que, se avaliadas com maiores detalhes, acabam se colocando entre uma das três comentadas anteriormente (MOUBRAY, 2000).

2.4. Política Detectiva

A partir da necessidade do aumento da confiabilidade nos equipamentos, pode-se também identificar uma política chamada por Moubray (2000) de detectiva. Esta visa garantir que componentes pouco utilizados, porém não menos importantes, não falhem quando solicitados. Pode-se enquadrar nesta categoria de equipamentos aqueles voltados para proteção e segurança como, por exemplo, dispositivos de limite de elevadores, sensores de temperatura, pressão, enfim aqueles que possam garantir ao último os limites da confiabilidade contra casos de falha extrema.

3. Tendências da Manutenção

No transcorrer dos anos, várias formas de se tratar o gerenciamento da produção surgiram e, conseqüentemente, novas formas de se tratar o gerenciamento da manutenção. O surgimento do *Just-In-Time* (JIT), nos anos 60, por exemplo, torna os processos produtivos ainda mais susceptíveis às paradas, já que, neste processo, busca-se eliminar os estoques intermediários como um todo. Surge, então, a necessidade de se implementar uma política de total produtividade em todos os equipamentos do processo, pois o atraso em um deles provoca um atraso em todo o processo. Outras questões surgidas a partir do JIT envolvem áreas como a de qualidade, onde todos devem garantir a qualidade em cada fase do processo, outra exigência da própria estratégia adotada por este modo de produzir sem estoques.

Surge, então, a TPM (*Total Productive Maintenance*), vista como uma evolução dos programas de qualidade total e derivada dos conceitos de qualidade de Deming, utilizados e difundidos pelas empresas do Japão após a Segunda Guerra Mundial. A denominação de Manutenção Produtiva Total é creditada a Seiichi Nakajima, que colocou em prática os primeiros conceitos, ao final da década de 60, na japonesa NIPPONDENSO CO, chegando ao ocidente somente na década de 80.

A metodologia TPM é totalmente voltada para melhoria de produtividade, qualidade e redução de desperdícios operacionais, direcionada exclusivamente para os responsáveis pelas operações, tornando-os mais comprometidos com os resultados. É fundamental, no entanto, o apoio da alta gerência e a condução por pessoas comprometidas, do início ao fim do processo, desenvolvendo treinamento operacional continuado dos principais passos para a implantação dos oito pilares básicos da TPM. Dentre as premissas básicas da TPM, pode-se identificar a da determinação de metas para medição de desempenho (MIRSHAWKA e OLMEDO, 1994).

Sendo assim, há até quem entenda a TPM como uma filosofia maior que a própria manutenção e propõe a possibilidade de se ter uma segunda definição como *Total Productive Manufacturing* ou Manufatura Produtiva Total (KOELSCH, 1993). Enfim, nota-se que a TPM considera o todo produtivo, global. Esta envolve a manufatura como um todo e uma prova disso é que um dos pilares mais conhecidos no programa é o da manutenção autônoma, sendo implantado com o propósito de treinar e ensinar os operadores a manter seus equipamentos nas condições ótimas de funcionamento e rendimento global, capacitando-os a várias atividades que anteriormente só

poderiam ser executadas pelo pessoal de manutenção, como: lubrificação, inspeções, detecção de anomalias, entre outras.

Uma outra metodologia, também bastante discutida nos últimos anos, é a RCM (*Reliability-centred Maintenance* ou Manutenção Centrada em Confiabilidade). Focada na confiabilidade, tende a modificar o objeto de análise, porém ainda sem propor uma forma de se determinar o grau de criticidade dos equipamentos (HARAN, 2002). Com uma maior penetração que a TPM no mundo ocidental, perceptível pelo número de artigos dedicados a tal assunto, possivelmente pelo seu apelo à confiabilidade, pode-se esperar um pouco mais de resultados de um processo que, além de envolver o pessoal operacional profundamente, como a TPM, envolve, também, todos os níveis organizacionais das empresas (MOUBRAY, 2000).

Uma proposta ousada para a RCM é a de ter como objetivo ultrapassar os resultados que se apresentam pela TPM. Segundo Ben (2000) é necessário se estudar as duas metodologias de forma inter-relacionadas, pois parecem ser complementares, ou seja, a falta de confiabilidade não permite à TPM obter o sucesso sugerido da eficiência total.

As análises das questões normalmente discutidas a respeito do estabelecimento do grau de criticidade das máquinas e equipamentos não é uma tarefa fácil. Daí, talvez, a maioria dos artigos a respeito desta questão ser algumas vezes um tanto displicente e, outras, por demais complexos, como o modelo de Jia e Christer (2002), com uma quantidade enorme de cálculos buscando determinar alguns pontos de controle. Obviamente, esta, muitas vezes, é a única forma de se determinar existência da efetividade de um método. Outra questão importante é a necessidade da informatização dos dados necessários ao acompanhamento da implementação do RCM assim como em outras metodologias administrativas (REICKS JR, 2000).

A RCM, na visão de Moubray (2000), tem levado muitas pessoas a trabalhar com uma segunda edição de uma metodologia que, muitas vezes, parece muito nova, mas, mesmo assim, fora chamada de RCM II. Porém, esta é a forma como vem sendo tratada a metodologia, dentro deste enfoque, e ainda considerando a TPM conjugada a ela (BEN, 2000).

Uma das ferramentas fundamentais da RCM é a Análise de Efeitos e Modos de Falha (FMEA), notada na Figura 2, onde se divide a máquina ou equipamento em partes, para que se possam avaliar causas e efeitos das falhas de cada componente.

Figura 2 – Análise de Efeitos e Modos de Falha (FMEA).

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7			
Conjunto Bomba Falha	Bomba Falha	Rotor Falha	Rotor se solta	Porca de fixação solta	Porca não apertada corretamente	Erro de montagem			
				Porca de fixação deteriorada	Porca eroida/corroida	Especificado material errado			
				Porca do rotor trincada	Porca feita com material errado	Suprido material errado			
				Chaveta do rotor cortada	Porca do rotor super apertada	Erro de montagem			
					Porca feita de material errado	Especificado material errado			
				Aço especificado errado	Aço suprido errado	Suprido material errado			
						Erro de projeto			
						Erro de aquisição			
									Erro de armazenagem
									Erro de requisição

Fonte: Moubray (2000).

Independente da metodologia, nota-se a necessidade do estabelecimento de medidas de desempenho, através do acompanhamento de indicadores que possam auxiliar na avaliação da efetividade dos processos. Para ser considerada uma empresa com manutenção classe mundial,

há a necessidade do atendimento de vários destes indicadores e, só então, se obtém tal reconhecimento (WIREMAN, 1990). Portanto, de forma geral, os indicadores demonstram a necessidade de uma análise de tendências e, conseqüentemente, um reconhecimento, pelas metodologias praticadas, que se deve prever mudanças no transcorrer do tempo.

4. A Teoria das Restrições (TOC) e seu papel na Manufatura

Sempre que uma nova teoria é levantada, tem-se uma longa trajetória até sua concretização. A TOC (*Theory Of Constraints*) ou Teoria das Restrições, como passou a ser conhecida nos países de língua portuguesa, aponta para algo não muito diferente. Elaborada pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt, na década de 80, tinha por objetivo apresentar os fundamentos para a criação e implementação de um sistema de computador que pudesse suportar problemas e resolvê-los no nível do chão de fábrica. Este sistema passou a ser conhecido como OPT (*Optimized Production Technology*), mas, como já era de se esperar, passou-se a perceber que, sem as alterações necessárias na forma como se administrava as empresas, não haveria como garantir um processo eficaz de melhoria contínua. Fazia-se necessário um conjunto de regras e princípios capazes de orientar um processo focalizado de se gerir a produção muito mais do que o OPT se propõe, que se limita a uma ferramenta de programação finita da produção baseada na otimização da produção através da operação gargalo. O hoje conhecido “Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições” nasceu quando da publicação do livro “A Meta”. (SOUZA, 1997).

Como diretiva para que uma empresa possa implementar o processo focalizado de aprimoramento contínuo, a TOC propõe um sequenciamento coerente de passos a serem adotados. Este processo visa possibilitar às empresas a identificação sistemática dos elementos do sistema que devem ser melhorados com a finalidade de aumentar o desempenho de toda a organização. Tais elementos passam, então, a ser tratados como gargalos do processo. A metodologia para identificação dos gargalos até a melhoria da eficiência do sistema produtivo acompanha o seguinte raciocínio ou passos (GOLDRATT e COX, 1986):

- a) Identificar a (s) restrição (ões) do sistema;
- b) Explorar a (s) restrição (ões) identificadas;
- c) Subordinar de tudo à decisão anterior;
- d) Elevar a (s) restrição (ões) do sistema;
- e) Se uma restrição for quebrada numa das etapas anteriores, deve-se voltar à etapa a) porém, com o respectivo cuidado para que a inércia não se torne uma restrição do sistema.

A identificação da restrição ou das restrições passa a ser, então, o início de todo o processo, onde se determina o fator limitante do sistema. Se fosse feita uma avaliação apenas pelo bom senso, o passo seguinte seria a total eliminação da restrição identificada. Porém, a TOC, considerando que muitas vezes, no caso de restrições físicas, há necessidade de grandes investimentos, sugere explorar ao máximo tais recursos para, só então, dar seqüência ao processo. A partir de um melhor aproveitamento e conseqüente obtenção da maximização do(s) recurso(s) gargalo(s), deve-se observar os demais recursos, não gargalos, do processo produtivo e a forma como estão sendo gerenciados, a fim de que não venham a, rapidamente, se tornar gargalos em função da otimização citada anteriormente. Na seqüência, devem-se avaliar as necessidades que os recursos restritivos, quando otimizados, virão a exigir. Estes devem fornecer apenas o necessário para suprir o consumo do recurso restrição. No caso de exceder a tais necessidades, passa-se a observar um desperdício de recurso e, conseqüentemente, um descontrole do processo produtivo como um todo. Caso ocorra o inverso, haverá uma perda total do processo produtivo gerando conseqüente perda do ganho total, pois quem dita o ritmo de todo processo é a restrição e esta não seria efetivamente suprida. Desta forma, tudo passa a ser subordinado à decisão anterior (GOLDRATT e COX, 1986).

Antes de se executar o quarto passo, há necessidade de uma avaliação através de ferramentas adequadas de análise de valor. Como se pode observar, a Teoria das Restrições tem uma metodologia de solução de problemas bastante eficaz quando de restrições físicas. Porém, Goldratt adverte que, na maioria das vezes, as restrições são representadas por políticas errôneas, que nem sempre se pode traduzir em restrições físicas (GOLDRATT e COX, 1986).

5. Possibilidades de uso da Teoria das Restrições (TOC) na Manutenção

Diante do exposto, o que se pode apurar é que, muito embora haja uma constante busca pelo balanceamento total da produção, qualquer que seja a metodologia aplicada a ela, já que todas almejam um total equilíbrio dos processos produtivos, em dado momento, é proposta a avaliação do grau de criticidade de cada máquina ou equipamento. A partir desta decisão, pode-se notar que as metodologias reconhecem a impossibilidade de se conseguir o ótimo global porém, raramente assumem tal fato. Talvez por esta razão, ou até pela falsa expectativa pelo ótimo global, nota-se tanta dificuldade para implementá-las (CSILLAG, 1991).

Como o ótimo global inexistente na visão da TOC, resta então trabalhar com parâmetros das equações existentes e não, exatamente, com elas. Isso leva a necessidade de se avaliar parâmetros baseados em terminologias já bastante conhecidas como a confiabilidade, a disponibilidade, o balanceamento, entre outras. Portanto, se não existe o ótimo global, quando se observa estes fatos à luz da TOC, pode-se entender que, como numa corrente, os processos produtivos possuem seus elos fracos (GOLDRATT e COX, 1986) e, as mesmas molas que impulsionam a utilização da TOC nas tomadas de decisão da produção baseada em gargalos, podem também ser aplicadas a um modelo o qual se possa utilizar para o estabelecimento de políticas de manutenção centradas no grau de criticidade, confiabilidade e disponibilidade, externando em cada caso, como cada uma destas questões pode ser avaliada na visão da TOC. O que se pode propor enfim é um modelo de análise que em cada situação enfrentada pela empresa a cada momento decisivo em seu negócio, possa vir a direcionar a política de manutenção a uma forma ideal à luz desta mesma análise.

Possivelmente o ideal seja se trabalhar este modelo combinando as três equações mais discutidas na visão da TOC e os parâmetros destas mesmas medições ou equações em outros estudos ou teorias. A primeira delas seria a da Confiabilidade investigando dentro de cada momento a importância deste parâmetro para o desempenho da empresa e o seu impacto estratégico na seleção da política de manutenção ideal a ser adotada. A segunda, mas não menos importante, seria a do grau de Criticidade e como tal fator pode ser medido dentro da TOC e das mais recentes metodologias de manutenção utilizadas. A terceira e mais discutida é a da Disponibilidade onde, depois de ultrapassado o desafio da detecção do RRC (Recurso com Restrição de Capacidade), busca-se trabalhar a aplicação de políticas de manutenção mais ou menos intensas nas intervenções com o intuito de proteger a capacidade do RRC. Todas estas questões ainda estão por ser trabalhadas e podem sem dúvida levar ao desenvolvimento do modelo proposto sem com isso estabelecer um ferramental imutável mas sim um modelo flexível o suficiente para se adaptar às condições necessárias a cada situação.

6. Conclusão

Diante da falta de um modelo ideal que possa conciliar as políticas de manutenção com os objetivos estratégicos da produção de forma clara, a idéia de um aprofundamento do tema proposto neste trabalho pode consumir com a criação de tal modelo, incentivar novos estudos a fim de aperfeiçoá-lo após sua criação e possibilitar seu uso nos momentos de mudança estratégica, que cada vez mais têm ocorrido dentro das empresas produtivas.

Referências Bibliográficas:

- AMATO NETO, J. et al. (2001) - **Manufatura Classe Mundial**: conceitos, estratégias e aplicações. São Paulo: Atlas.
- BEN, D. (2000) - You may need RCM to Enhance TPM Implementation, **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, no. 2, v.6, p.82-85, Bradford.
- CSILLAG, J.M. (1991) - O Significado do Mundo do Ganho, **Revista de Administração de Empresas**, no. 31 p.61-68, São Paulo, abril/junho.
- GOLDRATT, E.M.; COX, J. (1986) - **The Goal**: a process of ongoing improvement. New Haven: North River Press.
- HARAM, M. A. (2002) - Practical Application of RCM to Local Authority Housing, **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, no. 2, v.8, p.135, 2002.
- HAYES, R.H., WHEELWRIGHT, S. C., CLARK, K. B. (1988) - **Dynamic Manufacturing**: creating the learning organization. New York: The Free Press.
- JIA, X. and CHRISTER, A. H. (2002) - A prototype cost Model of Functional Check Decisions in Reliability-centred Maintenance, **Journal of the Operational Research Society**, no. 12, v.152, p.1380-1384.
- KOELSCH, J. R. (1993) – A Dose of TPM: Downtime needn't be a bitter pill, **Manufacturing Engineering Magazine**, no. 4, v.110, p.63-66, Dearborn, SME.
- MIRSHAWKA, V., OLMEDO, M.L. (1994). **TPM à Moda Brasileira**. São Paulo: Makron Books.
- MOUBRAY, J. (2000) - **Manutenção Centrada em Confiabilidade (Reliability-centred Maintenance)**. United Kingdom, Biddles Ltd.
- NEPOMUCENO, L.X. (1985) - **Manutenção Preditiva em Instalações Industriais**: procedimentos técnicos. São José dos Campos, Edgard Blücher.
- PINTO, A. K., XAVIER, J. N. (1999) - **Manutenção**: função estratégica. Rio de Janeiro, Quality Mark.
- REICKS JR., W. J. (2000) - A case Study for Implementing Reliability-centred Maintenance, **Marine Technology and SNAME News**, no. 1, v.37, start page. 50.
- REYS, M. (1995) - **Determinação de Critérios para a escolha da Metodologia de Manutenção**, p. 1-97. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- SALERNO, Mário S. (1995) - **Flexibilidade e Organização Produtiva**. In: CASTRO, Nády A. de **A Máquina e o Equilibrista**: (Inovação na indústria automobilística brasileira). São Paulo: Paz e Terra, 1995.

SLACK, N. (1993) - **Vantagem Competitiva em Manufatura**: atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo, Atlas.

SLACK, N., CHAMBERS S., JOHNSTON R. (2002) - **Administração da Produção**. São Paulo, Atlas.

SOUZA, F.B. (1997) - **Uma visão geral da Teoria das Restrições com aplicação em uma metodologia de integração de empresa**. São Carlos, Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

WIREMAN, T. (1990) - **World Class Maintenance Management**. New York, Industrial Press Inc.