

## **Proposta de implementação de um Plano de Manutenção Autônoma em uma Máquina de Separação de Garrafas.**

Samuel Roberto Marcondes (UTFPR) [srmarcondes@utfpr.edu.br](mailto:srmarcondes@utfpr.edu.br)  
Luiz Alberto Rodrigues (UTFPR) [luiz.rodrigues90@gmail.com](mailto:luiz.rodrigues90@gmail.com)  
Gleudson Wambier de Melo (UTFPR) [gleudsonwambier@gmail.com](mailto:gleudsonwambier@gmail.com)

### **Resumo:**

A necessidade de definir uma filosofia de manutenção que fosse capaz de minimizar as diferentes causas de avarias em máquinas e produtos de qualidade inferior, com base na análise dos defeitos resultantes dessas diferentes causas, fez surgir em parte das grandes empresas um amplo interesse voltado para a busca de uma técnica com embasamento teórico, capaz de aumentar a confiabilidade do equipamento no que diz respeito à qualidade da produção, prevenção de avarias, manutenção, segurança e operacionalidade. O ambiente competitivo atual na área industrial exige que as indústrias mantenham uma constante busca de melhoria em todos os seus aspectos, desde sua fabricação chegando até mesmo a sua administração. Diante dessa realidade, foi desenvolvida na década de 70 a filosofia de Manutenção Produtiva Total (TPM), que tem com um de seus pilares centrais a Manutenção Autônoma, onde através de etapas sequenciais e pré-definidas, desperta nos operadores a relação de cuidado que este deve ter com seu equipamento de trabalho, procurando gerar um autogerenciamento com amplo controle nas ações praticadas, liberdade de ação e cumprimento de padrões de acordo com normas para cada equipamento. Este trabalho apresenta uma Proposta de implementação de um Plano de Manutenção Autônoma em uma Máquina de Separação de Garrafas em uma indústria localizada na cidade de Ponta Grossa-PR.

**Palavras chave:** Manutenção Autônoma, Manutenção Produtiva Total, Indicadores de Manutenção.

## **Proposal to implement a Plan of Autonomous Maintenance in a Bottle Sorting Machine.**

### **Abstract:**

The need to define a maintenance philosophy that is able to minimize the different causes of breakdowns in machinery and inferior products, based on the analysis of defects resulting from these different causes, brought in several large companies a broad interest to search a technique with theoretical foundation capable of increasing equipment reliability regarding to the quality of production, breakdowns prevention, maintenance, safety and operability. The current competitive environment in the industrial area requires that the industries maintain a constant search for improvement in all their aspects, from their manufacture to their administration. Due to this reality, it was developed in the 70's the philosophy of Total Productive Maintenance, (TPM). This philosophy has the Autonomous Maintenance as its central pillar. Through pre-defined and sequential steps the operators become aware of the list of care required with the work equipment, seeking to generate a self-management with extensive control of the actions taken, freedom of action and compliance with models in accordance with standards for each equipment. This work presents a proposal for implementing a Maintenance Plan on an Autonomous Bottle sorting machine in an industry in the city of Ponta Grossa-PR.

**Key-words:** Autonomous Maintenance, Total Productive Maintenance, Maintenance Indicators.

### **1. Introdução**

A crescente concorrência e a necessidade de constantes resultados positivos, acelerados pelo processo de globalização da economia, têm levado as empresas, a cada vez mais, buscarem

por modelos de gerenciamento baseados nos conceitos de eliminação de desperdícios, melhoria da qualidade, aumento da produtividade e redução de custos. Esta busca se torna ainda mais eficaz quando incorporada a uma adequada estratégia da empresa. No cenário industrial fica cada vez mais consolidada a idéia das empresas que visam aumentar seus ganhos e sobreviver no mercado buscando melhorar seus métodos de processo, uma vez que esta opção aumenta a produtividade total a baixos custos, através de uma melhor utilização dos recursos produtivos como máquinas, mão-de-obra e insumos. Porém se existirem constantemente falhas nos equipamentos, a estratégia da empresa estará certamente comprometida.

Da estratégia da empresa devem participar todos os departamentos e níveis hierárquicos, afinal todos devem compreender sua função e potencial dentro do conjunto de ações para execução da estratégia adotada (PORTER, 1990). Considerando que as falhas podem ser relacionadas ao comportamento organizacional da empresa, torna-se importante o entendimento de todos os envolvidos com os equipamentos de forma direta ou indireta além das áreas de suporte, no que refere aos seus papéis, responsabilidades e formas de colaborarem mutuamente na eliminação das falhas. (SUZAKI, 1987).

Segundo Xenos (1998), a manutenção sendo um desses departamentos, deve ter um escopo muito mais abrangente do que simplesmente manter as condições originais dos equipamentos. Muitas vezes somente manter tais condições é insuficiente, e a introdução de melhorias que visam aumentar a produtividade toma um papel fundamental no trabalho dos departamentos de manutenção.

Como então possibilitar o envolvimento de todas as áreas no sentido de fortalecer as manufaturas das empresas, estabelecendo assim uma vantagem competitiva? Segundo Takahashi (1993) as atividades de manutenção produtiva ajudam a melhorar o controle da qualidade, a entrega dentro do prazo, a redução de custos e a diminuição do número de processos. Essas atividades são a base do gerenciamento e a essência da melhoria da produtividade. Devem ser implementadas e bem definidas antes da adoção de um novo procedimento de gerenciamento.

Fernandes (2005) enfatiza que a TPM, além de prevenir quebras e defeitos dos equipamentos, busca o aperfeiçoamento contínuo dos processos, redução de custos e aumento da capacitação dos colaboradores através do treinamento, eliminação progressiva dos danos já identificados e quantificados nos diversos componentes dos sistemas produtivos e/ou pela aplicação de novas tecnologias.

O Pilar de Manutenção Autônoma, como um dos principais pilares da TPM, tem sido uma ferramenta essencial para acelerar os resultados na área produtiva, pois aflora nos operadores um sentido de responsabilidade sobre o maquinário além de aumentar a motivação dos funcionários (devido valorização através de capacitação profissional e melhora no ambiente de trabalho) e incentiva o trabalho em equipe fortificando a relação Produção-Manutenção. Assim sendo, a Manutenção Autônoma é vista como um conjunto de ações e medidas tomadas pelos operadores no sentido de acompanhar e maximizar a vida dos equipamentos que operam através da conscientização de sua importância no processo de manutenção do mesmo. Este trabalho tem por objetivo demonstrar uma proposta contendo as etapas de implementação da Manutenção Autônoma em uma máquina separadora de garrafas em indústria localizada na cidade de Ponta Grossa, demonstrando assim, como seria possível contribuir de forma positiva para a produtividade da empresa.

## 2. Funcionamento do Processo

A máquina de separação de garrafas, denominada na empresa por Despaletizadora, está localizada na fase inicial do processo de produção. É a primeira de uma sequência de 3 máquinas que fazem parte do início do processo. É sucedida pela inspetora, que tem por objetivo verificar a qualidade das garrafas que passam por tal inspeção, observando requisitos como índice de umidade interna da garrafa e até mesmo possíveis trincas na mesma. A terceira máquina desse complexo do processo é composta pela enchedora que tem a responsabilidade de completar as garrafas com a cerveja diante do tamanho de cada garrafa (250 ml para a linha shot e 355 ml para a linha long neck).

O processo após passar por fases que vão desde a pasteurização, rotulação, embalagem e envolvimento, se finda com uma máquina que fará o processo inverso da despaletizadora, ou seja, uma paletizadora que irá reunir as garrafas novamente em quantidades pré-estabelecidas e prepará-las para suas respectivas vendas.

## 3. Funcionamento da Máquina

A Despaletizadora de Garrafas é a máquina que dá início a linha de produção de um processo de envasamento, sua função é abastecer com garrafas vazias o sistema buscando sempre o zelo pela qualidade e a obtenção de seu maior rendimento; porém, uma porcentagem considerável em relação as perdas de processo, se obteve em função de anomalias ocorridas. Este equipamento apresenta significativa necessidade de restauração de suas condições básicas (acima da média das máquinas de todas as 5 linhas de envasamento), apresentando amplas oportunidades de melhorias nos itens de segurança e limpeza. Faz parte da linha que obteve o pior OPI (Operational Performance Indicator) de 2010, e vem apresentando o pior OPI em 2011. Por possuir um alto potencial de recuperação, tem uma alta probabilidade para se tornar um exemplo para as outras máquinas da mesma linha e de outras linhas por consequência. Na figura 1, apresenta-se uma visão geral da despaletizadora na linha de produção.



Figura 1 - Visão Geral da Despaletizadora



O bulk (aglomerado composto por 4896 garrafas), é colocado sobre o transporte de entrada através de uma empilhadeira, onde após a retirada do plástico que o envolve o sistema é acionado para efetuar o deslocamento do bulk através de um sistema de transmissão por correntes até o elevador. Um problema dessa etapa que representa um considerável dano, são as perdas de garrafas representadas na figura 2.



Figura 2 - Sistema de Transporte de Entrada de Bulks

Após o momento que o bulk se posiciona no interior do elevador, as portas automaticamente se fecham e o mesmo é elevado camada a camada, ou seja, o elevador se posiciona e a camada superior é retirada pelas ventosas, para novamente elevar outra camada e realizar a mesma tarefa consecutivamente. Existem momentos que ao entrar no elevador, as portas não se fecham, sendo necessário que o operador empurre as portas causando o amassamento das mesmas, como pode ser visto na figura 3.



Figura 3 - Entrada do Elevador de Bulks

Como já salientado as garrafas são retiradas por camadas, onde primeiramente é retirado o chapatex (chapa de papelão entre uma camada e outra de garrafas), a seguir as garrafas são empurradas para o tapete de descarga, que será responsável por levar as mesmas para uma primeira inspeção de qualidade e após para a enchedora.



Figura 4 - Visão Geral do Cabeçote de Descarga

Após a máquina realizar a descarga de todas as camadas do bulk, o elevador retorna a sua posição inicial e retira o pallet vazio para dar entrada a um novo bulk de garrafas. O sistema de saída de pallets também é feito por correntes que direcionarão os pallets até uma magazine, onde depois de acumulados, serão retirados por uma empilhadeira.



Figura 5 - Magazine de Pallets

#### 4. Modelo Atual de Manutenção

As rotinas e inspeções da máquina são realizadas por técnicos específicos e responsáveis pelo serviço de forma quinzenal, conforme a tabela abaixo:

Setor	Serviços
Mecânica	Inspeccionar o sistema de elevação Inspeccionar a magazine de pallets Inspeccionar ventosas e pinças de retenção
Elétrica	Revisar o funcionamento de sensores Verificar a caixa de conexões elétrica Atualizar o esquema elétrico
Instrumentação	Inspeccionar as fotocélulas Verificar a conexão dos sensores Verificar a conexão dos espelhos dos sensores
Lubrificação	Verificar o nível de óleo Lubrificar o redutor de elevação Lubrificar os rolamentos e mancais

Fonte: Autoria própria (2011)

Tabela 1 - Demonstração de parte dos atuais serviços de manutenção

Além das rotinas acima, os operadores bem como os colaboradores responsáveis pela manutenção atualmente são responsáveis por tarefas específicas como:

- Verificar temperatura da carcaça e ruídos anormais;
- Verificar condições das esteiras plásticas de descarga de forma que esteja isenta de rasgos e fissuras;
- Verificar condições de molas do apalpador e vazamento de ar nas ventosas;
- Retirar os resíduos de óleo/graxa/poeira/cacos de vidro/ resíduos de plásticos;
- Limpeza externa do armário elétrico de comando;
- Retirar excesso de poeira/graxa de todo o cabeçote;
- Avaliar as condições dos engates pneumáticos, mancais de torção, fixação dos pistões de acionamentos, sensores e espelhos.

Um dos grandes custos envolvidos no processo é a quebra que gera perda de garrafas, sendo que muitas são perdidas devido à operações inadequadas, ou seja, fora de um padrão. Isso se deve a falta de lubrificação ou lubrificação deficiente; componentes mecânicos danificados e não verificados por uma falha no plano de inspeções e acúmulo de resíduos nas passagens do insumo. Estes fatores podem ser sanados ou diminuídos consideravelmente através de um Plano de Manutenção Autônoma.

Através da elaboração de um indicador em relação a perda de garrafas no equipamento, seria possível apresentar a situação atual e o benefício decorrente das melhorias da implantação do sistema. O atual modelo de manutenção não tem se mostrado eficiente diante dos aspectos de otimização da produtividade, como pode ser visto na tabela abaixo com dados de produção referentes aos dias 10 e 11 de outubro de 2011.



INDICADOR - PERDAS DE GARRAFAS NA DESPALETIZADORA - 10/10/2011 e 11/10/2011			
PRODUÇÃO COMPLETA			
GARRAFAS NA ENTRADA DO PROCESSO	GARRAFAS REJEITADAS ATÉ ENCHEDORA	GARRAFAS APROVADAS PARA ENVASAR	PERDAS NA DESPALETIZADORA
1493280	5953	1482426	4901
GARRAFAS REJEITADAS NA INSPEÇÃO (%)		0,400	Modelo Shot 250 ml
PERDA DE GARRAFAS NA DESPALETIZADORA (%)		0,328203686	
GARRAFAS ÚTEIS (%)		99,27	

Figura 6 - Perda de garrafas na despaletizadora

Os dados mostram claramente que aproximadamente 83% (4901 garrafas) do total das perdas ocorridas no processo até a enchedora (5953 garrafas), são diretamente ligadas a despaletizadora, evidenciando a necessidade de novas alternativas de manutenção.

### 5. Modelo Proposto de Manutenção Autônoma

Segundo (NAKAJIMA, 1989), as sete etapas que devem ser seguidas para implementação de um Plano de Manutenção Autônoma são:

Etapa	Atividade	Conteúdo
1	Limpeza inicial	Limpeza, inspeção, lubrificação e aperto das partes dos equipamentos, identificando e corrigindo as anomalias
2	Eliminação das fontes de inconveniências e locais de difícil acesso	Eliminação das fontes de contaminação, melhoria na posição de elementos do equipamento a inspecionar, mudanças de altura e fixação de proteções.
3	Elaboração de padrões de lubrificação e inspeção	Implementação de ações e procedimentos que permitam a inspeção, lubrificação e aperto de forma rápida e eficaz e nas frequências pré-estabelecidas.
4	Inspeção geral	Elaboração de manuais simples e eficazes para inspeção e reparos. Identificar e eliminar as causas das inconveniências
5	Inspeção voluntária	Elaboração de listas de verificação dos equipamentos para execução do autocontrole.
6	Organização e ordem	Padronização de atividades de inspeção, de lubrificação, de manutenção de ferramentas e moldes além da padronização dos registros de dados.
7	Consolidação da manutenção autônoma	Melhoria contínua do nível de excelência do autocontrole dos equipamentos, atrelada ao gerenciamento dos objetivos e metas da organização

Figura 7 - Sete etapas para implementação da Manutenção Autônoma

Na Manutenção Autônoma, os operadores são considerados os responsáveis pela conservação dos seus equipamentos de trabalho, e ao verificarem alguma anomalia, algo que esteja fora dos padrões normais de operação, os mesmos devem comunicar a manutenção e se possível, os próprios devem realizar os reparos e ajustes da máquina, visando sempre cooperar e obter melhores rendimentos dos equipamentos.

Com a mudança dos hábitos por parte dos operadores, envolvendo o sistema de implantação da Manutenção Autônoma, estes somaram as suas responsabilidades produtivas, o uso correto da máquina e a sua conservação, além de estarem presentes na participação direta das soluções dos problemas originados de causas que muitas vezes eram de fácil resolução. A mudança de

atitude dos operadores tem impacto direto na eficiência do processo, mudança essa que pode ser mensurada através de indicadores de qualidade, índice de parada de máquinas e produtividade.

Para a elaboração da proposta direcionada para sanar especificamente as atuais falhas do sistema de manutenção atual, foi tomado como base as 7 etapas propostas por (NAKAJIMA, 1989).

### **5.1 Limpeza Inicial**

Tem por objetivo eliminar a sujeira acumulada na máquina, identificar os problemas nos equipamentos referentes as anomalias causadas pela limpeza deficiente e a perpetuação dos respectivos reparos.

Para implantação dessa etapa sugere-se a adoção das seguintes ações:

- a) A cada setup da máquina, realizar uma limpeza de possíveis cacos de vidros responsáveis pelo travamento do sistema de transporte;
- b) Através do monitoramento subjetivo (visual e auditiva), efetuar a limpeza dos cabeçotes de descarga.

### **5.2 Eliminação de fontes de sujeira e locais de difícil acesso**

Visa eliminar fontes de geração de sujeira como poeira, papel, plásticos, vidro, resíduos provenientes da lubrificação, adotando medidas de prevenção contra o acúmulo de sujeira em pontos de difícil acesso para limpeza e lubrificação.

Para o modelo proposto, é prevista a elaboração de um sistema capaz de reunir em um local, os vasilhames que por ventura são perdidos, tanto na entrada, como na saída dos bulks. Após o fim de cada turno de operação, o operador será responsável pela coleta e destinação específica para as garrafas descartadas do processo nessa fase.

### **5.3 Elaboração de Padrões de Lubrificação e Inspeção**

Tem por objetivo elaborar procedimentos operacionais para a limpeza, ajustes, lubrificação para que sejam realizados com confiabilidade e menor tempo possível. Para tanto, é necessário que seja feita com a diferença mínima de 15 dias, tais ações:

- a) Lubrificação das correntes de transporte;
- b) Inspeção do tapete de descarga que tem apresentado trincas com frequência, causando queda no indicador de disponibilidade da máquina decorrente da manutenção corretiva não planejada.

### **5.4 Inspeção Geral**

Etapa responsável pela verificação das falhas do equipamento através do treinamento de técnicas de inspeção e execução da manutenção geral conforme o procedimento.

Nessa etapa, é prevista uma ampliação de uma ferramenta já utilizada pela empresa: a LPP (lição ponto-a-ponto), que hoje tem por objetivo através de uma breve descrição acompanhada por imagens do processo, auxiliar o operador em tarefas específicas. Apresenta de forma clara os procedimentos de operação, funcionamento e manutenção de máquinas e equipamentos a



serem seguidos como padrão, ou seja, um procedimento mais simplificado com uma vasta ilustração visual, conforme demonstra a figura 8..

<b>TPM: LIÇÃO PONTO A PONTO</b> <b>UNIDADE: PONTA GROSSA - PR</b>			
<b>Tema</b>	<b>PADRÃO DE LIMPEZA TRANSPORTE DE ENTRADA DE BULK'S</b>		<b>Número</b>
			<b>Emissão</b>
<b>Preparado por</b>	<b>REG.:</b>	<b>Equipamento:</b>	
<b>Classificação</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Conhecimento Básico</b> <input type="checkbox"/> <b>Melhoria</b> <input type="checkbox"/> <b>Problema</b>	<b>Despaletizadora L 2</b>	
<p><i>DESCRIÇÃO: A seguir fotos que mostrarão como deverá ficar a área depois de feita a limpeza de acordo com a LPP, limpeza dos transportes de entrada de bulk's, as fotos 1 e 2 mostram a plataforma e o transporte, isento de cacos, plásticos, madeira, poeira e qualquer outro tipo de sujeira. A foto 3 mostra o piso, também deverá ficar isento de qualquer tipo de resíduos. As fotos 4,5 e 6 mostram a parte inferior da plataforma e o piso, toda a extensão inferior do transporte deverá estar livre de caco, plásticos, madeira, poeira e outros tipos de sujeira. As canaletas deverão ser limpas com auxílio de um pincel ou ar comprimido, sendo sempre necessário a verificação das condições das correntes transportadoras e rodas dentadas, se danificados deverá ser aberto nota de manutenção.</i></p>			
<b>PADRÃO DE LIMPEZA SUPERIOR</b>			
			
<b>PADRÃO DE LIMPEZA INFERIOR</b>			
			
<b>FOTO 4</b> <b>FOTO 5</b> <b>FOTO 6</b>			
Coordenador			
INSTRUTOR			
Treinado			

Figura 8 - Modelo da LPP (Lição Ponto-a-Ponto) a ser adotado

### 5.5 Inspeção Voluntária

Visa elaborar e aplicar uma lista de checagem a ser utilizada para as inspeções autônomas. Deve conter as novas responsabilidades dos operadores apresentando informações como:

- a) o que deve ser inspecionado, limpo ou lubrificado;
- b) como deve ser realizado o procedimento;
- c) quais os materiais que devem ser utilizados;
- d) tempo previsto para execução dos trabalhos;
- e) a necessidade ou não de parada do equipamento;

- f) responsáveis pela execução dos serviços;
- g) frequência de realização das tarefas;
- h) data e assinatura do responsável.

Os operadores deverão possuir completa autonomia para sugerir melhorias e correções e durante a implantação do check list, as ações devem ser direcionadas inicialmente para as atividades listadas, verificando os pontos de melhoria bem como a necessidade de correções ao longo de sua implementação.

### **5.6 Organização e Ordem**

Etapa responsável por organizar o local de trabalho e zelar pela qualidade das ações estabelecidas. Fundamentalmente tem como foco aplicar os conceitos do programa 5S, no que se refere à organização, limpeza, segurança e padronização das tarefas.

Em sua essência, o programa 5S cria mudanças de hábitos, conduta e comportamento, possuindo a tendência de envolver e mobilizar toda a organização. Porém essa filosofia necessita ser liderada pela alta administração, servindo de modelo referencial para a mobilização da organização por inteira e criando um autêntico trabalho em equipe.

### **5.7 Consolidação da Manutenção Autônoma**

Tem como alvo fundamental o desenvolvimento dos objetivos e metas em função do que se espera da máquina, através de apontamentos dos registros para melhores análises dos indicadores ligados ao equipamento.

Treinamentos devem ser ministrados para a capacitação dos funcionários, com uma atenção especial para essa etapa, pois a contínua qualificação dos funcionários através dos cursos de capacitação, permite que os mesmos tenham cada vez mais conhecimento sobre os equipamentos que operam, além da motivação pessoal. Tais treinamentos serão ligados ao amplo conhecimento do equipamento, bem como as novas rotinas de manutenção autônoma, que a partir de sua implantação, serão tidas como padrões a serem seguidos.

## **6. Discussão e Resultados Esperados**

O presente trabalho é parte integrante do Trabalho de Conclusão de Curso dos alunos Gleidson Wambier de Melo e Luiz Alberto Rodrigues, que atualmente cumprem seus estágios curriculares na indústria citada e encontra-se em fase de preparação, etapa essa que antecede as etapas propostas no estudo e tem por responsabilidade, conscientizar todos os envolvidos sobre a importância da mudança dos moldes de manutenção atuais.

A realização desta pesquisa permitiu a identificação das principais necessidades de manutenção, em um equipamento considerado crítico dentro do processo de envasamento de garrafas. Desta maneira foi possível elaborar uma proposta de Plano de Manutenção Autônoma que visa criar uma maior sinergia entre operação e manutenção, além de contribuir com os indicadores de qualidade e produtividade que são tidos como fatores globais do sistema produtivo.

É esperada com a implantação do Plano de Manutenção Autônoma, uma queda em torno de 50% das atuais perdas do equipamento. Levando em consideração que um bulk é composto por 4896 garrafas, a significativa perda de 4901 garrafas em 2 dias de produção apresentada na figura 6, representa a perda de 1 bulk de garrafas nesse curto espaço de tempo. Essa perda

de garrafas ao longo 1 mês de produção nos encaminha a um alto número de 15 bulks, número esse considerado elevado para os padrões de produção de uma empresa que visa qualidade e produtividade em seus processos de fabricação. O resultado após a consolidação das etapas sugeridas também será observado pelo sucesso e continuidade da padronização das atividades de manutenção autônoma, bem como pela maior motivação dos colaboradores envolvidos no processo. Outro objetivo é estender as melhorias obtidas na despaletizadora para outros equipamentos da linha, diminuindo assim as perdas não somente em uma parte do processo, mas sim no processo como um todo.

### **Referências**

**FERNANDES, A. R.** *Manutenção Produtiva Total: uma ferramenta eficaz na busca da perda-zero*, 2005, 18p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Itajubá, 2005.

**PORTER, M.** *Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 512p. ISBN 85-7001-558-5.

**NAKAJIMA, S.** *Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance*. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

**SUZAKI, K.** *The New Manufacturing Challenge: techniques for continuous improvement*. New York: The Free Press, 1987. 255 p. ISBN 0-02-932040-2.

**TAKAHASHI, Y. & OSADA, T.** *TPM/MPT Manutenção Produtiva Total*. 1º ed. São Paulo: 1993.

**XENOS, H. G.** *Gerenciando a Manutenção Produtiva - O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade*. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.