

COPPEAD/UFRJ

RELATÓRIO COPPEAD N° 291
PROGRAMAS DE REDUÇÃO DE
DESPERDÍCIOS: UM ESTUDO EM TRÊS
EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS

Kleber F. Figueiredo*
Helvécio Luiz Reis**

Agosto, 1994

* Professor Adjunto do COPPEAD/UFRJ
** Professor Assistente da FUNREI

1 INTRODUÇÃO

A partir de 1990, por ocasião da abertura da economia brasileira à concorrência internacional, permitindo a entrada de produtos tecnologicamente mais avançados, de melhor qualidade e mais baratos que os nacionais, inúmeras pesquisas foram publicadas sobre a situação competitiva da indústria brasileira.

Uma palavra sempre presente nos estudos sobre a realidade da indústria brasileira, mesmo os divulgados anteriormente a 1990, é **desperdício**. O que se perde em tempo e em matéria-prima com peças defeituosas, refugos, retrabalhos, sucata, devoluções etc. dificilmente encontra similar quantitativo em outros países. Na época do lançamento do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade, o próprio governo divulgou dados impressionantes: no Brasil, a rejeição de produtos é quase de 26.000 unidades por milhão de peças produzidas; nos países líderes, as empresas de vanguarda registram uma rejeição inferior a 200 unidades por milhão de peças. Nos países mais modernos, o tempo de preparo de uma máquina é de menos de 5 minutos, enquanto no Brasil é superior a 85 minutos. Na ocasião, o governo estimava que o desperdício industrial no país chegava a 11% do Produto Interno Bruto.

Outros dados, divulgados pela empresa de consultoria Ernst & Young e publicados na revista Exame¹, mostravam que os clientes das empresas brasileiras reclamavam de 24 unidades em cada 1.000 fabricadas, enquanto que, mundo afora, a média situava-se abaixo de dez. A indústria nacional levava, em média, 37 dias para atender o pedido de um cliente enquanto que o prazo médio nos países industrializados era de 48 horas; o giro médio dos estoques situava-se em 10 vezes por ano, índice muito afastado do padrão médio mundial de 75 vezes por ano.

Apesar do reconhecimento da existência de algumas "ilhas de excelência", os estudos divulgados chamam atenção para o pequeno número de empresas que têm se preocupado em adotar programas que venham a transformar seus tradicionais sistemas de produção com o objetivo de lograr desempenhos satisfatórios.

O objetivo da pesquisa que gerou esse trabalho foi examinar a experiência de algumas empresas nacionais na implantação de programas de redução de desperdícios, relacionando os programas de gerenciamento de produção adotados e sua eficiência na

¹ Exame, edição de 12/12/90.

redução de determinados tipos de desperdícios. O trabalho de coleta de dados na Marcopolo, na WEG Motores e na White Martins Soldagem procurou conhecer a "fábrica do passado", os desperdícios com os quais aquelas fábricas conviviam, os programas de redução de desperdícios implementados e os resultados alcançados.

2 DESPERDÍCIO: CONCEITUAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

A idéia de desperdícios como um problema da fábrica tem atravessado os tempos, desde Henry Ford, sem que sua definição tenha sofrido mudanças. Qualquer *input* desnecessário, ou qualquer *output* indesejável num sistema e, especificamente, no processo fabril, é desperdício.

A referência que numerosos autores fazem aos desperdícios está sempre associada a perdas, a algo prejudicial, em qualquer situação. O conceito de desperdícios encontra ampla variedade na literatura, podendo significar simplesmente a matéria-prima que não poderá ser recuperada ou, em um contexto mais abrangente, tudo o que não adiciona valor ao produto sob a ótica do cliente.

Nesse trabalho, será adotado o conceito de desperdício atribuído por Suzaki(1987) a Fujio Cho, da Toyota: "Será tanto melhor, quanto menos se usa de equipamento, materiais, peças, espaço e tempo de mão-de-obra, de acordo com o absolutamente essencial para adicionar valor ao produto. Se não for assim, é desperdício". Do ponto de vista da concepção sistêmica introduzida por Sushil (1989 e 1990), fica caracterizado um desperdício toda vez que as quantidades introduzidas no subsistema de produção (processo) não correspondem ao mínimo e ao estritamente necessário para a fabricação dos produtos.

Embora reconhecendo que a definição adotada amplia em muito as possibilidades quanto aos tipos de desperdícios, por razões práticas essa pesquisa procurou limitar a atenção aos desperdícios identificados por Ohno(1988) em sua tarefa de desvendar os problemas no sistema de produção da Toyota:

- a) provenientes da produção excessiva ou superprodução;
- b) ocasionados pelo tempo de espera;
- c) relacionados com as unidades defeituosas;

- d) provenientes dos estoques supérfluos;
- e) decorrentes de movimentos desnecessários, processamento inútil e excesso de transportes.

Os **desperdícios provenientes da produção excessiva** referem-se à fabricação de lotes em quantidade superior à da demanda imediata do mercado, não só formando estoques, mas camuflando as perdas com unidades defeituosas, atrasos e erros. Antunes Jr. e outros (1989) e Stalk Jr. (1989) atribuem estes desperdícios à prática do modelo tradicional de fábrica (filosofia *Just-in-Case*). Tal modelo procura otimizar o uso dos meios de produção, reduzindo ao máximo sua ociosidade, diluindo os custos fixos.

A obediência a tal prática prevê a produção em grandes lotes, empregando a noção do "lote econômico". No entanto, os críticos desse modelo chamam a atenção para o fato que ele determina o tamanho ótimo do lote de fabricação considerando apenas os custos de manutenção dos estoques e o custo de preparação das máquinas ou dos pedidos de compras. O modelo não leva em conta a qualidade do produto, os refugos, a motivação dos operários, todos significativamente influenciados pelo tamanho dos lotes fabricados.

Os **desperdícios do tempo de espera** (*lead time*) compreendem as perdas provenientes do *set-up* (tempo de preparação) das máquinas e as associadas ao *downtime* (paradas das máquinas para manutenção).

Na fábrica tradicional, o *set-up* é alto e, raramente, é lembrado como fonte de desperdícios. Durante a preparação das máquinas não há produção (tempo desperdiçado); para compensar, as empresas seguem a estratégia dos ganhos de escala (incorrendo em desperdícios de superprodução) de modo a diminuir o número de trocas de produtos no processo. O tempo de preparação das máquinas depende muito da troca de ferramentas (*changeover*), residindo aí uma das mais importantes tarefas da preparação de máquinas e uma das principais causas dos desperdícios do tempo de espera.

O *downtime* é decorrente da manutenção precária e da prática convencional da manutenção corretiva. Na verdade, em geral, as empresas não possuem uma estrutura eficaz de manutenção que permita o tratamento das cinco grandes causas de problemas de quebras de máquinas, conforme enumerou Suzaki (op. cit.): falta de manutenção das necessidades fundamentais das máquinas (lubrificação, aperto e reaperto de parafusos) e das condições operacionais corretas (vibração, pressão, velocidade, torque), falta de habilidade dos

operadores e do pessoal de manutenção, deterioração (das engrenagens, dos rolamentos etc.) e deficiência do projeto.

Os **desperdícios associados às unidades defeituosas** são os custos de todos os materiais agregados ao produto e que não podem ser recuperados ao final do processo e os custos do trabalho de fabricação. Neste caso, quanto mais distante do final da etapa de inspeção de qualidade estiver a causa do defeito, mais material e tempo estarão sendo consumidos desnecessariamente num produto que, provavelmente, será refugado. A própria inspeção de qualidade, tão comum na maioria dos processos fabris, pode ser apontada como fonte geradora de desperdícios, porque materiais e trabalhos são perdidos com os testes.

Os métodos tradicionais não têm sido suficientes para melhorar a qualidade dos produtos e reduzir refugos e retrabalhos nas empresas. As compras de matérias-primas de fornecedores não-confiáveis, a introdução de matérias-primas com defeito no processo e as vendas de produtos acabados aprovados como unidades "boas", mas que acabam apresentando falhas quando usados pelos clientes, são algumas das fontes dos desperdícios com unidades defeituosas. Infelizmente, as reclamações dos clientes, as devoluções de produtos, os custos de garantia e as perdas de imagem nem sempre são computados na avaliação dos prejuízos provocados pela incidência de produtos com defeitos.

Os **estoques supérfluos** acobertam inúmeros desperdícios dentro das empresas. Sua manutenção pode ser onerosa, pois pode requerer espaço extra, manuseio extra, equipamentos de transporte, dispositivos de localização, funcionários adicionais e burocracia extra. Nada disso acrescenta valor aos produtos.

Harmon e Peterson (1991) imputam às incertezas nas entregas das compras grande parte dos desperdícios com estoques supérfluos. Além desta causa, o emprego do lote econômico de compra tem sido apontado como outra fonte, porque o procedimento convencional procura minimizar os custos de pedir como se estes - sendo fixos - não fossem suscetíveis de redução. O *lead time* longo seria outra causa da formação de estoques supérfluos de produtos acabados e do amontoamento desnecessário de estoques intermediários nas empresas.

Diversas publicações mostram que a preocupação com os **desperdícios em movimentos desnecessários** e com o **processamento inútil** não é recente. Há muito tempo são fontes de perdas para as empresas a falta de padronização e a forma empírica como o

trabalho é realizado. Na maioria das vezes, as causas podem ser os planos incipientes e mal formulados, e a absoluta ausência de noção da tarefa a ser executada.

Certos movimentos e procedimentos não significam trabalho. Muitos dos movimentos realizados podem estar, simplesmente, agregando custos, gerando desperdícios. Às vezes, transportam-se desnecessariamente peças, componentes e ferramentas de um lado para outro, dentro das fábricas. Há, também, certas etapas no processo como, por exemplo, a inspeção, a manutenção e o deslocamento ao almoxarifado central que não acrescentam valor aos produtos representando, portanto, procedimentos inúteis e, em conseqüência, desperdícios. A própria organização convencional de fábrica, baseada nos métodos de Taylor de descrição rígida da tarefa, criou funções fabris totalmente desnecessárias hoje em dia e que foram concebidas à luz da teoria sobre a curva de aprendizagem. (Monden, 1984; Hay, 1988).

O **excesso de transporte**, além de por si só representar desperdício, pode gerar, também, movimentos desnecessários. Armazéns de matérias-primas posicionados em locais distantes das linhas de produção, falta de coordenação dos processos e a configuração tradicional de fábrica com *layout* funcional ou orientado para processo - que supõe maior controle quando operações e máquinas iguais são agrupadas - também podem ser apontados como causas desses três últimos tipos de desperdícios.

3 PROGRAMAS DE REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS

Este trabalho limitar-se-á a considerar os programas de redução de desperdícios mais citados na literatura especializada. Embora seja possível encontrar evidências empíricas que demonstrem que determinado programa foi eficaz na redução de determinado desperdício, é questionável afirmar que exista uma associação entre um programa e determinado tipo de desperdício.

a) *Just-in-Time (JIT)*: Suzaki (op. cit.) e Hay (op. cit) opinam que o JIT é uma filosofia de redução de desperdícios no processo fabril. Neste caso, faz sentido a existência de metas (Corrêa & Gianesi, 1993) tais como zero defeitos, tempo zero de preparação, estoques zero, movimentação zero, quebra zero, *lead time* zero e lote unitário de produção (uma peça).

O *Just-in-Time* não é um pacote fechado, mas uma espécie de "guarda-chuva" que compreende a aplicação de um conjunto de programas de redução de desperdícios, dentre

os quais: produção nivelada ou mesclada de lotes de pequenas quantidades; desenvolvimento de fornecedores; produção "puxada", monitorada por kanbans; racionalização do uso do espaço, com a adoção do *layout* por produto e organização de células de fabricação; automação de baixo custo; e padronização e simplificação de produtos e processos. Mesmo não adotando o JIT, as empresas podem aplicar cada um destes programas individualmente com a geração de resultados favoráveis do ponto de vista da redução de desperdícios.

Uma experiência brasileira de implementação do *Just-in-Time* pode ser encontrada em Figueiredo e Barcellos (1992). Na empresa Maxion, o giro de estoques, que antes do JIT era de 7 a 8 vezes por ano, dois anos depois de iniciado o programa alcançou 20 vezes por ano e, um ano depois, chegou a 25. Isto reduziu em US\$ 20 milhões (aproximadamente 4% do faturamento da empresa) as necessidades de capital de giro. A empresa demorava 15 dias para fabricar um trator; três anos depois de implantado o JIT, passou a produzi-lo em apenas 48 horas. Outro indicador comprova a eficácia do JIT como redutor de desperdícios: o índice de sucata sobre o material processado caiu de 0,25% para 0,12% em menos de um ano de programa.

b) MRP. Trata-se de um *software* de computador, um dos primeiros para a gestão de materiais a empregar conceitos de cálculo de necessidades e que pode produzir bons resultados no que tange à redução dos desperdícios com estoques supérfluos e tempo de espera.

O programa MRP, segundo Ribera (1986), é uma solução para clássicos problemas de controle e coordenação de materiais: o objetivo é que os materiais estejam disponíveis no momento que forem requisitados pela produção, sem a concomitante necessidade de manutenção de estoques desnecessários. Alguns autores como Karmarkar (1989) criticam o MRP por aplicar conceitos tradicionais de fábrica, como por exemplo o do lote econômico de fabricação.

Schroeder e outros(1982) divulgaram, através da APICS, os resultados de um estudo sobre a prática do MRP entre 422 empresas usuárias. Reduziram-se os desperdícios com estoques supérfluos, porque os estoques passaram a girar mais e porque os prazos passaram a ser melhor cumpridos. Diminuíram-se os desperdícios do tempo de espera porque as ordens de produção deixaram de ter seu fluxo interrompido em decorrência da falta de materiais.

c) Produção Nivelada e Mesclada de Lotes de Pequenas Quantidades: Na opinião de Schonberger(1984), Suzaki(op. cit.), Hay(op. cit.) e Corrêa e Gianesi(op. cit.), a demanda por modelos variados para se atender à diversidade de gostos e preferência dos clientes estabelece o ritmo das operações nos parques fabris atuais. Estas exigências, no entanto, entram em conflito com os sistemas rígidos legados de Henry Ford que dificultam a adaptação das fábricas a tais cenários.

A implantação do programa de produção nivelada e mesclada de lotes de pequenas quantidades é uma forma de se obter maior flexibilidade para a troca constante de produtos no processo. Sua meta é a produção de lotes unitários. De imediato, poderiam ser reduzidos os desperdícios provenientes da produção excessiva e com estoques supérfluos, comuns quando se fabricam grandes lotes. O programa de produção nivelada e mesclada admite, ainda, a manutenção de um pequeno estoque de produtos acabados, bem menor - é verdade - que os níveis diagnosticados em ambientes tradicionais de fábrica. Entretanto, sua prática está longe de ser lucrativa, se nada for feito para a redução do tempo de preparação das máquinas, que cresce com o aumento do número de trocas de produtos.

Uma experiência bem-sucedida deste programa é o da Lockheed, fabricante de aviões de guerra e outros produtos bélicos (Harmon & Peterson, op. cit.). Esta empresa conseguiu reduzir 50% dos estoques de produtos acabados, 90% dos estoques intermediários e 90% do tempo de produção em seu parque fabril de Burbank, na Califórnia.

d) Desenvolvimento de Fornecedores: Muitos dos desperdícios provocados por unidades defeituosas e com estoques supérfluos têm origem nos fornecedores. Segundo Hahn e outros (1990), o programa de desenvolvimento de fornecedores é um esforço organizacional sistemático para criar e manter uma rede de fornecedores competentes. Compreende, inicialmente, a fixação de compromissos de longo prazo, a redução da base de fornecedores e a seleção dos melhores fornecedores dentre os cadastrados. Uma das principais metas do programa é o fornecedor único (*single sourcing*). O *core* deste programa é a instituição da parceria entre compradores e fornecedores, de tal forma que ações sejam desenvolvidas com o objetivo de melhorar, principalmente, a qualidade e os custos dos produtos dos fornecedores.

O programa de desenvolvimento de fornecedores pode garantir que a matéria-prima chegue com qualidade assegurada à fábrica compradora. Outro importante recurso deste programa é a programação de entregas freqüentes de pequenas quantidades de matérias-

primas, no momento certo para a produção, embora a distância que separa fornecedores de clientes possa representar um obstáculo à sua prática eficaz.

Entretanto, nem tudo é muito fácil na implementação do programa de desenvolvimento de fornecedores. Macedo Neto (1989) dedicou uma parte de sua obra à discussão dos resultados registrados no Brasil. A exemplo do que previram outros autores, como Suzaki (op. cit.), é difícil a tarefa de envolver e comprometer os fornecedores num programa deste porte. Muitas vezes, o fornecedor resiste - num primeiro instante - a aceitar a idéia, porque ela contraria toda a sua concepção tradicional de fábrica. No já referenciado estudo de Figueiredo e Barcellos (op. cit.), o caso Maxion S/A é um bom exemplo de tais dificuldades. Durante o processo de convencimento dos fornecedores a participar do programa, alguns deles preferiram ser cortados a mudarem suas práticas correntes de gestão da produção e suas concepções tradicionais. Muitos temiam que esta fosse uma estratégia da Maxion para transferir a eles os estoques que a empresa não queria manter.

e) Produção "Puxada" Monitorada por *kanbans*: Nos programas tradicionais de produção, produz-se e "empurra-se" para o estágio subsequente os lotes produzidos, segundo uma programação preestabelecida. Problemas que por ventura venham a causar atrasos, seja em decorrência de máquinas quebradas, seja no caso de unidades defeituosas, são resolvidos com a produção de lotes maiores e formação de estoques-pulmão.

O programa de "puxar" a produção, por seu turno, requer que o processo subsequente retire apenas a quantidade necessária de matérias-primas, peças e produtos do processo precedente. Assim sendo, a montagem repõe os estoques o suficiente para a venda daquele dia, a fundição fabrica as peças necessárias ao consumo daquele dia do setor de montagem e assim por diante, num processo em cadeia. Uma máquina quebrada, por exemplo, interrompe tanto o processo seguinte quanto o processo anterior, até que o problema fique sanado. O dispositivo de informação que mantém os processos juntos e conectados é conhecido por *kanban*.

Hay (op. cit.) discute o equívoco cometido por algumas empresas que confundem *kanban* com JIT. *Kanban* é tão somente um cartão, uma ferramenta de controle da produção, que é eficaz em ambientes de produção de pequenos lotes e curto *set-up*.

Um caso de aplicação bem-sucedida do programa de produção "puxada", monitorada por *kanban*, é o da Inland, divisão da GM. Esta empresa, decorridos seis meses de

implantação do programa, registrou uma redução de 71 para 31 dias no tempo de realização do cronograma dos pedidos (Harmon e Peterson, op. cit.).

f) Racionalização do Uso do Espaço: *Layout* por Produto e Células de Fabricação: O modelo do *layout* funcional ou orientado para processo contribuiu para a expansão horizontal das empresas, distanciando-se um processo do outro e gerando, com isto, desperdícios ocasionados por movimentos desnecessários, por processamento inútil e relativos ao excesso de transportes. Com o programa de racionalização do uso do espaço, as máquinas são agrupadas por produto (*layout* por produto), constituindo-se células de fabricação. Neste arranjo, as peças se movimentam uma a uma, de uma máquina para outra, até o estágio final da produção, e pode ser reduzida a necessidade de espaço físico.

Uma grande vantagem para a conversão de *layouts* funcionais em *layouts* por produto é a ampliação das habilidades dos trabalhadores: de operários especialistas de função para operários de linha, de operadores de uma máquina para operadores de máquinas de processos diferentes (operário multifunção).

Harmon e Peterson (op. cit.) exemplificam a eficiência do programa de racionalização do uso do espaço físico na redução de desperdícios. A Harley-Davidson Motor Co. redesenhou seu arranjo tipicamente funcional instalando um *layout* por produto com as máquinas agrupadas em células de fabricação sob a forma de U. Em decorrência disto, registrou como benefício uma redução em 90% dos estoques intermediários e no ciclo de produção. Além disto, praticamente zerou o manuseio de materiais dentro da célula.

g) Automação de Baixo Custo: O foco principal deste programa é o *changeover* e sua meta é a troca de ferramenta nas máquinas em minuto singular (SMED - Single Minute Exchange Die). O programa da automação de baixo custo contribui, ainda, para a minimização do *lead time* e viabiliza a produção de lotes de pequenas quantidades e a minimização de unidades defeituosas. Compreende a aplicação de procedimentos que resultem em melhorias das máquinas-ferramentas existentes nas fábricas, melhorias estas representadas por pequenas modificações que requerem pouco investimento de capital.

Suzaki (op. cit.) e Harmon e Peterson (op. cit.) registram vários casos de redução de desperdícios atribuíveis à implementação de um programa de automação de baixo custo. Num deles, a SKF da Espanha, fabricante de rolamentos, conseguiu diminuir seus

custos de preparação de máquinas em 78%. Noutro, a Philips, da Itália, registrou custos de *set-up* 88% menores.

h) Qualidade no Processo Fabril: O objetivo desse programa é impedir a expedição de produtos defeituosos para a próxima etapa do processo ou para o cliente. É uma forma de se introduzir a mentalidade de prevenção antes do fato, uma vez que a inspeção de fim de linha, nos moldes tradicionais, não é suficiente para garantir um produto 100% livre de defeitos. Além disto, sabe-se que quanto mais tempo se leva para descobrir um defeito, maiores são os desperdícios provocados por unidades defeituosas.

A idéia geral do programa "qualidade no processo fabril" é a de transferir as responsabilidades da inspeção de qualidade para o próprio operador de máquina, segundo a concepção de que qualidade custa menos, e não mais, como se defendia tradicionalmente. Neste caso, o operário deve estar em condições de detectar problemas de defeitos, erros em operações e falhas nas máquinas, enquanto estiver realizando o seu trabalho.

O programa engloba, também, a aplicação de recursos auxiliares que permitam o controle do processo, dentre os quais o *jidoka* (parada automática), *poka-yoke* (dispositivo à prova de falhas), *andon* (controle visual), controle estatístico do processo (CEP) e outras ferramentas de aperfeiçoamento da qualidade.

Este programa pode, ainda, extrapolar os muros da fábrica, complementando o programa de desenvolvimento de fornecedores, quando ações de melhorias precisam ser realizadas no estabelecimento do fabricante de matérias-primas.

i) Limpeza e Organização da Fábrica: Acredita-se que os programas de limpeza (*housekeeping*) e de organização da fábrica estejam incluídos entre os primeiros passos da administração empenhada na melhoria das atividades da fábrica. "Um lugar para cada coisa, e cada coisa em seu lugar", é um princípio comumente empregado para a conscientização das pessoas acerca deste programa. Hall (1988) relaciona cinco etapas imprescindíveis no desenvolvimento deste programa, a saber: organização e simplificação, locação, limpeza, disciplina e participação.

O programa de limpeza e organização da fábrica elimina o caminhar de um lado para outro de operários em busca de peças e ferramentas (Macedo Neto, 1989). Certa vez, conta este autor, após um *housekeeping*, foram descobertos em uma fábrica 4.000 eixos

guardados irregularmente em seis caixas. Destes eixos, 1.500 foram jogados fora pois, além de oxidados, suas medidas não eram mais apropriadas aos modelos que estavam sendo fabricados. Os outros 2.500 foram aproveitados, suprimindo a produção de vários meses seguintes.

j) Envolvimento do Operário: Há autores que relacionam os resultados obtidos da aplicação dos programas de redução de desperdícios com o grau de envolvimento do operário (Hutchins, 1993). É o efeito *gestalt*. Entretanto, o nível de desenvolvimento das pessoas nem sempre condiz com os requisitos de um ambiente em que se amplia o papel do operário. Assim sendo, as atividades de treinamento são o *start-up* do programa de envolvimento do operário. Além destas, a constituição de pequenos grupos de participação (ou CCQ's) e a instituição do sistema de sugestões seriam outras modalidades de se envolver o operário na discussão de soluções para os mais variados problemas da empresa.

k) Padronização e Simplificação de Produtos e Processos: Uma frase de Juran, citada por Campos (1992), expressa bem a importância da padronização como programa de redução de desperdícios: "Não existe controle sem padronização". Sem padrões, o potencial de redução de desperdícios é muito mais limitado. A padronização impede o uso indiscriminado de procedimentos diferentes na realização de uma mesma tarefa.

Todavia, num ambiente que requer mudanças constantes, a padronização, segundo o mesmo autor, deve ser revista, também, permanentemente, a fim de incorporar novos métodos, novas máquinas, novas ferramentas. Além disto, antes mesmo de efetuar a padronização, é preciso identificar os esforços realizados desnecessariamente para, posteriormente, eliminá-los. Todos querem que seu trabalho seja mais simples, mais rápido, mais barato, melhor e mais seguro e, para se conseguir isto, os métodos de simplificação podem ser úteis.

l) Tecnologia Avançada de Manufatura (AMT): Este programa é uma alternativa à automação de baixo custo. Instalação de robôs, de máquinas CNC, CAD, CAE, CAM e FMS, dentre outros recursos computacionais, fazem parte do processo de implementação de Tecnologia Avançada de Manufatura. Contudo, comparado ao programa de automação de baixo custo, o AMT demanda maiores investimentos de capital e trabalhadores mais qualificados em razão do conhecimento técnico indispensável em ambientes tecnologicamente mais sofisticados.

A implantação do programa de tecnologia avançada de manufatura pode viabilizar a redução dos desperdícios do tempo de espera, especialmente aqueles relativos ao *set-up*, entre outros. Adler (1989) destaca alguns benefícios decorrentes do uso destes programas. O CAD, por exemplo, facilita a padronização de peças e ajuda a minimizar a variedade de ajustes, reduzindo o tempo de *design* e a complexidade de fabricação. O CAD permite que as imagens da tela do vídeo sejam manipuladas, corrigidas e refinadas pelo técnico de processamento. O CAM, com a automação fabril, aumenta a precisão, a confiabilidade e a eficiência do processo. A integração CAD/CAM oferece extraordinárias possibilidades para a simplificação do sistema de controle e gestão de custos, programação de lotes, ordens de compras de materiais e acompanhamento do desempenho.

m) Manutenção Preventiva Total (TPM): O TPM visa reduzir a zero as falhas e paradas das máquinas, atacando diretamente as já citadas cinco grandes causas dos problemas das máquinas. Conseqüentemente, contribui para a redução do tempo de espera, unidades defeituosas e produção excessiva, quando decorrentes das paradas para manutenção (*downtime*).

Um dos mais significativos procedimentos da manutenção preventiva total é a descentralização da manutenção, transferindo-se para os operários algumas das atribuições de limpeza, lubrificação e pequenos reparos em suas máquinas. Acredita-se que muitos dos defeitos das máquinas poderiam ser evitados com a adoção de rotinas simples de checagem.

n) Optimized Production Technology (OPT): É um *software* que se baseia numa série de procedimentos heurísticos. O programa OPT considera dois tipos de recursos ao programar as atividades de produção: recursos-gargalo e recursos não-gargalo. Consideram-se recursos quaisquer elementos necessários à produção, tais como, pessoas, equipamentos, dispositivos, ferramentas e espaço. O OPT questiona uma série de crenças, pressupostos e práticas tradicionais de produção. Reconhece-se neste programa uma vocação especial para a redução dos desperdícios com estoques e *lead times*.

O Quadro 1, a seguir, resume, a partir de evidências encontradas na literatura, o *link* entre os programas anteriormente examinados e os desperdícios que eles permitem reduzir. Os programas não devem ser interpretados como se fossem "pacotes" mutuamente exclusivos em relação aos desperdícios. Parece que a implantação simultânea de vários programas é mais recomendável e pode gerar resultados mais incisivos do que se tivessem sido implementados individualmente.

4 A PESQUISA

O caráter exploratório deste trabalho se deve, particularmente, à inexistência de um estudo sistemático satisfatório sobre os resultados de programas de redução de desperdícios aplicados pela indústria brasileira.

O método de pesquisa social empírica escolhido foi o do estudo de caso. Embora possua limitações, como qualquer método, o estudo de caso parece mais apropriado, porque, em vez de categorizar os resultados, pretende-se considerá-los de tal forma que fluam, com riqueza de detalhes, as melhorias obtidas pelas empresas com a implementação dos programas de redução de desperdícios. As principais limitações deste método seriam a representatividade das empresas selecionadas e o período compreendido pela pesquisa diante das mudanças freqüentes que ocorrem na sociedade contemporânea.

Quadro 1
Programas e Tipos de Desperdícios Reduzidos

Programas	Desperdícios				
	Produção Excessiva	Tempo de Espera	Estoques Supérfluos	Unidades Defeituosas	MPT (*)
<i>Just-in-Time</i>	X	X	X	X	X
MRP/MRP II		X	X		
Produção Nivelada e Mesclada	X	X	X		
Desenvolvimento de Fornecedores		X	X	X	X
Produção Puxada (<i>Kanbans</i>)	X	X	X		X
Racionalização Uso do Espaço <i>Layout</i> por Produto e Células	X	X	X	X	X
Automação de Baixo Custo	X	X	X		X
Qualidade no Processo Fabril	X	X	X	X	X
Limpeza e Organização	X	X	X	X	X
Envolvimento do Operário	X	X	X	X	X
Padronização e Simplificação	X	X	X	X	X
Tecnologia Avançada de Manufatura (AMT)	X	X	X	X	X
Manutenção Preventiva Total (TPM)	X	X	X	X	X
OPT		X	X		

*MPT - Movimentos Desnecessários, Processamento Inútil e Excesso de Transporte

A coleta de dados processou-se sob a forma de entrevista pessoal, com perguntas do tipo não-estruturadas (abertas), relacionadas em um roteiro de entrevista. As entrevistas foram realizadas com diversos executivos das três empresas pesquisadas e foram complementadas com visitas às respectivas áreas de fabricação (Reis, 1994). Os dados levantados procuraram responder às seguintes perguntas da pesquisa:

a) Quais os programas de redução de desperdícios que foram ou estão sendo implementados?

b) Estes programas estão melhorando, de fato, os resultados da empresa, a partir da redução dos desperdícios identificados?

A partir de notícias em revistas especializadas, jornais, congressos do Coppead, e após uma série de contatos realizados, chegou-se às três empresas, objeto deste estudo: a Marcopolo S/A Carrocerias de Ônibus, a Weg Motores Ltda. e a White Martins Soldagem Ltda. As principais características destas empresas acham-se no Quadro 2 a seguir.

5 RESULTADOS

A apresentação dos resultados obedecerá à seguinte ordem: em primeiro lugar, será caracterizada a "fábrica do passado", descrevendo os desperdícios com os quais as empresas conviviam e suas possíveis causas. Em segundo lugar, se comentará sobre os programas de redução de desperdícios implementados ou em implementação, conforme a primeira pergunta de pesquisa apresentada antes. Finalmente, serão apresentados alguns indicadores que atestam os benefícios obtidos com a aplicação dos programas implementados.

a) Tipos de Desperdícios Encontrados nas Empresas

Foram identificados todos os tipos de desperdícios levantados por Ohno (op. cit.) no sistema de produção da Toyota, e que foram sumarizados no Quadro 1.

Evidências sobre produção em massa e procedimentos para reduzir perdas da capacidade de produção parecem comprovar que a principal fonte dos desperdícios provenientes da produção excessiva nas empresas era a concepção tradicional de fábrica: a

filosofia *Just-in-Case*. Além disto, o emprego do modelo do lote econômico e a antecipação da demanda nas programações

Quadro 2
Características Gerais das Empresas

Características	Marcopolo S/A	Weg Motores Ltda	White Martins Soldagem Ltda
Controle do Capital	familiar Brasil	familiar Brasil	Union Carbide USA
Localização da Fábrica	Caxias do Sul RS	Jaraguá do Sul SC	Rio de Janeiro RJ
Ramo de Atividade	Metalurgia	Metalurgia	Metalurgia
Tipo de Processo	Intermitente	Intermitente	Intermitente
Faturamento Anual (1993)	US\$ 185 milhões	US\$ 200 milhões	US\$ 42 milhões
Número de Empregados e Mão-de-Obra Direta	4.400	4.000	248
	3.400	2.400	240
Principais Produtos	ônibus rodoviário, ônibus urbano e microônibus	motores elétricos de corrente alternada	equipamentos para aquecimento, solda e corte de metais e para gases
Participação no Mercado	52,6% ônibus rodoviário, 54% microônibus e 22,2% ônibus urbano	70% motores trifásicos e 55% monofásicos	65% equipamentos de solda
Volume de Exportação	50% do faturamento	30% do faturamento	insignificante

ficaram claros nas justificativas para a produção de lotes de tamanhos grandes. Houve uma ocasião em que, na Marcopolo, perdeu-se recursos significativos com os estoques de peças e componentes da "Geração III" de ônibus, que se tornaram obsoletos com o lançamento da "Geração IV".

Perda de tempo no *changeover* nas máquinas por falta de padronização dos dispositivos de *set-up*, pela distância entre as máquinas e o setor de armazenamento destes dispositivos, pelo processo rudimentar de ajuste na base da tentativa-e-erro, pela existência de especialistas em preparação (como o calibrador na White Martins), dentre outros, e atrasos

motivados pela manutenção precária eram as principais causas de desperdícios de tempo de espera.

Os desperdícios provocados por unidades defeituosas ocorriam nas empresas pesquisadas como um fato inexorável, até porque era mais fácil transferir estes custos para os preços. As perdas com refugos, retrabalhos e reclamações de clientes eram significativas, e boa parte delas eram atribuídas aos fornecedores de matérias-primas e ao seu *modus operandi* tradicional. A inspeção no recebimento e ao final do processo fabril eram aplicadas, mas não eram suficientes para assegurar qualidade ao produto. A Weg Motores, por exemplo, tinha o hábito de incorporar em sua programação de produção o índice médio de refugos, de modo que iniciava o processo com um lote maior para que, ao final, retiradas as unidades rejeitadas, restasse a quantidade desejada para suprir a demanda. Como consequência, este procedimento ocasionava acúmulos de estoques supérfluos de peças, as quais podiam ou não ser utilizadas posteriormente, com a agravante geração de desperdícios.

Os desperdícios com estoques supérfluos eram registrados em decorrência dos problemas de *lead time* longo, da falta de sincronização entre processos, da utilização de 100% das horas de máquinas e operários mesmo em épocas de baixas vendas, da produção de unidades defeituosas, das longas distâncias entre setores devido ao *layout* funcional, da produção em bateladas, da falta de flexibilidade e do emprego do modelo do lote econômico de compra. Os fornecedores tinham, também, uma "boa dose" de culpa, inclusive porque seus problemas não diferiam dos recém-mencionados. A Weg Motores se deu conta do ônus com estoques supérfluos, quando surgiu a necessidade de construir um novo prédio para abrigar os itens já sem lugar no depósito. Peças que sumiam devido à desorganização criada pelo volume dos estoques eram fatos comuns na Marcopolo, antes da adoção de programas de redução de desperdícios.

E, finalmente, os desperdícios com movimentos desnecessários, do processamento inútil e relativos ao excesso de transportes eram constituídos, principalmente, por causa do arranjo físico das empresas. Às vezes, na White Martins Soldagem, uma peça percorria de 400 a 500 metros para passar de um processo para outro, na época em que adotava o *layout* orientado para processo. Setores especializados em ferramentas, manutenção, preparação de máquinas, inspeção, limpeza, almoxarifado de matérias-primas e peças, distantes do local das máquinas, determinavam movimentações e transportes desnecessários dentro da fábrica, dando-se a impressão de que os operários estavam ocupados e trabalhando, sem contar a manutenção de grande contingente de mão-de-obra indireta. Além

destes, a falta de planos ou a existência de planos incipientes e malformulados, que não conseguiam definir adequadamente as rotinas das operações, e a desorganização e a sujeira do piso de fábrica eram importantes fontes de desperdícios nas empresas visitadas. Na Marcopolo, ainda em 1993, as poltronas eram fabricadas na unidade Vila Planalto e transferidas em caminhões para a montagem dos ônibus na unidade Ana Rech, agregando manuseio, carga e descarga que não adicionam valor ao produto, só custos.

b) Programas de Redução de Desperdícios Implementados

A Marcopolo vem implementando a filosofia *Just-in-Time*, e dando os primeiros passos no programa de desenvolvimento de fornecedores. Por outro lado, estão sendo utilizados os programas MRP, qualidade no processo fabril, limpeza e organização da fábrica, envolvimento do operário, AMT (empregando-se CAD), instalação de células de fabricação e TPM.

A Weg Motores adotou os programas MRP, produção nivelada e mesclada de lotes de pequenas quantidades, automação de baixo custo, limpeza e organização da fábrica, envolvimento do operário e padronização e simplificação de produtos e processos. Além destes, outros estão sendo iniciados: TPM, desenvolvimento de fornecedores, racionalização do espaço, qualidade no processo fabril e AMT (com o uso de robôs).

A White Martins Soldagem implementou os programas MRP (embora considere este programa inadequado a ambientes que praticam o *pull system*), produção nivelada e mesclada de lotes de pequenas quantidades, produção "puxada" monitorada por *kanbans*, racionalização do espaço com o redesenho do arranjo físico para produto e a criação de células de fabricação (minifábricas), automação de baixo custo, qualidade no processo fabril, limpeza e organização da fábrica, envolvimento do operário e padronização e simplificação de produtos e processos. Mais recentes são os programas AMT e TPM.

O programa OPT parece ser o único que ainda não foi implantado e nem é cogitado pelas empresas pesquisadas.

Nas três empresas, o programa de envolvimento dos operários é o mais adiantado. De um modo geral, as empresas reconhecem dificuldades na implantação do programa de desenvolvimento de fornecedores. Normalmente, os fornecedores, mais

conservadores, ficam receosos de que o programa seja um "artifício" para se transferir estoques do comprador para o vendedor.

c) Eficiência dos Programas Implementados para a Redução de Desperdícios

Os dados a seguir podem comprovar a eficiência dos programas de redução de desperdícios, de forma generalizada, para a White Martins Soldagem. Os índices de cobertura de produtos acabados, que antes eram suficientes para 12 meses de vendas, hoje abastecem a demanda de 4 a 5 meses. Sinalizando as melhorias, sobram espaços nos almoxarifados de produtos acabados, antes repletos. Os estoques intermediários equivalem a 1/3 dos níveis de antes, representando uma economia anual equivalente a US\$ 1 milhão. O estoque de matérias-primas é menor, porque, hoje, o objetivo não é a utilização de 100% da capacidade da fábrica. Só acontece alguma coisa na produção se ocorrer efetivamente uma venda.

O giro dos estoques da White Martins subiu de 1,6 para 2,4, no primeiro semestre de 1992.

O *lead time* é outro elemento que revela impressionante melhoria nesta empresa. De 62 dias, antes, o tempo médio de produção baixou para 15 dias.

Com a redução de tantos desperdícios, a White Martins elevou sua capacidade de produção sem realizar qualquer investimento de capital e sem precisar pagar horas extras. Por exemplo, a produção de maçaricos de corte passou de 140 unidades/dia para 210 unidades/dia e a de reguladores R-72, de 50 para 70 unidades/dia.

Entre os números finais da Weg Motores, poderiam ser destacados: os níveis de estoque de matérias-primas baixaram de 116 para 30 dias; os estoques de intermediários reduziram-se de até 39 para 5 dias; o *lead time* de um motor de 11 dias melhorou para 5 dias; a empresa, que operou com prejuízos nos últimos anos, fechou o primeiro semestre de 1993 com lucro.

O conjunto de programas adotados pela Marcopolo permitiu que seus níveis de estoques se reduzissem em cerca de 70%. O *lead time* de um ônibus rodoviário, que era de 14,5 dias, baixou para 7,2 dias; o do ônibus urbano melhorou substancialmente de 14 dias para 5,2 dias. A produtividade da empresa cresceu de 1,61, em 1991, para 2,17 um ano

depois, valendo-lhe o título de melhor empresa no seu ramo, segundo a revista Exame (Maiores e Melhores, 1993).

Estes resultados confirmam a eficiência dos programas de redução de desperdícios nas três empresas pesquisadas. Não é possível dizer, entretanto, qual deles tenha dado maior contribuição para a obtenção destes números, porque as empresas possuem apenas informações agregadas impedindo uma análise amíúde da situação. Por outro lado, é mais provável que a combinação de todos os programas enumerados tenha viabilizado a redução mais efetiva dos desperdícios mencionados.

Outras evidências nem sempre quantificáveis comprovam a eficiência dos programas implementados na redução de desperdícios. Assim, por exemplo, a aplicação simultânea dos programas envolvimento do operário e automação de baixo custo na Weg Motores resultou uma economia de 14% no consumo de energia elétrica, especialmente com a melhoria das operações dos fornos de indução desta empresa.

O lançamento da "Geração V" de ônibus demonstrou a eficiência da filosofia JIT e do programa de limpeza e organização da fábrica na Marcopolo. Desta vez, os balaios utilizados antes para colocar no lixo as peças obsoletas é que se tornaram supérfluos. Nesta mesma empresa, os gabaritos foram padronizados e, hoje, a empresa utiliza um único gabarito para a montagem do "casulo" (estrutura do ônibus).

São também exemplos de resultados bem-sucedidos advindos da implantação de programas de redução de desperdícios na White Martins Soldagem: a redução do contingente de mão-de-obra indireta, sobretudo em decorrência da descentralização de tarefas antes a cargo de setores fixos, redundando num ganho de produtividade de cerca de 8% nos custos de fabricação; e a minimização da incidência de unidades defeituosas, principal consequência do programa de qualidade no processo fabril.

Na Marcopolo, mesmo em fase introdutória, o programa de desenvolvimento de fornecedores dá sinais de eficiência. Atualmente, um fornecedor de chicotes elétricos de Caxias do Sul entrega, com maior freqüência, as quantidades estritamente necessárias para atender a produção daquela empresa cliente. Esforços conjuntos, na forma de parceria, parecem ter resultado em redução de desperdícios com estoques supérfluos e tempo de espera. Neste caso, a localização deste fornecedor contribuiu para a aplicação eficaz do programa.

Outros fatos atestam a eficiência dos programas de redução de desperdícios implementados pelas empresas pesquisadas. A Weg Motores, por exemplo, mesmo com lotes grandes, não conseguia atender satisfatoriamente seus clientes: a cada 10 pedidos, somente 1 era despachado no prazo combinado. Depois de introduzir programas que culminaram com a redução do tamanho dos lotes de produção, esta empresa melhorou seu desempenho de forma impressionante: agora, 9 em 10 pedidos são entregues no prazo certo. Ainda nesta empresa, foram registrados ganhos de produtividade da ordem de 8,8% em decorrência das modificações desenvolvidas em seus tornos-copiadores.

A White Martins Soldagem, por sua vez, tem-se convertido numa fábrica *make-to-order*. Com isto, a incidência de horas extras decresceu expressivamente e o fluxo de produção é bem menos tumultuado, reduzindo-se movimentos e transportes dentro da fábrica. Outrossim, registra-se com muita satisfação a redução no tempo de preparação da prensa de 450 toneladas, uma das mais importantes máquinas para a usinagem de peças nesta empresa: de 4 a 8 horas antes para 30 minutos, depois de pequenas melhorias implementadas pelo programa de automação de baixo custo, com quase nenhum investimento de capital.

É interessante mencionar também que, ao contrário do que ocorria num passado não muito distante, o ambiente de produção nas três fábricas é bastante agradável. Na Marcopolo, particularmente, a limpeza e organização do piso de fábrica não só trouxeram economias do ponto de vista de estoques, diminuição de acidentes e redução de movimentos, como também racionalizaram o uso do espaço. Nos espaços vagos os operários construíram áreas de lazer decoradas com plantas, quadros pintados por eles mesmos, murais etc.

6 CONCLUSÕES

Tudo leva a crer que as indústrias em geral padecem ou já padeceram dos mesmos males: produção excessiva, tempo de espera elevado, alto índice de unidades defeituosas, baixo giro de estoques, movimentações desnecessárias, etapas do processo que não agregam nenhum valor ao produto e longas distâncias percorridas desde a aquisição da matéria-prima, dentro da fábrica, e na logística que faz chegar o produto ao cliente. A convivência com estas perdas pode representar um obstáculo para a recuperação da competitividade das empresas brasileiras, especialmente quando se leva em conta a abertura da economia, a globalização dos mercados e o comportamento de um consumidor cada vez mais exigente.

O estudo dos três casos conclui que os principais resultados da aplicação de programas de redução de desperdícios convergem direta ou indiretamente para a redução dos estoques e dos tempos de espera.

É possível constatar que alguns programas parecem mais fáceis de serem aplicados e podem produzir resultados mais imediatos no combate aos desperdícios. São os casos, por exemplo, do programa de limpeza e organização da fábrica e do programa de envolvimento do operário. No primeiro caso, a adoção do programa parece tornar mais visíveis os problemas das empresas a partir do momento que o "lixo" é reconhecido como lixo; o estoque é identificado e criteriosamente avaliado; os lugares, onde as ferramentas, as matérias-primas e os operários se encontram, tornam-se mais aparentes, e assim por diante. No segundo caso, as experiências revelam que o operário, motivado, orgulha-se da limpeza e da manutenção de sua máquina e ferramentas e assume seu papel de responsável pela qualidade do produto, compartilhando disto com outros funcionários. Pode-se perceber, ainda, que o envolvimento do operário não se limita a uma área específica. Nas soluções examinadas, os funcionários discutem soluções para problemas de qualidade, de manutenção, de redução de custos, de poluição, de segurança e de utilização de recursos alternativos.

Outros programas parecem requerer mais tempo para sua implantação. É o caso da produção nivelada e mesclada de lotes de pequenas quantidades, que pode ser aplicado no contexto da filosofia JIT. O que ficou evidenciado nos casos pesquisados é que mesmo aplicando o programa de produção nivelada e mesclada de lotes pequenos, as empresas não têm conseguido operar nestes níveis, confessando a existência de desperdícios provenientes da produção excessiva. Tais desperdícios, no entanto, parecem ser bem menores que os registrados no passado.

Da relação de programas, o TPM e o AMT começam a ser implementados. O JIT está sendo aplicado em duas das três empresas. A Weg Motores embora não declare que adotou o JIT, vem empregando os programas de produção "puxada" monitorada por *kanbans*, o de automação de baixo custo e o da padronização e simplificação de produtos e processos.

Outra conclusão, a partir dos casos pesquisados, é que as empresas estão mais propensas ao conceito de fábrica frugal de Schonberger (1987) como forma de reduzir seus desperdícios, seus custos e ganhar competitividade, que ao conceito de produtividade japonesa considerado por Hull e outros (1988). As empresas brasileiras redesenham seus

layouts, utilizam recursos de automação para evitar falhas, instalam as ferramentas próximas às máquinas que delas se utilizarão, limpam o piso de fábrica, dentre outras medidas. Entretanto, não é possível prever se estas empresas adotariam estes mesmos recursos simples se tivessem capital suficiente para aquisição das chamadas "supermáquinas".

Cabe destacar que os programas não são alternativas equivalentes para a solução de um mesmo desperdício. Convém lembrar aqui o que Hayes e Pisano (1994) afirmaram ao estudar as mais recentes estratégias de produção. Segundo eles, estas estratégias não podem mais limitar-se a prioridades conflitantes como custos, qualidade e flexibilidade, nem os gerentes podem se dar ao luxo de adotar o programa mais adequado ou escolher a empresa com quem pretendem concorrer. Os concorrentes surgem de todos os lados, o que exige continuamente a busca, pela empresa, de novos meios de diferenciação de seus competidores. Isto poderia ser possível se a empresa transformasse sua fábrica em fonte de vantagem competitiva, aproveitando-se do maior número possível de programas ao mesmo tempo.

Tudo leva a crer que a Marcopolo e a White Martins Soldagem realizaram e ainda estão realizando mudanças bem mais incisivas que a Weg Motores. No entanto, isto não parece estar comprometendo a posição de liderança desta empresa. Hayes e outros (1988) estudam esta situação aparentemente paradoxal. Para estes autores, a empresa poderá ser considerada de "produção classe-mundial" se for melhor que quase todas as suas concorrentes em pelo menos um dos aspectos importantes da produção, constituindo uma vantagem competitiva. Parece tornarem-se mais comuns casos como o da Weg que, mesmo não tendo equipamentos e fábricas excepcionais, conseguem significativa vantagem competitiva graças ao espírito de equipe e à disposição dos operários, por exemplo.

Hull e outros (op. cit.) procuraram provar que a produtividade japonesa devia-se, de um lado, ao envolvimento do operário e, de outro, aos investimentos em tecnologia avançada de manufatura. Se se tomar como referência as empresas pesquisadas, o número de robôs empregados nestes parques fabris é muito pequeno, quase insignificante. Com exceção de algumas poucas máquinas CNC, as empresas brasileiras empregam, preponderantemente, máquinas convencionais. No entanto, os fatos mencionados nas empresas pesquisadas parecem mostrar um campo profícuo para a prática de pequenas modificações (automação de baixo custo), que demandariam bem menos recursos que as formas conceituadas de tecnologia avançada de manufatura.

Os resultados apurados pelas empresas analisadas parecem não ser o melhor que se poderia esperar, sobretudo, se se tomar como referência os padrões internacionais. Entretanto, cabe lembrar que os exemplos de vanguarda citados na literatura ocorrem basicamente em empresas que operam em países com economia estável. No caso do Brasil, incertezas de todo tipo atingem empresários e trabalhadores, comprometendo a continuidade dos programas de melhorias implementados. Dessa forma, os resultados obtidos nas três empresas estudadas devem ser vistos com otimismo. São empresas que vicejam como "ilhas de excelência". O passo dado por elas demonstra que as empresas brasileiras parecem reagir e evidenciar a revolução particular do Brasil no campo da qualidade e da produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, Paul S. CAD/CAM: managerial challenges and research issues. IEEE Transactions on Engineering Management, v.36, n.3, p.202-215, Aug. 1989.
- ANTUNES JR., J.A.V. et al. Considerações críticas sobre a evolução das filosofias de administração da produção: do just-in-case ao just-in-time. Revista de Administração. São Paulo, v.29, n.3, p.49-64, jul./set. 1989.
- CAMPOS, V.F. Qualidade total: padronização de empresas. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CORREA, H.L.; GIANESI, I.G. Just-in-time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1993.
- FIGUEIREDO, K.F.; BARCELLOS, L.F. Fatores de êxito na implantação do just-in-time no Brasil. Rio de Janeiro: COPPEAD, 1992. (Relatório COPPEAD, nº 260).
- HAHN, C.K. et al. The supplier development program: a conceptual model. Journal of Purchasing and Materials Management, v.26, n.2, p.2-7, Spring 1990.
- HALL, R.W. Excelência na manufatura: just-in-time, qualidade total e envolvimento total das pessoas. 3.ed. São Paulo: IMAM, 1988.
- HARMON, R.L.; PETERSON, L.D. Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- HAY, E.J. The just-in-time breakthrough: implementation the new manufacturing basics. New York: J. Wiley, 1988.
- HAYES, R.H. et al. Dynamics manufacturing: creating the learning organization. New York: Free Press, 1988.
- HAYES, R.H.; PISANO, G.P. Beyond world-class: the new manufacturing strategy. Harvard Business Review, v.72, n.1, p.77-96, Jan./Febr. 1994.

- HULL, F. et al. Suggestion rates and sociotechnical systems in japanese versus american factories: beyond quality circles. IEEE Transactions on Engineering Management, v.35, n.1, p.11-24, Febr. 1988.
- HUTCHINS, D. Just-in-time. São Paulo: Atlas, 1993.
- KARMAKAR, Uday. Getting control of just-in-time. Harvard Business Review, v.67, n.5, p. 122-133, Sept./Oct. 1989.
- MACEDO NETO, Luiz. Sistema de produção com inventário minimizado: abordagem técnico-financeira. Sao Paulo: IMAM, 1989.
- MELHORES e Maiores. Exame, ago. 1993.
- MONDEN, Yasuhiro. Sistema Toyota de produção. São Paulo: IMAM, 1984.
- OHNO, T. Toyota production system. Cambridge: Productivity Press, 1988.
- REIS, H.L. Implantação de programas de redução de desperdícios na indústria brasileira: um estudo de casos. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 1994. Dissertação de Mestrado.
- RIBERA, J. Uma introdução ao MRP. Barcelona: IESE - Instituto de Estudios Superiores de la Empresa, 1986 (Nota da División de Investigación del IESE).
- SCHONBERGER, R.J. Técnicas industriais japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade. São Paulo: Pioneira, 1984.
- _____. Fabricação frugal. Harvard Business Review, v.65, n.5, p.95-100, Sep./Oct. 1987.
- SCHROEDER, R.G. et al. A study of MRP benefits and costs. Journal of Operations Management, v.2, n.1, 1982.
- STALK JR., G. Time: the next source of competitive advantage. Quality Progress, v.22, n.6, p.61-68, June 1989.

SUSHIL. Systems approach to national planning: a study in waste management. Anmol Publication. New Delhi, 1989.

_____. Waste management: a systems perspective. Industrial Management & Data Systems, v.90, n.5, p.1-67, 1990.

SUZAKI, K. The new manufacturing challenge: techniques for continuous improvement. New York: Free Press, 1987.