

Levantamento de perdas e desperdícios dos sistemas produtivos por meio da utilização dos coletores de dados

Assessment of losses and waste of productive systems by the use of data collectors

Fernando Aparecido Pacheco
da Silva Fortunato

Mestrando Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção
Universidade Nove de Julho – UNINOVE.
São Paulo – SP [Brasil]
fapsf@ig.com.br

Milton Vieira Júnior

Docente Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção
Universidade Nove de Julho – UNINOVE.
São Paulo – SP [Brasil]
mvieirajr@uninove.br

Elesandro Antônio Baptista

Docente Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção
Universidade Nove de Julho – UNINOVE.
São Paulo – SP [Brasil]
elesandro@elesandroab.eng.br

Resumo

Para oferecer aos consumidores produtos de qualidade a preços acessíveis, as empresas buscam reduzir os seus custos de produção. A filosofia do Sistema Toyota de Produção defende a minimização dos gastos, por meio da eliminação de perdas e desperdícios. Tal redução ocorre com a implementação de ações de melhoria no sistema de produção; mas, para implementar ações de melhoria, a gerência precisa de dados confiáveis do sistema produtivo para identificar qual local necessita de melhorias. O levantamento de informações do sistema produtivo, tradicionalmente ocorre por meio do preenchimento de formulários de papel; porém, esse método pode gerar resultados imprecisos e acúmulo de papéis, o que é considerado um prejuízo. Diante da necessidade de informações confiáveis e no menor tempo possível, neste artigo objetiva-se apresentar os coletores de dados e demonstrar como esses equipamentos podem auxiliar no levantamento de perdas e desperdícios dos sistemas produtivos.

Palavras-chave: Coletores de dados. Desperdícios. Perdas. Produtividade.

Abstract

To offer consumers quality products at affordable prices, companies strive to reduce their production costs. The Toyota Production System philosophy advocates minimizing costs through the elimination of losses and waste. This reduction occurs with the implementation of actions to improve production system; but to implement actions for improvement the management needs reliable information on the particular production system in order to identify which site needs improvement. The collection of information on production system is traditionally done by filling out printed forms; however, this method can produce inaccurate results and the accumulation of papers, which is considered a loss. Faced with the need for obtaining reliable information and in the shortest time possible, this article aims to present the data collectors and demonstrate how these devices can assist in monitoring losses and waste of productive systems.

Key words: Data collectors. Losses. Productivity. Waste.

1 Introdução

Até o início do século XVII, grande parte da população europeia habitava o campo e produzia o que consumia, esse tipo de produção ficou conhecido como “artesanal”. A produção artesanal era realizada por artesãos que possuíam o controle de todas as etapas da fabricação, isto é, desde a obtenção da matéria-prima até a comercialização do produto final (CIPOLLA, 1993). Após a revolução industrial, ocorrida no século XVIII, a maior parte dos artesãos passou a trabalhar em fábricas como operários assalariados. A função desses novos “operários” era operar máquinas, por isso, esse regime ficou conhecido como maquinofatura (MARTINS et al., 2004).

No século XIX, houve uma grande evolução tecnológica, econômica e social, conseqüentemente, ocorrendo passagem do capitalismo comercial para o industrial (SOUZA, CAULLIRAUX, 2002). Com a expansão da indústria em todo mundo, surgiu a necessidade de melhorias nos processos de fabricação para reduzir custos e aumentar a produtividade, momento em que aparece o taylorismo. A filosofia desenvolvida por Frederick Winslow Taylor defende que para executar um trabalho, primeiramente é preciso um estudo, ou seja, desenvolver uma metodologia própria com objetivo de obter o máximo rendimento na tarefa (CAMPOS et al., 2005).

Quase que em paralelo ao taylorismo surgiu outra concepção: o fordismo. Criado por Henry Ford, essa filosofia revolucionou a indústria automobilística, ao introduzir a primeira linha de montagem automatizada, que em conjunto com outras técnicas avançadas para a época, tornaram o custo do automóvel acessível a maior parte da população (CAMPOS et al., 2005). Em 1970, com a crise do petróleo, seguida de uma recessão econômica, as montadoras passaram a adotar gradativamente o Sistema Toyota de Produção (STP)

que busca aumentar a eficiência da produção, por meio da eliminação de perdas e desperdícios. O STP se tornou uma referência a ser seguida, desde então, as empresas buscam assegurar a eficiência dos seus sistemas de produção para repassar a economia obtida no processo de fabricação para o custo do produto final, garantindo sua sobrevivência em um mercado altamente competitivo (OHNO, 1997).

Observando a importância da redução de perdas e desperdícios para a indústria, neste artigo objetivou-se apresentar os coletores de dados e demonstrar como tais equipamentos podem auxiliar na identificação, quantificação e redução das perdas segundo a filosofia do STP.

2 Referencial teórico

2.1 O Sistema Toyota de Produção

Após a Segunda Guerra Mundial, a indústria japonesa passou por uma grande crise econômica. A baixa produtividade e a escassez de recursos impediam as montadoras de adotar o método de produção em massa (OHNO, 1997). Nesse período, surgiu o STP (Sistema Toyota de Produção), criado por Toyoda Sakichi, Toyoda Kiichiro e Taiichi Ohno, cuja filosofia foi concebida na fábrica de automóveis da Toyota com o objetivo de aumentar a eficiência da produção por meio da eliminação de perdas e desperdícios (ANTUNES et al., 2008).

Em outras palavras, o STP defende o “princípio do não custo”, isto é, a tradicional equação “Custo + Lucro = Preço” deve ser substituída por “Preço - Custo = Lucro” (OHNO, 1997). No princípio, o preço dos produtos era baseado nos custos de fabricação, ou seja, era somada uma margem de lucro pré-determinada, o que permitia aos fornecedores repassar para os clientes os prejuízos obtidos durante a produção (ANTUNES et al., 2008).

Com o constante aumento da concorrência e o novo perfil do consumidor (mais exigente), o preço dos produtos passou a ser determinado pelo mercado, o que tornou a redução dos custos de produção a única forma de manter ou aumentar o lucro (OHNO, 1997). Para minimizar custos é necessário eliminar as perdas do sistema produtivo.

No STP, a eliminação de perdas é o resultado de quatro etapas: análise detalhada do processo; identificação do local crítico; tomada de decisão e implementação do ato de otimização (ANTUNES et al., 2008). Nesse sistema, considera como perda as atividades desnecessárias, ou seja, aquelas que geram custos e não acrescentam valor ao produto (OHNO, 1997). As perdas e desperdícios podem ser divididas em sete grupos (SHINGO, 1996), a saber:

1. perda por superprodução: devem ser foco de melhorias nos sistemas produtivos porque podem auxiliar na ocultação de outras perdas. Esse tipo de perda pode ser classificado em dois subtipos: (i) quantitativa – em que é produzida uma quantidade além da requerida e (ii) por antecipação – na qual a produção é realizada antes do tempo necessário;
2. perda por transporte: as atividades de transporte de produtos pelo “chão de fábrica” interferem no tempo total de fabricação de um item e, além disso, não agregam valor ao produto, podendo ser encaradas como uma perda. Esse tipo de problema pode ser minimizado ou eliminado por meio de melhorias no *layout*;
3. perda no processamento em si: são os processamentos “não necessários” para que o produto adquira suas características básicas. É preciso eliminar do processo todas as etapas dispensáveis (que não agregam valor) durante a obtenção dos produtos;
4. perda por fabricação de produtos defeituosos: é o resultado da fabricação de um produto com características fora das especificações preestabelecidas. Esse tipo de perda gera retrabalho e/ou refugo;
5. perda por estoque: aquela associada ao armazenamento de matérias-primas. Manter grandes estoques resulta em prejuízos financeiros e perda de mercado, por isso, o STP busca minimizar os estoques gradativamente;
6. perda por espera: refere-se aos períodos de tempo “ociosos”, ou seja, aqueles em que nenhuma operação do processo está sendo executada, embora os custos de utilização dos recursos produtivos estejam sendo contabilizados. São exemplos de perdas por espera: os tempos destinados a preparação de máquinas; quebra de máquina; falta de matéria-prima; paradas para inspeção;
7. perda por movimentação: durante a produção, os operadores podem executar movimentos desnecessários, e o acúmulo de tais movimentos diminui a produtividade consideravelmente. Para minimizar esse tipo de perda, são realizados estudos ergonômicos e de tempos e métodos, para uma posterior implementação de melhorias.

2.2 Coleta de dados

A informação é essencial para o controle de um sistema produtivo, e para aumentar a qualidade das informações é fundamental que os dados sejam coletados diretamente no local de trabalho. A aquisição de dados, também conhecida como apontamento ou coleta de dados, inicialmente foi realizada de forma manual, isto é, por operadores e demais trabalhadores capacitados. Os funcionários registravam as informações do processo em planilhas ou documentos equivalentes (REBELATO, LIDAK, 2006). A Figura 1 mostra um exemplo de planilha utilizado no apontamento de horas.

RELATÓRIO DE APONTAMENTO							
MÁQUINA:							
Dia	Operador	Hora inicial	Hora final	Código improdutividade	Ordem de produção	Fase	OBSERVAÇÕES
CÓDIGOS DE IMPRODUTIVIDADE							
901 - AGUARDANDO DISPOSITIVO, DOC. E DECISÕES					110 - PREPARAÇÃO DE MÁQUINA PARA PEÇA		
902 - AGUARDANDO PONTE ROLANTE					111 - MANOBRA DE PEÇA		
904 - MÁQUINA EM MANUTENÇÃO					112 - PREP. DE FERRAMENTA E TROCA DE INSERTOS		
905 - TREINAMENTO, CURSOS, APRENDIZAGEM					113 - CONTROLE DIMENSIONAL PELO OPERADOR		
906 - PALESTRAS, REUNIÕES, SAÍDAS AUTORIZADAS					114 - CONTROLE DIMENSIONAL PELO CQ		
907 - FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA, AR, ÁGUA IND.					115 - OTIMIZAÇÃO DE PROGRAMA CN		
908 - LIMPEZA E ARRUMAÇÃO					116 - ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS (LP/US)		
931 - PROBLEMAS COM DISPOSITIVOS E FERRAMENTAS					117 - RECUPERAÇÕES (SOLDA + MONTAGEM)		
935 - PROBLEMAS COM.....					118 - AGUARDANDO SOLDADOR E MONTADOR		

Figura 1: Planilha para apontamento de horas

Fonte: Fonseca (2006).

Após serem preenchidos, os documentos com informações do processo são enviados à gerência para a análise e criação de relatórios (REBELATO, LIDAK, 2006). Esse método de aquisição de informações nem sempre atende as necessidades esperadas, observando tal fato, foram desenvolvidos equipamentos para automatizar a coleta de informações, chamados de coletores de dados.

Os coletores de dados são equipamentos eletrônicos e informatizados. Sua função é auxiliar na gestão do sistema produtivo, coletando informações precisas sobre os meios de produção (MARTINS, 2006).

Existem vários modelos de coletores de dados; portanto, cada equipamento possui características e funções distintas. De uma forma geral, esses aparelhos dados são como minicomputadores, caracterizados principalmente por serem robustos, portáteis e dotados de uma interface IHM

(interface homem-máquina) para facilitar a interação entre o aparelho e os usuários.

Antes de apresentar os tipos de coletores de dados, é importante mostrar os métodos utilizados na aquisição de informações. Segundo Marçola e Andrade (2005, p. 3) “[...] o apontamento da produção é classificado em dois grupos, apontamento manual ou apontamento automático”, descritos da seguinte maneira:

- apontamento manual: esse tipo de coleta é realizado manual, ou seja, os funcionários da empresa, inspecionam um determinado grupo de informações durante períodos variados do expediente, essas informações são preenchidas em formulários ou outros documentos equivalentes, em seguida, são encaminhadas para análise da gerência ou pessoal responsável. Para substituir o preenchimento de formulários de papel, muitas empresas já

utilizam equipamentos informatizados, tais como *Personal Digital Assistants* (PDA); coletores de dados eletrônicos; microcomputadores conectados a rede (terminais posicionados no chão de fábrica) e dispositivos com microcontroladores embarcados;

- apontamento automático: esse método de levantamento de informações, também é conhecido como coleta por sensoriamento ou coleta automática. Seu funcionamento consiste na instalação de sensores no local da operação (SUBRAMANIAM et al., 2009). Esses sensores podem enviar sinais elétricos para diversos dispositivos de controle, por exemplo, como os coletores de dados; Controlador lógico programável (CLP) e outros conectados as redes de computador. O apontamento automático possibilita a aquisição de informações e o monitoramento do ambiente de trabalho, proporcionando a gerência uma base de dados única e atualizada em tempo real.

2.2.1 Principais tipos de coletores de dados

Para auxiliar na coleta de informações de forma automatizada, foram desenvolvidos os coletores de dados eletrônicos. Esses aparelhos são informatizados; portáteis; robustos e altamente duráveis. A entrada de informações no equipamento pode ocorrer por diversas vias, tais como por teclado; por leitura dos códigos de barra; por cabo; por *Bluetooth* e/ou por cartões de memória. Os coletores possuem uma interface IHM muito intuitiva que visa diminuir custos com treinamento. Devido a sua versatilidade, as informações coletadas pelo equipamento podem ser facilmente copiadas para microcomputadores ou demais aparelhos informatizados (MOTOROLA, 2009). A seguir, são descritos alguns tipos de coletores de

dados, os quais foram escolhidos para destacar, de forma didática, sua possibilidade de aplicação.

O coletor de dados modelo “A”, foi projetado para aplicações de processamento em lotes. Esse equipamento é muito utilizado nos setores industrial; comercial; logístico e de distribuição. Nesse coletor, a entrada de dados ocorre via teclado ou leitura de códigos de barra. Seu *design* combina robustez e praticidade (MOTOROLA, 2009). A Figura 2 mostra o coletor de dados modelo “A”.



Figura 2: Coletor de dados modelo “A”

Fonte: Motorola (2009).

O coletor de dados modelo “B” é utilizado na coleta de dados automática. Esse equipamento foi projetado para ambientes industriais agressivos, sendo, portanto, resistente a impactos, altas temperaturas, poeira, vibrações e demais condições adversas. Esse coletor constituído por: um *hardware* de aço galvanizado; mostrador *Liquid Crystal Display* (LCD) e um teclado com membrana de policarbonato. O aparelho pode receber até quatro tipos de dados diferentes de forma automática e simultânea, por exemplo: informações de parada e velocidade de máquina; contagem de peças (DIRECTA AUTOMAÇÃO, 2008c). A Figura 3 apresenta o coletor de dados modelo “B”.

O coletor de dados modelo “C” pode ser instalado em máquinas industriais; instrumentos de medição; estoques e demais dispositivos do meio produtivo. Nele, as informações são coletadas por

meio de sensores ou via digitação. Os dados são enviados a computadores pela rede, e todas as informações são armazenadas num único banco de dados que apenas a gerência tem acesso (DIRECTA AUTOMAÇÃO, 2008c). A Figura 4 demonstra o esquema de funcionamento da coleta automática.

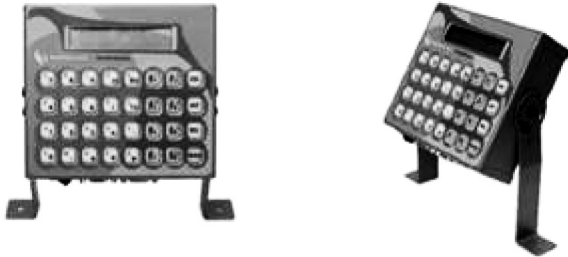


Figura 3: Coletor de dados modelo "B"

Fonte: Directa Automação (2008b).

2.3 Tipos de informações coletadas

A fabricação de um produto normalmente é executada em diversas etapas e/ou operações, por isso, a quantidade de informação que pode ser coletada é considerada grande. Os tipos de dados variam de acordo com o que é produzido (MARDEGAN, MARTINS, OLIVEIRA, 2003).

O Quadro 1 apresenta alguns exemplos de informações que podem ser coletadas.

Informações que podem ser coletadas	
Tempo de fila	Tempo de máquina parada
Tempo de espera	Tempo de movimentação
Tempo de <i>set-up</i>	Número de peças defeituosas
Capacidade utilizada	Quantidades de peças produzidas por turno
Tempo de processamento	Quantidade de peças produzidas por ordem de produção

Quadro 1: Exemplos de dados que podem ser coletados

Fonte: Adaptado de Mardegan, Martins e Oliveira (2003).

Diante da grande variedade de informações, muitas empresas fornecedoras de coletores de dados buscam desenvolver soluções personalizadas, ou seja, de acordo com as necessidades do cliente (DIRECTA AUTOMAÇÃO, 2008c).

3 Metodologia

A metodologia utilizada neste artigo é classificada como uma pesquisa qualitativa de natureza

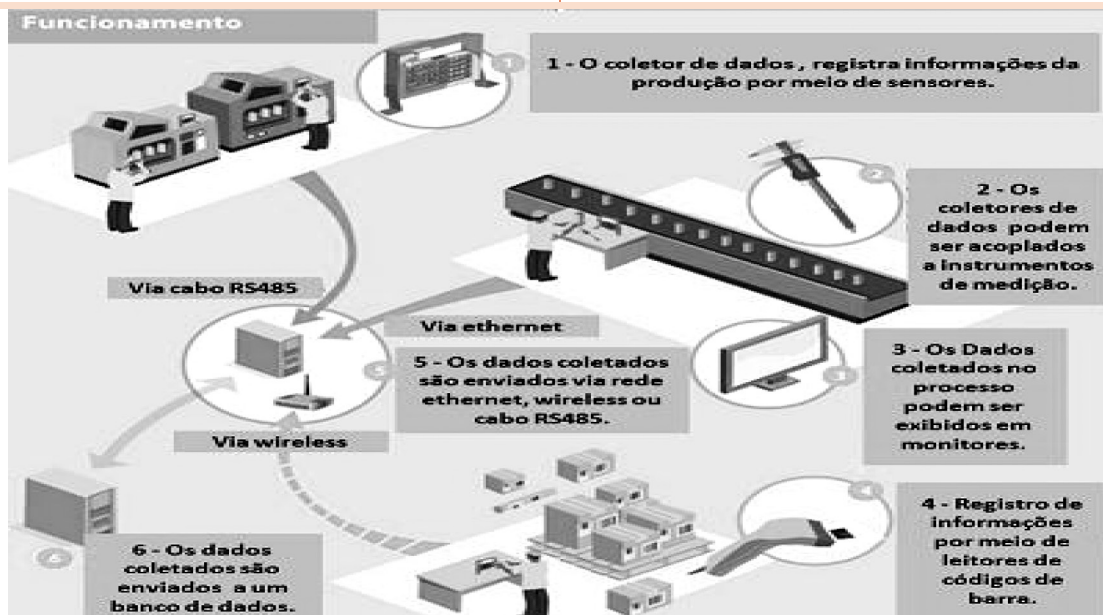


Figura 4: Funcionamento da coleta automática

Fonte: Adaptado de Directa Automação (2008a).

exploratória. Segundo Gil (2002), “Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses [...]”.

A revisão bibliográfica deste trabalho foi feita por meio de pesquisas em publicações periódicas; livros e em *websites* de empresas especializadas em coletores de dados.

Na sequência, foi feita uma classificação dos tipos de coletores de dados e seus principais recursos e quais os tipos de perdas e desperdícios que existem em chão de fábrica que podem ser eliminadas ou reduzidas com a utilização de coletores de dados.

Dessa forma, relacionaram-se os problemas de perdas e desperdícios industriais e as possíveis soluções que podem ser obtidas com a utilização de coletores de dados, sendo apresentados no próximo item.

4 Aplicação dos coletores de dados e eliminação de perdas e desperdícios

A primeira perda do STP tratada neste artigo foi a “perda por superprodução”. Ela é causada pela produção em excesso, ou seja, além da quantidade requerida (ANTUNES et al., 2008). A Figura 5 demonstra o resultado da superprodução.



Figura 5: Resultado da superprodução

Fonte: Cunha (2010).

A superprodução faz com que empresas aumentem o volume de seus estoques, isso é considerado um problema, pois, o produto corre o risco de não ser comercializado, conseqüentemente, o dinheiro investido na fabricação poderá ser perdido (OHNO, 1997).

Essa perda pode ser identificada, quantificada e evitada com o monitoramento dos meios produtivos. Um ou mais coletores semelhantes ao modelo “B” seriam instalados na estação de trabalho para registrar informações importantes do processo, por exemplo: quantidades de peças fabricadas; nome do operador; horário em que as operações ocorreram. Assim, a gerência ou pessoal responsável teria acesso às informações do processo no menor tempo possível, o que permitiria cancelar a execução da produção e/ou adotar atitudes cabíveis a situação.

A segunda perda do STP referida foi “perda por transporte”. Segundo Shingo (1996), “[...] as atividades de transporte não agregam valor ao produto, portanto devem ser minimizadas ou eliminadas”. Um coletor de dados semelhante ao modelo “B” poderia ser utilizado para quantificar o tempo gasto com transportes internos, ou seja, o coletor seria “embarcado” em uma empilhadeira ou em outros veículos de transporte, assim, o operador poderia registrar o tempo gasto nas movimentações internas. A Figura 6 apresenta um coletor de dados embarcado em uma empilhadeira.



Figura 6: Coletor de dados embarcado em uma empilhadeira

Fonte: Lanpoint (2010).

Em posse das informações que dizem respeito aos tempos de transporte, a gerência pode quantificar os gastos dessa operação, assim, será possível realizar estudos de melhoria no *layout*, com o objetivo de reduzir ou até eliminar as “distâncias” entre os postos de trabalho.

A terceira perda do STP mencionada foi a “perda no processamento em si”, que ocorre com a execução de atividades consideradas desnecessárias, durante o processo de produção (OHNO, 1997).

Os modelos de coletores de dados “A” e “B”, ou outros similares, podem atuar fornecendo informações da operação ou processo, para uma posterior avaliação de desempenho. É necessário que o coletor seja instalado na máquina ou processo para coletar dados da operação, por exemplo: o tempo da operação; número de pessoas envolvidas; número de itens retrabalhados; número de itens refugados. Esses dados são extremamente úteis para a tomada de decisão, ou seja, o setor de engenharia terá informações confiáveis para análise e embasamento para verificar a viabilidade econômica do processo ou operação.

A quarta perda do STP apresentada foi a “perda por fabricação de produtos defeituosos” que é o resultado da confecção de itens não conformes, isto é, fora das especificações pré-estabelecidas (Shingo, 1996). Nesse caso, é recomendada a utilização de um coletor de dados similar ao modelo “A”. O coletor auxilia na quantificação e rastreabilidade dos itens defeituosos, sendo possível rastrear informações, tais como quem produziu; quando produziu; quantas não conformidades foram produzidas. Dependendo do equipamento utilizado, existe a possibilidade de enviar as informações coletadas a computadores da gerência ligados à rede, assim, os dados podem ser trabalhados com ferramentas estatísticas ou outros *softwares*.

A “perda por estoque” representa a quinta perda do STP. Ela é muito prejudicial às empresas, pois, os estoques deixam o capital da companhia

“empitado”. Outro problema é que as elas perdem espaço físico e, conseqüentemente, têm que dedicar boa parte do expediente para manter o local organizado (ANTUNES et al., 2008).

Com relação às perdas por estoque, os coletores de dados podem auxiliar quantificando os estoques; facilitando a rastreabilidade dos lotes; agilizando a movimentação interna e contribuindo para a organização do local. A Figura 7 demonstra um coletor de dados utilizado para o controle de estoques, cuja coleta é executada por meio de leitura de códigos de barra.



Figura 7: Coletor de dados aplicado no controle de estoques

Fonte: Emeasoft (2009).

A sexta perda do STP mostrada foi a “perda por espera” que se origina no intervalo de tempo em que nenhuma operação é executada, isto é, o período de tempo “ocioso”, no qual a matéria-prima aguarda até ser confeccionada (OHNO, 1997). Nesse caso, os coletores de dados podem ser utilizados para levantar tempos de *setup* de máquina; tempos de parada para manutenção e outros. Desse modo, a gerência poderá quantificar os períodos de tempo em que as máquinas não estão produzindo, e propor atos de melhoria.

Os coletores utilizados para aquisição de dados sobre a “perda por espera”, normalmente são instalados próximos ao comando numérico (CN) da máquina. Seu funcionamento consiste na captura dos sinais de tensão emitidos pela

máquina, outra possibilidade é a instalação de sensores em locais estratégicos. Em ambos os casos, as informações são enviadas ao coletor que armazena todos os dados, para que as informações sejam analisadas pela gerência. A Figura 8 mostra um coletor de dados conectado a uma máquina comando numérico computadorizado (CNC).



Figura 8: Coletor de dados conectado a uma máquina CNC

Fonte: Numericon (2006).

A sétima e última perda do STP referida foi a “perda por movimentação” que ocorre quando os operadores executam movimentos desnecessários nas suas atividades produtivas (SHINGO, 1996).

Nesse caso, os coletores de dados podem levantar os tempos das operações, sendo possível identificar quais são as mais “demoradas” para que a gerência implemente atos de melhoria no processo, com o objetivo de reduzir os movimentos desnecessários. Após essas medidas de melhoramento, é interessante uma comparação entre os tempos de antes e depois da otimização, o que permitirá verificar a eficácia da melhoria implementada.

Após demonstrar como os coletores de dados podem auxiliar na identificação, quantificação e redução das perdas e desperdícios. O Quadro 2 apresenta um resumo em que cada uma das sete perdas é relacionada com a forma de utilização do coletor de dados.

Perda	Forma como o coletor é utilizado
Perda por superprodução	O coletor de dados é instalado na máquina, ou estação de trabalho, para registrar informações que possibilitem alertar a gerência sobre a possibilidade de uma produção desnecessária.
Perda por transporte	O coletor de dados é embarcado em empilhadeiras e/ou demais veículos para contabilizar o tempo gasto com transporte (movimentação de materiais) e para auxiliar na rastreabilidade.
Perda por fabricação de produtos defeituosos	O coletor de dados é instalado na máquina ou estação de trabalho, desse modo, é possível quantificar e rastrear itens defeituosos, fornecendo informações confiáveis para a geração de indicadores e implementação de ações de otimização.
Perda no processamento em si	O coletor de dados é instalado na máquina ou estação de trabalho, assim, ocorre à aquisição de informações importantes para a avaliação de desempenho do processo, por exemplo: tempo da operação; número de pessoas envolvidas; número de itens retrabalhados.
Perda por estoque	O coletor de dados é muito útil no controle de estoque, pois auxilia na sua quantificação e facilita a rastreabilidade dos produtos em estoque. Nesse tipo de perda, normalmente são utilizados coletores com leitores de códigos de barra.
Perda por espera	O coletor de dados é instalado na máquina ou estação de trabalho. Dessa maneira, é possível levantar e quantificar os tempos de <i>setup</i> de máquina e outras paradas que geram perdas (custos).
Perda por movimentação	Os coletores de dados são instalados em máquinas ou nas estações de trabalho com o objetivo de mensurar os tempos de processo, o que permite identificar as operações problemáticas e/ou verificar eficácia das ações de melhoria implementadas.

Quadro 2: Quadro resumo – Perda x Forma como o coletor é utilizado

Fonte: Os autores.

5 Conclusões

Com base no material apresentado neste artigo, pode-se concluir que o mercado se encontra cada vez mais competitivo, por isso, as empresas estão buscando oferecer produtos de qualidade a preços acessíveis. Para alcançar essa meta, as organizações passaram a adotar a filo-

sofia do Sistema Toyota de Produção (STP) que defende a redução dos custos de produção, por meio da eliminação das perdas e desperdícios. O STP apresenta sete tipos de perdas que devem ser evitadas e/ou eliminadas. Para identificá-las, segundo a filosofia do STP, é necessário observar e analisar o sistema produtivo para uma posterior otimização. Antes de realizar a análise, primeiro é preciso fazer um levantamento de informações do sistema produtivo, com o intuito de verificar quais os pontos mais problemáticos da empresa. O levantamento de informações de um sistema produtivo ocorre de duas formas: manual ou automática. É comum as empresa coletarem dados do seu sistema produtivo de forma manual, isto é, utilizando formulários de papel; porém, esse método de coleta está sujeito a imprecisão. Outro problema é o acúmulo de um grande volume de papéis, considerado um desperdício financeiro e ambiental.

Com os crescentes avanços tecnológicos e a necessidade de informações do sistema produtivo, surgem os coletores de dados. Esses equipamentos computadorizados têm a função de coletar informações dos processos e/ou operações, fornecendo à gerência, dados que representam a situação real dos recursos produtivos, o que facilita na tomada de decisão.

Neste estudo, apresentaram-se os principais tipos de coletores de dados, e demonstrou-se como a utilização de tais coletores pode auxiliar na redução das perdas e desperdícios. Esse objetivo foi concretizado abordando cada uma das sete perdas para indicar de forma clara como os coletores podem identificar, quantificar e reduzir as perdas dos sistemas produtivos.

Como sugestão de trabalho futuro, propõe-se a elaboração de um estudo de caso a fim de verificar a viabilidade econômica da implantação dos coletores de dados em empresas de pequeno porte.

6 Referências

- ANTUNES, J.; ALVAREZ, R.; PELLEGRIN, I.; KLIPPEL, M.; BORTOLOTTI, P. *Sistemas de produção – conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta*. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- CAMPOS, R. C. et al. Estudo da mudança da organização do trabalho implantada em um setor produtivo de uma empresa. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12., 2005, Bauru. *Anais...* Bauru: UNESP, 2005. p. 1-11.
- CIPOLLA, C. M. *Before the Industrial Revolution - european society and economy, 1000-1700*. 3. ed. London: Routledge, 1993.
- CUNHA, M. J. B. Produção Enxuta – Volume 10. Slide n.º 8. Pernambuco, 2010. Disponível em: <http://www.marciliocunha.com.br/downloads/substituicao/manufatura_modulo10.ppt>. Acesso em: 9 maio 2010.
- DIRECTA AUTOMAÇÃO. DIAGRAMA_EQUIPS.JPG. 2008a. Altura: 744 pixels. Largura: 703 pixels. ISO-8859-1. 181,89kb. Formato jpeg. Compactado. Disponível em: <http://www.directaautomacao.com.br/imagens/diagrama_equips.jpg>. Acesso em: 8 maio 2010.
- DIRECTA AUTOMAÇÃO. PR_DA320_FRONTAL.JPG. 2008b. Altura: 129 pixels. Largura: 86 pixels. UTF-8. 30,03kb. Formato jpeg. Compactado. Disponível em: <http://www.directaautomacao.com.br/galeria/pr_da320_frontal.jpg>. Acesso em: 08 maio. 2010.
- DIRECTA AUTOMAÇÃO. Sistemas, 2008c. Disponível em: <http://www.directaautomacao.com.br/sist_scde.aspx>. Acesso em: 09 maio. 2010.
- EMEASOFT. F_COLETOR.JPG. 2009. Altura: 640 pixels. Largura: 180 pixels. ISO-8859-1. 33kb. Formato jpeg. Compactado. Disponível em: <http://www.emeasoft.com.br/fotos/f_coletor.jpg>. Acesso em: 11 maio 2010.
- FONSECA, E. C. da. *A avaliação dos tempos e custos improdutivos em usinagem pesada*. 2006. Dissertação (Mestrado) – Escola Federal de Engenharia de Itajubá, Itajubá, 2006.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- LANPOINT. 4766B20E1F.JPG. 2010. Altura: 500 pixels. Largura: 334 pixels. UTF-8. 6,89kb. Formato jpeg. Compactado. Disponível em: <<http://lanpoint.com/typo3temp/pics/4766b20e1f.jpg>>. Acesso em: 9 maio 2010.
- MARÇOLA, A. M.; ANDRADE, J. H. *Melhorias no Processo de Apontamento Manual de Mão-de-obra em Ambientes de Produção Engineer-to-Order – Um Estudo de Caso*. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16., 2009, Bauru. *Anais...* Bauru: UNESP, 2005. p. 1-11.

MARDEGAN, R.; MARTINS, V.; OLIVEIRA, JFG de. Estudo da integração entre sistemas SCADA, MES e ERP em empresas de manufatura discreta que utilizam processos de usinagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: UFMG, 2003. p. 1-8.

MARTINS, J. E. P. Proposta de um modelo educacional para capacitação em sistemas de sensoriamento e aquisição de dados, como uma ferramenta na área de gestão ambiental. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. *Anais...* Bauru: UNESP, 2006. p. 1-11.

MARTINS, P. F. et al. Gestão do conhecimento no modo cooperativo: um estudo de caso da associação raízes culturais de Altaneira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2004, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2004. p. 1-8.

MOTOROLA. *MC1000 mobile computers*. 2009. Disponível em: < http://www.motorola.com/web/Business/Products/Mobile%20Computers/Handheld%20Computers/MC1000/_Documents/MC1000_SS_0308.pdf?localeId=257>. Acesso em: 9 maio 2010.

NUMERICON. FOTO_DNS1.JPG. 2006. Altura: 157 pixels. Largura: 148 pixels. ISO-8859-1. 14,18kb. Formato jpeg. Compactado. Disponível em: <http://www.numericon.com.br/img/foto_dns1.jpg>. Acesso em: 11 maio 2010.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala*. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

REBELATO, M. G.; LIDAK, G. A transmissão de dados sem fio aplicada à coleta de dados no chão-de-fábrica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: UFC, 2006. p. 1-8.

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção – do ponto de vista da engenharia de produção*. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SOUZA, A. M.; CAULLIRAUX, H. M. A curva de aprendizagem e seus impactos no comportamento humano nas organizações: um estudo de caso em empresa do setor automotivo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 12., 2002, Curitiba. *Anais...* Curitiba: UFPR, 2002. p. 1-8.

SUBRAMANIAM, S. K. et al. Production monitoring system for monitoring the industrial shop floor performance. *International Journal of Systems Applications, Engineering & Development*, London, v. 3, p. 28-35, 2009. Disponível em: < <http://www.universitypress.org.uk/journals/saed/saed-57.pdf> >. Acesso em: 27 maio 2010.

Recebido em 28 mar. 2011 / aprovado em 22 ago. 2011

Para referenciar este texto

FORTUNATO, F. A. P. S.; VIEIRA JÚNIOR, M.; BAPTISTA, E. A. Levantamento de perdas e desperdícios dos sistemas produtivos por meio da utilização dos coletores de dados. *Exacta*, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 207-217, 2011.

