

Relacionamento entre desperdícios e técnicas a serem adotadas em um Sistema de Produção Enxuta

David Menegon (EESC - USP) davidmenegon@hotmail.com

Ricardo Renovato Nazareno (EESC - USP) naza@sc.usp.br

Antonio Freitas Rentes (EESC - USP) rentes@sc.usp.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo fazer uma análise entre os tipos de desperdícios encontrados em um ambiente de manufatura e relaciona-los às técnicas e ferramentas existentes em um Sistema de Produção Enxuta. Para isso, é feita uma breve descrição de quatro técnicas consideradas fundamentais (produção puxada, produção nivelada, kanban e arranjo físico celular) e sugerida uma tabela relacionando as técnicas mais apropriadas para combater cada tipo de desperdício.

Palavras chave: Produção Enxuta, Desperdícios, Just-in-Time.

1. Introdução

A vantagem competitiva das empresas japonesas nos dias de hoje parece ser resultado da aplicação de princípios e métodos gerenciais peculiares. De fato, diversos autores (Jackson & Martin, 1996; Lubben, 1989; Mullarkey et al., 1995; Schongerger, 1992) indicam que por trás da superior competitividade japonesa encontra-se um poderoso mecanismo de gestão da produção consagrado como JIT (*Just-In-Time*). O JIT é uma técnica de gestão que tem por finalidade fazer com que cada processo seja suprido com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo, eliminando toda e qualquer perda (GHINATO, 1996).

Apesar do estrondoso impacto causado no ocidente pelo JIT, é importante destacar que se trata apenas de um elemento integrante de um modelo de gerenciamento da produção conhecido no ocidente como “Produção Enxuta”, desenvolvido ao longo de mais de 30 anos pela Toyota Motor Company com o nome de Sistema Toyota de Produção (STP). O STP é um poderoso sistema de gerenciamento da produção cujo objetivo é o aumento do lucro através da redução dos custos e eliminação de desperdícios. Este objetivo, por sua vez, só pode ser alcançado através da identificação e eliminação das perdas, isto é, atividades que não agregam valor ao produto.

O objetivo da filosofia JIT é reduzir os estoques, de modo que os problemas fiquem visíveis e possam ser eliminados por meio de esforços concentrados e priorizados. Segundo Corrêa & Gianesi (2001), alguns autores definem a filosofia JIT como um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos por meio de redução contínua de desperdícios.

Ghinato (2002) define desperdícios como sendo atividades completamente desnecessárias, que geram custo, não agregam valor e que, portanto, devem ser imediatamente eliminadas.

De acordo com Reis (1994), o desperdício é o uso dos recursos disponíveis de forma descontrolada, abusiva, irracional e inconseqüente. É o uso sem finalidade, necessidade e

objetivo definido.

2. Tipos de Desperdício

A Produção Enxuta parte do princípio de que existem sete tipos de desperdícios dentro da empresa, que devem ser atacados e eliminados. Segundo Corrêa & Gianesi (1996), Womack & Jones (1996) e Ghinato (2002), esses desperdícios são:

– Desperdício de Superprodução:

De todas as sete perdas, a perda por superprodução é a mais danosa. Ela tem a propriedade de esconder as outras perdas e é a mais difícil de ser eliminada.

Existem dois tipos de perdas por superprodução: perda por produzir demais (superprodução por quantidade) e perda por produzir antecipadamente (superprodução por antecipação).

Este tipo de desperdício surge através de problemas e restrições do processo produtivo, como: altos tempos de preparação de equipamentos, levando à produção em grandes lotes; incerteza da ocorrência de problemas de qualidade e confiabilidade de equipamentos, levando a produzir mais do que o necessário; falta de coordenação entre as necessidades (demanda) e a produção, em termos de quantidades e momentos; grandes distâncias a percorrer com o material, em função de um arranjo físico inadequado, levando à formação de lotes para movimentação, entre outros.

Desse modo, a filosofia Enxuta sugere que se produza somente o que é necessário no momento e, para isso, que se reduzam os tempos de set up, se sincronize a produção com a demanda, se compacte o layout da fábrica e assim por diante.

– Desperdício por Espera:

Este desperdício resulta na formação de filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos.

Existem três tipos de desperdício por espera: Perda por Espera no Processo, onde o lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior, até que a máquina, dispositivos e/ou operador estejam disponíveis para o início da operação (processamento, inspeção ou transporte); Perda por Espera do Lote, que representa a espera a que cada peça componente de um lote é submetida até que todas as peças do lote tenham sido processadas para, então, seguir para o próximo passo ou operação; Perda por Espera do Operador, que é a ociosidade devido ao desbalanceamento de operações.

A sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção contribuem para a eliminação deste tipo de desperdício.

– Desperdício de Transporte:

O transporte é uma atividade que não agrega valor, e como tal, pode ser encarado como perda que deve ser minimizada. A otimização do transporte é, no limite, a sua completa eliminação. A eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos pois, em geral, o transporte ocupa 45% do tempo total de fabricação de um item (GHINATO, 2002).

Encaradas como desperdícios de tempo e recursos, as atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, através da elaboração de

um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas. Além disso, custos de transporte podem ser reduzidos se o material for entregue no local de uso.

– **Desperdício de Processamento:**

É comum que os gerentes se preocupem em como fazer algo mais rápido, sem antes questionar se aquilo deve realmente ser feito. Nesse sentido, torna-se importante a aplicação das metodologias de engenharia e análise de valor, que consistem na simplificação ou redução do número de componentes ou operações necessários para produzir determinado produto. Qualquer elemento que adicione custo e não valor ao produto é candidato a investigação e eliminação.

Dessa forma, entende-se esse tipo de perda como sendo as parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto/serviço.

– **Desperdício de Movimentação:**

As perdas por movimentação relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação.

Este tipo de perda pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e movimento. Tipicamente, a introdução de melhorias como resultado do estudo dos movimentos pode reduzir os tempos de operação em 10 a 20%.

Para este tipo de desperdício, a importância das técnicas de estudo de tempos e métodos é justificada pelo fato de a Produção Enxuta ter um enfoque essencialmente de “baixa tecnologia”, apoiando-se em soluções simples e de baixo custo, ao invés de grandes investimentos em automação. Ainda que se decida pela automação, deve-se aprimorar os movimentos para, somente então, mecanizar e automatizar. Caso contrário, corre-se o risco de automatizar o desperdício.

– **Desperdício por Defeitos:**

A perda por defeitos é o resultado da geração de produtos que apresentem alguma de suas características de qualidade fora de uma especificação ou padrão estabelecido e que por esta razão não satisfaçam a requisitos de aplicação (uso).

Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão-de-obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros.

– **Desperdício de Estoque:**

É a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. Significam desperdício de investimento e espaço.

Uma grande barreira para o ataque às perdas por estoque é a “vantagem” que os estoques proporcionam de aliviar os problemas de sincronia entre os processos. No ocidente, os estoques são vistos como um “mal necessário”. O mapeamento da cadeia de valor permite identificar a posição da Perda por Estoque e aplicar contra-medidas de forma a reduzi-la gradativamente.

A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques. Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação de máquinas e os lead times de produção, sincronizando-se os fluxos de trabalho, reduzindo-se as flutuações de demanda, tornando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos.

Deming (1990) afirma que “o estilo atual de administração é o maior causador de desperdícios, causando perdas cuja gravidade não pode ser avaliada ou medida”, que “é impossível conhecer a magnitude das perdas (...) podemos aprender a administrar essas perdas” e, finalmente, destaca que é de extrema importância solucionar as “doenças fatais da administração”.

Dentro desse contexto, Hines & Taylor (2000) afirmam que quando pensamos sobre desperdício é comum definir três diferentes tipos de atividades quanto à sua organização:

- *Atividades que agregam valor*: são atividades que, aos olhos do consumidor final, agregam valor ao produto ou serviço. Ou seja, atividades pelas quais o consumidor ficaria feliz em pagar por elas.
- *Atividades desnecessárias que não agregam valor*: são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço e que são desnecessárias em qualquer circunstância. Estas atividades são nitidamente desperdícios e devem ser eliminadas a curto e médio prazo.
- *Atividades necessárias que não agregam valor*: são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço, mas que são necessárias. Trata-se de desperdícios difíceis de serem eliminados em curto prazo, e que, portanto, necessitam de um tratamento em longo prazo, ao menos que sejam submetidos a um processo de transformação radical.

Hines & Taylor (2000) acrescentam que nas empresas de manufatura (não World-Class) estes três tipos de atividades foram encontrados, em média, na seguinte proporção:

- 5% de atividades que agregam valor;
- 60% de atividades que não agregam valor ;
- 35% de atividades que não agregam valor, porém necessárias ;

Isso sugere a existência de um ambiente propício para a realização de esforços voltados para a redução do desperdício.

Algumas técnicas trazem aumento imediato de produtividade, como a introdução de manutenção preventiva, limpeza e organização. Outras técnicas requerem um esforço maior para que os resultados tenham impacto na produtividade. Nesse sentido, Li & Barnes (2000) investigam, através de simulação, a performance de um sistema que aplica produção puxada e o arranjo físico celular. Os autores concluem que quando o tempo de preparação é baixo, estas duas estratégias, juntas, trazem redução de estoques.

Com isso, este artigo focalizará quatro importantes pontos para o processo de transformação enxuta: a produção puxada, a produção nivelada, o sistema de controle *kanban* e o arranjo físico celular. Para tanto, eles serão estudados a seguir com maior profundidade.

3. A Produção Puxada, Nivelada e o Sistema de Controle Kanban

O Just-in-Time possui dois importantes pontos de apoio: a Produção Puxada e a Produção Nivelada, que, se combinados, minimizam o principal tipo de desperdício, a superprodução.

De acordo com Tardin (2001), nivelar a produção significa produzir todos os itens dentro de curtos intervalos de tempo. Quando se consegue fazer isso, é possível atender aos clientes prontamente, produzindo a quantidade certa, sem excesso de produção.

Ghinato (2000) define *Heijunka* como sendo a criação de uma programação nivelada através do seqüenciamento de pedidos em um padrão repetitivo e do nivelamento das variações diárias de todos os pedidos para corresponder à demanda no longo prazo. Dito de outra maneira, *heijunka* é o nivelamento das quantidades e tipos de produtos.

A programação da produção através do *heijunka* permite a combinação de itens diferentes de forma a garantir um fluxo contínuo de produção, nivelando também a demanda dos recursos de produção. O *heijunka*, da forma como é utilizado na Toyota, permite a produção em pequenos lotes e a minimização dos inventários.

Womack & Jones (1998) definem a produção puxada como a capacidade de projetar, programar e fabricar exatamente o que o cliente quer e quando o cliente quer. Joga-se fora a previsão de vendas e simplesmente faz-se o que os clientes lhe dizem que precisam. Em termos gerais, significa que um processo não deve produzir um bem ou serviço até que o processo seguinte o solicite.

Tardin (2001), afirma que a produção deve ser feita de acordo com o pedido real do cliente, e não de acordo com a previsão de consumo do mesmo porque, na maioria das vezes, estes dois não são iguais. Isso acarreta inventário e excesso de produção, que traz os prejuízos mencionados anteriormente.

O sistema de puxar a produção é iniciado pela última etapa do processo antes de se ter fluxo contínuo. Este sistema exige que existam pequenos estoques de peças prontas ao final das etapas. Estes estoques, criados segundo a lógica da produção puxada, são conhecidos como supermercados.

Segundo Ghinato (2000), a produção puxada na Toyota é viabilizada através do *kanban*, um sistema de sinalização entre cliente e fornecedor que informa ao processo-fornecedor exatamente o que, quanto e quando produzir. O sistema *kanban* tem como objetivo controlar e balancear a produção, eliminar perdas, permitir a reposição de estoques baseado na demanda e constituir-se num método simples de controlar visualmente os processos.

Através deste sistema, o processo subsequente (cliente) vai até o supermercado (estoque) do processo anterior (fornecedor) de posse do *kanban* de retirada, que lhe permite retirar deste estoque exatamente a quantidade do produto necessária para satisfazer suas necessidades. O *kanban* de retirada então retorna ao processo subsequente acompanhando o lote de material retirado. No momento da retirada do material pelo processo subsequente, o processo anterior recebe o sinal para iniciar a produção deste item através do *kanban* de produção, que estava anexado ao lote retirado.

Por fim, quando o sistema Kanban é combinado com o Nivelamento da Produção, os estoques de matéria-prima, material em processo e produtos acabados podem ser bem menores. Com isso, a empresa pode diminuir o tempo de resposta para o cliente, sem precisar manter grandes quantidades de material em estoque, o que acarreta em custos relacionados ao excesso de produção. (TARDIN, 2001).

4. Arranjo físico celular

De acordo com Lopes (1998), o layout do setor produtivo é responsável por grande parte dos desperdícios identificados pela filosofia da Produção Enxuta. Os tipos de desperdícios

diretamente relacionados à disposição dos meios de produção são o transporte, a movimentação nas operações e os estoques.

O *layout* consiste da disposição física das máquinas e postos de trabalho dentro do prédio de cada unidade produtiva (MOURA *et al.*, 2002).

A disposição dos postos de trabalho, isto é, *layout*, tem influência sobre vários aspectos, como por exemplo: níveis de estoque e sua utilização; área utilizada; utilização da mão-de-obra; manuseio e movimentação de materiais; complexidade do processo produtivo; flexibilidade da produção.

Corrêa & Gianesi (1996) destacam que o layout do processo de produção deve ser celular, dividindo-se os componentes produzidos em famílias com determinado roteiro de produção e formas similares; dessa forma, pode-se montar pequenas linhas de produção (células), de modo a tornar o processo mais eficiente, reduzir a movimentação e o tempo gasto com a preparação da máquina.

Entre as principais vantagens de um bom layout pode-se citar: reduzida movimentação de materiais e a alta flexibilidade (pode suportar mudanças no design do produto, no mix de produtos e no volume de produção); pouco trabalho em processo e a redução do inventário em processo, além do baixo tempo total de produção por unidade; alta utilização das máquinas; diminuição das distâncias percorridas; além de outros resultados positivos devido à ampliação das funções dos trabalhadores. Sua principal consequência é a necessidade de um estoque de trabalho em processo para eliminar a necessidade de aumentar a movimentação de material para as células.

Por fim, um plano de implementação destas técnicas e ferramentas corresponde à definição dos pontos de melhoria e das ações que devem ser tomadas em relação à situação atual.

Sendo o Sistema de Produção Enxuta um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos por meio de redução contínua de desperdícios, torna-se necessário saber quais práticas e ferramentas são mais eficientes para esse fim. Nesse sentido, é importante confrontá-las àquelas disfunções que estejam associadas aos desperdícios diagnosticados.

5. Relacionamento entre os desperdícios e técnicas a serem adotadas em um Sistema de Produção Enxuta

Com base nas técnicas e ferramentas descritas anteriormente, é proposta a Tabela 1 como ferramenta de suporte à definição de qual prática é mais apropriada para cada tipo de desperdício.

Prática/Desperdício	Superprodução	Espera	Transporte excessivo	Processos inadequados	Inventário desnecessário	Movimentação desnecessária	Produtos defeituosos
Arranjo físico celular	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM
<i>Kanban</i>	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
Produção Puxada	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
Produção Nivelada	SIM	TALVEZ	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO

Tabela 1 – Relação entre as práticas e ferramentas lean citadas e os tipos de desperdício

6. Considerações Finais

A tabela acima é uma ferramenta de suporte à definição das iniciativas de melhoria. Contudo, outras práticas e ferramentas como Gestão Visual, Mecanismos “Poka-Yoke” de prevenção de falhas, Compras JIT, Intercâmbio de Informações com Fornecedores, Projeto Modular, Manutenção Preventiva, Redução dos tempos de Set up, entre outras, também são utilizadas por organizações com aplicações bem sucedidas do Sistema de Produção Enxuta. Dessa forma, o agente de mudança não deve se basear somente nas práticas e ferramentas mencionadas acima no momento de definir quais melhorias adotar.

Além disso, no livro *Going Lean* (Hines & Taylor, 2000) são apresentadas outras seis técnicas e ferramentas lean que foram utilizadas. A Figura 2 dá uma visão geral de qual ferramenta é mais apropriada para cada tipo de desperdício.

Prática/Desperdício	Superprodução	Espera	Transporte excessivo	Processos inadequados	Inventário desnecessário	Movimentação desnecessária	Produtos defeituosos
Mapeamento das Atividades Processadas	TALVEZ	SIM	SIM	SIM	TALVEZ	SIM	TALVEZ
Matriz da Cadeia de Suprimentos	TALVEZ	SIM	NÃO	NÃO	SIM	TALVEZ	NÃO
Varição do Funil de Produção	NÃO	TALVEZ	NÃO	TALVEZ	TALVEZ	NÃO	NÃO
Mapeamento do Filtro da Qualidade	TALVEZ	NÃO	NÃO	TALVEZ	NÃO	NÃO	SIM
Mapeamento da Amplificação da Demanda	TALVEZ	TALVEZ	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
Análise do Valor Agregado ao longo do tempo	SIM	TALVEZ	TALVEZ	TALVEZ	TALVEZ	NÃO	TALVEZ

Tabela 2 – Relação entre as ferramentas lean e os tipos de desperdício

Por fim, num primeiro momento, nem todos os princípios, práticas e ferramentas poderão ser contemplados em apenas um processo de transformação enxuta. Por outro lado, é importante que os agentes de mudança iniciem este processo com os recursos disponíveis em mãos. “*Mesmo se descobrir que algumas empresas têm problemas estruturais graves, você não vai piorar as coisas tornando-as enxutas, pois o investimento de capital necessário é extremamente pequeno. (Lembre-se: se um grande investimento for necessário, sua empresa não está se tornando mais enxuta)*” (WOMACK, 1996).

Referências

- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. (1996) *Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*. Atlas S.A: São Paulo.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. (2001) *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. Atlas S.A: São Paulo.
- DEMING, W. (1990) *Qualidade: a Revolução da Administração*. Marques Saraiva: Rio de Janeiro.
- GHINATO, P. (1996) *Sistema Toyota de Produção: Mais do que Simplesmente Just-in-Time*. EDUCS - Editora da Universidade de Caxias do Sul: Caxias do Sul.
- GHINATO, P. (2000) *Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações*. UFPE: Recife.
- GHINATO, P. (2002) *Lições Práticas para a Implementação da Produção Enxuta*. EDUCS - Editora da Universidade de Caxias do Sul: Caxias do Sul.
- HINES, P.; TAYLOR, D. (2000) *Going Lean. A guide to implementation*. Lean Enterprise Research Center. Cardiff, UK.
- JACKSON, P. R.; MARTIN, R. (1996) *Impact of Just-in-Time on Job Content, Employee Attitudes and Well-Being: A Longitudinal Study*. Taylor & Francis.
- LUBBEN, R. (1989) *Just-in-Time: uma Estratégia Avançada de Produção*. Editora McGraw-Hill: São Paulo.
- MOURA, D. A.; MARTINS, L. A. P.; ALMEIDA, M. L. (2002) *Aplicação das Técnicas e Ferramentas da Disciplina Administração da Produção e Operações, Visando Aumento da Qualidade e Produtividade num Centro de Distribuição Domiciliar dos Correios*. Administração On-line - Prática, Pesquisa e Ensino, Vol. 3, No. 2.
- MULLARKEY, S.; JACKSON, P. R. & PARKER, S. K. (1995) *Employee Reactions to JIT Manufacturing Practices: a two-phase Investigation*. MCB University Press, International Journal of Operations and Production Management, Vol. 15, No. 11, 5, pp. 62-79.
- REIS, H. L. (1994) *Implantação de Programas de Redução de Desperdício na Indústria Brasileira - um Estudo de Caso*. Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas Instituto de Pesquisa e Pós-Graduação em Administração: Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado).
- SCHONBERGER, R. J. (1992) *Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições Ocultas Sobre Simplicidade*. Pioneira: São Paulo.
- TARDIN, G. G. (2001) *Kanban e o Nivelamento da Produção*. Universidade Estadual de Campinas - Departamento de Engenharia de Fabricação: Campinas. Dissertação (Mestrado).
- WOMACK, J. (1996) *An LEI new year's resolution: no wallpaper!*. Email Updates /www.lean.org.br//.
- WOMACK, J.; JONES, D. (1998) *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Editora Campus: Rio de Janeiro.