

ANÁLISE DAS 7 PERDAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO IDENTIFICADAS EM UMA DISTRIBUIDORA DE AÇO.

LACERDA, Tiago ; FORTES, Roberto M.B.

tgomx90@gmail.com

Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão Oswaldo Cruz

Resumo: *A competitividade entre as empresas tem causado uma incessante busca pela perfeição nos processos e conseqüentemente investimentos em tecnologia para produzir, tudo isso com o intuito de reduzir o custo, manter a qualidade, aumentar a produtividade e fidelizar o cliente. Dentre os diversos métodos podemos destacar especificamente a Produção Enxuta, este método visa implementar técnicas e ferramentas que possibilitam a exclusão de processos desnecessários na produção, eliminar desperdícios no processo produtivo e propor melhoria contínua, tais práticas permitem a redução nos custos e que seja agregado valor ao produto.*

Palavras-chave: *Melhoria contínua. Produção enxuta. Produtividade.*

Abstract: *The Competitiveness between companies has caused an incessant search for process perfection and consequently investments in technology to produce, all in order to reduce costs, maintain quality, increase productivity and increase customer loyalty. Among the several methods we can specifically highlight Lean Production, this method aims to implement techniques and tools that allow the exclusion of unnecessary processes in production, eliminate waste in the production process and propose continuous improvement, such practices allow the reduction in costs and that is added value to the product.*

Keywords: *Continuous Improvement. Lean Production. Productivity*

1 INTRODUÇÃO

Após a segunda guerra mundial o Japão passava por grandes dificuldades e com a indústria automotiva japonesa não foi diferente. Esse ambiente de escassez motivou a Toyota a idealizar um novo sistema de produção que ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) a partir deste sistema surge a filosofia de Produção Enxuta ou Lean Manufacturing.

Esta nova forma de produzir fez com que Toyota a obtivesse excelentes resultados em relação aos concorrentes que adotavam o sistema de produção em massa, este sistema era adotado pelas montadoras norte-americanas e europeias (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Somente o ato de produzir não era garantia de atender as exigências do mercado, a exigência era por uma diversidade de produtos, atendimento no tempo, hora e local correto, com estas variáveis foi desenvolvido o sistema just-in-time. A exigência por produtos que realmente superassem as expectativas dos clientes motivou a criação de outro sistema baseado em melhoria contínua chamado de Kaizen, não basta entregar o produto, mas sim melhorar o processo que o produto passa desde a aquisição da matéria-prima, transformação e entrega do mesmo com valor agregado para o cliente.

A manufatura enxuta não está associada somente a produção, está filosofia e técnicas devem permear todos os departamentos de uma empresa para que os níveis de produtividade sejam alcançados, muito mais do que ferramentas a Produção Enxuta é uma filosofia que visa a minimização de desperdícios que as atividades geram sejam num ambiente fabril ou produtivo de bens ou serviços. Por ter suas origens na indústria automobilística as ferramentas da Produção Enxuta não se limitam as fábricas, mas podem ser aplicadas nos mais diversos ramos de atuação de uma indústria independente do produto fabricado e isto se aplica também na prestação de serviços. A Produção Enxuta aborda diversas ferramentas que auxiliam na eliminação de desperdícios, melhoria contínua, eliminação de estoque, medidas dos níveis de produtividade, organização, mapeamento do fluxo de valor algumas destas serão abordadas neste presente artigo a fim de mostrar os conceitos e aplicação da Manufatura Enxuta e como esta nova forma de produzir revolucionou a indústria japonesa automobilística Toyota.

2 PRODUÇÃO ENXUTA

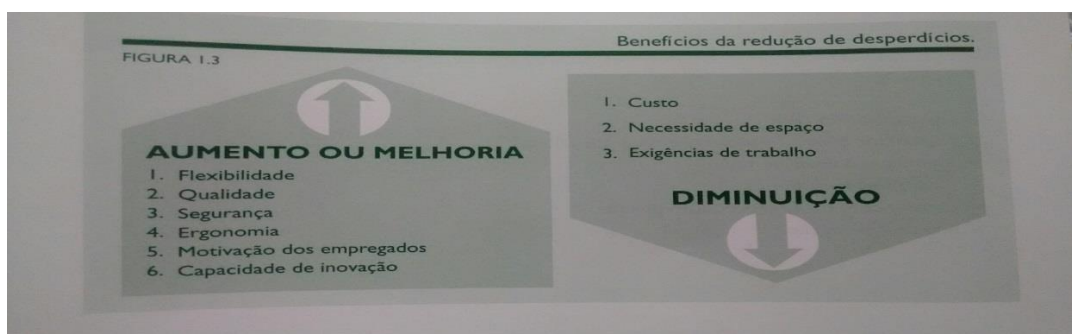
A Produção Enxuta surgiu da necessidade de se produzir mais com menos, ou seja, era necessário produzir mais com os mesmos ou menos recursos e com qualidade superior em relação aos concorrentes, desta forma a produtividade de uma organização seria afetada. Após a adoção do sistema Produção Enxuta as diferenças de produtividade foram significativas entre as indústrias japonesa e norte-americana. (SANTOS; 2011).

As montadoras norte-americanas bem como as europeias tinham o foco na produção em massa, ou seja, voltado para estoque, estas empresas garantiam o fornecimento do seu produto com altos volumes em estoque. Este tipo de produção em grandes quantidades se deu no século XX, foi desenvolvido por Henry Ford e era caracterizado pela padronização e produção de um alto volume de produtos a ideia de produção enxuta veio contrapor o sistema de produção em massa. O livro de James P. Womack e Daniel T. Jones, "A Máquina que Mudou o Mundo" foi um estudo sobre a indústria automobilística mundial que ajudou a difundir a Produção Enxuta ao restante do mundo. (WERKEMA; 2008).

A origem da Produção Enxuta está no Sistema Toyota de Produção que por sua vez está focada na redução dos sete tipos de desperdícios identificados por Ohno, este responsável pela criação do sistema citado, a seguir estão os desperdícios: defeitos, excesso de produção, estoques, processamento desnecessário, movimento desnecessário, transporte desnecessário e espera. (WERKEMA; 2008)

O foco na eliminação e solução dos sete desperdícios gera benefícios para a organização e agrega valor ao produto final consequentemente desta forma o cliente é fidelizado e a empresa garante a perpetuidade e destaque no seu segmento perante a sociedade, concorrentes e outras partes interessadas no negócio. A figura 1 apresenta os benefícios da redução de desperdícios.

Figura 1 Ilustração dos benefícios da redução de desperdícios.



Fonte: Werkema (2008)

O Sistema Toyota de Produção atual, começou a ganhar forma no final da segunda guerra mundial, todo esse processo de transformação levou mais de vinte anos para ser consolidado, neste tempo foram desenvolvidos diversos princípios e mecanismos, como: 5 porquês, o conceito de Autonomia, o just-in-time, o kanban e o princípio da completa eliminação de perdas. (GHINATO, 1996).

Na época diziam que a produtividade americana superaria a japonesa em nove vezes Ohno concluiu que esta diferença não era devido a nenhum tipo de esforço físico ou excesso de mão-de obra americana, mas estava relacionada a atividades desnecessárias que os japoneses realizavam em suas fábricas, a partir daí foi realizado um estudo que identificou as 7 perdas na qual o Sistema Toyota de Produção está estruturado. A seguir há uma explanação sobre os pilares do STP.

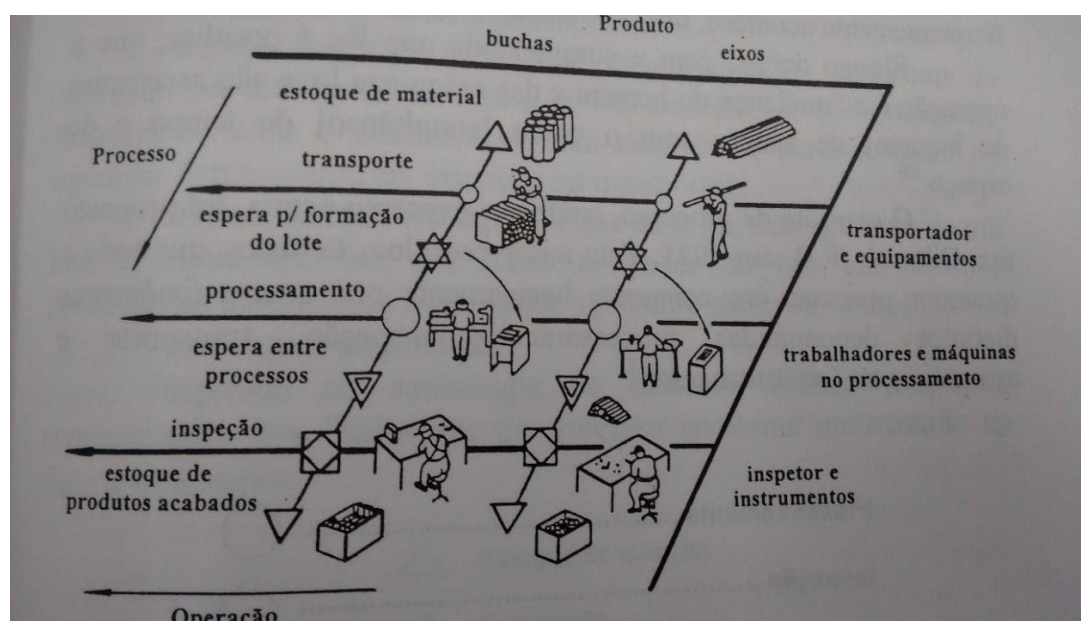
- a) **JIT (Just-in-time)**, no qual dá ênfase na entrega do que é necessário, quando necessário e na exata quantidade necessária, JIT proporciona a eliminação de desperdícios, redução de estoques, altos níveis de qualidade do produto, tempos de setup reduzidos e leadtimes reduzidos. (RAGO et al., 2003).

O que torna o STP eficaz é a combinação da técnica JIT e a eliminação de perdas, no entanto o Sistema Toyota de Produção não está limitado no just- in- time. (GHINATO, 1996).

A flexibilização da manufatura é a principal característica do JIT, a produção deve ser flexível o suficiente para produzir qualquer um de seus produtos sem prévio aviso, atendendo desta forma as necessidades dos clientes. (RAGO et al., 2003).

- b) **Autonomia** outro pilar importante do STP atua em conjunto com o JIT, está técnica consiste em facultar ao operador ou a máquina a decisão de parar ou continuar um processo. O operador pode parar a máquina assim que alguma anomalia no processo ocorrer ou finalizar uma ordem de produção.
- c) **Mecanismos da função produção:** a produção é uma rede em que processos e operações estão conectados. (GHINATO, 1996). A estrutura deste mecanismo é constituída de uma rede funcional dinâmica de processos e operações combinadas em fluxos ortogonais. A figura 2 a seguir representa a estrutura de uma produção.

Figura 2 Ilustração da estrutura de uma produção.



Fonte: Ghinato (1996).

- d) O Princípio do não-custo e a lógica das perdas: A crise do petróleo abalou profundamente a economia mundial, e foi uma oportunidade para as indústrias japonesas desenvolver todo o potencial do Sistema Toyota de Produção. Não era mais possível impor preços ao mercado e transferir os custos ao consumidor.

Fórmula do “princípio de custo”: $PREÇO = CUSTO + LUCRO$

Com a crise no mercado os consumidores passaram a escolher o que comprar e determinar o preço de venda, os preços passaram a ser ditados pelo mercado e não pelo produtor. A partir daí é válida a seguinte lógica:

$PREÇO - CUSTO = LUCRO$

- e) Perdas: O objetivo do STP é a completa eliminação de desperdícios tanto de bens de consumo e serviços e aumento da produtividade, e reconhecendo o estoque excessivo como o maior desperdício, a implantação do STP está focada na eliminação dos 7 desperdícios abordados, são eles: superprodução, tempo de espera, transporte, processamento, excesso de estoque, movimentos desnecessários e produção de produtos defeituosos. (FABRICIO, 2013).

Para Ohno (1997) o entendimento do que é perda está relacionada a correta compreensão que:

1º Aumentar a eficiência só faz sentido quando o objetivo é reduzir custos.

2º A melhoria deve ser contínua (Kaizen) em todos os estágios da produção.

Para Ohno existe sete tipos de perdas que serão classificadas abaixo:

2.1 Perda por “Superprodução”

De todas as perdas esta é a considerada mais onerosa, pois tem a propriedade de esconder outras, e exige alto grau de complexidade para ser eliminada. Foi classificado dois tipos:

- i) Superprodução por quantidade, é perda por produzir além do programado ou previsto (sobram peças/produtos), é um tipo de produção que já foi superado no STP. (GHINATO, 1996)
- ii) Superprodução por antecipação, é um tipo de produção realizado antes do tempo programado, o produto é fabricado e fica em estoque aguardando o tempo oportuno para ser utilizado ou vendido. (GHINATO, 1996).
Este tipo de produção pode ser combatido com as filosofia just-in-time, ou seja, produzir no momento em que é solicitando.

2.2 Perdas por Transporte

Pode ser a movimentação de material ou informação, a movimentação deste não agrega nenhum tipo de valor. A eliminação deste tipo de perda pode ser efetiva através do entendimento do mecanismo função produção.

2.3 Perdas no processamento

São partes no processamento de produção de um produto ou serviço que podem ser eliminados sem prejudicar o resultado final e as características e propriedades de um bem, a eliminação de parte de um processo poder ser conseguida através da análise do VSM (Value Stream Map).

2.4 Perdas por fabricação de produtos defeituosos

São os bens que foram produzidos fora das especificações de qualidade e que por este motivo não satisfazem os requisitos de aplicação ou uso. Dentre as setes perdas esta é mais comum e visível porque ela está diretamente relacionada ao bem ou serviço produzido, este tipo de perda tem por característica gerar retrabalho ou sucateamento.

2.5 Perdas por estoque

Os estoques são alvos a serem eliminados, porém só se obtém êxito identificando as suas causas. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009)

O excesso de estoque é causado por matérias-primas ou produtos dentro do depósito aguardando algum tipo de processamento, este tipo de inconveniente causa: Atraso no prazo de entrega, dificuldades na melhoria dos processos (Kaizen), uso de espaços desnecessários, necessidade de controle, inspeção e movimentação, aumento do capital de giro. (OISHI, 1995) Para Ghinato (1996) a perda por estoque com material acontece quando um lote de 1000 está em processamento e após a primeira peça ser processada está ficando aguardando as outras 999 peças passar pelo mesmo processamento para completar o lote e seguir adiante, cada peça passa pela espera da anterior.

Altos estoques também podem ser causados por uma previsão de demanda equivocada ocasionando compra excessiva de um produto acabado ou matéria-prima que não terá a saída prevista, a previsão de demanda tem um papel importante na gestão de um estoque porém esta abordagem não é alvo do artigo, pois o Sistema Toyota de Produção trabalha com produção puxada, ou seja, é produzido algo somente mediante solicitação do cliente ou processo (Just-in-time), não sendo permitido a estocagem com base em uma suposta previsão de consumo.

2.6 Perdas por movimentação

As perdas por movimentação estão relacionadas a atividades que não agregam valor ao produto, são movimentos desnecessários que um operador ou máquina realizada durante um processamento, este tipo de perda pode ser reduzido com uma análise de tempos e métodos.

Para Oishi (1995) estes tipos de perda conduzem a: aumento de pessoal ou quantidade de trabalho, não utilização das técnicas recomendadas às operações, instabilidade nas operações e operações desnecessária.

2.7 Perda por espera

Este tipo de perda está relacionado a inatividade da máquina ou operador, ou seja, nenhum processo é realizado. É um problema relativo a espera por matéria-prima, operação, transporte, inspeção, folgas.

Há dois tipos de perdas: a perda por espera do trabalhador, este deve permanecer junto a máquina acompanhando o processo do início ao fim, e a perda por espera das máquinas, que é a espera por suprimentos ou matéria-prima ou desbalanceamento do fluxo de produção. (GHINATO, 1996).

Para Oishi (1995) este tipo de perda resulta em: desperdícios de homens e máquinas e aumento de estoques intermediários.

3 ESTUDO DE CASO

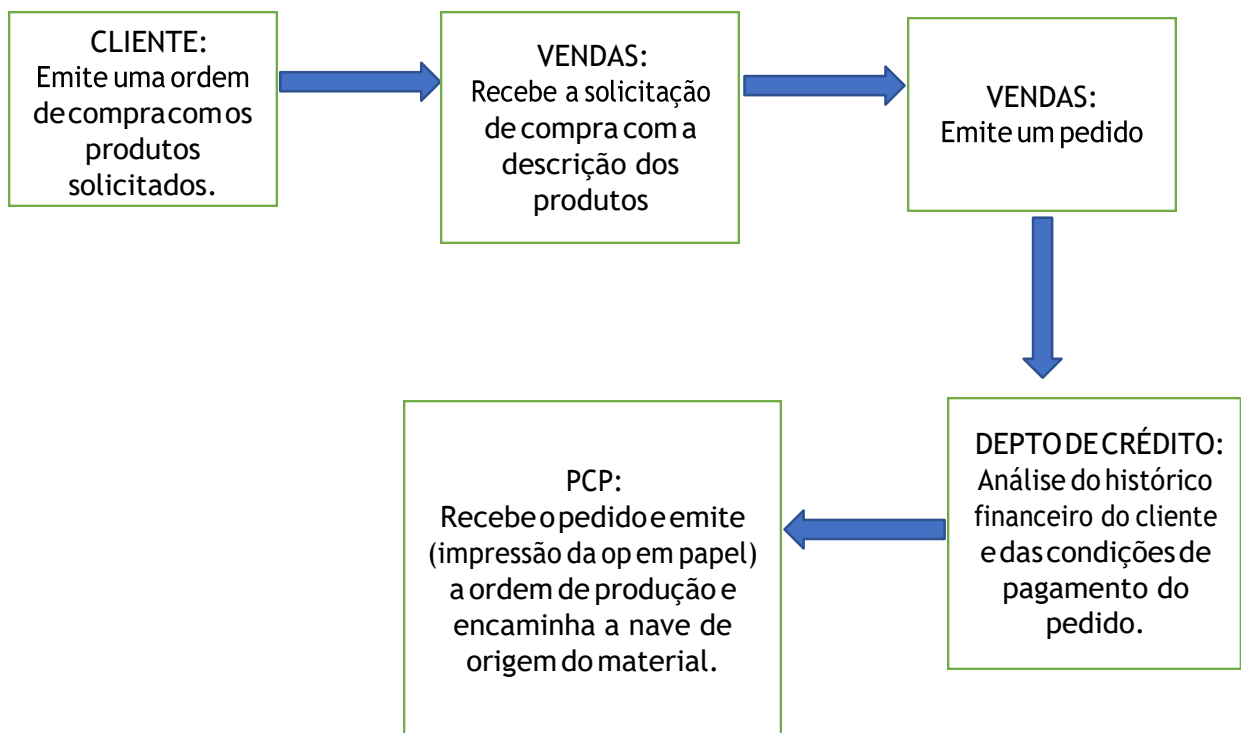
3.1 A Empresa

O estudo de caso é feito em uma empresa que atua no ramo de distribuição de aço, possuindo seis divisões. A companhia atua com soluções completas ao disponibilizar barras de aço para construção mecânica e tubos de aço carbono, conexões e flanges, chapas e tubos de aço inoxidável, trefilação, aços resulfurados. O Grupo conta com sua sede no estado de São Paulo e suas filiais localizadas na Caxias do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e Sertãozinho – SP, cobrindo, assim, todo o território nacional com agilidade e precisão.

3.2 Descrição do processo

O alvo do estudo é a divisão de Tubos e Aços, está é responsável pela distribuição de barras de aço laminado, trefilado e tubos. Todos os produtos são comprados e armazenados em estoque até o momento da revenda, cada produto é armazenado em um local (chamado de nave), no total são 17 naves, sendo que estas armazenam apenas produtos da mesma família, exemplo: aços trefilados são armazenados em local (nave) diferente do aço laminado, tubos mecânicos são estocados em local diferente dos tubos com costura. O processo consiste basicamente na compra do produto, estocagem e posterior retirada do estoque de acordo com a quantidade comprada pelo cliente. A figura 3 a seguir representa o fluxo de liberação de pedidos.

Figura 3. Processo de pedido.



Fonte: Autor.

Tudo se inicia quando o PCP recebe via sistema do Departamento de crédito o pedido e emite a ordem de produção (contendo as especificações do cliente, como: tipo de produto comprado, quantidade, a unidade em que foi vendida se foi por kg, peça ou metro).

Um colaborador do PCP recebe os pedidos via sistema, analisa a disponibilidade do material em estoque, data de entrega e emite o pedido que pode conter diversos produtos. Todos os pedidos emitidos com o prazo de entrega que estão no decorrer de dois dias são programados com a mesma data de finalização.

Há casos de pedidos que se enquadra em produtos acabados disponíveis em estoque, estes são impressos em folhas brancas. Os pedidos que solicitam um retrabalho no material como: galvanização, pintura, tratamento térmico, etc, que exigem um prazo maior de entrega pois o produto é enviado a um terceiro para a realização dos retrabalhos e posterior envio ao cliente, estes são emitidos em folhas azuis.

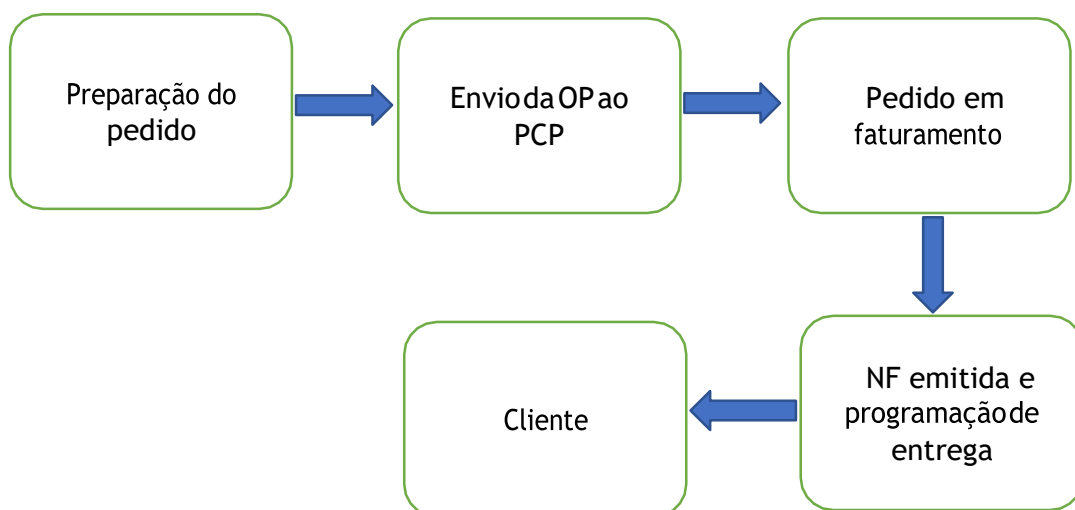
Há também os pedidos classificados como Topfifty, este foram os clientes recuperados pela empresa e que em algum momento no passado deixaram de comprar, este tipo de cliente exige uma tratativa diferenciada na preparação do pedido, este cliente é sinalizado para a produção com ordens de produção impressas em folhas amarelas.

Após a impressão dos pedidos o colaborador do PCP faz a separação das ordens de produção por nave e na sequência a distribuição por nave.

Na ordem de produção há duas datas: a data real de entrega é a data em que o material deve ser entregue no cliente e há também a data PCP. A data PCP sempre será um dia antes da data real de entrega, porém a única data que aparecesse no pedido é a data PCP. A data de entrega real é omitida para a produção. Considerando o início da semana no dia 08, segunda-feira, todos os pedidos que estão com a data de entrega até o dia 10 irão para separação com data PCP dia 08, a produção visualiza esta data e entende que os pedidos deverão ser finalizados ainda neste dia. O colaborador da produção recebe o pedido, identifica o material, a quantidade solicitada e começa a separação do produto. Na sequência é feita a pesagem do material e o mesmo é colocado na área de pedidos para entrega. Após a finalização, a ordem de produção é preenchida com a hora e data de início e finalização e encaminhada ao PCP para apontamento.

Apesar de existir o problema de preparação de pedidos antecipadamente, a entrega não é antecipada. Podemos perceber que neste caso a operação da empresa faz a prática do just-in-time, visto que um dos pilares desta ferramenta é a entrega na data correta. Todos os pedidos são faturados somente um dia antes da data de entrega. Desta forma, a empresa tem tempo hábil para roteirizar as entregas e evitar o atraso junto ao cliente. A figura 4 a seguir mostra o fluxo que o pedido segue da produção até o cliente.

Figura 4 Fluxo do pedido.



Fonte: Autor.

3 PERDAS RELACIONADAS A PREPARAÇÃO DE PEDIDOS

3.1 Superprodução

Como citado acima todos os pedidos que estão com a data de entrega para até dois dias em diante são enviados a produção para separação com a mesma data de finalização, na prática isto tem causado um excesso de produção, toda a força de trabalho está investido tempo, mão-de-obra e maquinário em um pedido que não será entregue, mas como a O.P vem do PCP com a mesma data, a equipe de produção trabalha em um pedido que supostamente será entregue no dia seguinte e na realidade a entrega está programada para daqui dois dias.

3.2 Perda por transporte

Quando há um excesso de pedidos (gargalo) que necessitam de corte do material este é movimentado para outra nave, esta movimentação é favorecida pela forma em que o estoque foi projetado, pois a movimentação do material é feita por ponte-rolante, porém este é um recurso que é utilizado indiscriminadamente e sem critérios envolvendo até 4 colabores para realizar um serviço que somente um realizaria em sua nave de origem.

3.3 Perda por fabricação de produto defeituoso

Este tipo de defeito em alguns casos é verificado visualmente, por exemplo, a oxidação de um material pode ser identificada pelo próprio operador na hora da preparação do pedido, visto que este é um dos defeitos que mais os clientes rejeitam o produto trefilado, esta é uma perda que esporadicamente ocorre, pois, a inspeção visual é feita somente nas barras externas da embalagem, ocasionando a impressão que todas as barras estão sem pontos de oxidação.

3.4 Perda por espera

Este tipo de perda também ocorre em alguns momentos que o PCP está emitindo as ordens de produção e o operador já finalizou todos os pedidos, neste intervalo o operador da nave não executa nenhuma atividade, há também os casos de pedidos que solicitam peças cortadas em que o operador permanece junta a máquina esperando o fim do corte para seguir adiante com material para a embalagem e área de pedido respectivamente.

3.5 Perda por estoque

Este tipo de perda está relacionado com a perda por superprodução, após a separação do produto pelo operador o mesmo vai para uma área de pedidos que nada mais é do que o estoque. Como as preparações dos pedidos são antecipadas há excesso de pedidos prontos que ficam aguardando a expedição ou a coleta por parte do cliente.

Estes pedidos ocupam áreas significativas de cada nave e impedem que sejam alocados materiais provenientes dos fornecedores, este tipo de perda tem sido uma das mais complexas porque exige retrabalho por parte de diversos departamentos.

A produção percebe um pedido que está parado na área de pedido e informa o PCP, este por sua vez entra em contato com o pós-venda para verificar se a venda foi cancelada, caso a informação de cancelamento do pedido não esteja confirmada é feito o contato com o cliente que demora dias e até meses para confirmar ou não o cancelamento. Confirmado o cancelamento o PCP solicita o cancelamento da nf junto ao departamento de faturamento e providencia o retorno do material para o estoque, emitindo diversas etiquetas para a barras ou

tubos que enviadas ao operador da nave que é responsável pelo retorno do material ao estoque de produtos disponíveis para a venda.

3.6 Perda no processamento e movimentação

As perdas no processamento e movimentação não foram identificadas. Para realizar a análise de perdas no processamento é necessário um estudo detalhado do M.F.V (Mapeamento do fluxo de valor), está ferramenta da filosofia Lean auxilia na exclusão de processos desnecessários na produção de um bem ou serviço que não agregam valor.

As perdas por movimentação também não foram identificadas, este tipo de perda está relacionado aos movimentos desnecessários que os operadores realizam durante suas atividades.

4 MELHORIAS PROPOSTAS

Fazer com que a produção trabalhe a preparação de pedidos de modo que sejam evitados os setes desperdícios mencionados no item 3.

O PCP será responsável por incluir nas ordens de produção a data correta da entrega, desta forma o operador priorizará o pedido de acordo com a data de entrega e não de uma forma aleatória.

O P.C.P terá um maior controle dos pedidos que estão na produção, não haverá gargalos com pedidos que não são prioridades.

O próximo passo será implementar um programa de gestão de pedidos com MRP, onde o PCP visualiza a situação real da produção. Com esta ferramenta será possível evitar o envio de pedidos para as naves que estão com sobrecarga.

Para os materiais que necessitam de inspeção visual será informado na OP o tipo de solicitação, assim será evitado a preparação de produtos defeituosos e a insatisfação do cliente.

A finalidade das melhorias são auxiliar a produção efetivamente a praticar a gestão just-in-time, ou seja, o suprimento do item certo, no momento certo, na quantidade certa e no lugar certo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após uma análise nas naves de separação de materiais foi observado que o processo possui visivelmente alguns problemas.

A partir das melhorias sugeridas espera-se obter os seguintes resultados: a produção só irá preparar o que estiver dentro da data de entrega.

Os pedidos sairão do P.C.P com as datas de entrega reais, desta forma o operador identificará o que é realmente uma prioridade para faturamento no dia.

A área de pedidos ocupará menos espaço em estoque possibilitando que o espaço excedente seja utilizado para armazenar novo produtos comprados para revenda.

A restrição para que a produção trabalhe somente com os pedidos que são prioridades de entrega reduz também o custo com o transporte de materiais, já que quando havia um gargalo os pedidos eram transferidos para outra nave para preparação.

Espera-se com a prioridade somente do que é necessário, haja também redução com custos de energia, pois no transporte de materiais havia um excesso de utilização de ponte-rolante, empilhadeira e caminhões para a transferência do material para outras unidades de preparação.

Com uma gestão de preparação otimizada, os operadores terão mais autonomia para realizar as inspeções visuais nos materiais, evitando que seja preparado um material oxidado, pois perda com produtos defeituosos tem gerado custos com a devolução de produtos e retrabalhos.

6 CONCLUSÃO

Tendo como o objetivo principal deste estudo a identificação de perdas que ocorrem no processo de separação de pedidos em uma distribuidora de aço, a análise feita no processo é satisfatória pois expõe as perdas que ocorrem demonstrando a situação real e as oportunidades de melhoria.

A questão levantada neste estudo indica que todo o processo de separação de materiais deve ser reavaliado de acordo com as 7 perdas identificadas no STP, a eficiência no processo não está no volume de pedidos preparados, mas sim na prioridade de preparação de acordo com a data de entrega.

Como basicamente o processo se inicia no P.C.P com a impressão das ordens de produção, este departamento deve ser o responsável por indicar a produção através da data de entrega quais pedidos são prioridades de separação no dia, ou seja: praticar efetivamente o just-in-time, produzindo, separando e expedindo na hora certa.

Uma simples programação de datas evita que os pedidos sejam preparados de forma aleatória ou a critério do operador, a emissão de todos os pedidos que estão com o prazo de entrega em até dois dias com a mesma data gera inúmeros transtornos como: Perda por transporte, espera, defeitos, estoque, superprodução.

Os conceitos apresentados neste estudo podem aumentar a eficiência da distribuidora na preparação de pedidos e aumentar competitividade em relação aos concorrentes, consequentemente a entrega de valor ao cliente e não somente um produto.

REFERÊNCIAS

FABRICIO, Adriane. Identificação de perdas produtivas: Um estudo de caso em padaria e confeitaria. 2013. 30 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time. 1. Ed. Caxias do Sul: Educs, 1996.

MARTINS, Petrônio G; LAUGENI, Fernando. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

OISHI, Michitoshi. Tips: Técnicas Integradas na Produção e Serviços: Como Planejar, Treinar, Integrar e Produzir para ser Competitivo: Teoria e Prática. 1. ed. São Paulo: Pioneira, 1995.

RAGO, Sidney. et al. Atualidades na Gestão da Manufatura. 1. ed. São Paulo: Imam, 2003.

SLACK, Nigel.; CHAMBERS, Stuart.; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

WERKEMA, Cristina. Seis Sigma: Perguntas e respostas sobre o Lean Seis Sigma. 1. ed. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2008.