

Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real

José Antonio de Queiroz (EESC-USP) jaq@prod.eesc.usp.br
Antonio Freitas Rentes (EESC-USP) rentes@sc.usp.br
Cesar Augusto Campos de Araujo (EESC-USP) cesar@hominiss.com.br

Resumo

Este trabalho apresenta, inicialmente, uma explanação geral dos princípios que regem a produção enxuta, aprofunda, na sequência, a discussão sobre o mapeamento do fluxo de valor, e, por fim, aplica o mapeamento do fluxo de valor em uma situação real. Os resultados dessa aplicação evidenciam uma significativa transformação enxuta, o que é comprovado pelas expressivas reduções das movimentações, do lead time e da quantidade de pessoas envolvidas.

Palavras-chave: Produção, Enxuta, Mapeamento.

1. Produção enxuta

De acordo com Womack, Jones e Roos (1992), após a segunda guerra mundial a indústria japonesa desenvolveu um conjunto de novas práticas de manufatura que alavancaram sua competitividade global: trata-se das técnicas da produção enxuta.

Para Womack e Jones (1998), a palavra no alvo da produção enxuta é “desperdício”, definida como qualquer atividade que absorve recursos e não cria valor. O renomado executivo da Toyota, Taiichi Ohno (1912-1990), classifica o desperdício em 7 categorias: 1. produtos que não atendem às necessidades dos clientes; 2. etapas de processamento que na verdade não são necessárias; 3. erros que exigem retificação; 4. pessoas esperando porque uma atividade anterior não foi realizada no prazo; 5. produção de itens que ninguém deseja; 6. acúmulo de mercadorias nos estoques; 7. movimentação de pessoas e produtos de um lugar para o outro sem propósito.

2. Princípios enxutos

Felizmente, existe um antídoto poderoso para o desperdício: o pensamento enxuto. A seguir são apresentados os princípios que dão conteúdo ao pensamento enxuto, definidos por Womack e Jones (1998):

- valor: a produção enxuta busca eliminar as fontes de desperdício e criar valor; portanto, o ponto de partida do pensamento enxuto é o valor; o valor só pode ser definido pelo cliente, caso contrário, corre-se o risco de fornecer eficientemente para o cliente algo que ele efetivamente não deseja;
- cadeia de valor: a cadeia de valor implica em enxergar o todo; em geral, o mapeamento da cadeia de valor mostra que ocorrem três tipos de atividades ao longo de sua extensão, ou seja, as atividades que certamente criam valor, as atividades que não criam valor, mas que são necessárias e as atividades que não criam valor e que também não são necessárias, devendo, portanto, ser imediatamente eliminadas;
- produção puxada: na produção puxada um processo somente será acionado quando o processo seguinte solicitar; o objetivo é construir um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita; em outras palavras, o cliente é quem deve puxar o produto, puxar a produção e puxar o valor; caso contrário, os processos

fornecedores tenderão a fazer o que os processos clientes não precisam naquele momento, levando, com essa prática, ao excesso de produção, à formação de estoques, à produção empurrada e, enfim, ao desperdício;

- fluxo de valor enxuto: especificado o valor com precisão, mapeada a cadeia de valor e estabelecida a produção puxada, é necessário fazer com que as atividades que criam valor fluam em um fluxo de valor contínuo e estável, o chamado fluxo de valor enxuto; idealmente, os produtos deveriam sempre fluir em um fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado, sem movimentos inúteis, sem interrupções, sem lotes e sem filas;
- perfeição: à medida que os princípios anteriores sejam alcançados, ocorrerá a todos os envolvidos que as oportunidades de redução de esforço, de erro, de espaço, de tempo e de custo, são infinitas, possibilitando à empresa oferecer um produto que se aproxima cada vez mais do que o cliente realmente quer; de repente, a perfeição, o quinto e último elemento do pensamento enxuto, não parecerá mais uma idéia maluca.

3. Mapeamento do fluxo de valor

De acordo com os princípios enxutos, o objetivo principal da produção enxuta é o fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado, o que significa levar em conta o quadro mais amplo e não apenas os processos individuais e buscar melhorar o todo e não somente as partes isoladas. Rother e Shook (1999) afirmam que para criar o fluxo de valor enxuto a técnica mais apropriada e importante é o mapeamento do fluxo de valor, uma ferramenta extremamente simples desenvolvida e difundida mundialmente pelos próprios autores e que compreende: 1. o mapeamento do fluxo de material; 2. o mapeamento do fluxo de informação.

O mapeamento do fluxo de valor pode ser facilmente explicado da seguinte maneira: siga a trilha da produção de uma família de produtos de porta-a-porta da planta, do consumidor ao fornecedor, e, cuidadosamente, desenhe o mapa do estado atual de seus fluxos de material e de informação. Em seguida, elabore o mapa do estado futuro de como o seu valor deveria fluir, segundo fluxos futuros melhorados de material e de informação.

O fluxo de material é desenhado na parte de baixo dos mapas, da esquerda para a direita. Na medida em que se percorre o fluxo de material de uma família de produtos, poderão ser encontrados lugares onde o estoque se acumula. Esses pontos são importantes para serem desenhados no mapa da situação atual, pois eles mostram onde o fluxo está parando.

Por sua vez, o fluxo de informação é desenhado na parte superior dos mapas, da direita para a esquerda. Na medida em que se descobre como cada processo é informado sobre o que fazer e quando fazer para o seu processo cliente. Podem ser identificados os movimentos de materiais que são empurrados pelo produtor e não puxados pelo cliente.

Na produção empurrada os processos fornecedores tenderão a produzir partes que os seus processos clientes não precisam naquele momento, e tais partes serão empurradas para o estoque, em um sistema de “lote e empurra” que torna quase impossível o estabelecimento de um fluxo contínuo completo, peça fundamental para se conseguir atingir o objetivo principal da produção enxuta, que é criação de um fluxo de valor enxuto.

Nessa condição, cada processo tem a sua própria programação, operando como uma ilha isolada, não conectada ao processo seguinte, onde cada um produz em um ritmo e gera lotes de tamanhos que fazem sentido somente a partir de suas próprias perspectivas, e não a partir da ótica do fluxo de valor enxuto.

Ainda de acordo com Rother e Shook (1999), a aplicação prática do mapeamento do fluxo de valor deve seguir as etapas apresentadas na figura 1:

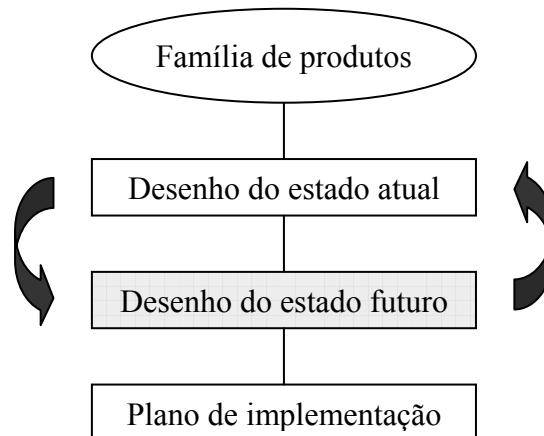


Figura 1 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor

- primeira etapa: selecionar uma família de produtos, composta por um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos similares em seus processos;
- segunda etapa: desenhar o estado atual e o estado futuro, o que é feito a partir da coleta de informações no chão de fábrica; as setas entre esses dois estados têm duplo sentido, indicando que o desenvolvimento de ambos são esforços superpostos; as idéias sobre o estado futuro virão à tona enquanto se estiver mapeando o estado atual, assim como desenhar o estado futuro mostrará importantes informações sobre o estado atual que passaram despercebidas anteriormente;
- terceira etapa: preparar um plano de implementação que descreva, em uma página, como se planeja chegar ao estado futuro; e tão breve quanto possível, colocá-lo em prática; então, assim que esse estado futuro tornar-se uma realidade, um novo mapa deverá ser desenhado, que nada mais é, que a melhoria contínua no nível do fluxo de valor; portanto, sempre deverá haver um mapa do estado futuro em implementação; afinal, um mapa do estado atual e todo o esforço para desenhá-lo são puro desperdício, a menos que se utilize esse mapa para rapidamente criar e implementar um mapa do estado futuro que elimine as fontes de desperdício e agregue valor ao cliente; por ter tamanha importância, o desenho do estado futuro aparece em destaque na figura 1.

É importante destacar que muitas pessoas são envolvidas na implementação enxuta e todas precisam entender o mapeamento do fluxo de valor. No entanto, o mapeamento em si e a equipe de implementação do estado futuro precisam ser liderados por uma única pessoa, alguém que enxergue através das fronteiras dos fluxos de valor de uma família de produtos e que faça as coisas acontecerem.

Não se pode esquecer, também, que o mapeamento do fluxo de valor é somente uma técnica. Assim, a questão básica de tornar-se enxuto não é apenas mapear. O mais importante é implementar o fluxo de valor enxuto. Segundo Rother e Shook (1999), o que torna o fluxo de valor enxuto é fabricar os produtos em um fluxo contínuo completo, com o *lead time* suficientemente curto para permitir a produção somente dos pedidos confirmados e com o tempo de mudança zero entre os diferentes produtos. Para isso, é necessário inúmeros mapas do estado futuro, cada um mais enxuto e mais próximo do ideal, com o processo fornecedor fazendo somente o que o processo cliente necessita e quando necessita.

Para implementar o fluxo de valor enxuto a produção enxuta busca, no mapa do estado futuro, ligar todos os processos, do cliente à matéria-prima, em um fluxo contínuo completo que gere o menor lead time, a mais alta qualidade e o mais baixo custo.

No entanto, para que o mapa do estado futuro consiga efetivamente atingir o fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado é fundamental obedecer algumas regras coerentes com os princípios enxutos, apresentadas a seguir:

- produzir de acordo com o *takt time*: o *takt time* é calculado dividindo-se o tempo disponível de trabalho pelo volume da demanda do cliente, e é utilizado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas, em particular no processo puxador; trata-se de um número de referência que dá a noção do ritmo em que cada processo deve estar produzindo para atender à demanda do cliente, sem que gere um excesso de produção;
- desenvolver um fluxo contínuo onde possível: o fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte, sem nenhuma parada e, conseqüentemente, sem muitos outros desperdícios;
- utilizar supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos anteriores: freqüentemente, há pontos no fluxo de valor onde o fluxo contínuo não é possível, havendo a necessidade de fabricar em lotes; nesses casos, é preciso instalar um sistema puxado com base em supermercados, onde o processo cliente vai ao supermercado e retira somente o que precisa e quando precisa, cabendo ao processo fornecedor produzir apenas para o reabastecimento; na prática, o responsável pela movimentação de material do processo cliente vem ao supermercado do processo fornecedor e retira somente o que precisa e quando precisa; essas retiradas acionam o movimento do kanban impresso desde o supermercado até o fornecedor, onde eles são utilizados como a única instrução de produção para aquele processo;
- procurar enviar a programação do cliente para somente um processo de produção, o chamado processo puxador: através da utilização do sistema puxado com supermercado, geralmente será necessário programar somente um ponto no fluxo de valor porta-a-porta, sendo esse ponto chamado de processo puxador, pois a maneira como se controla a produção nesse processo define o ritmo para todos os processos anteriores; as transferências de materiais do processo puxador até os produtos devem ocorrer em fluxo contínuo; no mapa do estado futuro, tal processo é o ponto da produção controlado pelos pedidos dos clientes externos;
- nivelar o mix de produção, ou seja, distribua a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador: agrupar todos os produtos e produzi-los todos de uma vez dificulta o atendimento dos clientes que querem algo diferente do lote que está sendo produzido, exigindo que se tenha mais produtos acabados em estoque, na esperança de que se ter à disposição o que o cliente quer, aumentando, portanto, o lead time para atender um pedido; lotes de montagem também significam que componentes manufaturados serão consumidos em lotes, o que aumenta os estoques em trânsito necessários nos supermercados anteriores em todo o fluxo de valor; nivelar o mix significa distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo; por exemplo, ao invés de montar todos os produtos “tipo A” pela manhã e todos os produtos “tipo B” pela tarde, nivelar significa alternar repetidamente lotes menores de “A” e “B”; quanto mais se nivela o mix no processo puxador, mais apto se estará para responder às diferentes solicitações dos clientes com um lead time curto, enquanto se mantém um pequeno estoque de produtos acabados; por outro lado, nivelar o mix da produção requer um aumento do número de trocas, o que exigirá um pouco de sacrifício da

montagem;

- nivelar o volume de produção, ou seja, crie uma puxada inicial com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador: um bom começo é liberar regularmente apenas uma pequena e consistente quantidade de trabalho no processo puxador e retirar a mesma quantidade de produtos acabados; essa prática é chamada de retirada compassada e o incremento de trabalho de *pitch*, calculado multiplicando-se o *takt time* pela quantidade de transferência de produtos acabados no processo puxador, o que o torna a unidade básica da programação da produção para uma família de produtos; o nivelamento do mix e do volume são pré-requisitos da produção enxuta;
- desenvolver a habilidade de produzir toda parte todo dia nos processos anteriores ao processo puxador e, com o tempo, toda parte todo turno, toda hora e todo *pitch* - através da redução dos tempos de troca e produzindo lotes menores nos processos anteriores, tais processos serão capazes de responder às mudanças posteriores mais rapidamente, requerendo menos estoques nos supermercados; um método para determinar os tamanhos de lotes iniciais nos processos de produção é baseá-los no tempo que se tem para se dedicar às trocas, dado pela diferença entre o tempo disponível e o tempo necessário para atender aos pedidos dos clientes; novamente, o aumento do número de trocas exigirá um pouco de sacrifício da montagem.

Rother e Shook (1999) finalizam afirmando que, com o mapa do estado futuro em mãos, é preciso implementá-lo rapidamente com o apoio de um plano de implementação do fluxo de valor, o qual deverá conter metas mensuráveis, responsáveis nomeados e datas definidas. Porém, nesse trabalho não será apresentado esse plano, pois para a compreensão dos resultados da transformação enxuta os mapas do estado atual e do estado futuro são suficientes.

4. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real

O mapeamento do fluxo de valor foi aplicado em uma indústria produtora de equipamentos para a extração de leite.

O item escolhido para ser mapeado foi a bomba de vácuo da família de ordenhadeiras, que representa, aproximadamente, 80% do custo final dos produtos dessa família, e cuja demanda é, em torno, de 24 unidades mensais, sendo 12 dessas vendidas separada e diretamente ao cliente final e as demais vendidas como parte integrante do grupo de vácuo.

Os mapas do estado atual e futuro e a legenda referente aos mesmos são apresentados no anexo.

5. Análise dos resultados

Os mapas do estado atual e do estado futuro evidenciam uma significativa transformação enxuta, o que é comprovado pelos seguintes resultados:

- uma expressiva redução das movimentações, o que é refletido na eliminação das indas e vindas do rotor, do eixo e do conjunto eixo-rotor entre a empresa e seus fornecedores, e, ainda, no desenvolvimento de um fluxo contínuo para as atividades de lavar, montar tampa, montar componentes, testar bomba de vácuo e pintar bomba de vácuo;
- uma expressiva redução dos estoques, o que é refletido na redução do lead time em mais de 77%, isto é, de 67 para 15 dias;
- uma espantosa redução de pessoas, o que é refletido na redução da quantidade de pessoas envolvidas em mais de 72%, isto é, de 11 para 3 pessoas.

Referências

ROTHER e SHOOK (1999). Aprendendo a enxergar. 1.ed. São Paulo. Lean Institute Brasil.

WOMACK, J. P; JONES, D. T.; ROOS, D. (1992). A máquina que mudou o mundo. 5.ed. Rio de Janeiro: Campus.

_____; _____. (1998). A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus.

ANEXO

A seguinte legenda é necessária para a compreensão das figuras 2 e 3:

A = fornecedor de eixo e rotor;

B = armazenar eixo e rotor;

C = usinar eixo;

D = armazenar eixo;

E = fundir rotor ao eixo;

F = armazenar conjunto eixo-rotor;

G = usinar conjunto eixo-rotor;

H = lavar; T/C = 600s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s;

I = montar tampa; T/C = 300s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D=32400s;

J = montar componentes; T/C = 900s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s;

L = testar bomba de vácuo; T/C = 2400s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s;

L/T = *lead time*

M = pintar bomba de vácuo; T/C = 600s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s;

N = fornecedor de carcaça, tampa e anel;

O = armazenar carcaça, tampa e anel;

P = usinar conjunto carcaça-tampa-anel;

Q = montar grupo de vácuo; T/C = 14400s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s;

R = expedir bomba de vácuo e grupo de vácuo;

S = entregas conforme pedidos;

T = clientes; demanda mensal = 12 bombas de vácuo e 12 grupos de vácuo;

T/C = tempo de ciclo;

T/R = tempo de troca;

T/U = tempo útil;

T/D = tempo disponível;

U = célula lavar-montar tampa-montar componentes-testar bomba de vácuo-pintar bomba de vácuo; *takt time* = 29700s; T/C = 4800s; T/R = 0; T/U = 100%; Turnos = 1; T/D = 32400s.

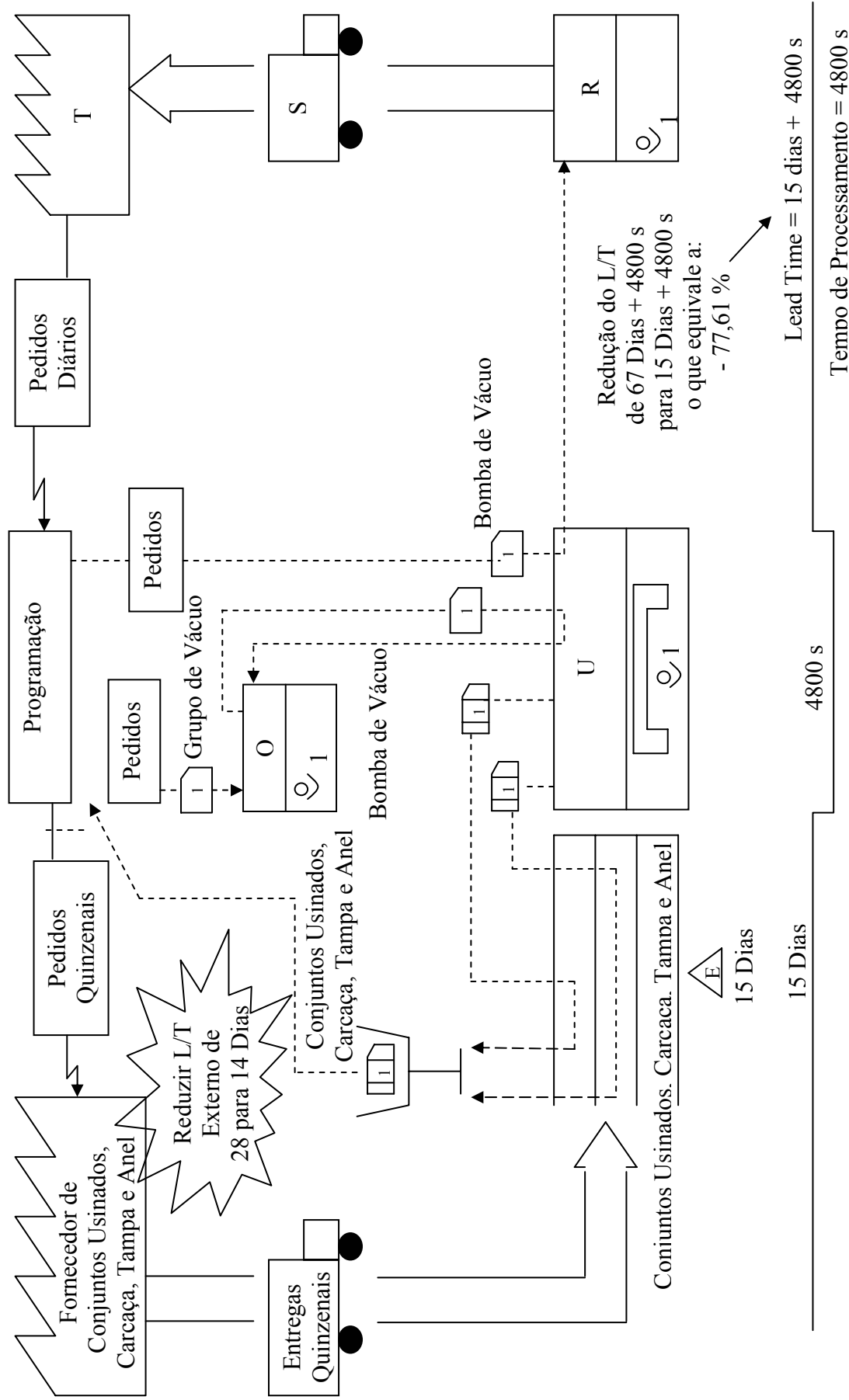


Figura 3 – Mapa do estado futuro