

MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR PARA PRODUTOS COM AMPLA GAMA DE PEÇAS

Ricardo Renovato Nazareno (USP) naza@sc.usp.br
Alessandro Lucas da Silva (USP) als@sc.usp.br
Antonio Freitas Rentes (USP) rentes@sc.usp.br

Resumo:

O Mapa do Fluxo de Valor (Value Stream Mapping), inicialmente apresentado por ROTHER & SHOOK (1998), tem se mostrado uma importante ferramenta do sistema de produção enxuta no auxílio à identificação e eliminação de desperdícios. Entretanto, várias empresas vêm tendo dificuldade de aplicá-la de forma eficaz devido à grande variedade de peças de seus produtos. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é apresentar alternativas de mapeamento para situações onde o produto é formado por muitas peças ou conjuntos. Para isso, são propostas duas formas complementares para mapeamento do fluxo de valor: o mapeamento por conjunto de peças e o mapeamento por fluxo de peças. Vale ressaltar que estas formas de mapeamento foram utilizadas em três aplicações de Produção Enxuta em empresas brasileiras de médio porte do setor agroindustrial.

Keywords: Mapa do Fluxo de Valor, Produção Enxuta, Grupo de Peças, Grupo de Fluxos

1. Introdução

No cenário da manufatura no Brasil, o avanço das aplicações de técnicas e ferramentas do Sistema de Produção Enxuta (*Lean Production*) tem alavancado a competitividade principalmente da indústria automobilística. Seu conceito vem sendo largamente aplicado em diversas indústrias no Brasil, tais como a Ford, a GM, a Visteon, a Eaton, a Delphi, a Meritor, para citar apenas algumas (LEAN SUMMIT, 1999).

Por outro lado, WOMACK & JONES (1996) têm enfatizado a importância de se explorar também outros exemplos de organizações na paisagem industrial. “Pequenas empresas para complementar gigantes famosas; produtores de baixo volume para contrastar com fabricantes de automóveis de alto volume e empresas *high-tech* para comparar com aquelas de tecnologias maduras”.

Todavia, muitas empresas, ao tentarem implementar projetos de produção enxuta, não têm alcançado os resultados desejados. Nesse sentido, são comuns as interrupções no processo de implementação sem se saber ao certo como prosseguir bem e como sustentar os resultados obtidos. De acordo com FELD (2000), ao longo destes projetos, percebe-se que os gerentes têm deparado com algumas dificuldades oriundas de lacunas e limitações existentes não nos princípios, mas em algumas práticas, métodos e ferramentas.

Nesse contexto, a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), apresentada inicialmente por ROTHER & SHOOK (1998), vem tendo que, em algumas circunstâncias, ser adaptada para contemplar produtos que possuem uma ampla gama de peças, diferentemente dos exemplos de mapas tradicionalmente desenvolvidos para a indústria automobilística.

Nestes mapas, praticamente toda a fabricação do produto é representada por um conjunto de processos dispostos em seqüência, o que deixa subentendido que o mapa seria inviável quando temos várias peças sendo fabricadas em paralelo (estampadas e usinadas, por exemplo) e consumidas ao longo do processo de montagem. Outra interpretação errônea que se pode ter é que se deve necessariamente ter que elaborar um mapa para cada uma dessas

peças, comprometendo a principal vantagem dos mapas de processo: a visibilidade e simplificação dos processos como um todo.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo é propor diferentes alternativas para a utilização do MFV como ferramenta de visualização e análise da situação atual em situações que apresentem uma estrutura de produto com grande variedade de peças ou conjuntos.

2. Mapeamento do Fluxo de Valor

A Produção Enxuta engloba uma série de práticas e técnicas de manufatura, e tem como objetivo principal a eliminação dos desperdícios ao longo do sistema produtivo. Os desperdícios tradicionalmente classificados (SHINGO, 1996) (WOMACK & JONES, 1996) (HINES & TAYLOR, 2000) são: *superprodução, espera, transporte excessivo, processos inadequados, inventário desnecessário, movimentação desnecessária e produtos defeituosos*.

Entre as principais técnicas de eliminação de desperdícios é possível citar: as células de manufatura, o fluxo contínuo de peças, a utilização de mecanismos de prevenção de falhas, os sistemas de troca rápida de ferramentas, o mapa do fluxo de valor e muitas outras.

Dentro desse contexto, uma ferramenta particularmente interessante, introduzida pela Produção Enxuta, é o Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*), que é uma técnica de modelagem proveniente da metodologia Análise da Linha de Valor (*Value Stream Analysis*), proposta por ROTHER & SHOOK (1998). Entende-se aqui, por fluxo de valor, como o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a obtenção de matéria prima até a entrega ao consumidor do produto final.

Esta ferramenta é um método de modelagem de empresas relativamente simples (utiliza lápis e papel) com um procedimento para construção de cenários de manufatura. Ela utiliza um conjunto de ícones e regras que leva em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações. Logo, trata-se de uma ferramenta imprescindível para o processo de visualização da situação atual da organização e construção da situação futura .

Segundo os autores, ela é uma ferramenta essencial, pois:

- Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais. Ajuda a enxergar o fluxo.
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes do desperdício.
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura.
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você possa discuti-las.
- Integra conceitos e técnicas enxutas, evitando a implementação de algumas técnicas isoladamente.
- Forma a base para um plano de implementação, identificando a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

Seus princípios baseiam-se na identificação e eliminação dos desperdícios encontrados ao longo do fluxo produtivo, como por exemplo, excesso de inventário entre as estações de trabalho e tempos de espera elevados. As etapas básicas que constituem a técnica do Mapeamento do Fluxo de Valor estão representadas na figura 1.

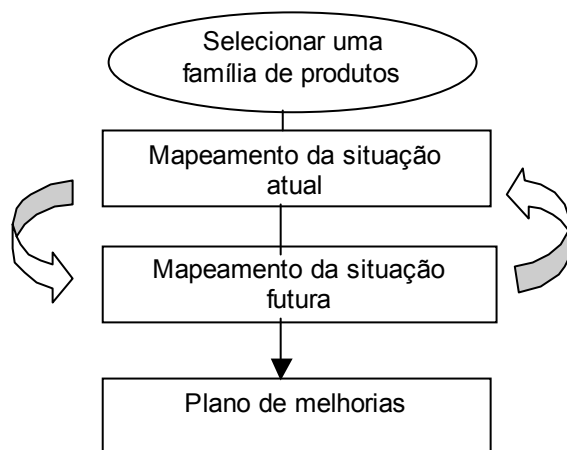


Figura 1: Etapas do MFV (Fonte: ROTHERS & SHOOK, 1998)

O primeiro passo consiste em selecionar uma família de produtos. Após isso, uma série de instruções é fornecida para a obtenção do mapa da situação atual. Em seguida, uma série de diretrizes serve de base para a análise da situação representada e a construção dos mapas de uma situação futura. As alterações e planos são então propostos com base nestes mapas. ROTHER & SHOOK (1998) *apud* ANDRADE (2001) faz uma descrição acerca de cada uma dessas etapas.

2.1 Mapeamento da situação atual

Para obter o mapa da situação atual é necessário inicialmente coletar informações sobre as demandas dos consumidores. Após isso, são mapeados os processos produtivos que fazem parte da família de produtos selecionada ou do fluxo de valor em análise.

Todos os processos são identificados e algumas informações básicas sobre eles são coletadas a partir de uma caixa de dados padrão. As informações que podem estar contidas nesta caixa de dados são:

- Tempo de ciclo (T/C): tempo que leva entre um componente e o próximo saírem do mesmo processo, em segundos.
- Tempo de trocas (T/TR): tempo que leva para mudar a produção de um tipo de produto para outro. Envolve por exemplo, o tempo de troca de ferramentas ou set-up.
- Disponibilidade: tempo disponível por turno no processo descontando-se os tempos de parada e manutenção.
- Índice de rejeição: índice que determina a quantidade de produtos defeituosos gerados pelo processo.
- Número de pessoas necessárias para operar o processo.

O próximo passo é identificar onde se localizam os estoques e qual a quantidade média em número de peças e em dias, tendo como base a média de consumo. O fluxo de material é mapeado conforme o sistema de controle que determina a sua movimentação. Basicamente, os fluxos podem ser puxados, empurrados ou contínuos. Um fluxo puxado acontece quando o processo posterior determina a produção nos processos anteriores. Um fluxo empurrado acontece quando os processos são controlados com base em uma programação, sem levar em conta as solicitações dos processos posteriores. Um fluxo contínuo ocorre quando uma peça vai diretamente de um processo ao outro sem que haja uma interrupção, é o chamado fluxo unitário de peças.

O fluxo de informações também é mapeado e inclui a programação dos processos, a frequência com que são realizados os pedidos, as previsões, e as solicitações de material. A figura 2 ilustra um exemplo de mapa da situação atual utilizando a técnica de Mapeamento do Fluxo de Valor.

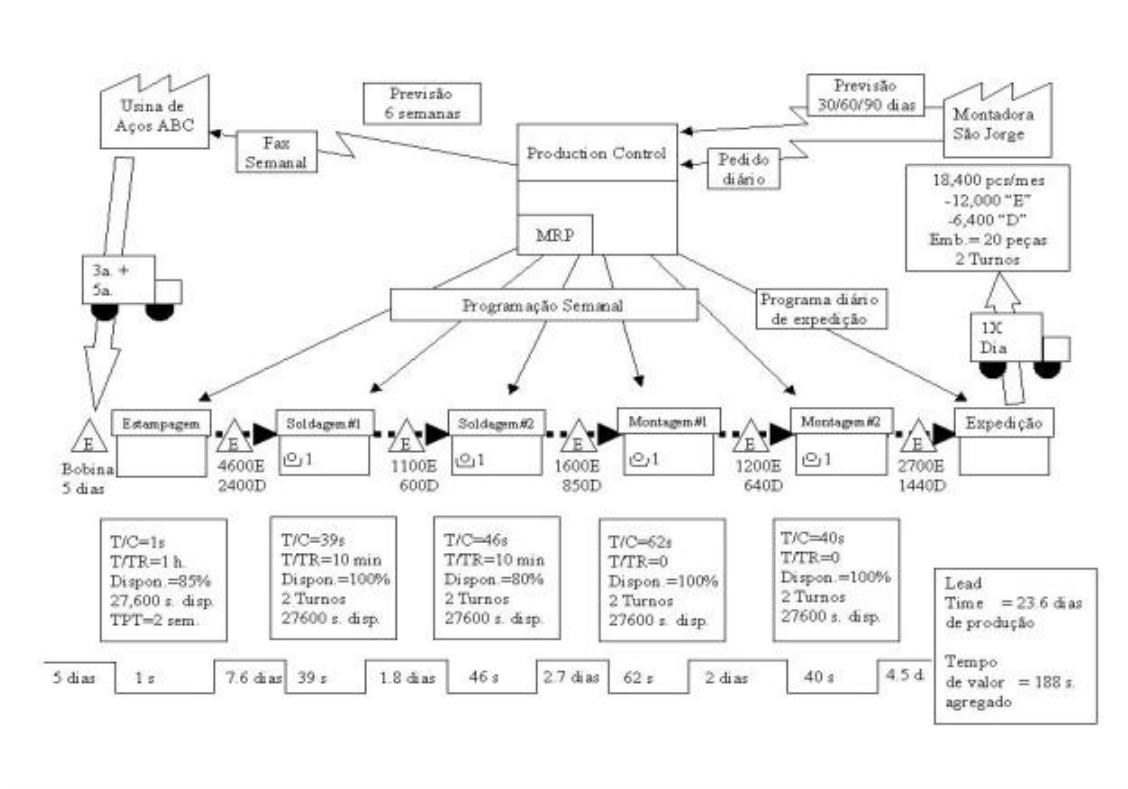


Figura 2: Exemplo de mapa da situação atual utilizando a técnica de Mapeamento do Fluxo de Valor (ROTHER & SHOOK, 1998)

Note que praticamente toda a fabricação do produto é representada por um conjunto de processos dispostos em seqüência. Nesse sentido, várias empresas vêm tendo dificuldade de construir o MFV de forma eficaz devido à grande variedade de peças de seus produtos.

3. Construção do Mapa do Fluxo de Valor para produtos com ampla gama de peças e conjuntos

O primeiro passo, na construção do mapa do fluxo de valor, consiste em definir as famílias de produtos e selecionar aquelas que deverão ser mapeadas.

3.1 Definição das famílias de produtos

Para definição das famílias deve-se levar em consideração alguns critérios, os quais serão singulares para cada empresa. Estes critérios podem ser:

- Similaridade de processos: trata-se do principal critério, e se aplica a produtos que geralmente compartilham uma mesma linha de produção.
- Frequência e volume da demanda: importante para a definição da política de atendimento da demanda (ATO - *Assembly-to-order*, MTS - *Make-to-stock*, MTO - *Make-to-order*, etc.), esse critério pode ser decisivo para a inserção ou retirada do produto de uma mesma família.
- Tempo de ciclo do produto: representa o tempo que o produto leva para ser processado, desde o pedido até a entrega ao cliente. Nesse sentido, é aconselhável que produtos que compartilhem uma mesma linha, mas que possuem tempos de ciclo muito diferentes, sejam incluídos em famílias

diferentes. Isto porque políticas para definição e dimensionamento de supermercados (peças e matéria-prima) e escolha dos sistemas de controle (*kanban*, duas gaveta, etc.) mais apropriados geralmente tendem a variar em função desse critério.

Além disso, como uma família pode ser composta por muitos produtos distintos, é aconselhável que se levante a estrutura do produto mais representativo da família a ser mapeada. Nesse sentido, este produto pode ser aquele que contenha o maior número de componentes, que possua a maior frequência e/ou volume de demanda ou que seja responsável pelo maior parte do faturamento da empresa. Nesse sentido, cabe aos agentes de mudança a escolha do critério mais conveniente para a definição do produto e da família a ser mapeada.

Em seguida, é preciso mapear os processos produtivos da família. Além da situação geralmente contemplada nos exemplos de mapas abordados por ROTHER & SHOOK (1998), representados por um conjunto de processos de poucas peças dispostos em seqüência, são propostas outras duas formas complementares de mapeamento: o mapeamento por fluxo de peças e o mapeamento por conjunto de peças. Vale ressaltar que estas formas de mapeamento foram utilizadas em três aplicações de Produção Enxuta em empresas brasileiras de médio porte do setor agroindustrial.

Os mapas dos fluxos de valores de cada organização são apresentados mais adiante. Ambas as formas constituem alternativas para a utilização do MFV como ferramenta de visualização e análise da situação atual em situações que apresentaram uma estrutura de produto com grande variedade de peças ou conjuntos.

3.3. Mapeamento por fluxo de peças

Num primeiro momento, deve-se identificar quais peças possuem um caminho (roteiro de fabricação) similar, de modo que possam ser agrupadas e, conseqüentemente, receber um mesmo tratamento. O mapa do fluxo de valor apresentado na figura 3 é um exemplo de aplicação do conceito de fluxo de peças. Nesta aplicação foram identificadas quais peças possuíam seqüências semelhantes de operação. As peças fabricadas foram então enquadradas em oito grupos de fluxos de peças de acordo com o caminho (processos inicial e final) percorrido por elas na fábrica. Os grupos são citados a seguir:

- Grupo1 (G1): Consumidor final: Evaporador - Produtor inicial: Estamparia
- Grupo2 (G2): Consumidor final: Linha - Produtor inicial: Estamparia
- Grupo3 (G3): Consumidor final: Galvânica - Produtor inicial: Estamparia
- Grupo4 (G4): Consumidor final: Evaporador - Produtor inicial: Ilha
- Grupo5 (G5): Consumidor final: Linha - Produtor inicial: Ilha
- Grupo6 (G6): Consumidor final: Linha - Produtor inicial: Pré-montagem
- Grupo7 (G7): Consumidor final: Linha - Produtor inicial: Pintura
- Grupo8 (G8): Consumidor final: Linha - Produtor inicial: Terceiros

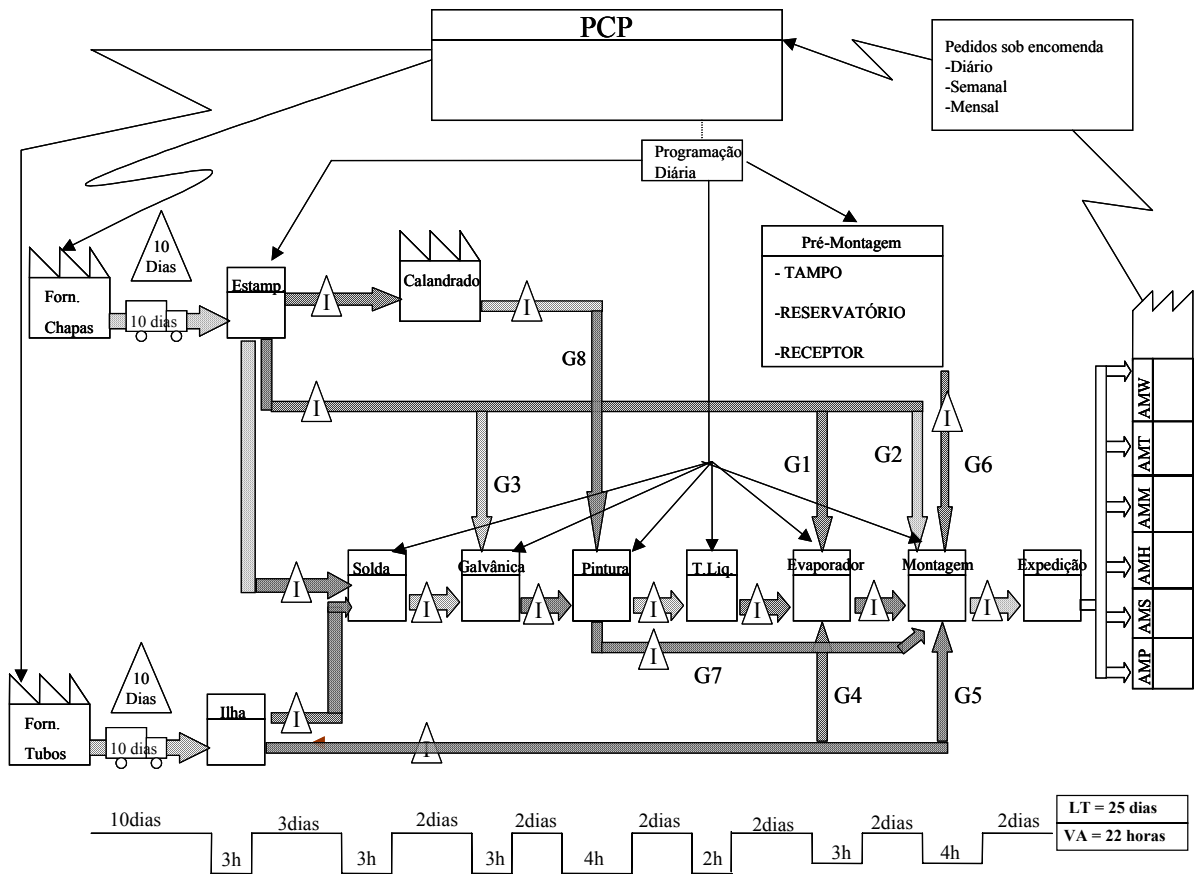


Figura 3 Mapa 1 do fluxo de valor da situação atual com base no conceito de fluxo de peças

Quando não for possível mapear todas as peças do produto, pode-se mapear os processos das peças mais representativas (itens classe A, por exemplo), convergindo para o fluxo principal de valor. A figura 4 apresenta um exemplo de aplicação para essa situação.

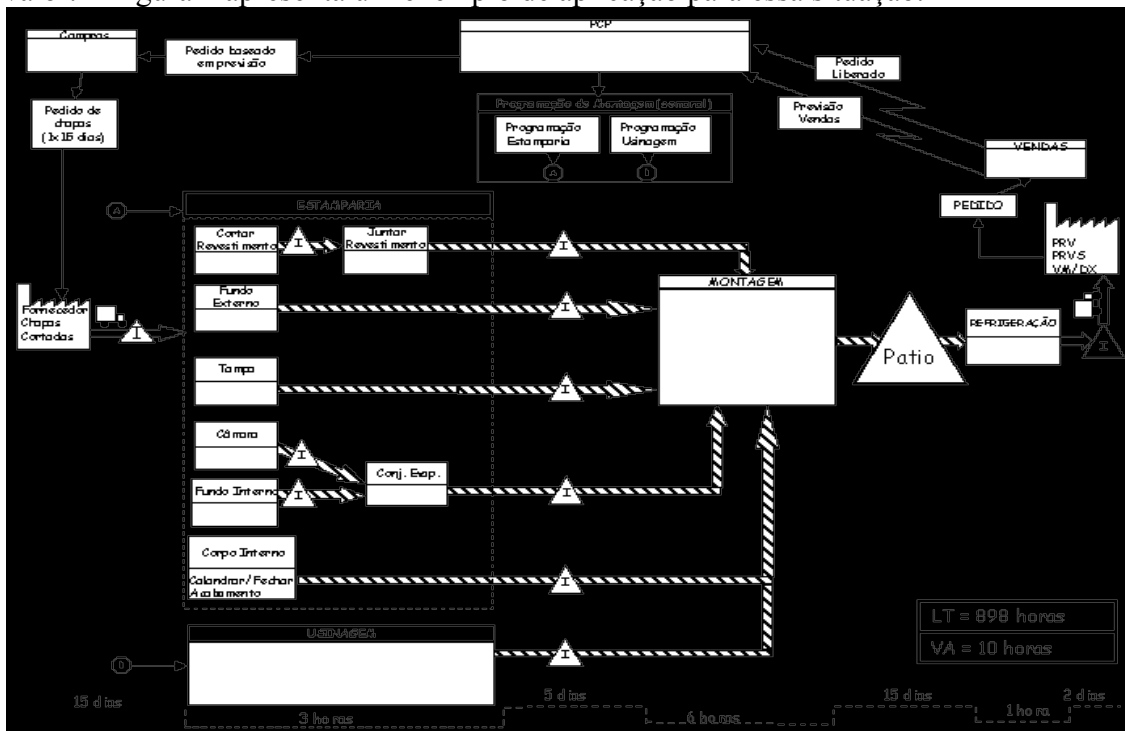


Figura 4 Mapa 2 do fluxo de valor da situação atual com base no conceito de fluxo de peças

Note que as peças estampadas e usinadas são contempladas de forma genérica, sem entrar em detalhes nas operações internas destes centros, as quais não são necessariamente contínuas, conforme orientação da metodologia. Por outro lado, o detalhamento destas operações até poderá (e talvez deverá) ser realizado em estágios futuros do projeto, caso o agente de mudança considere as informações coletadas insuficientes para a identificação de desperdícios e monitoramento das ações planejadas e a serem implementadas.

Dessa forma, as características de visibilidade e simplificação do mapa são preservadas. Por exemplo, a representação de todas as peças, estampadas e usinadas, dificultaria uma primeira análise do mapa, comprometendo essas qualidades positivas dessa ferramenta de modelagem. Quando o mapeamento por fluxo de peças não for possível uma outra forma de mapeamento pode ser utilizada, o mapeamento por conjunto de peças, a qual é apresentada a seguir.

3.4. Mapeamento por conjuntos de peças

O mapeamento por conjunto (peças submontadas) deve ser utilizado quando o produto apresenta uma grande quantidade de conjuntos e subconjuntos a serem montados. Neste caso, a representação de todo o sistema produtivo da empresa em um único mapa pode comprometer a identificação de desperdícios e monitoramento das ações planejadas e a serem implementadas. Com isso, existe a necessidade de se elaborar um mapa para cada conjunto. Entretanto, num primeiro momento, é aconselhável que se mapeie apenas os conjuntos mais representativos do produto. Estes conjuntos podem ser aqueles que contenham o maior número de componentes, o maior lead time de fabricação e submontagem, a maior incidência de paradas de linha por falta do mesmo, dentre outros fatores cuja importância relativa irá depender de cada empresa.

A figura 5 abaixo é a representação da estrutura do produto de uma empresa do ramo agroindustrial. Essa árvore do produto envolve apenas o primeiro nível, ou seja, o nível dos conjuntos. Vale ressaltar que esse produto tem uma composição de mais de 2000 peças. Portanto, a representação do fluxo peça a peça torna-se praticamente inviável. Além disso, a representação em um único mapa do fluxo de peças, conforme mostrado anteriormente, também não é viável devido ao grande número de peças e subconjuntos classe A.

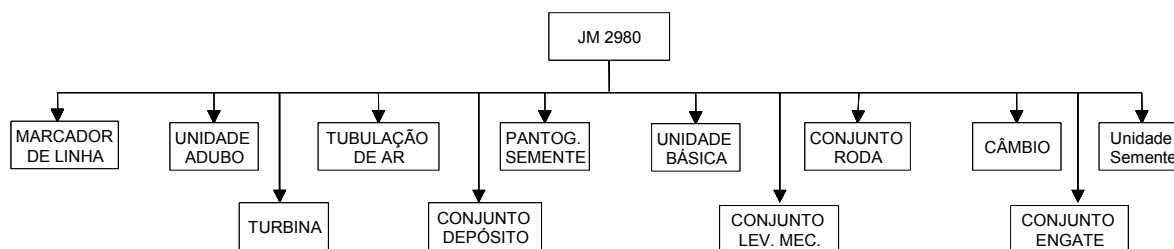


Figura 5 Estrutura do produto com grande quantidade de peças e submontagens

O mapa do fluxo de valor para esse caso é apresentado na figura 6. Este mapa é apenas uma representação genérica dos conjuntos. Nesta aplicação, como a utilização de um único mapa genérico forneceu uma visão muito superficial da situação atual do sistema de produção, foram gerados mapas para os conjuntos mais representativos. As letras A, B e C indicam os mapas adicionais que foram feitos. Neste exemplo em particular, o desdobramento de cada submontagem foi importante para se identificar as peças com elevado lead time de fornecimento devido ao fato delas sofrerem diversas operações em diferentes empresas terceirizadas.

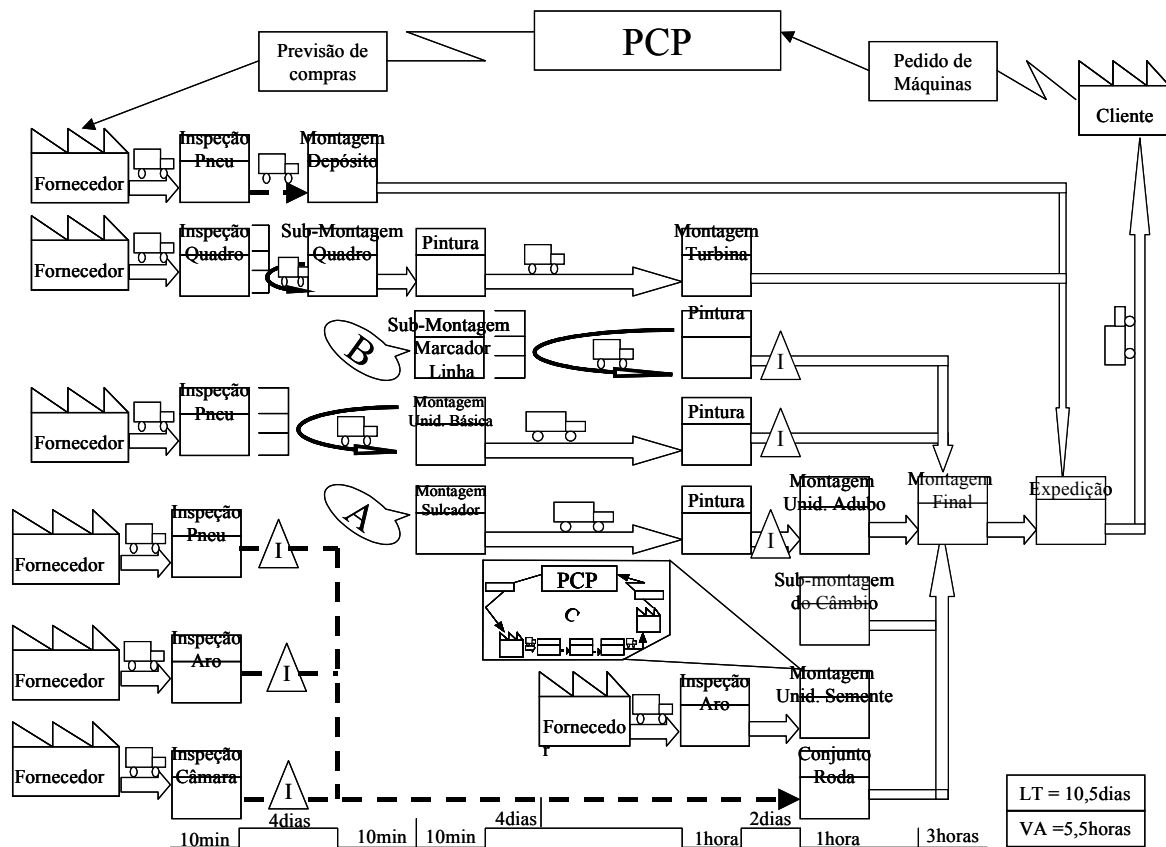


Figura 6 Mapa do fluxo de valor da situação atual com base no conceito de conjunto de peças

6. Considerações finais

A busca por ganho de competitividade e redução de desperdícios tem se tornado uma constante para as empresas. Para isso, é cada vez maior a utilização de conceitos e ferramentas do Sistema de Produção Enxuta, como uma das formas de se diminuir as perdas em seus processos. Entre as ferramentas utilizadas, o Mapa do Fluxo de Valor tem alcançado destaque no diagnóstico e eliminação de desperdícios, por simplificar o processo de representação e análise dos sistemas produtivos.

A única ressalva quanto à sua utilização é a precaução no momento de se construir o mapa. A diversidade dos setores empresariais e de seus respectivos produtos tem demandado vários ajustes na forma de empregar esta ferramenta. A representação do fluxo peça a peça, por conjunto, o tratamento genérico de processos, dentre outros, são variáveis que, uma vez mal definidas, podem comprometer todo o potencial do MFV no que tange a identificação de desperdícios e monitoramento das ações planejadas e a serem implementadas.

Com isso, espera-se que a utilização das formas de mapeamento apresentadas contribua nos ajustes que se fizerem necessários ao se empregar essa ferramenta nas empresas que possuem produtos com uma ampla gama de peças e conjuntos.

7. Bibliografia

- ROTHER, M. & SHOOK, J. (1998)-*Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute, MA, USA.
- WOMACK, J. P. & JONES, D. (1996) - *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Ed. Campus.
- ANDRADE, M. O. (2001) - *Representação e Análise de Cadeias de Suprimentos: Uma Proposta Baseada no Mapeamento do Fluxo de Valor*. Escola de Engenharia de São Carlos.
- SHINGO, S. (1996) - *Sistemas de produção com estoques zero: o sistema shingo para melhorias contínuas*. Porto alegre, Artes Médicas-Bookman
- HINES, P. & TAYLOR, D. (2000) - *Going Lean*. Lean Enterprise Research.
- LEAN SUMMIT (1999) - *Anais de Conferência sobre Lean Production*. Lean Summit. Atlanta, GA, USA.
- FELD, W. M. (2000) - *Lean Manufacturing. Tools, techniques and how to use them*. Simon & Schuster, NY.