

## Logística e Produção: Impacto dos Estoques na Velocidade de Processo de Manufatura

Dr. Rogério Monteiro  
(FATEC-ZL / Mackenzie)  
[monteiro.rogerio@globocom](mailto:monteiro.rogerio@globocom)

Me. Eliacy Cavalcanti Lelis  
(FATEC-GRU / Mackenzie)  
[eliacylelis@gmail.com](mailto:eliacylelis@gmail.com)

Me. Ênio Fernandes Rodrigues  
(FATEC-ZL / IFSP)  
[eniofr@uol.com.br](mailto:eniofr@uol.com.br)

### RESUMO

*O aumento da expectativa dos consumidores por produtos inovadores e de alta tecnologia exige das corporações mudanças nos paradigmas relacionados ao gerenciamento dos recursos produtivos. Cada vez mais, os gestores são obrigados a reduzir o tamanho de lotes de fabricação para se adequarem a essa nova realidade. Este artigo apresenta um modelo gráfico capaz de explicar o impacto dos níveis de estoques de produtos intermediários (Work in Process - WIP) na velocidade de processo, bem como melhoria do nível de serviço prestado pelas empresas manufatureiras aos clientes. Esse modelo tem como base as teorias de manufatura enxuta e visa identificar as necessidades de estoques para diferentes tipos de processos produtivos, tais como Projeto, Jobbing, Lotes, Produção em Massa e Contínuos. Os resultados esperados da análise do modelo gráfico apresentado é a identificação de níveis de estoques adequados às necessidades de velocidade de resposta da empresa, contribuindo para a permanência da mesma no mercado em que atua.*

Palavras-Chave: *Velocidade de processo, Estoques Intermediários, Indústria Manufatureira.*

### 1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a administração da produção tem se pautado na maximização da produtividade por meio de fabricação de produtos em tamanhos de lotes elevados. Esse tipo de produção ficou conhecido como produção tradicional, e tem Henri Ford como principal representante. Com o avanço da tecnologia na área de manufatura, os tamanhos de lote de fabricação foram diminuindo, entretanto, as condições econômicas de fabricação se mantiveram ou mesmo melhoraram.

Atualmente, inúmeros setores da economia sofrem influência do acelerado ritmo de inovações promovido pelo avanço tecnológico. O aumento da velocidade de processamento dos computadores, o surgimento da telefonia móvel e os avanços da Internet são alguns exemplos. Tais inovações, aliadas à redução do custo de aquisição das mesmas, proporcionam uma rápida difusão de novos produtos no mercado. O consumidor moderno sente-se atraído por novidades e exige das empresas uma atitude pró-ativa, no sentido de antecipar-se no desenvolvimento de produtos e serviços, na fabricação de grande variedade de modelos, na prestação de serviço personalizada, entre outros.

Cabe aos empresários identificarem esses novos padrões de consumo e adequar seus processos para atendê-los. Entretanto, essa adequação, inúmeras vezes, requer investimentos maciços em pesquisa, tecnologia e treinamento. Este artigo trata do investimento em tecnologia de processo, o qual pressupõe uma análise criteriosa dos métodos de processos desenvolvidos na empresa. Considera-se, neste artigo, que a relação entre a velocidade de processo e o nível de estoque pode ser avaliada por meio de um modelo gráfico, visando à melhoria do nível de serviço prestado ao cliente.

A metodologia deste estudo é a pesquisa descritiva, a qual analisa a influência do nível de estoque (Variável independente) na velocidade de processo (Variável Dependente). Para

tanto, utiliza-se referencial teórico nas áreas de produção e logística, o qual serve de base para a elaboração do modelo aqui exposto.

Para melhor entendimento deste trabalho, são apresentadas as definições de Gestão de Estoques e Velocidade de Processo, tendo base autores consagrados nas áreas de administração da produção, logística e marketing.

## **2. A LOGÍSTICA INTEGRADA NO CONTEXTO CONTEMPORÂNEO**

A logística é uma área que vem ganhando grande destaque nas estratégias competitivas das organizações, mudando paradigmas e abrangência na extensão e na forma como suas atividades são desenvolvidas. Muitas de suas atribuições eram vistas como fontes de custos ou despesas porque não atuavam na fabricação dos produtos, e hoje são percebidas como novas oportunidades para agregar valor e reduzir custos, como função integradora de outras áreas da organização e de outras organizações.

Para Bowersox e Closs (2008), o papel da logística é a coordenação interfuncional na cadeia de suprimentos, numa visão holística das atividades. A hierarquia da integração logística está estruturada nos seguintes fatores: a) processos universalmente adotados e posicionamento estratégico – a maneira como uma empresa está competindo para: a criação do valor ao cliente, planejamento, controle e continuidade; b) competências – áreas de desempenho essenciais para a consecução dos processos universalmente adotados; c) ciclo de atividades – estrutura operacional para a execução da logística; d) função – áreas tradicionais de especialização logística essenciais para alto desempenho e; e) trabalho básico – tarefas específicas dentro das funções.

Essa hierarquia mostra que a logística é um esforço integrado com o objetivo de ajudar a criar valor para o cliente pelo menor custo total possível. Vale salientar, entretanto, que esta visão da logística é bem recente, pois historicamente, a logística não tinha esse destaque porque as empresas acreditavam que esta atividade era puramente funcional, sem o conceito de integração (BOWERSOX; CLOSS, 2008).

Martel e Vieira (2008) explicam que a elaboração de uma estratégia logística eficaz não pode prescindir da compreensão aprofundada dessas inter-relações e de seus impactos nos fatores críticos de sucesso da indústria. Para isso, é preciso considerar sua estrutura, processos e missão dos sistemas logísticos. Por isso é necessário desenvolvimento de um projeto para a realidade de cada organização.

Christopher (1997) destaca que a logística surgiu como conceito integrador na gestão da cadeia de suprimentos, numa coordenação de fluxo de materiais e informações que vão desde a matéria-prima até o ponto de consumo.

A Logística Empresarial passou a ser uma estratégia de competitividade de grande importância para as empresas modernas, na medida em que a obtenção de diferenciais baseados no produto torna-se cada vez mais efêmeros, enquanto que aqueles baseados nos serviços, na imagem e no relacionamento pessoal tornam-se mais atrativos.

Nos conceitos atuais, a logística está posicionada como atividade primária, logística de entrada e de saída, juntamente com as operações, marketing, vendas e assistência técnica, sendo sustentadas por atividades de apoio ou infra-estrutura. O desempenho mais eficiente que a concorrência é que cria maior valor percebido pelo cliente. Desta forma, a Logística Empresarial coordena as ações para a satisfação das necessidades dos clientes através do gerenciamento dos fluxos de materiais e de informações desde o mercado consumidor, para a organização, suas operações e junto ao mercado fornecedor, contribuindo fortemente tanto na vantagem de custo como na vantagem de valor.

Gourdin (2001) afirma que a logística é particularmente uma poderosa ferramenta de gestão em uma organização global porque sua abordagem para fazer negócios pode ser

realizada em qualquer lugar. Num ambiente de alta competitividade atual, a diferenciação por serviços logísticos, devidamente orientados e segmentados por pesquisa de necessidades junto aos clientes, poderá ser uma ferramenta de marketing de extrema valia para a empresa.

Da mesma forma, os potenciais de redução de custos totais, se devidamente aproveitados pela integração organizacional e visão sistêmica, acrescenta enormes ganhos em competitividade estratégica.

Nesse contexto, Bowersox *et al.* (2006) afirmam que a logística integrada surge para agregar valor por meio de uma gestão que abrange três perspectivas: a) valor econômico: baseado na fonte de eficiência das operações; b) valor de mercado: diz respeito à apresentação de um sortimento atrativo de produtos, no tempo e lugares certos para se concretizar a efetividade e; c) relevância: envolve a personalização de serviços agregadores, com a integração de componentes específicos a produtos para aumentar a funcionalidade desejada por clientes específicos.

O desenvolvimento de um sistema de medição de indicadores estratégicos com alinhamento a partir dos fatores chave de sucesso da empresa pode contribuir significativamente para o nível de cooperação, integração e flexibilidade da cadeia de abastecimento.

A logística atua diretamente sobre a capacidade de resposta da organização às variações da demanda. Como exemplo Tovia (2007), mostra um sistema que coordena a participação das organizações da cadeia, via logística, por meio da simulação de um modelo matemático que torna a cadeia mais responsiva. Esse modelo é chamado de Modelo de Resposta de Emergência (ERM).

Outro exemplo é o de um sistema *e-logístico*, que propõe a integração logística com um *framework* via tecnologia da informação com comunicação em tempo real, com a finalidade de aumentar a competitividade (GUNASEKARAN *et al.*, 2007).

Assim percebe-se o potencial que a logística integrada para o aumento da competitividade de qualquer organização, de qualquer segmento. Na visão contemporânea, esse potencial não está limitado ao desempenho da logística só na organização, mas estende-se para a cadeia de suprimentos, na relação interorganizacional, com intensivo uso da tecnologia como suporte.

A gestão logística na cadeia de suprimentos apresenta a tarefa, os processos de negócio e as estratégias necessárias para alcançar o gerenciamento logístico integrado no ambiente globalizado (BOWERSOX *et al.*, 2006).

Vivaldini (2007) destaca o papel do 4PL (*Fourth-Party Logistics*) como exemplo de agente de integração, bem como a importância do papel do provedor de serviços logísticos na gestão da logística integrada, para a criação de um ambiente colaborativo.

Para Lieb e Bentz (2005) *apud* Vivaldini (2007), apesar dos serviços mais conhecidos serem o transporte e a armazenagem, muitos outros tem sido incorporados pelo provedor de serviços logísticos no intuito de agregar valor à cadeia de suprimentos. Para tanto, soluções inovadoras e investimentos em tecnologias constituem o diferencial competitivo desses provedores que devem atuar como agente integrador.

Sellito e Mendes (2006) mostram a importância da medição de desempenho e sua relação com a gestão estratégica, ao afirmarem que a medição de desempenho conecta a estratégia com a realidade.

Gourdin (2001) complementa que a estratégia funcional logística deve ser desenvolvida dentro do contexto da estratégia corporativa, considerando não apenas os objetivos organizacionais de longo prazo, mas também as estratégias funcionais das demais áreas (alinhamento estratégico horizontal). A formulação da estratégia logística na cadeia de suprimentos envolve o compartilhamento de informações, considerando os seguintes elementos

críticos: nível de serviço logístico; canais de suprimentos e distribuição; localizações; alocações; inventários; transporte; gerenciamento da informação; organização.

Essa integração é viabilizada com ferramentas tecnológicas relacionadas à gestão colaborativa na cadeia de suprimentos, em especial as tecnologias elencadas por Vivaldini (2007): *Vendor Management Inventory (VMI)*, *Continuous Replanishment (CR)*, *Continuous Replenishment Programmes (CRP)*, estes incorporados ao sistema *Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR)*. Seifert (2002) lembra que a ferramenta CPFR tem seu conceito atrelado ao *Efficient Consumer Responser (ECR)*, que trata da cadeia de suprimentos responsiva, com flexibilidade e integração em suas operações. A principal meta do conceito ECR é a cooperação logística na cadeia produtiva para a eliminação da ineficiência decorrente da falta de coordenação nas operações.

A logística está diretamente integrada com as áreas de marketing e as operações na produção, com ações que podem demandar planos conjuntos de gestão porque a estratégia logística e a estratégia de produção tem elementos em comum. Na produção manufatureira, essa integração se torna mais latente pela gestão de estoques, porque o desempenho da logística afeta significativamente o resultado da produção no que se refere ao suprimento da linha de produção e ao fluxo do estoque temporário (WIP).

### 3. GESTÃO DE ESTOQUES

O acúmulo de estoque ao longo da cadeia produtiva se deve à impossibilidade de conhecer exatamente a demanda futura. Segundo Ballou (1993), deve-se acumular estoque para assegurar a disponibilidade de mercadorias e minimizar os custos totais de produção. A Tabela 1 apresenta os principais fatores que motivam os empresários a manter estoque:

Tabela 1. Finalidades de se manter estoque

<b>Finalidades de se Manter Estoque</b>
Melhorar o nível de serviço
Incentivar economias na produção
Permitir economia de escala nas compras e no transporte
Servir de proteção contra aumentos de preços
Proteger a empresas de incertezas na demanda e no tempo de ressuprimento
Servir de segurança contra contingências

Taylor (2005) considera que as instalações de produção possuem três tipos de estoques:

- I. Estoque de Matéria Prima: Formado por materiais prontos para a utilização na produção;
- II. Estoque em processo: inclui todos os materiais em processamento no momento;
- III. Estoque de produtos acabados: Armazena produtos prontos para embarque.

Segundo Bowersox e Closs (2001) a política de estoque consiste em normas sobre o que comprar ou produzir, quando pedir e quais as quantidades. Inclui também decisões de posicionamento e alocação de estoque em fábricas e centros de distribuição. Algumas empresas podem decidir, por exemplo, postergar a distribuição do estoque mantendo-o em instalações fabris. Outras podem ter uma política mais voltada à especulação, e decidir manter mais estoque na ponta da cadeia, em centros de distribuição regionais, a fim de tê-lo mais próximo do mercado. A definição da política mais adequada é a questão mais difícil do gerenciamento de estoque.

Em Chopra e Meindl (2003) verifica-se que o estoque tem uma participação crucial na capacidade da cadeia de suprimentos em apoiar a estratégia competitiva da empresa.

#### 4. ARRANJO FÍSICO NA MANUFATURA

Para Carlos *et al.* (2008), quando for escolhido o tipo de processo da manufatura e definidas as prioridades competitivas da estratégia de produção, o próximo passo para o planejamento de sistemas produtivos é o arranjo físico (*lay out*), que se preocupa com a localização e a organização física dos recursos de transformação. Segundo Slack *et al.* (2002), o arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com o posicionamento dos recursos de transformação e como os materiais, as informações e as pessoas fluem em determinado local. O arranjo físico define o posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e funcionários com o intuito de aumentar a produtividade e alcançar melhores condições de segurança para o posto de trabalho. Estas questões são bem definidas pelo projeto de arranjo físico.

Martins e Laugeni (2001) indicam os fatores considerados em um projeto de arranjo físico:

- ✓ Otimizar as condições de trabalho do pessoal nas diversas unidades organizacionais;
- ✓ Racionalizar os fluxos de fabricação ou de tramitação de processo;
- ✓ Racionalizar a disposição física dos postos de trabalho, aproveitando todo espaço útil disponível;
- ✓ Minimizar a movimentação de pessoas, produtos, materiais e documentos da ambiência organizacional.

Para Slack *et al.* (2002), um projeto para ser considerado um bom arranjo físico deve atender aos seguintes requisitos:

- *Segurança inerente* – passagens devem ser claramente marcadas e mantidas livres.
- *Extensão do fluxo* – minimizar as distâncias percorridas pelos recursos transformados.
- *Clareza de fluxo* – todo o fluxo de materiais e clientes deve ser sinalizado de forma clara e evidente.
- *Conforto da mão-de-obra* – deve ser alocada para locais distantes de partes barulhentas ou desagradáveis da operação, provendo um ambiente ventilado e iluminado.
- *Coordenação gerencial* – supervisão e coordenação devem ser facilitadas pela localização da mão-de-obra e dispositivos de comunicação.
- *Acesso* – todas as máquinas, equipamentos e instalações deve permitir adequada limpeza e manutenção.
- *Uso do espaço* – devem permitir o uso adequado do espaço disponível da operação.
- *Flexibilidade de longo prazo* – devem permitir mudanças periódicas à medida que as necessidades da operação mudam.

Martins e Laugeni (2001) definem cinco tipos de arranjo físico:

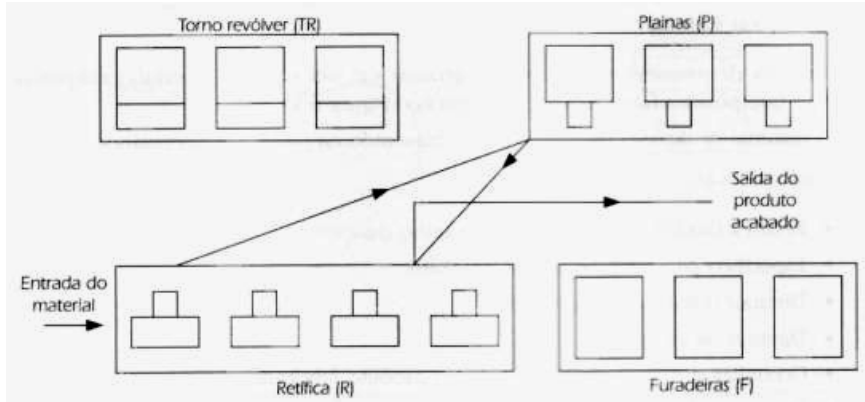
- a) Arranjo físico por processo ou funcional;
- b) Arranjo físico em linha;
- c) Arranjo físico celular;
- d) Arranjo físico por posição fixa;
- e) Arranjo físico combinados.

##### a) Layout por processo ou funcional

Nesse tipo de layout, todos os processos e os equipamentos do mesmo tipo são desenvolvidos na mesma área e também operações ou montagens semelhantes são agrupadas na mesma área. O material se desloca buscando os diferentes processos (Figura 1)

*Características do arranjo funcional*

- ✓ Flexível para atender a mudanças no mercado;
- ✓ Atende a produtos diversificados em quantidades variáveis ao longo do tempo;
- ✓ Apresenta um fluxo longo dentro da fábrica;
- ✓ Adequado a produções diversificadas em pequenas e médias quantidades;
- ✓ Possibilita uma relativa satisfação no trabalho.



**Figura 1:** Arranjo físico funcional (Martins e Laugeni, 2001)

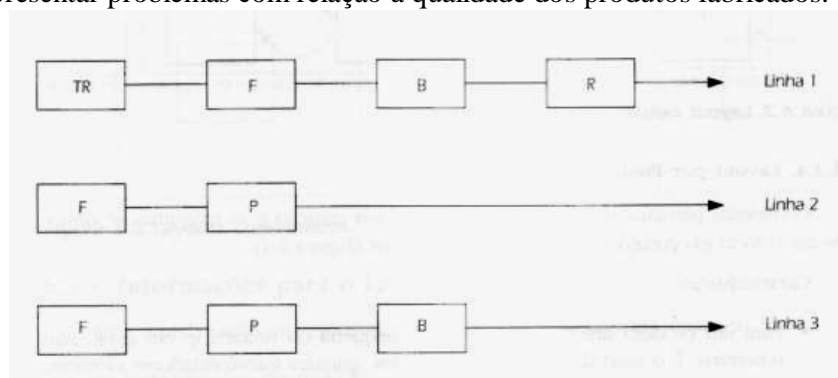
b) Arranjo físico em linha ou por produto

As máquinas ou as instalações de trabalho são colocadas de acordo com a seqüência das operações e são executadas de acordo com a seqüência estabelecida sem caminhos alternativos (Figura 2).

O material percorre um caminho previamente determinado dentro do processo.

*Características do arranjo por produto*

- ✓ Para produção com pouca ou nenhuma diversificação, em quantidade constante ao longo do tempo e em grande quantidade;
- ✓ Alto investimento em máquinas;
- ✓ Costuma gerar monotonia e stress nos operadores;
- ✓ Pode apresentar problemas com relação à qualidade dos produtos fabricados.



**Figura 2:** Arranjo físico em linha (Martins e Laugeni, 2001)

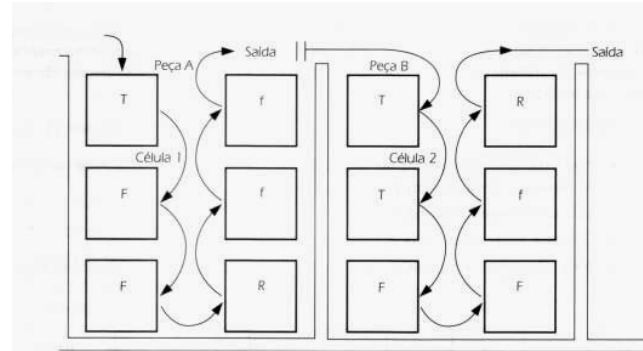
c) Arranjo físico celular

A célula de manufatura consiste em arranjar em um só local (a célula) máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro, ou pelo menos, grande parte dele (Figura 3).

O material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários.

*Características do arranjo celular*

- ✓ Relativa flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto;
- ✓ Específicas para uma família de produtos;
- ✓ Diminui o transporte do material;
- ✓ Diminui os estoques;
- ✓ Centraliza a responsabilidade sobre o produto fabricado;
- ✓ Enseja satisfação no trabalho;
- ✓ Permite elevado nível de quantidade e de produtividade.



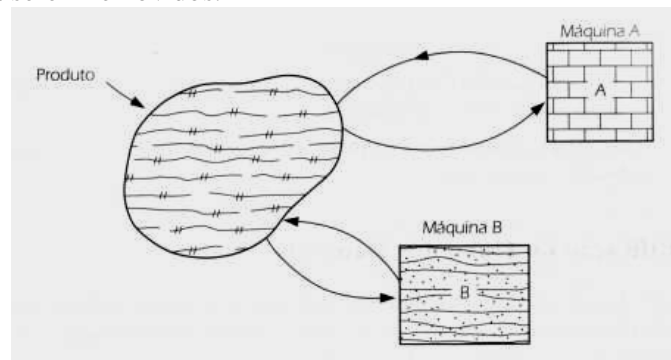
**Figura 3:** Arranjo físico celular (Martins e Laugeni, 2001)

d) Arranjo físico por posição fixa

O material permanece fixo em uma determinada posição e as máquinas se deslocam até o local executando as operações necessárias (Figura 4)

*Características do arranjo por posição*

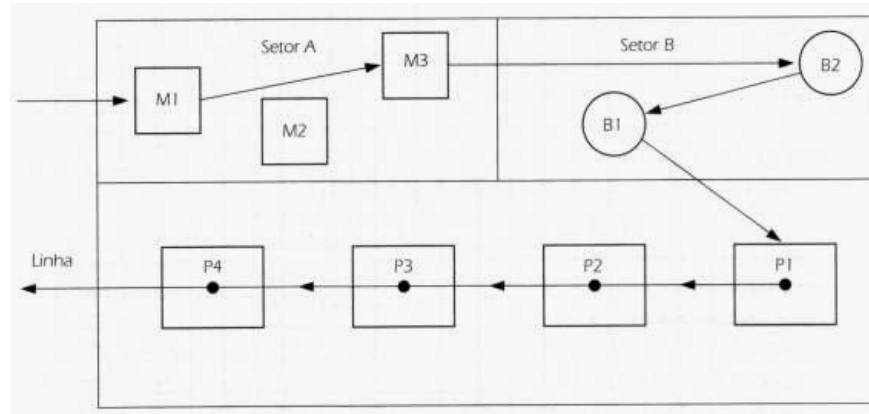
- ✓ Para um produto único, em quantidade pequena ou unitária, e em geral não repetitivo.
- ✓ é normalmente usado quando os materiais transformados são muito grandes ou muito delicados para serem removidos.



**Figura 4:** Arranjo físico posicional (Martins e Laugeni, 2001)

e) Arranjo físico combinado

Os layouts combinados ocorrem para que sejam aproveitadas em um determinado processo as vantagens do layout funcional e da linha de montagem (geralmente). Pode-se ter uma linha constituída de áreas em seqüência com máquinas de mesmo tipo (layout funcional), continuando posteriormente com uma linha clássica (Figura 5) Moreira (2001) informa alguns dos mais conhecidos programas de apoio à projeto referente à arranjo físico com fins profissionais e didáticos, que irá reduzir o tempo de elaboração do projeto, como também poderá trazer maior precisão no resultado do estudo global das informações coletadas na empresa.



**Figura 5:** Arranjo físico funcional (Martins e Laugeni, 2001)

- CRAFT – Computerized Relative Allocation of Facilities.

Pode solucionar problemas de arranjo físico com até 40 departamento ou centros, escolhendo o arranjo que resulta na maior redução de custos na movimentação de material em relação a um arranjo inicial. Rotina de melhoria.

- ALDEP – Automated Layout Design Program

Não necessita de um arranjo inicial, a partir de insumos, gera um arranjo para exame e com pontos, escolhe-se o de maior pontuação. Trabalha com até 63 departamentos. Rotina de construção.

- CORELAP – Computerized Relationship Layout Planning

Trabalha com até 70 departamentos. Rotina de construção.

## 5. VELOCIDADE DO PROCESSO

Davis, Aquilano e Chase (2001) apresentam um conjunto de Indicadores de Desempenho, tais como: Produtividade, Capacidade, Velocidade de Entrega, Flexibilidade, Velocidade do Processo e *Benchmarking*.

A Velocidade do Processo, segundo o autor, é um indicador de desempenho relativamente novo e pode ser representado pela relação entre o tempo necessário para a conclusão do produto ou serviço e o tempo de valor agregado, conforme apresentado na Equação (1).

$$\text{Velocidade do processo} = \frac{\text{Tempo de atravessamento do produto}}{\text{Tempo de valor agregado}} \quad (1)$$

O Tempo de Atravessamento do Produto pode ser analisado tanto sob a ótica de processos internos (da primeira à última fase de produção), bom como em relação a todo o ciclo de pedido, ou seja, desde a colocação do pedido até a entrega do produto/serviço ao cliente.

O indicador Velocidade do Processo reflete quantas vezes a mais de tempo é necessário para disponibilizar o produto/serviço.

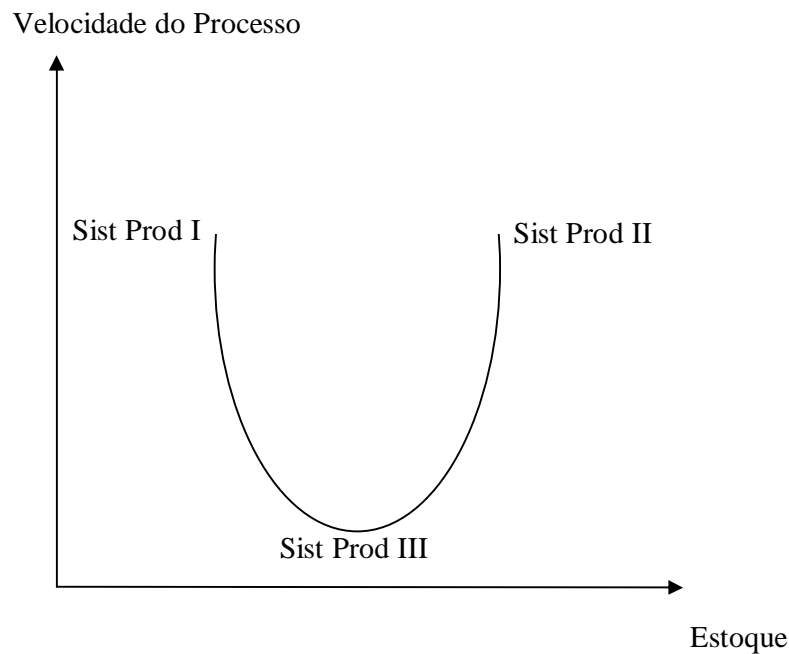


## 6. INFLUÊNCIA DOS NÍVEIS DE ESTOQUES NA VELOCIDADE DO PROCESSO

Adequar a velocidade de processo às necessidades do mercado é tarefa fundamental na gestão da produção. Isso se deve ao acirramento da concorrência e, conseqüentemente, à busca de padrões de serviços melhorados aos clientes. Nesse sentido, faz-se necessário encontrar modelos que identifiquem os fatores que influenciam a velocidade de processo. O modelo desenvolvido analisa a influência do estoque intermediário na velocidade de processo. Como premissa, considera-se a existência de um nível de estoque ideal que viabilize a aceleração do processo de manufatura.

### 6.1 MODELO GRÁFICO PARA ANÁLISE DA VELOCIDADE DE PROCESSO

O modelo desenvolvido e apresentado neste artigo tem por objetivo analisar a influência do nível de estoque de produtos intermediários (*Work in Process - WIP*) na velocidade do processo de produção, bem como identificar possíveis melhorias do nível de serviço prestado aos clientes pelas empresas manufatureiras. Esse modelo tem como base as teorias de manufatura enxuta e visa identificar as necessidades de estoques para diferentes tipos de processos produtivos, tais como Projeto, Jobbing, Lotes, Batelada (em massa) e Contínuos. A Figura 6 apresenta as principais características do modelo proposto.



**Figura 6:** Influência do Estoque Intermediário na Velocidade de Processo

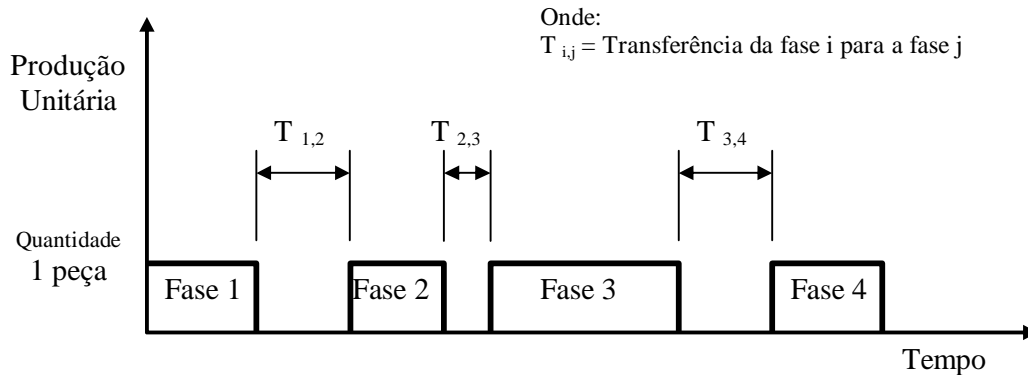
A seguir, são analisados os Sistemas de Produção I, II e III do modelo proposto, com enfoque nos processos produtivos de manufatura.

#### 6.1.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO I

Os Sistemas de manufatura situados na posição I do modelo caracterizam-se pela ausência de estoque intermediário e velocidade de processo elevada. Nesse caso, o processo é apresenta baixa eficiência, como pode ser visto em Davis, Aquilano e Chase (2001). Nesse

caso, quando o cliente realiza um pedido os estoques de matéria prima são acionados, dando início às diversas fases de produção até a entrega do produto acabado.

Utilizam-se deste expediente, processos tipo Projetos e Job Shop. Essa característica de processo também pode ser encontrada em produção artesanal, conforme apresentado na Figura 7.

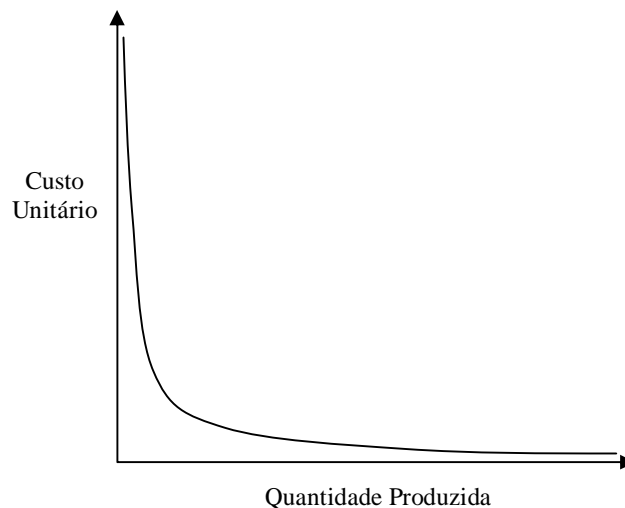


**Figura 7:** Fases de fabricação e de transferência em produção unitária

A Figura 7 apresenta as fases de fabricação e de transferência em produção unitária. Verifica-se que a inexistência de estoques intermediários provoca a elevação do tempo de atravessamento durante a fabricação, isso porque somente após o término de uma fase ocorre a transferência do produto para a fase seguinte. Nesse caso, entende-se por transferência, a somatória dos tempos de retirada do produto da fase  $i$ , a movimentação para a fase  $j$  e, finalmente, o posicionamento e a fixação do item na fase  $j$ .

### 6.1.2 SISTEMA DE PRODUÇÃO II

O Sistema de Produção II caracteriza-se pelo elevado nível de estoque intermediário e pela velocidade de processo elevada. Tais características são resultados da busca de redução do custo unitário de produção (ganho de escala). Essa prática considera a produtividade de cada máquina, não se importando com a produtividade global da empresa, conforme apresentado na Figura 8.

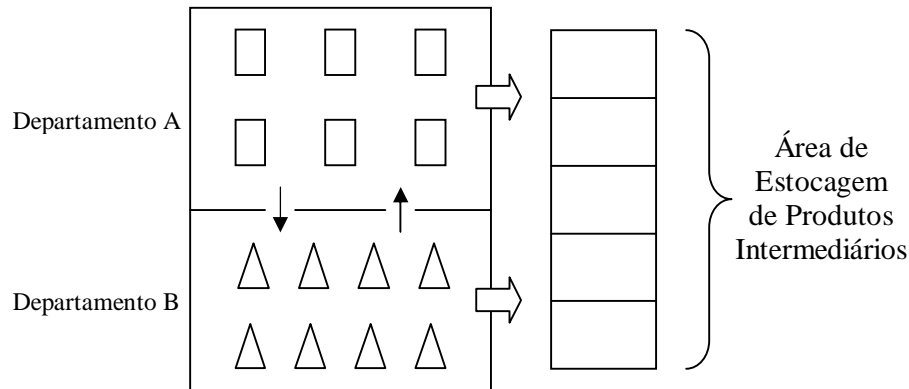


**Figura 8:** Relação entre Custo Unitário e Quantidade Produzida

Como pode ser visto na Figura 8, a fabricação de grandes lotes proporciona a redução dos custos de fabricação. Uma das conseqüências negativas desse tipo de produção é o aumento do custo de estocagem e a elevação do tempo de atravessamento do produto pela fábrica.

Utilizam-se desse expediente, processos tipo lote. Em geral, observa-se o emprego de máquinas tradicionais nesses processos, as quais se caracterizam pelo elevado tempo de set-up, seja relacionado à troca de ferramenta ou mesmo aos ajustes necessários.

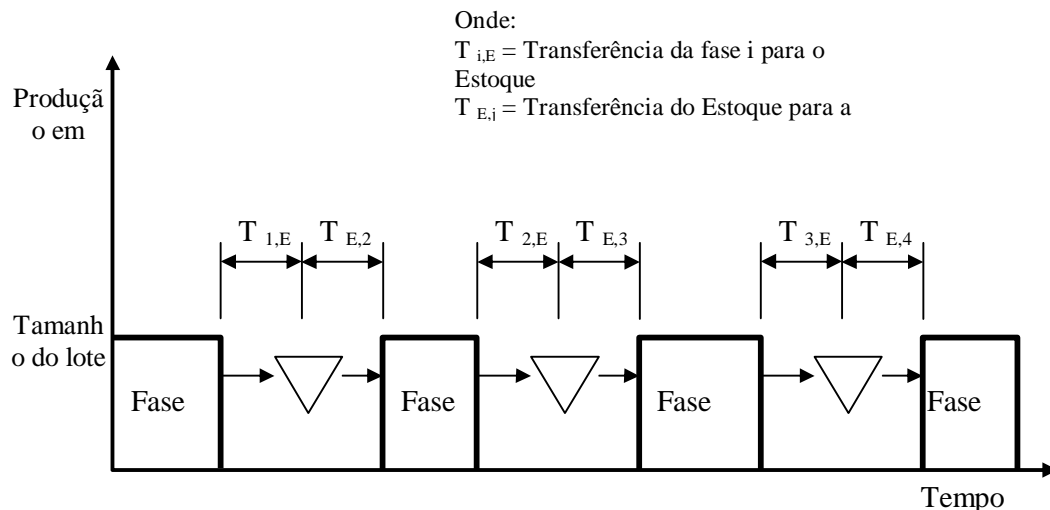
Esse tipo de produção é conhecida como produção para estoque, e sua representação gráfica pode ser vista na Figura 9.



**Figura 9:** Produção para Estoque

A Figura 9 apresenta uma instalação fabril que utiliza o lay-out funcional para viabilizar a produção de grandes lotes de fabricação. Esse tipo de arranjo físico caracteriza-se pelo agrupamento de máquinas semelhantes em mesmo departamento.

Em geral, são utilizadas máquinas universais para a produção, as quais são conhecidas pelo elevado tempo de preparação de máquina (set-up). O elevado set-up é compensado pelo tamanho de lote produzido. Outra característica desse processo é a utilização de empilhadeira e porta palets para a movimentação das peças produzidas para a área de estocagem ou mesmo para outro setor. A Figura 10 apresenta as fases de fabricação e de transferência na produção em lotes.

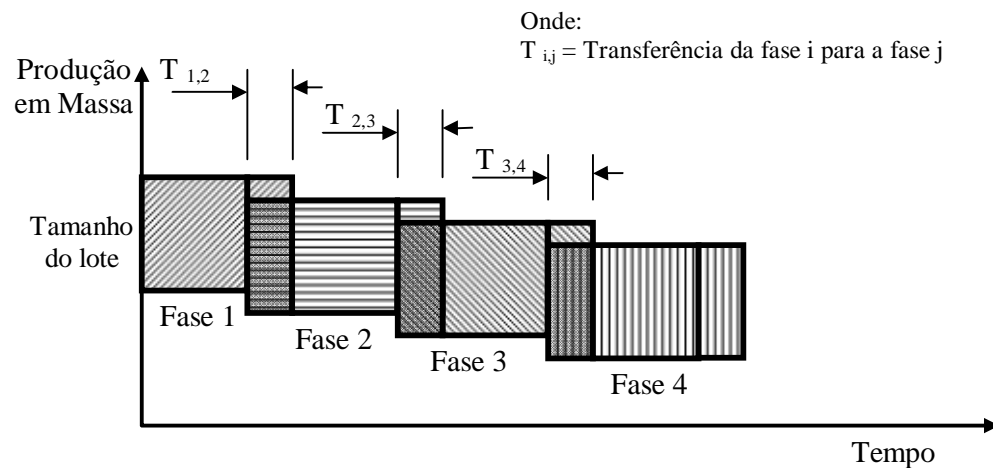


**Figura 10:** Produção em Lotes orientada para estoque.

Neste caso, a elevação da velocidade de processo ocorre porque, para se obter uma única peça acabada, faz-se necessário aguardar a produção de todo o lote. Portanto, verifica-se que, quanto maior o tamanho do lote de produção, maior será o índice de velocidade de processo, ou seja, o tempo de atravessamento do produto será maior.

### 6.1.3 SISTEMA DE PRODUÇÃO III

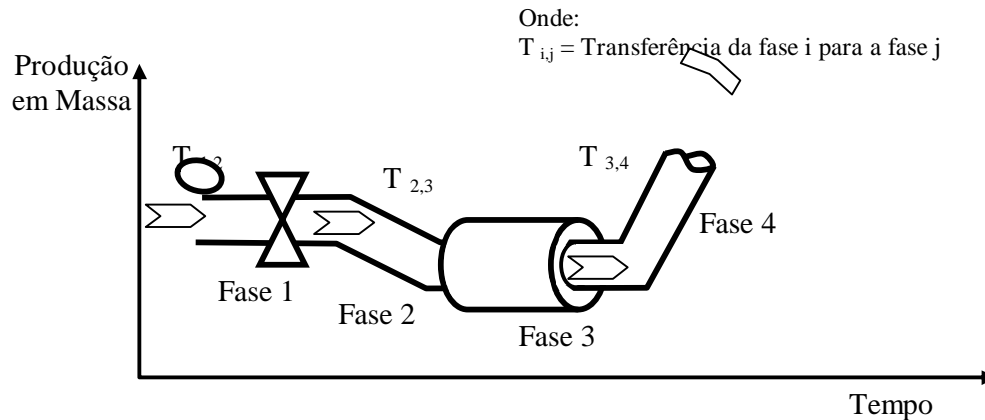
Caracteriza-se pela definição do nível de estoque de produto intermediário de modo que não interfira negativamente no tempo de atravessamento do produto no ambiente fabril. Neste caso, o tempo de valor agregado aproxima-se do tempo de atravessamento. Na prática, os componentes são produzidos em quantidades relativamente pequenas, o suficiente para manter a linha de produção alimentada com material a ser trabalhado. Em relação ao Sistema de Produção III, verifica-se a possibilidade de representar tanto a produção de itens discretos quanto a produção de itens não discretos. A Figura 11 apresenta um processo de produção em massa, no qual o processo seguinte é iniciado antes do término de processamento do lote da fase anterior. Dentre os arranjos físicos utilizados para atender a esse tipo de processo tem-se o arranjo Celular e em Linha de Montagem.



**Figura 11:** Produção em Massa.

Especificamente em relação ao Arranjo Físico Celular, os estoques de peças intermediárias são conhecidos como pulmão (ou *buffer*, em inglês). O pulmão tem por objetivo impedir que a linha de produção pare por falta de peças. Esse tipo de processo é caracterizado como sendo de alta eficiência, isso porque, quando do pedido do cliente, aciona-se o estoque de produtos intermediários, o que acelera a produção do bem e, conseqüentemente, a entrega dos produtos aos clientes, conforme apresentado na Figura 11.

Ainda no Sistema de Produção III, verifica-se a produção de itens não discretos, caracterizado pelos processos Contínuos. Nesse caso, não ocorre interrupção no fluxo de produção, o que permite afirmar que a velocidade do processo tende a um. A Figura 12 apresenta as principais características desse processo.



**Figura 12:** Produção Contínua

Verifica-se que no processo Contínuo não ocorre interrupção do fluxo de produção, de modo que a transferência de uma fase para outra é promovida não depende de estoques intermediários ou qualquer manuseio.

Como pode ser visto nas Figuras 11 e 12, o tempo de atravessamento do produto é similar ao tempo de agregação de valor, portanto, a velocidade de processo tende a 1 (uma unidade).

## 7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este artigo apresentou um modelo gráfico para analisar a influência do estoque intermediário, de acordo com o tipo de arranjo físico, na velocidade de processo de produção. Utilizou-se referencial teórico de autores consagrados nas áreas de Administração da Produção e Logística Empresarial, com o intuito de desenvolver uma ferramenta que auxilie o gestor da produção na busca de maior fluidez dos produtos no ambiente fabril.

O modelo demonstrou que o estoque intermediário pode influenciar positivamente ou negativamente na velocidade de processo de produção, mas salientamos que a velocidade deste fluxo está diretamente relacionada com o tipo de arranjo físico. Um arranjo inadequado às características do processo de manufatura pode deixar a velocidade de processo mais lenta e com maior custo de produção.

Outro fator de influência é a variabilidade do estoque em relação à demanda, no qual se o nível de responsividade da empresa em relação ao mercado for alto, isto agiliza o processo de suprimentos, mas se a capacidade de resposta às variações de mercado são baixas, seu processo de aquisição dos estoques se torna mais lento e acaba influenciando negativamente na velocidade de processo.

Como sugestão para trabalhos futuros, considera-se importante quantificar os níveis de estoques intermediários em relação à velocidade de processo. Esse estudo, se realizado com auxílio de métodos de simulação computacional, permitirá a discriminação do nível de estoque ideal para cada tipo de processo de manufatura, auxiliando, portanto, na escolha do arranjo físico que melhor atenda às necessidades do mercado.

## 8. REFERÊNCIAS

- BALLOU, R.H.**, Logística empresarial. São Paulo: Atlas, 1993
- TAYLOR, D.A.**, Logística na cadeia de suprimentos. São Paulo: Pearson, 2005
- BOWERSOX, D.J. e CLOSS, D.J.** Logística empresarial. São Paulo: Atlas, 2001.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.** Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. 6ª. reimpressão. São Paulo: Atlas, 2008.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B.** Gestão logística de cadeias de suprimentos. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CARLOS, R. M. S.; MARQUES, C. A. N.; RODRIGUES, M. F. C.; SOUZA, R. B. CHOPRA, S. e MEINDL, P.** Gerenciamento da cadeia de suprimentos. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- CHRISTOPHER, M.** Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a Redução de Custos e Melhoria dos Serviços. 3ª reimpressão, São Paulo: Pioneira, 1997.
- DAVIS, M.M, AQUILANO N.J.and CHASE, R.B.** Fundamentos da administração da produção. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- GOURDIN, K. N.** Global logistics management: a competitive advantage for the new millennium. Massachusetts: Blackwell Publishers Ltd., 2001.
- GUNASEKARAN, A.; NGAI, E. W. T.; CHENG, T. C. E.** Developing an e-logistics system: a case study. International Journal of Logistics: Research and Applications, Vol. 10, No. 4, December 2007, 333-349.
- MARTEL, A; VIEIRA, D. R.** Análise e projeto de redes logísticas. São Paulo: Saraiva, 2008.
- MARTINS, Petrônio G.e LAUGENI, Fernando P.** Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 2001.
- SELLITTO, M. A.; MENDES, L. W.**. Avaliação Comparativa do Desempenho de Três Cadeias de Suprimentos em Manufatura. Produção, Vol. 16, No. 3, p. 552-568, set/dez, 2006.
- SLACK, Nigel at alli.** Administração da produção. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- VIEIRA, J. G. B.** Análise do arranjo físico em uma unidade de triagem de materiais: um estudo de caso. Anais do XV SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção, novembro de 2008.
- VIVALDINI, M.** O prestador de serviços logísticos como agente integrador em cadeias de suprimentos: uma proposta de sistematização conceitual. Tese (doutorado) Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Santa Bárbara D'Oeste, 2007.