

Formas de atendimento ao pedido do cliente e técnicas de controle de estoque: organização teórica de suas relações

Nathália Pedroso Domingues (DEP – Unesp Bauru)

Ana Beatriz Lopes de Sousa Jabbour (DEP – Unesp Bauru) abjabbour@feb.unesp.br

Resumo

O objetivo da pesquisa é relacionar as formas de atendimento ao pedido do cliente com as técnicas de controle de estoque existentes na literatura com base em fatores que influenciam na escolha do sistema de atendimento ao pedido do cliente, a fim de elaborar um quadro explicativo dessas relações. Este quadro busca orientar os gestores de logística/produção no processo de tomada de decisão da aplicação de determinada técnica de controle de estoque para cada situação de atendimento ao pedido do cliente empregada por uma organização. Para alcançar tal objetivo, foi utilizado o método de pesquisa bibliográfica.

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Produção, Formas de atendimento ao pedido do cliente, Técnicas de controle de estoque.

Manufacturing systems and inventory management control: theoretical organization of their relationships

Abstract

The research's purpose is to relate the manufacturing systems with the existing inventory control policies found in literature based on factors that influence the choice of manufacturing system, in order to develop an explanatory framework of these relations. This framework aims to guide managers of logistics / production in the process of decision making to use a particular inventory control policy for each situation of manufacturing system used by an organization. The method of bibliographic research was used to achieve this goal.

Keyword: Production Planning and Control, Manufacturing Systems, Inventory management policies.

1. Introdução

As funções de Planejamento e Controle de Produção (PCP) se mostram essenciais para o bom desempenho dos setores de produção nas organizações. O gerenciamento e controle do inventário, uma das atividades-chave para alicerçar o PCP, busca atingir a satisfação da demanda com o mínimo custo de estoque. A necessidade de conciliar suprimento e demanda tornou-se, então, fundamental para que o processo produtivo seja conduzido eficiente e eficazmente (KAMINSKY; KAYA, 2009).

Contudo, devido à evolução dos métodos gerenciais, diversos sistemas surgiram para nortear os gestores de produção/logística no processo de tomada de decisão referente ao controle de estoque. Diferentes formas de atendimento ao pedido do cliente e técnicas de controle de estoque dificultaram o processo de decisão sobre quais se adéquam a determinado ambiente (SHARDA; AKIYA, 2012).

Nesse sentido, considerando que há muitos fatores a serem ponderados na definição do sistema de atendimento ao pedido do cliente, como previsibilidade da demanda, nível de customização, risco de obsolescência de estoque, *lead time* de produção, custo de estocagem e volume de produção (HEMMATI; RABBANI, 2010; ZAERPOUR *et al.*, 2008) e que há diferentes técnicas de controle de estoque apontadas pela literatura, então, este artigo objetiva relacionar as formas de atendimento ao pedido do cliente com as técnicas de controle de estoque que existem na literatura com base naqueles fatores mencionados, a fim de elaborar um quadro explicativo dessas relações de forma a orientar os gestores de logística/produção no processo de tomada de decisão da aplicação de determinada técnica de controle de estoque para cada situação de atendimento ao pedido do cliente empregada por uma organização.

A relevância do presente artigo consiste no preenchimento de uma lacuna observada na literatura referente à ausência de uma perspectiva de tríade que relaciona formas de atendimento ao pedido do cliente, técnicas de controle de estoque e fatores presentes nos modelos de manufatura. Encontram-se, no entanto, apenas artigos que relacionam apenas duas variáveis. Assim, artigos elaborados por Hemmati e Rabbani (2010) e Zaerpour *et al* (2008), por exemplo, relacionaram tais fatores com os sistema de atendimento ao pedido do cliente *make-to-stock* e *make-to-order*. Ainda mantendo uma perspectiva dual sobre o assunto, Germs e Riezebos (2010), assim como Harrod e Kanet (2013), relacionaram técnicas de controle de estoque, Kanban e CONWIP, com sistemas *make-to-stock* e *make-to-order*. Observa-se, portanto, a relevância de se relacionar as três variáveis para oferecer um material mais consistente aos gestores de logística.

Este artigo está dividido em 5 seções, sendo a Seção 1 a introdução do tema da pesquisa; a Seção 2 apresenta os procedimentos da pesquisa; a Seção 3 traz conceitos elementares para a compreensão da pesquisa, ou seja, sistemas de atendimento ao pedido do cliente e técnicas de controle de estoque; a Seção 4 elabora o quadro conceitual da pesquisa; e a Seção 5 traz as considerações finais da pesquisa.

2. Procedimentos metodológicos da pesquisa

A metodologia utilizada foi de pesquisa bibliográfica, uma vez que a natureza desta pesquisa é teórica. Durante o desenvolvimento desse trabalho, foram consultadas diversas publicações relevantes ao tema, visando a uma revisão bibliográfica que contemple o estado da arte do assunto.

Foram realizadas buscas em bases de dados nacionais e internacionais, como Scielo, Scopus e ISI Web of Science, de modo a identificar e definir as formas de atendimento ao pedido do cliente, deixando explícitas as diferenças entre elas, e as principais técnicas de controle de estoque que há na literatura e suas especificidades. Escolheram-se as bases de dados mencionadas devido à importância destas no meio acadêmico.

O processo de buscas por palavras-chave em tais bases de dados ocorreu da seguinte forma. Inicialmente, foram inseridas as palavras-chaves sobre determinado tema. Em seguida, em relação à base de dados nacional, não houve refinamento dos artigos resultantes do processo de busca. Na Scopus e ISI Web of Science, por sua vez, foram pesquisados artigos por título, resumo e palavras-chave, publicados em todos os anos até o momento em que foi realizada a pesquisa deste artigo (Junho/2014), restrito ao domínio das áreas de Ciências Físicas/Tecnológicas e Engenharia. Após este processo de refinamento, os artigos apresentados pela base de dados eram analisados. As palavras-chave utilizadas foram: *Stock Control*, *"Stock control"*, *"Make to stock"*, *"Make to order"*, *"Assemble to order"*, *"Engineering to order"*, *Periodic review*, *Continuous review*, *Kanban*, *ABC system*, *ABC inventory classification*, *Economic batch purchase*, *Economic production batch size*.

3. Sistemas de atendimento ao pedido do cliente e técnicas de controle de estoque

3.1 Sistemas de atendimento ao pedido do cliente

As formas de atendimento ao pedido do cliente, classificadas em *make-to-stock* (MTS), *make-to-order* (MTO), *assemble-to-order* (ATO) e *engineering-to-order* (ETO), referem-se à decisão estratégica de posicionar o estoque ao longo do processo produtivo de modo a atender a demanda de forma satisfatória. Basicamente, as estratégias diferenciam-se quanto ao posicionamento do estoque na cadeia produtiva. Assim, em MTS o estoque se posiciona nos recursos de saída, em ATO o estoque se encontra na etapa de fabricação do produto, em MTO o estoque se concentra nos recursos de entrada e não há estoque em ETO (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2008).

A estratégia *make-to-stock* tem como objetivo obter grandes economias de escala e pequenos *lead times* de produção - período de tempo entre a chegada de um pedido e a conclusão da produção deste - através da produção de bens de acordo com a previsão de demanda e com o estoque de produtos finais (ZHANG *et al*, 2013).

Em relação à estratégia *make-to-order*, é necessário o recebimento da ordem do cliente, devido à imprevisibilidade da demanda, para executar a produção, de forma a eliminar consideravelmente os estoques (RAFIEI; RABBANI, 2011). Diferentemente do ambiente MTS, as ordens dos clientes diferem-se entre si, conduzindo a um elevado nível de customização dos produtos e, conseqüentemente, a um período maior de tempo de *setup*, isto é, tempo de preparação das máquinas para mudança de lotes de produção. Sob esta perspectiva, a estratégia MTO satisfaz o consumidor através da “produção de bens compatíveis com suas especificações”, porém o faz esperar pela entrega dos produtos, devido ao *lead time* de produção (MANAVIZADEH *et al*, 2012; MUDA; HENDRY, 2002).

O ambiente *assemble-to-order* busca combinar dois aspectos importantes referentes aos sistemas MTS e MTO: resposta rápida às incertezas de mercado e diferenciação do produto. A produção de componentes ocorre anteriormente ao recebimento do pedido do consumidor, no entanto, o produto final só é montado quando tal pedido é recebido. Ou seja, há prorrogação da diferenciação do produto até o último estágio possível de produção (CHENG; GAO; SHEN, 2011).

Diferentemente das três estratégias explicitadas, em *engineering-to-order* não há estoque devido aos produtos serem feitos sob medida (BERTRAND; MUNTSLAG, 1993).

Segundo Hemmati e Rabbani (2010), Zaerpour *et al* (2008) existem determinados fatores que influenciam a escolha do sistema de atendimento ao pedido do cliente. Assim, há fatores relacionados ao mercado, como previsão de demanda, customização do produto, tempo de entrega e confiabilidade de entrega; ao processo produtivo, como *lead time* de produção, flexibilidade em relação aos processos e aos recursos humanos e custos de estocagem; aos produtos, como risco de obsolescência, tipo de produto, custo de cada item e qualidade do produto e, por fim; aos fornecedores, como compromisso do fornecedor e política de preço de varejistas.

De acordo com tais informações, é possível elaborar um quadro resumo (Tabela 1) que relaciona formas de atendimento ao pedido do cliente e as variáveis identificadas, tendo como base os dois artigos identificados da literatura sobre o assunto (HEMMATI; RABBANI, 2010; ZAERPOUR *et al*, 2008). A divisão entre os fatores relacionados ao mercado, produto, processo e fornecedores, por exemplo, foi realizada pelos autores desses artigos. O objetivo, portanto, é resumir o que foi explicitado acerca das relações entre as variáveis identificadas e as formas de atendimento ao pedido do cliente.

Fatores	Alto	Médio	Baixo
<i>Fatores relacionados ao mercado</i>			
Previsão da demanda	MTS		MTO
Nível de customização	MTO	ATO	MTS
Tempo de entrega	MTO	ATO	MTS
Confiabilidade de entrega	MTO/MTS		
<i>Fatores relacionados ao produto</i>			
Risco de obsolescência	MTO		MTS
Qualidade	MTO/MTS		
Custo de cada item	MTO		
<i>Fatores relacionados ao processo</i>			
Lead time de produção	MTS		
Flexibilidade de processos e recursos humanos	MTO		
Custo de estocagem	MTS	MTO	
<i>Fatores relacionados a fornecedores</i>			
Compromisso do fornecedor	MTO		

Fonte: Autores.

Tabela 1 – Formas de atendimento x Fatores identificados.

Tendo em vista o quadro resumo explicitado, tem-se que os índices “alto”, “médio” e “baixo” dizem respeito ao grau de intensidade dos fatores em questão. Assim, se a estratégia MTS, por exemplo, estiver posicionada na coluna do índice “alto” e na linha do fator “previsão de demanda” significa que, para uma alta intensidade deste fator, a estratégia MTS é recomendada.

Fatores relacionados ao mercado e ao produto (previsão da demanda, nível de customização, tempo de entrega, confiabilidade de entrega, qualidade e risco de obsolescência) possuem características definidas quanto às variáveis. Assim, são preenchidas com mais de uma forma de atendimento. Em relação às outras variáveis, o preenchimento de uma única forma de atendimento indica que esta é a mais adequada para o ambiente em questão, segundo a revisão bibliográfica, pois a literatura aborda variações quanto ao grau de intensidade dos fatores.

Nesse sentido, em função de tais fatores, haverá circunstâncias em que determinada forma de atendimento ao pedido do cliente é mais apropriada do que outra e esta decisão irá impactar na definição da melhor maneira de controlar o estoque. Por isto, esta pesquisa se justifica ao analisar as possibilidades de combinação entre formas de atendimento ao pedido do cliente, com fatores de produção e técnicas de controle de estoque.

A seguir, apresentam-se definições de algumas técnicas de controle de estoque que há na literatura especializada.

3.2 Técnicas de controle de estoque

As técnicas de controle de estoque, identificadas na literatura e determinadas para compor o artigo, foram revisão contínua e revisão periódica, sistema Kanban e sistema CONWIP, análise ABC e lote econômico de compra. A escolha referente às técnicas revisão contínua e periódica, sistema Kanban e CONWIP ocorreu pelo fato de que estas são controladas pelo nível de estoque presente na organização, sendo este um dos focos do trabalho, pois variam de acordo com o modelo de manufatura utilizada pela organização (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2007). Em relação à análise ABC, esta é considerada a maneira mais comum de se discriminar níveis de controle de estoque para diferentes itens e, em relação ao lote

econômico de compra, este também é considerado a maneira mais comum de se determinar a quantidade a ser ordenada no momento de reabastecimento de um item (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

A técnica de controle de estoque denominada revisão periódica refere-se ao sistema cuja revisão de estoque ocorre a um período fixo de tempo e as quantidades ordenadas variam de acordo com a demanda. O pedido de reposição é realizado caso o nível de estoque esteja situado abaixo do ponto de ressurgimento predeterminado. Este ponto é o nível de estoque suficiente para suprir o *lead time* da demanda, período decorrido entre a realização de um pedido e a chegada das quantidades requisitadas, adicionado ao estoque de segurança, para se prevenir de flutuações da demanda. Para cada item do inventário deve-se determinar o ponto de ressurgimento adequado (JOHN MILTENBURG; STLVKR, 1984).

Em relação à revisão contínua (sistemática Q), esta diferencia-se da revisão periódica pelo fato de que quantidades fixas são ordenadas sempre que a posição do estoque alcançar ou se tornar menor que o ponto de ressurgimento (CARDÓS; BABILONI, 2011). Usualmente, os pedidos possuem o mesmo tamanho, porém são determinados em intervalos de tempo diferentes. A organização pode definir tais quantidades com base em experiências práticas ou aplicando-se modelos, como lote econômico de compra, com o objetivo de se obter quantidades econômicas para reposição do estoque. O monitoramento do nível de estoque, portanto, deve ser contínuo (JOHN MILTENBURG; STLVKR, 1984).

O sistema Kanban de controle de estoque, além de ser uma ferramenta da filosofia *Just-in-Time*, é classificado também como uma implementação da estratégia denominada puxada (*pull strategy*), na qual o último estágio de produção define a liberação de matéria-prima no processo produtivo e deve-se manter o mínimo estoque de cada produto na saída das estações de trabalho (KRISHNAMURTHY; SURI; VERNON, 2004). Geralmente, o sistema Kanban está inserido em ambientes caracterizados por demanda estável, baixa variedade de itens, pequenos tempos de *setup*, operações padronizadas e linhas de produção fixas. Caso haja alterações em algum desses fatores, o sistema torna-se desfavorável para se utilizar (LAGE JUNIOR; GODINHO FILHO, 2008).

Uma alternativa para ambientes de manufatura mais dinâmicos, como MTO em contraste ao MTS, por exemplo, foi introduzida por Spearman *et al.* (1990) (LI, 2010). Tal alternativa foi denominada CONWIP. Classificado como um sistema híbrido, este combina características da estratégia puxada (*pull strategy*), utilizada pelo sistema Kanban, e princípios da estratégia empurrada (*push strategy*). Assim, pode-se considerá-lo puxado pelo final do processo produtivo e empurrado do início ao final deste (SERENO *et al.*, 2011). Como o inventário não é controlado entre as estações de trabalho em ambientes CONWIP, pois apenas é controlado o estoque de toda a linha de produção, é possível que altos níveis de estoque se acumulem em frente a gargalos (GERAGHTY; HEAVEY, 2004; GERMS; RIEZEBOS, 2010). Se por um lado esta abordagem mostra-se desvantajosa, por outro possibilita maior flexibilidade no sequenciamento de trabalho na linha de produção para reduzir tempos de *setup* (LI, 2010). O sistema também apresenta vulnerabilidades quanto a flutuações no fluxo de produção, à falta de consideração do impacto de gargalos no processo produtivo e pode exigir um espaço maior entre centros de trabalho para estoque (OVALLE; MARQUEZ, 2013).

Em empresas que possuem muitos itens em estoque, é interessante que haja uma classificação destes para que os gerentes de logística saibam a importância de cada um em relação a determinado critério e, assim, controlá-los de forma eficiente. Deste modo, existe uma técnica, denominada sistema ABC, o qual, baseando-se na lei de Pareto, classifica os produtos e elabora uma lista de acordo com suas movimentações de valor (produto entre taxa de uso e valor individual) (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). No entanto, a variedade de

produtos no inventário pode não ser homogênea e critérios além de “movimentações de valor” podem ser definidos para representar o agrupamento dos itens (CHEN, 2012).

Por fim, tem-se o lote econômico de compra (LEC) como a última das técnicas de controle de estoque a ser explanada. Ele funciona da seguinte forma: inicialmente, a empresa recebe um lote de fornecedor contendo Q unidades, a qual é utilizada posteriormente a uma taxa constante. Em um dado momento, ou seja, quando a quantidade de produtos é suficiente para satisfazer a demanda durante o *lead time* de entrega do próximo pedido, outro pedido de Q unidades é feito para reposição. Considera-se que o pedido será recebido no instante em que o inventário torna-se zero. Para isso, foram tomadas suposições de que a taxa de consumo do item e o *lead time* de entrega são constantes (ABDULLAH; MAWARDI; RASHID, 2013). O modelo tradicional do LEC assume pressupostos constantes como custos de pedido, demanda, *lead time*, manutenção de estoque, preço de compra de um produto e considera que o reabastecimento é feito de uma vez com todos os lotes. Contudo, na prática, tais pressupostos se distanciam da realidade, como por exemplo, a consideração de que todos os itens de um lote de produção são conformes a padrões de qualidade e de que não há retrabalho (CÁRDENAS-BARRÓN, 2009).

Após a exposição dos principais conceitos deste trabalho, apresenta-se a seguir a proposição de um quadro conceitual de integração entre formas de atendimento ao pedido do cliente, com fatores de produção e técnicas de controle de estoque.

4. Proposição de um quadro analítico da relação entre sistema de atendimento ao pedido do cliente, seus fatores e técnicas de controle de estoque

A partir das definições e explicações das formas de atendimento ao pedido do cliente e suas características, bem como das técnicas de controle de estoque e suas especificidades, é possível elaborar um quadro analítico (Tabela 2) contendo as estratégias *make-to-stock*, *make-to-order* e *assemble-to-order*, os fatores identificados na literatura que influenciam na escolha de tais estratégias e as técnicas de controle de estoque visando à colaboração de tomada de decisão de gestores de logística.

Fator	Nível	<i>Make-to-stock</i>	<i>Make-to-order</i>	<i>Assemble-to-order</i> (1° estágio)
Previsão de demanda	Estável	Kanban, LEC, Revisão Periódica		Kanban, LEC, Revisão Periódica
	Instável		CONWIP, Revisão Contínua	
Nível de customização	Alto		CONWIP, Revisão Contínua	
	Baixo	Kanban, LEC, Revisão Periódica		Kanban, LEC, Revisão Periódica
Risco de obsolescência	Alto	Revisão Periódica	Revisão Contínua	Revisão Periódica
	Baixo	Kanban, LEC, Revisão Periódica	CONWIP, Revisão Contínua	Kanban, LEC, Revisão Periódica
<i>Lead time</i> de produção	Alto	Kanban, LEC, Revisão Periódica	CONWIP, Revisão Contínua	Kanban, LEC, Revisão Periódica
	Baixo	Kanban, LEC, Revisão Periódica	CONWIP, Revisão Contínua	Kanban, LEC, Revisão Periódica
Custo de estocagem	Alto	Kanban, LEC, Revisão Periódica	CONWIP, Revisão Contínua	Kanban, LEC, Revisão Periódica
	Baixo	Kanban, LEC, Revisão Periódica	CONWIP, Revisão Contínua	Kanban, LEC, Revisão Periódica

Nível de estoque	Alto	ABC, Kanban, Revisão Periódica, LEC	CONWIP, Revisão Contínua	ABC, Kanban, Revisão Periódica, LEC
	Baixo	ABC, Kanban, Revisão Periódica, LEC	CONWIP, Revisão Contínua	ABC, Kanban, Revisão Periódica, LEC
Volume de produção	Alto	ABC, Kanban, LEC, Revisão Periódica	CONWIP, Revisão Contínua	ABC, Kanban, LEC, Revisão Periódica
	Baixo	ABC, Kanban, LEC, Revisão Periódica	CONWIP, Revisão Contínua	ABC, Kanban, LEC, Revisão Periódica

Fonte: Autores.

Tabela 2 - Quadro conceitual da relação entre formas de atendimento ao pedido do cliente, com fatores de produção e técnicas de controle de estoque.

Em uma situação em que as características de uma organização assemelham-se a um ambiente MTS, por exemplo, há a possibilidade de se utilizar como ferramentas de controle de estoque: revisão periódica e/ou Kanban e/ou lote econômico de compra e/ou análise ABC.

Desta forma, em uma organização cuja demanda é estável e previsível e o nível de customização é baixo, aconselha-se utilizar a revisão periódica como técnica de controle de estoque. Dado que esta técnica ocorre a um período fixo de tempo e as quantidades ordenadas variam de acordo com a demanda, é possível determinar a quantidade de itens a ser requisitada. Para isso, deve-se determinar o ponto de ressuprimento para cada item do inventário, de modo que o nível de estoque seja suficiente para suprir o *lead time* da demanda. Observa-se, assim, que tal atividade pode ser realizada sem dificuldade devido ao baixo nível de customização dos produtos. A revisão periódica do inventário também evita que produtos acabados em estoque se tornem obsoletos ou que haja elevados custos de estocagem, pois há conhecimento sobre a quantidade de itens em estoque e a necessidade de se mantê-los.

Além disso, de acordo com o Quadro analítico, o emprego da revisão periódica em situações MTS pode ocorrer quando outros fatores estão presentes no sistema, tais como risco de obsolescência, *lead time* de produção, custos de estocagem, nível de estoque e volume de produção. Para isso, é necessário que os níveis dos fatores mencionados, mesmo assumindo níveis distintos como “alto” ou “baixo”, sejam estáveis.

Observa-se em ambientes MTS, também, elevados níveis de estoque devido ao elevado volume de produção. Assim, seria adequado realizar uma análise ABC, dado que a identificação e classificação dos produtos em relação a determinado critério gera um controle mais eficiente dos itens mais importantes em estoque. Para situações em que os níveis de estoque são baixos, bem como o volume de produção, cabe à organização a decisão de empregar a análise ABC.

O lote econômico de compra, por se tratar de um modelo que admite determinadas hipóteses, sendo estas demanda e *lead time* de produção constantes, as quais, em geral, estão presentes em organizações MTS, pode ser utilizado para se determinar a quantidade ideal de pedidos a ser ordenado ao fornecedor e, assim, minimizar os custos totais de estocagem de itens. Com exceção do fator alto risco de obsolescência, pois o período de reabastecimento pode ser muito longo, comprometendo a vida útil do produto, a variação dos níveis dos outros fatores não influencia na aplicação do modelo. Em relação ao fator *lead time* de produção, basta que este seja constante. No entanto, para o bom funcionamento deste, é importante também que a taxa de consumo da quantidade requisitada de pedidos e o *lead time* de entrega dos pedidos sejam constantes, impedindo que o inventário torne-se zero anteriormente à chegada do pedido.

Em relação à técnica Kanban de controle de estoque, recomenda-se sua utilização em ambientes cujas características são demanda estável e previsível, baixo nível de customização dos produtos, baixo nível de estoque intermediário, ou seja, que se assemelham à estratégia *make-to-stock*. Devido ao baixo nível de estoque intermediário e ao baixo nível de customização, é possível utilizar cartões específicos para cada tipo de item, o que não ocorre em um ambiente MTO, por exemplo. Novamente, mantendo-se as características acima, a variação do nível dos outros fatores não influencia substancialmente no emprego desta técnica, mas é importante que sejam estáveis. Para elevados *lead times* de produção, porém com pequenos tempos de *setup*, a técnica Kanban limita o estoque em processo, na medida em que o último estágio de produção define a liberação de matéria-prima no processo produtivo. No entanto, caso haja baixo *lead time* de produção, o objetivo da técnica também é mantido, de modo que o mesmo ocorre com os outros fatores, exceto em “risco de obsolescência”, observados no Quadro 2.

Em uma situação oposta, em que as características do sistema produtivo dizem respeito a um sistema *make-to-order*, recomenda-se utilizar as ferramentas revisão contínua e sistema CONWIP para controle do estoque.

Fatores como baixo risco de obsolescência, elevado nível de customização e imprevisibilidade da demanda requerem revisão contínua do inventário. Como a demanda é incerta, não seria possível ordenar pedidos ao fornecedor a intervalos regulares e fixos, pois esta característica não está presente em um sistema MTO. Além disso, para repor o estoque, que se encontra no início da linha de produção, realizam-se pedidos com quantidades relativamente fixas de itens, conforme o inventário é revisado continuamente. Assim, evita-se a escassez ou obsolescência destes e, conseqüentemente, evita-se um *lead time* maior de produção, o que afeta diretamente no tempo de entrega ao consumidor, critério altamente valorizado por consumidores em organizações MTO. Também se evitam prejuízos em relação aos custos de estocagem de recursos de entrada cujos preços são elevados.

Por outro lado, recomenda-se o emprego do sistema CONWIP em ambientes mais dinâmicos, como MTO, por exemplo, em que prevalecem características como demanda instável, elevado nível de customização e volume constante de produção.

Assim como em sistemas MTS, em um ambiente MTO, é possível a variação de níveis dos fatores *lead time* de produção, custo de estocagem, volume de produção e nível de estoque, de forma que se mantenham estáveis em cada nível. Deste modo, podem-se utilizar as técnicas CONWIP e revisão contínua.

Aconselha-se utilizar a análise ABC caso o nível de inventário seja elevado, porém não se restringe sua realização apenas neste caso. As variações quanto à análise ocorrerá no quesito do critério escolhido para classificar os itens. Quanto ao lote econômico de compra, no entanto, observa-se especial dificuldade em realizar o cálculo deste modelo para sistemas MTO, devido à imprevisibilidade da demanda.

Devido ao caráter híbrido do sistema *assemble-to-order*, recomenda-se o emprego de técnicas de controle de estoque no primeiro estágio do processo produtivo. Assim, a partir da chegada de recursos até a montagem de subcomponentes, cujas características assemelham-se ao sistema MTS, pode-se utilizar o sistema Kanban, revisão periódica, análise ABC e lote econômico de compra como ferramentas de controle de estoque. Nesta etapa da linha de produção, prevalecem fatores como previsibilidade da demanda, baixo nível de customização e baixo nível de estoque entre as estações de trabalho e elevado nível de estoque intermediário, momento anterior à montagem de subcomponentes. A revisão periódica e a análise ABC concentram suas atividades neste estoque intermediário, semelhante a um estoque final de um ambiente MTS. No entanto, caso o nível de estoque seja excessivamente

alto, a análise ABC pode consumir elevada quantidade de tempo para realizar a tarefa de identificação e classificação dos itens. O lote econômico de compra também se baseia neste estoque para realizar os cálculos dos pedidos a serem realizados ao fornecedor. O sistema Kanban, por sua vez, abrange o início do processo produtivo até esta fase. A partir desta até a modulação final dos produtos, a produção possui características do sistema MTO. Neste estágio, não há necessidade de se controlar estoques de produtos, pois não há estoque final e o estoque intermediário da linha de produção, que corresponde ao estoque de entrada do segundo estágio, é revisado periodicamente. Não há necessidade de se utilizar o sistema CONWIP nesta fase, pois a modulação final apenas se inicia com a colocação de um pedido do consumidor, tarefa correspondente à chegada de um cartão, após este ter alcançado o fim da linha de produção.

Portanto, observa-se que as técnicas Kanban, revisão periódica, lote econômico de compra e análise ABC são utilizadas em ambientes MTS e ATO, sendo este restrito ao primeiro estágio de produção e que CONWIP e revisão contínua são utilizadas em sistemas MTO. Os níveis das características previsão de demanda e nível de customização são intrínsecos a cada ambiente, porém os níveis dos outros fatores podem ser “alto” ou “baixo”, de acordo com determinada organização, mas devem manter-se relativamente constantes. Além disso, tais fatores não influenciam significativamente no funcionamento das técnicas de controle de estoque, de modo que estas são mantidas, dado o mesmo modelo de manufatura.

5. Conclusões

Através de pesquisa bibliográfica, este artigo teve como objetivo relacionar as formas de atendimento ao pedido do cliente com as técnicas de controle de estoque que existem na literatura com base nos fatores de produção. Tal fato confere considerável relevância ao artigo, pois, até o momento do desenvolvimento da pesquisa, observou-se ausência de uma perspectiva de tríade sobre o assunto, ou seja, de uma relação entre as três variáveis citadas acima.

Além disso, o quadro explicativo de tais relações, ao esclarecer que determinados sistemas de manufaturas possuem, em geral, fatores específicos, os quais influenciam na escolha da técnica de controle de estoque, torna-se uma ferramenta aos gestores de logística/produção para que tomem decisões apropriadamente embasadas. Assim, por meio da correta aplicação de determinada técnica de controle de estoque para cada situação de atendimento ao pedido do cliente, os gestores de logística/produção evitam equívocos e falhas no gerenciamento e controle de estoque, contribuindo para alavancar o desempenho da organização.

Para futuros trabalhos, sugere-se detalhar com mais acurácia as especificidades dos sistemas de manufatura e suas variações, associando estas duas variáveis de modo a oferecer um panorama mais amplo aos gestores de logística sobre todas as técnicas de controle de estoque existentes na literatura. Sugere-se, também, um processo de verificação empírica do Quadro analítico para comprovar a utilização das técnicas de controle de estoque nas situações propostas.

Referências

- ABDULLAH, N. K.; MAWARDI, M. A. N. M.; RASHID, R. A. Economic order quantity (EOQ): An alternative at Routine Maintenance Company. In: **Business Engineering and Industrial Applications Colloquium (BEIAC), 2013 IEEE**. IEEE, 2013. p. 739-744, 2013.
- BERTRAND, J. W. M.; MUNTSLAG, D. R. Production control in engineer-to-order firms. **International Journal of Production Economics**, v. 30, p. 3-22, 1993.
- CÁRDENAS-BARRÓN, Leopoldo Eduardo. Economic production quantity with rework process at a single-stage manufacturing system with planned backorders. **Computers & Industrial Engineering**, v. 57, n. 3, p. 1105-1113, 2009.

- CARDÓS, M. et al. Effects on undershoots and lost sales on the cycle service level for periodic and continuous review policies. In: **Computers & Industrial Engineering, 2009. CIE 2009. International Conference on. IEEE, 2009.** p. 819-824, 2009.
- CHEN, Jin-Xiao. Multiple criteria ABC inventory classification using two virtual items. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 6, p. 1702-1713, 2012.
- CHENG, T. C. E.; GAO, Chunyan; SHEN, Houcai. Production planning and inventory allocation of a single-product assemble-to-order system with failure-prone machines. **International Journal of Production Economics**, v. 131, n. 2, p. 604-617, 2011.
- FERNANDES, Flávio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. Sistemas de coordenação de ordens: revisão, classificação, funcionamento e aplicabilidade. **Revista Gestão & Produção, São Carlos**, v. 14, n. 2, 2007.
- GERAGHTY, John; HEAVEY, Cathal. A comparison of hybrid push/pull and CONWIP/pull production inventory control policies. **International Journal of Production Economics**, v. 91, n. 1, p. 75-90, 2004.
- GERMS, Remco; RIEZEBOS, Jan. Workload balancing capability of pull systems in MTO production. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 8, p. 2345-2360, 2010.
- HARROD, Steven; KANET, John J. Applying work flow control in make-to-order job shops. **International Journal of Production Economics**, v. 143, n. 2, p. 620-626, 2013.
- HEMMATI, Samira; RABBANI, Masoud. Make-to-order/make-to-stock partitioning decision using the analytic network process. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 48, n. 5-8, p. 801-813, 2010.
- JOHN MILTENBURG, I.; STLVKR, HOWARD A. The diffusion process and residual stock in periodic review, coordinated control of families of items. **The International Journal of Production Research**, v. 22, n. 4, p. 629-646, 1984.
- KAMINSKY, Philip; KAYA, Onur. Combined make-to-order/make-to-stock supply chains. **IIE Transactions**, v. 41, n. 2, p. 103-119, 2009.
- KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. Administração de produção e operações. **São Paulo: Person Prentice**, 2009.
- KRISHNAMURTHY, Ananth; SURI, Rajan; VERNON, Mary. Re-examining the performance of MRP and kanban material control strategies for multi-product flexible manufacturing systems. **International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, v. 16, n. 2, p. 123-150, 2004.
- LAGE JUNIOR, Muris; GODINHO FILHO, Moacir. Adaptações ao sistema kanban: revisão, classificação, análise e avaliação. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 1, p. 173-188, 2008.
- LI, Jing-Wen. Simulation study of coordinating layout change and quality improvement for adapting job shop manufacturing to CONWIP control. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 3, p. 879-900, 2010.
- MANAVIZADEH, Neda et al. Mixed-model assembly line balancing in the make-to-order and stochastic environment using multi-objective evolutionary algorithms. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 15, p. 12026-12031, 2012.
- MUDA, Shaladdin; HENDRY, Linda. Developing a new world class model for small and medium sized make-to-order companies. **International Journal of Production Economics**, v. 78, n. 3, p. 295-310, 2002.
- OVALLE, Oscar Rubiano; MARQUEZ, Adolfo Crespo. Exploring the utilization of a CONWIP system for supply chain management. A comparison with fully integrated supply chains. **International Journal of Production Economics**, v. 83, n. 2, p. 195-215, 2003.
- RAFIEI, H.; RABBANI, M. Order partitioning and order penetration point location in hybrid make-to-stock/make-to-order production contexts. **Computers & Industrial Engineering**, v. 61, n. 3, p. 550-560, 2011.
- SERENO, Bruno et al. Método híbrido CONWIP/KANBAN: um estudo de caso. **Gestão e Produção**, v. 18, n. 3, p. 663-684, 2011.
- SHARDA, Bikram; AKIYA, Naoko. Selecting make-to-stock and postponement policies for different products in a chemical plant: A case study using discrete event simulation. **International Journal of Production Economics**, v. 136, n. 1, p. 161-171, 2012.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Atlas, 2009.

ZAERPOUR, Nima et al. Make-to-order or make-to-stock decision by a novel hybrid approach. **Advanced Engineering Informatics**, v. 22, n. 2, p. 186-201, 2008.

ZHANG, Zhe George et al. Dynamic pooling of make-to-stock and make-to-order operations. **International Journal of Production Economics**, v. 144, n. 1, p. 44-56, 2013.