

Análise de sistemas de coordenação de ordens como ferramentas, técnicas e/ou metodologias utilizadas na gestão do fluxo de manufatura na cadeia de suprimentos

Aunério da Silva Garrote Neto¹, Maico Roris Severino²
Universidade Federal de Goiás – Campus Catalão/GO – CEP 75.704-020 – BRASIL
aunerio.garrote@yahoo.com.br, maico.severino@catalao.ufg.br

Palavras-chave: Sistemas de Coordenação de Ordens, Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura, Gestão da Cadeia de Suprimentos.

1. Introdução

As constantes e atuais mudanças no cenário industrial têm feito com que cada vez mais haja concorrência entre empresas, fato este que tem elevado esse tipo de competição a patamares mais acirrados, criando concorrência não somente entre empresas distintas, mas sim, concorrência entre cadeias de indústrias que se relacionam para criar um determinado produto ou serviço. Devido a este fato, as empresas têm tido a necessidade de utilizar diversos tipos de ferramentas e métodos que buscam a melhoria dos processos de uma organização, possibilitando assim, vantagem competitiva para a mesma no meio empresarial.

Com isso, a Gestão da Cadeia de Suprimentos, ou *Supply Chain Management* (SCM), tem surgido como uma prática a ser adotada pelas empresas, no sentido de melhorar o fluxo de materiais e informações ao longo de cadeias produtivas, sendo assim de grande ajuda para empresas que buscam um diferencial competitivo para sua organização.

De acordo com Talamini, Pedrozo e Silva (2005), um conceito de SCM amplamente utilizado na literatura é o descrito por Lambert e Cooper (2000) com base na definição do *Global Supply Chain Forum* (GSCF), onde a considera como sendo a integração dos processos-chave de um negócio partindo do usuário final até os fornecedores iniciais de produtos, serviços e informações que adicionem valor para o comprador e para outros stakeholders.

Para que a implantação da Gestão da Cadeia de Suprimentos seja um sucesso, é necessário que cada empresa passe a pensar em grupo e não individualmente, visualizando os melhores métodos e meios a serem empregados no sentido de atender às necessidades do cliente final dentro das características de todas as empresas participantes da cadeia produtiva.

REVISADO PELO ORIENTADOR

1. Orientando
2. Orientador

Na atualidade existe uma série de iniciativas que contribuem para a consolidação do conceito de SCM e que estão revolucionando determinadas indústrias, tornando-as mais eficazes e eficientes (TROQUE e PIRES, 2003). Dentre as iniciativas, destaca-se o desenvolvimento do Processo de Gestão de Fluxo de Manufatura ou *Manufacturing Flow Management Process* (MFMP) desenvolvido por Goldsby e Garcia-Dastugue (2003). Segundo Vieira e Lustosa (2001) o MFMP busca sincronizar o fluxo de produção, balanceando a capacidade das várias fontes e gerenciando os gargalos existentes. Portanto esse processo deve ser flexível e deve responder às necessidades do mercado. Desta forma, sugere um conjunto de atividades que as práticas de gestão devem desenvolver para garantir tal coordenação de fluxo.

Destaca-se que para a coordenação de fluxo de materiais e informação no interior de empresas existem sistemas consolidados na literatura, são os chamados Sistemas de Coordenação de Ordens (SCOs). Os SCOs podem ser definidos como ferramentas utilizadas para auxiliar o controle facilitando a coordenação dos diversos setores produtivos, fornecendo informações importantes inerentes aos processos existentes e ainda controlando o fluxo de materiais através da manufatura (GARROTE Neto *et. al.*, 2010). Destaca-se que os SCOs foram elaborados para a coordenação de fluxo restrita ao interior das empresas.

Neste sentido, este trabalho tem por objetivo realizar uma análise de aderência das atividades desenvolvidas por alguns sistemas de coordenação de ordens através do uso de forma expandida para a cadeia de suprimentos com as atividades requeridas pelo Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura, buscando assim analisar a contribuição de cada SCO na coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos.

2. Metodologia

A metodologia utilizada para realização do trabalho consiste na pesquisa documental, que tem como característica a fonte de coleta de dados restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias (MARCONI e LAKATOS, 2007).

Posteriormente foi realizada uma revisão bibliográfica através de artigos publicados em anais dos principais eventos na área de engenharia de produção no cenário nacional e internacional, sobre alguns SCOs, (CONWIP, DEWIP, TPC, Kanban, POLCA e LOOR), bem como os demais conceitos abordados no presente artigo.

Para a análise de aderência, foram feitas algumas correlações das atividades e mecanismos de funcionamento dos sistemas de coordenação analisados com as atividades de cada sub-processo do *Manufacturing Flow Management Process* (MFMP), ou processo de

gestão do fluxo de manufatura. Ao verificar que o SCO a coincidência entre as atividades, pode-se afirmar que a aplicação do SCO contribui com a coordenação de fluxo na cadeia de suprimentos quanto ao subprocesso do MFMP em questão.

3. Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura

Lambert (2004) define SCM como a integração de processos-chave de negócio do ponto de consumo até o ponto de origem, fornecendo produtos, serviços e informações que agregam valor para os consumidores e outros stakeholders. Para tanto ele apresenta oito processos essenciais para tal gestão.

Destaca-se que todos os oito processos, cada um com sua especificidade, contribuem para maior coordenação da cadeia de suprimentos. No entanto, o processo que mais contribui para a coordenação do fluxo de produção é o Manufacturing Flow Management Process (MFMP) ou Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura.

De acordo com Goldsby e García-Dastugue (2003), o MFMP é o processo que inclui todas as atividades necessárias para obter, implementar e gerenciar a flexibilidade de produção na cadeia de suprimentos e mover os produtos através das plantas integrantes da cadeia de suprimentos. Para os autores flexibilidade de produção reflete a habilidade para fazer uma variedade de produtos em um tempo gerenciável ao menor custo e responder às mudanças da demanda. Assim, o MFMP lida com o estabelecimento da flexibilidade da produção necessária para atender mercados alvo, atendendo seus objetivos de qualidade e custo.

O conjunto de atividades relacionado ao MFMP, na literatura específica são chamados de sub-processos (GOLDSBY e GARCÍA-DASTUGUE, 2003; LAMBERT, 2008). Os sub-processos do MFMP são organizados em Sub-Processos Estratégicos (SPE) e Sub-Processos Operacionais (SPO). Os SPE representam as tomadas de decisão sobre a infra-estrutura do processo e são em número de 5. Já os SPO são entendidos como a realização do processo. Na FIGURA 1 pode-se observar os SPE e SPO do MFMP, bem como a relação de cada subprocesso com os demais processos de integração da cadeia de suprimentos.

4. Sistemas de Coordenação de Ordens

Chiavenato apud Garrote Neto *et. al.* (2010) destaca que o controle é uma das quatro funções administrativas (Controle, Organização, Planejamento e Direção), e permite a empresa verificar se o que foi planejado e organizado foi/está sendo, de fato, realizado. Os mesmos ainda afirmam que o controle envolve responsabilidades além do processo de

avaliação de desempenho. Consiste, também, na tomada de ações corretivas à medida que são encontradas divergências em relação ao planejado. Os mecanismos que auxiliam em tal controle são encontrados na literatura como Sistemas de Coordenação de Ordens (SCOs).

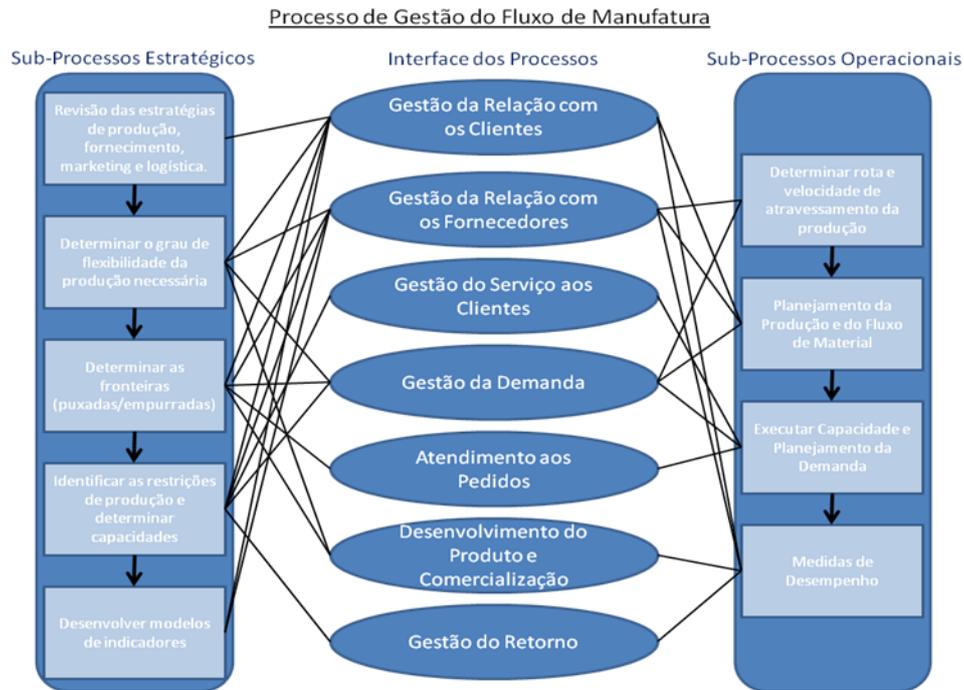


FIGURA 1: Interface dos processos de GCS nos sub-processos do MFMP

Fonte: Adaptado de CROXTON et. al. (2001)

Segundo Fernandes e Godinho (2007) SCOs podem ser definidos como um sistema que programa ou organiza/explode as necessidades em termos de componentes e materiais, e/ou controla a emissão/liberação das ordens de produção e compra, e/ou programa/seqüencia as tarefas nas máquinas.

Neste trabalho de pesquisa o foco foi em apenas em seis SCOs, sendo eles: Kanban, CONWIP, DEWIP, TPC, POLCA e LOOR. A seguir são apresentados de maneira breve as especificidades de cada um dos SCOs mencionados.

KANBAN

O Sistema de Coordenação de Ordens Kanban surgiu juntamente com o Sistema Toyota de Produção através das observações realizadas por Taiichi Ohno, seu criador, realizadas nos supermercados americanos. Ele observou que as mercadorias somente eram retiradas mediante a solicitação do cliente e que as mesmas somente eram repostas após serem consumidas ou quando o estoque atingia determinado nível. Com isso, o Sistema Toyota de

Produção é um sistema que visa assegurar que seja produzida somente a quantidade necessária, evitando desperdícios (LAGE JUNIOR e GODINHO FILHO, 2007).

A tradução literal da palavra Kanban é anotação visível ou sinal, porém devido ao modo como o sistema Kanban é empregado, utilizando-se cartões, o mesmo passou a ser conhecido mundialmente como cartão.

Segundo Silva *et. al.* (2009), uma maneira usual de operacionalizar o Sistema Kanban é através de cartões. No entanto, estes não são obrigatórios, pois o importante nesse sistema é a pronta transmissão e reação a um sinal de “puxar”. Podem ser utilizadas bandeiras, luzes, a própria embalagem e tantas outras opções. Deve-se buscar o meio de transmissão de informações que mais se adapte aos processos em questão.

Segundo Garrote Neto *et. al.* (2010), existem basicamente duas maneiras de se operacionalizar o Kanban, com o cartão único e com o duplo cartão.

O **kanban de cartão único** é chamado *Kanban* de Ordem de Produção (KOP), conforme Sarathapreedyadarishini (1997). Kumar e Panneerselvam (2007), advogam que o KOP é uma ordem de produção, na qual instrui a estação de trabalho precedente a produzir o número requerido de unidades.

O funcionamento deste tipo de sistema pode ser estruturado no conjunto de passos a seguir :

Passo 1: o contenedor vazio da estação de trabalho subsequente ‘ $j + 1$ ’ é movido para a área de armazenagem (que, neste caso, funciona tanto como estoque de entrada da estação de trabalho ‘ $j + 1$ ’ quanto de estoque de saída da estação de trabalho ‘ j ’) com o Kanban de ordem de produção (KOP);

Passo 2: a) conseqüentemente, ele puxa as peças do estoque de saída da estação de trabalho ‘ j ’, liberando o KOP no Posto-KOP (Painel) da estação de trabalho ‘ j ’.

b) a estação de trabalho ‘ j ’ inicia sua produção de acordo com a ordem de produção contida no seu posto KOP.

Passo 3: o contenedor com as peças e o KOP move-se novamente para sua estação de trabalho subsequente ‘ $j + 1$ ’.

No **kanban de duplo cartão** há a presença do *Kanban* de retirada (KR) além do KOP. O *Kanban* de retirada (KR), também denominado de Kanban de transporte, requisição, movimentação e transferência (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2007), dá a mensagem para o processo subsequente sobre o número de unidades que este deve retirar (KUMAR e PANNEERSELVAM, 2007).

Os passos adotados por esta variação do sistema *kanban* são os seguintes:

Passo 1: o contenedor da estação de trabalho subsequente 'j + 1' é movida para a estação de trabalho 'j' com o KR e coloca este no seu estoque de saída.

Passo 2: a) conseqüentemente, ele puxa as peças do estoque de saída da estação de trabalho 'j' e libera o KOP anexado as peças e então coloca o KOP no Posto KOP (painel) da estação de trabalho 'j'.

b) a estação de trabalho 'j' inicia sua produção de acordo com a ordem de produção contida no seu Posto KOP.

Passo 3: o contenedor com as peças e com o KR move-se novamente para sua estação de trabalho subsequente 'j+1'. Então ele entrega as peças para o estoque de entrada da estação de trabalho 'j+1' e coloca o KR no Posto KR da estação de trabalho 'j+1'.

CONWIP

Souza, Rentes e Agostinho (2002), descrevem o CONWIP como sendo uma forma mais específica de Kanban, já que também é baseado em sinais. Entretanto, no CONWIP, os cartões realizam um circuito que inclui a linha de produção inteira.

Barco e Villela (2008), apontam este sistema como sendo uma estratégia de controle da produção que limita o número máximo de partes permitidas dentro de um sistema ao mesmo tempo.

Cada container que transporta determinada quantidade de material a ser processada carrega consigo um cartão. O cartão é fixado ao container no início da linha quando a produção de determinado item é liberada, o mesmo passa por todos os estágios da produção até chegar ao estoque de produtos finais. Quando o item final é requisitado pelo cliente (externo ou interno) e é retirado do estoque, o cartão que o acompanha é removido e mandado de volta ao início do processo produtivo, onde aguarda para ser fixado em outro container (Spearman et al., 1990). Sendo assim, o cartão (fluxo de informação) percorre sentido contrário ao fluxo de materiais (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2007). O cartão que acompanha o item em todas suas etapas de produção compõe uma lista, conhecida como *backlog list*, a qual é responsável por determinar qual item tem prioridade de produção. A FIGURA 2 esquematiza o mecanismo de funcionamento. Na figura o fluxo de materiais é mostrado em azul e fluxo de informação (cartão) mostrado em verde.

A principal diferença deste sistema com o Kanban está no fato da produção no sistema CONWIP ser empurrada entre estações de trabalho consecutivas, respeitando a regra FIFO

(Spearman et al.,1990), enquanto no Kanban, a produção de determinado item é puxada diretamente pela estação de trabalho posterior (BARCO e VILLELA, 2008).

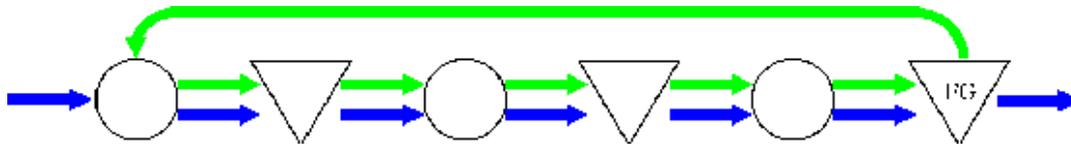


FIGURA 2 - Sistema de controle da produção CONWIP.

FONTE: BONVIK, 2011

DEWIP

O sistema de coordenação de ordens DEWIP (*Decentralized Work In Process*, ou Trabalho em Processo Descentralizado), proposto por Lödding et al. (2003), apresenta características que se adéquam a ambientes produtivos do tipo jobshop, onde há grande variedade de itens e os mesmos para serem processados, não necessariamente têm que seguir um mesmo percurso entre os diversos centros produtivos do chão de fábrica.

De acordo com Fernandes e Godinho Filho (2007), O DEWIP tem por objetivo atingir leadtimes curtos e confiáveis, sendo que, a variável primária de controle neste sistema é o estoque em processo (WIP), o qual é estabelecido por meio de ciclos de controle entre as próprias estações de trabalho.

Segundo Del Bianco (2008), neste sistema, as ordens de produção urgentes e prontas para serem processadas são disponibilizadas em uma central de ordens, de tal forma que os centros de trabalho podem retirá-las à medida que haja necessidade de uma determinada ordem e que haja capacidade suficiente para processá-la.

Ainda segundo o mesmo autor, os níveis de WIP são determinados por ciclos de controle entre os centros de trabalho, o que requer um alto nível de envolvimento das pessoas que fazem parte do processo produtivo, portanto, a idéia básica do DEWIP é estabelecer estes ciclos de controle descentralizados entre os centros de trabalho.

Fernandes e Godinho Filho (2007) destacam que o funcionamento deste SCO, baseia-se em seis regras básicas:

- 1.) Antes de iniciar um trabalho o operário pede permissão para o centro de trabalho posterior (à frente). Isto é chamado na literatura de “*go-ahead request*”;
- 2.) O operário à jusante decide dar ou não a autorização de produção para o centro de trabalho anterior baseado em um limite de WIP permitido. O cálculo deste WIP permitido é feito somando-se o WIP do próprio centro de trabalho (chamado WIP

- direto) eos WIP dos centros de trabalho antecedentes a este, levando-se em conta as autorizações de produção já dadas (chamado WIP indireto);
- 3.) Se existir uma autorização para iniciar o trabalho o operário inicia a produção; caso contrário este centro de trabalho pede permissão para outros centros de trabalho à jusante (uma vez que o ambiente é do tipo *job shop*);
 - 4.) Após processar uma ordem o trabalhador subtrai o conteúdo de trabalho do WIP do seu centro de trabalho. Isto faz com que o nível de WIP caia abaixo do nível limite, fornecendo autorizações para produção nos centros de trabalho anteriores;
 - 5.) Um centro de trabalho sempre autoriza uma produção (independentemente do nível de estoque) caso o centro de trabalho requisitante seja um recurso crítico;
 - 6.) Todas as ordens de produção são programadas por um PCP central. Portanto, esta programação define a prioridade de produção, e o controle do WIP define quando produzir.

TAMBOR – PULMÃO – CORDA (TPC)

De acordo com Souza (2005), a TOC (*Theory of Constraints* ou Teoria das Restrições em português), sugere uma metodologia para planejamento e controle da produção denominada Tambor-Pulmão-Corda (TPC), do inglês *Drum-Buffer-Rope* (DBR).

Basilio, Atzingen, Follmann e Rodriguez (2008), afirmam que um dos pressupostos da TOC é de que todo sistema, tal como o de uma empresa que visa lucros, tem pelo menos uma restrição, sendo assim, para melhorar o desempenho do sistema é preciso administrar a restrição, pois, se o sistema não possuísse uma limitação, ele poderia atingir resultados infinitos, o que não ocorre na prática.

Segundo Souza *apud* Garrote Neto e Severino (2011), a maneira TPC de programar a produção parte do pressuposto de que existem apenas alguns poucos recursos com restrição de capacidade (RRCs) que irão impor o índice de produção da fábrica inteira (Tambor). Para garantir que a produção do RRC não seja interrompida por falta de peça, cria-se na frente dele um inventário que o protegerá contra as principais interrupções que possam ocorrer dentro de um intervalo predeterminado de tempo (Pulmão de Tempo).

Com o objetivo de impedir que haja um aumento desnecessário nos níveis de estoque em processo, o material é liberado para a fábrica no mesmo ritmo com que o recurso restritivo

o consome (Corda), mas com uma defasagem no tempo equivalente ao pulmão de tempo estabelecido.

Souza *et. al. apud* Souza (2005), concluem que se bem gerenciado, o método logístico de produção da TOC aplicado à cadeia de suprimentos pode:

- Aumentar a capacidade de geração de produtos no final da cadeia (com uma boa exploração do RRC);
- Reduzir a quantidade de inventários e horas extras na cadeia;
- Aumentar o ganho em todos os elos da cadeia;
- Melhorar o desempenho de entregas;
- Reduzir os *leadtimes*.

POLCA

O sistema de coordenação de ordens POLCA (*Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization*), criado por Suri (1998), é resultado de uma teoria desenvolvida pelo mesmo, chamada de QRM (*Quick Responde Manufacturing*).

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2007), o QRM propõe a obtenção de vantagem competitiva por meio da redução dos *leadtimes*.

O POLCA pode ser considerado como sendo uma junção dos sistemas *Kanban*, caracterizado por puxar a produção, e do MRP, caracterizado por empurrar a produção, sendo que o POLCA, busca suprir e/ou melhorar as limitações de ambos sistemas.

De acordo com Fernandes e Godinho Filho (2007), Resumidamente, o funcionamento do POLCA é o seguinte: quando uma empresa recebe uma ordem de cliente o sistema HL/MRP usa os *leadtimes* planejados de cada célula para determinar quando cada célula no roteiro do produto pode iniciar o processamento da tarefa. Estas datas de autorização serão seguidas somente se um cartão POLCA estiver disponível na célula que inicia a operação. A FIGURA 3 mostra um desenho esquemático do mecanismo de funcionamento.

Ainda segundo os mesmos autores, o sistema POLCA apresenta quatro características básicas:

a) autorização de liberação por meio de um sistema denominado HL/MRP (*higher level MRP*). O sistema HL/MRP é semelhante ao sistema MRP convencional com duas diferenças:

a) o HL/MRP é baseado em uma estrutura de produtos simplificada, utilizando os *leadtimes* das células ao invés dos *leadtimes* individuais dos centros de trabalho dentro de cada célula;

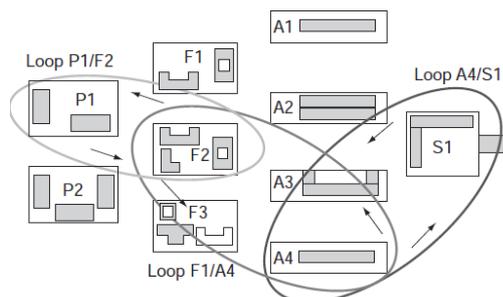


FIGURA 3: Ilustração do fluxo de cartões no sistema POLCA.

Fonte: Suri (1998).

- b) as datas planejadas pelo HL/MRP são apenas datas nas quais as tarefas podem ser iniciadas (por isso são chamadas datas de autorização e não de liberação como no MRP convencional), sendo que seu início concreto na produção se dá somente mediante esta autorização, e também mediante a disponibilidade do cartão POLCA na célula que vai iniciar o trabalho;
- b) método de controle de material baseado em um cartão (denominado cartão POLCA). Estes cartões são utilizados para comunicação e controle entre as células; dentro das células pode ser usado outro sistema de controle, como por exemplo, o *Kanban*;
- c) Os cartões POLCA, ao invés de se referirem especificamente a um produto, se referem a um par de células escolhidas da seguinte forma: se o roteiro de uma ordem qualquer sair de uma célula A para uma célula B, então é criado um cartão POLCA A/B e assim por diante para as outras etapas do processamento. Este procedimento de trabalhar com as células em pares faz com que o cartão POLCA garanta que uma célula somente irá trabalhar em uma tarefa para a qual a célula de destino tem capacidade disponível;
- d) O cartão POLCA para cada par de células permanece com a tarefa durante toda sua jornada (incluindo processamento) através das duas células e depois retorna para a primeira célula quando é finalizado o processamento na segunda célula. Neste momento, a primeira célula pode iniciar outra tarefa.

LOOR

O sistema LOOR foi desenvolvido por Bechte (1980). Este sistema é também conhecido por sua sigla em alemão (BORA). No sistema LOOR (*load oriented order release*), uma carga limite é estabelecida para cada centro de trabalho. Uma tarefa é liberada somente se a carga projetada para cada centro de trabalho em um horizonte de tempo (por

exemplo, uma semana) for menor que esta carga limite. A carga projetada de um centro de trabalho é formada pelas tarefas sendo processadas no centro de trabalho somadas às cargas de trabalho que estão chegando de outros centros para serem processadas, devidamente descontadas por um fator de desconto probabilístico.

Na verdade, no sistema LOOR, o planejamento é realizado em três níveis:

- a.) Entrada das ordens e análise de capacidade de médio prazo: as ordens de produção (contendo quantidades e datas devidas) vão para um estoque de ordens (geralmente um banco de dados). Conhecendo-se os *leadtimes* corretos de todas as operações é realizada uma programação para trás e as cargas resultantes nos centros de trabalho são estabelecidas. Então as datas devidas são checadas e ajustadas se necessário. O horizonte de planejamento desta fase deve ser pelo menos igual ao maior *leadtime* acumulado dos itens do sistema (12 semanas são normalmente suficientes);
- b.) Liberação das ordens e análise de capacidade de curto prazo: acontece periodicamente (por exemplo, todo dia ou toda semana) para todas as ordens planejadas que devem se iniciar num futuro próximo. A técnica da liberação das ordens seleciona dentre as ordens planejadas as que podem ser trabalhadas, de acordo com um limite de carga. Isto limita o estoque em processo resultando em *leadtimes* e níveis de estoque controlados. O limite de carga permitido para um centro de trabalho é calculado como sendo $[(\text{período de planejamento} + \text{Leadtime planejado})/(\text{período de planejamento})] \times 100$. Para se aplicar a técnica do limite de carga para os centros de trabalho à jusante, o sistema LOOR propõe que este cálculo seja feito por meio de uma abordagem estatística, a qual se baseia na probabilidade da carga chegar ao centro de trabalho; e
- c.) Seqüenciamento da produção: nesta fase ocorre a programação das ordens de produção que concorrem em um mesmo centro de trabalho. Esta programação considera uma prioridade com relação às datas programadas. Isto vai manter a acurácia nos *leadtimes* planejados

De acordo com Graves et al. (1995), o LOOR é um sistema adequado para ambientes *job shop*. Também Lödding et al. (2003) caracterizam o LOOR como um sistema voltado a ambientes com alta variedade de itens e alta complexidade do fluxo de materiais. Ainda de acordo com estes autores, o LOOR é um sistema que pode ser caracterizado como tendo como variável de controle primária o WIP (estoque em processo) e centralizado (uma vez que os níveis de WIP são determinados em um nível de controle centralizado e não pelas próprias estações de trabalho). O funcionamento do LOOR caracteriza este sistema como um sistema

de fluxo programado que empurra produção, porém a liberação ocorre baseada nos níveis de carga (WIP); portanto, essas duas características o tornam um sistema híbrido, mas não seria um erro considerá-lo um sistema de fluxo programado já que a programação tem um papel absolutamente vital.

5. Análise de Aderência entre os SCOs e as atividades do MFMP

Feita as análises referentes a cada Sistema de Coordenação de Ordem, buscou-se melhor conhecer seus respectivos modos de funcionamento e com isso correlacionar suas atividades com as atividades requeridas pelo Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura, MFMP, com o intuito de buscar através desta correlação, um método capaz de contribuir de maneira eficaz para a melhor gestão da cadeia de suprimentos.

Com relação ao Kanban, foi possível observar que as atividades desenvolvidas pelo sistema em questão tiveram correlação satisfatória com 3 dos 5 sub-processos estratégicos (SPE 2, 4 e 5), e com 2 dos 4 sub-processos operacionais (SPO 2 e 3). Dentre as atividades comuns entre eles destaca-se a geração de informações como estoque de segurança, quantidade a ser produzida, necessidade de matéria-prima, que auxiliarão na definição do tamanho de lote.

Para o CONWIP, a correlação se deu de maneira satisfatória para com 3 dos 5 sub-processos estratégicos (SPE 2, 4 e 5), e com apenas 1 dos 4 sub-processos operacionais (SPO 3). Dentre as atividades comuns entre eles destaca-se o controle das atividades de produção.

O DEWIP obteve boa correlação com apenas 1 dos 5 sub-processos estratégicos (SPE 4), e com 2 dos 4 sub-processos operacionais (SPO 1 e 2). Das atividades em comum entre o MFMP e a ferramenta destaca-se a definição do tamanho de lote e tempos de ciclo mínimos.

Analisando o TPC, pode-se observar que a correlação do mesmo com o MFMP se deu de maneira satisfatória com apenas 1 dos 5 sub-processos estratégicos (SPE 4), e com 3 dos 4 sub-processos operacionais (SPO 1, 2 e 3). Quanto a esta ferramenta, dentre as atividades realizadas pela mesma e que são requeridas pelo MFMP, destaca-se o Reconhecimento de gargalos no processo de manufatura.

Para o POLCA, a correlação se deu de maneira satisfatória com 2 dos 5 sub-processos estratégicos (SPE 3 e 4), e com 3 dos 4 sub-processos operacionais (SPO 1, 2 e 3). Dentre as atividades comuns entre eles destaca-se o estabelecimento da execução do planejamento enunciado na porção estratégica no processo, determinando o roteamento e a velocidade que materiais e produtos atravessam a produção.

Por fim, para o LOOR, a correlação se deu de maneira satisfatória com apenas 2 dos 4 sub-processos operacionais (SPO 1 e 2). Com relação às atividades desenvolvidas, a determinação das capacidades de cada equipamento, destaca-se entre as atividades comuns com o MFMP.

A TABELA 1 apresenta um resumo da análise apresentada, mostrando quais SCOs contribuem de modo efetivo com cada subprocesso do MFMP.

TABELA 1: Análise de Correlação entre o Subprocessos do MFMP e os SCOs

	Subprocessos	Sistemas de Coordenação de Ordens
ESTRATÉGICOS	1) Revisão das estratégias de produção, fornecimento, marketing e logística	não houve
	2) Determinar o grau de flexibilidade da produção necessária	Kanban, Conwip
	3) Determinar as fronteiras entre empurrar e puxar	POLCA
	4) Identificar as restrições de produção e determinar capacidades	Kanban, Conwip, Dewip, TPC e Polca
	5) Desenvolver modelos de indicadores	Kanban, Conwip
OPERACIONAIS	1) Determinar Rota e Velocidade de Atravessamento da Produção	Conwip, Dewip, TPC, Polca e Loor
	2) Planejamento da Produção e do Fluxo de Material	Kanban, Dewip, TPC, Polca e Loor
	3) Executar Capacidades e Planejamento da Demanda	Kanban, TPC e Polca
	4) Medidas de Desempenho	Conwip

6. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo discutir de que modo os SCOs utilizados de modo expandido na cadeia de suprimentos pode contribuir com a coordenação de fluxo de materiais e informação na mesma. Para tanto, fez-se análise de correlação entre as atividades de seis SCOs com as atividades dos subprocessos do MFMP.

A partir da análise pode-se concluir que de um modo geral os SCOs contribuem de maneira mais efetiva as atividades dos subprocessos operacionais que os estratégicos.

Dentre os subprocessos estratégicos, o subprocesso “Identificar as restrições de produção e determinar capacidades” é realizado por todos os SCOs analisados, com exceção do LOOR. Os demais apresentaram pouca aderência e o subprocesso “Revisão das estratégias de produção, fornecimento, marketing e logística” não apresentou aderência com nenhum SCO analisado.

Analisando os subprocessos operacionais, os que apresentaram maior aderência entre as atividades foram “Determinar Rota e Velocidade de Atravessamento da Produção” e “Planejamento da Produção e do Fluxo de Material”. Por outro lado, as atividades realizadas pelo subprocesso “Medidas de Desempenho” só é realizada pelo CONWIP.

Destaca-se que as conclusões feitas neste trabalho são baseadas apenas em referências bibliográficas sobre o assunto, necessitando de estudos empíricos para realizar conclusões mais categóricas. No entanto, destaca-se que muitos desses SCOs ainda são pouco conhecidos e utilizados por empresas que atuam no Brasil.

Neste sentido, este trabalho apresenta contribuição acadêmica no sentido de divulgação de tais mecanismos de coordenação de fluxo de produção e a abordagem inovadora de pensar no uso de SCO de maneira ampliada na cadeia de suprimentos.

Referências Bibliográficas

BASILIO, J; ATZINGEN, L.G.; FOLLMANN, N; RODRIGUEZ, C.M.T.; Proposta de um conjunto de etapas para implantação do método Tambor-Pulmão-Corda – TPC. IN: **Anais do XV Simpósio de Engenharia de Produção**, SIMPEP, Bauru, 2008.

BARCO, C.F.; VILLELA, F.B.; Análise dos Sistemas de Programação e Controle da Produção. IN: **Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP**. Rio de Janeiro, 2008.

BONVIK, A. M.; **How to control a lean manufacturing system?** Disponível em: <<http://web.mit.edu/manuf-sys/www/amb.summary.html>>, Acessado em: 15/06/2011.

CROXTON, K. L.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J.; LAMBERT, D. M.; ROGERS, D. S.; The supply chain management processes. IN: *The International Journal of Logistics Management*, v.12, n.2, 2001.

DEL BIANCO, V. S.; Sistema de Coordenação de Ordens de Produção Baseado na Estratégia Bata de Manufatura. São Carlos/SP: UFSCar/DEP, Dissertação de Mestrado, 2008.

FERNANDES, F.C.F.; GODINHO FILHO, M.: Sistemas de Coordenação de Ordens: Revisão, Classificação, Funcionamento e Aplicabilidade. **Revista Gestão & Produção**, vol. 2, n. 4, pp. 337-352, 2007.

GARROTE NETO, A. S.; SEVERINO, M. R.; Análise do *Kanban* quanto aos sub-processos do Processo de Gestão do Fluxo de Manufatura. IN: **Anais do VI Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão do Campus Catalão**. Catalão 2010.

GARROTE NETO, A. S.; MOURA, L. A.; SILVA, J. F. M.; BACHEGA, S. J.; O sistema de coordenação de ordens *kanban*: uma pesquisa teórico conceitual. IN: **Anais do I Encontro Goiano de Engenharia de Produção**. Catalão, 2010.

GARROTE NETO, A. S.; SEVERINO, M. R.; Análise conceitual do uso do TPC como mecanismo de coordenação na cadeia de suprimentos. IN: **Anais do II Encontro do Centro-Oeste Brasileiro de Engenharia de Produção**. Catalão, 2011.

GOLDSBY, T. J.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J.; The manufacturing flow management process. IN: **The International Journal of Logistics Management**, v.14, n.2, 2003.

KUMAR, C. S.; PANNEERSELVAM, R. Literature review of JIT-KANBAN system. **Int J Adv Manuf Technol**, v. 32, pp. 393–408, 2007.

LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO; A utilização do sistema *kanban* em empresas do estado de São Paulo: estudo por meio de um Survey. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXVII ENEGEP**, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2007.

LAMBERT, D. M.; The eight essential supply chain management processes. IN: *Supply Chain Management Review*, v.8, n.6, sep., 2004.

- LAMBERT, D. M.; *Supply chain management: process, partnerships, performance*. 3 edição. SCMI: Flórida, 2008.
- LÖDDING, H.; YU, K.-W.; WIENDAHL, H.-P. Decentralized WIP-oriented manufacturing control (DEWIP). **Production Planning & Control**, v.14, n.1, pp. 42-54, 2003
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2007.
- SILVA, D.O.; VACCARO, G.L.R.; LIMA, R.C.S.; AZEVEDO, D.C.; Estruturação de sistema *kanban* de produção a partir de um estudo de simulação computacional. IN: **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Salvador: ABEPRO, 2009.
- SHARADAPRIYADARSHINI, R. C. Scheduling in kanban-controlled flow shop with dual blocking mechanisms and missing operations for part types. **International Journal of Production Research**, v.35, n. 11, pp. 3133–3156, 1997.
- SPEARMAN, M. L.; WOODRUFF, D. L.; HOPP, W. J.: *CONWIP: a pull alternative to Kanban*. **International Journal of Production Research**. V.28, n.5, p. 879-894, 1990.
- SOUZA, F.B. de; RENTES, A.F.; AGOSTINHO, O.L.; A interdependência entre sistemas de controle de produção e critérios de alocação de capacidades. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 9, n. 2, Aug. 2002.
- SOUZA, F. B.; Do OPT à Teoria das Restrições: avanços e mitos. **Revista Produção**, vol.15, n.2, 2005.
- SURI, R.; *Quick Response Manufacturing: A Companywide Approach to Lead Time Reduction*, **Productivity Press**, 1998.
- TALAMINI, E.; PEDROZO, E. A.; SILVA, A. L.; Gestão da cadeia de suprimentos e a segurança do alimento: uma pesquisa exploratória na cadeia exportadora de carne suína. **Revista Gestão e Produção**, vol.12, n.1, 2005.
- TROQUE, W. A.; PIRES, S. R. I. Influência das práticas da Gestão da Cadeia de Suprimentos na Gestão da Demanda. IN: **Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP**. Ouro Preto, 2003.