



**Modelagem soft de dinâmica de sistemas para o processo de S&OP: um modelo conceitual para organização do tipo produção sob encomenda**  
**Soft modeling of system dynamics for the S&OP process: a conceptual model for organization of the type make to order**

Jean Carlos Domingos<sup>1</sup>

Cláudio Augusto dias Filho<sup>2</sup>

Cristiano Henrique Antonelli da Veiga<sup>3</sup>

**Resumo**

O planejamento de vendas e operações (*S&OP*) relaciona os objetivos estratégicos organizacionais aos objetivos da produção e ainda permite a integração das demais áreas organizacionais, coordenando assim os diversos processos de planejamento presentes em uma atividade produtiva, como o planejamento das finanças, das operações propriamente ditas, das estratégias de marketing e também de recursos humanos. Esta pesquisa tem como objetivo analisar o processo de *S&OP* sob a perspectiva de uma organização que produz sob encomenda e propor um modelo conceitual do processo que possibilite maior compreensão de tal dinâmica empresarial. A presente pesquisa se classifica como descritiva e aplicada, pois buscou a identificação de relações entre diversas variáveis com foco em gerar conhecimentos e soluções para aplicação do *S&OP* pelo uso de técnicas de dinâmica de sistemas. Para aplicar o modelo em uma empresa faz-se necessário realizar pequenos ajustes referentes às particulares desta. O equilíbrio entre oferta e demanda ocorre quando a organização promove integração funcional entre seus setores, fomentando a troca de informações entre os participantes do processo. A principal contribuição deste trabalho é que, de posse do modelo proposto, o tomador de decisões tem uma noção qualitativa acerca do *S&OP* e de como se dá a interação entre os planos empresariais.

**Palavras-chaves:** Enlace causal. Modelagem de sistemas. Planejamento agregado da produção. Planejamento de vendas e operações.

**Abstract**

The Sales and operations Planning (*S&OP*) relate the organizational strategic objectives to the production objectives and also allows the integration of the other organizational areas, thus coordinating the various planning processes present in a productive activity, such as the finance planning, of the operations themselves, marketing strategies and also human resources. This research aims to analyze the process of *S&OP* from the perspective of an

<sup>1</sup> Professor da Faculdade de Gestão e Negócios (FAGEN) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Administração da Faculdade de Gestão e Negócios (UFU).

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Gestão e Negócios (UFU).

organization that make to order and propose a conceptual model of the process that enables greater understanding of such business dynamics. The present research is classified as descriptive and applied, because sought the identification of relations between several variables with a focus on generating knowledge and solutions for the application of S&OP by using of system dynamics techniques. To apply the model in a company, it is necessary to make small adjustments referring to the private ones. The balance between supply and demand occurs when the organization promotes functional integration among its sectors, fostering the exchange of information among the participants in the process. The main contribution of this paper is that, in the possession of the proposed model, the decision maker has a qualitative notion about the S&OP and how is the interaction between business plans is given.

**Keywords:** Aggregate production planning. Causal diagrams. Sales and operations planning. Systems modeling.

### Introdução

Organizações que empregam recursos de tecnologia da informação e de modelos de gestão da produção no ambiente industrial em suas atividades experimentam ganhos notáveis em competitividade e aumentam consideravelmente as chances de se manterem atualizadas e integradas ao ramo de negócio do qual participam (Beraldi & Escrivão Filho, 2000).

Assim, a crescente competitividade e concorrência presentes no mundo empresarial também contribuem com o desenvolvimento cada vez maior de técnicas de planejamento e sistemas de gestão da capacidade e da produção com foco em atender as necessidades e desejos dos consumidores. Diversas organizações buscam incessantemente a liderança do mercado por meio de diferenciais competitivos e novas estratégias de fabricação (Lema, 2010).

Compreender o papel da produção e sua relação com o planejamento estratégico organizacional, bem como de que forma ocorre a integração funcional entre as diversas áreas da organização, atentando-se ainda para a dinâmica do mercado, constitui-se como passo fundamental para obtenção dos resultados planejados. A organização precisa observar a si própria, analisar atentamente o ambiente no qual está inserida e buscar sempre olhar para o futuro.

Para tanto, as organizações fazem uso de uma gama enorme de ferramentas e técnicas de planejamento das atividades de produção. Uma destas técnicas é o processo de S&OP (*Sales and Operations Planning*), a qual, de acordo com Wallace (2004), fornece “visão de futuro” por meio do equilíbrio entre a oferta e demanda de produtos, permitindo ainda antecipar quaisquer variações de capacidade produtiva.

O S&OP relaciona os objetivos estratégicos organizacionais aos objetivos da produção e ainda permite a integração das demais áreas organizacionais, coordenando assim os diversos processos de planejamento presentes em uma atividade produtiva, como o planejamento das finanças, das operações propriamente ditas, das estratégias de marketing e também de recursos humanos (Swain, Maloni, Bower & Mello, 2016).

Para Pandim, Pereira e Politano (2012), o processo de S&OP é um processo cíclico de planejamento que procura alinhamento com a estratégia organizacional, de forma a auxiliar o processo de tomada de decisões sobre capacidade produtiva. Para tanto, os autores reforçam que há a realização de diversas reuniões periódicas, com o intuito de promover maior integração entre os setores componentes da empresa. O resultado de tal processo é uma situação mais próxima do equilíbrio entre oferta e demanda de produtos.

Alguns autores, dentre os quais pode-se citar Grimson e Pyke (2007), mencionam as dificuldades de se implementar o processo de S&OP nas atividades organizacionais, caracterizando-o como um processo complexo. Ademais, diversos estudos mostram uma escassez de pesquisas em relação ao S&OP, entre os quais destaca-se Pandim, Pereira e Politano (2012), Thomé, Scavarda, Fernandez e Scavarda (2012a) e Noroozi e Wikner (2017).

Domingos, Politano e Pereira (2015) observam que, nas práticas empresariais, os gestores que participam do processo de S&OP possuem certa dificuldade para visualizar globalmente todas as variáveis e restrições envolvidas na construção dos planos agregados que compõem tal processo. Os autores enfatizam ainda que a falta desta visão global, ou visão sistêmica, pode levar a decisões equivocadas por parte dos gestores.

Em relação a empresas que produzem sob encomenda (*Make-to-Order - MTO*), Souza, Avelar, Boina, & Raimundini (2010) salienta que a complexidade desta tipologia de fabricação traz consigo dificuldades para a tomada de decisão gerencial, principalmente porque se encontra relacionada a informações financeiras e de custos. Assim, um Planejamento de Vendas e Operações bem conduzido em empresas desta natureza pode exercer toda a diferença para o sucesso da operação, justificando o interesse deste estudo em investigar o processo de S&OP para empresas do tipo MTO.

Esta pesquisa tem como objetivo analisar o processo de S&OP sob a perspectiva conceitual da fabricação sob encomenda e propor um modelo sistêmico que possibilite maior compreensão do processo de Planejamento de Vendas e Operações em sistemas de produção sob encomenda.

O restante do trabalho está estruturado da seguinte forma: seção 1.1 contém os objetivos (geral e específicos) do trabalho; seção 2, o referencial teórico com as principais

considerações sobre o tema presentes na literatura; seção 3 trata do método utilizado na realização desta pesquisa; seção 4, discussões e resultados; seção 5, conclusões acerca do estudo e seção 6, a bibliografia utilizada.

### **Referencial teórico**

Esta seção do trabalho busca apresentar as principais informações encontradas na literatura acerca do tema. Optou-se por dividi-la em duas partes: a primeira trata do S&OP e MTO sendo que a segunda aborda a Dinâmica de Sistemas. A divisão desta seção facilita a compreensão dos assuntos, não significando, porém, que os mesmos são independentes, ao contrário, relacionar S&OP, MTO e Dinâmica de Sistemas constitui o diferencial deste artigo.

#### **2.1. S&OP e MTO**

A complexidade criada pela diversidade do mercado provoca constantemente alterações de necessidade e demanda, afetando diretamente várias organizações. Para se tornarem competitivas e estabelecerem vantagens, tais organizações tomam uma série de decisões relacionadas aos diferentes níveis de planejamento organizacional (estratégico, tático e operacional). O S&OP, por sua vez, muito contribui para redução das incertezas presentes no ambiente (Gansterer, Almeder & Hartl, 2014).

O S&OP é um processo cíclico de planejamento que procura alinhamento com a estratégia organizacional para auxiliar o processo decisório sobre capacidade produtiva. Lim, Alpan e Penz (2016, p. 1) apresentam uma conceituação semelhante para o processo de S&OP, que é a de que esse processo é “crucial para o balanceamento eficiente das capacidades produtivas com a demanda de mercado volátil”.

Para Wallace (2004), o S&OP, além de permitir maior estabilidade da produção, facilita a detecção de problemas ou flutuações de demanda e, principalmente, promove maior cooperação e trabalho em equipe. Adicionalmente, o autor defende a possibilidade de se realizarem alterações nos planos com maior rapidez, o que contribui, na medida do possível, para uma tomada de decisão mais acertada e realista.

S&OP é um processo colaborativo e interfuncional que possibilita a atuação conjunta de diversos setores envolvidos na gestão da demanda. Sua finalidade principal é a de auxiliar na tomada de decisões acerca das necessidades produtivas e de vendas com o objetivo de equilibrar os requisitos de oferta e demanda para horizontes de planejamento de médio prazo (Kralik & Fogliatto, 2016; Gansterer, 2015), corroborando a noção de Wallace (2004) sobre tal processo.

Sobre a importância e os benefícios gerados pelo S&OP, pode-se inferir que tal instrumento é um dos grandes responsáveis pelo aumento do sincronismo entre as atividades de suprimento e demanda. Com isto, confere ganhos à organização sob todos os aspectos, sobretudo, do ponto de vista financeiro e produtivo, principalmente, por se tratar de um processo com natureza tática, integrada e funcional. Isso permite ao S&OP ser um elo entre os níveis estratégicos e operacionais da organização (Domingos, Politano & Pereira, 2015; Silva, Esteves & Pedroso, 2012; Thomé, Scavarda, Fernandez & Scavarda, 2012b).

Mesmo em se tratando de uma ferramenta com enorme valor, capaz de melhorar o desempenho financeiro e produtivo das organizações, pode-se afirmar que a implementação do S&OP ainda não recebeu a devida importância. É o que confirma a pesquisa de Noroozi e Wikner (2017), na qual foram revisados 145 artigos, os quais foram extraídos de três bases de dados. Ficou claro nessa revisão que, além de haver predomínio de artigos quantitativos, a implementação do S&OP ocorre, especialmente, em indústrias de processos. Observou-se também que ele ainda não recebeu a devida atenção na literatura, evidenciando a necessidade de se desenvolverem modelos conceituais, com foco nas características dessas indústrias, que tratem de aspectos como risco, gestão, integração financeiras e integração na rede de operações.

Em relação ao MTO, percebe-se que a criação de produtos diversificados assume papel primordial na operação de muitas organizações manufatureiras, com produtos, muitas vezes, exclusivos. Em sistemas como esses, as oscilações de demanda geram variações de utilização e capacidade produtiva, bem como atrasos de entrega, especialmente, em períodos com alta demanda (Beemsterboer, Land, Teunter & Bokhorst, 2017). Um adequado processo de S&OP pode, portanto, fazer toda a diferença no sucesso de uma operação como essa.

A diferença fundamental entre a produção sob encomenda (MTO) e a produção para estocagem (MTS), conforme Beemsterboer et al. (2017), é que, como a produção sob encomenda está balizada por prazos de entrega rigorosos, os métodos de planejamento e controle geralmente se concentram em obter elevados desempenhos de entrega para manter a confiabilidade da operação. No caso do MTS, entregar no prazo combinado significa apenas manter uma quantidade suficiente de determinados produtos em estoque. Em ambos os casos, o S&OP é uma ferramenta gerencial auxiliar que busca otimizar as diversas etapas produtivas da operação.

Autores como Lim, Alpan e Penz (2014, 2016) e Calle, González, Leon, Pierreval e Canca (2016) empregam o termo BTO (Build-to-Order) ao invés de MTO. Segundo Lim, Alpan e Penz (2016, p. 4), “em um ambiente BTO puro, a produção é iniciada apenas com

base em pedidos reais. Portanto, nós assumimos que previsões nunca são produzidas [...]”. Isso está totalmente de acordo com as noções de produção contra pedidos ou sob encomenda já apresentadas anteriormente.

Assim sendo, pode-se dizer que o S&OP busca reduzir as incertezas associadas à operação de uma determinada organização ao integrar os diversos planos empresariais e ao equilibrar oferta e demanda, com o propósito final de aumentar a eficiência produtiva, bem como melhorar os resultados financeiros e a competitividade organizacional.

## **2.2. Dinâmica de Sistemas**

A Dinâmica de Sistemas (DS) é um método de modelagem e simulação do comportamento de sistemas complexos ao longo do tempo que permite a avaliação de mudanças em partes do sistema de forma que tais alterações afetem o comportamento do todo. Nesse sentido, a DS torna possível examinar a interação entre as forças presentes no sistema e, com isso, possibilitar uma visão holística do processo em questão (Forrester, 1961).

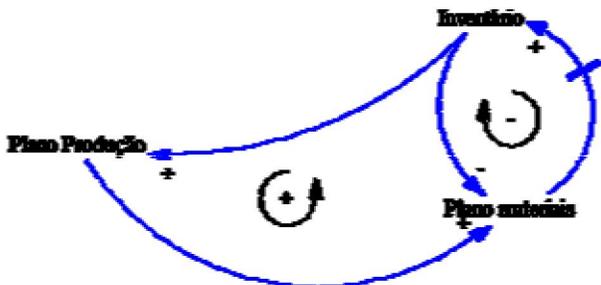
De acordo com Senge e Sterman (1992), a DS permite que as organizações aprendam mais rapidamente e se tornem mais flexíveis em um mundo onde as mudanças ocorrem constantemente. Os autores consideram que a simulação é um elemento importante para desenvolver sistemas de pensamento e promover a aprendizagem organizacional, o que contribui sobremaneira para a tomada de decisão mediante situações de demanda volátil, por exemplo.

Domingos, Politano e Pereira (2015) constataram que as técnicas utilizadas para dar suporte ao S&OP não oferecem uma visão global das atividades e muito menos explicitam a interação entre as variáveis envolvidas, prejudicando a disseminação de informações e, principalmente, a tomada de decisão. Tal barreira motivou os autores a desenvolver um modelo de simulação de DS aplicado a S&OP, ampliando a visão do mesmo e permitindo identificar interações presentes entre as variáveis do sistema.

Com relação à forma de se modelar um problema com a utilização dos conceitos da DS, Maani e Cavana (2000) apresentam uma técnica particular denominada modelo causal (modelagem soft). A modelagem soft ou mental é uma técnica na qual se utilizam informações qualitativas voltadas para a criação de debates e insights sobre a realidade considerada, tratando de problemas com múltiplas dimensões. Essa forma de modelar um problema gera como principais resultados o aprendizado coletivo e o autodesenvolvimento.

Por meio desse tipo de modelo, é possível visualizar relações existentes entre as diversas partes componentes do modelo de produção MTO, bem como possibilitar a avaliação

do papel desempenhado pelo processo de S&OP na tomada de decisões, a médio e longo prazo, por parte da organização, ou seja, trata-se de uma abordagem mais realista com interesse na visão holística da organização (Maani & Cavana, 2000). Um exemplo de modelo mental pode ser visto na Figura 1, na qual encontra-se a representação do inter-relacionamento entre as variáveis “Inventário”, “Plano Produção” e “Plano materiais”.



**Figura 1.** Exemplo de um modelo causal *soft*.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sterman (2000), porém, lembra que, para determinadas situações, a utilidade e veracidade do modelo está atrelada à sua complexidade, podendo as relações entre as variáveis serem não-lineares, dificultando o tratamento qualitativo. Nesses casos, torna-se impossível solucionar um problema analiticamente e é aí que as simulações (modelo hard) ganham força.

### Metodologia

O presente trabalho buscou desenvolver um modelo conceitual de Dinâmica de Sistemas para o processo de *S&OP* sob a perspectiva de uma organização do tipo *MTO*. O desenvolvimento do modelo *soft* desta pesquisa foi realizado com o auxílio do software Vensim®, versão acadêmica.

Para a construção do diagrama de enlace causal para o processo de *S&OP* em empresa do tipo *MTO* foi necessário dedicar, aproximadamente, seis meses de trabalho. Foi envolvido um extenso trabalho de pesquisa bibliográfica, consulta a especialistas e doutores que trabalham na área da engenharia de produção.

Para realização da pesquisa bibliográfica, foi adotado um processo sistemático de busca em duas bases de dado amplamente difundidas no meio acadêmico: Scielo e *Science Direct*. As expressões “Planejamento agregado”, “*Sales and Operations Planning*”, “*Make-to-Order*”, “Dinâmica de Sistemas”, “*Build-to-Order*” foram utilizadas individualmente e de

forma combinada para que, então, fosse realizada a seleção de artigos recentes mais adequados à proposta desta pesquisa, tendo sido delimitado um intervalo de tempo de 5 anos (2013 a 2018). A Tabela 1 fornece uma indicação dos resultados do processo de revisão bibliográfica.

Tabela 1

**Artigos selecionados na revisão bibliográfica**

<b>Termos procurados</b>	<b>Bases pesquisa (SciELO e Science Direct)</b>
Planejamento agregado	6 resultados
<i>Make-to-Order</i>	3 resultados
Planejamento agregado & <i>Make-to-Order</i>	4 resultados
Planejamento agregado & <i>Sales and Operations Planning</i>	1 resultado
<i>Sales and Operations Planning</i>	2 resultados
<i>Sales and Operations Planning &amp; Build-to-Order</i>	4 resultados
<i>Sales and Operations Planning &amp; Make-to-Order</i>	5 resultados

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto à finalidade, esta pesquisa se classifica como descritiva, uma vez que buscou a identificação da existência de relações entre diversas variáveis, bem como procurou determinar a natureza de tais relações. A pesquisa descritiva, para Sampieri, Collado e Lucio (2013), se mostra útil para indicar propriedades, perfis de pessoas, grupos, comunidades, processos, objetos ou qualquer outro fenômeno estudado. Nesta pesquisa, o fenômeno em questão é o S&OP em sistemas de produção *MTO*, sendo a DS a ferramenta diferencial que permitiu a análise e compreensão do processo como um todo.

Em relação à natureza dos resultados, pode-se classificar esta pesquisa como pesquisa aplicada porque, segundo Ganga (2012, p. 207), esse tipo de pesquisa “procura gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais”. Por meio da DS, buscar-se-á gerar conhecimentos e soluções para aplicação do processo de *S&OP* em empresas fundamentadas na produção sob encomenda.

### Análise e discussão dos resultados

A realização de pesquisas bibliográficas nas principais bases de pesquisa científica (*Science Direct*, *Scielo*) envolvendo *Sales and Operations Planning*, *Make-To-Order* e Dinâmica de Sistemas deixou evidente uma quantidade não tão grande de estudos realizados na área. Apesar disso, foi possível selecionar alguns artigos e realizar uma leitura crítica dos mesmos a fim de se captar as principais ideias envolvendo estes temas.

Pesquisas como as de Bajwa, Sox e Ishfaq (2016), Lim, Alpan e Penz (2014, 2016), Guillaume, Grabot e Thierry (2013), Pedroso, Silva e Tate (2016), Feng, Martel, D'Amours e Beauregard (2013) e Calle et al. (2016) demonstraram que a coordenação entre as áreas de *marketing* e operações tem interesse tanto para pesquisadores quanto profissionais de mercado. Elas estão diretamente relacionadas ao desempenho do negócio, haja vista que envolvem decisões de capacidade, gestão de estoques/carteira, estudo de preços e levantamento de informações sobre a demanda.

Bajwa, Sox e Ishfaq (2016) reforçam ainda que a pesquisa sobre esta interface (marketing-operações) tem utilidade a nível tático e a nível estratégico, auxiliando gestores e diretores no estabelecimento de metas, na reestruturação organizacional, no planejamento simultâneo de preços, produção e estoques, além também da estimativa de custos de instalação e restrições de capacidade. Em sua pesquisa, os autores analisaram uma empresa de manufatura e chegaram à conclusão de que mesmo com o *S&OP*, a alocação de capacidade para cada um dos produtos fabricados não é um problema simples, ao contrário, foi um processo exaustivo, com resultados considerados insatisfatórios para o contexto.

Da pesquisa bibliográfica aqui realizada também foi possível constatar uma nova nomenclatura para o *MTO*. Autores como Lim, Alpan e Penz (2014, 2016) e Calle et al. (2016) empregam o termo *BTO* (*Build-To-Order*) ao invés de *MTO*. Segundo Lim, Alpan e Penz (2016, p. 4, tradução nossa) “em um ambiente *BTO* puro, a produção é iniciada apenas com base em pedidos reais. Portanto, nós assumimos que previsões nunca são produzidas [...]”. Isto está totalmente de acordo com as noções de produção contra pedidos ou sob encomenda apresentadas anteriormente neste trabalho.

Lim, Alpan e Penz (2014, 2016) buscaram encontrar o melhor equilíbrio entre as exigências de vendas e as restrições industriais, limitando ao mesmo tempo os estoques, os suprimentos de emergência e mantendo os prazos de entrega razoáveis, por meio de um novo método de planejamento baseado em taxas de flexibilidade (definidas para limitar ordens de um determinado tipo de veículo, durante um certo período). Os autores definiram taxas de

flexibilidade como os números que indicam a possibilidade da planta de aceitar mais pedidos do que o permitido pela sua capacidade produtiva ou até mesmo a probabilidade de que um cliente venha a alterar uma característica em seu pedido firme.

Já Feng et al. (2013) estudou o alinhamento prático da demanda do cliente com as capacidades da cadeia de suprimentos por meio do planejamento coordenado de vendas, produção, distribuição e suprimento, considerando tanto as vendas contratadas quanto as vendas à vista. A pesquisa dos autores buscou resolver a seleção coordenada de contratos e o problema de alocação de capacidade, em uma cadeia de suprimentos de três camadas, com o objetivo de maximizar a lucratividade do fabricante.

#### **4.1 O modelo proposto**

Os artigos publicados por Lim, Alpan e Penz (2014, 2016), Beemsterboer et al. (2017), juntamente com as noções de S&OP apresentadas por Corrêa, Gianesi e Caon (2007) e as discussões com especialistas da área, foram as principais fontes que permitiram a elaboração de um modelo de DS que representasse o funcionamento de um sistema de produção contra pedidos, tratando majoritariamente de aspectos produtivos e comerciais, conforme Figura 2.

O diagrama de enlace causal exibido na Figura 2 ilustra o processo de elaboração do *Sales & Operations Planning* para um ambiente de produção contra pedidos, por meio da identificação de uma série de variáveis e relações que concebem a formação de cada plano componente do *S&OP*, a saber: Plano de Marketing, Plano Financeiro, Plano de Vendas, Plano de Produção, Plano de Materiais e Plano de Capacidade Produtiva (Corrêa, Gianesi & Caon, 2007; Lim, Alpan & Penz, 2014, 2016; Domingos, Politano & Pereira, 2015).

Os planos produtivo e de vendas são os destaques deste modelo, trata-se do lado interno da organização (produção) em constante comunicação com o lado externo (vendas/clientes). Para descrição da lógica e das relações envolvidas neste modelo é de fundamental importância que se compreenda cada variável do mesmo.

##### **4.1.1 O plano de vendas**

Conforme afirma Pedroso, Silva e Tate (2016), o Planejamento de Vendas e Operações é um processo de tomada de decisão utilizado para se elaborar planos táticos que venham a alinhar oferta e demanda, por meio da integração de planos funcionais específicos das áreas de Vendas, Marketing, Desenvolvimento de Produto, Suprimentos e Finanças, dando as empresas condições de competir em um ambiente altamente complexo. Um Plano de

Vendas seria sobre a visão das autoras, portanto, o olhar da organização para o mercado, uma forma de compreender as necessidades existentes e então comunicar este fato a produção.

A literatura aqui revisada nos permitiu compreender de que forma o Plano de Vendas dentro do processo de *S&OP* é composto. A Figura 3 fornece uma indicação de como o mesmo é construído.

Para a elaboração do Plano de Vendas em organização do tipo *MTO* torna-se extremamente importante levar em consideração uma série de informações, tais como: o Planejamento Orçamentário/Estratégico; o Plano de Marketing; o Plano Financeiro; a Previsão de Demanda; informações sobre a flexibilidade da organização; vendas perdidas e a própria utilização de capacidade atual.

**Figura 2.** Modelo de enlace causal para S&OP em sistema de produção MTO

Fonte: Elaborado pelos autores.



Quando a organização já utiliza boa parte de sua capacidade nominal, subentende-se que a mesma tem menos possibilidades ou chances de atender uma grande demanda e por isso o Plano de Vendas será definido de acordo com tal situação. Assim sendo, se a organização em questão já conta com boa parte de sua capacidade instalada em utilização, não havendo quaisquer possibilidades de ajuste de sua capacidade, o Plano de Vendas formulado será menor.

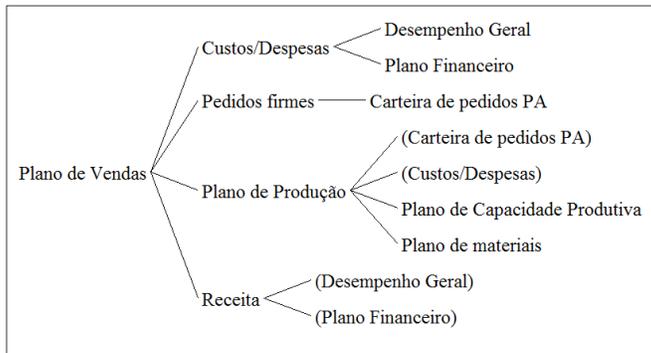
O *loop* mostra também, de forma clara, que é a variável “Carteira de pedidos PA” a responsável por levar todas as informações delineadas no planejamento das vendas para o planejamento da produção e que é a produção a responsável por atender a carteira de pedidos. Ou seja, a medida em que o tempo passa, o setor produtivo da organização vai finalizando as ordens presentes na carteira, diminuindo-a.

Por último, torna-se interessante lembrar que na Dinâmica de Sistemas, qualquer representação de enlace causal só tenderá ao equilíbrio se a quantidade de qualificadores negativos da relação for ímpar (Sterman, 2000; Senge, 2008). A contagem dos qualificadores negativos de relação no ciclo foi ímpar (3 sinais negativos, ver Figura 4) confirmando a hipótese de equilíbrio entre vendas e operações (Wallace, 2004; Corrêa, Gianesi & Caon, 2007).

Um ponto interessante, indicado por Lim, Alpan e Penz (2014, 2016) em sua pesquisa envolvendo uma montadora automobilística real que opera segundo o *MTO*, é o impacto sobre o *S&OP* causado por flexibilidades presentes no sistema produtivo. Segundo os autores, estas flexibilidades podem ser o simples fato de permitir que a fábrica aceite mais pedidos do que o permitido pela sua capacidade produtiva ou mesmo a alteração de características de pedidos já imputados na carteira, como por exemplo alterações de itens específicos em determinados veículos.

Organizações do tipo *MTO* que apresentam maior flexibilidade, têm condições não só de formularem maiores planos de vendas, como também reduzir tempos de entrega e assim garantir maior satisfação de seus clientes (ver Figura 2, Taxa de Flexibilidade). Planos de *Marketing* e Financeiros maiores também direcionarão a organização a elaborar Planos de Vendas mais sólidos. Todas estas variáveis influenciam o Plano de Vendas da organização, seja qual for o ramo de negócio.

O Plano de Vendas, porém, também impacta outras variáveis presentes no modelo, caracterizando assim a ideia de visão holística deste processo, conforme Sterman (2000). A Figura 5 ilustra a influência exercida pelo planejamento das vendas nas demais variáveis do modelo.



**Figura 5.** Impacto causado pelo Plano de Vendas no processo S&OP

Fonte: Elaborado pelos autores.

Novamente, a análise conjunta das Figuras 2 e 5 apresenta uma série de relações entre o Plano de Vendas e algumas variáveis. Primeiro, quanto maior for este, com algum atraso (simbologia do “traço duplo”), maior será a Receita da organização. O atraso aqui mencionado representa o tempo decorrido entre a criação do plano e a efetivação propriamente dita das vendas, o que não necessariamente coincidirá com o faturamento da empresa.

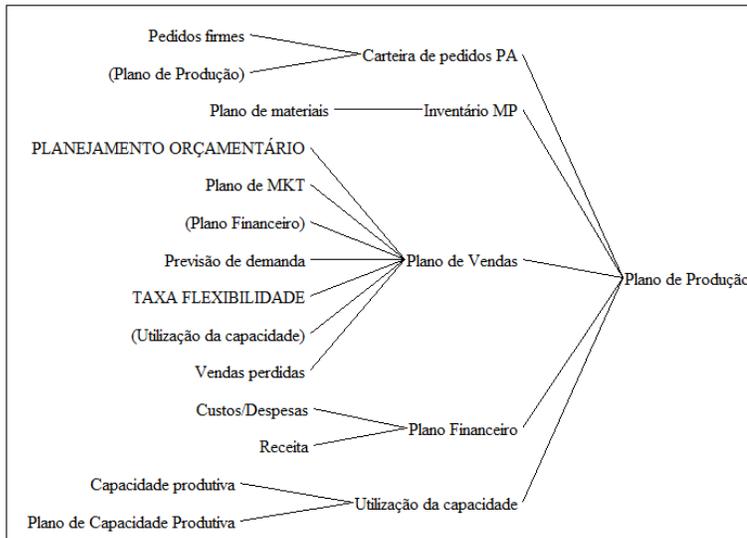
Em segundo lugar, o equilíbrio entre oferta e demanda característico do *S&OP* também está aqui descrito: planos de vendas maiores automaticamente conduzem a elaboração de maiores planos produtivos (ver Figura 2, Plano de Vendas e Plano de Produção). Com previsões de demanda bem estimadas, é razoável supor que o Plano de Vendas será convertido, posteriormente (“traço duplo”), em pedidos de clientes, os quais serão imputados na carteira e tão logo repassados a produção.

Contudo, o Plano de Vendas não traz unicamente ganhos para a empresa, sua formulação implica em uma série de despesas que, se negligenciadas, podem comprometer não só a determinação do Plano Financeiro, mas também o desempenho geral da organização, conforme Figuras 2 e 5.

#### 4.1.2 O plano de produção

Juntamente com o Plano de Vendas, o Plano de produção desempenha importante papel para a concretização dos negócios de uma organização. São as áreas produtivas e de vendas que dinamizam toda a operação e permitem que a organização dê continuidade a suas atividades e atenda aos clientes, tendo as demais áreas (financeira, recursos humanos, entre outras) um papel de apoio ou *staff* (Slack, Chambers & Johnston, 2002).

O Plano de Produção é o plano encarregado de transformar em realidade aquilo que foi definido pelo Plano de Vendas, elaborado pelo setor comercial da organização. Em se tratando do *S&OP* aplicado a produção contra pedidos a elaboração do plano produtivo leva em consideração as informações apresentadas na Figura 6.



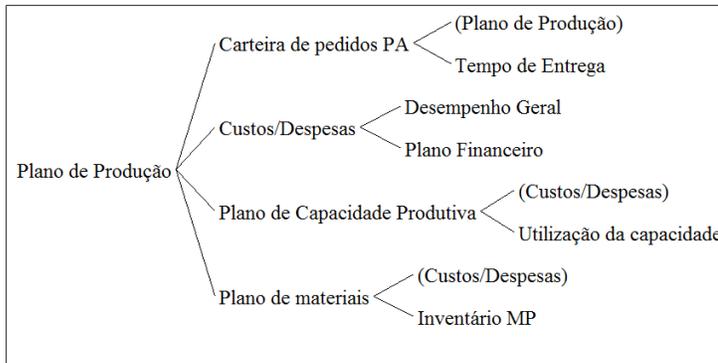
**Figura 6.** Construção do Plano de Produção no processo S&OP

Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisando-se conjuntamente as Figuras 2 e 6 fica claro que o Plano de Produção é elaborado a partir das informações advindas dos Planos Financeiro e de Vendas, além de considerar toda a carteira de pedidos, os níveis de inventário de matéria-prima e a porcentagem da capacidade nominal em utilização. Novamente, as Figuras 2 e 6 confirmam a noção de que o Plano de Produção será capaz de atender o que foi definido pelos Planos de Vendas e Financeiros, bem como o que consta na Carteira de Pedidos PA, desde que haja matéria-prima disponível e capacidade produtiva para tal, isto está de acordo com as ideias sobre *S&OP* defendidas por Corrêa, Gianesi e Caon (2007).

Retomando a Figura 4 e considerando-a em conjunto com a Figura 6 torna-se evidente que há equilíbrio entre oferta e demanda principalmente porque tanto o Plano de Vendas, quanto o Plano de Produção são elaborados levando-se em consideração informações de capacidade, traduzidas nesta pesquisa pela variável “Utilização de capacidade”. Desta forma, é verificado novamente o equilíbrio entre vendas e produção característico do processo de *Sales and Operations Planning* (Wallace, 2004).

Explorando um pouco mais a Figura 2, observa-se que o Plano de Produção estende sua influência a outras variáveis e isto pode ser demonstrado visualmente conforme Figura 7.



**Figura 7.** Impacto exercido pelo Plano de Produção no processo S&OP.

Fonte: Os autores.

A análise e interpretação simultânea das Figuras 2, 6 e 7 revela uma série de detalhes do *S&OP* envolvendo a produção. Por exemplo, o Plano de Produção procura atender a carteira de pedidos, isto significa que quanto maior for a carteira, maior deverá ser o plano produtivo, sendo que este último, com o passar do tempo, irá diminuir a carteira (“pagar” a carteira, termo prático utilizado no dia-a-dia das empresas).

Com relação ao equilíbrio entre oferta e demanda citado por Wallace (2004), Domingos, Politano e Pereira (2015a, 2015b), Pedrosa, Silva e Tate (2016) entre outros estudiosos da área, é possível ver na Figura 2 que o Plano de Produção será tão maior quanto maior for o Plano de Vendas e quanto mais pedidos firmes forem inseridos na carteira, desde que haja matéria-prima e capacidade produtiva disponíveis.

É justamente neste ponto que o Plano de Produção se relaciona com os Planos de Materiais e de Capacidade Produtiva, buscando garantir que os níveis de inventário e que a capacidade instalada atuais não restrinjam suas operações. Fica evidente, portanto, que quando a organização tem uma alta demanda para cumprir (vendas e carteira), ela buscará equilibrar tal situação reajustando sua capacidade produtiva e gerenciando melhor seus suprimentos.

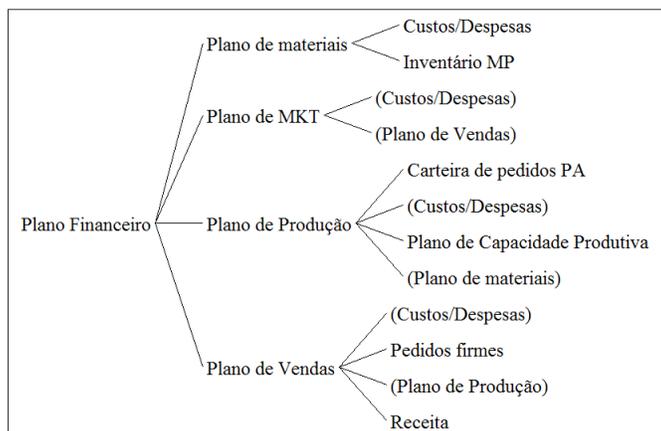
Esta interação envolvendo vendas e operações/produção foi amplamente discutida por Bajwa, Sox e Ishfaq (2016), os autores reforçam que mesmo que empresas manufatureiras adotem um Planejamento de Vendas e Operações (*S&OP*), a alocação de capacidade para cada produto fabricado de seu portfólio ainda é uma tarefa complexa e exaustiva, com resultados muitas vezes insatisfatórios.

Não se pode deixar de mencionar que apesar do Plano de Produção materializar os bens que posteriormente serão convertidos em receitas, existem custos envolvidos em sua elaboração (ver variável “Custos/Despesas”, Figuras 2 e 7). Assim, elaborar um Plano de

Produção eficiente e adequado envolve, obrigatoriamente, a consideração de diversos aspectos e informações para que o “Desempenho Geral” da organização seja tão melhor quanto possível.

#### 4.1.3 O Plano Financeiro

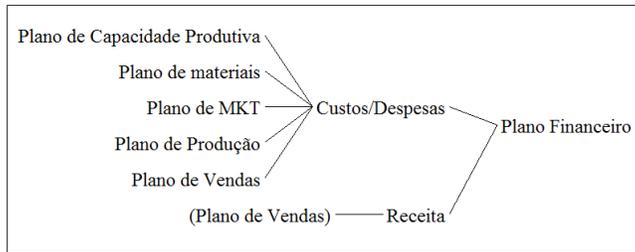
Trata-se de um plano auxiliar ao processo de elaboração do *S&OP*, corroborando a visão de Slack, Chambers e Johnston (2002). Apesar de ter uma orientação complementar, isto não faz do Plano Financeiro um plano menos importante que os demais. Na verdade, a elaboração de todos os outros planos (de Produção, de Vendas, de Marketing e de Materiais) depende das informações contidas no Plano Financeiro. E para tanto, deve-se entender este plano, como uma agregação de diversas variáveis financeiras, recursos monetários disponíveis, além de informações econômico-financeiras sobre a saúde da organização. A Figura 8 apresenta de forma clara o impacto exercido pelo Plano Financeiro no processo de *S&OP*.



**Figura 8.** Impacto causado pelo Plano Financeiro no processo S&OP

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por exemplo, a análise simultânea das Figuras 2 e 8 mostra ao leitor que o Plano Financeiro tem com os demais planos uma relação de reforço, ou seja, quanto mais recursos financeiros estiverem disponíveis para a organização, maiores serão os demais planos. Com mais recursos financeiros, a organização pode adquirir mais matéria-prima para cumprimento da produção, bem como aumentar seus esforços de vendas. A Figura 9 exibe, de forma simples, a composição do Plano Financeiro.



**Figura 11.** Construção do Plano Financeiro no processo S&OP

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os planos componentes do *S&OP* podem todos ser compreendidos em termos de Custos/Despesas e Receitas, e assim utilizados na elaboração do Plano Financeiro. Deve-se lembrar, no entanto, que o modelo *soft* da Figura 2 desenvolvido neste trabalho não considerou no Plano Financeiro a existência de empréstimos e financiamentos por questões de simplificação, embora se saiba que a grande maioria das empresas não opera com uma estrutura de capitais integralmente própria e que frequentemente recorre ao sistema financeiro para sustentar suas atividades.

Em relação aos demais planos (de marketing, financeiro, de capacidade produtiva e de materiais), deve-se ter em mente que a natureza complementar dos mesmos não os torna menos importantes. Pelo contrário, todos eles são imprescindíveis para o funcionamento do *S&OP* e devem ser compreendidos em termos de “Custos/Despesas” e “Receitas”. Elaborar um plano significa dispendir tempo para construí-lo, alocar pessoal e utilizar recursos organizacionais com o propósito de trazer ganhos financeiros à organização.

### Considerações finais

O Planejamento de Vendas e Operações (*S&OP*) vem sendo aplicado com maior frequência em organizações do mundo todo e tem se mostrado como uma ferramenta particularmente útil para garantir a competitividade empresarial em meio a um ambiente de inúmeras incertezas e demanda altamente volátil. T tamanha importância se deve, principalmente, à sincronia gerada entre as atividades de Vendas e Produção/Operações.

As pesquisas bibliográficas revelaram que apesar de estudos sobre o *S&OP* estarem bem consolidados no âmbito acadêmico, ainda há espaço para se explorar outros aspectos tais como risco, gestão e integração financeiras e integração na rede de operações, ainda mais quando se trata de um contexto produtivo organizado segundo a produção contra pedidos (*MTO*).

O modelo de enlace causal desenvolvido nesta pesquisa buscou contemplar os principais pontos na elaboração do Planejamento de Vendas e Operações, dando ênfase na elaboração de cada plano componente (Financeiro, de Vendas, de Produção, de Capacidade produtiva e de Materiais) e nos relacionamentos entre os mesmos. Isto só tem a corroborar a importância da Dinâmica de Sistemas e da simulação na construção do modelo, principalmente por permitir que um problema como este seja tratado de forma holística.

Assim, foi possível constatar que o equilíbrio entre oferta e demanda – característico do *S&OP* – ocorre quando a organização promove uma maior integração funcional entre os diversos setores da empresa, fomentando então a troca de informações entre os participantes do processo. Garantir balanceamento entre Vendas e Operações obriga, portanto, que a organização conheça seus requisitos de capacidade e deixe isso claro aos setores que mantêm maior contato com o mercado.

Com o modelo *soft* proposto nesta pesquisa, o tomador de decisões tem uma noção qualitativa acerca do processo de Planejamento de Vendas e Operações e de como se dá a formulação dos demais planos. Isto auxilia na tomada de decisões mais próximas da realidade, o que diminui as possibilidades de insucesso da organização.

Pode-se afirmar que esta pesquisa conseguiu cumprir com seu objetivo proposto, que era o de analisar o processo de *S&OP* sob a perspectiva genéricas de uma organização cuja lógica produtiva seja a sob encomenda ou contra pedidos, fazendo uso de técnicas de modelagem da dinâmica de sistemas. Além disso, atesta-se que o projeto permitiu a capacitação do discente em relação ao aprendizado de dinâmica de sistemas e de técnicas de simulação, sobretudo porque foi possível propor um modelo *soft* que buscasse representar o *S&OP* em um ambiente produtivo do tipo *MTO*.

Este trabalho retratou limitou-se ao processo de *S&OP* aplicado a organização do tipo *MTO* de maneira qualitativa, por meio da elaboração de um diagrama de enlace causal (Figura 4). Assim, sugere-se para estudos posteriores que este problema seja tratado de maneira quantitativa, por meio do desenvolvimento de um modelo *hard*. Além disso, é possível também que, uma vez de posse do modelo *hard*, busque-se a validação junto a empresas reais que produzem sob encomenda, gerando assim melhoras na tomada de decisão objetivando a melhoria dos ganhos.

## Referências

- Bajwa, N.; Sox, C. R. & Ishfaq, R. (2016). Coordinating pricing and production decisions for multiple products. *Omega*, 64, 86-101.
- Beemsterboer, B.; Land, M.; Teunter, R. & Bokhorst, J. (2017). Integrating make-to-order and make-to-stock in job shop control. *International Journal of Production Economics*, 185, 1-10.
- Beraldi, L. C. & Escrivão Filho, E. (2000). Impacto da tecnologia de informação na gestão de pequenas empresas. *Ciência da Informação*, 29 (1), 46-50.
- Calle, M.; González-R, P. L.; Leon, J. M.; Pierreval, H. & Canca, D. (2016). Integrated management of inventory and production systems based on a floating decoupling point and real-time information: a simulation based analysis. *International Journal of Production Economics*, 181, 48-57.
- Corrêa, H. L.; Gianesi, I. G. N. & Caon, M. (2007). *Planejamento, programação e controle da produção: MRPII/ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão*. São Paulo: Atlas.
- Domingos, J. C.; Politano, P. R. & Pereira, N. A. (2015). Modelo de dinâmica de sistemas para o processo de S&OP ampliado. *Gestão & Produção*, 22 (4), 755-788.
- Feng, Y.; Martel, A.; D'amours, S.; & Beauregard, R. (2013). Coordinated Contract decisions in a make-to-order manufacturing supply chain: a stochastic programming approach. *Production and Operations Management*, 22 (3), 642-660.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.
- Ganga, G. M. D. (2012). *Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma*. São Paulo: Atlas.
- Gansterer, M. (2015). Aggregate planning and forecasting in make-to-order production systems. *International Journal of Production Economics*, 170, 521-528.
- Gansterer, M.; Almeder, C. & Hartl, R. F. (2014). Simulation-based optimization methods for setting production planning parameters. *International Journal of Production Economics*, 151, 206-213.
- Grimson, J. A. & Pyke, D. F. (2007). Sales and Operations Planning: an exploratory study and framework. *International Journal of Logistics Management*, 18 (3), 322-346.
- Guillaume, R.; Grabot, B. & Thierry, C. (2013). Management of the risk of backorders in a MTO-ATO/MTS context under imperfect requirements. *Applied Mathematical Modelling*, 37, 8060-8078.
- Kralik, L. S. & Fogliatto, F. S. (2016). Método para implementação de Planejamento de Vendas e Operações (S&OP) aplicado em empresa do ramo automotivo. *Revista Produção Online*, 16 (3), 781-800.

- Lema, X. B. R. (2010). *Estrutura de gestão baseada no processo S&OP: Estudo de caso de uma empresa cosmética*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Lim, L. L.; Alpan, G. & Penz, B. (2014). Reconciling sales and operations management with distant suppliers in the automotive industry: A simulation approach. *International Journal of Production Economics*, 151, 20-36.
- Lim, L. L.; Alpan, G. & Penz, B. (2016). A simulation-optimization approach for sales and operations planning in build-to-order industries with distant sourcing: Focus on the automotive industry. *Computers & Industrial Engineering*.
- Maani, K. E. & Cavana, R. Y. (2000). *System thinking and modeling: understanding change and complexity*. New Zealand: Pearson education.
- Noroozi, S. & Wikner, J. (2017). Sales and operations planning in the process industry: a literature review. *International Journal Production Economics*, 188, 139-155.
- Pandin, F. J.; Pereira, N. A. & Politano, P. R. (2012). Modelo quantitativo para avaliação e melhoria de desempenho do processo de S&OP baseado no diagnóstico e redução de falhas. *Gestão & Produção*, 19 (2), 361-375.
- Pedroso, C. B. & Silva, A. L. (2015). Dinâmica de implantação do Sales and Operations Planning: principais desafios. *Revista Gestão & Produção*, 22 (3), 662-677.
- Pedroso, C. B.; Silva, A. L. & Tate, W. L. (2016). Sales and Operations Planning (S&OP): Insights from a multi-case study of Brazilian Organizations. *International Journal of Production Economics*, 182, 213-229.
- Sampieri, R. H.; Collado, C. F. & Lucio, M. P. B. (2013). *Metodologia de Pesquisa*. Porto Alegre: Penso.
- Senge, P. M. & Sterman, J. D. (1992). Systems thinking and organizational learning: acting locally and thinking globally in the organization of the future. *European Journal of Operational Research*, 59, 137-150.
- Silva, A. L.; Esteves, F. M. & Pedroso, C. B. (2012). Processo de sales and operation planning (S&OP) em uma indústria do segmento de eletro-eletrônico: um estudo de caso. *Anais do SIMPOI*, Brasil, 1-16.
- Slack, N.; Chambers, S. & Johnston, R. (2002). *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas.
- Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R. & Betts, A. (2013) *Gerenciamento de Operações e de Processos: Princípios e práticas de impacto estratégico*. Porto Alegre: Bookman.
- Souza, A. A.; Avelar, E. A.; Boina, T. M. & Raimundini, S. L. (2010). Análise da aplicabilidade do time-driven activity-based costing em empresas de produção por encomenda. *Revista Universo Contábil*, 6 (1), 67-84.
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: system thinking and modeling a complex world* USA: McGraw Hill.

- Swain, J. A.; Maloni, M.; Bower, P. & Mello, J. (2016). Antecedents to effective sales and operations planning. *Industrial Management & Data Systems*, 116 (6), 1279-1294.
- Thomé, A. M. T.; Scavarda, L. F.; Fernandez, N. S. & Scavarda, A. J. (2012a). Sales and operations planning: a research synthesis. *International Journal of Production Economics*, 138 (1), 1-13.
- Thomé, A. M. T.; Scavarda, L. F.; Fernandez, N. S. & Scavarda, A. J. (2012b). Sales and operations planning and the firm performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61 (4), 359-381.
- Wallace, T. F. (2004). *Sales & Operations Planning: the how-to handbook*, Cincinnati: T. F. Wallace & Company.

Submetido em: 31.12.2018

Aceito em: 05.05.2019