

Além do processo de Planejamento de Vendas e Operações; de volta ao Planejamento Agregado da Produção

JORGE LUIZ DE BIAZZI

USP - Universidade de São Paulo
jlbiazzi@usp.br

TALITA DA SILVA LOPES

FECAP
tslopes@klabin.com.br

Além do processo de Planejamento de Vendas e Operações; de volta ao Planejamento Agregado da Produção

1. Introdução

1.1 Objetivo do Trabalho

Este trabalho busca estudar o processo de Planejamento de Vendas e Operações (*Sales and Operations Planning, S&OP*) de uma empresa de grande porte do setor de embalagens de papelão ondulado e tem como objetivo propor o aprimoramento do processo de S&OP para permitir a tomada de melhores decisões de médio prazo, diminuindo os custos envolvidos no processo e garantindo um adequado atendimento ao cliente. O processo sugerido deverá utilizar racionalmente os recursos humanos da empresa, apoiados por um modelo matemático para facilitar os cálculos e as análises necessárias a um bom planejamento, feito num prazo compatível com a dinâmica da empresa.

1.2 A Empresa

A empresa objeto desta análise é umas das maiores produtoras de papéis do Brasil e está dividida em três áreas de negócio: Florestal, Papéis e Conversão, isto é, fabricação de embalagens de papelão ondulado e sacos industriais. Este estudo irá abordar apenas o negócio de embalagens de papelão ondulado, no qual a empresa é uma das líderes nacionais, produzindo milhares de diferentes produtos finais.

O processo de comercialização e produção está estruturado conforme Figura 1.

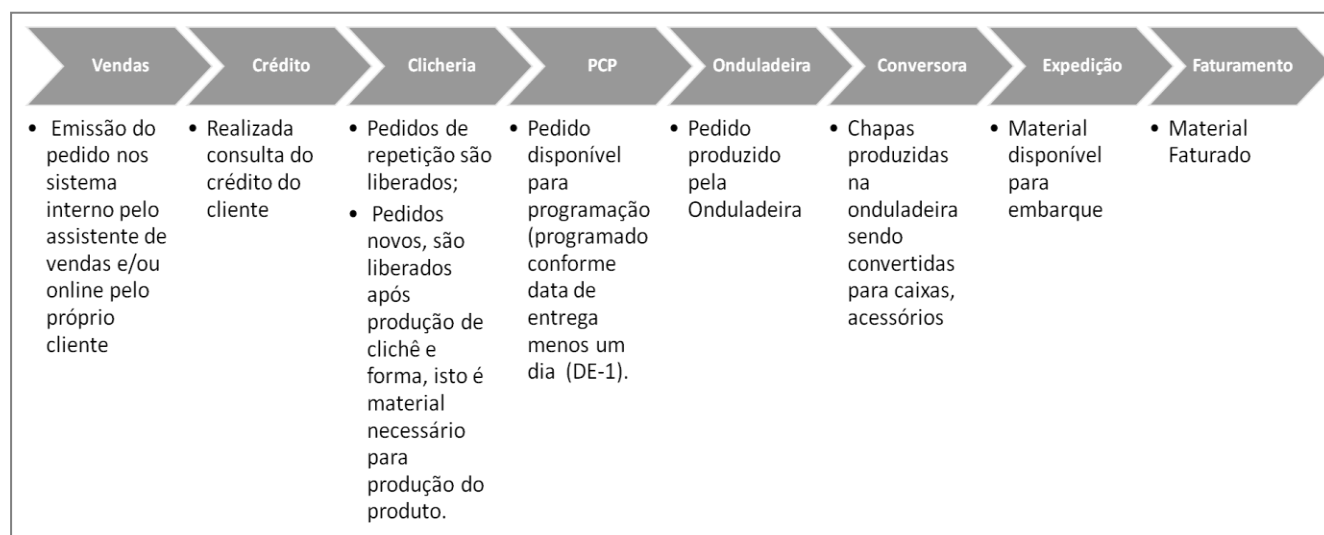


Figura 1 - Estrutura do Sistema Integrado de Comercialização e Produção (elaborada pela empresa estudada).

1.3 Apresentação do Problema

Nos últimos anos, a empresa apresentada tem superado as metas de vendas. Entretanto, a gerência de logística acredita que há potencial para aumentar ainda mais o lucro se os processos e a gestão da cadeia de *Supply Chain* forem melhores. A companhia não possui um sistema de planejamento integrado, nem faz uma aferição eficaz do grau de satisfação dos seus clientes e também não possui um modelo padrão para levantamento dos custos.

O foco da empresa sempre foi voltado para o volume de faturamento. Com a reestruturação da área de logística, iniciou-se um movimento sobre a importância do ciclo do pedido e planejamento para obter-se bons indicadores de nível de serviço e custos.

Devido a essa dificuldade, apresentou-se a oportunidade de avaliar e propor o aprimoramento do processo de S&OP, com inclusão de modelo matemático para apoio ao planejamento agregado de vendas, produção e estoques.

1.4 Relevância do tema

De acordo com o estudo *The Future of Global Markets for Corrugated Board Packaging to 2017*, a previsão de crescimento mundial do setor para 2017 é de cerca de 29%, sendo os países emergentes do grupo BRICS - Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul - os motivadores desse crescimento devido ao aumento do consumo de produtos embalados e da grande urbanização que vem acontecendo nestes locais (Smithers Pira, 2011 *apud* Associação Brasileira do Papelão Ondulado – ABPO, 2015). Assim, quanto mais preparada a empresa estiver para este cenário, maior poderá ser o seu lucro e incremento do *market share*. Portanto, o S&OP é uma ferramenta importante e fundamental para que isso ocorra de maneira estruturada e organizada.

2. Fundamentação teórica

2.1 Definição e benefícios do processo de S&OP

O processo de S&OP essencialmente consiste na integração e alinhamento entre Vendas e Operações através do consenso dos volumes a serem produzidos e vendidos nos meses subsequentes.

Por meio deste consenso, o S&OP proporciona o aumento do nível de serviço ao cliente, pois os produtos e as quantidades produzidas serão bastante próximos das demandas do mercado. Isso resulta em menos pedidos não atendidos, menor índice de devolução e menor insatisfação do cliente.

Além disso, o planejamento também contribui para a eliminação e/ou redução de desperdícios, isto é, reduz superprodução, horas extras e estoque em excesso etc.

Segundo Corrêa, Giansi e Caon (2007), o S&OP é um processo de planejamento contínuo com revisões periódicas de acordo com as flutuações da demanda e a disponibilidade de recursos internos e externos. É uma ferramenta que possibilita integrar decisões e objetivos de diferentes departamentos (integração horizontal) e traduzir o planejamento estratégico de longo prazo em decisões e estratégias operacionais de curto prazo (integração vertical), a fim de que todos os esforços busquem um mesmo objetivo, conforme a Figura 2.

Corrêa, Giansi e Caon (2007) ainda anotam que o processo de S&OP traz benefícios à organização, já que requer baixos investimentos, estabelece objetivos claros para cada departamento envolvido, o que resulta em planejamentos e decisões realistas e coesas com o mercado, com a capacidade da fábrica, com os recursos disponíveis e integrados aos objetivos da organização.

Para Wallace (2004), o S&OP é a ferramenta que auxilia as empresas a manter o equilíbrio entre a demanda e suprimentos, garantindo assim o atendimento dos clientes e a boa “saúde” do nível de inventário, do fluxo de caixa e da produtividade fabril. Caso esses dois fatores estejam desbalanceados, os impactos podem ser desastrosos, como:

- Demanda acima dos suprimentos disponíveis – poderá ocorrer atraso no atendimento ou o não atendimento de alguns pedidos, os custos de produção poderão sofrer aumentos e a qualidade dos produtos poderá ser comprometida.

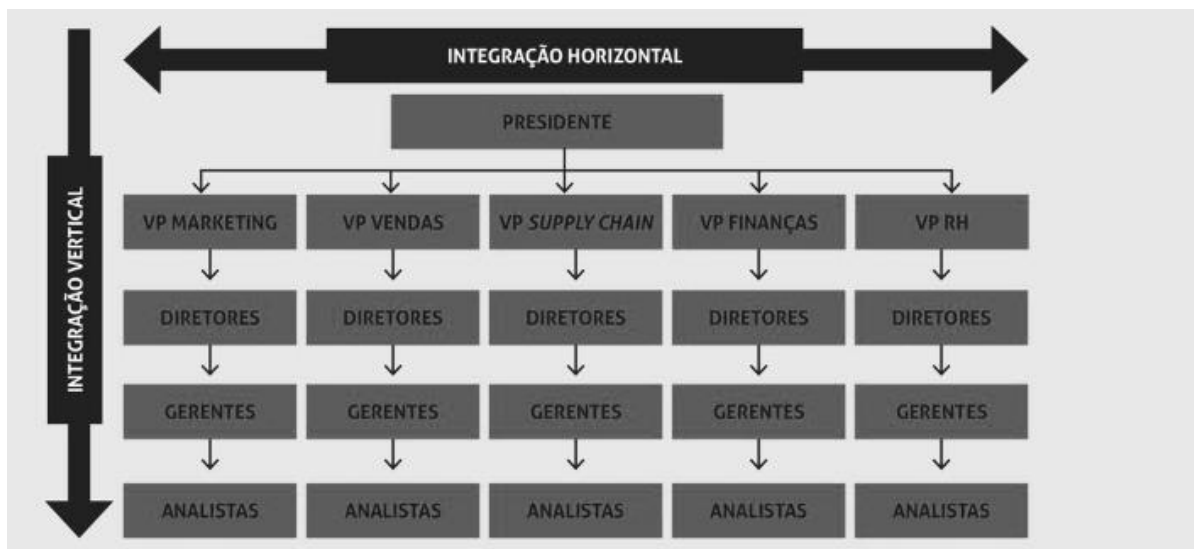


Figura 2 - Representação da integração horizontal e vertical do plano de S&OP (NETO, 2014).

- Suprimentos acima da demanda real – o alto nível de inventário poderá diminuir o capital de giro e impactar o fluxo de caixa. A produtividade operacional da fábrica cai o que resulta na queda do faturamento diário e da margem de lucro obtida.

Além disso, para Wallace (2004), o S&OP possibilita a interação entre o planejamento financeiro e operacional, uma vez que contém informações financeiras e em unidades, e, ainda, vincula os planos estratégicos e operacionais através de processos detalhados, o que permite à empresa uma visão do negócio como um todo e o delineamento de um cenário futuro.

Wallace (2004) aponta diversos benefícios gerados pelo S&OP, entre os quais:

- Melhor índice do nível de serviço, menores estoques de bens acabados, menores *lead times* para empresas “*Make-to-Order*” e “*Make-to-Stock*”.
- Melhor produtividade da operação, impactando positivamente nos custos operacionais e no faturamento.
- Visão de futuro e capacidade de reagir rapidamente às mudanças
- Melhora do clima organizacional, já que o processo proporciona a melhora do trabalho em equipe e a interação entre os membros dos departamentos.

Conforme Bremer *et al.* (2008) *apud* Padim *et al.* (2008), o moderno conceito de S&OP aponta que atualmente os gargalos do processo são a Logística e os Recursos Humanos, e não mais as operações produtivas; assim a inclusão de outras áreas no processo é essencial para o sucesso do negócio.

2.2 Processo e Modelos do S&OP

Em princípio, segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2007), é necessário estabelecer e definir uma política de *Sales & Operations Planning* na qual incida a formalização do processo em um documento que inclui os objetivos, evidenciando a responsabilidade de cada área, a descrição do processo com as atividades preparatórias que devem ser executadas pelos envolvidos, o cronograma com as principais fases e agenda de reuniões, os participantes e os possíveis participantes. Este documento deve ainda conter as famílias de produtos e o horizonte de planejamento considerado, bem como os períodos de congelamento do planejamento (*time fences*), os resultados esperados e os procedimentos de revisão e refinamento do processo. Contudo, para o sucesso do processo é imprescindível o

comprometimento dos participantes, em especial, da diretoria, que por sua vez é de presença indispensável em todas as reuniões de S&OP.

O processo de S&OP mais citado e difundido na literatura é o baseado nas cinco etapas que devem ocorrer mensalmente, conforme apresentado na Figura 3.

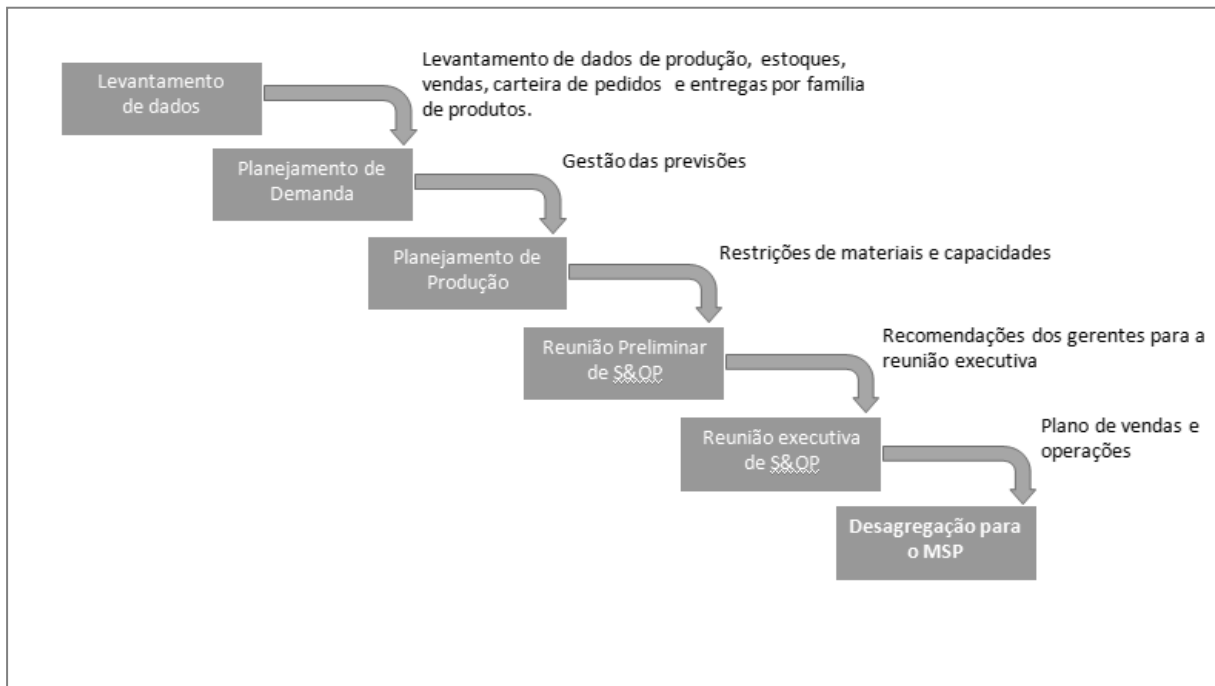


Figura 3 - Processo mensal do *Sales & Operations Planning* (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2007).

Conforme Corrêa, Gianesi e Caon (2007), as etapas do S&OP são as seguintes:

- A primeira etapa consiste no levantamento de dados e resultados do mês anterior. Estes dados se referem a produção, estoque, vendas, carteira de pedidos e entregas por família de produtos. Estes dados devem ser trabalhados a fim de gerar informações para a tomada de decisão, já que os dados encontrados na empresa muitas vezes não estão no formato ideal. Além disso, podem ocorrer alterações e variações no *mix* de produção e vendas, que impacta diretamente no planejamento e na previsão de vendas.

- A segunda etapa é o planejamento da demanda, que visa à elaboração de um plano de vendas cuja responsabilidade é das áreas de marketing e vendas. Este plano não é definitivo, já que consiste apenas no que a empresa está disposta a ofertar ao mercado sem levar em consideração as restrições de produção. As informações indispensáveis para a elaboração de um plano de vendas, basicamente, são: o histórico de vendas, informações do mercado trazidas pelas pessoas que têm contato com os clientes e informações sobre tendências de mercado e economia que podem influenciar as vendas e o comportamento da demanda.

Conforme Wallace (2004), nesta etapa os responsáveis por marketing e vendas devem analisar os dados quantitativos da previsão de demanda, corrigir e ajustar essa previsão de acordo com as informações do mercado, entrada de novos clientes e/ ou novos produtos, aumento das vendas para um cliente específico, alterações nos preços, promoções e concorrência. Assim, a nova previsão de demanda levará em conta não apenas números, mas também aspectos externos e a experiência das pessoas envolvidas no processo, visto que estas têm conhecimento para avaliar os impactos externos na demanda de cada produto. Nesta fase é importante documentar as considerações e premissas utilizadas para a elaboração da previsão de demanda para que todos fiquem cientes de como foi gerado o resultado, e, ainda, possam contrapor qualquer informação. Além disso, Wallace (2004) cita a importância da participação da área financeira nesta fase, pois esta deve transformar a previsão de volumes

em uma previsão monetária e dar sua sugestão em relação ao ajuste da projeção. Após este processo, deverá ser apresentado o planejamento da demanda.

- A terceira etapa consiste no planejamento de produção, cuja responsabilidade é da área de operações, isto é, manufatura, no caso da empresa estudada, no qual a elaboração é realizada pelo planejamento de produção com o apoio da produção e de suprimentos. Aqui devem ser consideradas as restrições de materiais e capacidades operacionais. Este plano deverá atender a demanda, gerar níveis de estoque desejados e viáveis tanto em termos de capacidade como em termos de materiais críticos. Nesta fase, o ideal é elaborar planos alternativos de produção, já que é bastante difícil gerar apenas um plano que alcance todos estes objetivos. Em posse destes planos, deverão ser tomadas decisões estratégicas de atendimento de acordo com os objetivos da empresa, ou seja: a produção será antecipada e serão formados estoques para atender pedidos futuros; aumentará a capacidade através de horas extras, subcontratações, contratação de mão-de-obra, aquisição de novos produtos, etc.; serão gerados atrasos nos pedidos de acordo com a capacidade de produção; serão compradas matérias-primas com menores *lead times* ou serão desenvolvidos novos fornecedores para suportar o aumento do volume de produção.

O plano de produção deverá garantir o atendimento da demanda utilizando-se da melhor forma os recursos disponíveis.

Para Wallace (2004), os resultados desta etapa deverão ser um relatório de capacidade e restrições abordando os problemas de suprimentos que não podem ser solucionados no prazo desejado e/ou cujos custos serão onerados; assim é necessária a decisão do corpo gerencial. Esse material deve ser apresentado na reunião Pré-S&OP, que é a próxima etapa.

- A quarta etapa é a realização da reunião preliminar do processo de S&OP. Nesse encontro deverão ser tomadas as decisões referentes ao balanceamento da demanda, capacidades e suprimento. Deverão ser elaboradas as recomendações que serão levadas para a reunião executiva para que as decisões finais sejam tomadas. É nessa etapa que muitos conflitos aparecem e deverão ser tratados da melhor forma, buscando um consenso sobre os planos de cada área para facilitar o processo final. As questões sobre as quais não se chegou a um consenso deverão ser tratadas na próxima etapa.

Wallace (2004) diz que o resultado desta fase é um plano de ação para cada família de produto, uma visão financeira do negócio, apontamentos referentes à alteração das estratégias de demanda e suprimentos, um relatório com as alterações de grande impacto financeiro, questões nas quais não se chegou ao consenso, bem como os planos alternativos e a agenda para o S&OP Executivo.

- A quinta e última etapa do processo de S&OP é a realização da reunião executiva na qual serão tomadas as decisões finais referentes ao plano de vendas e de operações para que em seguida seja preparado o *Master Production Schedule* (MPS) e execução dos planos. Ainda, segundo Corrêa, Giansi e Caon (2007), o maior desafio dessa reunião é garantir que os planos funcionais sejam coerentes às estratégias do negócio. Portanto, essa reunião demanda algumas premissas, como presença e participação dos envolvidos, distribuição antecipada do material que será apresentado e um ambiente favorável a discussões construtivas. Alguns itens da pauta de reunião sugeridos pelos autores são: tópicos especiais, isto é, assuntos macros que são fundamentais para a operação da empresa, como resultados financeiros, anúncios de tendências econômicas, novos contratos de fornecimento, etc.; avaliação do desempenho da empresa; revisão das hipóteses assumidas nos planos e restrições importantes; análise dos planos família a família; discussão sobre introdução de novos produtos; projetos especiais; revisão das decisões da reunião; revisão crítica do processo.

O resultado desta última etapa é a ata da reunião devidamente documentada com as decisões que foram tomadas e as revisões que deverão acontecer nos planos.

2.3 Estágios de Maturidade do S&OP

Segundo PANDIM, PEREIRA e POLITANO (2012), Lapide criou o Modelo de Maturidade do S&OP, que tem como objetivo diagnosticar o processo de S&OP, identificar em qual estágio o processo se encontra na empresa e em seguida propor melhorias.

O modelo constitui em um conjunto de três categorias – Reunião, Integração e Tecnologia - e quatro estágios de evolução pelos quais a empresa deve passar até atingir o nível máximo para alcançar o processo ideal. Segundo o autor, é necessário comparar o processo atual de S&OP ao modelo de maturidade; assim entende-se em qual nível dos quatro estágios a empresa se encontra. Com isso, é possível verificar os pontos de melhoria que devem ser implementados no processo atual a fim de evoluir para o próximo nível de maturidade. Neste documento, devem constar as datas das implementações e como elas serão executadas, estabelecendo o grau de prioridade de cada uma delas de acordo com o custo-benefício. O modelo sugerido por Lapide (2005) é apresentado na Figura 4.

	Estágio 1 Processo marginal	Estágio 2 Processo rudimentar	Estágio 3 Processo clássico	Estágio 4 Processo ideal
Reuniões	Encontros informais, agendamentos esporádicos.	Encontros formais, agendamentos rotineiros, assiduidade e participação inconsistentes.	Encontros formais com 100% de participação e assiduidade.	Encontros orientados a eventos, agendamento realizado quando necessário, devido à detecção de alguma mudança ou algum desbalanceamento entre a demanda e suprimento.
Integração do processo	Processos desarticulados com planos separados. Planos operacionais não alinhados com os planos de demanda.	Processos com alguma integração. Planos operacionais alinhados com os planos de demanda.	Processos integrados. Planos operacionais e de demanda integrados. Colaboração externa com um pequeno número de fornecedores e clientes.	Processo estendido. Planos operacionais e de demanda alinhados internamente e externamente. Colaboração externa com a maioria dos colaboradores e clientes.
Tecnologia	Mínima. Várias planilhas eletrônicas independentes.	Aplicações separadas. Sistema de planejamento de demanda, sistemas APS individuais para várias fábricas.	Aplicações integradas. Aplicações de previsão de demanda e planejamento de operações integradas. Informações externas manualmente inseridas no processo.	Conjunto completo de tecnologias integradas. Sistema S&OP específico com um sistema de colaboração externa integrado aos sistemas de previsão de demanda e planejamento operacional.

Figura 4 - Modelo para avaliação da maturidade do processo de S&OP (Pandim, Pereira e Politano, 2012).

Embora o processo de S&OP tenha recebido destaque em vários textos, como Wallace (2004), Corrêa, Giansi e Caon (2007) e Pandim, Pereira e Politano (2012), modelos matemáticos de apoio ao planejamento nem sempre são considerados de forma mais profunda. Tais modelos, que têm a vantagem de quantificar física e monetariamente os resultados das decisões e permitir que sejam feitas análises de cenários rapidamente (particularmente se forem modelos lineares), são apresentados dentro do assunto de planejamento agregado da produção, como em Chopra e Meindl (2011), Chase *et al.* (2006) e Buffa e Sarin (1987).

3. Resolução do problema

3.1 Estruturação atual e avaliação do processo de S&OP na empresa

Atualmente, a empresa realiza apenas uma reunião mensal de S&OP, que ocorre por volta da segunda semana do mês, e nesta ocasião são apresentados os resultados do mês anterior, discutidos os cenários atual e futuro do mercado com bases qualitativas e é elaborada a estratégia de atendimento e produção do mês atual, do próximo mês e do próximo trimestre. Esta reunião conta com a participação do diretor de *Supply Chain* e dos diretores de todos os negócios da companhia, além dos gerentes de planejamento de produção e logística. Para explicar melhor quem são os participantes da reunião é importante apresentar como está organizada a diretoria da empresa:

- Diretor de *Supply Chain*: responsável pela área de suprimentos, planejamento de produção e controle de produção e logística.
- Diretores responsáveis pelos negócios de embalagem de papelão ondulado e sacos industriais: respondem pela área comercial e pela manufatura das fábricas.
- Diretores do negócio papel: respondem apenas pela área comercial
- Diretor geral de operações: responsável pela gestão da manufatura das fábricas de papel. Além disso, os diretores de embalagens de papelão ondulado e sacos e os diretores comerciais de papéis se reportam para o diretor geral de operações.

Com o objetivo de avaliar o processo de S&OP praticado na empresa e comparar com o modelo das cinco etapas do S&OP proposto na literatura, foi elaborada a Tabela 1.

A empresa executa parcialmente o levantamento de dados proposto por Corrêa, Giansi e Caon (2007), visto que são analisados apenas os dados do mês anterior referentes a produção, estoques e vendas. Carteira de pedidos e entregas por família de produtos não são considerados. Esses dados são coletados pelo analista de planejamento de demanda e produção. Não é realizado formalmente um plano de vendas; na reunião mensal são levados os dados históricos de vendas e os diretores responsáveis levam informações do mercado e econômicas, bem como se haverá entrada de novos clientes e/ou produtos, aumento nas vendas, alterações nos preços, etc. Com base nessas informações são traçados os cenários de atendimento e produção.

No planejamento de produção são consideradas as restrições de materiais e capacidades, porém ele é elaborado com base nas informações passadas pela diretoria na reunião mensal de S&OP, no histórico de vendas e no orçamento anual, isto é, volume que as máquinas deverão produzir ao longo do ano. Visto que não há grandes oscilações no mercado de embalagens e a principal matéria-prima do processo é fornecida pela própria empresa, as compras de papel são estáveis. Além disso, não são elaborados planos alternativos de produção.

O modelo das cinco etapas propõe uma reunião Pré-S&OP para que sejam elaboradas recomendações para a reunião executiva referente ao atendimento da demanda considerando as restrições e capacidades de produção. Não é realizada esta etapa do processo na empresa estudada. Assim, as informações são levadas diretamente para a reunião executiva. De acordo com o modelo de maturidade do S&OP desenvolvido por Lapide (2005), é possível concluir que a empresa se encontra no estágio 2 para o item reuniões, isto é, processo de S&OP rudimentar, já que há encontros formais, agendamentos rotineiros com assiduidade, participações inconstantes e processo incompleto. Entretanto, referente à integração do processo e tecnologia, a empresa ainda está no estágio 1, processo de S&OP marginal, pois os processos são desarticulados e com planos separados e os planos operacionais não estão devidamente alinhados com os planos de demanda, e, ainda, a tecnologia é mínima, sendo utilizadas diversas planilhas eletrônicas independentes para compilação e análise dos dados.

Tabela 1 – Avaliação do processo atual de S&OP da empresa

	Etapa	Modelo de S&OP	S&OP Executado pela empresa
Etapas do Processo	1	Levantamento de dados	Executado Parcialmente
	2	Planejamento da Demanda	Executado Parcialmente
	3	Planejamento de Produção	Executado fora do processo de S&OP
	4	Reunião Preliminar de S&OP	Não é Executado
	5	Reunião Executiva de S&OP	Executado
Participantes / Etapa	1	Marketing	Não existe essa área voltada para o negócio de embalagem de papelão
		Vendas	Não Participa
		Planejamento de Demanda	Participa
		Planejamento de Produção	Participa
		Finanças	Não Participa
	2	Marketing	Não existe essa área voltada para o negócio de embalagem de papelão
		Vendas	Não Participa
		Planejamento de Demanda	Participa
		Finanças	Não Participa
	3	Planejamento de Produção	Participa
		Suprimentos	Não Participa
		Produção	Não Participa
	4	Planejamento de Demanda	Não é realizado reunião preliminar
		Marketing	
		Vendas	
		Planejamento de Produção	
		Finanças	
		Suprimentos	
		Produção	
	5	Alta Direção de Marketing	Não existe essa área voltada para o negócio de embalagem de papelão
Alta Direção de Vendas		Participa	
Alta Direção de Finanças		Não Participa	
Alta Direção de Supply Chain (Suprimentos; Planejamento de Produção)		Participa	
Alta Direção de Produção		Participa	
Resultados de cada etapa	1	Previsão Estatística	Não é Executado
	2	Plano de Vendas	Não é Executado
	3	Plano de Restrições e Capacidades	Não é Executado
	4	Recomendações	Não é Executado
	5	Plano de Vendas, Produção e Decisões	Executado Parcialmente

Fonte: elaborada pelos autores

3.2 Análise e proposta de oportunidades de melhoria

Como foi possível observar no tópico anterior, o processo de S&OP da empresa objeto de estudo é bastante rudimentar. Assim, para que haja melhoria do processo e este possa chegar o mais próximo do modelo ideal para que a empresa obtenha vantagens competitivas e ganhos significativos, são apresentadas algumas propostas de melhoria.

Primeiramente, é necessário estabelecer uma política de *Sales & Operations Planning* com os objetivos do processo, as responsabilidades de cada área, a descrição das atividades preparatórias que deverão ser executadas por cada um dos envolvidos e a elaboração de um cronograma para organizar as principais fases do processo, instituindo as datas das reuniões e as datas para as entregas dos materiais necessários. Este documento também deve conter a relação dos participantes e suplentes. Entretanto, para o sucesso do S&OP é fundamental o

entendimento do processo pela diretoria e seu absoluto apoio. Além disso, para a execução e eficiência da reunião, talvez seja necessário redefinir as responsabilidades do corpo diretor e das respectivas equipes.

Após esta reorganização e redefinição de papéis, é importante investir em tecnologia para integração dos processos, facilitar a coleta de dados e, principalmente, garantir a realidade dos números; ainda, é importante definir métodos para elaboração quantitativa do plano de vendas e de produção, bem como as famílias de produtos que serão analisadas, o horizonte do planejamento, os períodos de congelamento, os resultados esperados e os procedimentos de revisão do processo e estabelecer os indicadores do processo para identificar os desvios e se os objetivos estão sendo atingidos.

3.2.1 Proposta de modelo de previsão de demanda

Nesta etapa é fundamental definir o quanto a empresa irá ofertar para o mercado, conhecer o cenário econômico, compreender as tendências de mercado que serão trazidas principalmente pela força de vendas e ter um modelo quantitativo consistente de previsão de demanda.

Para a elaboração da previsão de demanda deste trabalho será o utilizado o modelo de média móvel considerando dados reais de demanda de uma das fábricas de embalagem de papelão ondulado da empresa em questão. Segundo Morettin e Toloí (1981), a média móvel é um modelo utilizado para prever determinado período futuro examinando a média das informações passadas. É intitulada média móvel, pois à medida que a próxima informação está disponível, a média é recalculada incluindo a nova informação e desprezando a mais antiga. As médias móveis podem ser simples, centradas ou ponderadas. Para este estudo foi empregada a média móvel simples, cuja equação é definida conforme abaixo, no qual n representa o número de períodos observados incluídos na média X_t .

$$x_t = \frac{x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-n}}{n}$$

Após o cálculo da média móvel simples, foi calculado o erro absoluto médio (EAM) e a estimativa de desvio-padrão da demanda. Para este cálculo, foi multiplicado o EAM por 1,25, conforme sugestão de Chopra e Meindl (2011). Os resultados podem ser observados na Tabela 2.

Para uma análise mais completa para escolher o modelo de previsão de demanda, foram calculados a média móvel simples, o erro absoluto médio (EAM) e o desvio-padrão (dp) de três agrupamentos distintos. Assim foram utilizados dois períodos (2P), quatro períodos (4P) e oito períodos (8P) observados para prever a demanda referente ao vigésimo quinto mês.

No caso de 2 períodos observados foi feita a soma dos dois meses anteriores e dividido por n , isto é, número de períodos observados, no caso dois períodos. Esse mesmo raciocínio foi utilizado para 4 períodos e 8 períodos observados. Quando é calculada a previsão de demanda com 8 períodos observados são obtidos dados a partir do nono mês, já que foram somados os 8 meses anteriores da demanda real e dividido por 8. Logo, para o cálculo do erro absoluto médio dos três agrupamentos é importante comparar a quantidade de períodos observados a partir do nono mês, pois, quando são utilizados 8 períodos, não haverá dados anteriores disponíveis.

Tabela 2 – Escolha do modelo de previsão de demanda

Período	Ano	Mês	Demanda Histórica (ton)	2 Períodos		4 Períodos		8 Períodos	
				Previsão 2P	Erro da Previsão	Previsão 4P	Erro da Previsão	Previsão 8P	Erro da Previsão
1	2013	JAN	5.089						
2	2013	FEV	4.820						
3	2013	MAR	4.956	4.955	1				
4	2013	ABR	5.163	4.888	275				
5	2013	MAI	5.779	5.060	719	5.007	772		
6	2013	JUN	5.536	5.471	65	5.179	356		
7	2013	JUL	5.766	5.657	109	5.358	408		
8	2013	AGO	6.133	5.651	482	5.561	572		
9	2013	SET	6.363	5.950	413	5.803	559	5.405	958
10	2013	OUT	7.037	6.248	789	5.949	1.087	5.564	1.472
11	2013	NOV	6.516	6.700	184	6.325	191	5.842	674
12	2013	DEZ	5.949	6.776	827	6.512	563	6.037	88
13	2014	JAN	6.749	6.232	517	6.466	283	6.135	615
14	2014	FEV	7.216	6.349	867	6.563	653	6.256	960
15	2014	MAR	6.125	6.983	857	6.608	482	6.466	341
16	2014	ABR	6.567	6.671	103	6.510	58	6.511	56
17	2014	MAI	6.714	6.346	367	6.665	49	6.565	148
18	2014	JUN	6.903	6.641	263	6.656	248	6.609	294
19	2014	JUL	7.177	6.809	368	6.577	599	6.593	584
20	2014	AGO	7.546	7.040	506	6.840	705	6.675	871
21	2014	SET	7.504	7.361	143	7.085	420	6.875	630
22	2014	OUT	8.160	7.525	635	7.283	878	6.969	1.191
23	2014	NOV	6.713	7.832	1.120	7.597	884	7.087	374
24	2014	DEZ	6.673	7.437	764	7.481	808	7.161	488
25	2015	JAN	Previsão do Mês 25	6.693		7.263		7.174	
			Erro Absoluto Médio (Per. 9 a 24)		545		529		609
			Desv. Pad.		682		662		761

Fonte: elaborada pelos autores

Feitos todos os cálculos, inclusive do desvio-padrão também para os três agrupamentos, é possível concluir que o melhor modelo de previsão de demanda seria com 4 períodos observados, já que o erro absoluto médio e o desvio-padrão são os menores.

Assim, seria previsto que para o vigésimo quinto mês serão demandadas 7.263 toneladas, com desvio-padrão de 662 toneladas.

3.2.2 Proposta para o modelo de planejamento agregado de vendas, produção e estoques

Após conhecer e entender o quanto o mercado está disposto a comprar da empresa, é chegada a hora de analisar se a empresa terá capacidade operacional para isso, isto é, tomar decisões operacionais para efetivamente atender o mercado. Para isso, será utilizado um modelo de planejamento agregado da produção que pode ser resolvido pela técnica de programação linear.

Este modelo será aplicado para uma máquina do processo de produção de embalagem de papelão ondulado. Foi escolhida apenas a máquina considerada neste estudo como o gargalo do processo. Atualmente, a fábrica objeto de estudo conta com uma onduladeira, oito impressoras, sete máquinas de acabamento e três paletizadoras. A onduladeira seria o gargalo.

A função-objetivo do modelo é maximizar a margem econômica no horizonte de planejamento, ou seja, receitas menos os custos variáveis de produção, estocagem e falta, respeitadas as restrições dos recursos disponíveis e o limite de atendimento dado pela previsão de demanda.

As características do processo são:

- 1 Produto (agregação de todos os produtos, possível pela semelhança operacional entre eles)
- Equipamentos e mão-de-obra fixos, com produção normal em 3 turnos
- Faltas são permitidas (não atendimento)
- Horas extras são viáveis
- Custos unitários constantes no tempo
- Desconsideração de taxa de desconto
- T períodos de planejamento (no caso, 12 meses)

Variáveis de decisão: Venda mensal (VEN_t)
 Produção mensal (PRD_t)
 Estoque no fim do mês (EST_t)
 Faltas previstas no mês, demanda perdida (FAL_t)
 Horas normais por mês (HNO_t)
 Horas extras por mês (HEX_t)

Dados de entrada: receita unitária de vendas (v)
 custo unitário de fabricação, sem incluir mão-de-obra (m)
 custo unitário de trabalho em hora extra (x)
 custo unitário de estocagem no fim do mês (e)
 custo unitário de falta, penalização além da margem de contribuição (f)
 estoque de segurança, mínimo no final de cada mês (Est)
 tempo unitário de processamento (p)
 limite de horas normais por mês (LNO_t)
 limite de horas extras por mês (LEX_t)

Formulação:

Função-objetivo: maximizar margem (M), entendida como a soma, no horizonte de planejamento, de receitas menos custos variáveis de produção, trabalho em horas extras, estocagem e falta.

$$M = \sum_t [(v \times VEN_t) - (m \times PRD_t + x \times HEX_t + e \times EST_t + f \times FAL_t)]$$

Restrições:

Balanco de massa:	$EST_t = EST_{t-1} + PRD_t - VEN_t$; $t = 1...T$
Faltas:	$FAL_t = PDE_t - VEN_t$; $t = 1...T$
Tempo trabalhado:	$p \times PRD_t = HNO_t + HEX_t$; $t = 1...T$
Horas normais:	$HNO_t \leq LNO_t$; $t = 1...T$
Horas extras:	$HEX_t \leq LEX_t$; $t = 1...T$
Est. de Segurança:	$EST_t \geq Est$; $t = 1...T$
Variáveis ≥ 0		

O estoque inicial (E_0) no momento da análise inicial era de 350 toneladas. Atualmente, a empresa opera em 3 turnos de oito horas de segunda-feira a sexta-feira, 2 turnos aos sábados

e não opera aos domingos. No modelo proposto, foi sugerido utilizar os períodos não trabalhados caso haja necessidade para o atendimento da demanda. Com isto, têm-se 128 horas extras possíveis por mês, referentes ao terceiro turno dos sábados e aos três turnos dos domingos, considerando quatro finais de semana mensais.

O custo unitário de armazenagem é pouco relevante, já que a empresa não tem em vista incrementar seu custo utilizando um local alternativo. Assim, para o cálculo do custo unitário de estocagem foi considerado o custo financeiro de manter estoque em local próprio, ou seja, o custo do produto vendido multiplicado pela taxa de juros CDI dos últimos 30 dias.

O custo da falta exposto é representado por uma multa contratual, decorrente da perda de venda (a margem de contribuição perdida não precisa ser incluída neste custo de falta, pois já está considerada em função de menores receitas e custos de fabricação). A demanda mensal prevista foi calculada como sugerida no item anterior e para a aplicação do modelo foi assumido que ela é estável, com incertezas. Diante disso, foi definido um estoque de segurança em cada mês.

O estoque de segurança foi calculado como um coeficiente de segurança (k) multiplicado pela estimativa de desvio-padrão da demanda, isto é, 662 toneladas. O coeficiente de segurança, assumindo distribuição normal da demanda, foi calculado como o valor da abscissa (z) da distribuição normal-padrão. Este z, por sua vez, foi calculado a partir de $F(z) = f / (f + e)$, em que $F(z)$ representa a probabilidade acumulada da distribuição normal-padrão para o valor de z. Feito o cálculo, será encontrada a probabilidade acumulada, que no caso é igual a 0,5576; após isso busca-se o $F(z)$ na tabela da distribuição acumulada da distribuição normal-padrão, com resultado encontrado de $z = 0,15 = k$. Observe-se que este valor, de 55,76%, representa a proporção de meses em que o atendimento da demanda seria integral, e não a proporção de demanda atendida, que seria bem maior.

$$F(z) = 600 / (600 + 476) = 0,5576 = 55,76\% \quad ESt = k * dp = 0,15 * 662 t = 100 t$$

Entendidas as características do processo, as variáveis de decisão e colocados no modelo os parâmetros de entrada conforme explicado acima, é necessário executar o modelo e verificar se o plano de vendas (com atendimento integral da demanda prevista) poderá ser atendido de modo que haja maximização da margem. Conforme análise do modelo exposto na Tabela 3, é possível concluir que o plano de vendas será atendido, bem como o estoque de segurança, com uma margem de R\$ 217.201.586,61. E, ainda, haverá horas disponíveis para utilização da máquina; logo, é possível ampliar as vendas, se necessário.

Tabela 3 – Modelo de planejamento agregado sugerido para o processo de S&OP

Parâmetros de entrada:													
estoque inicial	E0	350 ton											
estoque de segurança	ESt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100 ton
máximo normal de mdo	LNO	592	566	568	592	566	568	590	556	592	584	544	598 h/mês
máximo de mdo hora extra	LEX	128 h/mês											
tempo unitário de produção	p	0,0667 h/ton											
receita unitária de venda	v	3000 \$/ton											
c.u.d. produção sem mdo	m	503 \$/ton											
c.u.d. mdo em hora extra	x	40,68 \$/h											
custo unitário estocagem	e	476 \$/ton											
custo unitário de falta	f	600 \$/ton											
demanda mensal prevista	Dt	7263											

Períodos de Plan.	t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Demanda mensal Prevista	Dt	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263
Venda Mensal	VENt	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263
Produção Mensal	PDRt	7.013	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263	7.263
Estoque no fim do mês	ESTt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Faltas Previstas no mês	FALt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Horas normais por mês	HNOt	468	484	484	484	484	484	484	484	484	484	484	484
Horas Extras por mês	HEXt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Objetivo: 217.201.586,61

Fonte: elaborada pelos autores

4. Conclusões e recomendações

A implementação do processo de S&OP é bastante desafiadora e apresenta barreiras que precisam ser ultrapassadas para a efetiva execução do processo e alcance dos ganhos esperados. É vital que a alta direção da empresa entenda seus benefícios para garantir o sucesso da implementação, uma vez que o processo exige mudanças culturais e, por vezes, estruturais.

Analisando o processo de S&OP da empresa objeto de estudo e comparando com o modelo encontrado na literatura, percebe-se que o processo está bastante aquém do ideal, logo, dos ganhos e das vantagens significativas que o correto processo de S&OP busca trazer para a empresa. Assim, é importante que a empresa compreenda em qual estágio de maturidade o seu processo de S&OP se encontra, aborde os pontos críticos e as barreiras do seu processo, trabalhe e tome ações que busquem diminuir ou eliminar as dificuldades e garanta o desenvolvimento do processo a fim de obter resultados significativos, de acordo com a estratégia da companhia.

Este trabalho buscou apresentar, com base na literatura existente sobre o tema, cada etapa do processo de S&OP e seus devidos desdobramentos com o objetivo de mostrar os ganhos que ele trás à empresa desde a integração e alinhamento das diversas áreas, passando pela organização da cadeia e gerando resultados como maximização da margem, redução de custos e melhora do atendimento ao cliente.

Contudo, a análise foi restrita a uma das fábricas da organização e o modelo de planejamento agregado apresentado no plano de restrições e capacidades foi testado apenas para a máquina considerada gargalo do processo. Com pequenas modificações, ele pode ser utilizado para incluir as demais máquinas e unidades da companhia, contribuindo para gerar uma cultura na qual ferramentas tecnológicas e análises quantitativas podem auxiliar na resolução de problemas de planejamento de vendas e operações.

Referências Bibliográficas

ABPO - Associação Brasileira de Papel Ondulado.

Disponível em: < http://www.abpo.org.br/?page_id=1107>. Acesso em: 11 fev. 2015

BUFFA, E.L. and SARIN, R.K. *Modern Production/Operations Management*, 8th ed. New York : John Wiley & Sons, 1987.

CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert; AQUILANO, Nicholas J. *Administração da produção e operações para vantagens competitivas*. 11ª ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. *Gestão da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operações*. São Paulo: Pearson Education, 2011.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N; CAON, M. *Planejamento, Programação e Controle da Produção – MRP II/ERP: Conceitos, uso e implantação*. São Paulo: Atlas, 2007.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. *Modelos para Previsão de Séries Temporais*. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

NETO, D. N. S&OP de Sucesso: três passos para melhorar a eficiência do processo. *Revista Mundo Logística*, n. 43, ano VIII, 2014.

PANDIM, F. J.; PEREIRA, N. A.; POLITANO, P. R. Modelo quantitativo para avaliação e melhoria de desempenho do processo de S&OP baseado no diagnóstico e redução de falhas. *São Carlos*, v.19, n.2, p. 361-375, 2012.

WALLACE, T. F. *Sales and Operations Planning: The How-To Handbook*. Cincinnati: T.F. Wallace & Co, 2004.