

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – S&OP – Planejamento integrado de vendas e operações

2.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS

A definição de gerenciamento da cadeia de suprimentos adotada por Christopher (2007) é a seguinte: “A gestão das relações a montante e a jusante com fornecedores e clientes para entregar mais valor ao cliente, a um custo menor para a cadeia de suprimentos como um todo.” A cadeia de suprimento torna-se então, uma cadeia de valor, conceito este divulgado por Porter (1980). A tese de Porter implica que as organizações devem olhar para cada atividade em sua cadeia de valor e avaliar se elas têm uma vantagem competitiva real na atividade.

A logística é, basicamente, um conceito integrativo que procura desenvolver uma visão da empresa como amplo sistema. É ainda um conceito de planejamento que tenta criar uma estrutura na qual as necessidades do mercado possam ser traduzidas em uma estratégia e em um plano de fabricação. Em simples palavras, essa é a missão do gerenciamento logístico. O gerenciamento logístico preocupa-se fundamentalmente com a otimização dos fluxos dentro da organização, enquanto o gerenciamento da cadeia de suprimentos reconhece que a integração interna entre si mesma não é suficiente.

Os sistemas logísticos tradicionais baseiam-se em um paradigma que procura identificar quantidades e localização espacial ótima de estoque. Os parceiros da cadeia de suprimentos podem fazer pleno uso da informação compartilhada simplesmente por meio do alinhamento de processos, isto é, o esforço colaborativo entre compradores e fornecedores, o desenvolvimento conjunto do produto, o uso de sistemas comuns e informação compartilhada.

2.2 RISCOS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Segundo Christopher (2007) o mercado é caracterizado pela turbulência e pela incerteza. Nos últimos anos, por várias razões, cresceu a tendência à turbulência. Em quase todos os setores, a demanda parece estar mais volátil do que no passado. Através do gerenciamento de riscos na cadeia de suprimentos, cinco fontes de risco podem ser definidas:

- Risco no fornecimento – relaciona até que ponto o negócio é vulnerável a interrupções no abastecimento;
- Risco da demanda – se relaciona com a volatilidade da demanda, o efeito chicote (*bullwhip*) causando ampliação da demanda e ainda como a demanda de um produto influencia em outro;
- Risco no processo – está relacionado com a resiliência do processo; isto é, gargalos e/ou as fontes de variabilidade nos processos;
- Risco no controle – está relacionado com a probabilidade de perturbações e distorções serem causadas pelos próprios sistemas de controle internos;
- Risco ambiental – está relacionado a vulnerabilidades ao longo da cadeia de suprimentos devido a forças externas, e embora esses eventos possam não ser previsíveis, seu impacto precisa ser avaliado.

2.3 S&OP – PLANEJAMENTO INTEGRADO DE VENDAS E OPERAÇÕES

De acordo com Kerber & Deckshage (2011) o Planejamento Integrado de Vendas e Operações (S&OP) é a parte do planejamento de vendas e operações que balanceia oferta e demanda em níveis volumétricos agregados, alinhando produtos e valores monetários, e auxilia a estabelecer uma política e uma estratégia relevantes para ambos os níveis de volume e combinação de produtos.

Ele também pode ser definido como um processo que envolve planos táticos para promover a capacidade de gestão estratégica para direcionar os negócios, alcançando vantagem competitiva em uma base contínua, integrando os planos dos clientes com foco no mercado para produtos novos e existentes, na gestão da cadeia de abastecimento. Conceitualmente, esse processo lida com a forma de estruturar um único planejamento, integrado e alinhado aos planos comerciais e de capacidade de produção, com reuniões mensais de consenso e validação entre as áreas. Conforme Julianelli (2010), apesar do conceito de S&OP ser conhecido há mais de duas décadas, apenas nos últimos anos, o termo tem se disseminado e seus princípios tem sido colocados em prática, por um número significativo de empresas no Brasil.

O trabalho de Lapide (2004) traz uma lista de doze fatores de sucesso que conduzem um processo de planejamento integrado de vendas e operações, de forma a maximizar o desempenho operacional da cadeia de suprimento. Os doze fatores são:

- realizar reuniões rotineiras de S&OP,
- ter a agenda da reunião estruturada,
- ter um pré-plano de forma a dar suporte às reuniões,
- ter participação de diversas áreas,
- ter participantes com poder de decisão,
- conduzir o processo de forma organizada,
- conduzir o processo de forma a obter consenso entre as áreas,
- ter uma previsão inicial para começar o processo,
- unificar os planos de suprimento e demanda,
- medir o processo,
- ter planos de suprimento e demanda suportados por programas computacionais e,
- incorporar dados externos à empresa no processo de planejamento.

A estes fatores de sucesso pode-se adicionar a definição de um critério único para balizar as decisões quando ocorrerem incompatibilidades no plano de produção, como maior volume de produção, menor prazo de entrega ou, mais comumente utilizado, maior margem de lucro.

O Planejamento Integrado de Vendas e Operações não lida com os produtos detalhadamente, e sim com agrupamento de produtos (em níveis volumétricos). O nível de agregação de produtos em famílias dependerá das características comuns entre os diferentes produtos, mas não apenas com relação ao seu processo de produção, mas principalmente com relação a suas demandas, e também depende do horizonte de planejamento em que se está trabalhando. A demanda agregada dos produtos é relativamente menos volátil que a demanda individual dos seus componentes, conforme está ilustrado na figura abaixo.

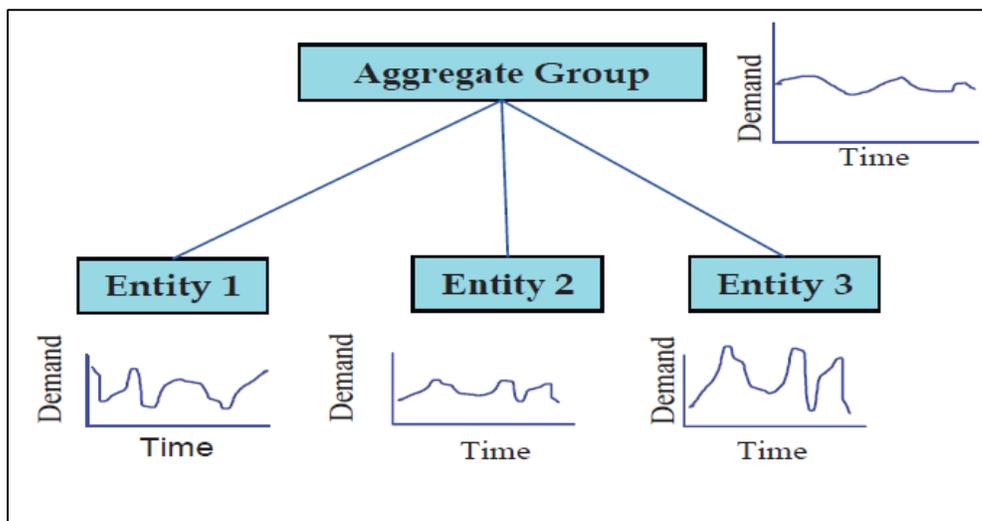


Figura 1 - Demanda agregada x demanda dos componentes

Fonte: (Lapide, 2006)

Horizontes mais longos devem trabalhar com agregações maiores, o que reduzirá as incertezas inerentes aos processos de previsão, enquanto horizontes menores exigem agrupamentos mais detalhados, que considerem mais as características dos processos de produção que podem afetar diferentemente os

produtos. É um processo de planejamento e não de programação. As características são:

- é uma ferramenta de tomada de decisão
- forte em planejamento
- horizonte de médio e longo prazo
- balanceia oferta e demanda ao longo da cadeia de suprimentos
- pode ser usado em diferentes cenários

A produção enxuta e o planejamento integrado de vendas e operações se complementam (Kerber & Deckshage, 2011). Como características da produção enxuta, temos:

- é uma aproximação do processo de produção, com ênfase na continuidade
- tem como foco, eliminar desperdícios nos processos
- é forte na execução
- o planejamento e controle de processos, cobrem em geral, o horizonte de curto prazo.
- É melhor utilizado com demandas estáveis e lineares

O processo de gerenciar o planejamento integrado de vendas e operações tem 5 etapas:

- Agrupamento de dados: envolve coletar dados realizados do último mês e gerar dados para as novas previsões;
- Planejamento de demanda: envolve determinar a previsão futura, para a família de produtos;
- Planejamento de suprimentos: envolve rever os últimos dados de demanda, previsão, estoques e níveis de produto produzidos, e estimar as necessidades de aquisição de suprimentos;
- Reunião de Pré-S&OP: reunião de nível operacional para resolver conflitos, problemas de capacidade, estoques, etc
- Reunião executiva: reunião de nível gerencial (decisória) para aprovar ou modificar o plano, resolver qualquer conflito que não tenha resolvida na reunião de pré-S&OP, e validar o plano.

Conforme Stahl (2010), um fator de sucesso no processo de S&OP é a obtenção de consenso entre as várias áreas, e observa que o conceito de consenso é diferente do conceito de unanimidade. Por fim ressalta a importância da qualidade da informação que é levada à Reunião executiva, uma vez que os gerentes podem tomar decisões ruins, baseadas em informações incompletas.

Uma vez que o plano operacional final é elaborado, ele pode requerer alguma modificação para melhoria do seu desempenho. Ajustes táticos podem ser necessários em diferentes momentos durante o período de operação. Essas modificações podem ser resultados de erros de planejamento ou ajustes para acomodar um evento que não havia sido previsto. Como os gerentes (tomadores de decisão) têm participação no desenvolvimento dos planos operacionais e são responsáveis pelos planos, eles devem ser sensíveis ao impacto que essas decisões do dia-a-dia têm sobre o desempenho de outras áreas gerenciais /funcionais. Eles estão cientes da necessidade de replanejar de modo a acomodar eventos inesperados. A colaboração é necessária para modificações significativas do plano operacional e ainda para explorar oportunidades no tempo certo. Duas regras devem ser seguidas na implementação de planos operacionais modificados: primeiro, as modificações devem ser formalmente documentadas e aprovadas prioritariamente a qualquer desvio do plano. Segundo, todas as modificações devem ser planejadas em termos do desempenho total do sistema. (Bowerson & Closs, 1996).

Conforme abordado por Olhager, Martin, & Wikner (2001), as estratégias de planejamento para o processo de S&OP podem ser divididas em 2 categorias: modificação da demanda ou modificação da produção (suprimento).

Ainda de acordo com Kerber & Deckshage (2011), a produção enxuta e o planejamento integrado de vendas e operações têm agrupamentos de família de produtos diferentes. Enquanto na produção enxuta, os produtos são agrupados de acordo com os recursos necessários para serem produzidos; no planejamento executivo de vendas e operações, os produtos são agrupados segundo a ótica do mercado, ou do consumidor. As previsões são baseadas em tendências de mercado e/ou direcionadores intrínsecos ou extrínsecos.

À medida que o planejamento integrado de vendas e operações vai trabalhando com horizontes mais curtos, maior detalhamento dos produtos é exigido, assim como vão reduzindo as incertezas nas previsões, até o ponto que se chega à Programação e Controle da Produção (PCP). Hoje em dia, a maior parte das previsões feitas pelas companhias está num nível de detalhe errado e não se ajusta bem aos princípios básicos de previsão.

As empresas apresentam um grau de maturidade diferente, quando se compara o estágio de implementação do planejamento integrado de vendas e operações. Lapide (2005) descreve o Modelo de maturidade do processo de S&OP de uma empresa em quatro estágios: Processo marginal, Processo rudimentar, Processo clássico e Processo ideal.

No processo marginal, as reuniões são informais, os planos de demanda e suprimentos são independentes e não alinhados, e há utilização de diversas planilhas. No processo rudimentar, as reuniões são formais, mas a participação é facultativa, os planos de demanda são reconciliados e os planos de suprimento são alinhados ao planejamento de demanda, e há utilização de sistemas independentes para o planejamento de suprimento e demanda.

No processo clássico, as reuniões formais têm 100% de participação, os planos de demanda e suprimento são elaborados em conjunto, há colaborações externa com alguns clientes e fornecedores, e utilização de aplicativos integrados para os planejamentos de demanda e suprimento. No processo ideal, as reuniões ocorrem apenas quando há alguma mudança a ser considerada ou é detectado um desbalanceamento entre demanda e suprimento, os planos de demanda e suprimento são alinhados interna e externamente (colaboração da maioria dos clientes e fornecedores), e uso de softwares integrados para o planejamento de demanda e suprimento com interface para entrada de informações externas.

Na prática, há também casos em que o processo é formal, mas as decisões tomadas nas reuniões não são implementadas, onde cada área acaba tentando otimizar sua operação independente do impacto negativo que possa gerar nas demais. Como exemplo dessas operações temos a área de produção maximizando lotes de produtos com menores custos, e/ou deixando de atender a programação de outros lotes, gerando com isso excesso de estoque de alguns produtos e falta de

outros. Na pior hipótese, pode haver até mesmo perda de vendas. De acordo com Pyke & Cohen (1994), é muito comum nas empresas, as áreas terem objetivos conflitantes, entretanto uma visão integrada entre as área de produção e distribuição traz uma economia de custos que não é observada se considerarmos os custos dessas áreas isoladamente.

Um modelo quantitativo para avaliação do desempenho e melhoria do processo de S&OP foi abordado por Pandim, Pereira, & Politano (2012).

Pesquisas do Instituto ILOS e do AMR Research, um dos principais institutos de pesquisa do mundo, na área de operações, compararam os maiores desafios do planejamento integrado de vendas e operações entre as empresas brasileiras e americanas (Julianelli, 2010). Enquanto que no Brasil os maiores desafios são aumentar a rentabilidade com as decisões de S&OP e ter dados de qualidade disponíveis para a tomada de decisão, nos EUA os maiores desafios do S&OP nas empresas são lidar com equipes globais e chegar a um acordo entre as áreas.

Além dos vários fatores internos a empresa que impactam no processo de S&OP, vale destacar que existem três fatores exógenos que impactam significativamente nesse processo: incerteza, complexidade e risco (Schlegel & Murray, 2010).

Tabela 1 - Fontes de incerteza na cadeia de suprimento – Fonte: (Schlegel & Murray, 2010)

Sources of Uncertainty	Operational 0-45 Days	Tactical 1-18 Months	O Low OO Medium OOO High	
				Strategic 1-5 Years
Exchange rates	OOO	OO		
Supplier Lead-times	O	OOO		O
Supplier Quality	OO	O		
Manufacturing yield	OO	OO		
Transportation times	OO	OO		O
Stochastic costs	O	OOO		OO
Political environment				OO
Customs regulations	O	OO		OOO
Available capacity	OO	OO		O
Subcontractor availability	OOO	OO		
Information delays	OOO	OO		
Stochastic demand	O	OOO		OO
Price fluctuations	O	OOO		O

A tabela acima, retirada de Schlegel & Murray (2010) apresenta as fontes de incerteza na cadeia de suprimento. Em relação à complexidade, os pontos chave são: aumento do tempo de coleta de informações e diminuição no tempo de análise. E ainda, o fato da maioria das empresas trabalharem com um portfólio com excesso de produtos. O conceito de risco está associado à incorporação de incertezas.

As empresas tradicionalmente implantam o processo de planejamento de vendas e operações com o objetivo de alinhar as operações com os objetivos de curto e longo prazo e ainda para atingir o equilíbrio entre demanda e suprimento. Entretanto, o processo de S&OP também gera valor para uma empresa, conforme estudado por Mello & Esper (2007). O artigo define quatro atributos de aprendizagem, chamados 4I's, que são: intuição, interpretação, integração e institucionalização. Ainda segundo o artigo, intuição é definida como o reconhecimento de padrões e a percepção de novas possibilidades; interpretação é o refinamento de ideias e como torna-las compreensíveis; integração é a transformação do consenso da implicação das informações em uma ação coletiva; e por fim, institucionalização é o estabelecimento de ações rotineiras e procedimentos padrões de operação.

2.4 PREVISÕES DE DEMANDA

Previsões direcionam a coordenação e o planejamento de um sistema de informações logísticas. Uma previsão é uma projeção ou predição de um volume ou de números de uma unidade que podem ser produzidos, vendidos, transportados, etc. Ela pode ser especificada em termos monetários ou unitários, que pode ser tanto um item individual para determinado cliente quanto previsões de vários itens para diversos clientes diferentes.

Previsões detalhadas são boas para o horizonte de curto prazo, entretanto são tipicamente bem imprecisas no horizonte de longo prazo. As previsões de longo prazo que devem ser usadas para direcionar o planejamento integrado de vendas e operações não precisam ser detalhadas no nível de produto, mas oriundas

de um processo de previsão diferente daquele que direcionará a programação da produção.

Aspectos básicos da previsão: Previsões são mais precisas no curto prazo, previsões são mais precisas para um grupo de produtos e, previsão é um processo. Outro aspecto menos evidente, uma vez que é uma tendência, é que as previsões se tornam cada vez mais dominadas pelo computador e não pelo homem. Quando um algoritmo correto é encontrado, as previsões podem ser feitas por si só. Entretanto, tal suposição pode levar a graves erros de previsão. As condições do mercado estão em constante mudança, produtos passam por mudanças no seu ciclo de vida e, competidores e consumidores podem ter novas iniciativas e direcionamentos. Assim, uma previsão precisa incorporar todos esses aspectos para decidir qual poderá ser a demanda futura.

Sobre os padrões de demanda, somente as demandas independentes precisam ser previstas, enquanto que as dependentes nunca devem ser previstas. Demanda dependente é aquela que pode ser calculada baseada numa programação existente melhor do que numa previsão.

Existem três usos distintos da previsão, com propósitos e horizontes temporais diferentes (Kerber & Deckshage, 2011). Isso sugere que existem múltiplos processos de previsão na maioria das empresas. Uma abordagem é ter um processo de previsão que começa com um plano de negócios e é desagregado em mais detalhes, na medida do necessário. Porém, a opção mais comum é começar pela previsão no nível de produtos/itens e ir agregando de forma a obter níveis de previsão agregados/resumidos. Esse método não dá visibilidade ao mercado e acumula todos os erros no nível de produto para o nível de tomada de decisão estratégica.

A tabela abaixo ilustra os três diferentes usos da previsão:

Tabela 2 – Usos da previsão - Fonte: (Kerber & Deckshage, 2011)

	Previsão	Horizonte temporal
Plano de negócios	Direção do mercado	2 à 10 anos
Vendas e Operações	Linhas e famílias de produtos	1 à 3 anos
Programação de produção	Produto final	meses

Níveis de planejamento também é um assunto abordado por (Ballou, 2006), que define três níveis de planejamento logístico: estratégico, tático e operacional. A principal diferença entre eles é o horizonte temporal do planejamento. O planejamento estratégico é considerado de longo prazo, como o horizonte temporal de mais de 1 ano. O planejamento tático tem um horizonte intermediário, normalmente inferior a um ano. O planejamento operacional é o processo decisório de curto prazo, com decisões normalmente tomadas a cada hora, ou diariamente.

Cada um dos níveis de planejamento requer uma perspectiva diferente (Lustosa, Mesquita, Quelhas, & Oliveira, 2008). Devido ao seu horizonte mais longo, o planejamento estratégico trabalha muitas vezes com dados incompletos e inexatos. Os dados podem obedecer à média, e os planos são em geral considerados adequados quando conseguem mostrarem-se razoavelmente próximos do nível ótimo. O planejamento operacional trabalha com dados muito precisos, e os métodos para o planejamento devem ter condições de operar com a maior parte dos dados, e ainda elaborar planos razoáveis. O horizonte temporal de cada tipo de planejamento e previsão varia conforme o negócio da empresa, em especial como a demanda varia em relação às previsões. Por exemplo, em negócios onde a demanda é estável, sendo mais fácil acertar sua previsão, o planejamento de vendas e operações pode trabalhar com horizontes acima de 1 ano, e a programação de produção se responsabiliza em planejar até um ano a frente, como considerado por Kerber e Deckshage (2011) (ver tabela 1 acima). Em negócios onde a demanda é mais volátil, o planejamento de vendas e operações precisa atuar em horizontes mais curtos, até de apenas um mês, dependendo, também, de quão flexível é o processo de produção. Neste cenário,

seria complicado demais efetuar a programação da produção em níveis detalhados de produto.

A previsão logística abrange tanto a natureza espacial quanto a natureza temporal da demanda, a extensão de sua variabilidade e seu grau de aleatoriedade. Ballou (2006) classifica a demanda em seis tipos, conforme a sua natureza:

1 - Demanda temporal: A variação da demanda de acordo com o tempo é um resultado do crescimento ou diminuição nas taxas de vendas, sazonalidade do padrão da demanda e flutuações causadas por um sem número de fatores. Muitos métodos de previsão de curto prazo trabalham com esse tipo de variação temporal, nas chamadas séries temporais.

2 - Demanda espacial: é necessário saber aonde irá se manifestar o volume da demanda. As técnicas de previsão devem ser selecionadas de modo a refletir as diferenças geográficas capazes de influir sobre os padrões de demanda.

3 - Demanda regular: Quando a demanda é regular, a representação típica dos padrões de demanda pode ser dividida em componentes de tendência, sazonais ou aleatórios. Desde que as variações aleatórias constituam uma parte pequena da variação restante na série de tempo, o sucesso da boa previsão é normalmente obtido a partir de procedimentos conhecidos.

4 - Demanda irregular: Também chamada de demanda incerta, ocorre quando a demanda de determinados itens é intermitente, em função do baixo volume geral e da incerteza quanto a quando e em que nível ela ocorrerá.

5 - Demanda dependente: tem padrões altamente influenciados e não aleatórios. A previsão de necessidades através da demanda dependente resulta em previsões perfeitas, uma vez que a demanda de produto final é conhecida antecipadamente e com exatidão.

6 - Demanda independente: Quando temos demanda independente, os procedimentos de previsão estatística dão bons resultados. A maior parte dos modelos de previsão de curto prazo tem base em condições de demanda independente e aleatória.

Quanto aos métodos de previsão, pode-se dividir em 3 categorias: qualitativos, de projeção histórica e causais (Ballou, 2006), (Kerber & Deckshage, 2011), (Hugos, 2006).

Métodos qualitativos: recorrem a julgamentos, intuição, pesquisas ou técnicas comparativas a fim de produzir estimativas qualitativas sobre o futuro. As informações são tipicamente não quantitativas, flexíveis e subjetivas. É de natureza não científica, de difícil padronização e/ou validação. É usada preferencialmente em previsões de médio a longo alcance. Esses métodos são melhores quando existe uma série histórica confiável, e o mercado a ser previsto é estável e os padrões de demanda não variam muito de um ano para outro.

Métodos de projeção histórica: são utilizados quando se dispõe de número razoável de dados históricos e a tendência e as variações sazonais nas séries são estáveis e bem definidas. Útil em previsão de curto prazo. A premissa básica é que o padrão de tempo futuro será uma repetição do passado, pelo menos em sua maior parte. A natureza quantitativa das séries de tempo incentiva o uso de modelos matemáticos e estatísticos como principais fontes de previsão.

Métodos causais: o nível da variável de previsão é derivado do nível de outras variáveis relacionadas. Os modelos causais surgem em uma variedade de formatos: estatísticos, no caso de modelos de regressão e econométricos; e descritivos, como ocorre nos modelos de entrada e saída, ciclo de vida e simulação em computador. Cada modelo extrai sua validade a partir de padrões de dados históricos que estabelecem a associação entre as variáveis preditivas e a variável a ser prevista.

A necessidade de projeções de demanda é comum no processo de planejamento e controle. Quando a incerteza da variável é tão alta que as técnicas mais comuns de previsão e suas utilizações no planejamento da cadeia de suprimentos levam a resultados insatisfatórios, surge a necessidade de outras modalidades de previsões. A previsão colaborativa é uma abordagem contemporânea da previsão de demanda.

Conforme o Dicionário APICS, o CPFR (*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*), ou Planejamento Colaborativo de Previsão e

Reposição pode ser definido como um processo colaborativo onde os parceiros da cadeia de suprimento podem em conjunto planejar as principais atividades da cadeia de suprimento desde a produção e entrega de matéria prima até a produção e entrega dos produtos aos consumidores finais. Esse planejamento engloba o planejamento do negócio, previsões de vendas e todas as operações necessárias à reposição de matérias-primas ou produtos finais. De forma simplificada, pode-se dividir o funcionamento do CPFR em quatro partes (Julianelli, 2008):

- 1 - Colaboração: base fundamental do processo que trata do estabelecimento de um contrato entre os parceiros comerciais, definindo os objetivos, métricas e indicadores de desempenho, informações compartilhadas, recursos utilizados de cada empresa envolvida e uma política de governança para solucionar possíveis divergências no decorrer do processo. Em geral, os contratos são de longo prazo, com revisões anuais;
- 2 - Planejamento: consiste na análise temporal de eventos que possam influenciar o atendimento do mercado, tais como lançamento de novos produtos, retirada de linha, calendário de promoções, janelas de decisão e principais mudanças no processo. O horizonte de tempo considerado costuma ser o período orçamentário (um ano) e as reuniões de revisão acontecem trimestralmente;
- 3 - Previsão: consideração e análise estatística dos históricos de vendas, calendário de promoções detalhado, ações da concorrência e precificação. Calculado para os próximos 12 meses, com foco nos três meses seguintes e revisão mensal.
- 4 - Ressuprimento: com base nas previsões, dimensiona-se a necessidade de recursos e são geradas as ordens de ressuprimento para as próximas 12 semanas (três meses), com foco nas ordens para as primeiras quatro semanas. Nesta etapa, ocorre o acompanhamento dos indicadores de desempenho e são registrados ocorrências e eventos de exceção.

Estudos têm mostrado que a criação de previsões utilizando a combinação de diferentes métodos resulta numa previsão com maior precisão, se comparados à previsão utilizando apenas um método. (Hugos, 2006)

Previsões de curto prazo são mais precisas que previsões de longo prazo. As últimas, para múltiplos anos, são altamente especulativas. Previsões agregadas são mais precisas que previsões para produtos individuais ou para pequenos segmentos de mercado. Previsões estão sempre erradas num grau maior ou menor. Não existe previsão perfeita e as empresas precisam lidar com algum grau de erro, para todas as previsões. Ainda conforme Hugos (2006), uma previsão precisa tem um grau de erro de +/- 5%. Previsões mais especulativas podem ter um erro de +/- 20%

Neste trabalho, utilizamos Curto Prazo para um horizonte até 2 meses, Médio Prazo: de 3 a 6 meses, e Longo prazo: maior do que 6 meses.

2.5 MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO

Alguns métodos de otimização utilizados na resolução de problemas logísticos por Bowerson & Closs (1996) são: programação linear, programação inteira mista e simulação.

Métodos de programação linear, que são classificados como técnicas de otimização, são uma das ferramentas mais utilizadas no planejamento logístico tático e estratégico. A programação linear seleciona a função objetivo ótima, dado um determinado número de variáveis e considerando restrições específicas. Para solucionar um problema utilizando programação linear, várias condições devem ser satisfeitas: duas ou mais “ações” devem competir por recursos limitados; todos os “relacionamentos” devem ser determinísticos e capazes de ser resolvido por uma aproximação linear. Embora a programação linear seja frequentemente usada para planejamento estratégico, também pode ser aplicada para problemas operacionais (Bowerson & Closs, 1996).

A programação inteira mista é outra técnica de otimização aplicada a problemas logísticos. A formulação de um problema desse tipo frequentemente

considera flexibilidades, que permitem incorporar muitas complexidades e idiossincrasias encontradas em aplicações logísticas. A maior limitação desse tipo de otimização está relacionado ao tamanho dos problemas a serem resolvidos, limitando assim tanto o escopo quanto a complexidade dos problemas.

Um terceiro método analítico é a simulação de Montecarlo. Pode ser definido como o processo de desenvolvimento de um modelo real e a condução de experimentos com este a fim de entender o comportamento do sistema e avaliar estratégias impostas por um ou mais critérios da operação do sistema. Na simulação, cada período é tratado como um intervalo finito. Assim, no exemplo de um planejamento de 5 anos, cada ano é simulado como um evento independente.

Definido o processo estocástico que uma variável segue, é necessário estabelecer um método capaz de valorá-la de acordo com suas incertezas. A simulação de Monte Carlo é um método muito popular na simulação de fenômenos com grande grau de incerteza. Suas áreas de aplicação incluem ciências físicas, engenharia, estatística aplicada, finanças e negócios entre outros.

Torna-se muito útil em problemas de grande complexidade com várias variáveis e fatores de risco. Neste método, com a informação da distribuição de probabilidades das variáveis, são realizadas diversas simulações dos caminhos que podem ser seguidos pelas variáveis até que se encontre uma aproximação que explique a evolução do fenômeno. A precisão da simulação de Monte Carlo é garantida pela lei dos grandes números, pois se o número de iterações for grande, a média da distribuição obtida na simulação converge para a média teórica correta, desta forma, o erro diminuirá com o aumento do número de iterações.