

1

INTRODUÇÃO

Todas as decisões sobre projeto e planejamento da cadeia de suprimento baseiam-se na previsão da demanda dos clientes. Essas decisões englobam investimentos na fábrica e em equipamentos, programação da produção, alocação da força de vendas e contratação de mão-de-obra. Dessa maneira, as previsões de demanda exercem grande impacto no desempenho da cadeia de suprimento (Oliveira Junior, 2005, demonstrou as consequências de previsões imprecisas).

Existem quatro tipos de modelo de previsão: qualitativo, de séries temporais (em que se espera que a demanda futura siga os padrões históricos), causal (em que se modela a demanda como efeito de um conjunto de outras variáveis ditas explicativas) e de simulação. Antes de uma empresa escolher um deles para prever sua demanda, deve levar em consideração alguns fatores, como: demanda passada, conjuntura econômica, ações tomadas pelos concorrentes, planejamento de descontos nos preços etc.

Neste trabalho, consideram-se apenas modelos de séries temporais e, dentro desses, apenas os chamados modelos estruturais. São os modelos mais simples de implementar e podem servir como um bom ponto de partida para uma previsão de demanda.

Nos modelos estruturais, a demanda é vista como formada por um componente sistemático, que constitui o seu valor esperado, e um componente aleatório, que corresponde às oscilações a partir do valor esperado. O componente sistemático é, por sua vez, decomposto em: nível (valor esperado da demanda dessazonalizada atual), tendência (taxa de crescimento ou de declínio atual na demanda) e sazonalidade (fator multiplicativo ou aditivo que representa as oscilações sazonais previsíveis na demanda). Já o componente aleatório não pode ser previsto, apenas sua variabilidade pode ser conhecida (estimada), fornecendo uma medida do erro da previsão. Para maiores detalhes, ver Chopra e Meindl (2004, cap. 4) ou Chatfield (2004, seções 5.2.2 e 5.2.3).

Os métodos de previsão de séries temporais podem ser estáticos ou adaptáveis. Nos métodos estáticos as estimativas de parâmetros não são atualizadas conforme uma nova demanda é observada. Nos modelos adaptáveis as estimativas são atualizadas cada vez que uma nova demanda é observada. Os modelos adaptáveis incluem os de médias móveis, amortecimento exponencial simples, o modelo de *Holt* e o modelo de *Winters*. A média móvel e o amortecimento exponencial simples são adequados quando a demanda não apresenta tendência ou sazonalidade (modelo constante). O modelo de *Holt* é recomendado quando a demanda apresenta tendência, mas não possui sazonalidade (modelo linear). O modelo de *Winters* é mais apropriado quando a demanda apresenta tendência e sazonalidade (modelo sazonal) (CHOPRA E MEINDL, 2004).

Sabemos que previsão é uma tentativa de prognosticar condições futuras. Quanto mais no futuro ela estiver, mais sujeita a erro estará. O erro é uma variável aleatória e, portanto, é inevitável que apresente uma variância (que se quer reduzir ao mínimo inevitável); pode ter média nula ou não. A média do erro de previsão é o *viés* de previsão ou *erro sistemático* — que, em condições ideais (método e modelo de previsão adequados) — deve ser nulo. Um viés não nulo pode ser devido a uma inadequação do modelo ou a uma mudança no mecanismo gerador da série de demandas (o que faz com que um método/modelo, que era(m) adequado(s) até antes da mudança ocorrer, tenha(m) se tornado inadequado(s)). Por isso, é importante monitorar o erro de previsão, quanto à sua variabilidade e quanto ao seu viés. O monitoramento de variabilidade é essencial para estabelecer previsões intervalares, e o monitoramento do viés é essencial para avaliar a adequação do modelo e detectar a ocorrência de alterações nos fenômenos geradores da série (por exemplo, uma série estável pode começar a apresentar crescimento; uma com crescimento pode ter taxa de crescimento alterada, ou vir a estabilizar-se em um patamar).

Contudo, ainda hoje, verifica-se que os métodos utilizados para medir o erro de previsão e analisar a adequação do modelo são ineficientes. Um destes métodos (ver Silver, Pyke e Peterson, 1998), é uma inspeção visual no gráfico de erro de previsão acumulado, sem um critério objetivo que leve a um teste formal. Na literatura, encontra-se somente um critério formal: o TS, que será descrito na Seção

2.2.2 do Capítulo 2, mas que ainda assim não é tão eficiente.

Nesse contexto, a motivação desta dissertação está em propor métodos, através de gráficos de controle estatístico de processos, para testar formalmente a presença de viés nos modelos de previsão utilizados. Para cada um dos modelos de previsão, vamos observar quais dos gráficos propostos são mais ágeis na detecção do viés.

O desempenho dos métodos será analisado e comparado com o da razão de viés TS (do inglês *Tracking Signal*), para o caso de modelos de previsão sem sazonalidade: modelo constante (ou ‘estático’) e modelo de crescimento linear.

Para analisar o desempenho, simular-se-ão as seguintes situações:

- a) Série que obedece a um modelo constante, mas que, a partir de certo instante de tempo, passa a apresentar uma tendência;
- b) Série com tendência, mas que, a partir de certo momento, sofre uma alteração (aumento ou diminuição) na tendência; e
- c) Série originalmente com tendência, mas que, a partir de certo momento, tem o nível estabilizado em um patamar constante.

Embora os métodos sejam aplicáveis, de forma geral, ao monitoramento do erro de previsão realizado por qualquer modelo de séries temporais, a análise será feita considerando os métodos de amortecimento exponencial simples e o modelo de *Holt*

O restante desta dissertação está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 descreve os modelos estruturais e métodos de previsão neles baseados, bem como as medidas de dispersão e o viés da previsão, além de uma discussão dos gráficos de controle de CUSUM e EWMA, constituindo a base para o entendimento dos demais capítulos; o Capítulo 3 apresenta os métodos propostos nesta dissertação para detecção de viés; o Capítulo 4 apresenta as medidas de desempenho que foram usadas, a metodologia para sua obtenção, a análise e os resultados; e o Capítulo 5 sintetiza as conclusões e fornece indicações para pesquisas futuras. Seguem-se as referências e apêndices.