

## **Previsão de demanda e níveis de estoque uma abordagem conjunta aplicada no setor siderúrgico**

**Liane Werner (UFRGS) liane@producao.ufrgs.br**  
**Fernando de Oliveira Lemos (UFRGS) flemos@producao.ufrgs.br**  
**Tiago Daudt (UFRGS) tiago\_daudt@terra.com.br**

*Resumo: A utilização de ferramentas de apoio para auxiliar o processo gerencial de análise e tomada de decisões vem ganhando importância dentro de um contexto de competitividade no mercado mundial. O presente trabalho tem por finalidade apresentar uma metodologia de análise conjunta de previsão de demanda e níveis de estoque. A metodologia proposta aborda a modelagem de dados históricos de demanda para a obtenção das previsões e o dimensionamento dos níveis de estoque para itens analisados. Realizou-se uma comparação em termos de custo de armazenagem entre os valores previstos pela metodologia proposta e os valores realizados no contexto real para um produto de uma empresa do setor siderúrgico. A metodologia foi validada pela redução de 11,3% no valor em estoque para o produto analisado.*

**Palavras-chave:** *Previsão de demanda, Gestão de estoques, Setor siderúrgico.*

### **1. Introdução**

Diante de uma nova conjuntura mundial, a economia, cada vez mais globalizada, é impulsionada pelo avanço tecnológico e traz como consequência um mercado extremamente competitivo. Nesse cenário, as empresas estão em busca constante de melhorias em seus processos para atender da melhor forma possível as necessidades de seus clientes.

Tais necessidades compreendem a oferta de produtos com qualidade e capacidade de entrega eficiente. No entanto, muitas vezes, as empresas não dispõem dessa capacidade exigida devido a uma gama de clientes com necessidades diferenciadas (KRAJEWSKI & RITZMAN, 1994).

Procurando diminuir ao máximo o espaço entre a oferta e a demanda, e assim evitar o descontentamento de seus clientes, as grandes indústrias estão voltando a sua atenção para a utilização de ferramentas que permitam a tomada de decisões em torno da programação de produção, dentre as quais merecem destaque os métodos de previsão de demanda.

Métodos de previsão de demanda são utilizados para elaborar estimativas de quantos produtos serão demandados pelo mercado consumidor em um intervalo de tempo específico (KRAJEWSKI & RITZMAN, 1994). Quanto maior a acuracidade de uma previsão, menor será o risco no processo decisório, além de facilitar o planejamento e o controle sobre os insumos e mão-de-obra necessários para a produção.

Um fator diretamente relacionado à previsão de demanda é o dimensionamento de estoque de segurança. A variabilidade da demanda faz com que as empresas mantenham estoques de segurança para evitar escassez de produtos e conseqüentemente a insatisfação dos clientes.

Previsões imprecisas podem gerar situações onde as empresas: (i) não dispõem de condições para atender a demanda imposta pelo mercado (previsões subdimensionadas), apresentando baixo nível de serviço; ou (ii) dimensionam estoques excessivos (previsões superdimensionadas), aumentando o capital de giro da empresa e os custos de estoque (manutenção e movimentação, por exemplo). Um dos fatores responsáveis por previsões com baixa acurácia é a utilização de métodos de previsão inadequados para a situação contextual

do processo preditivo.

A oscilação entre essas situações de escassez e excesso de produtos em estoque apresenta-se como o principal problema enfrentado pela empresa analisada neste trabalho. O objetivo deste artigo é apresentar uma metodologia de otimização de níveis de estoques que agrega técnicas de previsão de demanda aos cálculos de dimensionamento de estoques.

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1 Previsão de demanda

Segundo Kotler (1991), a demanda de um produto é “o volume total que seria comprado por um grupo definido de consumidores em uma área geográfica definida, em um período de tempo definido, em um ambiente de mercado definido e mediante um programa definido de marketing”. Previsão de demanda é uma estimativa do que pode ser a demanda futura sobre certas condições conjecturais (MOON *et al.*, 1998).

Um sistema de previsão de demanda possui quatro etapas operacionais (MURDICK & GEORGOFF, 1993; WRIGHT; LAWRENCE & COLLOPY, 1996; KLASSEN & FLORES, 2001; ARMSTRONG, 2001): (i) definição do problema a ser resolvido, ou seja, qual a variável a ser prevista; (ii) obtenção do padrão de demanda (histórico de demanda) e dados contextuais; (iii) escolha do(s) método(s) de previsão; (iv) implementação do(s) método(s) selecionado(s); e (v) monitoramento das previsões.

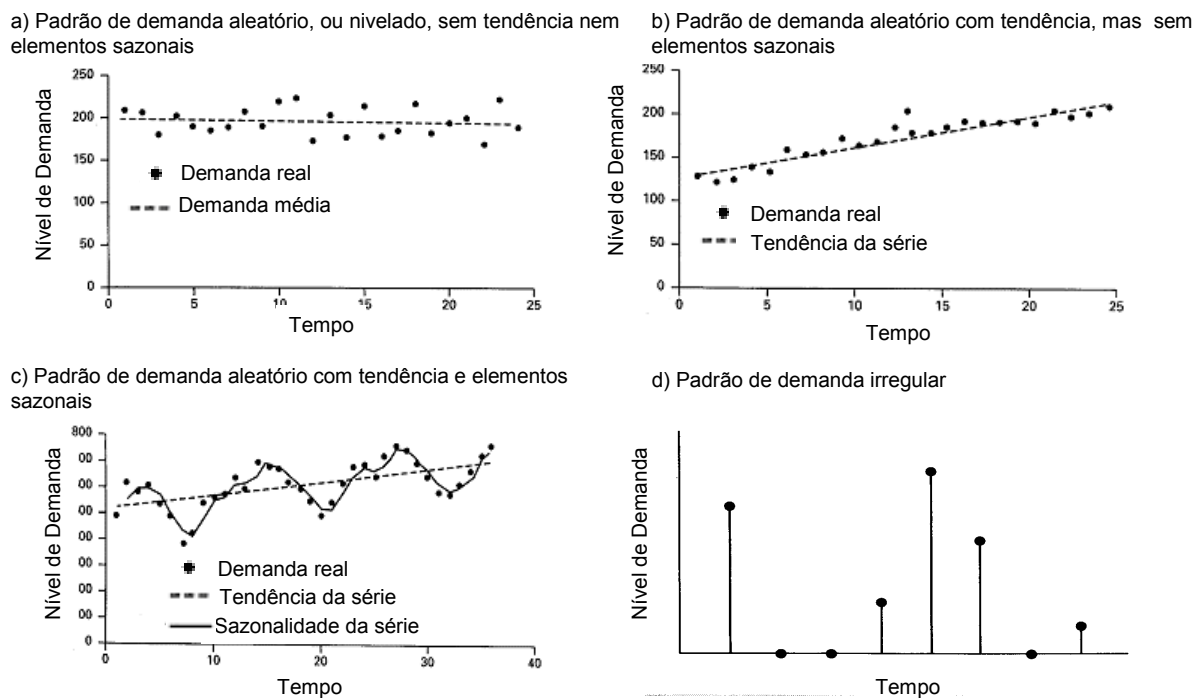
Os padrões de demanda são resultados da variação da demanda com o tempo, ou seja, do crescimento ou declínio de taxas de demanda, sazonalidades e flutuações gerais causadas por diversos fatores (BALLOU, 2001). Há dois tipos de padrões de demanda, os padrões de demanda regular e de demanda irregular. Os padrões de demanda regular podem ser decompostos em cinco componentes (MENTZER & GOMES, 1989; MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT & HYNDMAN, 1998): (i) demanda média para o período (nível); (ii) tendência; (iii) sazonalidade; (iv) fatores cíclicos (ciclos de negócios ou ciclos de vida de serviços ou produtos); e (v) variação aleatória (erro aleatório). A Figura 1 apresenta alguns padrões de demanda regular para uma série temporal (padrões a, b e c).

O padrão de demanda irregular (Figura 1d) ocorre no caso de demandas intermitentes ou elevado grau de incerteza a respeito do momento e nível de ocorrência da demanda. Padrões de demanda irregular são particularmente difíceis de prever e ocorrem por vários motivos: o padrão de demanda é dominado por pedidos grandes de clientes não-freqüentes; a demanda pode ser derivada da demanda de outros produtos ou serviços; o padrão de demanda pode ser um resultado de dados espúrios ou eventos especiais; entre outros (BALLOU, 2001).

Em termos de classificação, os métodos de previsão podem ser divididos em dois grupos distintos que levam em consideração o tipo de abordagem utilizada: (i) métodos quantitativos de previsão e (ii) métodos qualitativos de previsão. Os métodos quantitativos de previsão assumem que as causas que caracterizaram a demanda histórica continuarão presentes no futuro, ou seja, o comportamento passado é a base para se inferir sobre o comportamento futuro. Os métodos quantitativos utilizam dados históricos, reunidos sob a forma de séries temporais, para prever a demanda em períodos futuros, mediante a construção de modelos matemáticos que descrevem o comportamento desses dados ao longo do tempo (PELLEGRINI, 2000).

As técnicas quantitativas são classificadas em: modelos de séries temporais e modelos causais. Os modelos de séries temporais são baseados exclusivamente no padrão de comportamento da série histórica de dados. A modelagem quantitativa de séries históricas pode ser realizada pelos modelos de Box-Jenkins, de Suavização Exponencial ou Média Móvel. Os modelos causais têm por finalidade descrever a demanda como função de variáveis independentes. Os modelos de Regressão Simples e Regressão Múltipla são os modelos

causais mais conhecidos (MOREIRA, 1999).



Os métodos quantitativos de previsão geralmente assumem que as causas que caracterizaram a demanda continuarão presentes no futuro (MOREIRA, 1999), ou seja, o comportamento passado é base para se inferir sobre o comportamento futuro. Vale acrescentar que os métodos de previsão não conduzem a resultados perfeitos, situação justificada principalmente pela existência de fatores aleatórios que não podem ser previstos nem controlados. Diante disso, torna-se importante uma prática de revisão freqüente dessas previsões para diminuir ao máximo o impacto gerado por essas imprecisões.

Os métodos qualitativos são baseados no julgamento e na experiência de especialistas. Tais técnicas são utilizadas principalmente quando não existem dados disponíveis ou os dados históricos são insuficientes para a modelagem matemática. A técnica de previsão qualitativa mais conhecida é o método Delphi (MOREIRA, 1999).

Alguns fatores podem ser utilizados para avaliar a efetividade de um sistema ou método de previsão de demanda. Entre eles estão a acurácia da previsão, o custo do sistema ou do método de previsão e a utilidade dos resultados (MONTGOMERY; JOHNSON & GARDINER, 1990). A acurácia da previsão é conforme Abraham e Ledolter (1983) o fator mais importante na avaliação da previsão, por isto é necessário utilizar alguma medida de acuracidade, entre as mais conhecidas tem-se o MSE (*Mean Squared Error*) e o MAPE (*Mean Absolute Percentual Error*).

## 2.2 Gestão de estoques

Estoque pode ser definido como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação (SLACK *et al.*, 2002). Existem dois tipos gerais de sistemas de revisão de estoque: Sistema de Revisão Contínua (*Q*) e Sistema de Revisão Periódica (*P*). A diferenciação entre os sistemas se dá no que diz respeito aos períodos de revisão e as quantidades de reposição (ELSAYED & BOUCHER, 1994).

O Sistema de Revisão Contínua mantém um registro atual do nível de estoque de cada item em uma base contínua. Quando o nível de estoque existente cai e atinge um número de unidades predeterminado (ponto de reposição  $R$ ), uma quantidade fixa  $Q$  é solicitada (MONKS, 1987). O estoque disponível vai sofrendo a ação da demanda e, em cada retirada do estoque, o nível de estoque é imediatamente comparado com o ponto de reposição  $R$ . Se esse nível  $R$  é atingido, um pedido de  $Q$  itens é realizado. Vale lembrar que o nível de estoque continua decrescendo durante o *lead time* de entrega (tempo transcorrido entre a colocação de um pedido e o recebimento do mesmo) (DAVIS; AQUILANO & CHASE, 2001). O ponto de reposição  $R$  pode ser calculado, para a situação com demanda e *lead time* constantes e conhecidos, pela equação (1) (KRAJEWSKI & RITZMAN, 1994).

$$R = \mu_L + ES \quad (1)$$

onde:  $\mu_L$  é a demanda média durante o *lead time* e  $ES$  é o estoque de segurança.

Quando há variabilidade da demanda os tempos entre pedidos são diferentes para cada ciclo de colocação de pedido. Quanto maior a demanda, menor será o intervalo entre as colocações de pedido (DAVIS *et al.*, 2001).

Para calcular o estoque de segurança de determinado produto, tem-se como premissa determinar um nível de serviço ( $z$ ) que se pretende oferecer. O estoque de segurança pode ser calculado através da equação (2) (AUCAMP & BARRINGER, 1987).

$$ES = z \sigma_L \quad (2)$$

onde:  $z$  é a número de desvios-padrões da média de demanda durante o *lead time* e  $\sigma_L$  é o desvio padrão da demanda durante o *lead time*.

O Sistema de Revisão Periódica monitora o nível de estoque periodicamente ao invés de continuamente e um pedido é colocado sempre ao final de cada revisão. O tamanho do lote,  $Q$ , que eleva o nível de estoque ao estoque alvo  $T$ , pode variar de um pedido para o outro, mas o tempo entre pedidos,  $P$ , é fixo (KRAJEWSKI & RITZMAN, 1994). Como decorrência da variabilidade da demanda, o tamanho do lote  $Q$  é diferente para cada ciclo [equação (3)].

$$Q_i = T - NE_i \quad (3)$$

onde:  $Q_i$  é o tamanho lote no ciclo  $i$  e  $NE_i$  é o nível de estoque no ciclo  $i$ .

O estoque alvo  $T$  deve ser suficiente para suportar a demanda do produto até a chegada do novo pedido. Esse intervalo de proteção gerado pelo estoque alvo é composto por intervalos de tempo: o intervalo  $P$  entre a colocação dos pedidos e o *lead time* (tempo transcorrido entre a colocação de um pedido e o recebimento do mesmo). Pode-se calcular o nível de estoque  $T$  através da equação (4) (KRAJEWSKI & RITZMAN, 1994).

$$T = \mu_{P+L} + ES \quad (4)$$

onde:  $\mu_{P+L}$  é a demanda durante o intervalo de proteção e  $ES$  é o estoque de segurança.

O cálculo do estoque de segurança em um sistema  $P$  considera  $\sigma_{L+P}$ , ao invés de  $\sigma_L$ , pois o período a ser coberto pelo estoque de segurança é maior (Intervalo de Proteção = *lead time* + intervalo entre colocação de pedidos). Pode-se calcular o  $ES$ , a  $\mu_{L+P}$  e o  $\sigma_{L+P}$  através das equações (5), (6) e (7) (KRAJEWSKI & RITZMAN, 1994).

$$ES = z \sigma_{P+L} \quad (5)$$

$$\mu_{P+L} = (P + L) \mu_x \quad (6)$$

$$\sigma_{P+L} = \sigma_x \sqrt{P + L} \quad (7)$$

onde:  $ES$  é o estoque de segurança,  $\mu_{L+P}$  é a demanda média durante o intervalo de proteção e  $\sigma_{L+P}$  é o desvio padrão da demanda durante o intervalo de proteção.

### 3. Metodologia

A metodologia apresentada neste trabalho visa otimizar o gerenciamento de níveis de estoque e amenizar problemas decorrentes de previsões de demanda deficientes, as quais acabam expondo o sistema produtivo a duas situações de risco: (i) formação de estoques excessivos, o que implica em gastos com manutenção de inventários, ou (ii) escassez de produto, impactando nos indicadores financeiros e de satisfação do cliente.

Esta metodologia apresenta cinco passos para sua operacionalização: (i) Coleta de dados; (ii) Priorização dos produtos; (iii) Modelagem e previsão de demanda; (iv) Definição do sistema de revisão de estoque; e (v) Validação da metodologia. A Figura 2 apresenta um fluxograma dos passos que compõe a metodologia.

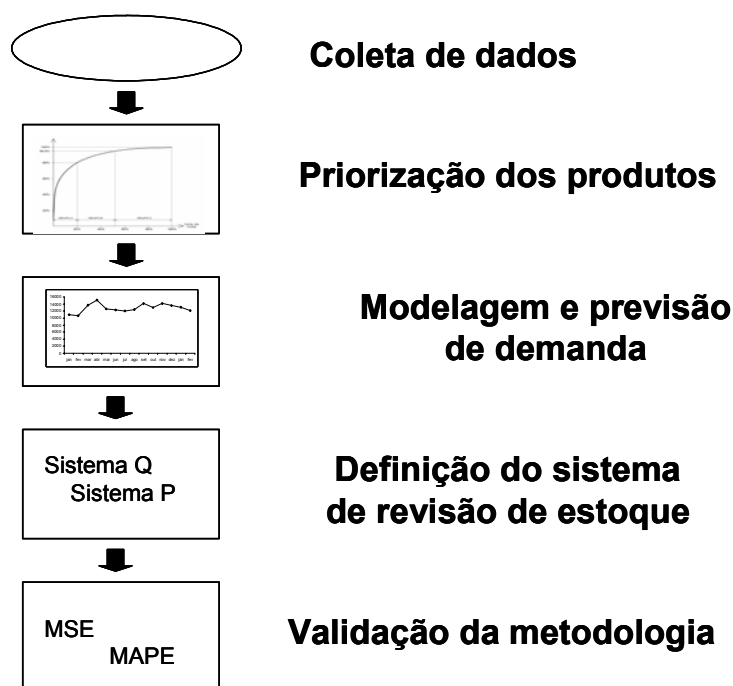


FIGURA 2- Passos para realizar a previsão de demanda e níveis de estoque em uma abordagem conjunta

#### 3.1 Coleta de dados

A primeira etapa a ser executada no estudo de caso é a coleta de dados históricos de demanda do produto a ser analisado. Através da identificação de fontes de dados relevantes, válidas e confiáveis pode-se estruturar a coleta de dados para o processo de previsão de demanda (MOON *et al.*, 1998).

Procedimentos de coleta sistemáticos e não tendenciosos devem ser utilizados para assegurar maior acurácia dos métodos de previsão, pois dados irrelevantes podem confundir especialistas quando estes fazem previsões subjetivas e introduzem nos métodos quantitativos dados incorretos sobre padrões de demanda e relações entre variáveis (ARMSTRONG, 2001).

#### 3.2 Priorização dos produtos

Após a coleta de dados, será utilizado o sistema de classificação ABC, onde serão identificados os produtos que possuem maior representatividade em termos de retorno

financeiro para empresa (itens classe A).

O sistema ABC é um método que divide os itens a serem analisados em três grandes classes, levando em consideração o volume monetário (faturamento) envolvido pelos mesmos para identificar aqueles que merecem um monitoramento gerencial mais cuidadoso (DAVIS; AQUILANO & CHASE, 2001). Sob a abordagem ABC, na classe A são incluídos cerca de 20% dos itens que correspondem a 80% do volume monetário anual total. A classe B abrange de 20% a 30% dos itens que contabilizam 15% do volume monetário anual total e por fim a classe C, que é abrange de 30% a 60% dos itens, os quais contabilizam 5% do volume monetário total (ELSAIED & BOUCHER, 1994).

Os itens da classe A são os mais importantes e por isso devem receber maior atenção e análise, pois a melhoria sobre o controle de estoque desses itens representa um retorno considerável para a organização. Os produtos classificados nesta classe devem ser priorizados neste estudo.

### **3.3 Modelagem e previsão de demanda**

De posse dos dados históricos de vendas dos produtos identificados como classe A, durante a classificação ABC, serão gerados os modelos destes produtos. Estes modelos têm por finalidade representar o comportamento dos dados, que estão sendo analisados, ao longo do tempo além de constituírem uma pré- etapa para a realização das previsões de demanda.

O método de previsão deve oferecer um modelo preditivo que represente o mais próximo possível a situação em estudo. A previsão de demanda será realizada a partir do modelo que melhor se aderir às séries temporais geradas a partir dos dados coletados.

### **3.4 Definição do sistema de revisão de estoque**

A escolha do sistema de revisão de estoques (Contínua ou Periódica) deve levar em conta o contexto gerencial no qual está inserida a empresa, ponderando as vantagens e desvantagens de cada sistema. A partir da escolha do sistema serão dimensionados os níveis de estoque base e de estoque de segurança dos produtos analisados, levando em consideração as previsões realizadas na etapa anterior.

### **3.5 Validação da metodologia**

Concluindo o estudo de caso, serão comparados os dados obtidos, a partir da metodologia apresentada, com os dados encontrados no contexto real. Com isso, espera-se avaliar a eficiência dessa metodologia como ferramenta adequada para a análise conjunta de previsões de demanda e gestão de estoques e o seu potencial para utilização futura.

## **4. Estudo de caso**

A aplicação da metodologia apresentada foi realizada em uma siderúrgica que atende basicamente aos mercados de produtos agropecuários (arames farpados, ovalados e galvanizados), produtos industriais (pregos, barras e perfis), além dos produtos de construção civil (arames recozidos e vergalhões). Os produtos analisados neste estudo de caso pertencem à família de perfis L da empresa.

### **4.1 Coleta de Dados**

Os dados foram levantados junto aos relatórios comerciais gerados pela área de vendas da empresa, onde foram analisados os volumes de vendas e as receitas arrecadadas com cada um dos produtos da empresa.

O relatório gerencial analisado apresenta os volumes acumulados de vendas (em

toneladas) bem como o preço por tonelada praticado na respectiva venda de cada tipo de Perfil L. Foram coletados ao todo dados referentes à venda de 56 tipos de Perfis L no período compreendido entre setembro de 2000 e agosto de 2005.

#### 4.2 Priorização dos produtos

Após a coleta de dados dos totais acumulados de vendas e receitas do período analisado, foi realizada uma classificação ABC desses produtos onde no grupo A foram alocados 5 itens que correspondem a 20% do total de itens e são responsáveis por 47% do faturamento. Na classe B foram alocados outros 7 itens que correspondem a 28% do total de itens sendo responsáveis por 35% do faturamento. Por fim, a classe C foi composta pelos 44 itens restantes que respondem por 52% do total de itens e são responsáveis por 18% do faturamento.

Partindo do princípio que a metodologia, para a análise das séries temporais, bem como pra a realização da previsão de demanda e o cálculo dos níveis de estoque é a mesma, indiferentemente do produto analisado, optou-se por apresentar neste trabalho a aplicação da metodologia somente para um produto da classe A, o item de código 400056.

#### 4.3 Modelagem e previsões de demanda

Uma vez definido o produto a ser analisado, foi obtido o modelo que melhor representa a série temporal do produto de código 400056. Para gerar o modelo foram utilizados os dados de vendas desses produtos de 60 períodos mensais. Os volumes de vendas para o item de código 400046 são mostrados na Figura 2.

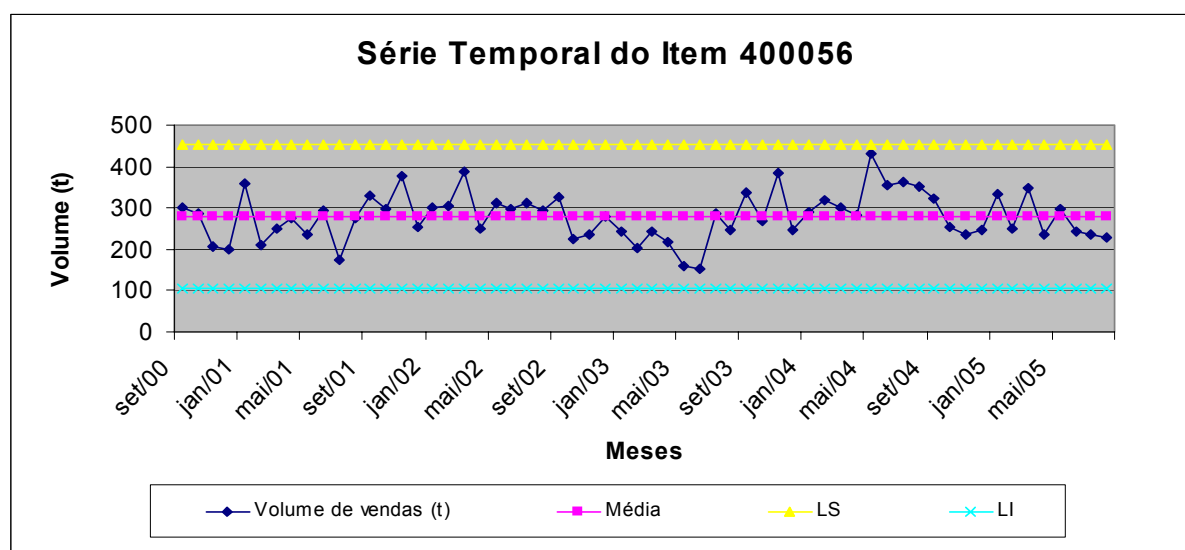


FIGURA 2 – Volume de vendas do item 400056, média de vendas, limites inferior e superior (nível de confiança=95%)

Foram avaliadas modelagens com: modelos de Box-Jenkins, Suavização Exponencial e Média Móvel. Como os modelos de Box-Jenkins e Suavização Exponencial não se ajustaram a série histórica, apresentando baixa capacidade preditiva ( $R^2 < 0,6$ ), optou-se pela utilização do modelo da Média Móvel. Calcularam-se previsões a partir da média de  $n = 2, 3, 4, 5$  e  $6$  observações, sendo que os modelos para as diferentes médias foram avaliados através da média dos erros percentuais absolutos (MAPE) dos valores obtidos com as modelagens em relação aos valores da série temporal (Tabela 1). A média móvel calculada com as últimas 4 observações foi a que resultou em um menor MAPE.

TABELA 1 – Cálculo do MAPE para n = 2, 3, 4, 5 e 6 observações do item 400056

	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
MAPE	17,78	17,19	16,76	17,20	17,13

Uma vez que o modelo de média móvel com 4 observações foi o mais acurado, utilizou-se este modelo para obter as previsões para os meses de Setembro e Outubro de 2005, os quais são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 – Previsões para Setembro e Outubro de 2005 para o item 400056

Meses	Volume de vendas realizado (t)	Previsão
mai-05	294	-
jun-05	192	-
jul-05	243	-
ago-05	268	-
set/05	-	249,25
out/05	-	249,25

#### 4.4 Definição do sistema de revisão de estoques

Ao se analisar o contexto prático no qual a empresa está inserida percebeu-se que o sistema de revisão de estoques que melhor se adequaria a gestão atual da empresa era o sistema de revisão periódica. A opção por esse sistema foi feita devido ao fato da empresa já utilizar empiricamente a prática de rever os seus níveis de estoque ao final de cada mês, além disso, a utilização da revisão periódica é recomendada quando os estoques tendem a movimentar-se em um regime constante de pedidos, perfil este observado na empresa em estudo.

As equações utilizadas para o dimensionamento dos estoques foram as equações (4), (5), (6) e (7) apresentadas na seção 2.2. Entretanto, foram necessários alguns ajustes para a aplicação do sistema de revisão periódica. Sabe-se que após a chegada de um pedido, o nível de estoque ( $T$ ) deve ser suficiente para garantir a oferta do produto até a chegada de um novo pedido, sendo necessário para isso, cobrir o intervalo de proteção que é dado pela soma do período de revisão ( $P$ ) mais o *lead time* ( $L$ ) de produção. Contudo, a literatura recomenda, em casos onde o período de revisão ( $P$ ) se sobrepõe ao *lead time* ( $L$ ) de produção devido ao regime contínuo de pedidos, que o intervalo de proteção seja igual ao período de revisão ( $P$ ) (LEMOS & FOGLIATTO, 2004).

Como no caso em questão o período de revisão ( $P$ ) e o *lead time* ( $L$ ) de produção são iguais, as fórmulas terão o fator  $P+L$  substituído por  $L$ , que no caso em questão foi considerado constante e igual a um mês.

Inicialmente foram calculados os estoques de segurança ( $ES$ ) para esse item. De acordo com a equação (5) para esse cálculo é necessário ser conhecido o valor de  $z$  bem como o desvio  $\sigma_L$  durante o intervalo de proteção (neste caso igual a  $L$ ). Definiu-se um nível de serviço de 98% gerando um  $z = 2,05$ . Já o valor de  $\sigma_L$  foi calculado a partir do produto entre o desvio populacional  $\sigma_x$  (calculado com os dados coletados nos últimos 12 meses) e a raiz quadrada do intervalo de proteção  $L$ . Os resultados são apresentados nas equações (8), (9) e (10).

$$\sigma_x = 43 \text{ toneladas} \quad (8)$$

$$\sigma_L = 43 \times (1)^{1/2} = 43 \text{ toneladas} \quad (9)$$



$$ES = 2,05 \times 43 = 89 \text{ toneladas} \quad (10)$$

Calculados esses fatores, tornou-se possível calcular o nível alvo de estoque  $T$  que é composto pela soma do estoque de segurança  $ES$  com o estoque base do período analisado  $\mu_L$ , que pode ser calculado pelo produto entre o intervalo de proteção  $L$  e a demanda prevista pelo modelo de previsão  $\mu_D$ , conforme a Tabela 3.

TABELA 3 – Previsões do nível mensal de estoque (T)

Previsão mensal	
$\mu_D$	249,25 toneladas
$\mu_L$	$1 \times 249,25 = 249,25$ toneladas
T	$89 + 249,25 = 338,25$ toneladas

#### 4.5 Validação da metodologia

Após terem sido realizadas as previsões de vendas, bem como terem sido calculados os níveis de estoque para os itens analisados para os meses de Setembro e Outubro, foi realizada a comparação com os dados reais que ocorreram nesses meses. Cabe salientar que a empresa não utiliza um método estruturado para realizar suas previsões de venda, bem como não possui nenhuma sistemática consolidada para gerenciar seus estoques.

Na Tabela 4 pode-se observar um comparativo entre os cenários previsto e realizado. Inicialmente, percebe-se que para o item 400056, a demanda real foi relativamente maior que as previsões realizadas para os dois meses, resultando em um erro de previsão de 11% e de 4% para os meses de setembro e outubro, respectivamente.

TABELA 4 – Comparativo do cenário previsto com o real para o item 400056

Item 400056				
	Demanda prevista	Demanda Real	Nível de Estoque (T) previsto	Nível de Estoque (T) real
Setembro	249,25 toneladas	281 toneladas	338,25 toneladas	376 toneladas
Outubro	249,25 toneladas	251 toneladas	338,25 toneladas	387 toneladas

Para quantificar melhor disparidade apresentada na Tabela 4 foram calculados os custos de armazenagem desses estoques. Segundo o departamento de logística da empresa cada tonelada de perfil L estocada tem um custo aproximado de R\$ 358,00. Na Tabela 5 é apresentado o comparativo em termos financeiros dos custos de armazenagem para o cenário previsto e real.

TABELA 5 – Comparativo de custos de armazenagem do item 400056

	Nível de Estoque (T) previsto	Nível de estoque (T) real	Custo de armazenagem previsto (ton. X R\$358)	Custo de armazenagem real (ton. X R\$358)
Setembro	338,25 toneladas	376 toneladas	R\$ 121.093,50	R\$ 134.608,00
Outubro	338,25 toneladas	387 toneladas	R\$ 121.093,50	R\$ 138.546,00
Total	676,5 toneladas	763 toneladas	R\$ 242.187,00	R\$ 273.154,00

Para o item 400056 a redução do estoque foi de 86,5 toneladas que respondem por uma diminuição de aproximadamente R\$ 30.967,00 no valor em estoque do item analisado no horizonte de previsão analisado (redução de 11,3%).

## 5 Considerações finais

Em busca de maior competitividade no mercado, as empresas estão procurando utilizar ferramentas para melhor o seu desempenho e que auxiliem no processo gerencial de análise e tomada de decisões. Nesse estudo foi abordada a análise conjunta entre previsão de demanda e cálculo dos níveis de estoque para um produto de uma empresa do setor siderúrgico.

O modelo de previsão proposto foi adequado ao comportamento dos dados coletados, gerando previsões muito próximas dos valores reais ocorridos no horizonte de previsão analisado (erro de previsão de 11,3% e de 0,7% para os meses de setembro e outubro, respectivamente). A utilização do modelo de Média Móvel para previsões de curto prazo gera a necessidade de revisão constante do modelo e uma maior frequência de obtenção de previsões.

O sistema de revisão de estoque proposto gerou níveis de estoque de segurança e estoque base otimizados, visto que os valores obtidos foram menores do que os níveis realizados empiricamente pela empresa durante os meses analisados. A otimização dos níveis de estoques e do estoque de segurança gerou por uma economia de 11,3% no custo de estoque do produto analisado.

## 6 Referências

- ABRAHAM, B. & LEDOLTER, J. **Statistical Methods for Forecasting**. New York: John Wiley & Sons, 1983.
- ARMSTRONG, J. Standards and Practices for Forecasting. In: ARMSTRONG, J. **Principles of Forecasting: a Handbook for Researchers and Practitioners**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- AUCAMP, D. C. & BARRINGER, R. L. **A table for the calculation of safety stock**. Journal of Operations Management. Vol. 7, n. 1 e 2, p. 153-163, 1987.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial**. 4. ed., Porto Alegre: Bookman, 2001.
- DAVIS, M.; AQUILANO, N. & CHASE, R. **Fundamentos da Administração da Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ELSAIED, E.; BOUCHER, T. **Analysis and Control of Production Systems**. 2. ed., New Jersey: Prentice-Hall, 1994.
- KLASSEN, R & FLORES, B. **Forecasting Practices of Canadian Firms: Survey Results and Comparisons**. International Journal of Production Economics. Vol.70, n.2, p. 163-174, 2001.
- KOTLER, P. **Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation, and Control**. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.
- KRAJEWSKI, L. J. & RITZMAN, L. P. **Operations Management, Strategy and Analysis**, 5 ed., Addison-Wesley, Reading, MA, 1994.
- LEMONS, F. O. & FOGLIATTO, F. S. Modelagem estocástica do estoque de itens revisados periodicamente com pedidos sujeitos a múltiplas datas de entrega. **Anais do XXIV ENEGEP**, Florianópolis, SC, 2004.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R. **Forecasting: Methods and Applications**. 3. ed., New York: John Wiley & Sons, 1998.
- MENTZER, J. T.; GOMES, R. Evaluating a Decision Support Forecasting System. **Industrial Marketing Management**. v. 18, n. 4, p. 313 -323, 1989.
- MONKS, J. G. **Administração da Produção**. São Paulo: McGraw-Hill, , 1987.
- MONTGOMERY, D.; JOHNSON, L. & GARDINER, J. **Forecasting and Time Series Analysis**. New York: McGraw-Hill, 1990.
- MOON, M; MENTZER, J.; SMITH, C. & GARVER, M. Seven Keys to Better Forecasting. **Business Horizons**.

Vol. 41, n. 5, p. 44-52, 1998.

MOREIRA, D. A **Administração da Produção e Operações**. 4. ed., São Paulo: Editora Pioneira, 1999.

MURDICK, R. G. & GEORGOFF, D. M. Forecasting: a Systems Approach. **Technological Forecasting and Social Change**. Vol. 44, n. 1, p. 1-16, 1993.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRINSON, A. & JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

WRIGHT, G.; LAWRENCE, M.; COLLOPY, F. The Role and Validity of Judgment in Forecasting. **International Journal of Forecasting**. Vol. 12, n. 1, p. 1-8, 1996.