

GERENCIAMENTO E CONTROLE DE ESTOQUES DE INSUMOS EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO DE EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO DE MINÉRIO DE FERRO.

Dimária Aparecida Fernandes Dias (Unimontes) dimaria.dias@hotmail.com
Rafael Lucas Machado Pinto (Universidade Federal de Ouro Preto) rafaelucas@gmail.com

Resumo

O presente artigo apresenta um estudo direcionado ao gerenciamento e controle de estoques de insumos em uma indústria do segmento de extração e beneficiamento de minério de ferro para garantir o pleno atendimento de seus processos produtivos. Considerando-se que uma das grandes dificuldades no controle de estoques refere-se à previsão de demanda, que está sujeita a oscilações com o passar do tempo e com a influência de fatores como tendência e sazonalidade, direcionou-se o artigo especificamente em técnicas de previsão da demanda para o insumo mais crítico, que apresenta consumo elevado em relação à sua capacidade física de estocagem. Foram analisadas técnicas de previsão da demanda que melhor representassem e minimizassem os erros associados à previsão da demanda. Para a previsão de médio e longo prazo da demanda deste insumo, foi realizada uma modelagem matemática da tendência de demanda utilizando-se um modelo de equação linear. Na previsão da demanda de curto prazo, optou-se por um modelo de média móvel por privilegiar os dados mais recentes de uma série histórica. Desta forma, objetiva-se realizar um estudo de caso otimizando as técnicas de previsão da demanda na gestão de estoque.

Palavras-chave: Gestão de estoque, Previsão da Demanda, Insumos, Planejamento e Controle da Produção

1. Introdução

Segundo a definição de Brito (2000), para se obter uma produção adequada é necessário um bom sistema de planejamento. Este sistema deve ser capaz de definir os produtos a serem fabricados, quantificar as necessidades, quantificar os recursos disponíveis e definir o que a empresa deve comprar. A previsão de demanda permite que os administradores destas organizações antecipem o futuro e planejem de forma mais conveniente suas ações (TUBINO, 2000).

A previsão de demanda utilizando métodos quantitativos pode ser feita através de vários modelos matemáticos. O emprego de cada modelo depende basicamente do comportamento da série temporal que se deseja analisar. Uma série temporal pode exibir até quatro características diferentes em seu comportamento: média, sazonalidade, ciclo e tendência (MAKRIDAKIS et al., 1998).

As etapas de um modelo de previsão, segundo Tubino (2000), são basicamente cinco: em primeiro lugar define-se o objetivo do modelo, que dá a base para a coleta e análise de dados, em seguida seleciona-se a técnica de previsão mais apropriada, calcula-se a previsão de demanda, e por fim, como forma de feedback, monitora-se e atualizam-se os parâmetros empregados com base nos erros de previsão. Na definição do objetivo do modelo, determina-se para qual produto ou família de produtos está se fazendo a previsão, com que precisão deverá ser feita a previsão, baseado em quais recursos disponíveis.

Desta forma, o presente estudo aplica técnicas de previsão de demanda nos horizontes de planejamento de curto e de longo prazo para o item considerado mais crítico na empresa analisada, que é o amido, utilizado no processo de beneficiamento mineral. Objetiva-se otimizar o gerenciamento, controle de estoques e planejamento de recebimento de insumos na empresa estudada, de modo a reduzir custos envolvidos nestes processos e garantir o abastecimento deste processo produtivo.

2.Revisão Bibliográfica

2.1. Planejamento e Controle da Produção

O planejamento dá as bases para todas as atividades gerenciais futuras ao estabelecer linhas de ação que devem ser seguidas para satisfazer objetivos estabelecidos, bem como estipula o momento em que essas ações devem ocorrer. (MOREIRA, 1999, p. 7)

Os recursos produtivos existentes devem trabalhar como um sistema coeso, e para isto pessoas, máquinas, equipamentos e matérias-primas necessitam de sincronia para que todo o conjunto não trabalhe de forma desconexa e gerem diversos problemas e conflitos. O PCP tem como objetivo básico coordenar e delinear o processo de manufatura em todos seus níveis.

Para Contador (1998) é através do PCP que a organização garante que suas decisões operacionais o que, quando, quanto e com o que produzir e comprar sejam adequadas às suas

necessidades estratégicas, que por sua vez são ditadas pelos seus objetivos estratégicos corporativos e pelo seu mercado.

Após as metas e estratégias de um sistema produtivo serem definidas, é necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos e físicos com base nesses planos, direcionar a ação dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios, sendo estas atividades coordenadas pelo PCP (TUBINO, 2006).

O planejamento e controle da produção servem de base para tomada de decisões pelos administradores, permitindo que o sistema seja gerido de forma eficaz e alcance suas metas e objetivos de forma controlada e previsível a curto, médio e longo prazo.

2.2. Previsão da demanda

Um dos fatores mais importantes na realização de controle de estoques e programação logística de recebimento de insumos refere-se à previsão da demanda. Especificamente na empresa analisada, existem duas campanhas de produção, o que faz com que o consumo de insumos sofra oscilações, principalmente na transição de uma campanha para a outra.

Caso a previsão de demanda não seja bem realizada e apresente erros consideráveis, podem acontecer duas situações indesejáveis: se a previsão de demanda for muito maior que o consumo real de determinado insumo em um período, pode-se não ter espaço físico para armazenamento deste insumo. Caso a previsão de demanda for muito inferior ao consumo real, pode-se ocorrer uma situação pior: falta de insumo para ser utilizado no processo de beneficiamento de minérios.

Para minimizar os erros e aumentar a confiabilidade da previsão de demanda são empregadas uma série de técnicas para previsão. Segundo Tubino (2006), estas técnicas apresentam as seguintes características:

- Supõe-se que as causas que influenciaram a demanda continuarão a agir no futuro;
- As previsões não são perfeitas, pois não somos capazes de prever todas as variações aleatórias que ocorrerão;
- A acuracidade das previsões diminui com o aumento do período de tempo auscultado;
- A previsão para grupos de produtos é mais precisa do que para os produtos individualmente, visto que no grupo os erros individuais de previsão se minimizam.

As técnicas de previsão podem ser subdivididas em dois grandes grupos: as técnicas qualitativas e as técnicas quantitativas. As técnicas qualitativas privilegiam principalmente dados subjetivos, os quais são difíceis de representar numericamente. Já as técnicas quantitativas envolvem a análise numérica de opiniões pessoais ou palpites.

Neste artigo, dispõe-se de uma série histórica de dados referentes aos valores reais de consumos de períodos passados. Portanto, empregará-se a técnica de análise quantitativa. Serão analisados os dados passados objetivamente, empregando-se um modelo matemático para projetar a demanda futura. As técnicas quantitativas podem ser subdivididas em dois grandes grupos: as técnicas baseadas em séries temporais e as técnicas baseadas em correlações (TUBINO, 2006).

Chase, Jacobs e Aquilano (2005), define séries temporais como métodos quantitativos que levam em conta o passado para prever o que ocorrerá no futuro. Para isso, esses métodos utilizam recursos matemáticos para calcular tendências e ajustes procurando obter resultados confiáveis. Os modelos matemáticos utilizados podem ser: a média móvel simples, média móvel ponderada, média ponderada exponencial, dentre outros. As séries baseadas em correlações como método que usa dados históricos para entender as variáveis independentes, como campanhas promocionais, condições econômicas e ações dos concorrentes, a fim de prever a demanda.

Será utilizada a técnica baseada em séries temporais, através da análise dos dados históricos de consumo de insumos para modelar matematicamente a previsão dos consumos futuros.

2.2.1. Previsões baseadas em séries temporais

Na visão de Tubino (2006), as previsões baseadas em séries temporais partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção de seus valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis. Para se montar o modelo de previsão, é necessário plotar os dados passados e identificar os fatores que estão por trás das características da curva obtida. Uma curva temporal de previsão pode conter tendência, sazonalidade, variações irregulares e variações randômicas.

A tendência consiste num movimento gradual de longo prazo, direcionando os dados. A sazonalidade refere-se a variações cíclicas de curto prazo, relacionadas ao fator tempo, como a influência de alterações climáticas. Já as variações irregulares, como o próprio nome indica, são alterações na demanda passada resultantes de fatores excepcionais, como greves ou

catástrofes climáticas, que não podem ser previstos e, portanto, incluídos nos modelos. Excluindo-se os fatores de tendência, sazonalidade e excepcionalidade, restam as variações aleatórias, que serão tratadas pela média (TUBINO, 2006).

2.2.2. Técnica para previsão de média – Média Móvel

De acordo com Tubino (2006), as técnicas de previsão da média procuram privilegiar os dados mais recentes da série histórica, que normalmente representam melhor a situação atual. A média móvel usa dados de um número predeterminado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão. A cada novo período de previsão, se substitui o dado mais antigo pelo mais recente. A média móvel pode ser obtida a partir da equação 1:

$$Mmn = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (1)$$

Onde:

Mmn = média móvel de n períodos; n = número de períodos;
 D_i = demanda ocorrida no período; i = índice do período ($i = 1, 2, 3, \dots$).

2.2.3. Técnica para previsão da tendência – Equação da Tendência Linear

De acordo com Tubino (2006), a tendência refere-se ao movimento gradual de longo prazo da demanda. O cálculo da estimativa da tendência é realizado pela identificação de uma equação que descreva este movimento. A plotagem dos dados passados permitirá a identificação desta equação. Será utilizada uma equação linear como forma de previsão, que possui o seguinte formato da equação 2.

$$Y = a + bX \quad (2)$$

Onde:

Y = previsão da demanda para o período X ;
 a = ordenada à origem, ou intercepção no eixo dos Y ;
 b = coeficiente angular;

Os coeficientes a e b podem ser obtidos pelas seguintes equações 3 e 4.

$$a = \sum Y - \frac{b \cdot (\sum x)}{n} \quad (3)$$

$$b = \frac{n \cdot (\sum X \cdot Y) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n \cdot (\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (4)$$

onde:

n = número de períodos observados.

Neste artigo, será considerado um modelo de tendência linear para analisar o movimento gradual de longo prazo da demanda e a média móvel. Será restringido o estudo para o insumo de maior criticidade: o amido. Serão analisados no histórico dados semanais referentes aos consumos, visto que as programações logísticas realizadas nesta empresa são realizadas neste mesmo lapso de tempo.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1. Classificação metodológica da pesquisa

Segundo Medeiros (2006) a pesquisa científica tem como objetivo contribuir para a evolução do conhecimento humano em todos os setores, da ciência pura, ou aplicada; da matemática ou da agricultura, da tecnologia ou da literatura. Do ponto de vista da natureza da pesquisa, trata-se de uma pesquisa aplicada, pelo seu interesse prático, no qual o conhecimento teórico adquirido durante a revisão bibliográfica é utilizado na realidade da empresa para solucionar os problemas encontrados.

Quanto aos objetivos, caracteriza-se como exploratória, pois, conforme Turrioni e Mello (2012), esse modelo visa proporcionar maior familiaridade com um problema a fim de torná-lo mais explícito ou construir hipóteses, e tem como objetivo o aprimoramento de ideias. Pode-se utilizar levantamento bibliográfico, documental e observação direta intensiva.

A pesquisa tem uma abordagem quantitativa, pois, de acordo com Turrioni e Mello (2012), a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (porcentagem, média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc. Já quanto ao método, a pesquisa apresenta características de estudo de caso, pois envolve o estudo exaustivo de um objeto de maneira que se almeja ampliar e detalhar o conhecimento sobre o mesmo.

3.2. Obtenção e estruturação dos dados

Primeiramente, foi realizada a revisão bibliográfica para descrever teorias e técnicas relacionadas ao gerenciamento dos processos de controle de estoques de insumos e técnicas de previsão de demanda. A pesquisa bibliográfica foi feita mediante uma leitura criteriosa, com citações e referências completas de cada obra, de modo a ressaltar os pontos pertinentes ao assunto abordado pelos autores.

O levantamento e a coleta de dados utilizada neste estudo foram obtidos através do levantamento documental e da observação direta intensiva de uma empresa mineradora em Minas Gerais, especificamente na gerência responsável pelo controle de insumos – Gerência de Suprimentos. É relevante destacar que durante a coleta foi dada ênfase ao principal problema detectado no setor de suprimentos.

Foi observado que ocorriam divergências entre os consumos real e previsto do insumo amido. Tal fato é considerado relevante para o desempenho e controle deste item de estoque, pois pode acarretar falta do item (caso o consumo seja muito maior que o previsto), promovendo interrupção do processo produtivo, ou falta de espaço para descarregamento do mesmo (caso o consumo seja muito menor que o previsto), gerando pagamento de diárias à transportadora por não cumprimento de recebimento do item na data programada

O levantamento e coleta de dados ocorreram em um período de 3 meses durante o ano de 2014.

4. Apresentação e análise dos resultados

4.1. Descrição do insumo utilizado – Amido

O amido é utilizado no processo de beneficiamento de minério em uma etapa denominada flotação. Atua como depressor, tem a função de anular a flotabilidade das espécies que não se deseja flotar, sem interferir na flotação de substâncias que se deseja flotar. Os depressores hidrofilizam a superfície dos minerais que se destinam ao corpo de fundo.

No processo de beneficiamento de minérios desta empresa, são empregados dois tipos de amido: de mandioca e de milho. O amido de mandioca é utilizado quando o cliente da empresa exigir um produto com menor teor de sílica. Já o amido de milho é utilizado quando o cliente exigir um produto com teor de sílica maior. As duas campanhas de produção variam de acordo com o consumo de amido de milho ou de mandioca. Como a maior parte dos

clientes exigem um produto com menor teor de sílica, normalmente consome-se mais amido de mandioca.

Nesta empresa, os amidos são estocados em 4 silos, cada um com capacidade de estocagem de 255 ton. Três destes silos são destinados ao armazenamento de amido de mandioca, totalizando uma capacidade máxima de estocagem de 765 ton. Para ser utilizado, o material é bombeado para o silo de preparação e posteriormente lançado no processo, onde passa por uma balança possibilitando medição da quantidade adicionada.

Na realização da média móvel e do modelo de tendência, será tratado o consumo da campanha de amido de mandioca, pois representa mais de 75% de todo o amido consumido pela empresa.

4.2. Histórico de consumo de amido

A Tabela 1 representa o histórico de consumo de amido de Junho a Agosto de 2014:

TABELA 1 - Consumo do Amido.

Histórico de Consumo em Toneladas – Amido								
jun/14			jul/14			ago/14		
Dia	Consumo	Tipo de Amido	Dia	Consumo	Tipo de Amido	Dia	Consumo	Tipo de Amido
1	98	Mandioca	1	107	Mandioca	1	117	Mandioca
2	101	Mandioca	2	96	Mandioca	2	110	Mandioca
3	105	Mandioca	3	95	Mandioca	3	108	Mandioca
4	108	Mandioca	4	103	Mandioca	4	103	Mandioca
5	97	Mandioca	5	105	Mandioca	5	105	Mandioca
6	105	Mandioca	6	101	Mandioca	6	113	Mandioca
7	106	Mandioca	7	94	Mandioca	7	109	Mandioca
8	110	Mandioca	8	106	Mandioca	8	116	Mandioca
9	103	Mandioca	9	108	Mandioca	9	108	Mandioca
10	96	Mandioca	10	102	Mandioca	10	98	Mandioca
11	108	Mandioca	11	105	Mandioca	11	115	Mandioca
12	107	Mandioca	12	100	Mandioca	11	109	Mandioca
13	92	Milho	13	97	Mandioca	13	100	Mandioca
14	87	Milho	14	108	Mandioca	14	108	Mandioca
15	95	Milho	15	112	Mandioca	15	102	Mandioca
16	93	Milho	16	115	Mandioca	16	104	Mandioca
17	89	Milho	17	103	Mandioca	17	97	Mandioca
18	90	Milho	18	100	Mandioca	18	103	Mandioca
19	91	Milho	19	105	Mandioca	19	106	Mandioca
20	105	Mandioca	20	108	Mandioca	20	99	Mandioca
21	100	Mandioca	21	107	Mandioca	21	101	Mandioca
22	98	Mandioca	22	111	Mandioca	22	95	Milho
23	106	Mandioca	23	99	Mandioca	23	93	Milho
24	112	Mandioca	24	103	Mandioca	24	99	Milho
25	99	Mandioca	25	93	Milho	25	89	Milho
26	105	Mandioca	26	98	Milho	26	86	Milho
27	108	Mandioca	27	94	Milho	27	92	Milho
28	113	Mandioca	28	95	Milho	28	90	Milho
29	110	Mandioca	29	96	Milho	29	108	Mandioca
30	100	Mandioca	30	98	Milho	30	112	Mandioca
			31	97	Milho	31	102	Mandioca

Fonte: Desenvolvido pelos autores (2019)

Na Tabela 1, os dados estão agrupados e separados por semana, que é o período de tempo a ser tratado neste estudo. A Tabela 2 agrupa as semanas em que ocorreu consumo de amido de mandioca e os respectivos consumos médios diários referente a cada período.

TABELA 2 – Períodos de consumo de amido de mandioca.

Semana	Período	Tipo de Amido	Consumo médio diário (ton)
01/06 a 05/06/11	1	Mandioca	102
06/06 a 12/06/11	2	Mandioca	105
20/06 a 26/06/11	3	Mandioca	104
27/06 a 03/07/11	4	Mandioca	104
04/07 a 10/07/11	5	Mandioca	103
11/07 a 17/07/11	6	Mandioca	106
18/07 a 24/07/11	7	Mandioca	105
01/08 a 07/08/11	8	Mandioca	109
08/08 a 14/08/11	9	Mandioca	108
15/08 a 21/08/11	10	Mandioca	102

Fonte: Desenvolvido pelos autores (2019)

4.3.Cálculo da média móvel

Para obter a média móvel referente ao período 11, será utilizada a fórmula representada pela equação 1 considerando o consumo médio diário dos cinco últimos períodos (do período 6 ao período 10):

$$Mmn = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

$$Mmn = (106+105+109+108+102)/5$$

$$Mmn = 106 \text{ ton}$$

Portanto, a média móvel de cinco períodos para a semana 11 será 106ton. A previsão de demanda considerada neste período é 106ton.

4.4.Modelagem da Equação de Tendência da Demanda

Para obter-se a equação da tendência de demanda de amido de mandioca a longo prazo, serão utilizados os dados da Tabela 02. Conforme abordado no item 3.2.3, a equação linear da tendência possui o formato $Y = a + bX$. Para facilitar os cálculos dos coeficientes a e b, foi montada a Tabela 3.

Os coeficientes a e b serão obtidos através das equações 3 e 4 e utilizando-se os dados da Tabela 3:

$$a = \sum Y - \frac{b \cdot (\sum x)}{n}$$

$$a = 103$$

$$b = \frac{n \cdot (\sum X \cdot Y) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n \cdot (\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = 0,31$$

TABELA 3 – Cálculos para obter-se os coeficientes a e b da equação de tendência.

Período (X)	Demanda média (ton) (Y)	$\sum X$	$\sum X^2$	XY
1	102	1	1	102
2	105	3	5	210
3	104	6	14	311
4	104	10	30	417
5	103	15	55	514
6	106	21	91	634
7	105	28	140	733
8	109	36	204	874
9	108	45	285	969
10	102	55	385	1017
\sum	1.046			5781

Fonte: Desenvolvido pelos autores (2019)

Inserindo os valores obtidos para os coeficientes a e b na equação 2 da tendência, obtém-se:

$$Y = 103 + 0,31 X$$

Através desta equação, é possível prever a tendência da demanda a longo prazo para determinado período. Para realizar este cálculo, basta substituir o período a ser considerado na incógnita X da equação. Por exemplo, a previsão da demanda para o período 22 seria:

$$Y = 103 + 0,31 \cdot (22)$$

$$Y = 110 \text{ ton}$$

Portanto, a previsão de demanda de amido de mandioca para o período 22, utilizando-se a equação da tendência, é 110 ton.

5. Considerações Finais

Por serem essenciais para o funcionamento das empresas, os estoques precisam ser gerenciados de forma que atendam plenamente às necessidades operacionais das indústrias. Seu controle otimizado permite que a empresa consiga agir estrategicamente e reduzir gastos.

Como cita Slack *et. al.* (1997, p.349), os três requisitos para uma previsão de demanda são: ser expressa em termos úteis para o planejamento e controle da capacidade; ser tão exata quanto possível; dar uma indicação da incerteza relativa. Com relação à este último requisito, os modelos quantitativos oferecem valores projetados em cálculos estatísticos, fornecendo assim uma dimensão melhor da margem de erro esperada.

Através da utilização de técnicas para previsão da demanda, em especial as técnicas da modelagem da equação da tendência e da média móvel, consegue-se aumentar a acuracidade desta previsão, minimizando os erros no horizonte a curto, médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS

BRITO, R. G. F. A. **Planejamento Programação e Controle da Produção**. IMAM, 2000.

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da Produção para Vantagem Competitiva**. 10ª ed. Porto alegre: Bookman, 2005.

CONTADOR, J. C. **Gestão de Operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

MEDEIROS, J. B. **Redação Científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

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

SLACK, N., CHAMBER, S., HARLAND, C., HARRISON, A. e JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da Produção**. 2.ed. 7. reimpr. São Paulo : Atlas, 2006.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2000.