

## Um estudo de caso para determinação de um modelo quantitativo de previsão de demanda em uma indústria de saneantes

Isis Juliane Arantes Granja, Lazaro Alves Pereira Junior, Cassio Valdemar Parra Granja

**Resumo:** Atender a demanda de forma eficiente e com eficácia pode trazer grande vantagem competitiva para qualquer empresa. Entretanto, muitas empresas desconhecem, não aplicam ou aplicam método que não convergem com suas vendas para obter previsões e se organizar para o médio ou longo prazo. O objetivo deste artigo é determinar um modelo quantitativo de previsão de demanda que melhor se adequa ao perfil de vendas de uma indústria da cadeia de suprimentos do setor saneantes, a partir de modelos básicos conhecidos na literatura e prever a demanda para o ano de 2020 sob este modelo. A pesquisa foi realizada por meio do estudo de caso em uma indústria de produtos limpeza no Estado de Goiás. Como resultados, seguindo cálculos do Erro Quadrático Médio, Média da Soma dos Erros Absolutos, Soma Acumulada dos Erros de Previsão, Sinal de rastreamento TS e o Sinal de Trigg TR, obteve-se que o modelo que melhor se aproxima ao perfil de demanda foi o de média com ajuste sazonal, elaborando com este método, a previsão para o ano de 2020. Este artigo corrobora com estudos neste setor industrial e oferece uma aplicação de ferramentas de previsão à ele, permitindo a trabalhos futuros uma alternativa de aumentar a vantagem competitiva deste segmento da área de produtos de limpeza.

**Palavras chave:** Industria de saneantes, Métodos de previsão básicos, Erros de previsão, Controle de previsão.

## A case study for determining a quantitative demand forecasting model in a sanitizer industry

**Abstract:** Meeting demand efficiently and effectively can bring great competitive advantage to any business. However, many companies are unaware of, do not apply, or apply methods that do not converge with their sales to get forecasts and organize for the medium or long term. The aim of this paper is to determine a quantitative demand forecasting model that best fits the sales profile of a sanitizing supply chain industry from the basic models known in the literature and to forecast demand for 2020 under this model. The research was conducted through a case study in a cleaning industry in the state of Goiás. As a result, following the Mean Square Error, Mean Sum of Absolute Errors, Cumulative Sum of Prediction Errors, TS Tracking Signal and Trigg Signal TR, it was found that the model that best approximates the demand profile was the seasonally adjusted average, elaborating with this method, the forecast for the year 2020. This article corroborates studies in this industrial sector and offers an application of forecasting tools to it, allowing future work an alternative to increase the competitive advantage of this segment of cleaning products.

**Key-words:** Sanitizing Industry, Basic Forecasting Methods, Forecasting Errors, Forecasting Control.

### 1. Introdução

Um dos papéis da administração produção é colocar a estratégia de uma organização em prática, pois além da produção ser o setor que representa a maior quantidade de bens e de funcionários, também tem a função de gerar vantagem ou desvantagem competitiva para a organização (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Um dos meios de se ter vantagem

competitiva, segundo Slack, Chambers, Johnston (2009), é determinar se a demanda está aumentando, contudo, é preciso conhecer a taxa em que essa mudança ocorre.

Apesar das previsões serem de grande importância e úteis para o planejamento das atividades, elas apresentam erros em suas estimativas e para que se possa diminuir estes erros de maneira expressiva deve-se ter cautela na escolha do modelo de previsão e na coleta dos dados. O objeto deste estudo faz parte da cadeia de produção de saneantes, o qual é destaque na economia pois seu crescimento não tem queda. Por se tratar da produção de artigos largamente utilizados por toda a sociedade, este segmento se torna um dos indicadores de maior relevância quando se trata de crescimento econômico.

Analisando estes fatores de competitividade baseada na taxa de crescimento de vendas futuras e no setor de limpeza, este artigo tem por objetivo principal determinar o melhor método para a previsão da demanda, baseado nos dados históricos de uma empresa de fabricação de produtos de limpeza. Para tanto, especifica-se o trabalho em: coletar os dados históricos de vendas dos últimos três anos; testar os métodos básicos de previsão de demanda; realizar a análise para a obtenção do melhor método que se aplique aos históricos estudados; fazer a previsão da demanda de produção para o ano de 2020 baseado no melhor modelo.

## 2. Método de pesquisa

Dos métodos de pesquisas disponíveis para a pesquisa científica, o que melhor se enquadra para este estudo, segundo Miguel (2007), é o de estudo de caso. Tal definição se dá por se tratar de apenas um objeto de estudo com objetivo específico, por meio de coleta de dados e análise dos mesmos. Seguindo os passos de Miguel (2007), a proposta deverá se conduzir da seguinte forma:

- Definir estrutura conceitual teórica – apresentação do contexto de previsão de demanda dentro das atividades de administração da produção;
- Planejar os casos – indústria selecionada como objeto de estudo;
- Coletar os dados – apresentação dos dados históricos coletados pelos pesquisadores, registrando-os em tabelas para facilitar a compreensão;
- Analisar os dados – análise dos dados sob as perspectivas de cada tipo básico de previsão de demanda, considerando após isto, a técnica para indicar qual o melhor método a ser utilizado pela empresa. Diante deste melhor método, apresenta-se a previsão para o próximo ano produtivo do objeto de estudo;
- Gerar relatório – último passo do estudo de caso, desenham-se as implicações teóricas e provem-se a estrutura para replicação.

## 3. Fundamentação Teórica – Previsão de Demanda

Quando o que se está em jogo é o futuro de uma organização, previsões não são baseadas apenas em simples adivinhações; devem ser pautadas em um prévio conhecimento do mercado, das tendências e principalmente em dados históricos.

Para Tubino (2009) a Previsão da Demanda é a mais importante para o direcionamento de uma empresa, sendo esta a base para o Planejamento Estratégico da Produção, das Vendas e o das Finanças. Corrêa e Corrêa (2008) colocam que as informações disponíveis para a projeção da demanda, tratado-as de duas maneiras: seguindo a abordagem quantitativa

(baseada em séries históricas projetadas para o futuro seguindo algum método matemático), ou pela abordagem qualitativa (baseada em fatores de sujeição ou em julgamentos). Para os modelos quantitativos costuma-se usar séries de dados de longos históricos, identificando-se os padrões de comportamento, sendo sua aplicação mais útil para a previsão de demanda de produtos que já possuem tempo de mercado.

Segundo Moreira (2014), para os modelos de decomposição, as séries de dados são consideradas com quatro componentes: tendência, sazonalidade, ciclos de negócios e flutuações irregulares. Assim a principal característica da decomposição é a tentativa de isolar tais componentes, exceto as flutuações irregulares, de forma que os efeitos possam ser tratados individualmente. As previsões baseadas em Séries Temporais partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção dos números de vendas do passado, não sofrendo interferência de outras variáveis (TUBINO, 2008). Bressan (2004) salienta que existem diversos métodos em que uma série temporal é modelada com o objetivo de superar seus valores futuros.

Tais métodos se diferem pelo grau de dificuldade de suas interpelações e pelo tratamento dado às informações contidas na série de dados históricos. Para Fernandes e Godinho Filho (2010), para que se possa utilizar um dos métodos baseados em séries temporais, é preciso que seja reconhecido o padrão de comportamento da série. Vários padrões podem ocorrer em uma dispersão dos dados, sendo que quatro padrões podem ser tidos como usuais:

- De dados permanentes – os dados detêm uma tendência constante ao longo do tempo;
- De dados com tendência – os dados apresentam tendência crescente ou decrescente;
- Com sazonalidade e permanência – os dados apresentam regularmente repetição de padrões para cima ou para baixo;
- Com sazonalidade e tendência – os dados apresentam sazonalidade e tendência ao mesmo tempo.

Sendo assim, serão apresentados alguns dos modelos mais usados para análise das séries temporais, normalmente mais encontrados na bibliografia, sendo eles os métodos das médias, ajustamento exponencial e decomposição das séries temporais.

A média móvel com ajustamento exponencial, a previsão  $P$  é calculada a partir da última previsão realizada do período  $(t-1)$  adicionada ou subtraída de um coeficiente  $(\alpha)$ , que multiplica o consumo real  $(C)$  e a previsão do período  $(t - 1)$  (MARTINS; LAUGENI, 2005), onde  $0 < \alpha < 1$ . Para a determinação de  $\alpha$  calcula-o em função do número de períodos  $n$ , que serão considerados para a aplicação do modelo.

O modelo de regressão linear é utilizada para definir a ligação entre duas ou mais variáveis correlacionadas. Este relacionamento é desenvolvido a partir de um dado observado no qual um parâmetro (a variável independente) é usado para prever outro (a variável dependente). A Regressão linear refere-se a um tipo especial de regressão na qual o relacionamento entre as variáveis dependente e independente é considerado como sendo uma linha reta. Inclui somente uma variável independente (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001), onde  $Y$  será a variável dependente,  $a$  será a intersecção do eixo  $Y$ ,  $b$  será a inclinação e  $x$  será a variável independente, representando a unidade de tempo.

Para calcular os valores de  $a$  e  $b$  Martins e Leaugeni (2005) sugerem que se use o Método dos Mínimos Quadrados, calculados aplicando.

Moreira (2014) mostra que o coeficiente de determinação  $r^2$  varia entre 0 e 1, e que seu uso é até mais recomendável pois além de trazer valores de correlação mais conservadores, também traz um tipo de interpretação considerada interessante pelos autores: o coeficiente de determinação como sendo a proporção da variância comum entre Y e X, ou seja, a proporção da variação de Y explicaria a variação de X, sendo assim, seguindo um exemplo onde  $r^2 = 0,85$ , significaria que 85% da variação Y é explicada pela variação de X, sendo os 15% restantes com explicações desconhecidas. Martins e Laugeni (2005), mostram que existem diversos métodos para se prever dados, quando existe a sazonalidade no padrão de consumo, sendo um dos métodos mais utilizados o Método do Coeficiente Sazonal.

O desenvolvimento deste método consiste em determinar a média de consumo de cada ano e os coeficientes de sazonalidade para cada período ao longo dos anos. Com estes valores, encontra-se o coeficiente médio de sazonalidade para cada período de cada ano. Então projeta-se a demanda geral para o ano previsto e a média de consumo para cada período de sazonalidade, utilizando um modelo de previsão. A média prevista de consumo em cada período da sazonalidade multiplicada pelo coeficiente médio de sazonalidade de cada período do ano, resulta nos valores para a previsão.

Martins e Laugeni (2005), mostram que existem diversos métodos para se prever dados, quando existe a sazonalidade no padrão de consumo, sendo um dos métodos mais utilizados o Método do Coeficiente Sazonal. O desenvolvimento deste método consiste em determinar a média de consumo de cada ano e os coeficientes de sazonalidade para cada período ao longo dos anos. Com estes valores, encontra-se o coeficiente médio de sazonalidade para cada período de cada ano. Então projeta-se a demanda geral para o ano previsto e a média de consumo para cada período de sazonalidade, utilizando um modelo de previsão.

A média prevista de consumo em cada período da sazonalidade multiplicada pelo coeficiente médio de sazonalidade de cada período do ano, resulta nos valores para a previsão. A Tabela 1 apresenta uma série de dados de consumo de um determinado produto nos últimos quatro anos.

Trimestre	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
1	45	70	100	100
2	335	370	585	725
3	520	590	830	1160
4	100	170	285	215
Total	1000	1200	1800	2200
Média	250	300	450	550

Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2005)

Tabela 1 – Dados Consumo de um Produto em Unidades

A Tabela 2 apresenta um exemplo para o cálculo dos coeficientes de sazonalidade:

Trimestre	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Média
1	045/250 = 0,18	070/300 = 0,23	100/450 = 0,22	100/550 = 0,18	0,20
2	335/250 = 1,34	370/300 = 1,23	585/450 = 1,30	725/550 = 1,32	1,30
3	520/250 = 2,08	590/300 = 1,97	830/450 = 1,84	1.160/550 = 2,11	2,00
4	100/250 = 0,40	170/300 = 0,57	285/450 = 0,63	215/550 = 0,39	0,50

Fonte: Adaptado de Martins e Leaugeni (2005)

Tabela 2 – Cálculo dos Coeficientes de Sazonalidade

Por fim supondo que a previsão para o ano 5 fosse de 2.500 baseada no incremento de 300 unidades ao ano, tendo em vista que o consumo passou de 1.000 para 2.200 unidades, a média trimestral é  $2.500/4 = 625$  unidades. A Tabela 3 mostra os resultados para a previsão de cada trimestre do ano 5.

Trimestre	Média Trimestral últimos 4 anos	Média Coeficiente Sazonalidade Trimestral	Previsão Trimestral para o ano 05
1	625	0,20	125
2	625	1,30	813
3	625	2,00	1250
4	625	0,50	313

Fonte: Adaptado de Martins e Leaugeni (2005)

Tabela 3 – Cálculo da Previsão Ano 5

Pellegrini (2000) em seu trabalho, mostra que o modelo de Holt, pode ser aplicado em séries temporais com tendência linear, trazendo resultados satisfatórios para a previsão. Tal modelo emprega duas constantes de suavização,  $\alpha$  e  $\beta$  (com valores entre 0 e 1).

Pode se dividir os modelos de Winters em dois grupos: aditivo e multiplicativo. No modelo aditivo, a extensão da variação sazonal não varia ao longo do tempo. No multiplicativo, esta extensão da variação sazonal aumenta ou diminui em função do tempo. O modelo multiplicativo é utilizado na modelagem de dados sazonais onde a extensão do ciclo sazonal varia com o passar do tempo. Para iniciar o cálculo da demanda existe a necessidade de valores iniciais das componentes ( $L_t$ ,  $T_t$  e  $S_t$ ), assim como em outros métodos que também usam a técnica da suavização exponencial.

Para o cálculo da componente sazonal, se obtêm no mínimo um período completo de dados, ou seja,  $s$  períodos (BRESSAN, 2004). Os dados do nível e da tendência estimados inicialmente são feitos, então, no período  $s$  definido para a componente de sazonalidade. Assim, o estimador inicial para o nível da série é dado pela média do primeiro período. A equação da tendência permanece a idêntica à do modelo multiplicativo. Para as demais equações, a componente sazonal está efetuando operações de soma e subtração, ao invés da multiplicação e divisão. Os valores iniciais de  $L_t$  e  $T_t$  também são calculados da mesma forma que no modelo multiplicativo.

A diferença entre a demanda prevista e a demanda real pode ser considerada como sendo um erro de previsão, porém Davis, Aquilano e Chase (2001), lembram que, se o valor previsto está dentro dos limites de um intervalo de confiança, então este não pode ser considerado um

erro. Para Corrêa e Corrêa (2008), todo processo de planejamento sofre consequências em razão dos erros de previsão, que costumam se originar de duas fontes: do mercado, devido a sua alta instabilidade; ou do próprio sistema de previsão.

No primeiro caso, não é problema, pois concorrentes também são afetados por ele. No segundo caso, torna-se um problema, se este erro na previsão da empresa for pior que a dos concorrentes. A escolha do modelo mais apropriado para o cálculo da previsão, é feita a partir do somatório dos erros gerados por cada modelo. Uma vez que o cálculo dos erros pode resultar em valores positivos e negativos, zerando assim o seu somatório, diferentes formas de cálculo para o somatório dos erros podem ser empregadas. Estas diferentes formas de cálculo constituem-se em critérios para escolha de modelos mais apropriados a séries temporais.

Para Martins e Laugeni (2005), após selecionar o modelo de previsão que melhor se adequa a série de dados estudada, existe a necessidade de ferramentas que permitam o acompanhamento do modelo escolhido e informe se este ainda é capaz de representar o fenômeno. A seguir serão apresentadas duas variáveis que permitem esse acompanhamento: O Sinal de Rastreamento TS (tracking signal) é considerado uma medida importante de erro em previsões, indicando o grau de viés da previsão, ou seja, oferece meios para se saiba se os desvios que estão ocorrendo são devidos somente a componente aleatória ou a uma causa determinada (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Martins e Laugeni (2005) colocam que o sinal de rastreamento TS é uma variável normal de média zero e desvio padrão 1, aceitando-se que o modelo de previsão utilizado continua tendo validade sempre que o valor de TS esteja entre -3 e +3, algebricamente. Já o Sinal de Trigg TR é considerado mais vantajoso se comparado ao TS, pois esta variável busca corrigir o crescimento dos desvios acumulados evitando o uso inadequado do modelo prontamente.

#### 4. Resultados

O objeto de estudo é uma empresa de pequeno porte situada em Goiânia, com alta produção de produtos saneantes (produtos de limpeza), desde 1977. A indústria é especializada em fabricação de produtos de limpeza automotiva e residencial, tendo como maior nível de venda os produtos automotivos sendo eles: intercap, solupan e shampoos, todos para a limpeza de peças e automóveis com maior agilidade e eficácia. A organização conta com 40 funcionários, sendo que na indústria são constituintes 17 destes no total, diretamente ligados à produção dos produtos.

Conforme o fluxo industrial, a matéria prima desses produtos é recebida e inspecionada pelo controle de qualidade. Estas sendo liberadas vão para a área de produção, onde aguardam a ordem de produção para que sigam para área produtiva e sejam utilizadas conforme o protocolo estabelecido pela empresa.

O produto depois de pronto, passa pelo controle de qualidade novamente, para a verificação de testes físico-químicos, que se possam constatar que o produto produzido esteja de acordo com o protocolo padrão e suas especificações já estabelecidas. O produto estando dentro os padrões de qualidade exigidos é liberado para envase e com isso ele vai para a área de expedição, assim aguardando a venda para que seja efetivada a saída do mesmo.

Seus principais clientes são consumidores finais, que comprem para a própria utilização, tanto como empresas quanto residências, tendo uma menor parte sendo vendida para revendas de produtos de embalagens e produtos em geral.

Ao fazer o estudo dos dados históricos da empresa, pode-se observar a ocorrência do fenômeno de sazonalidade da demanda.

A visualização deste padrão de comportamento acontece ao plotar os dados históricos de vendas dos últimos 3 anos, apresentados na Tabela 3.

A empresa estudada apresenta uma série de dados históricos com possível padrão de tendência e sazonalidade, métodos de previsão básicos serão aplicados com objetivo de se encontrar o modelo mais indicado para que se possa obter uma previsão mais apurada para o período de 2020.

O método da Média com ajuste exponencial, onde a suavização exponencial atribui um peso que decresce exponencialmente para os dados mais antigos. A constante de suavização  $\alpha$  é o peso dado ao erro da previsão atual, quando calculado a previsão para o próximo período. Para a determinação da componente de suavização  $\alpha$  considerou-se  $n$  igual a 12 períodos e aplicando a equação de alfa tem-se que  $\alpha = 2/(12+1) = 0,15$ , conforme tabela 4.

Período	Demanda Real	Previsão	Período	Demanda Real	Previsão	$\alpha = 0,15$
1	173740	170778	25	173857	187997	
2	161475	171234	26	174215	185822	
3	165810	169732	27	174983	184036	
4	134975	169129	28	199223	182643	
5	161279	163874	29	201964	185194	
6	118016	163475	30	197537	187774	
7	132948	156481	31	167616	189276	
8	176610	152861	32	180889	185944	
9	186502	156515	33	192295	185166	
10	201230	161128	34	258764	186263	
11	235942	167298	35	227960	197417	
12	200809	177858	36	197739	202116	
13	162985	181389	37		201442	
14	175022	178558	38		170451	
15	206749	178014	39		144228	
16	135024	182435	40			
17	181957	175141	41			
18	103514	176189	42			
19	149533	165009	43			
20	198547	162628	44			
21	188018	168154	45			
22	203693	171210	46			
23	238926	176207	47			
24	199773	185856	48			

Fonte: Propria autora

Tabela 4 – Modelo Média com Ajustamento Exponencial

O uso do modelo da Média Com Ajuste Sazonal deve ser para dados que possuam sazonalidade, mas não possuam tendência de crescimento ou decrescimento. No modelo de Previsão por Regressão Linear, apurando uma equação para os pontos e propondo que os resultados futuros sigam esta formulação. Em uma planilha e com o auxílio da ferramenta gráficos do Microsoft Excel obtém se a equação da reta para os cálculos das previsões.

O método multiplicativo de Holt-Winters funciona por meio da aplicação recursiva de suas

equações aos dados da série. Este modelo se ajusta, de maneira mais adequada, a séries com tendência e sazonalidade multiplicativa. A escolha dos valores para as constantes de suavização  $\alpha$  (constante de suavização da demanda real),  $\beta$  (constante de suavização da componente de tendência) e  $\gamma$  (constante de suavização da componente de sazonalidade) foi realizada por meio da minimização da média da soma dos desvios absolutos (MSEA) com o uso de um algoritmo de otimização não linear usando a ferramenta Solver do Microsoft Excel. A aplicação do modelo aditivo de Holt-Winters é feita de forma análoga ao modelo multiplicativo, a diferença nos dois modelos é o fato das equações, agora, apresentarem os índices de sazonalidade somados e subtraídos, ao invés de multiplicados e divididos. As constantes de suavização  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  foram escolhidas também por meio da ferramenta Solver do Microsoft Excel.

A seleção do modelo adequado de previsão que deverá ser aplicado no estudo de caso, se dará aplicando os métodos demonstrados na revisão teórica com os resultados encontrados. Existe a necessidade de acompanhamento dos modelos propostos para a previsão da demanda. Os resultados para este acompanhamento por TS e TR. o modelo que melhor se aplica aos dados históricos é o modelo de previsão por meio da Média com Ajuste Sazonal, apresentando os menores índices das MSEA, EQM e SAE, além de demonstrarem Sinal de Rastreamento e Sinal de Trigg satisfatórios.

## 5. Conclusão

Este artigo apresentou a determinação do método que melhor se adéqua à previsão de demanda para os dados de vendas de uma industria de saneantes. Dentre os métodos comumente utilizados com base em dados históricos, o que melhor se encaixou no modelo da empresa foi o de média com ajuste sazonal, utilizando o modelo de Martins e Laugeni (2005) como padrão para os cálculos, conforme visto na descrição teórica.

Para esta determinação, os métodos de erros de previsão EQM, MSEA e SAE foram calculados conforme equações apresentadas, assim como os índices TS e TR para o controle dos modelos. Diante do descrito, todos os objetivos desta pesquisa foram conquistados, tendo por maior dificuldade a coleta dos dados, pois a empresa não possui um banco de dados que facilite o acesso as informações que se fizeram necessárias para a produção desta pesquisa. Do ponto de vista científico, este trabalho contribui para a Engenharia de Produção pois se trata de um tema importante com poucos estudos desenvolvidos para pesquisa e também por se tratar de um segmento industrial também pouco explorado na literatura brasileira. Finalizando, como proposta de trabalhos futuros, sugerem-se utilizar a mesma sequência de análise em outros ambientes, determinando dentre estes métodos simples de previsão, qual melhor se adéqua em novos objetos de estudo.

## Referências

BRESSAN A. A. **Tomada De Decisão Em Futuros Agropecuários Com Modelos De Previsão De Séries Temporais**. RAE-eletrônica, v. 3, n. 1, Art. 9, Jan./Jun. 2004.

CORRÊA, L. H.; CORRÊA, A. C. **Administração da Produção e Operações**. 2 Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3 Ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2001.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção – Dos Fundamentos ao Essencial**. 1 Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

MARTINS, G. P.; LAUGENI, P. F. **Administração da Produção**. 2 Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

MIGUEL, P. A. C. **Estudo de Caso na Engenharia de Produção: estruturação e recomendações para sua execução**. *Produção*, São Paulo, v.17, n. 1, p. 2016-229, 25 Jan./Abr. 2007.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2 Ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2014.

PELLEGRINI, F.R. **Metodologia para implementação de Sistemas de Previsão de Demanda**. Porto Alegre RS: UFRS, 2000. 146p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3 Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

TUBINO F. D. **Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática**. 2 Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009