

# UTILIZAÇÃO DE UM MODELO QUANTITATIVO DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA ANÁLISE DA DEMANDA POR CONCRETO EM UMA EMPRESA DO OESTE POTIGUAR

**Vanessa Elionara Souza Ferreira (UFERSA )**  
vanessaelionara@gmail.com

**Monaliza Ferreira Rodrigues de Paula (UFERSA )**  
monaliza-ferreira@hotmail.com

**Breno Barros Telles do Carmo (UFERSA )**  
brenotelles@hotmail.com

**Antonia Claudenice Pinheiro de Almeida (UFERSA )**  
claudenice\_sanus@hotmail.com



*As constantes variações do cenário econômico e a crescente competitividade têm exigido um empenho cada vez maior das empresas em buscar meios de criação de valor para os seus clientes. Com a rápida ascensão do mercado da construção civil, torna-se fundamental que as empresas fabricantes de concreto possam atender de forma rápida e eficiente as necessidades de seus clientes. Neste trabalho foi aplicado um modelo quantitativo de previsão de demanda baseado nos dados históricos de uma fábrica de concreto localizada no oeste potiguar. A partir da aplicação do modelo foi possível visualizar um crescimento tendencial da demanda, porém não foi possível obter uma previsão de grande confiabilidade, sendo necessária a aplicação conjunta de modelos de monitoramento.*

*Palavras-chaves: Previsão, concreto, tendência, monitoramento*

## 1. Introdução

Toda empresa tem como objetivo manter-se competitiva no mercado, e um dos pré-requisitos fundamentais para isso consiste no atendimento ao cliente com foco na sua satisfação, para tanto é preciso entregar todos os pedidos no nível de qualidade desejada e no tempo acordado. Sendo assim, toda empresa precisa se prevenir a fim de saber quanto e quando comprar material ou contratar funcionários, bem como quantificar sua capacidade produtiva, evitando com isso desperdícios de material, mão de obra e conseqüentemente, dinheiro. Com a indústria fabricante de concreto não poderia ser diferente.

O setor da construção civil no Brasil tem crescido rapidamente nos últimos anos, a facilidade de construção, vendas e financiamento de imóveis, juntamente com as grandes construções em função da copa do mundo de futebol no nosso país, tem gerado uma elevação no consumo de insumos inerentes a tal mercado. Segundo a EXAME (2012), a construção civil no Brasil deve crescer entre 3,5% a 4% em 2013, dados afirmados pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (Sinduscon – SP). Esses dados mostram a necessidade de estar preparado para a grande demanda dentro das construções.

Torna-se vital então, a preparação das fábricas de modo a atender a demanda por concreto, já que é um insumo presente na grande maioria das construções. Estimando-se o consumo de concreto, evita-se o desperdício de materiais, tempo e dinheiro em seu processo produtivo e, conseqüentemente, cresce satisfatoriamente a confiabilidade nas entregas das obras. O referente artigo se apresenta com o desígnio de analisar o padrão de demanda por concreto, bem como a aplicação de um modelo quantitativo de previsão, bem como a aplicação de monitoramento para o modelo escolhido.

O trabalho tem seu início composto pelas características inerentes à organização estudada e seu processo produtivo, seguido do processo e planejamento do controle de produção. Posteriormente é feita uma explanação a respeito de previsão de demanda, e apresentados os resultados referentes à implementação do modelo mais adequado, juntamente com seu monitoramento.

## 2. Previsão de Demanda

Previsões são estimativas de como se vai comportar o mercado demandante no futuro, são especulações sobre o potencial de compra do mercado (CORRÊA, 2009). Segundo Lustosa (2008), demanda é a disposição de clientes ao consumo de bens e serviços ofertados por uma organização. Existindo diferença entre fornecimento e demanda, considerando o tempo entre o início da produção e a disponibilização do produto para os consumidores, as empresas devem fazer uso da previsão de demanda a fim de antecipar o comportamento do mercado, o que possibilita aos consumidores a obtenção dos produtos no tempo desejável (Dias, 2004).

A previsão de demanda surge como uma tentativa de impedir erros relacionados à produção, acelerando o processo de decisão e deixando-o mais seguro. Moreira (2011) considera que a previsão de demanda é um processo racional de busca de informações a cerca do valor das vendas futuras de um item ou de um conjunto de itens. Para Chopra e Meindl (2003), a previsão da demanda futura é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento em uma cadeia de suprimento. De acordo com Werner e Ribeiro (2003) prever a demanda torna-se essencial nas aplicações industriais pelo fato de revelar as tendências do mercado, colaborando assim, com o planejamento estratégico da empresa. O que é dito também por Stevenson (2001), o qual fala que as previsões reduzem parte das incertezas, o que permite ao gerente desenvolver planos mais próximos da realidade.

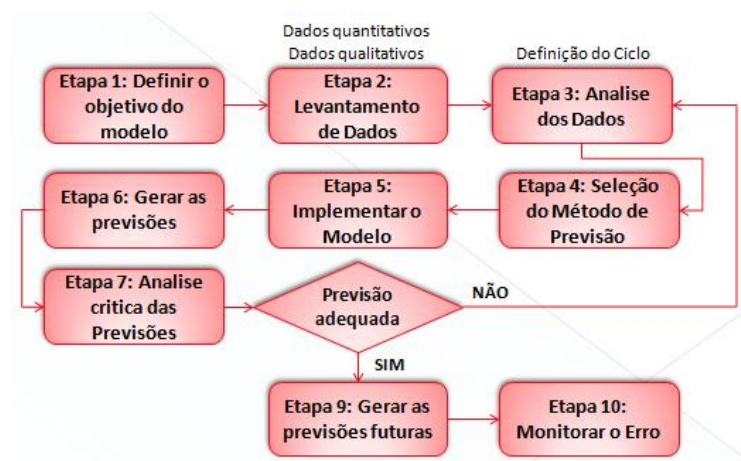
Torna-se necessária, por mais que seja imperfeita, para saber quanto a empresa planeja vender de seus produtos ou serviços futuramente, pois essa expectativa é o ponto de partida direto ou indireto para praticamente todas decisões.

Para se obter uma previsão, existem vários métodos disponíveis que, em princípio, podem ser usados em quaisquer circunstâncias. De acordo com Tubino (2009), há alguns fatores que merecem destaque na escolha do método de previsão:

- Dados históricos;
- Experiência com a aplicação da técnica;
- Tempo para coletar, analisar e preparar os dados e a previsão.

Segundo Slack (2009) existem dois métodos principais para a previsão, que são os qualitativos (baseiam-se em opiniões ou experiências) e quantitativos (baseiam-se os dados mais precisos e podem ser usadas para modelar dados).

Figura 3 - Etapas de um Modelo de Previsão de Demanda



Fonte: Lustosa, 2008

De acordo com Lustosa (2008), a implementação de um modelo de previsão de demanda pode ser realizada conforme as etapas listadas na Figura 3, onde após a definição do objetivo do modelo, levantamento e análise dos tipos de dados disponíveis se determina qual o melhor modelo a ser utilizado.

Caso os dados de um determinado produto possuam uma série histórica de produção, utiliza-se os métodos quantitativos de previsão de demanda, os quais levam em consideração o comportamento dos dados ao longo do tempo, verificando a existência ou não de tendência e/ou ciclos de sazonalidade. Se os dados de um produto não possuírem uma série histórica, é possível utilizar-se dos dados históricos de outro produto com o qual possua relação proporcional de demanda como base para sua previsão utilizando-se de modelos de correlação. Existem ainda os métodos qualitativos para prever a demanda futura, que segundo

Tubino (2009) é aquele que é baseado nas opiniões de pessoas-chave, utilizado também quando não se tem uma situação econômica estável.

Como nenhum modelo de previsão é totalmente confiável, faz-se necessário o monitoramento do modelo utilizado a fim de realizar as devidas correções quando houver possíveis mudanças nos padrões de demanda do produto analisado. Entre os modelos de monitoramento de previsão de demanda existem o Mean Absolute Deviation (MAD), que de acordo com Tunino (2009), após cada previsão o erro deve ser plotado em um gráfico de controle e caso sejam excedido seus limites são aplicadas ações corretivas; e o Tracking Signal (TS) que, obtido através da razão entre o desvio acumulado e o desvio absoluto acumulado médio, determina que a previsão ainda é confiável caso o seu valor esteja entre 3 e -3.

### **3. Metodologia Utilizada**

Primeiramente foi feita uma pesquisa bibliográfica a respeito de previsão de demanda e seus métodos de monitoramento, por conseguinte foram coletados os dados relacionados às vendas de concreto na empresa analisada, e após a tabulação dos mesmos verificou-se uma ascensão nas vendas de concreto, possuindo assim, um padrão tendencial positivo na demanda.

Posteriormente foi aplicado o modelo de previsão de demanda conforme as etapas para aplicação do modelo de previsão proposto por Tubino (2009), figura 9, método quantitativo de análise de séries temporais com padrão tendencial.

Após a implementação do modelo quantitativo de previsão de demanda nos dados históricos foi feito o monitoramento do modelo escolhido.

## **4. Estudo de Caso**

### **4.1. Caracterização e Processo Produtivo da Empresa Analisada**

A empresa estudada está localizada na cidade Mossoró, interior do Rio Grande do Norte, e é uma filial cuja matriz está localizada no Rio de Janeiro, com capital 100% nacional. A organização é especializada em produção de concreto pré-misturado e serviços relacionados.

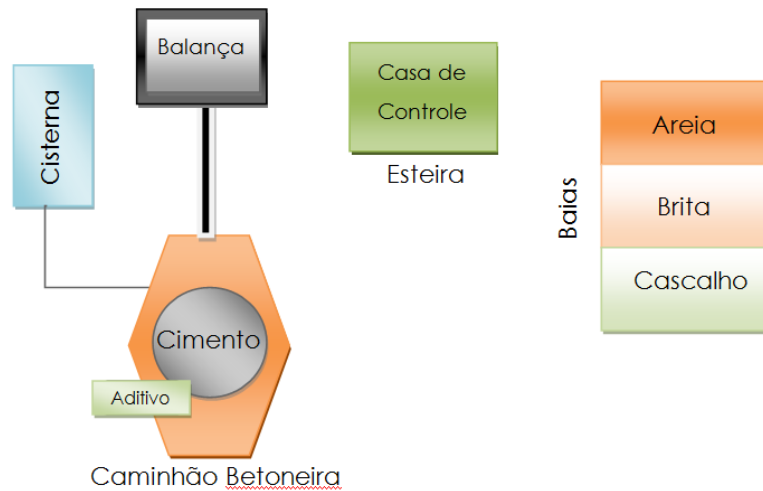
Produz diversos tipos de concreto como o concreto pesado, o projetado e o leve, tendo entre seus principais clientes as grandes construtoras da cidade e tem entre seus principais clientes grandes construtoras da cidade.

O Processo se inicia a partir da encomenda feita pelo cliente, o qual especificará o tipo de concreto desejado. Vale salientar que há uma diferenciação no processo produtivo quanto à quantidade de matéria-prima utilizada, pois o tipo de concreto caracteriza-se pela presença ou não de cascalho e a quantidade de cada componente seu, ressaltando que a quantidade é determinada por m<sup>3</sup>.

Os insumos necessários ao processo são areia lavada, brita, cascalho (utilizado dependendo do tipo de concreto), cimento, água e aditivo retardador de secagem. A primeira etapa do processo é o transporte da areia lavada e a brita por um trator (também chamado de enchedeira) à balança de agregados, onde estes serão depositados até que se atinja o peso determinado. O cimento é levado até uma balança através de um mangote ligado ao silo. Cada balança marca seu peso referente, então o balanceiro observa o peso marcado, controlando sua quantidade. A água é canalizada da cisterna ou pela distribuição de água da rede pública. E aditivo é canalizado a partir do recipiente milimetrado.

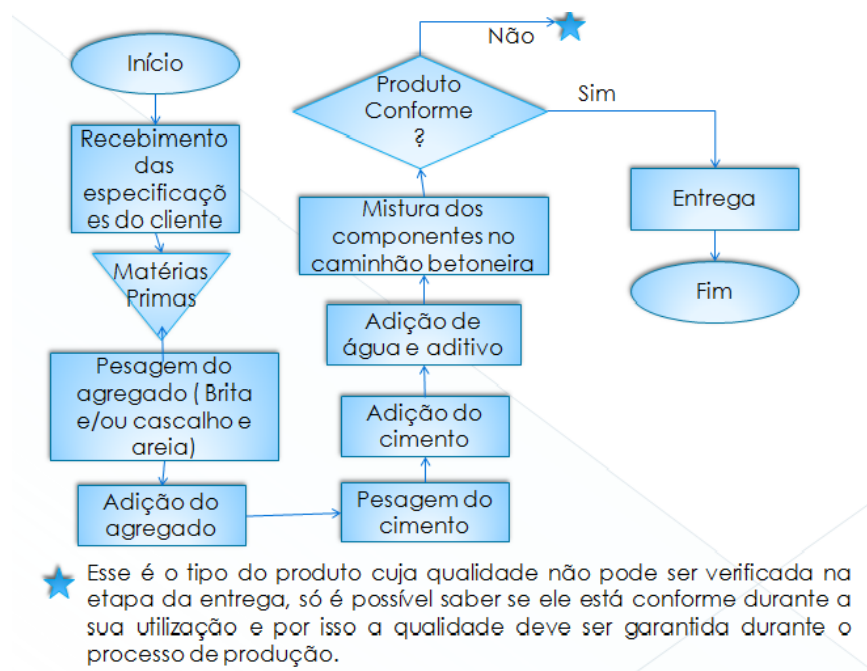
A mistura do agregado, cimento, água e aditivo acontece dentro do caminhão betoneira, ao mesmo tempo, gradualmente e automaticamente. Salientando que a dosagem do aditivo já é certa e é depositada de uma vez no caminhão. Para uma melhor visualização do processo, abaixo são mostrados o layout do setor produtivo da empresa e o fluxograma do processo, na Figura 1 e Figura 2, respectivamente.

Figura 1 – Layout do Processo Produtivo



Fonte: Autoria Própria

Figura 2 – Fluxograma do Processo



Fonte: Autoria Própria

## 4.2. Processo de Planejamento e Controle de Produção da Empresa

O planejamento e controle da produção se dão da seguinte maneira, a política de estoque é manter o estoque mínimo, uma vez que seu custo de aquisição é alto e os prazos para pagamento são curtos. Quanto ao estoque de matéria prima, há apenas o controle do estoque do cimento, uma vez que este vem de outro estado, já a areia e a brita são compradas diariamente e estocadas de acordo com o espaço físico da concreteira, sem um controle definido. Não há uma previsão de demanda estabelecida, a quantidade de insumos a serem comprados é definida de acordo com os pedidos firmados com os clientes. Não há possibilidade de existir um estoque de produto acabado, dado a perecibilidade do concreto, sendo assim o mesmo é produzido no ato real da entrega, com avaliação do percurso, exigindo rapidez no serviço de aplicação e transporte.

O caminhão betoneira, onde há a produção e transporte do concreto, tem capacidade produtiva de até 8 m<sup>3</sup>, sendo que os materiais necessários para a produção do mesmo são areia lavada, brita, cascalho (é usado dependendo do tipo de concreto), água, cimento e aditivo. Todos os itens possui uma quantidade fixa, com exceção do cimento cuja quantidade varia de acordo com o tipo de concreto.

A demanda por concreto vem crescendo devido ao avanço do mercado imobiliário, porém sua variação não se dá de forma cíclica, o único fator que a influencia em grandes proporções são os períodos chuvosos, quando as obras ficam paradas.

#### **4.3. Dados Históricos e Padrão de Demanda por Volume de Concreto**

Os dados históricos, da empresa estudada, contem informações referentes ao número de vendas, volumes solicitados, preço médio por metro cúbico e faturamentos mensais dos últimos três anos.

Como se trata de uma empresa fabricante de concreto, seu produto é vendido por volume (m<sup>3</sup>), sendo assim o número de vendas não é fator determinante para prever demanda, uma vez que cada venda pode ter uma quantidade diferente de volume. O preço médio por metro cúbico também não pode ser fator determinante de demanda, dado que seu valor pode variar de acordo com a quantidade de concreto solicitada. Quanto ao faturamento, não seria interessante usá-lo para determinar a demanda, uma vez que seu valor, apesar de aumentar



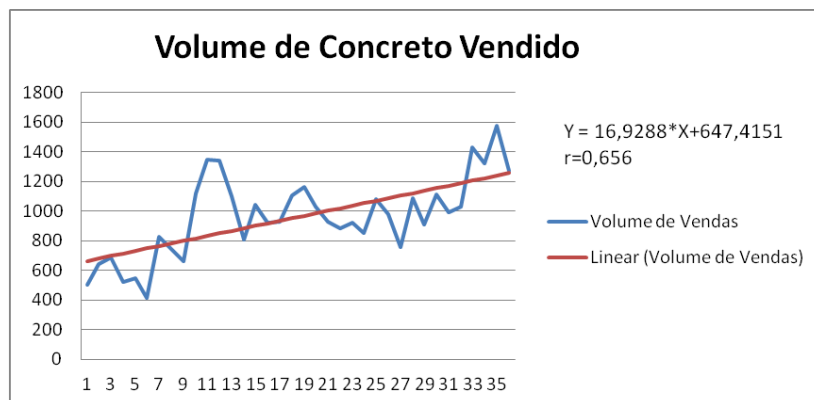
com o aumento do volume vendido, depende também do preço médio por metro cúbico, que como já mencionado também varia de acordo com o volume.

Na série histórica do volume de concreto solicitado por mês observou-se um aumento tendencial na quantidade vendida ao longo dos anos, isso se justifica pelo aumento no número construções em decorrência do crescimento que vem ocorrendo nos últimos anos na área de construção civil e do aumento da credibilidade da empresa no mercado local.

#### 4.4. Modelo de Análise da Demanda e sua Implementação

O modelo de previsão de demanda utilizado foi o método quantitativo de análise de séries temporais com padrão tendencial. Ao plotar o gráfico apresentado na Figura 4, foi observado que a demanda apresenta uma tendência positiva, devido ao crescente volume de concreto vendido ao longo dos anos, sem repetição de ciclos, o que elimina a possibilidade de haver sazonalidade.

Figura 4 - Volume de Concreto Vendido



Fonte: Autoria Própria

A tendência foi verificada a partir da reta resultante da equação linear da tendência, a qual teve uma inclinação positiva. A reta da tendência pode ser observado no gráfico 1.

Para encontrar a equação da tendência, primeiramente, encontra-se os valores de a e b, a partir dos dados históricos, onde x representa o valor do período e y representa o valor da demanda real.

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

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

Com o de a igual 647,4151 e b igual a 16,9288 chegamos a equação linear da tendência:

$$Y = 16,9288 * X + 647,4151$$

A partir desta equação foi possível obter uma previsão de demanda para o ano de 2012 e 2013, os quais podem ser visualizados na Tabela 1 juntamente com os dados históricos da empresa.

Tabela 1 - Previsão de volume de concreto a ser vendido com padrão tendencial

Mês	2009	2010	2011	2012	2013
Jan	501,5	1096,5	1083	1273,7807	1476,9263
Fev	645,5	810	976,5	1290,7095	1493,8551
Mar	689,5	1045	758	1307,6383	1510,7839
Abr	521	923	1088,5	1324,5671	1527,7127
Mai	545,5	930,5	909	1341,4959	1544,6415
Jun	411	1106	1113	1358,4247	1561,5703
Jul	824,5	1160	990	1375,3535	1578,4991
Ago	744	1030,5	1031,5	1392,2823	1595,4279
Set	661	927	1429	1409,2111	1612,3567
Out	1121	887	1319	1426,1399	1629,2855
Nov	1350	923	1573	1443,0687	1646,2143
Dez	1341	849	1268	1459,9975	1663,1431

Fonte: Autoria Própria

$$r = \frac{n(\Sigma XY) - (\Sigma X) \cdot (\Sigma Y)}{\sqrt{n(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2} \times \sqrt{n(\Sigma Y^2) - (\Sigma Y)^2}}$$

O valor de r encontrado foi 0,656, caracterizando a confiabilidade do meio de previsão como média. Não foi possível obter uma confiabilidade maior devido à limitação dos dados históricos, que foram de apenas três anos, e também devido à inconstância na demanda, uma vez que não serão todos os meses que haverá uma grande demanda por concreto, já que esta depende de diversos fatores como novas obras, reformas ou outras atividades em que o concreto seja necessário.

#### 4.5. Monitoramento do Modelo de Previsão Adotado

A fim de acompanhar o modelo de previsão e verificar sua validade com relação à demanda real foi empregado o modelo de monitoramento de previsões Tracking Signal (TS), que significa sinal de rastreamento. TS é uma variável normal de média zero e desvio-padrão um, e é obtido da seguinte maneira:

$$TS = (\text{Desvio Acumulado}) / (\text{Desvio Absoluto Acumulado Médio}) = DA / DAAM$$

Se  $+3 > TS > -3$  se aceita como válido o modelo de previsão. Sendo assim, aplicamos o Tracking Signal no método de previsão escolhido, utilizando os dados históricos de demanda real disponíveis dos anos 2009, 2010 e 2011, com a finalidade de saber se o modelo de previsão seria apropriado para esses 3 períodos. Analisando a Tabela 2, podemos verificar que o modelo de previsão tendencial escolhido encontra-se adequado ao uso, uma vez que o TS deu -0,00016.

Tabela 2 - Monitoramento do Modelo de Previsão

Período	Valor Real	Previsão	Erro	Desvio
1	501,5	664,3439	162,8439	-162,8439
2	645,5	681,2727	35,7727	-35,7727
3	689,5	698,2015	8,7015	-8,7015
4	521	715,1303	194,1303	-194,1303

5	545,5	732,0591	186,5591	-186,5591
6	411	748,9879	337,9879	-337,9879
7	824,5	765,9167	58,5833	58,5833
8	744	782,8455	38,8455	-38,8455
9	661	799,7743	138,7743	-138,7743
10	1121	816,7031	304,2969	304,2969
11	1350	833,6319	516,3681	516,3681
12	1341	850,5607	490,4393	490,4393
13	1096,5	867,4895	229,0105	229,0105
14	810	884,4183	74,4183	-74,4183
15	1045	901,3471	143,6529	143,6529
16	923	918,2759	4,7241	4,7241
17	930,5	935,2047	4,7047	-4,7047
18	1106	952,1335	153,8665	153,8665
19	1160	969,0623	190,9377	190,9377
20	1030,5	985,9911	44,5089	44,5089
21	927	1002,9199	75,9199	-75,9199
22	887	1019,8487	132,8487	-132,8487
23	923	1036,7775	113,7775	-113,7775
24	849	1053,7063	204,7063	-204,7063
25	1083	1070,6351	12,3649	12,3649
26	976,5	1087,5639	111,0639	-111,0639
27	758	1104,4927	346,4927	-346,4927
28	1088,5	1121,4215	32,9215	-32,9215
29	909	1138,3503	229,3503	-229,3503
30	1113	1155,2791	42,2791	-42,2791
31	990	1172,2079	182,2079	-182,2079
32	1031,5	1189,1367	157,6367	-157,6367
33	1429	1206,0655	222,9345	222,9345
34	1319	1222,9943	96,0057	96,0057
35	1573	1239,9231	333,0769	333,0769
36	1268	1256,8519	11,1481	11,1481
		<b>Soma</b>	5623,861	-0,0244
		<b>MAD</b>	156,2184	
		<b>TS</b>	-0,00016	

Fonte: Autoria Própria

## 5. Considerações Finais

Pelas análises feitas, dado a série histórica de dados de três anos, foi percebido que o consumo de concreto se dá tendencialmente, ou seja, a sua demanda cresce com o passar do tempo. Tendo esse princípio como base, foi implementado um modelo quantitativo de previsão com padrão tendencial de concreto para 2 anos.

Depois de implementado o modelo adotado, verificou-se, através do modelo de monitoramento Tracking Signal (TS) que tal modelo apresenta-se adequado para se estimar o número de vendas para o concreto, já que seu resultado encontra-se dos limites de tolerância do TS, porém, há certa limitação na confiabilidade da previsão. Um dos motivos é a pouca quantidade de dados fornecida pela empresa, outro agravante para a credibilidade dos resultados fornecidos pelo modelo é a inconstância na demanda, uma vez que as vendas de concreto não crescem constantemente durante o ano todo, já que nos meses chuvosos o número de construções cai, fazendo com que a quantidade de vendas diminua também.

## REFERÊNCIAS

- CORREA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e de Operações**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- DIAS, A. S. **Uso de conhecimentos teóricos e de especialista para Previsão de Demanda**. São Carlos, 2004. 181p. Dissertação (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos.
- EXAME. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/construcao-civil-no-brasil-deve-crescer-de-3-5-a-4-em-2013>> Acesso em 19 fev. 2013.
- LUSTOSA, L. et al. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Elsevier, 2008.
- MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.
- STEVENSON, W. J. **Administração das Operações de Produção**. LTC. 6ª edição. Rio de Janeiro, 2001.
- WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. **Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais**. Revista Gestão & Produção, v. 10, n. 1, p. 47-67, 2003.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática.** São Paulo: Atlas, 2009.