



Previsão de Demanda por meio do Método de Simulação de Monte Carlo em uma engarrafadora de bebidas: estudo de caso

Joice Kelli Menegarde¹ (DEP/FECILCAM) – joicemenegarde@hotmail.com

Cristiane Teixeira Barbosa² (DEP/FECILCAM) crisbella19@hotmail.com

Diego Alberto Vila³ (DEP/FECILCAM) diegoepa2012@hotmail.com

Roberto Carmassio⁴ (DEP/FECILCAM) beto.epa@hotmail.com

Luis Henrique Nogueira Marinho⁵ (DEP/FECILCAM) luishenrique_marinho@hotmail.com

Resumo: O avanço da tecnologia tem levado as empresas a se tornarem mais competitivas no mercado globalizado, assim os sistemas produtivos devem se manter ligados ao comportamento dos consumidores disponibilizando produtos na quantidade certa, no momento certo e no local certo. Tornando-se imprescindível um modelo de simulação de demanda prevista. Dentro as diversas maneiras de determinar a demanda futura a Simulação através de seus experimentos baseados em dados históricos através do método de Monte Carlo, os ensaios foram preparados por meio do MS Excel 2007, demonstrou resultados satisfatórios, além de propostas a respeito de mercado e melhoria do sistema produtivo. As projeções são próximas da demanda real demonstrando confiança no método.

Palavras-chave: Experimentos, dados históricos, projeção, vendas futuras

1. Introdução

O mercado globalizado tem forçado as empresas a se tornarem mais competitivas para se manterem, logo a eficácia da gestão de um sistema de produção faz a diferença quando se objetiva qualidade, agilidade, flexibilidade, confiabilidade e baixos custos. Assim a Engenharia de Produção através das diferentes interfaces age de forma a executar técnicas que interagem com diversas funções na empresa, porém respeitando a estrutura organizacional.

A Engenharia de Produção tem por finalidade a gestão de sistemas produtivos, com o intuito de maximizar todos os recursos disponíveis gerando resultados satisfatórios e por fim tornando o sistema competitivo no atual mercado globalizado.

Este trabalho está inserido na área de Pesquisa Operacional e na sub-área Modelagem, Simulação e Otimização segundo Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008). A área de Pesquisa Operacional busca através de modelos matemáticos

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial – Universidade Estadual do Paraná – Campus Campo Mourão.

² Acadêmica do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial – Universidade Estadual do Paraná – Campus Campo Mourão.

³ Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial – Universidade Estadual do Paraná – Campus Campo Mourão.

⁴ Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial – Universidade Estadual do Paraná – Campus Campo Mourão.

⁵ Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial – Universidade Estadual do Paraná – Campus Campo Mourão.



processados computacionalmente resolver problemas de situações reais, procurando introduzir através da objetividade e racionalidade que compoem os processos de tomada de decisão, sem descuidar dos dados subjetivos e do ajuste organizacional que distiguem os problemas.

O estudo de caso realizado na disciplina de Pesquisa Operacional Aplicada do curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão e teve como objetio utilizar do Método de Monte Carlo através da geração de numeros aleatórios para se estabelecer a previsão de demanda dos produtos de uma engarrafadora de bebidas situada na cidade de Maringá – PR.

O Artigo encontra-se estruturado da seguinte maneira. A primeira seção esta apresentada a contextualização, os objetivos da pesquisa, a seguir é apresentado o Referencial teórico usado como base para o estudo. Na Terceira seção é apresentada a metodologia, a seguir se encontra os resultados obtidos na quarta seção. As sugestões são descritas na quinta seção e as considerações na sexta seção e por fim as referencias.

2. Referencial Teórico

2.1. Previsão de Demanda

No cenário atual onde as empresas se encontram inseridas é de extrema importância o planejamento e o controle dos recursos e o uso dos mesmos de modo que venham a aperfeiçoar o sistema e alcançar o desejo de seus clientes visando maiores lucros e diminuição de possíveis perdas. Tendo assim a necessidade de presumir o rumo das atividades a serem elaboradas.

De acordo com Moreira (2009) a Previsão de Demanda é um processo racional que busca informação sobre o valor das futuras vendas de um item ou conjunto de itens. Esta atividade deve fornecer informações sobre qualidade e localizações futuras dos produtos.

2.2. Técnicas de Previsão de Demanda

2.2.1 Métodos Qualitativos

A coleta de conhecimento, julgamento, opiniões, inclusive boas advinhações, desempenho passado de certos especialistas, ou seja, se baseiam em características próprias para fazer a previsão, sendo utilizado formas para a elaboração da previsão por meio de métodos qualitativos, segundo Slack et al (2009).

Em Moreira (2009) são descritas técnicas qualitativas para a demanda futura:

- Opiniões dos executivos: caracterizado por um grupo geralmente pequeno discutem em conjunto o desenvolvimento de uma previsão. Este grupo é formado por executivos de diversas áreas funcionais com o interesse de previsões a longo prazo envolvendo alguns aspectos do planejamento estratégico, desenvolvimento de novos produtos, processos e planejamento de manufatura. Este artifício apresenta eficiência devido a reunião de diversos habilidades e visões a respeito do assunto tratado, podendo obter precisão e qualidade sobre a harmonia da decisão que venha a ser tomada.

- Opinião de força de Vendas: a area de vendas, aparenta uma alternativa favorável, pois estão em contato direto com os produtos assim como os consumidores, acompanham o desenvolvimento histórico e acompanham as evoluções do mercado. No entanto alguns problemas podem aparecer como falta de discernimento a respeito do que os clientes “gostariam de fazer” e do que eles “realmente farão”, influenciadas por eventos passados recentes, caso as vendas se apresentem boas superestimem a demanda, se ruim subestimem a demanda, existem casos que utilizem as previsões para estimar cotas mínimas para cada



vendedor ou equipe de vendedores, criando um conflito de interesses, onde talvez, seja interessante apresentar baixas estivas de demanda por parte dos vendedores.

- Pesquisa junto aos consumidores: retrata que essa pesquisa é elaborada através de um grupo, ou seja, uma amostra onde é aplicada uma pesquisa de mercado. Para tal atividade, pesquisa de mercado, exige certas requisitos como conhecimentos técnicos para seu planejamento. Para montar a estrutura da pesquisa, instrumentos para coleta de dados, planejarem a execução, explanar os resultados exige profissionais sobre o assunto. Logo tomando os devidos cuidados, levando em consideração que a empresa possui recursos financeiros e/ou humanos para prosseguir a pesquisa de mercado, o método pode oferecer resultados compensadores.

- Método Delphi: um grupo de pessoas que opinam sobre determinado assunto. é formado um comitê onde os participantes são especialistas no assunto tratado e nos que estão correlacionados. De maneira que algumas opiniões não se sobreponham as outras, é elaborado um questionário onde são expressas as opiniões, em seguida é apresentado um sumário preparado com as opiniões dos participantes onde são discutidas e uma atenção maior as opiniões que causam divergências. A parte seguinte desse método consiste de oferecer a chance aos componentes do grupo para reverem suas previsões a respeito dos novos resultados. Sendo esse processo repetido inúmeras vezes até que o grupo a um consenso.

2.2.2 Métodos Quantitativos

Baseados em modelos matemáticos baseados na disponibilidade de dados históricos são desenvolvidos os métodos quantitativos.

Martins e Laugeni (2006) e Tubino (2009) os métodos são classificados como:

- Média móvel Simples: a previsão para um período futuro é efetuada como sendo a média de dados históricos de um determinado número de períodos. Apresenta como vantagem em previsões devido a simplicidades e facilidade no entendimento, logo sua apresenta desvantagem devido a necessidade de conter grande números de dados.

- Média Móvel Ponderada: aplica-se um peso a cada dado histórico, onde a soma dos pesos deve ser 1.

- Média exponencial móvel: é a mais utilizada para tratar de demandas médias e fazer o acompanhamento a respeito dos pequenos movimentos a respeito da tendência é estimada a partir da demanda real, e a previsão feita baseada no período anterior, onde se atribui um coeficiente multiplicado a demanda real e a previsão passada.

- Ajustamento sazonal: caracteriza a sazonalidade pela ocorrência de variações em intervalos regulares nas séries temporais da demanda. O período de ocorrência da sazonalidade pode ser anual, mensal, semanal e diário. É expressa através de quantidades, percentagem da demanda que apresenta desvios dos valores médios da série. Tendo um valor chamado Índice de Sazonalidade onde é aplicado sobre a média e a tendência. A sazonalidade nas previsões consiste em empregar o último dado da demanda no período que apresenta sazonalidade e assumi-lo como previsão.

- Ajustamento de tendências: movimentação gradual de longo prazo da demanda. A Tendência é identificada através da movimentação a respeito da plotagem dos dados que permitira a identificação. Caracterizada por uma equação, que apresenta facilidade para aplicação. Há duas técnicas importantes que podem ser empregadas para o tratamento de previsões de demanda com tendência linear. Uma é baseada em uma equação linear sendo a outra baseada no ajustamento exponencial.

2.2.3 Previsão Baseada em Simulação



A previsão de demanda pode ser estipulada através da simulação. Taha (2008) define previsão baseada em simulação como uma técnica de reprodução do comportamento real através da estimação de medidas de desempenho.

A simulação torna possível a realização de deduções sobre o comportamentos de sistemas através de experimentos, segundo Andrade (1998).

Ehrlich (1985) o método da Simulação é empregado para análise do desempenho de um sistema através da elaboração de modelo que aborda características semelhantes ao sistema original.

Através de um modelo detalhado será permitido determinar as respostas do sistema de acordo com Harrel (2002).

Andrade (2009) ressalta que o uso da simulação serve como um primeiro teste para o esboçar novas políticas e princípios de decisão. Para formulação do problema é necessário a coleta de dados que devem ser suficientes, qualitativamente garantidos, e significativos ao processo de tomada de decisão.

Logo estabelecido o modelo, se torna necessário o conhecer a eficiência relacionado aos objetivos da simulação, os testes devem envolver os dados de maneira que se possa constatar sua coerência, segundo Andrade (2009).

Assim através do levantamento de dados históricos é possível criar um modelo para estar efetuando a previsão de demanda pelo método da simulação.

2.3. Método de Monte Carlo

A Simulação pode ser atribuído ao qual se desenvolve um modelo para uma experiência real. Em Moreira (2010) a Simulação é baseada na construção de um modelo que se aproxima da realidade, sendo este operado diversas vezes, efetuando análise dos resultados para uma melhor percepção, manipulação e controle. Para essa experimentação na prática é utilizado computadores, para uma maior precisão dos resultados é necessário a realização de inúmeras simulações sobre o sistema em pauta.

Reis, Martins (2001) apud Oliveira, Barros, Reis (2006) os modelos de simulação são caracterizados quanto a determinísticos e Probabilísticos. O primeiro implica que os dados são obtidos com maior certeza. Já o segundo utiliza a técnica estatística onde incorpora o comportamento probabilístico envolvido no comportamento das variáveis no sistema.

Assim o método de Monte Carlo teve sua origem através do modelo probabilístico focando simulações de fatos aleatórios, de acordo com Nascimento, Zuchi (1997) apud Oliveira, Barros, Reis (2006).

A Origem do nome Monte Carlo é proveniente da roleta do Cassino localizado no principado de Mônaco, assim como a criação sistemática do método por volta de 1944 quando Von Neumann nomeou a técnica matemática para resolução de problemas de física nuclear, a qual foi utilizada para a criação da bomba nuclear (Loesch, Hein, 2009), (Oliveira, Barros, Reis 2006).

Segundo Loesch, Hein (2009) a técnica de Monte Carlo consiste de uma roleta hipotética que leva a resultados aleatórios, a qual é controlada de maneira que os resultados são conduzidos a uma determinada interpretação e outros resultados conduzem a outras interpretações.



Moreira (2010) o método de Monte Carlo foca a simulação do comportamento ao acaso de variáveis probabilísticas, através da geração de valores das variáveis relevantes com o auxílio de números aleatórios.

De acordo com Lustosa, Ponte, Dominas (2004) apud Oliveira, Barros, Reis (2006) para a execução do Método de Monte Carlo, deve-se seguir algumas etapas básicas, tais como: definir as variáveis envolvidas através de dados passados, identificação da distribuição e possibilidade das variáveis aleatórias referentes ao estudo, construção da distribuição de probabilidades para as variáveis definidas, definir os intervalos dos números aleatórios, geração de números aleatórios e simulação do experimento.

Em Moraes (2010) o método de Monte Carlo é composto pelas seguintes etapas:

- Identificar as distribuições de probabilidade referentes as variáveis abordadas;
- Estabelecer as distribuições de probabilidade acumuladas para cada variável identificada;
- Definir os intervalos de números aleatórios para cada uma das variáveis;
- Geração de Números aleatórios; e
- Simular os experimentos.

Os números aleatórios onde segundo Moreira (2010) serão atribuídos conjuntos de números compatíveis com a extensão da faixa a qual pertencem guardando uma relação entre o conjunto de números aleatórios e as frequências.

3. Metodologia

Quanto aos métodos de abordagem essa pesquisa se classifica com qualitativa-quantitativa. Qualitativa por necessitar da interpretação dos dados obtidos por meio de informações obtidas durante o estudo de caso. Quantitativa devido a quantificação dos dados através de ferramentas matemáticas para melhor entendimento dos fatores envolvidos.

Em relação aos meios trata-se de um trabalho bibliográfico, documental e de estudo de caso. Já os fins são descritivos e explicativos.

Para a elaboração do estudo de caso foram realizadas visitas ao local e também coletados e analisados documentos os quais continham dados dos últimos dois anos, sendo assim estabelecido o estudo para prever o terceiro ano de demanda para a gama de produtos engarrafados.

Quanto ao tratamento, os dados foram tabelados e através do *MS Excel 2007*, onde foram estabelecidos os números aleatórios para dez amostras, sendo instituída uma média para a demanda simulada.

4. Resultados

Para o estudo da Previsão de Demanda baseada na Simulação de Monte Carlo foram escolhidos 52 produtos de um total de 56, pois estes apresentavam dados históricos suficiente para o estudo de caso.

As linhas de bebidas engarrafadas foram classificadas de acordo com a categoria e o volume.

Quanto a categoria os produtos se enquadram em Vinho Tinto Suave, Vinho Tinto Seco, Vinho Branco Suave, Vinho Branco Seco, Vinho Rosado Suave, Cooler de vinho



rosado com suco de uva e pêssego, Cooler de Vinho Rosado com suco de uva e morango, Coquetel de Catuaba, Espumante e Vinagre.

Já o volume apresenta variação é de 500mL a 4,6L. Sendo ainda estes classificados quanto ao tipo de embalagem primaria e secundaria.

O calculo da simulação de Monte Carlo para a previsão de demanda foi elaborado por meio dos dados de vendas de cada produto que foram tabelados de acordo com o histórico de dois anos. Foram fornecidos dados referentes às demandas do período de 16/09/2008 a 16/09/2009 sendo este caracterizado no estudo como Ano 1 e 16/09/2009 a 15/09/2010 caracterizado aqui como Ano 2. A previsão de demanda realizada é sugestiva ao período de 16/09/2010 a 16/09/2011, que será conhecida como Simulação Ano 3.

As probabilidades foram consideradas iguais para os períodos. Foram realizadas um total de dez simulações para cada produto, estabeleceu uma média, sendo esta considerada previsão para o próximo ano.

Por meio dos dados históricos levantados foi observado que existe uma variação de um período para o outro, sendo este calculado através de uma regra matemática simples observando sua porcentagem de acréscimo ou decréscimo, sendo esta considerada no momento da previsão de demanda para o período do Ano 3.

A geração de números e a Simulação de Monte Carlo para a linha de produtos foram executadas através do *MS Excel 2007*, por meio da equação 1, que forneceu o valor da demanda simulada.

=PROCV(ALEATÓRIOENTRE(inferior;superior),matriz_tabela;número_índice_coluna;procurar intervalo) (1)

Para a variação se aplicou uma regra de três simples e uma conta básica de subtração para encontrar a porcentagem.

Na Tabela 1 encontram-se os dados históricos dos períodos de demanda, a previsão de demanda simulada Ano 3, a variação Δ em porcentagem % obtida através da observação dos dados históricos e a previsão de demanda Ano 3 $\Delta\%$ considerando a variação. Onde: V:Vinho; L: Litros; cx: caixa; gde: grade; fd: fardo.



Tabela 1 – Dados da Previsão de Demanda pelo Método de Monte Carlo

PRODUTOS	ANO 1	ANO 2	ANO 3	Δ %	ANO 3 Δ %
V Tinto Suave 4,6L	30406	39954	34225,2	15,28 %	42405
V Tinto seco 4,6 L	4714	6039	5244	21,9 %	6394,57
V Branco suave 4,6L	1629	2449	2039	33,48 %	2721,7
V Branco seco 4,6L	1469	2129	1799	31 %	2356,69
V Rose Suave 4,6 L	917	1100	1026,8	16,36 %	1194,78
V Tinto Suave cx 6x 2000ml	5938	8769	6787,3	32,28 %	8978,52
V Tinto seco cx 6x2000ml	608	866	762,8	29,79 %	990,05
V Branco suave cx 6x 2000ml	359	536	447,5	33 %	595,175
V Branco seco cx 6x 2000ml	172	264	208,8	34,84 %	281,56
V Rose Suave cx 6x2000ml	358	485	408,8	26,18 %	515,84
V Tinto suave cx12x720 ml	5039	6938	6368,3	27,37 %	8111,36
V Tinto seco cx 12x720ml	562	647	613	13,13 %	693,53
V Branco Suave cx 12x720ml	659	668	664,4	1,34 %	673,30
V Branco seco cx 12x720ml	259	163	201,4	-58,9 %	118,62
V Rose Suave cx 12x720 ml	234	287	265,8	18,46 %	314,88
V Tinto Suave gde 12x 880ml	28716	22455	26211,6	-27,8 %	18903,16
V Tinto Seco gde 12x880ml	3834	3615	3768,3	-6,05 %	3540,01
V Branco suave gde 12x 880ml	3227	2821	3024	-14,4 %	2588,78
V Branco seco gde 12x880ml	2308	1944	2053,2	-18,7 %	1668,75
V Rose suave gde 12x880 ml	1363	1796	1622,8	24,12 %	2014,04
V Tinto suave cx 12x 880ml	16573	22455	17794,4	26,19 %	22398,78
V Tinto seco cx 12x880ml	2693	3615	3061,8	25,5 %	3842,7
V Branco suave cx 12x880ml	2120	2821	2400	25,5 %	2996,88
V Branco Seco cx 12x880ml	1454	1944	1650	25,2 %	2065,9
V Rose Suave cx 12x880ml	1831	2219	1986,2	17,48 %	2333,49
V Tinto suave cx 12x970ml	5778	7732	6168,8	25,27 %	7727,75
V Tinto seco cx 12x970ml	477	567	513	15,8 %	594,42
V Branco suave cx 12x970ml	482	640	576,8	24,68 %	719,19
V Branco seco cx 12x970 ml	176	281	207,5	37,36 %	285,03
V rose suave cx 12x970ml	713	869	791	17,95 %	932,99
V tinto suave fd 6x2000ml	2618	4287	3285,6	38,93 %	4564,73
Suco Tinto adoçado cx 6x 2000ml	1909	1567	1738	-21,8 %	1358,6
Suco tinto adoçado cx 12x500ml	894	838	860,4	-6,68 %	802,9
Cooler Rosado 4,6L	608	610	609,6	0,32 %	611,6
Cooler Rosado cx 6x2000ml	241	257	252,2	6,22 %	267,9
Cooler Rosado gde 12x880ml	2411	2252	2347,4	-7,06 %	2181,66
Cooler Rosado cx 12x 880ml	1521	1708	15771	10,9 %	1749,7
Bordeaux cx 12x720ml	2704	3541	3122,5	23,63 %	3860,57
V Bourdeux Seco cx 12x720ml	428	503	450,5	14,9 %	517,67
Cooler de Morango gde 12x880MI	612	604	608	-1,32 %	599,94

Continua(...)



(...) Conclusão

Cooler de Morango cx 12x880ml	412	549	466	24,95 %	582,28
V Bordeaux suave cx 6x720ml	2016	2993	2309	32,64 %	3062,85
V Bordeaux demi seco cx 6x720ml	633	787	725,4	19,56 %	867,34
V Bordeaux seco cx 6x720 ml	514	697	587,2	26,25 %	741,37
Cooler rosado cx 12x720ml	85	90	89	5 %	93,9
Cooler de morango cx 12x720ml	49	54	51	9 %	55,72
Vinagre de vinho tinto (classico)	110	152	135,2	27,36 %	172,55
Suco tinto adoçado cx 12x1L	1321	1015	1259,8	27,36 %	172,55
Coquetel de Catuaba cx 6x880ml	1627	2422	1945	32,82 %	2583,42
Espumante Moscatel cx 6x720ml	63	127	95	50 %	142,787
V tinto suave 12x370ml	65	108	90,8	39,80 %	126,95

5. Sugestões

Após a realização do estudo de caso, foi possível fazer algumas observações que sugerem medidas a serem tomadas para um melhor aproveitamento do sistema produtivo.

O decréscimo da demanda de alguns produtos deve-se investigar os fatores que estão levando a ocorrência desta anomalia e buscar medidas corretivas e preventivas, de modo que demonstrem a mesma projeção positiva que os demais produtos da linha.

O mercado de vinhos no Brasil tem crescido consideravelmente, vê-se a oportunidade de estar buscando projeções futuras para um maior alcance dentro desse setor, através de uma pesquisa de mercado, buscar oportunidades de atendimento de grandes redes de mercado varejistas.

6. Considerações Finais

A previsão de demanda é utilizada para avaliações futuras de fatos que interferem em decisões referentes ao planejamento. A simulação por meio da projeção de cenários veio oferecer uma nova alternativa de uso através da Simulação de Monte Carlo baseada na geração de números aleatórios.

Através do modelo composto por dados histórico de vendas dos produtos engarrafados, pode-se obter um ensaio a respeito da demanda anual para o próximo período. Ao analisar os dados pode-se observar uma variação onde em alguns produtos foram notados acréscimo na demanda e em outros decréscimos. Através desta simulação de previsão de demanda podem-se projetar as vendas futuras, assim como propostas de melhorias e ganho de mercado. Demonstro-se uma ótima ferramenta de visualização de projeções futuras para inúmeras atividades de produção.

Para esse experimento aconselha-se utilizar dados históricos de no mínimo três períodos, porém foram utilizados de dois períodos para cada produto. Entretanto o método de Monte Carlo se mostrou confiável para essa atividade, devido que a experiência demonstrou que a projeção da possível demanda futura previstas estava próximas demandas históricas.

Referências

- ANDRADE, E. L. *Introdução à pesquisa operacional: métodos e técnicas para análise de decisão*. Rio de Janeiro: LTC, 1989.
- ANDRADE, E. L. *Introdução à pesquisa operacional: métodos e técnicas para análise de decisão*. Rio de Janeiro: LTC, 2009.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ABREPO). *Áreas da Engenharia de Produção*. Disponível em < <http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&s=1&c=362> > Acesso em 17 de Junho de 2010.

ERLICH, P. J. *Pesquisa Operacional: curso introdutório*. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 1985.

HARREL, C. R. [et al]. *Simulação: Otimizando Sistemas*. 5ª Ed. São Paulo: IMAM, 2002.

LOESCH, C; HEIN, N. *Pesquisa Operacional: fundamentos e métodos*. São Paulo: Saraiva, 2009.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MORAIS, M. F. *Pesquisa Operacional Aplicada - Apostila*. Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial. Fecilcam: Campo Mourão, 2009.

MOREIRA, D. *Administração da Produção e Operações*. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MOREIRA, D. A. *Pesquisa Operacional: Curso Introdutório*. 2 Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

OLIVEIRA, BARROS, REIS. *Aplicabilidade do Método da Simulação de Monte Carlo na Previsão dos Custos de Produção de Companhias Industriais: O caso Companhia Vale do Rio Doce*. Congresso Universidade de São Paulo, VII, São Paulo. 2006.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARRISON, A. e JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 3 ed, 2009.

TAHA, H. A. *Pesquisa operacional: uma visão geral*. 8 ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2008.

TUBINO, Dalvio Ferrari. *Manual de Planejamento e Controle da Produção*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.