



Aplicação da Simulação de Monte Carlo no Processo de Produção de uma Indústria de Margarina

Alisson Leigus¹ (UNESPAR/FECILCAM, EPA) – alisson.leigus@gmail.com

Amanda Trojan Fenerich¹ (UNESPAR/FECILCAM, EPA) – amanda.fenerich@gmail.com

Fábio Guilherme Mochiutti¹ (UNESPAR/FECILCAM, EPA) – guigomochiutti@hotmail.com

Thiago Anderson da Silva¹ (UNESPAR/FECILCAM, EPA) – thiago_epa@hotmail.com

Claudilaine Caldas de Oliveira² (UNESPAR/FECILCAM, DEP) – clau_epa@yahoo.com.br

Resumo: A Simulação de Monte Carlo é utilizada na avaliação de fenômenos que se podem caracterizar por um comportamento probabilístico. Este artigo tem por objetivo apresentar o método de Monte Carlo, e como ele pode auxiliar as empresas na tomada de decisões, usando de modelos de simulação e otimização. Com a revisão de alguns trabalhos realizados na área, foi possível perceber que a simulação de Monte Carlo é utilizada para diversos fins, tais como a previsão de demanda e análise de viabilidade. A metodologia apresentada utilizou-se da Simulação de Monte Carlo. Para a coleta de dados teve como base as observações diretas intensivas e não participante, em entrevistas abertas e na manipulação destes, utilizou-se dos métodos quanti-qualitativo. O processo de fabricação da margarina é descrito neste artigo, e é realizado a aplicação do método, constatando algumas discrepâncias em sua previsão de demanda.

Palavras-chave: Simulação de Monte Carlo; Custos com estocagem; Previsão de Demanda.

1. Introdução

De acordo com a Sobrapo (2009), a Pesquisa Operacional é uma ciência aplicada voltada para a resolução de problemas reais e tem como foco a tomada de decisões. Para isto, aplicam-se conceitos e métodos de outras áreas científicas, tais como economia, matemática, estatística e informática.

A Pesquisa Operacional também está enquadrada como uma das dez Áreas de Conhecimento da Engenharia de Produção que, segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, (2008), é responsável pela “resolução de problemas reais envolvendo situações de tomada de decisão, através de modelos matemáticos habitualmente processados computacionalmente”, sendo que uma das subáreas é denominada Modelagem, Simulação e Otimização.

A Simulação se destaca entre as várias técnicas da Pesquisa Operacional, sendo a mais usada por ser uma ferramenta flexível, poderosa e intuitiva, que continua a ganhar popularidade rapidamente (HILLIER; LIEBERMAN, 2006). Ainda na visão dos autores essa

¹ Graduandos do curso de Engenharia de Produção Agroindustrial, da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR/FECILCAM.

² Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Professora Colaboradora do Departamento de Engenharia de Produção da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão.

técnica envolve o uso de um computador para imitar (simular) a operação de um inteiro processo ou sistema.

Existem dois tipos de modelos de simulação: o determinístico e o probabilístico. Os modelos de simulação probabilísticos tiveram sua origem no método de Monte Carlo, que é definido como a parte da matemática experimental que está preocupada em experiências com números aleatórios (OLIVEIRA; BARROS; REIS, 2007).

Desta forma, a presente pesquisa realizou-se em uma indústria de margarina, cujo objetivo foi aplicar o método de simulação de Monte Carlo na fabricação de margarina.

Este trabalho está estruturado em seções, sendo elas: a introdução; dados gerais, caracterização e histórico da empresa; definição e justificativa da pesquisa; fundamentação teórica sobre o método de Monte Carlo, a descrição do processo na empresa, os resultados e por fim as considerações sobre o trabalho.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Simulação de Monte Carlo

Com a dificuldade encontrada em se tomar decisões no setor empresarial e de acordo com a evolução tecnológica, surge a idéia de cada vez mais colher evidências acerca da utilidade de métodos matemáticos no auxílio ao processo decisório. A Simulação de Monte Carlo é utilizada na avaliação de fenômenos que se podem caracterizar por um comportamento probabilístico.

“A gestão operacional e estratégica dos custos, através da simulação de cenários, pode ser uma alternativa de inquestionável valor para as empresas, e a Simulação de Monte Carlo é uma opção para isto” (SILVA, 2004 apud PANPLONA, 2005, p.128).

Hammersley e Handscomb (1964, p.3), definem o Método de Monte Carlo como sendo “a parte da matemática experimental que está preocupada em experiências com números aleatórios”. A expressão Método de Monte Carlo é uma expressão muito geral, onde as formas de estudo e análise de números estão baseadas e métodos estatísticos e de probabilidade.

Os modelos de simulação procuram oferecer uma representação do mundo real com o objetivo de permitir a geração e análise de alternativas, antes da implementação de qualquer uma delas (ANDRADE, 2009). Porém simulação como o próprio nome já nos diz é algo incerto, sem muita certeza nos resultados obtidos, apenas suposições com base em dados relevantes, neste caso segundo Moore e Weatherford (2005) estes fatores são conhecidos como variáveis aleatórias e o seu comportamento são descrito por uma distribuição com probabilidade. De acordo com Moreira (2010) precisa-se realizar um grande número de simulações do sistema para obter maior confiabilidade dos resultados.

Dos modelos de simulação existentes, o modelo em estudo é a Simulação de Monte Carlo, que segundo Andrade (2009) é um processo de operações de modelos estatísticos de modo a lidar experimentalmente com variáveis descritas por funções probabilísticas. Andrade (2009) explica o conceito estatístico do método da seguinte forma:

Seja x uma variável aleatória com as seguintes características:

- Função de distribuição de probabilidades: $f(x)$,
- Função cumulativa de probabilidades: $F(x)$.

Se definirmos uma nova variável aleatória $y = F(x)$, esta tem uma distribuição uniforme sobre o intervalo fechado $(0,1)$. Assim, como a função cumulativa de probabilidades

representa as características aleatórias da variável em questão, a função $y=F(x)$ é uma relação entre duas variáveis:

- Variável x , com distribuição aleatória própria;
- Variável y , com distribuição uniforme, entre 0 e 1.

A Simulação de Monte Carlo é, portanto, um modelo de simulação que utiliza a geração de números aleatórios para atribuir valores às variáveis que se deseja investigar. Os números podem ser obtidos através de algum processo aleatório (tabelas, roletas, etc.) ou diretamente do computador, através de funções específicas (LUSTOSA; PONTE; DOMINAS, 2004).

Existem muitas razões para se justificar o uso da simulação de monte Carlo para que seja possível a observação direta de um processo que seja de difícil estudo, ou seja, o sistema observado pode ser tão complexo que se torne impossível descrevê-lo em termos de um conjunto de equações matemáticas de solução analítica viável.

De acordo com Andrade (2009) a simulação possibilita o estudo e a experimentação de complexas interações internas de um dado sistema, seja uma empresa ou parte de uma empresa.

Trata-se de uma ferramenta importantíssima de pesquisa e planejamento que vem sendo cada vez mais utilizado devido ao constante aperfeiçoamento dos computadores, com sua grande velocidade de cálculo, poder de armazenar dados e capacidade de tomar decisões lógicas.

O uso de um procedimento numérico, como o Método de Monte Carlo é uma alternativa para a avaliação do risco de um projeto (BRUNI; FAMÁ; SIQUEIRA; 1998).

A simulação de um sistema é a operação de um modelo que representa esse sistema. O modelo permite manipulações que seriam inviáveis no sistema real que ele representa muitas vezes por causa de impossibilidades e certamente pelos custos causados.

2.1.1 Construção dos Modelos de Simulação

A metodologia da Pesquisa Operacional é mais desenvolvida para a solução de problemas que podem ser representados por modelos matemáticos.

Segundo Andrade (2009), o modelo mais apropriado para um dado contexto ou problema depende de vários fatores, como:

- a natureza matemática das relações entre as variáveis;
- os objetivos do encarregado da decisão;
- a extensão do controle sobre as variáveis de decisão;
- o nível de incerteza associado ao ambiente da decisão.

E com essas considerações feitas podemos dividir em dois grandes tipos de modelos matemáticos, o modelo de simulação e modelo de otimização.

O modelo de otimização tem por objetivo encontrar uma solução ótima, ele já é estruturado para selecionar uma única alternativa que será considerada ótima.

De acordo com Andrade (2009 p. 14) “o modelo de simulação procura oferecer uma representação do mundo real com objetivo de permitir a geração e análise de alternativas antes da implementação de qualquer uma delas.

O trabalho está baseado no modelo de simulação, o qual possui passos básicos para sua construção: Definição do problema; Identificação das variáveis relevantes; Formalização das equações do modelo; Codificação do modelo; Teste de modelo; Aplicação do modelo.

2.2 Revisão de Trabalhos Realizados na Área

A revisão de literatura foi realizada a nível nacional e regional, sendo considerados os anais dos seguintes eventos: Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) e; Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial (EEPA). Foram encontrados oito artigos que experimentam ou aplicam o método de simulação de Monte Carlo em um estudo de caso. Os objetivos e resultados encontrados em cada trabalho estão demonstrados no Quadro 1:

Quadro 1 - Trabalhos encontrados na revisão de literatura.

Autores	Evento	Local do Estudo de Caso	Objetivos	Resultados
Rodrigues, Soares e Côrtes (2007)	SIMPEP	Construtoras	Utilização da metodologia de estimativa de custos proposta por Rodrigues (2006), que faz uso da simulação de Monte Carlo.	Validação da metodologia
Samanez e Costa (2008)	SIMPEP	Projeto de transformação petroquímica (processo GTL - <i>gas-to-liquid</i>)	Utilização da Teoria das Opções Reais e a simulação de Monte Carlo para analisar a viabilidade de uma planta GLT.	Os autores verificaram que o projeto analisado apresenta flexibilidades nos inputs e outputs
Silva, Sucena e Portugal (2008)	SIMPEP	Setor de transporte de cargas frigorificadas (grande empresa internacional de produtos alimentícios congelados).	Demonstrar como a simulação pelo método Monte Carlo pode ser uma ferramenta de fácil modelagem/implementação e de baixo custo para ser utilizada no apoio às decisões em empresas de transporte.	Com a aplicação do método foi possível apresentar o detalhamento da operação e a possibilidade de alteração da programação de transporte de forma a atender as necessidades demandadas
Ferreira, <i>et al.</i> (2009)	EEPA	Cristófoli, equipamentos de biossegurança	Prever a demanda de autoclaves Modelo Vitale Plus 12.	O cálculo da demanda gerou dados confiáveis, mas consideraram que em determinados casos este método se torna inviável.
Campos, <i>et al.</i> (2009)	EEPA	Empresa Madeireira	Utilizar o modelo de simulação para melhora do processo de estocagem	A empresa está satisfazendo seus clientes, porém, a política adotada por esta quanto à reposição de estoque não é o suficiente para satisfazer a maioria
Menegarde, <i>et al.</i> (2010)	EEPA	Engarrafadora de bebidas	Estabelecer a previsão de demanda dos produtos	Foram dez simulações para cada produto estabelecendo assim uma média para a demanda simulada. O cálculo da demanda prevista se aproximou da demanda esperada.,
Souza, Kamiya e Fornari	SIMPEP	---	Verificar a viabilidade econômica da produção de compósitos poliméricos em	Os autores obtiveram que simulação de Monte Carlo comprovou a viabilidade

Junior (2010)			formato de chaveiros, através da análise financeira e utilizando a técnica de simulação de Monte Carlo.	do projeto
------------------	--	--	---	------------

Fonte: Elaborado pelos Autores (2011).

Analisando os trabalhos descritos acima, pode-se concluir que a simulação de Monte Carlo é utilizada para diversos fins, tais como a previsão de demanda, análise de viabilidade, sendo uma ferramenta bastante útil no apoio à tomada de decisão. Em todos os trabalhos, os resultados obtidos foram consistentes, o que torna esta ferramenta confiável em sua aplicação.

3. Metodologia

A pesquisa é classificada conforme Vergara (1997), quanto aos fins como descritiva, pois demonstra os dados necessários para a realização dos cálculos, e exploratória pois realiza os cálculos da simulação de Monte Carlo.

Ainda de acordo com Vergara (1997), a pesquisa se classifica quanto aos meios como bibliográfica e estudo de caso.

Bibliográfica, devido utilizar como apoio material publicado em livros, revistas e redes eletrônicas, que está ao acesso do público geral, e de estudo de caso, pois a investigação concentra-se em uma única organização, permitindo uma análise profunda e atual do contexto logístico da cooperativa Coamo.

O método de abordagem utilizada foi o quanti-qualitativo, predomina como quantitativo devido utilizar do método de simulação, que aborda as quantidades de estoques e falta de produtos e seus respectivos custos. Para a análise dos resultados, utilizou da análise qualitativa.

3.1 Coleta de Dados

Na pesquisa realizada na empresa, os dados necessários para realizar a simulação de Monte Carlo foram obtidas por meio de entrevista não estruturada com o gerente do setor de margarina. E foram utilizadas a tabela de números aleatórios proposto por Andrade (2009), no qual possibilitou a obtenção dos números aleatórios, utilizados na simulação.

Foram também utilizadas as seguintes técnicas para coleta de dados: análise documental; pesquisa bibliográfica tradicional e digital; visitas técnicas; grupo focal por meio de reuniões presenciais e via endereço eletrônico.

3.2 Tratamento dos dados

Os dados foram tratados e organizados utilizando-se de cálculos como: a porcentagem; média; frequência relativa e frequência acumulada. Os dados foram apresentados de maneira descritiva, por meio de gráficos, tabelas, quadros, figuras e fluxogramas.

3.3 Análise dos dados

Os dados obtidos foram observados por meio da utilização de análises de conteúdo, análise exploratória, modelagem e análises estatísticas.

3.4 Instrumentos de Pesquisa

Os instrumentos de pesquisa consistiram em recursos de *hardware* (computadores e *notebooks*); recursos de *software* (planilhas eletrônicas e editor de texto) e materiais e/ou equipamentos, tais como papel, lápis, caneta e calculadora.

4. Estudo de Caso

4.1 Descrição do Processo de Produção De Margarina

A sequência de produção para elaboração do produto final, no caso, a margarina, depende da etapa de hidrogenação do óleo de soja, só a partir dessa etapa é que se consegue produzir a margarina, no qual segue as seguintes etapas: Mistura 1 e Mistura 2, no qual uma é a fase aquosa e a outra é a fase oleosa respectivamente, uma quantidade de cada fase segue para o processo de emulsão/agitação, no qual tem o objetivo de tornar as fases homogêneas, desta maneira são cristalizadas e envasadas no processo final (VERUSSA, 2011).

A mistura 1 é composta por água à qual é adicionado leite, salmoura, amido e, em alguns casos, ácido cítrico para correção do pH. Esta fase é misturada com a etapa da Mistura 2, variando de acordo com o tipo de margarina com que se quer fabricar.

A mistura 2 é composta pelos óleos e diferentes aditivos, como os emulsionantes, aromatizantes e os corantes.

A partir do momento que se obtém o tanque de mistura 1 e o tanque de mistura 2, essas duas fases são em seguida misturadas num tanque de emulsão com aquecimento e agitadores de alta velocidade, a fase de agitação também se adicionam as vitaminas.

Após a obtenção de uma mistura homogênea das respectivas fases, esta deve ser cristalizada por ação do frio, que é gerado através de um circuito fechado de amoníaco, isso tudo resulta a solidificação das gorduras e, conseqüentemente a formação da margarina.

Após o processo de cristalização, ocorre o processo de embalagem e de armazenagem das margarinas, neste processo pode haver margarinas rejeitadas devido a estarem mal embaladas, mas existe o processo de recuperação da fase oleosa e conseqüentemente o seu reprocessamento.

5. Resultados e Discussão

A aplicação do método de Monte Carlo deu-se na previsão de vendas da margarina com teor de lipídios de 80%, dados estes fornecidos pela empresa por Verussa (2011).

Na Tabela 1 encontram-se os dados de previsão de vendas da Coamo para o ano de 2011.

Tabela 1 – Previsão de vendas da Coamo em 2011

Mês	Previsão de Vendas (Kg)
Janeiro	3000
Fevereiro	3000
Março	3000
Abril	3600
Mai	3600
Junho	2700
Julho	3600
Agosto	1200
Setembro	2100
Outubro	1800
Novembro	1500
Dezembro	750

Fonte: Elaborada pelos Autores (2011).

Desta maneira, tem-se na Tabela 2 demonstra os dados de frequência acumulada, frequência e o limite dos números aleatórios, para a resolução do método de Monte Carlo. As frequências foram determinadas pela regra de três simples, a partir do momento que se obteve apenas uma variável para cada previsão, e os limites dos números aleatórios definidos conforme a frequência acumulada.

Tabela 2- Frequência relativa, acumulada e Limites do números aleatórios

Previsão	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)	Limite Números Aleatórios
750	8,3%	8,30%	00 a 8
1200	8,3%	16,60%	9 a 15
1500	8,3%	24,90%	16 a 24
1800	8,3%	33,20%	25 a 33
2100	8,3%	41,50%	34 a 41
2700	8,3%	49,80%	42 a 49
3000	33,4%	83,20%	50 a 83
3600	16,8%	100%	84 a 99

Fonte: Elaborada pelos Autores (2011).

A partir que se obtém os valores de frequência relativa, acumulada e dos limites dos números aleatórios, pode-se realizar a simulação de Monte Carlo afim de descrever os possíveis valores de produção que a empresa deverá realizar para o período de 2011.

Para realização da simulação de Monte Carlo, o custo previsto para cada quilo de item em estoque foi de R\$ 6,00 e para cada quilo de item em falta cerca de R\$ 3,00. A previsão foi determinada conforme os números aleatórios (NA). Na Tabela 3 é demonstrada esses valores.

Tabela 3- Custos com estocagem do produto

Mês	Previsão	NA	Venda	EInicial	EFinal	Custo de Estoque	Custo da Falta	Custo Total
1	1500	24	1500	2487,5	987,5	R\$ 5.925,00	R\$ -	R\$5925,00
2	3600	87	1500	1500	0	R\$ -	R\$ 6.300,00	R\$6300,00
3	3600	90	3600	3600	0	R\$ -	R\$ -	-
4	1200	15	1200	3600	2400	R\$ 14.400,00	R\$ -	R\$14000,00
5	2700	43	1200	1200	0	R\$ -	R\$ 4.500,00	R\$4500,00
6	3000	71	2700	2700	0	R\$ -	R\$ 900,00	R\$900,00
7	2100	34	2100	3000	900	R\$ 5.400,00	R\$ -	R\$5400,00
8	3000	59	2100	2100	0	R\$ -	R\$ 2.700,00	R\$2700,00
9	1200	14	1200	3000	1800	R\$ 10.800,00	R\$ -	R\$10800,00
10	3600	85	1200	1200	0	R\$ -	R\$ 7.200,00	R\$7200,00
11	3000	53	3000	3600	600	R\$ 3.600,00	R\$ -	R\$3600,00
12	3000	71	3000	3000	0	R\$ -	R\$ -	-
Custo total								R\$61725,00

Fonte: Elaborada pelos Autores (2011).

Desta forma, pode-se analisar que o Custo de Estoque que a empresa terá, caso não venda todos os produtos, será de R\$ 40.125,00 e terá como Custo pela falta de atendimento aos clientes um total de R\$ 21.600,00, isso poderá causar a perda de alguns clientes além de todo esse custo, acarretando em custo Total de R\$ 61.725,00.

Ainda analisando a Tabela 3, existe uma grande produção que está sendo realizada, e esta custando estoques empresa, exemplo dos meses de Janeiro, Abril, Julho, Setembro e Novembro, em destaque para os meses de Abril e Setembro no qual será produzido uma grande quantidade e será vendida cerca de 40% apenas de toda produção.

5 Considerações Finais

O Método de Monte Carlo ou Simulação de Monte Carlo nada mais é do que um método baseado no comportamento probabilístico, que pode ser aplicado a uma organização ou processo produtivo, sendo capaz de realizar projeções futuras, alertar sobre supostos riscos, prever incertezas e problemas que podem acarretar em custos desnecessários. Como pudemos observar no custo total de R\$ 61.725,00, o qual pode ser evitado ou no mínimo amenizado.

Como pode ser observado, a aplicação do método Monte Carlo, demonstrou que a empresa poderá obter custos altos com a falta de atendimento ao cliente e com estocagem. A previsão da demanda da empresa encontrou-se um pouco defasada, acarretando em custos altos com estoque de produto acabado. Com a falta do atendimento, também acarretou em custos altos, porém comparados com o custo de estocagem, este custo foi menor, ou seja, uma redução de 50%, isto se justifica pelo fato de que os custos de estocagem são maiores que os custos com a falta do produto.

Assim, recomenda-se que a empresa realize um planejamento mais apurado entre a sua previsão de demanda e a programação da produção, pois está acarretando sobre de produtos no estoque em estoque, o que resulta em custos muitos altos. Com uma melhor articulação de informação entre a previsão de demanda e vendas, a empresa pode programar sua produção para que resulte em menos estoques. Observou-se que nos meses de abril e setembro, foram os meses que apresentaram elevados custos com estocagem, um vez que nestes meses resultaram em maiores níveis de estoques dos produtos acabado, assim é recomendável uma produção mais enxuta neste período.

Com a aplicação da Simulação de Monte Carlo, foi possível observar que a empresa possui um sistema de previsão de demanda pouco eficiente, sendo necessário que a previsão seja a mais próxima possível da realidade, para que não seja produzido em excesso e nem deixe de atender a demanda, ou seja, que acompanhe o mais próximo possível as vendas efetuadas.

Outros pontos, como a falta do atendimento e a alta estocagem de produtos acabados foram os problemas observados na empresa, porém o que chamou a atenção foi o alto custo com a estocagem que não era percebido, sendo este o dobro da falta de atendimento. Portanto pode-se observar que a empresa possui capacidade positiva para produção, ou seja, possui mão-de-obra e máquinas suficientes para atender a demanda prevista, porém a Simulação de Monte Carlo se mostrou eficiente quanto as projeções futuras, indicando que a empresa deve pensar em um sistema de previsão de demanda que seja adequado ao seu ramo, e ao seu tipo de demanda, para que seja o mais próximo da realidade, o que reduzirá seus custos com falta de produto e estoques.

Referências

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à Pesquisa Operacional: métodos e modelos para a análise de decisão**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ABEPRO. **Áreas e Subáreas de Engenharia de Produção: Pesquisa Operacional** 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&s=1&c=362>>. Acesso em: 02 set. 2011.

COAMO, Cooperativa Agroindustrial. **Indústrias**. Disponível em: <<http://www.coamo.com.br/industrias.html>>. Acesso em: 02 set.2011.

CAMPOS, Rubya Vieira de Mello; SEQUINEL FILHO, Orlando Derli; BARBOSA, Karina Dorneles; SANTOS, Thalita Sminka Damaris dos; YUKI, Willian Kazutoshi. Modelo de simulação de estoque: O caso de uma indústria madeireira. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 3., 2008, Campo Mourão. **Anais...** Campo Mourão: Editora da Fecilcam. CD-ROM.

FERREIRA, Tamires Soares; ARAGÃO, Franciely Veloso; SANTOS, Rosimeire Expedita dos; MORAIS, Márcia de Fátima. Previsão de demanda utilizando simulação de Monte Carlo: estudo de caso na empresa Cristófoli Biossegurança. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 3., 2008, Campo Mourão. **Anais...** Campo Mourão: Editora da Fecilcam. CD-ROM.

HILLIER, Frederick; LIEBERMAN, Gerald. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 8.ed. Tradução de Ariovaldo Griesi. São Paulo: Mc Graw Hill, 2006.

MENEGARDE, Joice Kelli; BARBOSA, Cristiane Teixeira; VILA, Diego Alberto; CARMASSIO, Roberto; MARINHO, Luis Henrique Nogueira. Previsão de Demanda por meio do Método de Simulação de Monte Carlo em uma engarrafadora de bebidas: estudo de caso. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 4., 2009, Campo Mourão. **Anais...** Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais_ivepa/arquivos/3/3-03.pdf>. Acesso em: 16 set. 2011.

MIYATA, Hugo Hissashi; BARRETO, Alisson; YOSHIDA, Marcos Vinicius; ARAÚJO, Austregésilio Oliveira. Previsão de Demanda por Simulação de Monte Carlo em uma Empresa Especializada em Produtos Odontológicos. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 4., 2009, Campo Mourão. **Anais...** Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais_ivepa/arquivos/3/3-01.pdf>. Acesso em: 16 set. 2011.

OLIVEIRA, Pedro Henrique; BARROS, Nara Rosa; REIS, Solange. **Aplicabilidade do Método de Simulação de Monte Carlo na previsão dos custos de produção de companhias industriais: o caso Companhia Vale do Rio Doce**. 2007. Disponível em: <<http://www.congressosp.fipecafi.org/artigos72007/537.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2011.

RODRIGUES, Vânia Veiga; SOARES, Carlos Alberto Pereira; CÔRTEZ, Rogério Gomes. Aumento da precisão dos orçamentos estimativos de projetos de construção utilizando a simulação de Monte Carlo. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14., 2007, Bauru. **Anais...** Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais.php>>. Acesso em: 16 set. 2011.

SAMANEZ, Carlos Patrício; COSTA, Letícia de Almeida. Análise de projetos usando a teoria de opções reais, simulação de monte carlo e processos estocásticos de reversão à média: uma aplicação em projetos do setor petroquímico. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15., 2008, Bauru. **Anais...** Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais.php>>. Acesso em: 16 set. 2011.

SILVA, Vladimir Lima; SUCENA, Marcelo Prado; PORTUGAL, Licínio da Silva. Análise operacional da ligação rodovia/aquavia por simulação monte carlo: o transporte de alimentos congelados. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15., 2008, Bauru. **Anais...** Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais.php>>. Acesso em: 16 set. 2011.

SOBRAPO. **Pesquisa Operacional**. Disponível em: <<http://www.sobrapo.org.br/sitesobrapo.htm>>. Acesso em: 02 set. 2011.

SOUZA, Thiago Franciso; KAMIYA, Igor Kenji; FORNARI JUNIOR, Celso Carlino. Simulação de monte carlo na melhoria da produção de compósitos poliméricos com fibras naturais. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17., 2010, Bauru. **Anais...** Disponível em: <<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais.php>>. Acesso em: 16 set. 2011.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 1997.