



II WORKSHOP DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO (WPCI) - 2013

Informação, Tecnologia e Sociedade

EIXO 3 - Informação, Tecnologia e Sociedade

SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO: CONTRIBUIÇÃO DESSA FERRAMENTA NA GERAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA SUBSÍDIO AO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO NAS ORGANIZAÇÕES

*Luis Fernando Conduto
Marlene de Fátima Campos Souza*

RESUMO

Com o crescente aumento da concorrência no ambiente empresarial faz se necessário uma tomada de decisão mais coerente. A partir desse atual contexto a presente pesquisa apresenta como a simulação de Monte Carlo pode contribuir na geração de informações para subsídio ao processo decisório. Foi elaborada uma planilha hipotética contendo diversos componentes aleatórios frequentemente encontrados no ciclo operacional das empresas. Na planilha foram desenvolvidas 500 simulações, e posteriormente análises mais pertinentes. A partir desse tipo de estudo é possível ao gestor analisar resultados encontrados diante de vários cenários desenvolvidos de forma aleatória.

Palavras-chave: Simulação de Monte Carlo. Informação. Tomada de decisão.

ABSTRACT

With the increasing competition in the business environment makes necessary a more consistent decision making. From this current context this research shows how the Monte Carlo simulation can provide the information for grant making. We created a spreadsheet containing several hypothetical random components often found in the operating cycle of the company. In 500 simulations were developed spreadsheet, and then analyzes more relevant. From this type of study is possible for the manager to analyze results on various scenarios developed randomly.

Keywords: Monte Carlo Simulation. Information. Decision making.

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Atualmente as novas tecnologias e as informações geradas por ela vêm insistentemente impactando nos processos internos das empresas e na sua forma de gerenciamento e tomada de decisão.

Drucker (1998) afirma que o contexto altamente competitivo exige que as empresas se voltem cada vez mais para o seu ambiente externo, prestando muita atenção nas ameaças e oportunidades do mercado. Em um ambiente concorrencial



globalizado as organizações bem sucedidas trabalham a informação e o conhecimento como um capital de valor estratégico. O conhecimento e a informação aliados aos sistemas informacionais contribuem para o desenvolvimento estratégico das empresas.

Os sistemas de informações foram surgindo com o advento da tecnologia da informação e essas transformações estão gerando grandes impactos no mundo dos negócios, abrindo um parêntese nesse assunto podemos dizer que as ferramentas simulacionais obtiveram grandes avanços devido à evolução da tecnologia e do aumento da agilidade no processamento de dados, com isso foram surgindo novos softwares específicos e/ou similares como o MS Excel®, MAP/1®, SPSS® e Matlab®, dentro outros, porém, neste trabalho será utilizado unicamente o MS Excel® para o desenvolvimento das simulações.

A informação está presente dentre todos esses aspectos de simulação e ambiente organizacional, pois é ela quem fornece os subsídios necessários no momento de se tomar uma decisão.

A presente pesquisa busca responder a seguinte pergunta-problema: Como a partir da aplicabilidade da simulação de Monte Carlo é possível gerar informações relevantes para que as mesmas sirvam de suporte a uma tomada de decisão eficaz, isso sobre o aspecto organizacional?

O objetivo dessa pesquisa é desenvolver uma aplicabilidade para a simulação de Monte Carlo, para que dessa forma seja possível verificar a contribuição que essa ferramenta pode proporcionar na geração de informações para servir como subsídio ao processo de tomada de decisão.

Objetivos Específicos

- Conceituar o termo simulação de Monte Carlo;
- Verificar a aplicabilidade da simulação de Monte Carlo;
- Analisar os resultados encontrados com as simulações;
- Discorrer sobre as análises e verificar a contribuição dessa ferramenta na geração de informação para subsídio ao processo decisório.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

2.1 Simulação



Segundo Oliveira (2003), os modelos de simulação são compostos por uma descrição dos sistemas, e requerem uma estrutura organizada, com a finalidade de se resolver o problema proposto ao modelo.

Pergher; Vaccaro; Pradella (2013) *apud* Carson (2004), os modelos de simulação são as representações de um sistema ou processo que incorpora o tempo e as mudanças ocasionadas pelos ambientes.

Conforme Leal et al. (2006) a construção do modelo computacional é facilitada pelas informações obtidas com o mapeamento do sistema, como os inputs e outputs de cada atividade e a própria lógica do processo, representada no mapeamento através de conexões.

De acordo com Andrade (2010) o termo simulação possui um curto retrospecto, ele foi desenvolvido por dois estudiosos que associaram a expressão análise de Monte Carlo a uma técnica matemática que utilizaram para resolver problemas de blindagem em reatores nucleares.

A simulação aliada a sistemas informatizados possibilita repetir várias vezes um experimento e obter inúmeras combinações de resultados. Poderão ser realizadas várias replicações podendo ser alterados os parâmetros das variáveis envolvidas no experimento. A simulação computacional segue uma sequencia linear de apresentação de números aleatórios e realiza uma correlação com a melhor análise estatística.

2.2 Simulação de Monte Carlo

O nome Simulação de Monte Carlo foi dado pelo cientista John Von Neumann em parceria com seu companheiro Ulam, eles basearam se não associação da expressão análise de Monte Carlo a uma técnica matemática na qual utilizaram para resolver problemas de blindagem em reatores nucleares, afirma Andrade (2010). Atualmente devido ao desenvolvimento dos computadores e a implementação de softwares específicos à aplicabilidade dessa ferramenta se tornou mais constante e viável. A gestão estratégica e operacional do meio organizacional através da simulação de cenários se torna uma alternativa de grande valia para os administradores, e a Simulação de Monte Carlo vem se tornando ao longo dos tempos uma preciosa opção para isto, afirma Pamplona; Silva (2005).



Hammersley; Handscomb (1964) definem a simulação de Monte Carlo como sendo “a parte da matemática experimental que está preocupada em experiências com números aleatórios”. A expressão simulação de Monte Carlo possui uma grande abrangência, onde suas formas de investigação estão baseadas na utilização de números fortuitos e estatística de probabilidade.

2.3 Como funciona a simulação de Monte Carlo

Segundo Andrade (2010) essa ferramenta se baseia na operação de modelos estatísticos de modo a lidar experimentalmente com variáveis descritas por funções probabilísticas. Pode se dizer também que essa ferramenta consiste na substituição do estudo de um processo matemático por um modelo probabilístico afim de que se possa tratar problemas determinísticos através de números pseudo-aleatórios gerados por um software específico. Contudo a simulação de Monte Carlo é consistida por uma técnica de amostragem artificial empregada para operar numericamente sistemas que venham a se utilizar de variáveis aleatórias.

Esse tipo de modelo busca identificar as variáveis mais relevantes no sistema e qual é a sua distribuição probabilística, pois são com essas informações que as amostras serão construídas. Segundo Oliveira; Lustosa (2006) para desenvolver essas análises é necessário que as amostras tenham certos parâmetros, como por exemplo, média e desvio padrão e as mesmas podem apresentar alguns comportamentos distintos como as seguintes distribuições de probabilidades Normal, Exponencial e Uniforme. Tais amostras devem ser obtidas aleatoriamente, para isso é necessário obter uma sequência de números aleatórios.

De acordo com Corrar; Theóphilo (2009), para executar a simulação de Monte Carlo existem algumas etapas a serem seguidas, são elas:

- A identificação das distribuições de probabilidades das variáveis aleatórias relevantes para o estudo;
- Construção das distribuições de probabilidades acumulada para cada uma das variáveis definidas no item anterior, quando oportuno;
- Definição dos intervalos de números aleatórios para cada variável;
- Geração de números aleatórios;
- Simulação dos experimentos.



3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto ao atendimento dos objetivos a presente pesquisa é classificada como exploratória, pois a temática a ser abordada é pouco estudada. O mesmo classifica-se também quanto aos procedimentos como sendo bibliográfica, pois toma como base um rol bem extenso de referenciais.

Para dar continuidade será desenvolvido no EXCEL MS um modelo da simulação de Monte Carlo, onde no mesmo serão inseridos os dados (variáveis) para a realização das simulações. Inicialmente foram determinadas as variáveis que compõem o custo da MP, custo da mão de obra, a demanda e o preço de venda.

Com a união dessas variáveis será possível estruturar o modelo e assim realizar a aplicação dessa ferramenta de simulação.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Aplicabilidade da simulação de Monte Carlo

A simulação de Monte Carlo como foi dita anteriormente funciona como uma grande ferramenta de auxílio na tomada de decisões e também possibilita a função de projeção de possíveis resultados. Essa seção do trabalho será destinada ao caso da empresa hipotética Delta X, inclusive os dados inseridos aqui são de titularidade do autor.

O gestor financeiro da empresa Delta X deseja descobrir qual será o comportamento do resultado (lucro/prejuízo) dessa empresa levando em consideração determinadas variáveis envolvidas na produção e comercialização, são elas:

- Demanda de consumo mensal: Foi definida uma média de mensal de produção do Beta A. Demanda 12.000 - Desvio Padrão 3.900
- Preço de venda: Estipulou-se o preço em R\$ 18,00
- Custo da matéria prima: Dentro desse quadro existe o custo com matéria prima e os custos com materiais diretos, sendo que em ambos estão discriminado três fornecedores diferentes e o processo de escolha entre um e outro será de forma aleatória pelo próprio sistema, respeitando os critérios de limite inferior e superior.



- Custo da mão de obra: Nesse quadro foram definidas cinco empresas prestadoras de serviços e o critério de escolha de ambas será também de forma aleatório pelo próprio sistema, respeitando os critérios de limite inferior e superior.
- Custos e Despesas fixas: Essas variáveis foram pré-determinadas e possuem valores fixos e não passarão pelo processo de aleatoriedade.

Considerando também que essa empresa só produza um tipo de produto que será denominado aqui de Beta A.

Para desenvolver essa simulação será necessária a geração de eventos aleatórios para a variável demanda, levando em consideração que esta terá o comportamento de uma distribuição normal. O processo de escolha aleatório também será aplicado nas variáveis Custos de matéria prima, Custos de materiais diretos e Custos com mão de obra respeitando os critérios de limite inferior e superior.

Para o conhecimento dos possíveis resultados (lucros/prejuízos) será combinado esse rol de variáveis a partir da aplicação da seguinte fórmula:

$$\text{Fórmula} = (\text{Preço de Venda} \times \text{Demanda}) - \text{Custos MP} - \text{Custos MO} - \text{Custos MD}$$

Essas simulações serão realizadas a partir do software Excel MS e as fórmulas no sistema foram moldadas de acordo com a necessidade vigente, será apresentada uma análise dos resultados obtidos com as simulações. Segue abaixo na figura 1 a tela inicial das simulações no software Excel MS.

Figura 1 – Tela de apresentação das simulações

Nº de simulações	Preço de Venda	Custo Aquis. M.P.	Custo M.D.	Custo M.O.	Demanda	C.D.F.	Custo Variável Total	Lucro	Média	Desvio Padrão
1	18,00	16,00	10,00	15,00	6.823	161.000,00	41,00	(38.215,27)		
2	18,00	16,00	10,00	16,00	9.745	161.000,00	42,00	14.379,56	(11.917,86)	37.190,16
3	18,00	16,00	10,00	21,00	8.550	161.000,00	47,00	(7.123,65)	(10.319,79)	26.442,68
4	18,00	16,00	10,00	13,00	14.241	161.000,00	39,00	95.312,56	16.088,30	57.058,67
5	18,00	16,00	10,00	15,00	9.962	161.000,00	41,00	18.287,98	16.528,24	49.424,05
6	18,00	25,00	10,00	13,00	7.034	161.000,00	48,00	(34.427,83)	8.035,56	48.856,35
7	18,00	16,00	10,00	15,00	10.162	161.000,00	41,00	21.884,08	10.013,92	44.905,64
8	18,00	16,00	10,00	15,00	13.334	161.000,00	41,00	78.979,25	18.634,59	48.197,20
9	18,00	16,00	10,00	21,00	10.479	161.000,00	47,00	27.603,52	19.631,13	45.183,37
10	18,00	25,00	13,00	16,00	20.741	161.000,00	54,00	212.299,83	38.898,00	74.342,60
11	18,00	24,00	13,00	15,00	11.001	161.000,00	52,00	36.972,01	38.722,91	70.529,97
12	18,00	16,00	10,00	15,00	4.603	161.000,00	41,00	(78.174,05)	28.981,50	75.239,57
13	18,00	16,00	10,00	16,00	7.944	161.000,00	42,00	(18.042,17)	25.364,29	73.207,50
14	18,00	25,00	10,00	21,00	4.808	161.000,00	56,00	(74.492,20)	18.231,69	75.228,44
15	18,00	16,00	13,00	13,00	10.123	161.000,00	42,00	21.183,63	18.428,48	72.495,95
16	18,00	24,00	10,00	13,00	3.983	161.000,00	47,00	(89.334,57)	11.693,29	75.040,59
17	18,00	16,00	13,00	15,00	12.868	161.000,00	44,00	70.591,64	15.157,90	74.048,68
18	18,00	25,00	13,00	13,00	9.781	161.000,00	51,00	15.020,01	15.150,24	71.837,77
19	18,00	24,00	10,00	13,00	11.858	161.000,00	47,00	52.409,10	17.111,23	70.335,10
20	18,00	24,00	10,00	15,00	12.689	161.000,00	49,00	67.371,49	19.624,25	69.375,51

Fonte: Elaborado pelo autor



Observando os resultados (lucro/prejuízo) encontrados na análise é possível verificar informações importantes para fins de tomada de decisão. O valor médio encontrado para o lucro nessa simulação é de R\$ 57.304,71 é possível observar também que dentre as 500 simulações desenvolvidas o maior resultado encontrado foi de R\$ 264.776,80 e o menor resultado obtido foi de R\$ - 123.974,95.

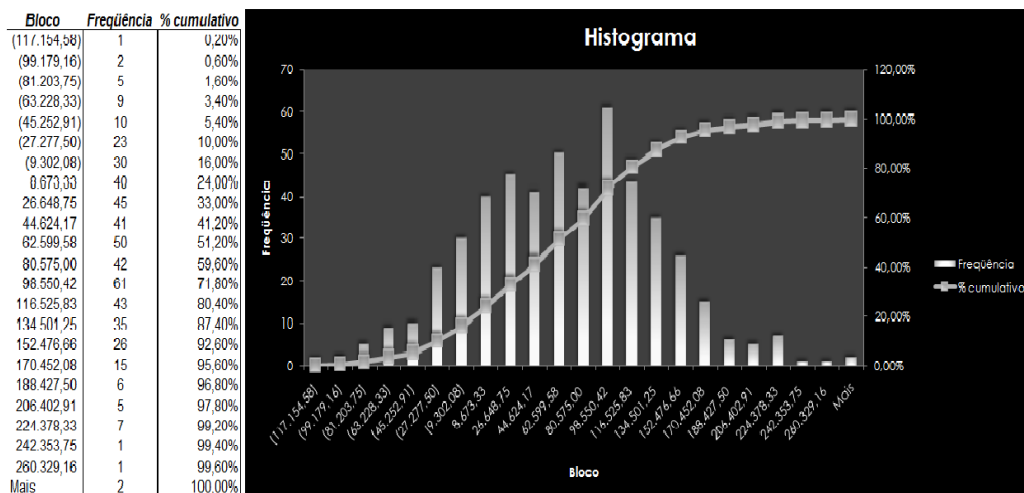
Ainda existe a possibilidade de se verificar qual foi a combinação das variáveis (preço, demanda, valor da mão de obra e etc.) que resultou no maior resultado e no menor resultado, abaixo será descrito essas combinações:

O maior resultado que foi de 264.776,80 foi desenvolvido na simulação nº 197, com a aquisição de MP no valor de R\$ 16,00 o custo dos materiais diretos no valor de R\$ 10,00 o custo da mão de obra no valor de R\$ 19,00 e atendendo uma demanda de 23.656 Unidades do produto com os custos fixos no valor de R\$ 161.000,00 e o com preço de venda no valor de R\$ 18,00.

O menor resultado que foi de -123.974,95 foi desenvolvido na simulação nº 145, com a aquisição de MP no valor de R\$ 16,00 o custo dos materiais diretos no valor de R\$ 13,00 o custo da mão de obra no valor de R\$ 16,00 e atendendo uma demanda de 2.059 Unidades do produto com os custos fixos no valor de R\$ 161.000,00 e com preço de venda no valor de R\$ 18,00.

Observando a tabela de frequência e o histograma (figura 2) é possível verificar que os resultados que tiveram maior frequência ficaram em torno de R\$ 98.550,42 com frequência de 61 e com isso a probabilidade de que esse resultado fique dentro desse padrão é de 71,80%.

Figura 2 – Histograma



Fonte: Elaborado pelo autor



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de simulação de cenários tornou-se uma importante ferramenta para os gestores em vários contextos, pois ela permite ao operador verificar o melhor e o pior resultado levando em considerações certas variáveis independentes. Nesse estudo foi realizada verificada uma aplicabilidade da simulação de Monte Carlo, utilizando-se como caso hipotético a empresa Delta X. A simulação de Monte Carlo é uma ferramenta de análise quantitativa de resultados, ela permite simular qualquer processo que se utiliza de eventos aleatórios. Como dito anteriormente foi utilizado como exemplo o caso hipotético da empresa Delta X, ela serviu como base para solidificar a aplicabilidade da simulação de Monte Carlo e verificar o montante de informação que essa ferramenta produz, e no caso desse exemplo o objetivo dele era o de se verificar o comportamento do resultado (lucro/prejuízo), levando em consideração as variáveis anteriormente definidas. Foi obtido um rol de informações sobre o comportamento do resultado e as mesmas compiladas no histograma.

Uma consideração de grande relevância a ser dada é a de que para se chegar aos resultados acima mencionados foram realizadas em torno de 20 replicações no modelo. De acordo com Corrar; Theóphilo (2009), quanto mais replicações forem feitas no modelo, maiores serão as possibilidades que o gestor terá de analisar e obter maior respaldo na sua decisão. Mas nesse caso específico não foram realizadas mais replicações no modelo por não ser esse nosso objetivo principal dessa pesquisa.

Para que o gestor tome a decisão mais plausível ele deve analisar além dos resultados encontrados na simulação o ambiente externo no qual a empresa está inserida, verificar se o seu concorrente está oferecendo o mesmo produto e por qual valor, identificar o macroambiente no qual ela se encontra e suas ameaças e oportunidades.

Conclui-se que a simulação de Monte Carlo possui grande valia no âmbito organizacional, devido ela ser uma ferramenta que gera um poderoso numero de informações que deverão ser analisadas e compiladas para servir de base aos gestores no processo decisório, pois, com isso dará maior força e sustentação às



informações prestadas à administração da empresa de uma forma precisa e objetiva.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e modelos para análise de decisões**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010

PERGHER, I; VACCARO, G. L; PRADELLA, M. *apud* CARSON II, J. S. **Introduction to modeling and simulation**. In: Winter Simulation Conference, 2004.

CORRAR, L. J. ; THEÓPHILO C. R. **Pesquisa Operacional: Para decisão em contabilidade e administração**. Editora Atlas, 2009

DRUCKER, P. F. **Administrando para o futuro: Os anos 90 e a virada do século**. Tradução Nivaldo Montigelli Jr. São Paulo: Pioneira, 5th ed. 1998.

HAMMERSLEY, J. M. ; HANDSCOMB, D. C. **Monte Carlo methods**. London: Methuen, 1964.

LEAL, F. ; MONTEVECHI, J. A. B. ; PINHO, A. F. ; ALMEIDA, D. A. ; MARINS, F. A. **Análise da capacidade de produção e dimensionamento de estoques intermediários de processamento no estudo de um novo processo de manufatura através da simulação de eventos discretos**. In: XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Brasil, 2006.

OLIVEIRA, M. G. **Simulação computacional como ferramenta de aquisição do conhecimento**. 2003. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de engenharia de São Carlos, Universidade Federal de São Carlos. 2003.

OLIVEIRA, P. H. D.; LUSTOSA, P. R. B. **Custos primários como parâmetro de eficiência produtiva: uma análise empírica da Companhia Vale do Rio Doce antes e após a privatização**. Revista Universo Contábil, Blumenau: v. 3, n. 3, p. 54-70, set./dez. 2007.

PAMPLONA, E. O. ; DA SILVA, W. F. **Contribuição da Simulação de Monte Carlo na Projeção de Cenários para Gestão de Custos na Área de Laticínios**. In: IX Congresso Internacional de Custos. Florianópolis, Brasil, 2005.