

## PREVISÃO DE DEMANDA POR MEIO DO MÉTODO DE SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO EM UMA LOJA DE CONVENIÊNCIA

### **Everaldo Francisco da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
everaldo\_silvaf@globomail.com

### **Leandro Souza Rodrigues**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
leandrosouzarodrigues@bol.com.br

### **Luís Fernando F. Damasceno**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
luisfernandofd@yahoo.com.br

## RESUMO

Este artigo tem por objetivo apresentar a aplicação da Simulação de Monte Carlo para prever a demanda dos quatro produtos de maior representatividade no faturamento anual em uma loja de conveniência. A Simulação por Monte Carlo pode ser definida como uma técnica que envolve a aplicação de números aleatórios e análises probabilísticas para resolver problemas. A previsão de demanda para os produtos confirmou que o método de monte Carlo é uma técnica eficiente para projeções de demandas por apresenta baixas variações entre demanda real e projetada. Pode-se perceber que os dados se mostraram confiáveis, uma vez que eles estão próximos dos valores reais.

Pode-se classificar essa pesquisa como quantitativo e exploratório pela relevância apresentada à definição das variáveis, ao criar modelagens matemáticas com os dados de vendas para projetar a demanda.

**Palavras-chave:** Monte Carlo; Planejamento de Demanda; Simulação.

## **ABSTRACT**

This article aims to present the application of the Monte Carlo Simulation to predict the demand of the four most representative products in the annual billing in a convenience store. Monte Carlo simulation can be defined as a technique involving the application of random numbers and probabilistic analyzes to solve problems. The demand forecast for the products confirmed that the Monte Carlo method is an efficient technique for forecasting demand because of low variations between actual and projected demand. One can see that the data proved to be reliable since they are close to the actual values. We can classify this research as quantitative and exploratory by the relevance presented to the definition of the variables, when creating mathematical modeling with the sales data to design the demand.

**Keywords:** Monte Carlo; Demand planning; Simulation.

## **Introdução**

O planejamento da demanda é um tema relevante no campo de conhecimento da Logística que almeja uma rápida e eficaz integração das necessidades de mercado na direção dos fornecedores, de forma a balancear e alinhar estrategicamente a demanda com a capacidade operacional ao longo de toda a cadeia de suprimentos.

Devido às constantes mudanças que interferem no mundo empresarial exigindo que a administração e o processo decisório sejam mais flexíveis e eficientes possíveis sempre se adaptando às oscilações do ambiente, as pequenas empresas são as que mais sofrem pela falta de planejamento e acabam agindo de forma reativa, sem pensar nas consequências futuras. Portanto é fundamental que os gestores de pequenas empresas tenham essa visão macro do cenário que atuam, dessa forma poderão

desenvolver um planejamento de demanda adequado que aumente os lucros e minimize as perdas operacionais.

Um segmento que tem ganhado destaque no interesse dos empreendedores são o das lojas de conveniência, devido ao elevado crescimento, tendo apresentado uma evolução de 147% nas vendas entre os anos de 2005 e 2010, quando a rede composta por 6.153 lojas alcançou um total de faturamento de R\$ 3.371 milhões (SINDICOM, 2007, 2011).

Esse artigo se propõe apresentar os resultados de uma proposta de planejamento de demanda com o método de simulação de Monte Carlo. A empresa escolhida para o desenvolvimento dessa pesquisa foi uma loja de conveniência localizada na região do ABC Paulista. Foi constatado que no local havia situações de falta de alguns produtos e excessos de outros que ficavam parados em estoque, pois não conseguiam ser vendidos. Outro ponto observado é que a loja de conveniência não possuía estrutura para estocar muitos produtos que faziam parte das vendas.

Desta forma apresentou-se o problema que norteou este trabalho: Como planejar a demanda dos produtos de maior representatividade no faturamento? O objetivo dessa pesquisa foi desenvolver um planejamento de demanda para os produtos de maior representatividade no faturamento evitando o desperdício por compras inadequadas, insuficientes ou exageradas. Pode-se classificar essa pesquisa como exploratória, pois tem como foco principal o “aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições” além de “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito” (GIL, 1999). Além disso será trabalhado com a modelagem matemática ao manipular os dados de vendas desenvolvendo o planejamento. O período analisado foi compreendido entre os doze meses de 2016, envolvendo dados de faturamento da empresa, por meio da pesquisa documental.

## **Previsão de Demanda**

Devido à complexidade e incertezas existentes nas atividades empresariais, a previsão de demanda destaca-se como ferramenta fundamental para alavancar a eficiência na cadeia de suprimentos, podendo gerar resultados a curto e médio prazo.

Lustosa et al. (2008) afirma que demanda nada mais é que a disposição dos clientes ao consumo de bens e serviços que são ofertados por uma empresa. Essa demanda recebe influência de vários fatores desde as condições econômicas até operacionais.

De acordo com Heizer e Render (1999) as previsões de demanda são projeções dos produtos e serviços que serão vendidos por uma organização. As previsões contribuem para melhor eficiência do planejamento da produção além de oferecer importantes informações para o planejamento financeiro, de marketing e de recursos humanos. Tubino (2009) destaca que a responsabilidade pela elaboração da previsão de demanda é geralmente atribuição do departamento de marketing.

Ainda de acordo com Tubino (2009) a previsão pode ser dividida em fases. Primeiro define-se o objetivo da previsão de demanda dentro da organização, seguido pela coleta e análise de dados históricos de vendas, para identificar e desenvolver a técnica de previsão mais adequada. É de suma importância monitorar a amplitude do erro de acordo com a demanda real e a previsão para que se possa averiguar se a técnica adotada é a mais coesa.

### **Métodos de Previsão da Demanda**

De acordo com Heizer e Render (1999) existem duas formas para realizar as previsões de demanda. Uma é a análise qualitativa quantitativa, e a outra é a quantitativa.

Tubino (2009) destaca que os modelos qualitativos são baseados nas opiniões e julgamento de especialistas de mercados onde atuam os produtos que se pretende prever a demanda. Para Lustosa et al (2008) os modelos qualitativos possuem um elevado grau de subjetividade e, por isso, julgam se menos adequados que os modelos quantitativos.

Os principais modelos qualitativos, conforme destacam Slack, Chambers e Johnston (2009), são: Abordagem de Painel, Método Delphi e Planejamento de Cenário. Já os modelos quantitativos, de acordo com Tubino (2009), fundamentam-se em analisar dados históricos, adotando modelos matemáticos para calcular futuras projeções de

demanda. A técnica quantitativa consiste em critérios estatísticos e o resultado final é demonstrado em análises numéricas.

De acordo com Slack; Chambers & Johnston (2009), As técnicas quantitativas, podem ser divididas em: técnicas baseadas em séries temporais e métodos de relações causais. Antônio e Pires (2005) apud Zan e Sellitto (2007) ainda citam os modelos baseados em simulação como técnica para previsão de demanda.

Os principais modelos quantitativos segundo Martins e Laugeni (2006) destacam são: Média móvel Simples, Média Móvel Ponderada e Média exponencial móvel serão expostas na seção a seguir as técnicas de previsões de demanda fundamentadas em simulação, já que esta constitui o foco da presente pesquisa.

### **Previsão Baseada em Simulação**

Pertencente ao campo de conhecimento da Pesquisa Operacional, a simulação é uma forma de representar a operação de um processo ou sistema, em um determinado período de tempo, que envolve a criação de uma história artificial desse sistema e a análise desta para fazer deduções relativas às características reais do processo (BANKS et al., 1996). Hillier atesta que a criação de uma simulação tem início com a proposta de um modelo que simbolize o sistema a ser pesquisado. A simulação vem sendo adotada na engenharia para abordar situações que se tente conhecer certas características de um sistema pelo análise de outro que seja similar (PRADO, 2004), sendo muito aproveitável em casos que abordem análise de riscos (LUSTOSA et al., 2004). Os modelos aplicados na previsão de demanda também abrangem a Simulação. Taha (2008) define Simulação como uma imitação virtual do comportamento aleatório de um sistema com a finalidade de estimar suas medidas de desempenho.

De acordo com Moreira (2010) a Simulação envolve o desenvolvimento de um modelo que se aproxima da realidade, analisando por várias vezes os resultados para que se possa manipular, controlar e compreender o as possibilidades de ocorrer tal resultado. Na prática, a simulação envolve frequentemente o uso de sistemas computacionais.

Andrade (1989) destaca que a utilização da Simulação possibilita ilustrar vários ambientes e projeções futuras que sejam impossíveis ou de elevado custo ser diretamente realizadas no mundo real. Outra funcionalidade da Simulação está em retratar de forma simplificada problemas complexos e cuja solução por modelos matemáticos seja trabalhosa e pouco flexível.

Para Andrade (1989) o uso da Simulação possibilita: estudar e experimentar complexas interações de um sistema; analisar as variações no meio ambiente e constatar seus efeitos no sistema total além de melhorar a compreensão do sistema, com possibilidades de melhorá-los.

Taha (2008) classifica a Simulação em dois tipos: Modelos Contínuos que abordam sistemas cujo comportamento muda continuamente no decorrer do tempo. Esses modelos são usados em equações diferenciais para descrever as interações entre os diferentes componentes de um sistema e Modelos Discretos que tratam crucialmente do estudo de filas de espera, com o objetivo de propor medidas como tempo médio de espera e o comprimento da fila.

Segundo (NASCIMENTO; ZUCCHI, 1997), uma das técnicas mais utilizadas e precursoras para a construção de um modelo de Simulação é a técnica de Monte Carlo. Adotada nesta pesquisa como ferramenta para projeção da demanda em uma loja de conveniência, esta técnica será mais bem detalhada a seguir. O método de simulação de Monte Carlo, versado a seguir.

### **Simulação de Monte Carlo**

A simulação de Monte Carlo envolve a aplicação de números aleatórios e análises probabilísticas para resolver problemas. Este método foi criado pelos cientistas John Von Neumann e Stanislaw Ulam durante a Segunda Guerra Mundial, mas o nome “Monte Carlo” foi atribuído em alusão aos jogos de azar por fazer uso de sorteios e de dados, sendo essa uma atração popular na cidade de Monte Carlo em Mônaco (METROPOLIS; ULAM, 1949, METROPOLIS, 1987). Na compreensão de Lustosa et al. (2004, p.251), a simulação de Monte Carlo equivale a um método que “utiliza a

geração de números aleatórios para atribuir valores às variáveis do sistema que se deseja investigar”.

Os números são gerados por meio de artifícios aleatórios (ex: tabelas, roletas, sorteios) ou pelo uso de softwares que trabalham com funções específicas. A cada iteração, o resultado é armazenado e no final a sequência de resultados gerados é transformada em uma distribuição de frequência que permite realizar cálculos estatísticos descritivos, como média (valor esperado), valor mínimo, valor máximo e desvio-padrão, possibilitando ainda realizar simulações com objetivo de projetar futuros cenários de operação do sistema em análise. Com o método de monte Carlo é possível atribuir aplicações em problemas de tomada de decisão que envolva riscos e incertezas, ou seja, situações nas quais o comportamento das variáveis envolvidas com o problema não pertence à natureza determinística (MOORE; LUSTOSA et al., 2004).

De acordo com as previsões fundamentadas em simulação pode ser destacada como uma técnica importante deste grupo a Simulação de Monte Carlo. De acordo com Andrade (1989, p. 245) o “Método de Monte Carlo é um processo de operar modelos estatísticos de forma a lidar experimentalmente com variáveis descritas por funções probabilísticas”.

Morais (2010) destaca como objetivo principal da Simulação de Monte Carlo a descrição de características possíveis de uma variável dependente  $y$ , depois designar os possíveis valores das variáveis independentes  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Se em algum modelo a variável  $x$  apresentar variáveis aleatórias, a variável dependente  $y$  também apresentará variáveis aleatórias.

Segundo Moreira (2010) o modelo de Monte Carlo consiste na criação artificial de valores de variáveis de interesse, com subsidio de números ao acaso ou números aleatórios. Compreende-se por números aleatórios a qualquer sequência numérica cujos números são totalmente independentes entre si. Estes números aleatórios são gerados de forma aleatória.

Segundo Morais (2010) o modelo de Monte Carlo compreende as seguintes fases: a) identificação das distribuições de probabilidade das variáveis aleatórias a serem analisadas; b) construção das distribuições de probabilidades acumuladas para cada

uma das variáveis identificadas; c) definição dos intervalos randômicos para cada variável; d) geração de números aleatórios; e) simulação dos experimentos.

### **Aplicação do método de monte Carlo**

Ferreira et al. (2009) constataram que a simulação de Monte Carlo é confiável ao verificar que os cálculos da demanda prevista se aproximavam da demanda esperada ao realizar um estudo para um modelo de produção em uma empresa especializada no seguimento de equipamentos de biossegurança.

Com objetivo é projetar a demanda de energia na região Nordeste do Brasil, Irffi et al. (2009) usaram a Simulação de Monte Carlo e foi possível concluir que os resultados obtidos estavam em concordância com a literatura nacional e apresentaram bem próximos dos resultados alcançados por trabalhos anteriores.

Bucchianeri (2016) em um artigo apresentado no simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional constatou que a Simulação de Monte Carlo é uma técnica eficiente para projeções de demandas futuras ao apresentar baixas variações entre demanda real e projetada.

### **Metodologia**

A empresa desse estudo é caracterizada como uma loja de conveniência de auto posto localizada na região do ABC Paulista que conta com grande diversidade de produtos de baixo valor agregado e alto giro. Para elaboração da presente pesquisa foi utilizada a técnica conhecida como Simulação de Monte Carlo, que possibilita realizar diversas simulações com variáveis independentes.

Em relação ao posicionamento metodológico, considera-se a presente pesquisa como sendo de estudo de campo exploratório, que de acordo com Gil (1999), busca mais o aprofundamento de questões declaradas do que as características gerais conforme algumas variáveis, revelando maior flexibilidade e destacando as interações de seus componentes, ao utilizar de modelos de observação em análises de suas estruturas. A

pesquisa ainda é classificada como um estudo quantitativo e exploratório pela relevância apresentada à definição das variáveis, ao criar modelagens matemáticas com os dados de vendas para projetar a demanda.

De acordo com Vergara (2005), a investigação exploratória ocorre em áreas com pouco conhecimento acumulado e organizado, possuindo uma natureza investigativa. Possibilita maior conhecimento do problema, com objetivo de torná-lo mais compreensível ou mesmo a construir hipóteses. Busca o aprimoramento de conceitos ou a descoberta de intuições, proporciona a consideração dos mais variados aspectos relativos ao caso estudado (GIL, 1999). Pode também determinar correlações entre as variáveis e definir sua natureza, mas não tem como objetivo explicar os fenômenos que descreve, contudo sirva de base para tal explicação (VERGARA, 2005).

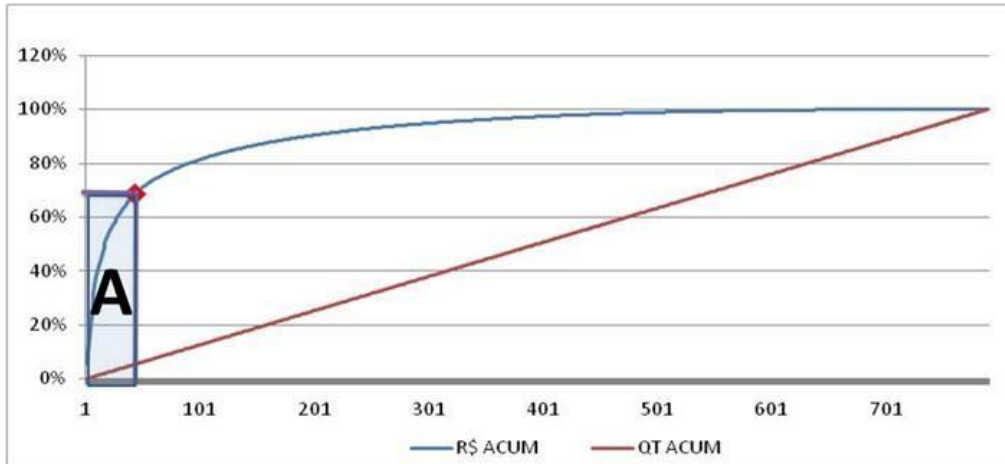
A revisão da literatura compreendeu a busca por trabalhos que abordassem a aplicação da Simulação de Monte Carlo em previsões de demanda. As fontes de pesquisa compreenderam anais de congressos, além de revistas digitais nacionais e internacionais das áreas de Administração e Produção. Não houve restrição temporal quanto ao ano de publicação das obras.

Para aplicação da simulação de Monte Carlo foram inicialmente identificados os produtos de maior representatividade no faturamento escolhendo os quatro primeiros produtos para realização da previsão de demanda. Os dados utilizados para cálculo da previsão de demanda por Simulação de Monte Carlo foram os dados históricos de vendas por mês de cada produto. As previsões realizadas mensalmente, de Janeiro até o mês de Dezembro tiveram como base, os dados históricos de vendas de 2014 fornecidos pela empresa.

## **Resultados e Discussões**

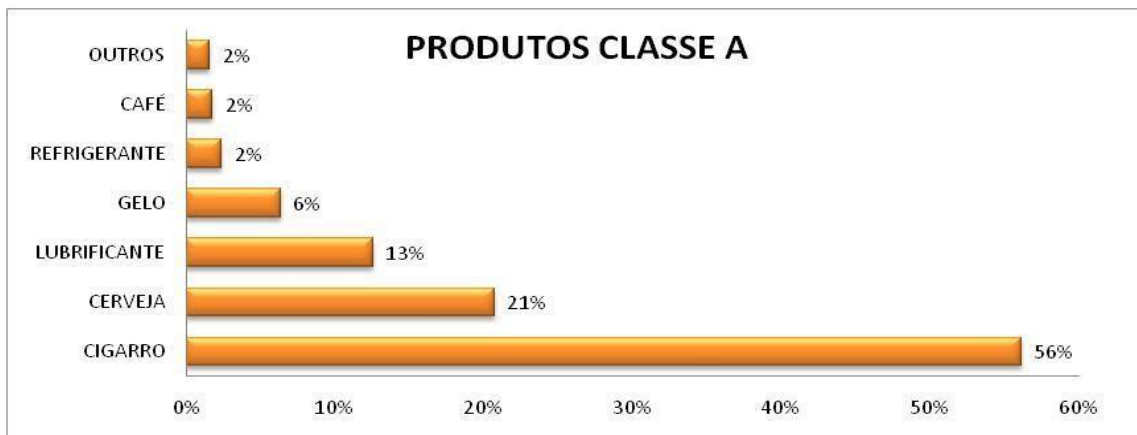
A condução do estudo de caso envolveu a coleta dos dados de vendas dos doze meses de 2014 e compilação dos dados com auxílio do MS Excel 2013. Com base no faturamento anual por produto, foram ordenados os dados e constatou-se que 48 itens (6% do total) representavam 70% do faturamento anual da loja de conveniência, conforme apresentado na figura 1.

**Figura 1 – Classificação dos produtos em classe A**



Entre os 48 itens classificados agruparam-se os produtos em grupos familiares que observou-se que as vendas de cigarros eram responsáveis por cerca de 56% dos produtos de Classe A conforme figura 2.

**Figura 2 – Classificação dos produtos classe A em famílias**



Para projetar a demanda dos meses de Janeiro à Dezembro de 2017, foram adotadas a mesma probabilidade de recorrência do período de 2016. Devido a demanda dos produtos serem aleatórias, a probabilidade da demanda de 2016, se repetir para os 12

meses de 2017 é a mesma para todos os produtos. Para efeito de simplificação foram selecionados apenas os quatro primeiros produtos da classe A para simulação da demanda conforme figura 3.

**Figura 3 – Histórico de vendas dos 4 produtos de maior faturamento.**

PRODUTO	HISTÓRICO DE VENDAS - 2016											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CIGARRO BOX VERM	208	212	216	193	220	213	245	230	241	270	251	263
CIGARRO MAÇO LIGHT	165	176	208	189	207	190	169	223	154	183	175	180
CIGARRO MAÇO	243	195	223	146	201	202	172	176	176	139	171	183
CIGARRO BOX LIGTH	177	159	176	143	143	182	199	199	176	200	128	184

Inicialmente foram calculadas as médias e desvio padrão para cada trimestre de 2016 conforme apresentado na figura 4 e com duas fórmulas utilizadas em conjunto foi possível realizar a Simulação de Monte =inv.norm(aleatório();célula da média;célula do desvio padrão)

**Figura 4 – Média e Desvio Padrão dos 4 produtos de maior faturamento.**

PRODUTO	1º Trimestre		2º Trimestre		3º Trimestre		4º Trimestre	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
CIGARRO BOX VERM	212	4,0	209	14,0	239	7,8	261	9,6
CIGARRO MAÇO	183	22,3	195	10,1	182	36,3	179	4,0
CIGARRO MAÇO	220	24,1	183	32,0	175	2,3	164	22,7
CIGARRO BOX LIGTH	171	10,1	156	22,5	191	13,3	171	37,8

A geração de números aleatórios, assim como a Simulação de Monte Carlo para previsão de demanda dos quatro produtos foi realizada por meio do programa Microsoft Excel 2013. Para tanto foi utilizado as duas seguintes fórmulas:

- **INV.NORM.N** (probabilidade,média,desv\_padrão): a qual retorna o inverso da distribuição cumulativa normal para a média e o desvio padrão especificados.

- **ALEATÓRIO**: Retorna um número aleatório real maior ou igual a 0 e menor que 1 distribuído uniformemente.

Para cada produto foram realizadas 20 simulações com os dados trimestrais pretendendo-se estimar a demanda futura. Com o resultado destas 20 simulações calculou-se média, sendo este o resultado da previsão de demanda para os meses de cada trimestre. Obtendo-se os dados da figura 5

**Figura 5 – Projeção da Demanda dos 4 produtos de maior faturamento.**

PRODUTO	PROJEÇÃO DE DEMANDA PARA CADA MÊS DO			
	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre
CIGARRO BOX VERM	212	208	238	260
CIGARRO MAÇO LIGHT	184	192	173	180
CIGARRO MAÇO	216	178	175	167
CIGARRO BOX LIGTH	167	151	184	176

Após a simulação em cada um dos produtos, as amostras reais e simuladas foram analisadas quantitativamente, com o objetivo de verificar a existência de discrepâncias significativas entre o histórico de vendas e a projeção de demanda simulada. As diferenças entre o histórico de vendas e a projeção de demanda podem ser observadas na figura 6.

**Figura 6 – Fórmulas para Simulação de Monte Carlo em Excel**

PRODUTO	1º Trimestre			2º Trimestre			3º Trimestre			4º Trimestre		
	2016	2017	%	2016	2017	%	2016	2017	%	2016	2017	%
CIGARRO BOX VERM	212	212	0,0%	209	208	-0,1%	239	238	-0,2%	261	260	-0,5%
CIGARRO MAÇO LIGHT	183	184	0,7%	195	192	-1,7%	182	173	-4,9%	179	180	0,4%
CIGARRO MAÇO	220	216	-1,9%	183	178	-2,5%	175	175	0,1%	164	167	1,4%
CIGARRO BOX LIGTH	171	167	-1,9%	156	151	-3,1%	191	184	-3,6%	171	176	3,1%

Conforme foi destacado no início do artigo por (MOORE; LUSTOSA et al., 2004). Os números foram gerados com uso de softwares computacionais permitindo realizar cálculos estatísticos descritivos e ainda possibilitou realizar simulações com objetivo de projetar a a demanda dos produtos que representam maior faturamento para a loja de conveniência.

Assim como Ferreira et al. (2009) e Bucchianeri (2016) constataram em seus respectivos artigos científicos foi possível confirmar que o método de monte Carlo é uma técnica eficiente para projeções de demandas e apresenta baixas variações entre demanda real e projetada.

## **Conclusões**

A Simulação de Monte Carlo permitiu por meio de modelos de simulação, prever a demanda futura para vendas de produtos e programar os estoques de forma mais eficiente.

A previsão de demanda para a loja de conveniência tem relevância no que concerne a melhor racionalização dos recursos e planejamento da demanda para atendimento em tempo, qualidade e quantidade com máxima excelência para seus clientes. O cálculo da previsão da demanda por Simulação de Monte Carlo é uma das várias alternativas que estão disponíveis.

Quanto aos resultados obtidos pela aplicação da Simulação de Monte Carlo na previsão de demanda para os quatro Produtos de maior representatividade no faturamento anual, percebe-se que os dados mostraram-se confiáveis, uma vez que estão próximos dos valores reais considerados no histórico de vendas do ano de 2016, o que coloca a Simulação de Monte Carlo como técnica eficiente para projeções de demandas futuras.

Como limitação destaca-se o curto período de um ano de histórico de vendas, se o período fosse maior, de dois a três anos por exemplo, poderia ter apresentado um resultado mais significativo.

Como sugestão de futuros trabalhos, destaca-se a comparação dos resultados da projeção com os resultados de vendas no ano de 2017 além de comparar com outras técnicas tradicionais de projeção de estoques.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BANKS, J.; CARSON, J.; NELSON, B. Discrete-event system simulation. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

BUCCHIANERI, R. Juliano. Previsão de demanda por simulação de monte carlo em Uma franquia especializada em produtos de beleza. Anais do XLVIII SBPO, Vitória , ES, 2016.

FERREIRA, T. S. et al. Previsão de demanda utilizando simulação de monte Carlo: Estudo de caso na empresa Crisófoli Biossegurança. Anais do III Encontro De Engenharia de Produção Agroindustrial (III EEPA), 3, Campo Mourão, PR, 2003.

GIL, Carlos Antônio. Métodos e Técnicas de Pesquisa. 5 ed. São Paulo: Atlas 1999.

HEIZER, J.; RENDER, B. Operations Management.5. ed. Hemel Hempstead, Prentice Hall, 1999.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. Introduction to Operations Research. 6th ed. New York: McGraw Hill, 1995.

IRFFI, G. et al . Previsão da demanda por energia elétrica para classes de consumo na região Nordeste, usando OLS dinâmico e mudança de regime. Econ. Apl., Ribeirão Preto, v. 13, n. 1, 2009 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-80502009000100004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-80502009000100004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 27 de Novembro de 2016.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. J. Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

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

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3º Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LUSTOSA, P. R. B.; PONTE, V. M. R.; DOMINAS, W. R. Simulação. In: CORRAR, L. J.; THEÒPHILO, C. R. (Org.). Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração. São Paulo: Atlas, 2004.

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

METROPOLIS, N.; ULAM, S. The Monte Carlo method. Journal of the American Statistical Association, v. 44, n. 247, p. 335-341. 1949.

MOORE, J. H., WEATHERFORD, L. R. Decision modeling with Microsoft Excel. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

MORAIS. M. de F. Pesquisa Operacional Aplicada - Apostila. Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial. Fecilcam: Campo Mourão, 2010.

MOREIRA, D. A. Pesquisa operacional: curso introdutório. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

NASCIMENTO, A. M.; ZUCCHI, A. L. Modelos de simulação. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1997. 40 p. Monografia – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

PRADO, D. Teoria das Filas e da Simulação, 2ª ed. Nova Lima: INDG, 2004.  
SINDICOM. Anuário 2007. Disponível em: [http://www.sindicom.com.br/pub\\_sind/media/anuario\\_sindicom\\_2006-site.pdf](http://www.sindicom.com.br/pub_sind/media/anuario_sindicom_2006-site.pdf). Acesso em 13.11.2016.

SINDICOM. Anuário 2011. Disponível em: [http://www.sindicom.com.br/pub\\_sind/media/anuario\\_2011\\_lancamento\\_v3.pdf](http://www.sindicom.com.br/pub_sind/media/anuario_2011_lancamento_v3.pdf). Acesso em 13.11.2016.

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

VERGARA, S. C. Métodos de Pesquisa em Administração. São Paulo: Ed. Atlas. 2005.

ZAN, G. L.; SELLITTO, M. A. Técnicas de previsão de demanda: um estudo de caso triplo com dados de venda de materiais eletro-mecânicos. Revista da Gestão, Operação e Sistemas (GEPPROS), v. 4, p. 95-106, 2007.