



## **APLICAÇÃO DA ABORDAGEM ESTOCÁSTICA BASEADA EM SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO [SMC]: UM ESTUDO DE CASO**

**Paulo Henrique dos Santos**

PUC/GO – MEPROS / Av. Universitária, nº 1.440, Setor Universitário, Goiânia/GO  
paulohsantos50@gmail.com

**Solange da Silva**

PUC/GO – MEPROS / Av. Universitária, nº 1.440, Setor Universitário, Goiânia/GO  
solansilva.ucg@gmail.com

**Juliano Resende Bucchianeri**

PUC/GO – MEPROS / Av. Universitária, nº 1.440, Setor Universitário, Goiânia/GO  
juliano.resende@ifro.edu.br

**Nilson Carvalho da Mata**

PUC/GO – MEPROS / Av. Universitária, nº 1.440, Setor Universitário, Goiânia/GO  
nilson.carvalhodamata@gmail.com

**Thiago Moura de Moraes**

PUC/GO – MEPROS / Av. Universitária, nº 1.440, Setor Universitário, Goiânia/GO  
eng.thiagomoura@gmail.com

### **RESUMO**

O artigo diz respeito à aplicação e benefícios da Simulação de Monte Carlo [SMC] proposto para análise das incertezas e riscos de resultados de determinada operação no mercado de mini contratos futuros. O *software* Crystal Ball® [CB] é um programa de simulação que ajuda a analisar as incertezas associadas a modelos. O principal objetivo do artigo é analisar as incertezas e o risco considerado nos resultados de um estudo de caso envolvendo mini contratos futuros na modalidade *day trade*. Os resultados da simulação [10.000 replicações] consistem em gráficos de frequência e relatórios estatísticos. Os resultados deste estudo podem ser utilizados na realização de uma análise de ganhos financeiros relacionados a operações *day trade* de diversas origens. Concluiu-se que a abordagem estocástica é um método poderoso para a quantificação do parâmetro de incerteza, podendo ajudar os profissionais e tomadores de decisão, na gestão de suas diversas aplicações.

**PALAVRAS CHAVE.** Simulação de Monte Carlo [SMC]; Crystal Ball® [CB]; Mini contrato futuro.

**SIM - Simulação / AD&GP - PO na Administração e Gestão da Produção**

### **ABSTRACT**

The article concerns the implementation and benefits of Using Monte Carlo Simulation [MCS] proposed for the analysis of the uncertainties and risks of results of particular operation on the market of mini futures contracts. The software Crystal Ball® [CB] is a simulation program that helps to analyze the uncertainties associated with models. The main goal of this article is to analyze the uncertainties and the risk considered the results of a case study involving mini futures contracts on day trading. The results of the simulation [10,000 replications] consist of graphs of frequency and statistical reports. The results of this study can be used to perform an analysis of financial gain related to day trade operations of various origins. It was concluded that the stochastic approach is a powerful method for the quantification of parameter uncertainty, which can help professionals and decision-makers, in the management of its various applications.

**KEYWORDS.** Monte Carlo simulation [MCS]; Crystal Ball® [CB]; Mini futures contract.  
**SIM - Simulation / AD&GP - OR in Administration & Production Management**



## 1. Introdução

A simulação e as estatísticas têm a maior taxa de aplicação sobre todas as outras ferramentas. Os benefícios de uma abordagem de modelagem de simulação são: [I] a compreensão da probabilidade de resultados específicos, [II] a capacidade de identificar e exame de condução variáveis dentro de um modelo, [III] um muito mais modelo flexível e [V] tabelas resumo claro e relatórios. A simulação é particularmente útil quando os problemas exibem uma significativa incerteza, que é geralmente difícil de tratar analiticamente [Bieda, 2013].

O foco do artigo diz respeito à aplicação e benefícios da Simulação de Monte Carlo [SMC] proposto para estimar o ganho financeiro de determinada operação financeira, analisando suas incertezas e riscos. Para conhecimento, não há SMC na literatura até o momento sobre este tipo de resultado obtido de uma operação empírica semelhante em mini contratos futuros.

O principal objetivo do artigo é analisar as incertezas e o risco considerado nos resultados de um estudo de caso envolvendo mini contratos futuros na modalidade *day trade*, encontrando o percentual de risco considerado após a execução do *software* Crystal Ball® [CB].

O *software* Crystal Ball® [CB], programa de simulação que ajuda analisar as incertezas associadas a modelos Microsoft® Excel por SMC, foi proposto para calcular os resultados das operações *day trade* em mini contratos futuros.

A Seção 2 traz conteúdos essenciais sobre a SMC. Na seção 3 haverá informações, as quais originaram os dados coletados. A seção 4 traz o método utilizado. O experimento e resultados obtidos pela computação são mostrados na Seção 5. A conclusão das observações é apresentada na seção 6..

## 2. Permissões da Simulação de Monte Carlo [SMC]

Os modelos de previsões baseadas em SMC são capazes de lidar com a incerteza significativa nas entradas da dinâmica complicada de condições durante a tomada de decisão [CAI *et al.*, 2015], neste estudo de caso, as decisões relacionadas ao *setup*.

A SMC é uma das ferramentas estocásticas mais generalizadas que analisa incertezas do modelo [Bieda, 2013]. Uma das aplicações de SMC é a obtenção de médias ao longo de um estatístico conjunto canônico [Bandyopadhyay, 2013]. Assumindo a definição estocástica dos dados do processo, pode-se avançar a pesquisa, que propõe o uso de técnicas estatísticas e simulação de Monte Carlo para estimar a probabilidades [ACEBES *et al.*, 2015].

Monte Carlo é obtível dentro de uma quantidade bastante razoável de esforço computacional. SMC é um método usado bem conhecido para determinar probabilidades. Resolver um problema de programação dinâmica por simulação não é uma novidade [CARDOSO, *et al.*, 2013]. No entanto, enquanto amplamente utilizado em muitos contextos, não têm sido utilizadas SMCs na resolução de problemas de risco em análise de operações *day trade* de mini contratos futuros. O alvo de avaliação é o valor esperado do resultado financeiro alcançado probabilisticamente interpretado de maneira simples [CAI *et al.*, 2015].

A ferramenta de SMC permite considerar um comportamento flutuante para a demanda, mas também vários cenários de correlação entre os dados [VALLÉE *et al.*, 2013]. A análise financeira do caso de aplicação é capaz de demonstrar que a SMC gera informações substanciais sobre o risco do projeto [Arnold; Yildiz, 2015], neste caso o *setup*.

SMC é um modelo estocástico que utiliza geração de números aleatórios para selecionar valores para os parâmetros [SOUZA *et al.*, 2015]. Assim, é uma técnica que é bem adequada para elucidar os efeitos do parâmetro de incerteza. Também poderia ser usada para explorar os efeitos do modelo e o cenário de incerteza [HUDSON; TILLEY, 2014].

Permite resolver problemas com a simulação de cenários e o posterior cálculo de um valor esperado, possibilitando a implantação de hipóteses adicionais nas previsões. Os experimentos da SMC são excelentes para destacar o conceito de amostras repetidas, a base da maior parte da inferência estatística clássica [SOUZA *et al.*, 2015].



## 2.1. Aplicação da SMC em áreas variadas

Kasperski *et al.* [2015] utilizaram a SMC para demonstrar como a morfologia dos agrupamentos supramoleculares podem ser ajustados por meio da manipulação de parâmetros intrínsecos dos blocos de construção e modificada pela presença de átomos de metal adsorvidos. Usando a SMC, conseguiu a ativação de dois ou mais segmentos terminais, que levam à formação de nanoestruturas variando isoladas. Permitiu-se a identificação das principais diferenças estruturais, encontrando a melhor escolha para obter a estrutura alvo.

A abordagem de Acebes *et al.* [2015] usa a SMC para obter informações sobre o comportamento esperado do projeto. Explorando diversas maneiras, usando diferentes metodologias de aprendizagem estatística de forma estruturada. A abordagem permitiu detectar situações de anomalias no que diz respeito a definição do projeto, tendo em conta a possível correlação entre tempo e custo que as metodologias anteriores ignoram.

Arnold e Yildiz [2015] usaram a SMC para análise de risco com base em toda uma representação do ciclo de vida de projetos sobre tecnologias de energias renováveis descentralizadas. A SMC ofereceu consideráveis vantagens metodológicas, permitindo a variação de vários parâmetros de entrada difusos ou incertos na avaliação financeira de um projeto que reflete o fato de que as previsões estão sempre expostas a algum grau de incerteza. As probabilidades de ser menor ou maior do que um determinado valor alvo ou de estar dentro de um intervalo de confiança pode ser determinada pela SMC. Portanto, possibilitou aos investidores avaliarem o risco e a volatilidade de um investimento, projetando uma infraestrutura com mais facilidade. A SMC auxilia na otimização conceitual da concepção de um projeto de investimento em relação aos retornos de capital e segurança. Uma vez que ambas as questões são decisivas para credores e investidores.

Na busca empírica sobre informações dos mini contratos do índice Bovespa, não se obteve sucesso em publicações relevantes, portanto este artigo irá explorar com maior veemência a SMC e as análises extraídas do CB. Aproveita-se o estudo real dos dados sobre os contratos de mini índices, mantendo o caráter inédito da pesquisa e demonstrando as vantagens de se trabalhar com a simulação antes de iniciar um investimento financeiro.

## 3. Estudo de caso sobre a operação dos mini contratos futuros

Segundo a BMF Bovespa®, mini contrato futuro é um indicador do desempenho médio, expressado por quantidade de pontos, das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do mercado de ações brasileiro, busca viabilizar que os investidores, em especial, pessoas físicas e pequenas empresas, possam iniciar suas atividades no mercado de derivativos.

A operação de compra e venda dos mini contratos é realizado através do *Home Broker*. A operação que originou os dados deste artigo se chama *day trade*, ou seja, operações de compra e venda de contratos futuros no mesmo dia, possibilitando iniciar uma operação de venda antes da compra e vice-versa.

Neste estudo de caso real, o investidor iniciou suas operações baseadas em uma maneira empírica de analisar suas compras e suas vendas. Ele realiza duas compras e duas vendas ou vice-versa por dia.

A primeira decisão de compra ou venda acontece às 10:59:59 do dia, após entrar na posição neste horário, o investidor determina o fechamento da posição às 16:59:59. O investidor estipula uma regra básica em sua maneira de operar, nesta posição, que se pode chamar de P1, ele opera com uma perda máxima no dia de 500 pontos e um ganho ilimitado.

A segunda decisão de compra ou venda acontece às 17:00:00, ele abre uma nova posição, chamada de P2, com um limite de perda máximo de 100 pontos e ganho ilimitado.

Na Figura 1 é mostrado o gráfico que o investidor em questão utiliza para determinar suas compras ou vendas dos dias.



FIGURA 1: Gráfico de velas de mini contratos futuros.

Fonte: [BMF Bovespa®, WINFUT 60 minutos, dia 24 de Outubro de 2016]

O gráfico utilizado, é chamado pelos *traders* de “gráfico de velas”, também denominado pela corretora. São gráficos que medem a quantidade de pontos em determinado tempo, este, por exemplo, está medindo os pontos de 60 em 60 minutos, iniciando às 09:00:00 e encerrando às 18:00:00. O dia do exemplo da Figura 1 foi 24/10/2016. Nele se observa o momento da abertura de cada hora do gráfico, o valor máximo e o valor mínimo de cada hora e seu momento de fechamento.

A vela vermelha representa uma queda nos pontos, por exemplo, a vela das 16:00:00 às 17:00:00 identificada na Figura 1, abriu com um valor de 65.315 pontos, chegou a 65.335 pontos, obteve um mínimo de 65.005 pontos e fechou em 65.095 pontos, como sua abertura foi maior que seu fechamento, quer dizer que das 16:00:00 até às 17:00:00 o mercado obteve um perda de 220 pontos.

A vela verde, representa um aumento dos pontos, por exemplo, a vela das 10:00:00 às 11:00:00 identificada na Figura 1, abriu em 65.530 pontos, obteve uma máxima de 65.810 pontos, chegou a uma mínima de 65.500 pontos e fechou em 65.800 pontos, caracterizando em um ganho no mercado de 270 pontos.

A posição P1 é aberta em compra, se caso o mercado atingir igual ou maior que 65 pontos acima do ponto máximo da vela de 10:00:00 às 11:00:00, por exemplo, na vela da Figura 1, o ponto máximo é de 65.810 pontos, então o ponto de compra seria quando o mercado atingir 65.875 pontos. A abertura do P1 em venda acontece da mesma forma mas agora obtendo o mínimo como parâmetro, exemplo, como o mínimo foi 65.500 pontos, há uma subtração de 65 pontos, então se o mercado atingir 65.435 se abre a posição em venda. No exemplo da Figura 1 aconteceu uma venda.

Na posição P2 a operação é diferente, imediatamente às 17:00:00 em ponto, assim que a posição P1 é fechada, a posição P2 é aberta. A posição P2 observa a cor da vela das 16:00:00 às 17:00:00, se estiver em queda, imediatamente se inicia uma venda, se estiver em crescimento, imediatamente se inicia uma compra. Os limites de compra e venda de cada posição já foram especificados anteriormente.



Os resultados referentes às operações realizadas no período, foram expressados no Quadro 1, são os quocientes mensais em pontos da soma dos resultados das posições diárias de P1 e P2.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Data	Resultado	Data	Resultado	Data	Resultado	Data	Resultado
2	-	-	jan/13	2020	jan/14	1590	jan/15	-990
3	-	-	fev/13	1405	fev/14	2445	fev/15	-225
4	-	-	mar/13	-920	mar/14	3395	mar/15	3240
5	-	-	abr/13	1320	abr/14	2885	abr/15	935
6	-	-	mai/13	460	mai/14	1690	mai/15	1610
7	-	-	jun/13	-1390	jun/14	2510	jun/15	-600
8	jul/12	2300	jul/13	-65	jul/14	-220	jul/15	1365
9	ago/12	-745	ago/13	1125	ago/14	600	ago/15	3170
10	set/12	790	set/13	2500	set/14	1015	set/15	1685
11	out/12	1820	out/13	2430	out/14	2645	out/15	1275
12	nov/12	3385	nov/13	320	nov/14	-650	nov/15	385
13	dez/12	905	dez/13	790	dez/14	-165	dez/15	735

QUADRO 1: Resultados em pontos, obtidos pelas operações.

Fonte: [Elaborado pelo autor]

O Quadro 1 mostra os ganhos e perdas das operações realizadas pelo investidor entre o período de Julho de 2012 à Dezembro de 2015. Os resultados estão em pontos e identificados respectivamente por cada mês de operação.

#### 4. Método

Na pesquisa foi aplicado o método descritivo, através da estatística descritiva dedicada a um estudo de caso empírico. A metodologia adotada neste presente estudo é fidedigna para alcançar os resultados, ajudando a determinar a decisão sobre as incertezas dos quocientes do estudo de caso de uma operação em mini contratos futuros utilizando a SMC, ou seja, o método empregado é capaz de conduzir a pesquisa para o alcance dos objetivos estabelecidos.

O estudo também mede o valor em risco referente aos resultados, analisa o comportamento do modelo e fornece uma análise de sensibilidade. Os dados foram obtidos através de um investidor, que os disponibilizou para pesquisa, incluindo os resultados de suas operações de Julho/2012 à Dezembro/2015.

O investidor faz operações *day trade* desde 2012, mas não se embasa em nenhum estudo científico para realizar suas operações. Suas decisões são tomadas baseando-se no histórico de médias de ganhos ou perdas dos rompimentos para mais ou para menos das velas de 60 minutos mostradas na Figura 1, já exemplificados neste artigo. Ele notou que os rompimentos das velas de 10:00:00 às 11:00:00 com determinadas regras, se obtém ganhos a longo prazo.

Este estudo de caso se mostra como boa oportunidade para aplicabilidade da SMC para o alcance da dimensão do risco e incerteza da operação financeira. A análise probabilística utilizando o método de MC e a construção de modelos usando CB, consiste nos seguintes passos [Bieda, 2013]:

- Desenvolver o modelo de planilha;
- Definir o pressuposto para variáveis probabilísticas;
- Definir células de previsão, ou seja, as variáveis de interesse de saída;
- Definir um número de replicação;
- Executar a simulação.



## 5. Experimento, discussão e resultados

A princípio foi verificada a normalidade dos dados coletados do estudo de caso. Spivey *et al.* [2013] indicam que para um melhor ajuste do modelo simulado, a normalidade dos dados é importante. Em seu estudo ele indica o teste de Shapiro-Wilk, que pode ser realizado para verificar se o conjunto de dados é normalmente distribuído. No teste de Shapiro-Wilk a hipótese nula é que as amostras seguem a distribuição normal.

O teste de Shapiro-Wilk calcula uma estatística de teste que corresponde a alguns valores de p. Um valor-p é a probabilidade de obter essa estatística de teste de valor, assumindo que a hipótese nula, da distribuição normal, é verdade. Dependendo do nível de significância estatística desejada, um nível de  $\alpha$  é escolhido. E se o teste de Shapiro-Wilk der um valor de p menor do que o nível de  $\alpha$  escolhido em seguida, a hipótese nula dos dados distribuídos normalmente é rejeitada. Isto significa que o desvio da distribuição normal é significativo o suficiente para justificar a sua rejeição.

Este teste envolve *software* Action Stat juntamente com o Excel. No teste de normalidade Shapiro-Wilk realizado com os dados deste estudo de caso, tendo como valor de  $\alpha = 5\%$ , o resultado do valor-p é dado por 0,4395 ou 43,95%. Portanto, a hipótese nula não é rejeitada e amostra dos dados é considerada normal.

### 5.1. Desenvolvimento do modelo de planilha

Partindo dos resultados apresentados no Quadro 1, foi construído o Quadro 2, neste quadro foram trazidas as variáveis determinísticas e probabilísticas de entrada da simulação, para tal análise.

Nas linhas Custos, todos sendo valores determinísticos, está o custo de custódia, este custo é cobrado pela empresa responsável pelo *home broker* a cada mês pela custódia do dinheiro, também consta o custo de corretagem, o custo de corretagem representa o custo por cada abertura de posição de compra ou de venda, sendo o valor de R\$ 0,35 por contrato. O investidor tem operado com 10 contratos desde Julho/2012, gerando um custo diário igual a 0,35 [corretagem/contrato] x 10 [quantidade de contratos] = 3,50 x 4 [quantidade de abertura de posições/dia] = R\$ 14,00/dia. Chegou-se a o valor de R\$ 308,00, através da multiplicação da corretagem/dia pela quantidade considerada de 22 dias úteis dentro do mês.

	A	B	C
1	<b>Custos</b>		
2	Custo de custódia	R\$ 6,90	<i>Determinístico</i>
3	Custo de corretagem	R\$ 308,00	<i>Determinístico</i>
4	Custo total	R\$ 314,90	<i>Determinístico</i>
5	<b>Ganhos/Perdas</b>		
6	Ganho/Perda em ponto	0	<i>Normal</i>
7	Ganho/Perda por ponto	R\$ 2,00	<i>Determinístico</i>
8	<b>Apuração</b>		
9	Lucro (previsão)	-R\$ 314,90	<i>Previsão</i>

QUADRO 2: Tabela com os dados a serem simulados.

Fonte: [Elaborado pelo autor]

Nas linhas de Ganhos/Perdas, primeiramente estão os ganhos/perdas, em valores probabilísticos, relacionados a quantidade de pontos alcançados por mês. Todavia, para este exemplo será utilizada apenas a distribuição normal, já verificada no início desta seção, sobre os dados históricos das operações do investidor. De forma determinística se traz o ganho/perda por ponto, sendo o valor de R\$ 0,20 [ganho/perda por contrato] x 10 [quantidade de contratos] = R\$ 2,00/ponto.

Na linha de apuração, o Lucro representa o ganho/perda por ponto x o ganho/perda em pontos, menos o custo total. As etapas apresentadas no Quadro 2 são muito importantes, pois toda modelagem usará as variáveis identificadas. Se houver algum erro nos dados, poderá



comprometer a análise e o resultado do experimento, ocasionando em decisões incertas a respeito da simulação.

## 5.2. Definição dos pressupostos para variáveis probabilísticas

As incertezas neste caso estão relacionadas às quantidades de pontos ganhos ou perdidos nas operações do investidor, podendo determinar futuras perdas ou ganhos financeiros utilizando seu método empírico de operação.

A variável probabilística está localizada na coluna “B” linha “6” identificada como pressuposto da análise no Quadro 2. O pressuposto para a variável probabilística de entrada foi definido utilizando a distribuição normal. A definição do pressuposto para uma distribuição normal exige a inclusão do desvio padrão e a média dos dados, neste caso, os dados do Quadro 1, utilizando a fórmula =DESPAD.P[B8:B13;D2:D13;F2:F13;H2:H13] no Microsoft Excel obtêm-se o valor de 1283,318828 como desvio padrão e utilizando a fórmula =MÉDIA[H2:H13;F2:F13;D2:D13;B8:B13] obteve-se o valor de 1161,309524, estas entradas no *software* CB, são mostradas na Figura 2.

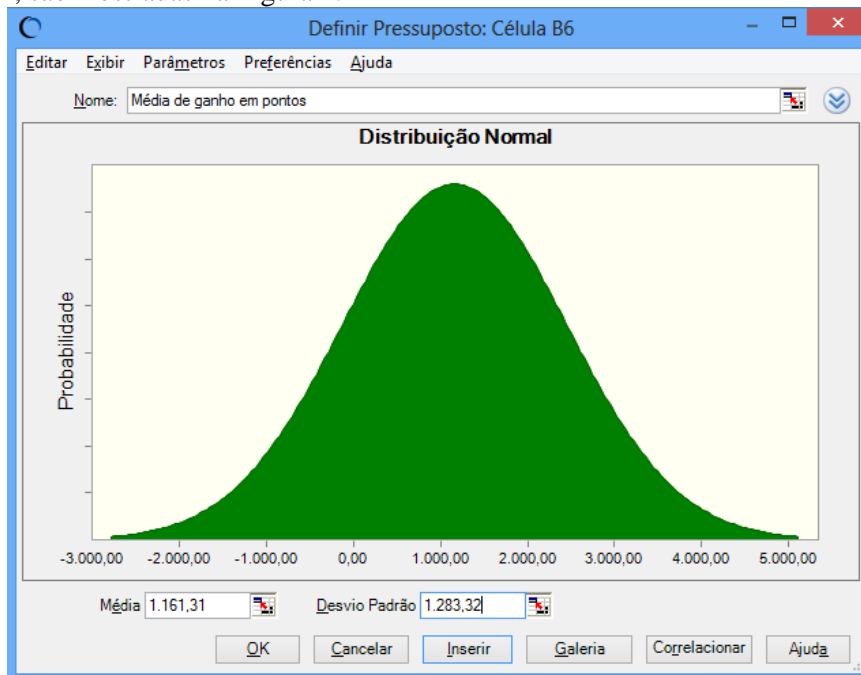


FIGURA 2: Configuração do pressuposto para variável de entrada.

Fonte: [Crystal Ball®, 2017]

A abordagem estatística para a incerteza cada vez se torna mais semelhante aos eventos ambientais. Técnicas probabilísticas, como a SMC, toma a relevância ambiental dos pressupostos em conta, e, finalmente, fazer a interpretação clara. Entre as ferramentas probabilísticas, a análise SMC tem-se aumentado nos últimos anos [BIEDA, 2013].

## 5.3. Definição da célula de previsão, ou seja, as variáveis de interesse de saída

A variável de interesse de saída que o *software* dá-se o nome de “Previsão”, representa a apuração dos resultados identificada como lucro, sua fórmula no Microsoft Excel é descrita por = [B6\*B7]-B4, que seria o ganho/perda por ponto x o ganho/perda em pontos, menos o custo total, servindo para averiguar os valores da simulação. A unidade de valor de saída da simulação escolhida foi expressa em R\$.

## 5.4. Definição do número de replicações



Souza *et al.* [2015], argumentam que com o *software* CB pode realizar cerca de 10.000 replicações de forma simples, coisa que antigamente somente era possível com supercomputadores.

Sabbag e Costa [2015] utilizam 10.000 replicações em seu estudo, envolvendo os custos da produção de leite. Noronha *et al.* [2014] utilizam da mesma forma 10.000 replicações, onde se estuda a gestão do processo de desenvolvimento de produtos em uma indústria de autopeças. Oliveira e Neto [2012] trazem em sua pesquisa a avaliação da pertinência da utilização da técnica de SMC na mensuração das incertezas inerentes à metodologia de avaliação de empresas pelo fluxo de caixa descontado, de maneira semelhante usou-se 10.000 replicações.

Pegando como base o apoio teórico de outras pesquisas, neste artigo também se realizou 10.000 replicações da simulação. Segundo Arnold e Yildiz [2015], o número de replicações pode interferir nos resultados da simulação, pressupondo que um número maior de replicações se alcança resultados mais estáveis.

### 5.5. Executando a simulação

Na Figura 3, após a execução da simulação é possível observar os seguintes dados relacionados aos valores de previsão: a média, mediana, desvio padrão, variância, erro padrão da média, dentre outros resultados observados.

10.000 Avaliações		
Estatística	Ajuste: Normal	Valores de previsão
▶ Avaliações	---	10.000
Caso Base	---	-R\$ 314,90
Média	R\$ 2.027,72	R\$ 2.027,72
Mediana	R\$ 2.027,72	R\$ 2.031,18
Moda	R\$ 2.027,72	---
Desvio Padrão	R\$ 2.572,12	R\$ 2.572,12
Variância	R\$ 6.615.808,99	R\$ 6.615.808,99
Obliquidade	0,00	-0,0151
Curtose	3,00	2,98
Coefficiente de Variação	1,27	1,27
Mínimo	-Infinito	-R\$ 8.005,50
Máximo	+Infinito	R\$ 11.199,59
Erro Padrão Média	---	R\$ 25,72

FIGURA 3: Estatísticas da simulação realizada.

Fonte: [Crystal Ball®, 2017]

Posteriormente a execução da simulação, observa-se na Figura 4 que a média é de R\$ 2.027,72. Como já mostrado na Figura 2, uma média de pontos de 1.161,31 e no Quadro 2 o valor de R\$ 2,00 por cada ponto ganho ou perdido, chega-se ao valor de R\$ 2.322,62, que representa a média de pontos vezes o valor por ponto, mostrando que o valor do histórico dos dados é maior do que o resultado da simulação.

Utilizando o mesmo cálculo do parágrafo anterior, pode-se comparar o valor mínimo do histórico com o valor mínimo do resultado simulado, o histórico representa R\$ - 2.780,00 e o simulado representa R\$ - 8.005,50. Já o valor máximo do histórico é de R\$ 6.790,00 e o simulado de R\$ 11.199,59. Através deste resultado, mostra-se que na simulação há uma variabilidade dos dados maior do que no histórico.



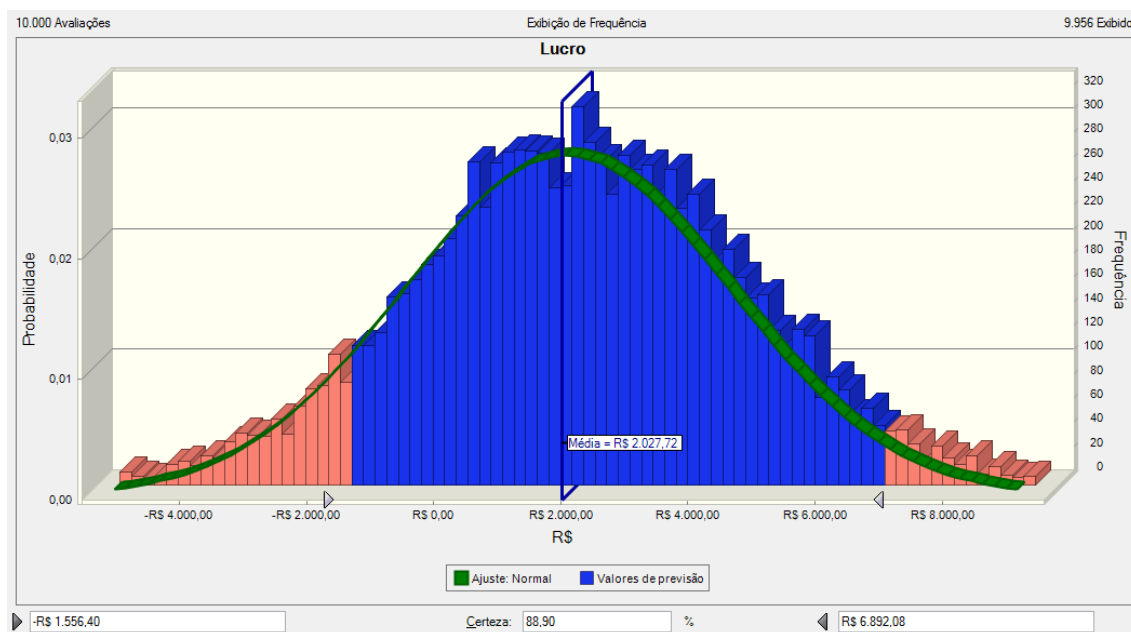


FIGURA 4: Exibição do gráfico de frequência de previsão de lucro.

Fonte: [Crystal Ball®, 2017]

Observando a Figura 4, conclui-se que há uma certeza de 88,90% que este tipo de operação realizada pelo investidor do estudo de caso terá seu resultado financeiro mensal entre R\$ - 1.556,40 e R\$ 6.892,08. Mostra-se uma um grau de certeza elevado para estes resultados.

O CB possibilita a definição de intervalos para a verificação do percentual de certeza, este recurso pode ser usado para verificar o percentual de certeza interessante da operação.

## 5.6. Análise do risco

Modelos de previsões baseadas em SMC são capazes de lidar com incertezas significativas. De forma que os resultados podem ser probabilisticamente interpretados de maneira simples [CAI *et al.*, 2015].

De acordo com Souza *et al.* [2015] a SMC pode ser utilizada para a avaliação dos riscos envolvidos expressos de forma simples e de fácil entendimento para auxílio nas decisões. Obtendo desta forma, indicadores estocásticos probabilísticos ao invés de indicadores determinísticos.

No estudo de Rocha *et al.* [2016], explanam-se que os resultados da análise de simulação são fortemente dependentes das premissas feitas para a variável de risco. Em sua pesquisa foram construídos três cenários: pessimista, realista e otimista.

Neste estudo de caso, considera-se o cenário realista, a análise já feita sobre os resultados da Figura 4, restando fazer a análise pessimista e otimista dos resultados.

A análise pessimista é mostrada na Figura 5, onde se mostra que há uma obtenção de certeza de 21,21% que os resultados da operação do investidor ficarão entre R\$ 0,00 e R\$ - 8.005,50. Este grau de certeza se mostra baixo para este cenário pessimista, mesma havendo o risco do prejuízo.

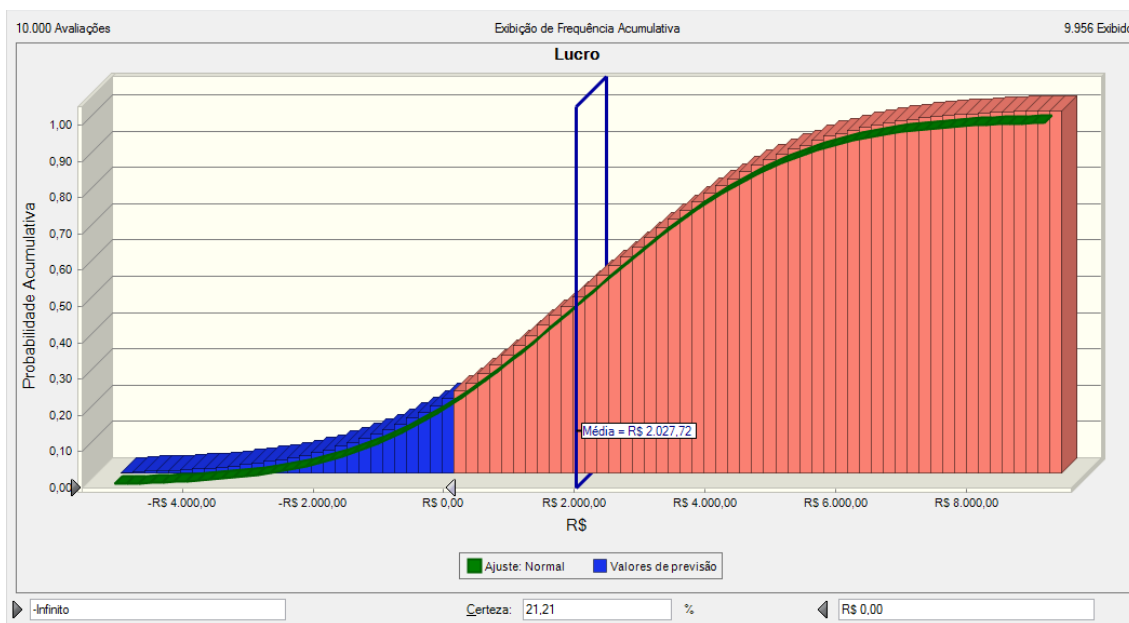


FIGURA 5: Exibição do gráfico de frequência de previsão pessimista.  
Fonte: [Crystal Ball®, 2017]

A simulação não tem a capacidade de garantir 100% de certeza, mas pode se alcançar a mitigação do risco relacionado a tal operação financeira.

A análise otimista é mostrada na Figura 6, com a obtenção de uma certeza de 78,79% que os resultados da operação do investidor alcancem um lucro que fique entre R\$ 0,00 e R\$ 11.199,59. O cenário otimista se mostra um risco baixo e grau de certeza elevado.

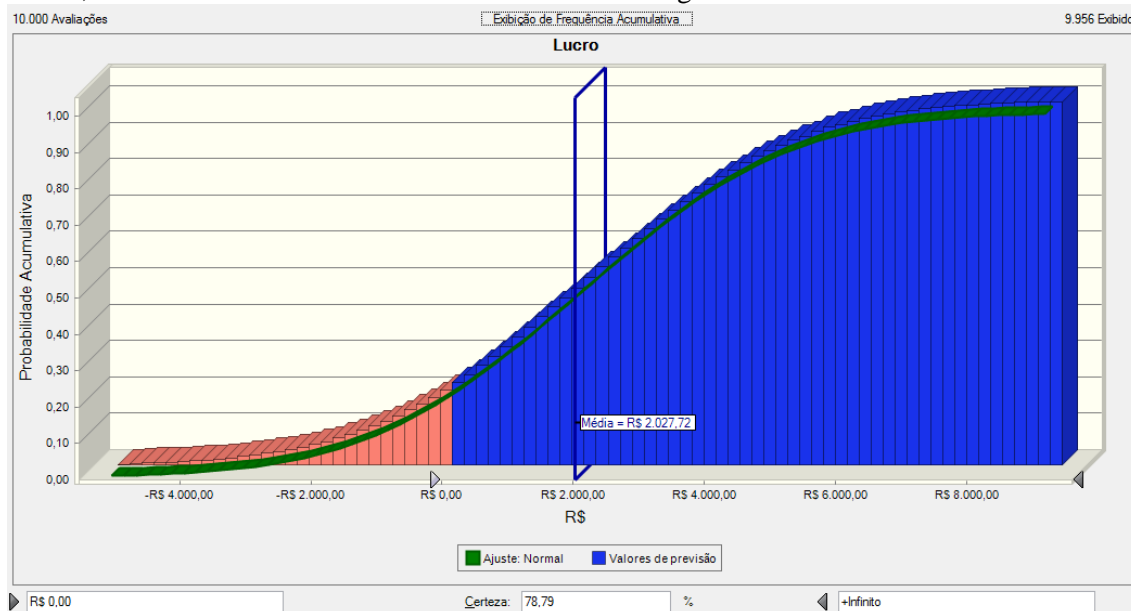


FIGURA 6: Exibição do gráfico de frequência de previsão otimista.  
Fonte: [Crystal Ball®, 2017]

Os resultados financeiros previstos neste artigo ainda carecem de outros custos, que será atribuído aos valores. Os custos relacionados são referentes às margens de garantia para a realização das operações. Estas margens variam de corretora para corretora, mas não influenciam nos resultados apresentados, pois é um dinheiro que o investidor deposita como garantia, somente perde o dinheiro se a operação for mal sucedida. O outro custo é o imposto de renda, que de forma semelhante não influencia nos resultados financeiros da previsão, mas terá que ser



descontado do lucro do investidor a cada mês. No Brasil segundo o site da BMF Bovespa®, o imposto para operações *day trade*, está em 21%.

## 6. Conclusão

Neste estudo, os resultados da simulação sugerem que o método de MC, empregado para analisar as incertezas e os riscos considerados nos resultados de um estudo de caso, onde envolve mini contratos futuros na modalidade *day trade*, é uma ferramenta muito útil, pois podem ser observados cenários e obter uma porcentagem de certeza perante os resultados previstos.

O *software* Crystal Ball® [CB] revela-se como um instrumento de instalação simples e de compreensível configuração e utilização. Comprovam-se funções no CB que sustenta as decisões de riscos de estimativas de lucro ou prejuízo em determinada operação financeira, onde há a possibilidade de aferições mais precisas.

É necessária a construção de um bom modelo para a correta utilização da simulação. A abordagem estocástica é um método poderoso para a quantificação do parâmetro de incerteza dos resultados obtidos, promovendo suporte aos profissionais e tomadores de decisões na gestão de suas diversas operações financeiras, encontrando o percentual de certeza para determinados resultados.

A simulação revela-se como um potente instrumento, porém não pode ser atribuída a mesma como a única fonte de informação para tomada de decisões. Portanto é uma ferramenta de apoio e não uma verdade plena.

## Referências

ACEBES, F.; PEREDA, M.; POZA, D.; PAJARES, J.; GALÁN, J. M. Stochastic earned value analysis using Monte Carlo simulation and statistical learning techniques. *International Journal of Project Management*, v. 33, n. 7, p. 1597-1609, 2015.

ARNOLD, U.; YILDIZ, Ö. Economic risk analysis of decentralized renewable energy infrastructures—A Monte Carlo Simulation approach. *Renewable Energy*, v. 77, p. 227-239, 2015.

BANDYOPADHYAY, P. Increasing the efficiency of Monte Carlo simulation with sampling from an approximate potential. *Chemical Physics Letters*, v. 556, p. 341-345, 2013.

BIEDA, B. Application of stochastic approach based on Monte Carlo [MC] simulation for life cycle inventory [LCI] to the steel process chain: Case study. *Science of the Total Environment*, v. 481, p. 649-655, 2014.

BIEDA, B. Stochastic approach to municipal solid waste landfill life based on the contaminant transit time modeling using the Monte Carlo [MC] simulation. *Science of the Total Environment*, v. 442, p. 489-496, 2013.

BM&F Bovespa. Índice Bovespa: Futuro Mini de Ibovespa. Disponível em: <[http://www.bmfbovespa.com.br/pt\\_br/produtos/listados-a-vista-e-derivativos/renda-variavel/futuro-mini-de-ibovespa.htm](http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/listados-a-vista-e-derivativos/renda-variavel/futuro-mini-de-ibovespa.htm)> Acesso em: 28 de Outubro de 2016.

BOCCHETTI, V.; DIEP, H. T. Monte Carlo simulation of melting and lattice relaxation of the [111] surface of silver. *Surface Science*, v. 614, p. 46-52, 2013.

CAI, T.; WANG, S.; XU, Q. Monte Carlo optimization for site selection of new chemical plants. *Journal of environmental management*, v. 163, p. 28-38, 2015.



CARDOSO, R. T. N.; TAKAHASHI, R. H. C.; CRUZ, F. R. B. Pareto optimal solutions for stochastic dynamic programming problems via Monte Carlo simulation. *Journal of Applied Mathematics*, 2013.

HUDSON, A.; TILLEY, D. R. Assessment of uncertainty in emergy evaluations using Monte Carlo simulations. *Ecological Modelling*, v. 271, p. 52-61, 2014.

KASPERSKI, A.; NIECKARZ, D.; SZABELSKI, P. Structure formation in adsorbed overlayers comprising functional cross-shaped molecules: A Monte Carlo study. *Surface Science*, v. 641, p. 269-277, 2015.

LAW, A. M. *Simulation Modeling & Analysis*. 4. ed. Boston: Ed. McGraw-Hill, 2007.

Noronha, J. C.; Mello, C. H. P.; SILVA, C.; NORONHA, J. Opções reais aplicadas à gestão do processo de desenvolvimento de produto em uma indústria de autopeças. *Gestão & Produção, São Carlos*, v. 21, n. 1, p. 77-94, 2014.

OLIVEIRA, M. R. G.; NETO, M. L. B. SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO E VALUATION: UMA ABORDAGEM ESTOCÁSTICA. *REGE Revista de Gestão*, v. 19, n. 3, 2012.

ORACLE. Oracle Crystal Ball: Informações Inigualáveis Sobre os Fatores Críticos que Afetam o Risco. Disponível em: <<https://www.oracle.com/br/products/applications/crystalball/overview/index.html>> Acesso em: 27 de Outubro de 2016.

PORTAL ACTION. Action Stat. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/sobre-o-action>> Acesso em: 29 de Outubro de 2016.

ROCHA, C. H. M.; SOUSA, R. R. C.; CAMPOS, N. S. Uma análise da situação financeira da indústria brasileira de aviação civil. *Journal of Transport Literature*, v. 10, n. 3, p. 35-39, 2016.

SABBAG, O. J.; COSTA, S. M. A. L. Análise de custos da produção de leite: aplicação do método de Monte Carlo. *Extensão Rural*, v. 22, n. 1, p. 125-145, 2015.

SOUZA, J. G. D. M.; DE NASCIMENTO, A. A.; SOUSA, R. R. D. C.; CAMPOS, N. D. S.; MONTES, A. R. S. D. S. INCERTEZA DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM PROJETO PORTUÁRIO: UMA APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO MONTE CARLO. *Gestão e Saúde*, v. 1, n. 1, p. Pag. 1042-1056, 2015.

SPIVEY, R. F.; TEKI, R.; LU, T. M. Full 3D Monte Carlo simulation of pit-type defect evolution during extreme ultraviolet lithography multilayer deposition. *Thin Solid Films*, v. 540, p. 173-182, 2013.

VALLÉE, F.; VERSÈLE, C.; LOBRY, J.; MOINY, F. Non-sequential Monte Carlo simulation tool in order to minimize gaseous pollutants emissions in presence of fluctuating wind power. *Renewable energy*, v. 50, p. 317-324, 2013.