



# XIV CONGRESO INTERNACIONAL DE COSTOS

II Congreso Colombiano de Costos y Gestión

*Los costos y la gestión en la ruta de la innovación y el conocimiento!*

## UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA VALUE AT RISK (VAR) COM SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO NA PREVISÃO DO RETORNO DE AÇÕES EM CONDIÇÕES DE INCERTEZA: ESTUDO DE CASO NA OI S.A.

### **Autores:**

William Alberto José Gaudêncio Da Silva Filho  
Bacharel Em Ciências Contábeis  
Universidade Estadual Da Paraíba – Uepb  
gau3010@hotmail.com

André Luiz De Souza  
Mestre Em Ciências Contábeis  
Universidade Estadual Da Paraíba – Uepb  
andre.uepb@gmail.com

### **Área temática:**

Gestión de costos y administración del valor

### **Metodología aplicada:**

M2 – De caso /Estudio de campo

**Medellín, Colombia, Septiembre 9, 10, 11 de 2015**

### **Convocan:**



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS CONTABLES



## RESUMO

Diversos estudos já abordaram a eficiência do uso da metodologia *Value at Risk* com Simulação de Monte Carlo, no entanto, grande parte dessas análises se deram diante de ambientes estáveis. Nesse contexto, o presente artigo objetiva testar a capacidade desse tipo de simulação em prever com precisão, diante de ambientes instáveis. Para realizar o experimento escolheu-se a empresa Oi S.A., devido esta ter sido a empresa com maior desvalorização de ações em 2014 (-76,02%), além de se encontrar diante de um processo de interesse por fusão. Os dados das variáveis analisadas foram coletados no sítio da BM&F BOVESPA. Por meio de um estudo de caso, exploratório e descritivo, com abordagem quantitativa e natureza aplicada, realizou-se inicialmente um Estudo de Eventos para confirmar a consistência do problema, se efetivamente se deu em condição de incerteza. Os resultados desse estudo demonstraram que o cenário realmente era incerto e assim seguiria para 2014, reforçado pelo teste de *Wilcoxon*, rejeitou-se a hipótese nula  $H_0$ , que considerava a normalidade do cenário. Posteriormente alocou-se através do *software @RISK inputs* que geraram por Simulação de Monte Carlo, com 10.000 iterações, *outputs* com retornos de ações simulados. Através do *Backtesting* comparando os retornos reais e os simulados, constatou-se a eficiência da simulação diante do cenário de incerteza, uma vez que, o cenário projetado por ele apresentou como resultado uma perda máxima nos retornos de -8,979%, onde o resultado real foi de -6,42%, estando dentro da margem de confiança de 99%.

**Palavras-chave:** *Value at Risk*. Simulação de Monte Carlo. Condições de Incerteza.

## ABSTRACT

Several studies have addressed the methodology use efficiency Value at Risk with Monte Carlo simulation, however, most of these analyzes are given before stable environments. In this context, this paper aims to test the ability of this type of simulation to accurately predict before uncertainties scenarios. To perform the experiment was chosen the company Hi SA because it has been the company with greater devaluation of shares in 2014 (-76.02%), and find yourself facing a process of interest by merger. The data of the variables analyzed were collected in the BM & F BOVESPA site. Through a case study nature applied with a quantitative, descriptive and exploratory approach was held initially an event study to confirm the consistency of the problem effectively occurred in uncertain condition. Subsequently allocated up @RISK software inputs that generated by Monte Carlo simulation with 10,000 iterations with outputs of simulated stock returns. The results of the event study showed that scenario really was uncertainty and thus follow in 2014, reinforced by the Wilcoxon test, rejected the null hypothesis  $H_0$ , considering the normal scenario. Backtesting by comparing actual returns and simulated by Monte Carlo, there was the efficiency of simulation on the scenario of uncertainty, since the scenario designed by him had resulted in a maximum loss of -8.979% in returns, where the actual result was -6.42%, being within the 99% confidence range.

**Keywords:** *Value at Risk*. Monte Carlo Simulation. Conditions of Uncertainty.

# 1 INTRODUÇÃO

As decisões financeiras sistematicamente são embasadas em posicionamentos futuros, o que torna imprescindível a averiguação das condições de incerteza. Donatelli e Konrath (2005) abordam que, a propagação de incertezas (desvio padrões), representam um consenso da comunidade internacional na prática dessas avaliações. No entanto, estas requerem o atendimento de certas condições de validade, tornando sua aplicabilidade restringida.

O desenvolvimento de novas técnicas, capazes de gerir os riscos com maior precisão, passou a ser mais evidenciado. Segundo Kimura *et al.* (2008), atualmente o parâmetro quantitativo de risco de mercado mais utilizado pelos agentes financeiros é o *Value-at-Risk* (VaR) ou valor em risco, que possui diversas metodologias para a sua obtenção, cada uma apoiando-se em suposições diferentes quanto às características dos fatores de risco.

A Simulação de Monte Carlo, ao contrário dos demais modelos matemáticos e estatísticos, que consideram o retorno diário das variáveis do mercado seguindo uma distribuição de probabilidade do tipo normal, é uma metodologia bastante confiável para a mensuração dos riscos financeiros, pois, é capaz de identificar uma grande variedade de riscos. Tendo em vista que essas distribuições apresentam assimetria e elevados graus de curtose.

Muitos estudos já abordaram a utilização desse tipo de simulação. Por exemplo: na previsão de custos [Pamplona; Silva, 2005; Oliveira; Lustosa, 2007; Garcia; Barros; Lustosa, 2010], avaliação do mix de produtos [Júnior; Rodrigues; Costa, 2010], análise de riscos [Milone; Famá, 2001], risco do mercado de ações [Bezerra; Carmona, 2002], dentre várias outras áreas, utilizações e aplicações, como a engenharia, medicina, sistemas computacionais, etc. Porém, todos estes estudos foram realizados analisando-se ambientes estáveis.

Com base no exposto, questiona-se: *a metodologia Value-at-Risk através da Simulação de Monte Carlo é capaz de prever o retorno de ações da empresa Oi S.A. estando estas diante de condições de incertezas?* Assim, o objetivo geral da pesquisa consiste em testar a eficiência do Método de Simulação de Monte Carlo para prever o retorno de ações, tomando por base as ações da empresa Oi S.A., que tiveram a maior desvalorização (-76,02%) dentre as ações listadas na BM&F BOVESPA no ano de 2014.

A segunda parte desse trabalho apresenta uma abordagem aos Cenários de Incerteza, voltado para o processo de Fusão da Oi S.A., tratando da gestão de risco, *Value-at-Risk* e Simulação de Monte Carlo. A terceira seção proporciona uma visualização do desenho da

pesquisa, indicando como foi realizada, a fonte de informações e seu tratamento. Na seção subsequente evidencia-se os resultados obtidos com a pesquisa, bem como comentários pertinentes. E por último, a quinta sessão apresenta as considerações finais.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Processo de fusão: Oi com a Portugal Telecom**

As empresas Oi S.A. e Portugal Telecom fazem parte do Setor de Telecomunicação das empresas com ações listadas na BM&F BOVESPA. Segundo dados da TELEBRASIL – Associação Brasileira de Telecomunicações (2015) o PIB per capita do brasileiro aumentou apenas 35% no período, findo em 2014, enquanto no mesmo período, a densidade de telefones fixos aumentou 84,5% e a de telefones celulares 3.114%.

A TELEBRASIL ainda afirma que a penetração dos serviços de telefonia só não foi maior devido ao irrisório crescimento da renda per capita no período, agravado pela maior carga tributária no mundo incidente sobre serviços de telecomunicação.

Segundo nota divulgada pela PWC em 2013, o referido ano registrou um total de 811 transações e crescimento de 5,2% no mercado de M&A (Mercado de Fusões e Aquisições) em relação a 2012. Ressaltando ainda que os investidores estrangeiros elevaram a atenção ao mercado brasileiro atingindo participação de 44% no total de transações envolvendo compra de participação minoritária, controladora ou 100%.

Corroborando com tais estimativas a Oi S.A divulgou em seu site ([www.oi.com.br](http://www.oi.com.br)) no dia 02 de Outubro de 2013 a Celebração de Memorando de Entendimento para a União de suas Atividades com a empresa estrangeira Portugal Telecom. Tal site conta com uma área específica para compartilhar informações relacionadas a esse processo de fusão denominada de “Aliança Industrial entre Oi e Portugal Telecom”.

No mesmo dia foi divulgada a apresentação da consolidação da aliança industrial entre a Oi e a Portugal Telecom, que abordou como principais destaques a integração numa só entidade listada, mudança para o Novo Mercado, equipe de gestão única e processo de tomada de decisão integrado, soma de 100 milhões de clientes, receitas opex e capex combinados de 37,5 bilhões de reais, 5,5 bilhões de reais de sinergias estimadas, maior disciplina operacional e financeira, remuneração aos acionista de 500 milhões de reais por ano e enfoque na desalavancagem.

Frente ao processo de fusão Camargos e Barbosa (2010) apontam que há controvérsias sobre o resultado na perspectiva de benefícios/ganhos o que carece de pesquisas nessa área

principalmente em decorrência de: (i) determinação de quão abrangente deve ser a amostra para que se generalizar os resultados; (ii) perspectiva de análise de curto, médio e longo prazo; (iii) métricas a serem utilizadas; (iv) como isolar os efeitos de um processo de fusão sobre o desempenho de uma empresa, tendo em vista as atividades e as estratégias que são adotadas concomitantemente.

Nesse sentido, todo processo de fusão deve ser considerado e analisado como suscetível a inúmeras evidências, com diferentes dados e metodologias, podendo inclusive envolver operações onerosas e desgastantes, não gerando o benefício esperado e muitas vezes acarretando prejuízo ao acionista.

## **2.2 Gestão de Risco**

Segundo a ISO 9000 para conduzir e operar com sucesso uma organização, é necessário dirigi-la e controlá-la de maneira transparente e sistemática. O sucesso pode resultar da implementação e manutenção de um sistema de gestão concebido para melhorar, continuamente, o desempenho, levando em consideração, ao mesmo tempo, as necessidades de todas as partes interessadas (*share* e *stakeholders*).

Uma vez que a integração do mercado está maior em decorrência da globalização, do surgimento de novas transações e produtos, aliados ao aumento da sofisticação e tecnologia, Kimura *et al.* (2008) aborda com base na teoria financeira, que as empresas devem buscar a maximização do seu valor. Em consequente para a criação de valor são necessários dois pontos fundamentais: a geração de mais caixa e, a gestão de risco.

O *Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission* (COSO) com a colaboração da *PricewaterhouseCoopers* apresentou em 2007 para os brasileiros a tradução de sua obra intitulada “Gerenciamento de Riscos Corporativos – Estrutura Integrada”. Tal obra em sua versão original foi incorporada em políticas, normas e regulamentos adotados por milhares de organizações para controlar melhor suas atividades. Essa obra do COSO (2007, p. 3) explana que:

“Todas as organizações enfrentam incertezas, e o desafio de seus administradores é determinar até que ponto aceitar essa incerteza, assim como definir como essa incerteza pode interferir no esforço para gerar valor às partes interessadas. Incertezas representam riscos e oportunidades, com potencial para destruir ou agregar valor. O gerenciamento de riscos corporativos possibilita aos administradores tratar com eficácia as incertezas, bem como os riscos e as oportunidades a elas associadas, a fim de melhorar a capacidade de gerar valor.”

Coimbra (2004) respalda ao dizer que geralmente, quando se fala em gestão de risco, o foco é proteger a empresa de possíveis perdas. Essa abordagem, porém, fornece apenas um ponto de vista: o risco como uma ameaça. Contudo, um tratamento estratégico da gestão de risco permite a exploração de outro aspecto: o risco como oportunidade, com a consequente utilização da gestão de risco como instrumento de construção de vantagem competitiva.

Os esforços metodológicos, para que as ferramentas de análise acompanhem o desenvolvimento dos mercados, são fundamentais para a evolução do gerenciamento de risco. Para tanto, não só acadêmicos, como autoridades públicas e privadas, vem se esforçando para criar métodos cada vez mais eficientes quanto à previsão, mensuração e acompanhamento do risco.

### **2.3 Value-at-Risk (VaR)**

Conforme Kimura *et al.* (2008) um marco para a gestão de riscos foi a disponibilização de um documento técnico denominado de *RiskMetrics* que dava grande ênfase no detalhamento da forma de estimação do VaR. Logo, o principal parâmetro de risco usado pelo mercado financeiro tornou-se o *Value-at-Risk*. As instituições financeiras rapidamente adotaram tal conceito, enquanto que as empresas não-financeiras a adotaram de forma mais gradativa, porém, as mais ágeis e com forte função financeira desenvolveram modelos de VaR, como é o caso da Petrobras e Braskem.

A febre do *Value-at-Risk* iniciou-se nos Estados Unidos, contagiando depois a Europa e a Ásia. Países da América Latina foram mais lentos na adoção, porém o Brasil em especial, obteve grande aptidão nessas metodologias mais modernas de gestão de risco. Vale ressaltar que, de acordo com regulamentação do Banco Central, as instituições financeiras do país são obrigadas a alocar capital próprio em função do nível de risco mensurado pelo VaR.

“O *Value-at-Risk* representa uma medida de perda potencial de uma carteira de investimentos sujeita a riscos de mercado, ou seja, a riscos de flutuação de preços de ações, preços de commodities ou de flutuação de taxas de juros ou taxas de câmbio” (KIMURA *et al.*, 2008, p. 27).

Jorion (2006) conceitua o VaR como:

VaR describes the quantile of the projected distribution of gains and losses over the target horizon. Intuitively, it summaries the worst loss over a target horizon with a

given level of confidence. VaR is measured in currency units (e.g., dollar, euro, yen), which makes it more intuitive to understand.<sup>1</sup>

Basicamente, existem três metodologias de estimação do *Value-at-Risk*: a Simulação Histórica, a Simulação de Monte Carlo e o Modelo de Variâncias-Covariâncias.

Kimura *et al.* (2008) explica que a Simulação de Monte Carlo representa uma metodologia que é computacionalmente intensa, dada à necessidade da realização de uma quantidade considerável de simulações. Em geral, ela é apropriada para carteiras que possuem ativos complexos que se comportam de maneira não-convencionais em relação a alguns fatores de risco. Então, dada a compatibilidade de aplicação dessa metodologia com o problema de pesquisa e com o auxílio de *softwares* para a realização dos cálculos e simulações, optou-se por analisar essa técnica, que será melhor discutida na sessão seguinte.

### 2.3.1 Simulação de Monte Carlo

A simulação é um instrumento de análise quantitativa utilizado para gerar e analisar alternativas antes de sua implementação (Garcia, Barros e Lustosa, 2010). De acordo com Pinto (2001) ela é uma ferramenta versátil, que permite às companhias responder questões tipo “*what if*” (o que aconteceria se...) sobre mudanças em seus sistemas sem ser necessário efetuar as mudanças na prática.

Assim, a simulação pode representar um fator positivo na tomada de decisões, incluindo sua aplicação nos processos de análise de retorno de ações, uma vez que permite a realização de inferências, por meio de experimentos, sobre o comportamento de tais retornos. Tal constatação proporciona à direção a possibilidade de examinar e avaliar diversos planos muito antes de realizar investimentos. Uma vez determinado o plano mais conveniente, aquele que contém o máximo de vantagens e o mínimo de desvantagens, pode-se pôr em prática na situação real (ESCUADERO, 1973).

Existem dois tipos de modelos de simulação: o determinístico e o probabilístico. Segundo Lobato (2000, *apud* Hoover *et al.*, 1990): “Se houver variáveis aleatórias definidas por funções de probabilidade apropriadas, o modelo é probabilístico, caso contrário, se só houverem variáveis cujos valores podem ser definidos com certeza, o modelo é determinístico.”

---

<sup>1</sup> Var descreve o quantil da distribuição projetada de ganhos e perdas ao longo do horizonte alvo. Intuitivamente, ele resume a pior perda em um horizonte alvo com um dado nível de confiança. VaR é medido em unidades monetárias (por exemplo, dólar, euro, iene), que o torna mais intuitivo de ser entendido.

Oliveira, Barros e Reis (2007, *apud* Nascimento e Zucchi, 1997) abordam que os modelos de simulação probabilísticos tiveram sua origem no método de Simulação Monte Carlo e têm como foco simulações de fenômenos aleatórios, introduzindo a análise de riscos, incorporando as variáveis ambientais e, conseqüentemente os elementos de incerteza inerentes.

Lobato (2000, *apud* Hoover *et al.*, 1990) relata que:

Uma das mais famosas aplicações de amostragem aleatória ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial, quando simulação foi utilizada para estudar difusão aleatória de neutrons no processo de desenvolvimento da bomba atômica. Já que a pesquisa era confidencial, lhe foi dado um nome-código próprio para processos que tratam de eventos aleatórios: Monte Carlo, em referência ao mais famoso cassino do mundo. O nome persistiu e chegou a ser utilizado para fazer referência a qualquer tentativa de simulação. Mas o termo métodos de Monte Carlo se refere, hoje, apenas a um ramo da matemática experimental que trata de experimentos com números aleatórios.

Conforme Gavira (2003), os passos considerados para se efetuar um estudo de simulação são: formulação do problema e planejamento do estudo; coleta de dados e definição do modelo; validação do modelo conceitual; construção do programa computacional e verificação; realização de execuções piloto; validação do modelo programado; experimentação; realização das execuções de simulação; análise de resultados; documentação e implementação.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Caracterização da pesquisa**

A presente pesquisa classifica-se quanto aos objetivos como exploratória e descritiva. Os estudos exploratórios são “todos aqueles que buscam descobrir ideias e soluções, na tentativa de adquirir maior familiaridade com fenômeno de estudo” (SELLTIZ; JAHODA; DEUTSCH, 1974). Já a pesquisa descritiva “expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno. Pode também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza. Não tem compromisso em explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação” (VERGARA, 2004, p. 47).

Com relação a abordagem, a pesquisa caracteriza-se como quantitativa, uma vez que Freitas e Jabbour (2011) relatam que quando a finalidade da investigação é descritiva ou causal, a abordagem pode ser assim caracterizada. Do ponto de vista da natureza de seus



resultados, a pesquisa é tida como aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Utilizou-se o estudo de caso, uma vez que para Yin (2005), este representa uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, adequado quando “as circunstâncias são complexas e podem mudar, quando as condições que dizem respeito não foram encontradas antes, quando as situações são altamente politizadas e onde existem muitos interessados” (LLEWELLYN; NORTHCOTT, 2007, p. 195). Martins (2008, p. 11) ressalta que “mediante um mergulho profundo e exaustivo em um objeto delimitado, o estudo de caso possibilita a penetração em uma realidade social, não conseguida plenamente por um levantamento amostral e avaliação exclusivamente quantitativa”.

### **3.2 Coleta de Dados**

Conforme dito anteriormente o objetivo do artigo é o de testar a eficiência do Método de Simulação de Monte Carlo para prever o risco de mercado de ações em condições de incerteza, sendo assim, através de consulta ao site da Exame selecionou-se a empresa com a maior desvalorização de suas ações no ano de 2014: a Oi S.A, que apresentou uma variação negativa no ano de -76,02%. Atrelado também ao fato de tal empresa encontrar-se em processo de fusão, o que torna seu cenário de retorno de ações mais suscetível as incertezas.

Para tanto, realizou-se a coleta de dados no site da BM&F BOVESPA dos preços de abertura e fechamento diários das ações (OIBR4) negociadas no Mercado à Vista, nos períodos de 2013 à 2014. Pois, no período de 2013 foi quando ocorreram as primeiras divulgações do processo de fusão da Oi S.A com a Portugal Telecom, e no de ano de 2014 onde centralizou-se o estudo afim de observar, de acordo com os dados de retorno reais, se a simulação seria eficiente quanto a predição dos retornos. Além da coleta de dados das cotações diárias das ações da própria BOVESPA (BVMF3) nos períodos de Setembro e Outubro de 2013 para o cálculo dos retornos anormais.

### **3.3 Procedimentos para análise dos dados empregados**

#### **3.3.1 Estudo de Eventos: anuncio de fusão da Oi S.A. em 2013**

Após a coleta de dados, com vistas a melhor caracterizar a pesquisa do artigo, afim de comprovar que a mesma efetivamente se deu em condição de incerteza, optou-se por realizar um Estudo de Eventos. Rezende, Miranda e Pereira (2014) apontam que geralmente esse tipo de estudo emprega uma metodologia comum que visa a estudar o impacto de eventos econômicos ou financeiros específicos no comportamento do mercado de capitais.

A observação de alguns eventos como fusões e incorporações, financiamentos e até mesmo a divulgação de resultados financeiros, evidenciam, para Fama (1991), que os preços das ações se ajustam rápida e eficientemente à divulgação de informações específicas sobre a empresa.

Conforme Soares, Rostagno e Soares (2002, *apud* MacKinlay, 1997; Campbell, Lo e MacKinlay, 1997) dispõem, uma vez decidida a realização de um estudo de eventos, o primeiro passo é a definição do evento a ser estudado e a identificação da data relevante para o mesmo. Nesse estudo, o evento será o anuncio a Celebração de Memorando de Entendimento para a União das Atividades da Oi e PT que ocorreu no dia 02 de Outubro de 2013.

O procedimento seguinte consiste na mensuração do retorno anormal. O cálculo escolhido para medi-los foi o de retornos ajustados a mercado, que segundo Soares, Rostagno e Soares (2002) são obtidos, simplesmente, pela diferença entre o retorno da ação e o retorno do portfólio de mercado no mesmo período. Além disso, apesar da simplicidade do cálculo tem apresentado desempenho similar aos modelos mais sofisticados, diante das mais variadas condições, na detecção de retornos anormais. Dado por:

$$A_{i,t} = R_{i,t} - R_{m,t}$$

Onde:

$A_{i,t}$  = retorno anormal da ação i no período t;

$R_{i,t}$  = retorno da ação i no período t;

$R_{m,t}$  = retorno do portfólio de mercado no período t.

Para cálculo do  $R_{i,t}$  utilizou-se a forma logarítmica, uma vez que Soares, Rostagno e Soares (2002) indicam que essa apresenta uma distribuição mais simétrica, centrada no zero. Sendo expressa por:

$$R_{i,t} = \ln( P_t / P_{t-1} )$$

Onde:

$P_t$  = preço da ação no período  $t$ ;

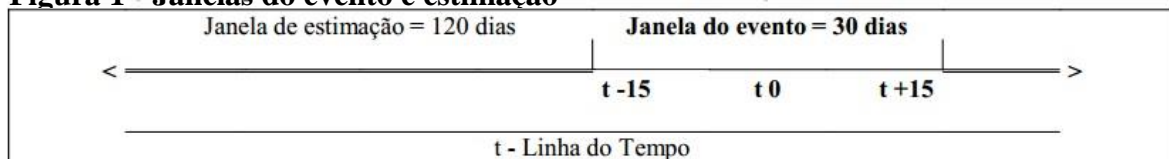
$P_{t-1}$  = preço da ação no período  $t-1$ .

Já para o cálculo do  $R_{m,t}$  foram considerados os retornos das ações da BM&F BOVESPA (BVMF3) nos períodos de Setembro e Outubro, equivalentes aos períodos de observação dos retornos  $R_{i,t}$ .

Feito isso, deve-se determinar a janela do evento, representando o período em que os preços dos títulos das empresas serão examinados, devendo ser incluídos períodos de tempo considerados importantes para a verificação das alterações (SOARES; ROSTAGNO; SOARES, 2002).

Foram utilizadas as premissas de estudo de eventos similares as de Rezende, Miranda e Pereira (2014 *apud* Machado e Machado, 2008). As datas foram destacadas como se segue: (i)  $t_0$ , sendo a data do evento; (ii)  $t_{-15}$  até  $t_{+15}$ , sendo a janela do evento; e  $t_{-16}$  até  $t_{+135}$ , sendo a janela de estimação, compreendendo um total de 120 dias de estimação.

**Figura 1 - Janelas do evento e estimação**



Fonte: Rezende, Miranda e Pereira (2014)

Para uma análise mais segura e consistente, faz-se necessário verificar se existe ou não diferença significativa entre duas médias. Uma solução seria o teste  $t$  - *Student*, mas em algumas situações a pressuposição de normalidade da variável não é satisfeita. Diante disso, recomenda-se o uso de testes não paramétricos, ou seja, uma metodologia de inferência não paramétrica (REZENDE; MIRANDA; PEREIRA, 2014).

A análise dos dados foi realizada por meio do *software* ACTION. Sendo aplicado o teste de *Wilcoxon* para amostras dependentes, que consiste em comparar se as medidas de posição de duas amostras são iguais. Para tanto, determinou-se as seguinte hipóteses a serem consideradas:

- $H_0$ : não existe retorno anormal significativo no retorno das ações da Oi com a divulgação do anúncio de interesse no processo de fusão, isto é, não houve alteração no comportamento do mercado ( $\Delta = 0$ );

- $H_1$ : existe retorno anormal significativo no retorno das ações da Oi com a divulgação do anúncio de interesse no processo de fusão, isto é, houve alteração no comportamento do mercado ( $\Delta \neq 0$ );

Nesse caso, pode-se ter as seguintes configurações do teste, associadas às hipóteses:  $H_0: \Delta = 0$  vs  $H_1: \Delta \neq 0$  (caracteriza um teste bilateral);  $H_0: \Delta = 0$  vs  $H_1: \Delta > 0$  (caracteriza um teste unilateral à direita);  $H_0: \Delta = 0$  vs  $H_1: \Delta < 0$  (caracteriza um teste unilateral à esquerda). Se não rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ), pode-se afirmar que a mediana da diferença é nula, ou seja, as populações não diferem em localização. Por outro lado, se a hipótese nula for rejeitada, ou seja, a mediana da diferença não for nula, tem-se que as populações diferem em localização (REZENDE; MIRANDA; PEREIRA, 2014 *apud* CONOVER, 1999).

### 3.3.2 Simulação de Monte Carlo para o ano de 2014

Com o intuito de responder ao questionamento da pesquisa, esse estudo utilizou a Simulação de Monte Carlo para saber se seria possível prever o retorno das ações da Oi S.A. mesmo elas estando diante de um cenário de incertezas.

Essa etapa da análise foi realizada com o auxílio do *software* @RISK através de métodos paramétricos. Uma vez que, dentro dos métodos paramétricos, podem ser realizados procedimentos estatísticos para estimar o formato de uma dada distribuição de probabilidade, que por sua vez servirá de base para as projeções (KIMURA *et al.*, 2008).

Presumindo-se que o objetivo é fazer uma simulação para o ano de 2014, então os dados disponíveis seriam aqueles findos até 2013. Sendo assim, foram utilizados como ponto de partida tais dados, alocando-se em tabela do *software* todos os preços de abertura e fechamento diários do ano 2013.

O passo seguinte consistiu no levantamento dos *Inputs*, descritos por Slack, Chambers e Johnston (2009) como os recursos que são tratados, transformados ou convertidos de alguma forma. Sendo preenchidos primeiramente no @RISK os *Inputs* conhecidos: Preço atual da ação ( $P_{at}$ ); Número de ações compradas ( $n$ ); Período de retenção – anos ( $P_{rt}$ ); Taxa média de crescimento ( $T_{mc}$ ); e Volatilidade anual ( $Vol$ ). Ressalta-se que os símbolos de cada item, não existem no *software*, foram criados e atribuídos para melhor apresentar a

formulação das equações que serão discutidas posteriormente. Os dados são apresentados a seguir:

<b>Inputs Conhecidos</b>	<b>Dados levantados</b>
Preço atual da ação ( $P_{at}$ )	R\$ 3,59
Número de ações compradas ( $n$ )	100.000
Período de retenção - anos ( $P_{rt}$ )	1,0
Taxa Média de Crescimento ( $T_{mc}$ )	-0,38%
Volatilidade anual ( $Vol$ )	3,57%

**Tabela 1 - Levantamento dos Inputs Conhecidos no @RISK**

O preço utilizado para o  $P_{at}$  foi o de fechamento das ações

**Fonte:** Dados da pesquisa da (OIBR4) no dia 31 de Dezembro de 2013, considerando que esse seria o último preço do qual se teria conhecimento para prever os de 2014. Para o  $n$  foi atribuído um número hipotético de ações com vistas a facilitar o cálculo, não sendo usado o valor real, pois, não é o intuito da pesquisa calcular o valor do ativo correspondente a essa carteira. Ao  $P_{rt}$  atribui-se o valor de 1 ano (2013). E já a  $T_{mc}$  e a  $Vol$  o próprio @RISK calculou com base na lista de preços de aberturas e fechamentos apresentadas anteriormente.

Dando continuidade aos procedimentos gerou-se os *Inputs* incertos: Preço de ações independentes ( $P_{ind}$ ) no valor de R\$ 3,72, calculado pela equação:

$$P_{ind} = P_{at} e^{((T_{mc} - 0,5 \times Vol^2) P_{rt} + Vol \sqrt{P_{rt}} VaR)}$$

Onde:

$e$  = constante matemática especial, que representa a elevação do número a base do logaritmo natural (2,71828182845004);

**VaR** = dado pela distribuição padrão, média 0 e desvio padrão 1 (99% de confiança).

A equação anteriormente descrita foi criada com base na fórmula de cálculo apresentada na célula do preço de ações independentes do @RISK.

A construção e utilização dos *Inputs* consiste em formar variáveis consistentes para se chegar a um retorno obtido através exclusivamente do método de Simulação Monte Carlo, pois se fossem considerados apenas os retornos gerados com base nos preços de 2013, o tipo de simulação seria histórica.

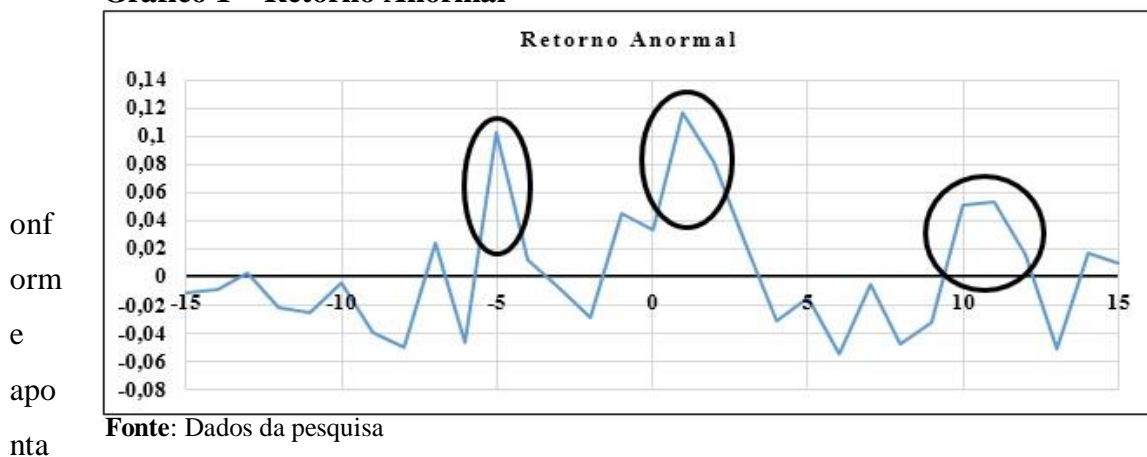
O último procedimento para o cálculo de Simulação Monte Carlo no *software* de apoio é a geração dos *Outputs*, ou seja, a apresentação dos resultados, dados através do retorno das ações independentes. Para tanto, considerou-se um número de 10.000 iterações, gerados através de números aleatórios por Monte Carlo.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Comprovação da Condição de Incerteza

De acordo com a metodologia exposta, foram calculados retornos anormais para uma janela de eventos de 30 dias, compreendida entre quinze dias anteriores e os quinze dias posteriores ao evento (data zero –  $t_0$ ). Todas as análises foram realizadas no *software* ACTION. Os resultados são apresentados nos gráficos a seguir:

**Gráfico 1 – Retorno Anormal**



o Gráfico 1, o padrão muda dentro do período da janela de eventos. Observando os períodos destacados, aqueles que apresentam maiores divergências, nota-se que no intervalo  $t_{-5}$  houve uma grande alteração, esta pode ter ocorrido justamente por especulações de mercado sobre o processo de fusão, ou ainda como ocorre muitas vezes por vazamento de informações. Também ocorre grande mudança logo após a data do evento ( $t_0$ ), com pequeno acréscimo de tempo devido ao intervalo que o mercado leva para sofrer os reflexos de uma nova notícia. Após o período  $t_{+10}$  percebe-se outra significativa alteração, correlacionando com as divulgações referentes ao processo de fusão no site da Oi, observa-se que houve o anúncio a imprensa internacional no sexto dia após o evento principal (08/10/2013), então essa alteração possivelmente representa o reflexo deste anúncio.

**Gráfico 2 - Retorno Anormal Acumulado**



Fonte: Dados da pesquisa

O Gráfico 2 representa os retornos anormais acumulados. Nessa etapa, os retornos médios diários foram somados dentro da janela de eventos. Dito de outra forma, o retorno anormal acumulado para o dia do evento é a soma dos retornos anormais diários no dia  $t_{-15}$  até o dia  $t_0$ , e o retorno acumulado para a data  $t_{+15}$  é a soma dos retornos anormais diários médios do dia  $t_{-15}$  até o dia  $t_{+15}$ . O comportamento desse gráfico reflete por tanto o acumulado de variações de todo o período avaliado, sendo assim, fica evidente o quanto esse cenário se tornou variável após a divulgação da fusão (evento principal).

Comparando se houve diferença significativa entre o retorno normal e o retorno anormal após o anúncio de fusão através do teste de *Wilcoxon*, obteve-se os seguintes resultados:

Informação	Valor
<i>P-value</i>	0,680803604
(Pseudo) Mediana	-0,008316217
Intervalo de Confiança	95%
Limite Inferior	-0,047418343
Limite Superior	0,039287587

**Tabela 2 - Resultados do Teste de *Wilcoxon***

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com o exposto na Tabela 2, ao nível de significância de 5%, pode-se afirmar por meio do teste de *Wilcoxon*, que existe retorno anormal significativo após ser anunciado o processo de fusão da Oi S.A com a Portugal Telecom, ou seja, houve alteração significativa no comportamento do mercado após a data do evento ( $t_0$ ), rejeitando-se a hipótese  $H_0$ , na qual se afirma que tais alterações não ocorreram, e configurando-se a hipótese  $H_1: \Delta > 0$ , teste unilateral a direita, que corroboram com as análises anteriores.

Portanto, o Estudo de Eventos confirma a proposta do objetivo do artigo, avaliando que após o anúncio da fusão da Oi em Outubro de 2013, os retornos das ações da mesma começaram a sofrer anormalidades, e como o processo estende-se para o ano seguinte (2014), este ficaria suscetível a um cenário de incertezas.

#### **4.2 Backtesting para avaliação do uso da Simulação de Monte Carlo**

O *Backtesting* é o termo genérico que se atribui a um procedimento no qual se avalia, *ex-post*, ou seja, após os fatos terem acontecido, se um modelo ou, uma suposição é adequada, considerando dados ou, acontecimentos reais (Kimura *et al.*, 2008). Sendo assim, os retornos simulados das ações da Oi obtidos com a análise foram comparados com os retornos reais para responder satisfatoriamente ao questionamento da pesquisa.

Através da utilização do *software* @RISK com a técnica de Simulação de Monte Carlo, obteve-se os resultados simulados dos retornos das ações da Oi no ano de 2014, gerados por meio de 100.000 iterações correlacionadas com as variáveis anteriormente descritas nos procedimentos metodológicos. As estatísticas descritivas das amostras são apresentadas na Tabela 3 a seguir:

<b>Variável</b>	<b>Retorno Real</b>	<b>Retorno Simulado</b>
Mínimo	-22,048%	-8,979%
Máximo	19,764%	9,40%
Média	-6,220%	-0,209%
Mediana	-6,265%	-0,250%
Desvio Padrão	4,484%	2,531%
Assimetria	0,1211	0,0501
Curtose	3,0725	2,9263
Retorno Médio Anual	-6,42%	-5,97%

**Tabela 3 - Comparação dos retornos reais e simulados**



Os valores mínimos e máximos representam o menor e maior valor respectivamente nos quais os retornos atingiram. A diferença entre os mínimos reais e simulados foi de 13,069%, enquanto a do máximo foi de 10,364%. Apesar de serem diferenças significativas, esses valores não são muito relevantes, pois precisa-se analisar o comportamento dos valores que estão entre essas amostras de mínimo e máximo.

A média divergiu em 6,011%, porém também é outra variável que não possui tanta relevância nessa análise pois, ela não fornece informações sobre outros aspectos da distribuição, como por exemplo a variabilidade da série.

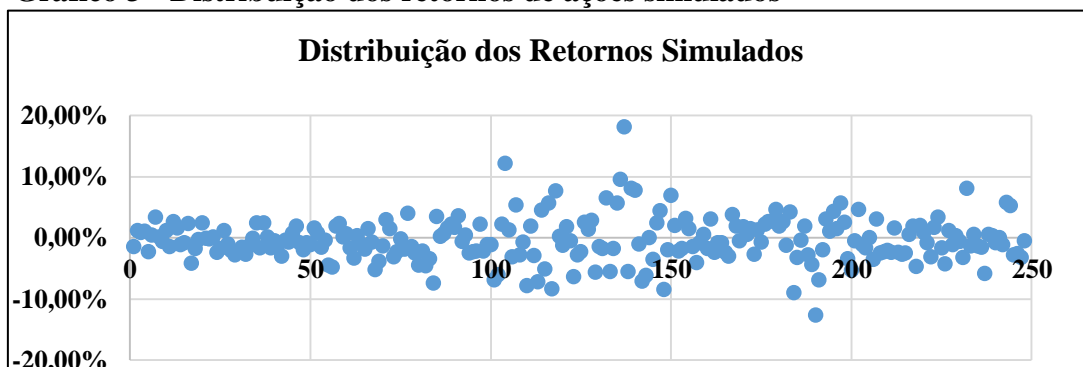
Em relação à mediana, a amostra de valores reais é 6,015% maior do que a de valores simulados. A mediana é o valor que divide uma série ordenada de tal forma que pelo menos a metade seja igual ou maior do que ela. É uma medida muito utilizada na análise de dados estatísticos, principalmente ao não se atribuir importância aos valores extremos da variável (TOLEDO; OVALLE, 1992).

Uma medida bastante utilizada na análise da variabilidade de uma variável é o desvio padrão. Este será tão maior quanto mais disperso forem os valores observados (Garcia, Barros e Lustosa, 2010 *apud* Barbetta, 2003). Nesta análise o desvio padrão real foi um pouco maior do que o simulado, significando maior dispersão de seus valores.

As assimetrias e curtoses caracterizam medidas relacionadas a curva da distribuição, observa-se por tanto através destas que não houve muita variação nesse aspecto.

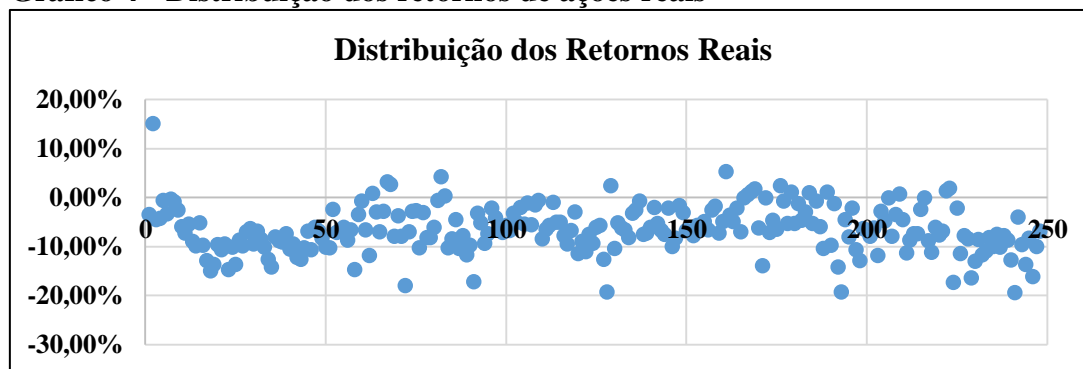
Ao avaliar o retorno médio anual real em comparação com o simulado, chegasse a conclusão de que o retorno gerado pela simulação é bem próximo do real. Tal perspectiva pode ser melhor vista na apresentação dos Gráficos 3 e 4 de distribuição dos retornos reais e simulados respectivamente, apresentados a seguir:

**Gráfico 3 - Distribuição dos retornos de ações simulados**



Fonte: Dados da pesquisa

**Gráfico 4 - Distribuição dos retornos de ações reais**

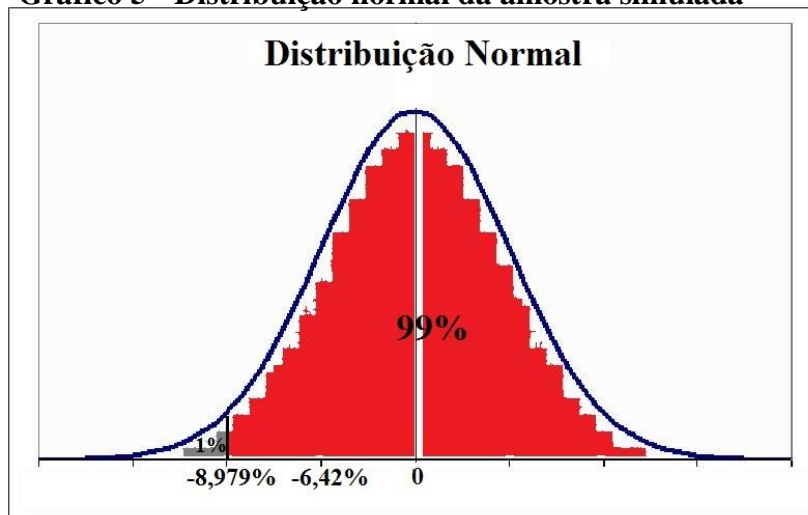


Fonte: Dados da pesquisa

Nota-se, que apesar dos retornos reais estarem em sua maioria negativos, devido à desvalorização do valor das ações, os retornos simulados atingem grande parte da área real.

Em termos gerais da análise, ressaltando que o VaR foi calculado a 99% de confiança, estipulou-se através das simulações que o menor valor no qual o retorno médio anual das ações da Oi chegaria seria de -8,979%, ou seja, só haveria 1% de chance do valor real ser menor que essa estimativa. Como o retorno médio anual real das ações da Oi para o ano de 2014 foi de -6,42%, corrobora-se com tal afirmação, uma vez que esse valor encontra-se dentro dos 99% da amostra, conforme disposto no Gráfico 5 de Distribuição Normal.

**Gráfico 5 - Distribuição normal da amostra simulada**



Fonte: Dados da pesquisa

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia *Value at Risk* através da Simulação de Monte Carlo tem se mostrado altamente eficiente em estudos realizados nas mais diversas áreas. No entanto a maior parte

dessas pesquisas avaliaram esse método diante de ambientes estáveis, pouco influenciados pelo risco. Nesse sentido, a proposta desse artigo foi verificar a capacidade da utilização desse tipo de simulação em fazer previsões quando as variáveis encontram-se em condições de incerteza. Especificamente, estudou-se se ele seria capaz de prever de forma correta o retorno das ações da Oi S.A em 2014, uma vez que estas encontravam-se no período analisado diante de um cenário com elevadas condições de incerteza, decorrentes em maior parte, do seu anuncio de intenção de fusão com a Portugal Telecom.

Para melhor caracterizar a amostra da pesquisa realizou-se inicialmente um Estudo de Evento com o intuito de verificar se realmente o anúncio de fusão, evento principal ( $t_0$ ), efetivamente faria com que o retorno das ações da empresa Oi S.A. se apresentassem diante de um cenário de incertezas. Os resultados demonstraram claramente que após o evento, e até mesmo um pouco antes, ocorreram alterações significativas no comportamento do retorno das ações. Ao nível de significância de 5%, por meio do teste de *Wilcoxon*, rejeitou-se a hipótese nula  $H_0$ , indicando assim, que houveram retornos anormais significativos e que estes se estenderam, juntamente com a continuidade do processo de fusão, para o ano analisado de 2014.

Através do *Backtesting* sobre o uso da Simulação de Monte Carlo comparando os retornos reais com os simulados, conclui-se que apesar de alguns dados estatísticos divergirem bastante de valores (mínimo, diferença de 13,069%; máximo, diferença de 10,364%; média, diferença de 6,011%) tais valores não apresentam resultado muito significativo, uma vez que não consideram outras variáveis, como a medida de variância por exemplo. Por outro lado, avaliando os retornos médios anuais nota-se que eles são bem próximos.

Como por tanto, o *VaR* consiste em prever o limite mínimo que se pode obter de uma amostra, o resultado da análise foi satisfatória, uma vez que o retorno médio anual simulado por Monte Carlo previu um limite mínimo do retorno de ações da Oi para o ano de 2014 no valor de -8,979%, a um grau de confiança de 99%, onde o resultado real alcançou um valor de -6,42%, encontrando-se dentro dessa margem de confiança. Apesar de ser um valor sobrevalorizado, quando lida-se com risco é mais viável que se trabalhe nessa margem, pois uma subavaliação poderá ocasionar perdas bem maiores.

Inteirando, a Teoria da Decisão afirma que uma decisão tomada com base em todos os dados e informações disponíveis e alternativas possíveis, que utilizou ferramentas de métodos

quantitativos apropriados, deve ser considerada como uma boa decisão, mesmo que apresente resultados desfavoráveis ou não desejáveis.

Como sugestão de estudos futuros, propõe-se, mediante a não finalização do processo de fusão da Oi S.A no ano de 2014, avaliar após o término de todo o processo, a eficiência do Método de Simulação Monte Carlo diante da continuidade das condições de incerteza. Valendo-se de medidas estatísticas paramétricas como por exemplo, o Teste de Médias e o Teste de Robustez de Jarque Bera, para comparar o nível de convergência ou divergência dos resultados.

A partir dessas constatações, pode-se inferir que o objetivo do estudo foi alcançado. A Simulação de Monte Carlo mostrou-se capaz de prever o retorno de ações, mesmo diante de elevado grau de incerteza. Sendo assim, o método apresenta-se como aliado no processo decisório, podendo ser utilizado como um forte instrumento de predição, proporcionando aos seus *shareholders* e *stakeholders* agirem com *expertise* diante de um mercado cada vez mais competitivo e suscetível a mudanças.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 9000: 2005. **Sistemas de gestão de qualidade – Fundamentos e vocabulário**. Segunda edição, 30.12.2005. Disponível em: <<https://qualidadeuniso.files.wordpress.com/2012/09/nbr-iso-9000-2005.pdf>> Acesso em: 30 mar. 2015.

BEZERRA, Fábio de Luís Oliveira; CARMONA, Charles Ulises de Montreuil. Avaliação da estimativa do risco de mercado de ações e opções de compra da Petrobrás utilizando a metodologia *Value at Risk* (var) com simulação de Monte Carlo. **Revista Eletrônica de Administração**, vol. 8 n°. 4, jul-ago 2002.

CAMARGOS, Marcos Antônio de; BARBOSA, Francisco Vidal. Fusões e Aquisições de Empresas Brasileiras: Sinergias Operacionais, Gerenciais e Rentabilidade. **Revista Contabilidade Vista & Revista**, Belo Horizonte, v. 21, n. 1, p. 69-99, jan./mar. 2010.

COIMBRA, Fábio Claro. Gestão estratégica de riscos: instrumento de criação de valor. In: VII SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 29., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FEA-USP, 2004.

COSO - COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMMISSION. **Gerenciamento de Riscos Corporativos – Estrutura Integrada**. Rio de Janeiro: 2007. Disponível em: <[http://www.coso.org/documents/COSO\\_ERM\\_ExecutiveSummary\\_Portuguese.pdf](http://www.coso.org/documents/COSO_ERM_ExecutiveSummary_Portuguese.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2015.

DONATELLI, Gustavo Daniel; KONRATH, Andréa Cristina. Simulação de Monte Carlo na Avaliação de Incertezas de Medição. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 13, nº 25/26 – pp. 5-15, 2005.

ESCUADERO, L. F. **La simulación en la empresa**. Barraincúa: Deusto, 1973.

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões. **Estudo & Debate (UNIVATES)**, v. 18, p. 7-22, 2011.

GARCIA, Solange; LUSTOSA, Paulo R. B.; BARROS, Nara R. Aplicabilidade do método de simulação de Monte Carlo na previsão dos custos de produção de companhias industriais: o caso da companhia vale do rio doce. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v.4, n. 10, p. 152-173, set-dez, 2010.

GAVIRA, Muriel O. **Simulação computacional como uma ferramenta de aquisição de conhecimento**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 01 de abr. 2015.

JORION, Philippe. **Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk**. McGraw-Hill, 3. ed., 2006. Disponível em: <<http://merage.uci.edu/~jorion/Answer.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

JÚNIOR, Abraão Freires Saraiva; RODRIGUES, Maxweel Veras; COSTA, Reinaldo Pacheco da. **Simulação de Monte Carlo Aplicada à Decisão de Mix de Produtos**. Produto & Produção, vol. 11, n. 2, p. 26 - 54, jun. 2010. Disponível em: <[www.seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/download/9011/8247](http://www.seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/download/9011/8247)>. Acesso em: 18 fev. 2015.

KIMURA, Herbert. **Value-at-risk – como entender e calcular o risco pelo var: uma contribuição para a gestão no Brasil**/ Herbert Kimura [et al.]. Ribeirão Preto, SP: Inside Books, 2008.

LLEWELLYN, S.; NORTHCOTT, D. The “singular view” in management case studies qualitative research in organizations and management. **An International Journal**, v. 2, n. 3, p. 194-207, 2007.

LOBATO, D.C. **Proposta de um Ambiente de Simulação e Aprendizado Inteligente para RAID**. 2000. 167p. Dissertação de mestrado-USP, São Carlos, SP. Abril, 2000.

PAMPLONA, Edson Oliveira; SILVA, Wander Fonseca da. Contribuição da Simulação de Monte Carlo na Projeção de Cenários para Gestão de Custos na Área de Laticínios. In: IX CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 05., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2005.

PINTO, Orlando. P. F. **Simulação e otimização: desenvolvimento de uma ferramenta de análise de decisão para suprimento de refinarias de petróleo através de uma rede de oleodutos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

REZENDE, Marise Santana de.; MIRANDA, Gilberto José; PEREIRA, Janser Moura. A Regulação Tarifária e o Impacto no Retorno das Ações das Empresas do Setor Elétrico. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 202., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2014.

SELLTIZ, C.; JAHODA, M.; DEUTSCH, M. **Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais**. São Paulo: EDUSP, 1974.

SLACK, Nigel; CHAMBERS e JOHNSTON. **Administração da produção e operações**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOARES, R. O.; ROSTAGNO, L. M.; SOARES, K. T. C. Estudo de evento: o método e as formas de cálculo do retorno anormal. In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, XXVI. **Anais...** Salvador: ANPAD, set. 2002;

TELEBRASIL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TELECOMUNICAÇÃO. **O Desempenho do Setor de Telecomunicações no Brasil Séries Temporais 2014. Rio de Janeiro: 2015**. Disponível em: <[www.telebrasil.org.br/panorama-do-setor/desempenho-do-setor](http://www.telebrasil.org.br/panorama-do-setor/desempenho-do-setor)> Acesso em: 30 mar. 2015.

TOLEDO, Geraldo Luciano; OVALLE, Ivo Izidoro; **Estatística Básica**. 2. (10ª tiragem-1992). Ed. São Paulo: Atlas, 1985.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.