



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS**

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

José Gaudêncio da Silva Filho

**Campina Grande – PB
2015**

JOSÉ GAUDÊNCIO DA SILVA FILHO

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

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Departamento do Curso de
Ciências Contábeis, da Universidade Estadual
da Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do grau de Bacharel em Ciências Contábeis.

**Campina Grande – PB
2015**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586u Silva Filho, José Gaudêncio da

Utilização da metodologia Value At Risk (var) com simulação de Monte Carlo na previsão do retorno de ações em cenários de incerteza [manuscrito] : estudo de caso na OI S.A. / Jose Gaudencio da Silva Filho . - 2015.

21 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, 2015.

"Orientação: Prof. Me. André Luiz de Souza, Departamento de Ciências Contábeis".

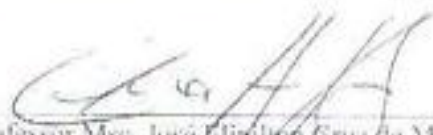
1. Value at Risk. 2. Simulação de Monte Carlo 3. Cenário de incerteza. I. Título.

21. ed. CDD 657

JOSÉ GAUDÊNCIO DA SILVA FILHO

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

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Ciências Contábeis, sendo aprovado em sua forma final.



Professor Msc. José Filadelfo Cruz de Menezes
Coordenador do Trabalho de Conclusão de Curso

Professores que compuseram a banca:



Prof. Me. André Luiz de Souza
Orientador



Prof.ª Dra. Roseane Patrícia de A. Silva
Membro



Prof.º Dr. Mácio Augusto de Albuquerque
Membro

RESUMO

SILVA FILHO, José Gaudêncio da. **Utilização da metodologia *Value at Risk* (VaR) com Simulação de Monte Carlo na previsão do retorno de ações em cenários de incerteza: estudo de caso na Oi S.A.** 2015. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Ciências Contábeis – Universidade Estadual da Paraíba – Campina Grande – PB, 2015.

Diversos estudos já abordaram a eficiência do uso da metodologia *Value at Risk* com Simulação de Monte Carlo, no entanto, parte dessas pesquisas foram efetuadas em cenários ditos exploratórios e normativos. Nesse contexto, o presente artigo objetiva testar a capacidade desse tipo de simulação em realizar previsões em cenários incertos. Para realizar o experimento escolheu-se, através de uma amostragem não probabilística por julgamento, a empresa Oi S.A., tendo em vista esta ter sofrido uma forte desvalorização em suas ações em 2014 (-76,02%), além de se encontrar diante de um processo fusão. Os dados das variáveis analisadas foram coletados no sítio da BM&F BOVESPA. A pesquisa caracteriza-se como exploratória/descritiva e para se atingir o objetivo, optou-se por um estudo de caso com abordagem quantitativa e técnicas estatísticas de natureza paramétricas e não paramétricas. Para determinar se o teste seria realizado em condição de incerteza foi realizado um estudo de eventos. Os resultados sugeriram que o cenário era incerto e assim procedeu-se a operacionalização da pesquisa, onde, através do *Backtesting*, comparando os retornos reais e os simulados, constatou-se a eficiência da simulação diante do cenário de incerteza, uma vez que no cenário projetado a perda máxima nos retornos das ações foi de -8,979%, e o resultado real registrou uma perda de -6,42%, estando dentro da margem de confiança de 99%.

Palavras-chave: *Value at Risk*. Simulação de Monte Carlo. Cenários de Incertezas.

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) afirmam que, a propagação de incertezas (desvio padrões), representa um consenso da comunidade internacional na prática dessas avaliações. No entanto, estas requerem o atendimento de certas condições de validade, restringindo, portanto, a sua aplicabilidade.

O desenvolvimento de novas técnicas, capazes de gerir os riscos com maior precisão, passou a ser mais procurado. 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 algumas metodologias para a sua obtenção, cada uma apoiando-se em premissas diferentes quanto às características dos fatores de risco.

A maior disponibilidade de recursos computacionais contribui para que o VaR obtido por Simulação de Monte Carlo fosse amplamente utilizado, tendo em vista que a obtenção deste envolve grande número de cálculos repetitivos que necessitam do uso intensivo de computadores. Outro fator que colaborou para a crescente utilização do *Value-at-Risk* por

Monte Carlo, foi o fato desse tipo de simulação ser bastante confiável para a mensuração dos riscos financeiros, pois é capaz de identificar uma grande variedade de riscos.

Vários estudos fizeram uso desse tipo de simulação na resolução de diferentes problemas de pesquisa: 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], assim como observa-se a sua utilização em outras áreas, como engenharia, medicina, sistemas computacionais etc. Ressaltando-se, aqui, que todos foram realizados em cenários exploratórios e normativos.

Com base no exposto, questiona-se: ***a metodologia Value-at-Risk através da Simulação de Monte Carlo é eficaz em prever retorno de ações em cenários de incertezas?*** Assim, o objetivo geral da pesquisa consiste em testar a eficácia do Método de Simulação de Monte Carlo em prever o retorno de ações em cenários de incertezas. Para se atingir tal objetivo, utilizou-se de um Estudo de Caso com abordagem quantitativa.

Além desta Introdução, a pesquisa estrutura-se da seguinte forma: na seção 2, descreve-se o objeto do Estudo de Caso, que é a Empresa de Telecomunicação Oi S.A. em processo de Fusão, seguindo-se de uma revisão bibliográfica sobre abordagem de cenários, *Value-at-Risk* e Simulação de Monte Carlo. A terceira seção trata do delineamento da pesquisa e os procedimentos metodológicos. Na quarta seção apresentam-se os dados e discutem-se os resultados, e, por último, na quinta seção, as considerações finais sobre os achados da pesquisa bem como suas limitações e sugestões para futuros estudos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Processo de fusão: Oi com a Portugal Telecom

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, o número de telefones fixos aumentou 84,5% e o de telefones celulares 3.114%.

A TELEBRASIL ainda afirma que a penetração dos serviços de telefonia só não foi maior diante do irrisório crescimento da renda per capita no período, agravado pela carga tributária incidente sobre serviços de telecomunicação. É nesse mercado que operam as empresas Oi S.A. e Portugal Telecom, ambas com ações listadas na BM&F BOVESPA.

Segundo nota divulgada pela PWC (*Pricewaterhouse Coopers*) foram registrados no Brasil, em 2013, um total de 811 transações (fusões e aquisições), número acima dos 771 negócios realizados em 2012. O mercado de M&A (Mercado de Fusões e Aquisições) cresceu

5,2% nesse período. Investidores estrangeiros elevaram a participação nesse mercado, atingindo 44% no total de transações envolvendo compra de participação minoritária, controladora ou 100%.

Corroborando com tais estimativas a Oi S.A. divulgou em seu sítio (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 sítio 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: (i) a integração em uma só entidade listada, (ii) mudança para o Novo Mercado, (iii) equipe de gestão única e processo de tomada de decisão integrado e (iv) soma de 100 milhões de clientes.

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, sobretudo em decorrência de: (i) determinação de quão abrangente deve ser a amostra para que se generalize 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 Abordagem de Cenários

Para Kahn e Wiener (1968, p. 26), um dos primeiros a elaborar e utilizarem cenários, estes são uma “sequência hipotética de acontecimentos construída para pôr em evidência os encadeamentos causais e os nós de decisão”. Ou seja, um conjunto formado pela descrição de uma situação futura e pela cadeia de acontecimentos que permitem passar da situação de origem à situação futura.

A elaboração dos cenários oferece numerosas vantagens, Godet e Durance (2011) enfatizam que partindo de uma determinada situação, eles permitem que se tome consciência da multiplicidade dos futuros possíveis e que, assim, se relativize a simples continuidade das tendências; obrigam a levar em consideração a interdependência dos elementos que compõem

um sistema estudado; e favorecem a identificação de problemas, de relações e de questões ignoradas ou voluntariamente deixadas de lado por serem controversas.

Os cenários distinguem-se quanto aos tipos. Os exploratórios “descrevem, a partir de uma situação presente e das tendências que aí prevalecem, uma sequência de acontecimentos que conduz de maneira lógica (necessária) a um futuro possível” (JULIEN; LAMONDE; LATOUCHE, 1975, p.19). Os normativos, ou de antecipação, são descritos por Godet e Durance (2011) como aqueles que partem não de uma situação presente mas da imagem de um futuro desejável, descrito a partir de um conjunto de objetivos a realizar; depois, elaboram uma sequência de acontecimentos ligando o futuro ao presente.

Os cenários incertos, ou de incerteza, segundo Porter (1990), são aqueles nos quais os elementos que os compõem não são constantes (que raramente sofrem mudanças), nem predeterminados (aqueles que estão sujeitos às mudanças, mas estas são, em grande parte, previsíveis), mas sim, aqueles compostos pelos elementos incertos, isto é, existe uma grande incerteza, e que poderão caracterizar o desenvolvimento de diferentes situações não controláveis.

Por representarem situações que não estão sobre controle, os cenários incertos são mais suscetíveis ao risco. A BOVESPA define risco como a possibilidade de que algum acontecimento desfavorável venha a ocorrer, ocasionando perda financeira. Godet e Durance (2011) ressaltam que é fundamental, diante do risco, elaborar estratégias tendo em vista a preparação para as mudanças esperadas (préactividade) e a tentativa de provocar as mudanças desejáveis (proactividade).

Nesse sentido, a gestão de risco tem se tornado um processo útil para, como o próprio nome diz, se gerir os riscos, podendo ser entendida como o processo de identificar, mensurar e controlar o impacto destes. De modo geral, a gestão de risco pode ser considerada como medidas para evitar, ou antecipar, os impactos ou efeitos dos possíveis riscos (BOVESPA, 2012).

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 risco foi a disponibilização de um documento técnico denominado de *RiskMetrics* que dava grande ênfase no detalhamento

da forma de estimação do *Value-at-Risk*, ou simplesmente 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, p. 01) conceitua o VaR como:

VaR describes the quantile of the projected distribution of gains and losses over the target horizon. Intuitively, it summarizes 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.¹

O uso do VaR começou 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, como exemplo, Petrobrás e Braskem que desenvolveram novos modelos.

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.

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.

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; LUSTOSA, 2010). De acordo com Pinto (2001), ela é uma ferramenta versátil, que permite às companhias responderem

¹ 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.

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, p. 54):

“Se houver variáveis aleatórias definidas por funções de probabilidade apropriadas, o modelo é probabilístico, caso contrário, se só houver variáveis cujos valores podem ser definidos com certeza, o modelo é determinístico.”

Oliveira, Barros e Reis (2007, *apud* Nascimento e Zucchi, 1997) afirmam 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, p. 53) 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 nêutrons 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).

Em relação aos procedimentos, utilizou-se o estudo de caso com abordagem quantitativa na solução do problema proposto. Para Yin (2005), este representa uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto na 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).

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 cenários de incerteza. Sendo assim, para delimitação do estudo, utilizou-se a amostragem não probabilística por julgamento, que segundo Cooper e Schindler (2002), é aconselhável quando o pesquisador deve selecionar membros da amostra de forma a atender a alguns critérios pré-estabelecidos.

Para tanto, foi realizada uma consulta ao sítio da Exame onde 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 às incertezas.

Realizou-se a coleta de dados no sítio da BM&F BOVESPA dos preços de abertura e fechamento diários das ações (OIBR4) negociadas no Mercado à Vista, nos períodos de 2013 a 2014. Onde, no período de 2013 ocorreram as primeiras divulgações do processo de fusão da Oi S.A. com a Portugal Telecom, e no de ano de 2014, centralizou-se o estudo a fim de observar, de acordo com os dados de retorno reais, se a simulação seria eficiente quanto a predição dos retornos.

Além disso, foi realizada a coleta dos 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

Após a coleta de dados, com vistas a enquadrar melhor o problema da pesquisa, a fim de comprovar se o teste se deu em cenário de incerteza, optou-se por realizar um Estudo de Eventos, definido por Camargos e Barbosa (2010) como sendo a análise do efeito de informações específicas de determinadas empresas sobre os preços de suas ações.

Corroborando com tal definição, 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, que 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 da 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. A metodologia utilizada foi a dos 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, conforme equação: $A_{i,t} = R_{i,t} - R_{m,t}$, 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 ;

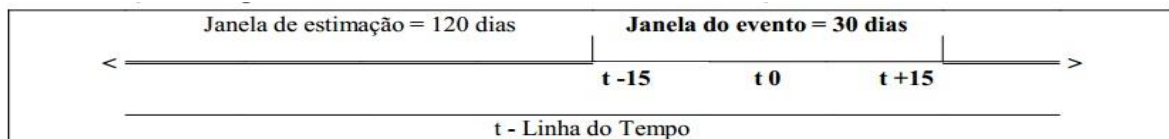
P_{t-1} = preço da ação no período $t-1$.

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). 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 diferenças significativas entre duas amostras. Nesse sentido, Larson e Faber (2010) afirmam que pode ser utilizado o Teste de *Wilcoxon*, que consiste em “um teste não paramétrico que pode ser usado para determinar se duas amostras dependentes foram selecionadas de populações que possuem a mesma distribuição” (LARSON; FARBER, 2010, p. 495).

Ainda segundo os autores supracitados, o teste não paramétrico é um teste de hipótese que não requer condições específicas sobre o formato das populações ou o valor de nenhum parâmetro de população. Já o teste paramétrico é aquele que envolve parâmetro populacional.

A análise dos dados foi realizada por meio do *software ACTION*. Sendo aplicado o Teste de *Wilcoxon*, atendendo, conforme abordado na seção anterior, ao requisito disposto por Larson e Farber (2010) de que para utilizar tal teste a amostra deve ser pelo menos 10. Para tanto, determinou-se as seguintes 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 ($\Delta = 0$);

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

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 bicaudal). Aceitando 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).

3.4 Simulação de Monte Carlo para o ano de 2014

Com o intuito de responder ao questionamento da pesquisa, conforme já dito antes, utilizou-se a Simulação de Monte Carlo para saber se seria possível prever o retorno das ações da Oi S.A. em 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_r); 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:

Tabela 1 - Levantamento dos Inputs Conhecidos no @RISK

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

Fonte: dados da pesquisa.

O preço utilizado para o P_{at} foi o de fechamento das ações 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 um 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* fundamenta-se 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, aquela onde se aplica as variações dos fatores de risco ocorridas no passado nas posições atuais.

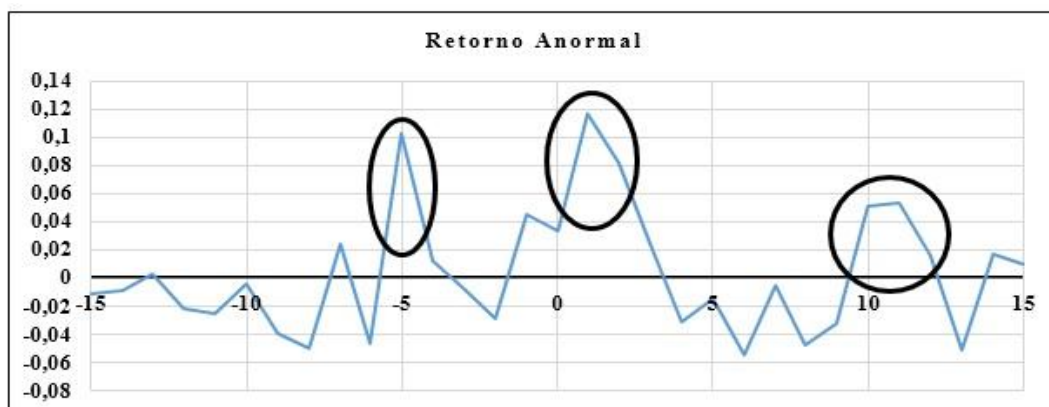
O último procedimento para o cálculo de Simulação Monte Carlo no *software* de apoio é a geração dos *Outputs*, ou seja, a apresentação dos resultados, dados através do retorno das ações independentes. Para tanto, considerou-se um número de 100.000 iterações, gerados através de números aleatórios por Monte Carlo.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Comprovação do Cenário 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



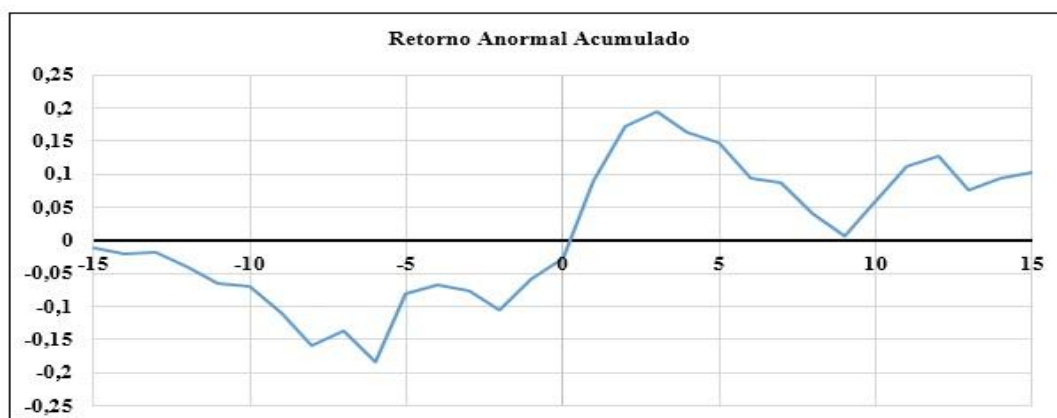
Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com 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, correlacionado com as divulgações referentes ao processo de fusão no sítio da Oi. Ressalta-se que houve o anúncio para a imprensa internacional no sexto dia após o evento principal (08/10/2013), sugerindo que essa alteração tenha relação com este 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, portanto, o acumulado de variações de todo o período avaliado, evidenciando 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:

Tabela 2 - Resultados do Teste de Wilcoxon

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

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 nula $H_0: \Delta = 0$, confirmando as análises anteriores.

Portanto, o Estudo de Eventos confirma a proposta do objetivo da pesquisa, 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:

Tabela 3 - Comparação dos retornos reais e simulados

Variável	Retorno Real	Retorno Simulado
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%

Fonte: Dados da pesquisa

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 é preciso analisar o comportamento dos valores que estão entre essas amostras de mínimo e máximo.

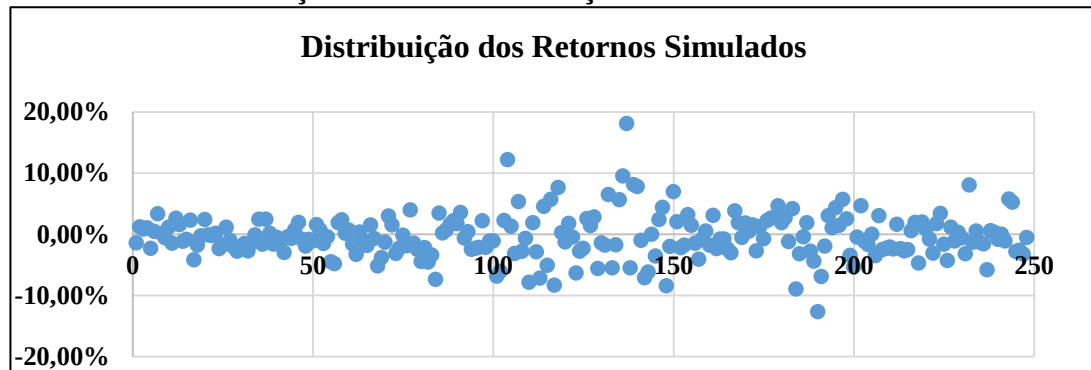
A média divergiu em 6,011%, no entanto, também é outro parâmetro que não possui tanta relevância nessa análise pois, ela não fornece informações sobre outros aspectos da distribuição, como por exemplo, a variabilidade da série.

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).

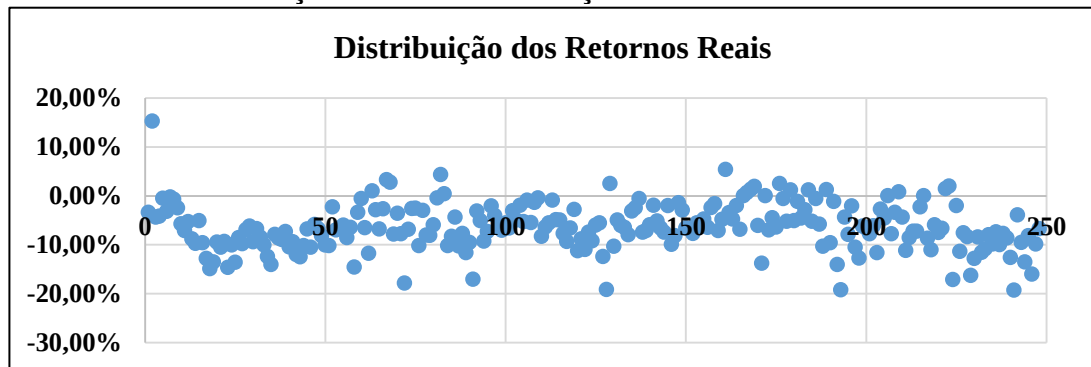
Uma medida bastante utilizada na análise da variabilidade de uma variável é o desvio padrão. Este será tão maior quanto mais disperso forem os valores observados. Nesta análise o desvio padrão real foi maior do que o simulado, significando maior dispersão de seus valores.

As assimetrias e curtoses caracterizam medidas relacionadas à curva da distribuição. Observa-se, através destas, que houve variação nesse aspecto.

Ao avaliar o retorno médio anual real em comparação com o simulado, chega-se à conclusão de que o retorno gerado pela simulação é bem próximo do real. Tal perspectiva pode ser vista melhor 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

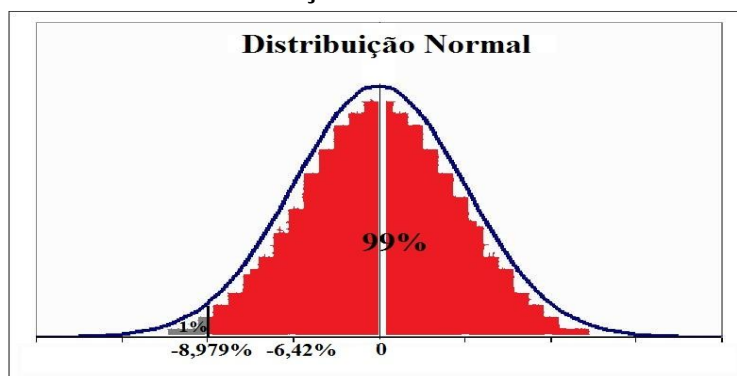
Gráfico 4 - Distribuição dos retornos de ações reais

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 com um nível de confiança de 99%, delimitou-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 eficiente em estudos realizados nas mais diversas áreas. No entanto, a maior parte dessas pesquisas avaliou esse método diante de cenários exploratórios e normativos, onde o risco consegue ser mais facilmente controlado.

O objetivo desse estudo foi verificar se esse método é eficaz em prever retorno de ações em cenários de incertezas. Para tanto, averiguou-se se tal método seria capaz de prever de forma correta o retorno das ações da Oi S.A. em 2014, uma vez que estas, nesse período, sofriam forte pressão decorrente do anúncio de intenção de fusão da Oi com a Portugal Telecom.

Para melhor caracterizar o problema da pesquisa, realizou-se 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. Em seguida, fez-se uso do *Backtesting* com a técnica da Simulação de Monte Carlo, comparando os retornos reais com os simulados, para verificar o poder de previsão da referida técnica.

Coerente com a metodologia proposta, os achados da pesquisa sugerem que a Simulação de Monte Carlo é capaz de prever o retorno de ações diante de elevado grau de incerteza, uma vez que o retorno médio anual simulado pelo método previu um limite mínimo do retorno de ações da Oi para o ano de 2014 no valor de -8,979%, a um nível de confiança de 99%, onde o resultado real alcançou um valor de -6,42%, encontrando-se dentro dessa margem de confiança.

Os resultados demonstraram que após o evento 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 houve retornos anormais significativos e que estes se estenderam, juntamente com a continuidade do processo de fusão, para o ano analisado de 2014.

Comparando os retornos reais com os simulados, verifica-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 próximos.

Como limitações da pesquisa deparou-se com a realização de poucas análises do VaR através da Simulação Monte Carlo em cenários de incertezas, e o fator desta pesquisa ter sido restrita a um estudo de caso. Desse modo, propõe-se para estudos futuros analisar a eficácia do método em fazer previsões relevantes diante de novos casos, ou até multi-casos, que envolvam cenários de incertezas, bem como a utilização de métodos estatísticos paramétricos e não paramétricos mais adequados à resolução do problema.

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.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, F. L. O.; CARMONA, C. U. M. 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.º. 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.

COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Bookman, 2002.

DONATELLI, Gustavo Daniel; KONRATH, Andréa Cristina. Simulação de Monte Carlo na Avaliação de Incertezas de Medição. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 13, n.º 25/26 – pp. 5-15, 2005.

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

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.

GODET, Michel; DURANCE, Philippe. **A prospectiva estratégica: para empresas e territórios**. Paris: Dunod, 2011.

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.

JULIEN P.-A.; LAMONDE P.; LATOUCHE D. **La méthode des scénarios: une réflexion sur la démarche et la théorie de la prospective**. Datar, La Documentation française, n.º 59, Paris, Junho de 1975. Disponível em: <http://www.idsust.com.br/emailmkt/Prospectiva_GodetDurance_Vebook.pdf>. Acesso em: 19 fev. 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>. Acesso em: 18 fev. 2015.

KAHN H., WIENER A. J.. **Un canevas de spéculations pour les 32 prochaines années, intro**. Daniel Bell, Paris, Robert Laffont, col. « Le Monde qui se fait », 1968.

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.

LARSON, Ron; FARBER, Betsy. **Estatística Aplicada**. 4ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

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.

PORTER, Michael E. “Estratégia Competitiva: Os conceitos Centrais”. In: **Vantagem Competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1990, pp. 411 – 443.

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> 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.