



Este trabalho foi licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição - NãoComercial - SemDerivados 3.0 Não Adaptada.

This work is licensed under a Creative Commons - Atribuição - NãoComercial - SemDerivados 3.0 Não Adaptada.

Fonte: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/te/ojs/index.php/face/article/view/7806>. Acesso em: 21 out. 2013.

Investigação empírica da perda máxima calculada pelo VaR: comparação do VaR Delta-Normal em períodos de crise sistêmica com as perdas ocorridas no IBOVESPA

Empirical investigation of maximum loss calculated by VaR: comparison of Delta-Normal VaR in times of crisis with occurrence of loss in IBOVESPA

Bruno Vinícius Ramos Fernandes^a
Bruno Borges Cardozo^b
Paulo Roberto Barbosa Lustosa^c

RESUMO: Análise e conhecimentos dos riscos são partes fundamentais para qualquer instituição do mercado financeiro. Com a evolução da ciência, novas ferramentas vão sendo disponibilizadas para a mensuração do risco financeiro, dentre as mais utilizadas está o *Value-at-Risk* (Valor em risco ou VaR). Outro fator de risco que vem ocorrendo com frequência são as crises financeiras, ou sistêmicas, que alteram o comportamento do mercado. Tendo em vista a importância da ferramenta e sua variada metodologia de cálculo, este trabalho propõe verificar se o VaR consegue prever corretamente a perda máxima esperada, e sua relação com períodos em que houve ocorrência de crises sistêmicas. Os cálculos foram realizados para o período de janeiro/1996 a setembro/2009, tomando o Índice BOVESPA como ativo e utilizando o método VaR Delta-Normal. Com base nos resultados obtidos foi possível verificar, em períodos trimestrais e anuais, que o valor em risco não consegue prever corretamente a perda máxima esperada, especialmente em períodos de crise, onde apresentou maior margem de erro, pois a distribuição normal não modela os resultados dos extremos obtidos na amostra real.

Palavras-chave: Risco. *Value-at-Risk*. Crise financeira. Perda máxima.

ABSTRACT: Analysis of risks and knowledge are key parts to any institution in the financial market. With the evolution of science, new tools will be made available for the measurement of financial risk among the most used is the Value-at-Risk (Value at Risk or VaR). Another risk factor that has been occurring frequently are financial crises, or systemic, that change the behavior of the market. Given the importance of the tool and its varied calculation methodology, this study proposes to verify whether the VaR can correctly predict the maximum expected loss, and its relation to periods in which the occurrence of crises. Calculations were performed for the period January 1996 to September/2009, taking the Bovespa index as active and using the Delta-Normal VaR method. Based on the results was verified in quarterly and annual periods, the value at risk cannot correctly predict the maximum expected loss, especially in times of crisis, which had a higher margin of error, because the normal distribution does not model the results extremes obtained in real sample.

Keywords: Risk. Value-at-Risk. Financial crisis. Maximum loss.

JEL Classification: Financial Economics – General Financial Markets – Information and Market Efficiency; Event Studies.

^a Universidade de Brasília. E-mail: <brunoramos@unb.br>.

^b Universidade de Brasília e Caixa econômica Federal. E-mail: <bruno.cardozo@gmail.com>.

^c Universidade de Brasília e Caixa econômica Federal. E-mail: <lustosa@unb.br>.

1 Introdução

O risco é parte constante na evolução humana e apesar de todo o desenvolvimento científico na procura de prever fatos que ainda irão acontecer. O grau de erro destes estudos ainda é razoavelmente elevado. A ausência de risco implicaria na certeza de resultados e na restrição à construção do conhecimento (MOLICA, 1999).

A concepção mais atual de risco tem origem nos números, que permitiram qualificar o valor incerto, até então abstrato, resultante de determinada ação e está dimensionado em probabilidades calculadas com base em dados históricos ou em parâmetros futuros (CAPELETTO, 2006).

Em finanças, risco é uma medida de incerteza para se obter o retorno esperado sobre o investimento realizado (ASSAF NETO, 2007). Em geral há incertezas quanto ao retorno a ser obtido, existindo mais de um valor possível para o retorno. Quando a incerteza é mensurada, ou seja, quando se estimam probabilidades de ocorrências de eventos futuros, esta pode ser chamada de risco (MARINS, 2004).

Risco também pode ser definido como a volatilidade de resultados inesperados, normalmente relacionada ao valor de ativos ou passivos de interesse. Segundo Jorion (1998, p.3), as empresas estão expostas a três tipos de risco:

1. *Os riscos operacionais*: são aqueles assumidos voluntariamente pela empresa e está diretamente relacionado ao setor da economia no qual se opera e inclui inovações tecnológicas e *marketing*;
2. *Os Riscos estratégicos*: resultam de mudanças fundamentais no cenário econômico e político. Estes são de difícil eliminação, pois requerem diversificação dos negócios em mercados ou seguimentos distintos;
3. *Os Riscos financeiros*: aqueles ligados a possíveis perdas nos mercados financeiros. A maioria das empresas tendem a otimizar seus controles para que possam se preocupar mais com os riscos operacionais, mas as instituições financeiras o têm como principal função.

A maior preocupação de agentes de mercado e instituições financeiras é o risco sistêmico, que trata das incertezas geradas em todo o sistema

devido alterações no risco do crédito, da taxa de juros e da taxa cambial (CAPELETTO, 2006), e a adequação do capital para enfrentar esse risco. Casos de falência como o do *Barings Bank* e *Sumitomo*, levantaram a discussões e a criação de políticas quanto a administração de risco e a regulação do setor financeiro. Uma ferramenta primária para mensuração do risco financeiro é o *Value-at-risk*.

Tendo em vista a importância da ferramenta, este trabalho tem como problema de pesquisa a seguinte questão: *O VaR consegue prever adequadamente a perda máxima esperada?*

O objetivo geral do trabalho é analisar o comportamento do VaR, como principal medida de risco financeiro, em momentos de instabilidade (crises sistêmicas), seguindo os seguintes objetivos específicos: a) Calcular VaR para o Ibovespa nos períodos trimestrais e anuais; b) Separar períodos em que houve perdas no Ibovespa; c) Verificar se as perdas ultrapassaram o valor em risco para o período; d) Verificar se o excesso de perda foi em relação a alguma crise sistêmica.

A metodologia aplicada trata de pesquisa empírica com dados do Ibovespa, calculando o VaR para os períodos definidos e sua comparação com a perda realizada, quando houve.

O trabalho será apresentado da seguinte maneira: 1) Introdução; 2) Referencial teórico quanto ao VaR e os períodos de crise; 3) Metodologia, aplicada ao VaR; 4) Análise dos dados; e 5) Conclusão.

2 Referencial teórico

2.1 Value-at-Risk

A expressão *Value-at-Risk* (Valor em risco ou, simplesmente, VaR) não fazia parte do vocabulário do mercado financeiro até o início da década de 1990, mas a origem vai muito além no tempo, podendo ser verificada desde o início do século 20 como um informal teste de capital. O ponto marcante para a utilização do VaR foi a publicação do *Risk Metrics Technical Document* pelo J.P. Morgan em 1994, pois disponibilizou na internet, com descrições objetivas, três métodos a serem discutidos mais adiante (HOLTON, 2003). Desde então, o VaR se tornou uma medida de risco de mercado muito utilizada nas instituições financeiras (HULL e WHITE, 1998), como por exemplo, a CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (2008).

Como discutido por Jorion (1998, p. 50), o VaR vem sendo adotado por bancos centrais como o maior determinante do valor mínimo para o capital do bancos comerciais e em 1995 o Comitê de Basileia definiu alguns parâmetros qualitativos a fim de garantir sua eficiência, tais como:

- Horizonte de 10 dias de negociação, ou duas semanas corridas;
- Intervalo de confiança de 99%; e
- Período de observação com base em pelo menos um ano de dados históricos, atualizados, no mínimo, uma vez por trimestre.
- O Capital necessário para cobrir riscos de mercado foi definido como três vezes o valor do VaR calculado por esse parâmetros (COMITÊ DE BASILÉIA, 2005).

Em sua definição, o VaR de um portfólio é uma função de dois parâmetros, volatilidade no tempo e o nível de confiança. Isso é igual ao valor máximo de perda, em valores monetários ou em percentuais, até o final do período com o nível de confiança especificado. Se $n\%$ é o nível de confiança e t o tempo do período, o cálculo do VaR é baseado na probabilidade da distribuição da variação do valor do portfólio com $n\%$ de confiança por t dias, sendo definido como 100% de um valor máximo esperado de perda.

Quantificando, temos uma aplicação, cujo valor inicial é R\$ 100.000, que apresenta uma probabilidade de ocorrência de retornos abaixo de -2% igual a 1%. Então é possível afirmar, acerca do seu risco, que a carteira tem 1% de probabilidade de gerar uma perda financeira maior ou igual a R\$ 2.000. Em geral, a geração deste tipo de informação é o objetivo dos modelos de análise de risco (MOLICA, 1999).

O *Value-at-Risk* é uma medida da potencial perda máxima no valor de um portfólio a uma dada probabilidade em um horizonte de tempo pré-determinado. O VaR responde a seguinte pergunta: Quanto eu posso perder com uma probabilidade, ou nível de significância, de $n\%$ em um dado horizonte de tempo? (J.P. MORGAN e REUTERS, 1996)

No cálculo do VAR é preciso definir dois parâmetros arbitrariamente, o nível de significância e o período de tempo. Sendo este último, usualmente, considerado como o tempo necessário para liquidar toda a posição (MOLICA, 1999).

2.2 Metodologias de mensuração de VaR

As mensurações de risco de mercado podem ser classificadas como paramétricas e não-paramétricas. As metodologias paramétricas assumem certas hipóteses. Por exemplo, a associação da distribuição dos retornos a uma distribuição normal ou t-student. Enquanto que as metodologias não-paramétricas são aquelas que não assumem hipótese na distribuição dos retornos da carteira (CHUN, 2008).

Há três métodos clássicos para se calcular o valor em risco, a saber: O *Método Delta-Normal*, a *Simulação Histórica* e a *Simulação de Monte Carlo* (JORION, 1998). O *Método Delta-Normal* assume que os retornos de todos os ativos são normalmente distribuídos. Como o retorno do portfólio é uma combinação linear de variáveis normalmente distribuídas, logo ele também é normalmente distribuído. A *Simulação Histórica* com base em períodos passados, com espaços de tempo determinados pelo usuário da informação, o que costuma ser de 6 a 24 meses, neste método o portfólio é reavaliado aplicando os pesos atuais às respectivas séries históricas dos retornos da carteira. A *Simulação de Monte Carlo* gera uma grande quantidade de cenários aleatoriamente baseados em uma distribuição de probabilidade e recalcula o valor do portfólio. Os dados históricos de mercado são utilizados para se inferir sobre características estatísticas tais como a variância e a correlação da distribuição assumida.

Uma das desvantagens do modelo histórico é o seu método de ponderação. Pelo fato de atribuir pesos iguais às observações, ele não capta uma característica muito observada nas séries dos retornos dos ativos: a concentração de volatilidade. As séries dos retornos dos ativos apresentam períodos de alta (baixa) volatilidade que são seguidos por alta (baixa) volatilidade (SILVA, 2002).

O *Método Delta-Normal* está sujeito a várias críticas. Uma delas é que as distribuições dos retornos possuem caudas espessas. Como parte do princípio de normalidade dos retornos, podendo subestimar o valor em risco. Também não mensura corretamente o risco de instrumentos não-lineares, como as opções (SILVA JUNIOR, 2000).

Para minimizar o problema apresentado pelo VaR Delta-Normal quanto a estimação do desvio padrão baseado no histórico de cada

ativo atribuindo pesos fixos, foi introduzido um ajuste exponencial baseado no método EWMA (*Exponential Weighted Moving Average*) no cálculo do desvio padrão dos ativos, atribuindo maior peso ao retorno e desvio padrão mais recente. Esta metodologia é conhecida pelo mercado financeiro como método RiskMetrics™, que foi desenvolvida e usada inicialmente no banco de investimentos J.P.Morgan (1996).

Outra metodologia desenvolvida para o cálculo do Value-at-Risk de maneira mais eficiente é o uso da Teoria de Valores Extremos (*Extreme Value Theory*, ou simplesmente EVT), pois tem como objetivo analisar o comportamento da cauda da distribuição dos retornos de ações e quantificar o comportamento probabilístico de grandes perdas não esperadas (FERNANDEZ, 2003). Seu uso permite estimar probabilidades e quantis com razoável precisão nos limites dos valores encontrados dentro da amostra, tanto máximos quanto mínimos e de modo independente, e mesmo além deles (SOUZA e SILVA, 1999).

2.3 Crises financeiras

Segundo Jickling (2008), não há uma definição precisa para o termo crise financeira, mas é senso comum de que turbulências no mercado financeiro alcançam o nível de crise quando há interrupções no fluxo de crédito para pessoas físicas e jurídicas, afetando a economia real. Também pode ser definida como um ataque especulativo à moeda de um determinado país. Isto pode resultar em uma forte desvalorização da moeda local e um possível não pagamento de suas dívidas. Essas crises financeiras costumam ser agravadas por crises em países vizinhos, porém o contágio só ocorre quando as economias destes países estão vulneráveis para tal fenômeno (PINTO, VILELA e LIMA, 2004).

Neste trabalho abordaram-se, em ordem cronológica, as seguintes crises: Asiática – com início em Julho/1997 e ápice em Outubro/1997; Russa – Junho/1998; Desvalorização do Real – Janeiro/1999; Bolha “Ponto.Com” e Crise Argentina – Março e Abril/2000; Ataques às “Torres Gêmeas” – 11/09/2001; Eleições no Brasil – Julho/2002; e Crise Imobiliária nos Estados Unidos – setembro/2008.

A crise econômica asiática foi um evento de proporções mundiais, iniciado em julho de 1997 com a desvalorização da moeda tailandesa. Logo depois caíram as de Malásia, Indonésia

e Filipinas, repercutindo também em Taiwan, Hong Kong e Coréia do Sul (SCHIFFERES, 2007), quebrando a confiança no milagre econômico asiático e assim surgindo questionamentos sobre os benefícios da globalização e da interdependência econômica, com sérias críticas ao papel do Fundo Monetário Internacional (FMI) e crescimento de um sentimento anti-ocidental, em especial contra os Estados Unidos (OLIVEIRA, 1999).

Um dos países atingidos pela crise de 1997 foi a Rússia. Seu sistema bancário entrou em colapso levando à suspensão parcial de pagamentos nacionais e internacionais em julho de 1998, gerando desvalorização de sua moeda, o Rublo, e o congelamento de depósitos em moeda estrangeira.

O FMI concedeu vários créditos multimilionários para evitar a queda livre do Rublo e que os danos fossem irreparáveis no mercado internacional. Crises como a da Rússia, podem surgir em decorrência de diversas condições adversas à economia como grandes déficits públicos e quantidades reduzidas de reservas internacionais (SCHIFFERES, 2007).

Essa crise afetou o Brasil diretamente, pois colocou países como Índia e China em condições de desconfiança internacional quanto ao risco em honrar suas dívidas, gerando uma forte desvalorização do Real em 1999 por evasão de divisas estrangeiras. Esta fuga tornou a manutenção do sistema cambial prevalecente insustentável, levando ao aumento do valor do Dólar em relação ao Real causando a aumento na dívida externa, enquanto a elevação da taxa de juros para atrair investidores levou ao aumento da dívida interna, o que acabou levando à crise interna (MURTA, BRASIL e SAMOHYL, 2003).

No período final da crise iniciada na Ásia e que se espalhou por Rússia e Brasil, ocorreu o colapso do fundo *Long-Term Capital Management* (LTCM). Criado por dois ganhadores de Premio Nobel, Myron Scholes e Robert Merton, o fundo mensurava seu risco com o VaR, mas a crise gerou uma perda maior que a esperada. O fundo comprava papéis de governos por todo o mundo ganhando um *spread* pequeno e quando a Rússia anunciou que não pagaria os seus títulos o mercado começou a vender títulos de outros países, com medo de também não receberem (SCHIFFERES, 2007).

Em março de 2000 houve o estouro da bolha “ponto.com” com uma queda de 78 % no

índice Nasdaq, levando inúmeras empresas, vinculadas à tecnologia ou não, à falência. Na Argentina, ainda vigorava o *currency board* (conselho da moeda), regime monetário-cambial que determinava a fixação da taxa de câmbio em relação ao Dólar, que garantia a conversibilidade e que definia o Dólar como “lastro” da moeda nacional. Este modelo funcionou nos primeiros anos, controlando os índices de inflação, porém, a conversibilidade tornou legal a utilização do dólar em todas as transações dentro do país, tornando a desvalorização do Peso involuntário. Com as seguintes crises ocorridas entre o período de 1995 a 1998, o país se mostrou vulnerável aos choques. Durante 2000 e 2001 o presidente De La Rúa manteve o regime Monetário, produzindo um desastre econômico (BATISTA JR, 2002).

O fatídico 11/09/2001. O ataque terrorista às Torres Gêmeas causou pavor generalizado no mercado. Na composição do preço dos ativos é levado em conta o risco sistêmico e, nesse caso, a imprevisibilidade do ato causou aversão ao risco. A bolsa de Tóquio caiu 6% e também houve reflexo na Europa e no Brasil (SANTOS et al., 2008).

Em 2002 o Brasil foi o epicentro da crise, com crescente dívida interna e externa, a taxa Selic estava alta e o Real se desvalorizando junto Dólar. Era ano de eleição, havendo pressão quanto à incerteza da sucessão presidencial e o temor quanto à política econômica que seria adotada pelo novo governo (ALMEIDA, 2007). A Recente Crise Imobiliária Norte-Americana começou em 2001 com as contínuas diminuições na taxa de juros anunciadas pelo *Federal Reserve* (FED), o banco central Norte-Americano, para incentivo à economia. Com isso, a oferta de crédito subia cada vez mais e para que fosse possível manter o ritmo de crescimento foi concedido empréstimo até para os que não possuíam condições para tomá-lo, chamados *subprime* (SCHIFFERES, 2007).

Os Bancos e as Financeiras recebiam apoio do governo para que continuassem oferecendo crédito e os ativos gerados eram negociados no mercado até que em agosto de 2007 o banco Francês PNB Paribas congelou três fundos com garantias de hipotecas americanas, pois não conseguiam contabilizar as reais perdas desses fundos (FERREIRA e PENIN, 2007).

Os investidores começaram a se perguntar quanto à liquidez do mercado, mesmo com todos os indicadores, como a estabilização no

preço dos imóveis nos Estados Unidos em 2006, indicando uma das maiores crise dos últimos tempos (JICKLING, 2008).

3 Metodologia

Nesta parte do trabalho esta descrita à parte empírica da pesquisa, que está estruturada em três etapas/técnicas utilizadas em sua metodologia como: levantamento dos dados, preparação dos dados e o cálculo do VaR.

3.1 Descrição da amostra

Tento selecionado o método, nesta etapa foi realizada a obtenção dos dados da cotação de fechamento, em pontos, do Índice Bovespa (Ibovespa) referente ao período de 02/01/1996 à 30/09/2009 por meio do site InfoMoney¹. Foram separados por trimestre e por ano, a fim de situar onde ocorreram as perdas, se houve, e verificar se foram em decorrência de crises financeiras.

Foi utilizado o Ibovespa por ser a principal referência do mercado acionário brasileiro, pois retrata o comportamento dos principais papéis negociados na Bovespa. Segundo a metodologia do índice (BOVESPA, 2007, p. 5), este é composto por ações que sigam os seguintes critérios cumulativamente os últimos 12 meses:

- estar incluída em uma relação de ações cujos índices de negociabilidade somados representem 80% do valor acumulado de todos os índices individuais;
- apresentar participação, em termos de volume, superior a 0,1% do total;
- ter sido negociada em mais de 80% do total de pregões do período.

3.2 Preparação dos dados

A partir das cotações diárias foi calculada a variação diária do Ibovespa, em pontos e em percentual, utilizando o método contínuo de acordo com a fórmula abaixo:

$$R_d = \ln \left(\frac{P_d}{P_{d-1}} \right)$$

Onde:

R_d = retorno diário;

P_d = cotação em Pontos no dia;

P_{d-1} = cotação em Pontos no dia anterior.

¹ Os dados foram obtidos no sitio especializado em mercado financeiro www.infomoney.com.br em 18/09/2009.

Com essa informação foi possível calcular a variação trimestral e anual e a volatilidade dos períodos tendo como base o desvio padrão das variações diárias conforme fórmula (2), a seguir:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum (R_t - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

Onde: n = tempo em dias;
 R_t = retorno diário em t ;
 σ_t = desvio padrão (volatilidade) em t ;
 \bar{R} = retorno médio.

3.3 Cálculo do VaR Delta-Normal

Para os cálculos do VaR para os períodos descritos anteriormente, utilizou-se a metodologia Delta-Normal, pois segundo Jorion (1998) esta é a de mais fácil implementação por supor que os retornos sejam normalmente distribuídos e segundo Chun (2008) por atribuir o mesmo peso histórico na estimativa dos parâmetros. Para esse cálculo foi utilizada a seguinte fórmula:

$$VaR = \sigma_t \times V_c \times P$$

Onde σ_t é o desvio padrão em t , V_c o valor crítico da normal dado o grau de relevância e P o preço do ativo, ou nesse caso o valor em Pontos na data inicial do período. Assim o resultado do VaR também será em pontos. O V_c é um valor arbitrário, nesse caso o valor do grau de confiança estabelecido foi de 99%, conforme

orientação do Comitê de Basiléia (2005). No cálculo é utilizado o valor do retorno inverso da distribuição cumulativa da distribuição normal para uma média igual a zero e desvio padrão igual a 1.²

Para os valores de t assumimos como trimestral e anual e a variação desses intervalos de tempo foi obtida pela soma da variação diária do trimestre e do ano, respectivamente.

Tendo em vista tratar de 3.413 dias de movimentação, a divisão em períodos mais longos tornou o estudo mais efetivo, ainda assim eficaz ao conseguir abranger as épocas de crise. Com a divisão em trimestres e anos foram calculados 55 e 14 VaRs respectivamente, permitindo situar onde ocorreram as perdas, em quais períodos foram mais expressivas e podendo, ainda, verificar se houve influencia de crise.

Por fim, foram computadas as perdas esperadas a partir do cálculo do VaR Delta-Normal e posteriormente comparada com as variações realizadas para os períodos apresentados.

4 Análise dos dados

Nesta parte do trabalho serão apresentados os dados e as comparações dos resultados em períodos normais e períodos de crise. Abaixo o Gráfico 1 onde mostra a evolução do Ibovespa no período analisado. O eixo horizontal apresenta o tempo, dividido por trimestre, enquanto no eixo vertical a referência em pontos. Os balões são as indicações das crises ocorridas, para facilitar a análise.

Gráfico 1 – Variação Ibovespa de 02/01/1996 a 30/09/2009 e indicações de crises financeiras



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Ibovespa (2009).

² Valor obtido no MSExcel.

Pode ser observado no Gráfico 1, no 3º trimestre de 1997 temos o primeiro movimento de queda, seguido por um ainda maior do trimestre seguinte, ambos referentes à crise asiática. No 3º trimestre/1998, há uma queda acentuada referente à crise Russa, demonstrando o impacto no mercado brasileiro.

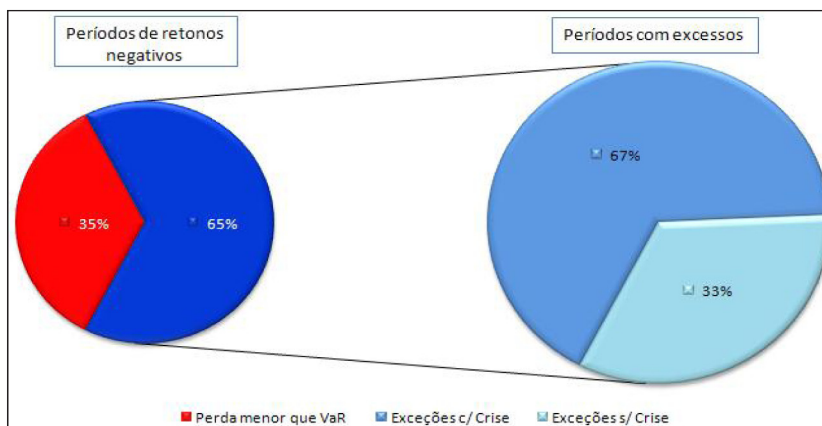
Após a crise no início do ano de 1999, houve um movimento de subida, em 2000 mais uma crise. Dessa vez o estouro da bolha “ponto.com” e a crise na Argentina. 2001 houve subida no início do ano e uma leve baixa até o 11/09, com o ataque terrorista, gerando pânico no mercado e uma queda acentuada no 2º trimestre. Há, ainda em 2001, uma recuperação que se segue até o 2º/2002, quanto ocorre outra crise de desvalorização do Real e a incerteza do período eleitoral.

No último balão temos a indicação da crise imobiliária norte-americana, período onde temos acontecimentos nunca registrados, até o momento, como a valorização do índice, chegando a 73.438 pontos em 19/05/2008, passando ao momento de crise com uma queda até os 29.435 pontos em 27/10/2008, mas sem esquecer a recuperação acelerada com registro de 61.517 em 30/09/2009. Resumindo, a crise foi devastadora e em 161 dias desvalorizou 59,92% e quase um ano depois valorizou 108,99% em relação à menor cotação, recuperando 68,26% da perda inicial. Resultado só esperado para 2010.

Analisando o resultado do cálculo do VaR, podemos verificar no Gráfico 2, no círculo da esquerda, que 35% da amostra trimestral apresentou rendimento negativo, mas dentro do esperado, enquanto os outros 65% representam os trimestres em que a variação negativa superou o calculado pelo VaR, nesse caso chamado de exceções. Dentro das exceções, círculo da direita, 66,66% estava associada a períodos de crise e os outros 33,33% não apresentaram relação com o risco sistêmico.

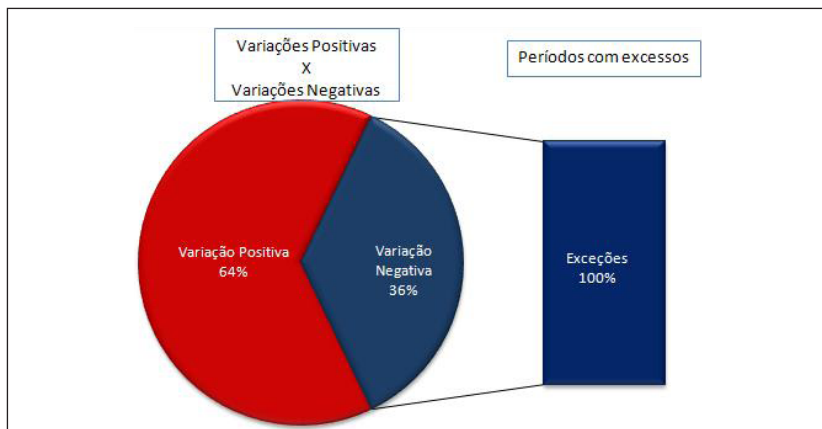
No Gráfico 3 temos a amostra anual, onde 64% apresentou variação positiva e dos outros 36% referente às variações negativas, o VaR apurado foi excedido em 100% dos casos, sendo todos associados a períodos de crise.

Gráfico 2 – VaR Trimestral: comparação entre o Var calculado e a variação do trimestre

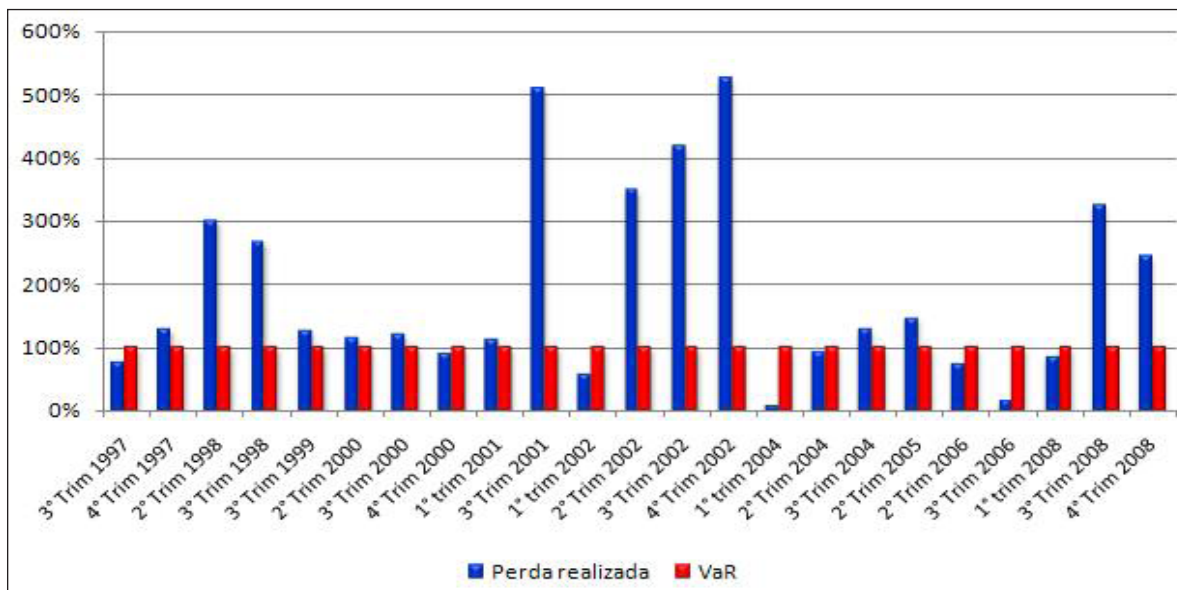


Fonte: Elaboração própria – Dados da pesquisa.

Gráfico 3 – VaR anual: comparação entre o Var calculado e a variação do ano



Fonte: Elaboração própria – Dados da pesquisa.

Gráfico 4 – Comparação em percentuais entre a perda realizada e o VaR trimestralmente

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do trabalho (2009).

O Gráfico 4 mostra a comparação por trimestre quanto ao excesso da variação do período em relação ao VaR. Uma segunda análise que pode ser feita a partir do Gráfico 4, além da quantidade de excessos, é quão maior foi a perda realizada comparada ao valor esperado. Assumindo o VaR calculado para o trimestre, em valor absoluto, como 100% da perda máxima esperada temos a variação realizada do período como um percentual desse valor.

Dentro desta análise de valores relativos, outra observação quanto ao gráfico acima trata do impacto das crises nos excessos como, por exemplo, a comparação entre a crise do 11/09/2001, que apresentou excesso de 509% em relação ao VaR e a crise imobiliária norte-americana que excedeu em 326% o valor esperado, pois como pode ser visto no gráfico 1, esta última gerou impactos maiores. Já a crise de 2002, que foi prioritariamente interna também apresentou grande valor de excesso. Uma possibilidade quanto à crise de 2008, é o fato de ter sido a crise mais prevista da história (JICKLING, 2008), pois vários indicadores alertavam para a existência de uma bolha especulativa.

Como pode ser verificada na Tabela 1, a média obtida entre os valores extrapolados trimestralmente foi de 275%, demonstrando uma forte fonte de risco para o investidor. Este, possivelmente, não estaria preparado para arcar com perdas tão expressivas, haja vista o exemplo

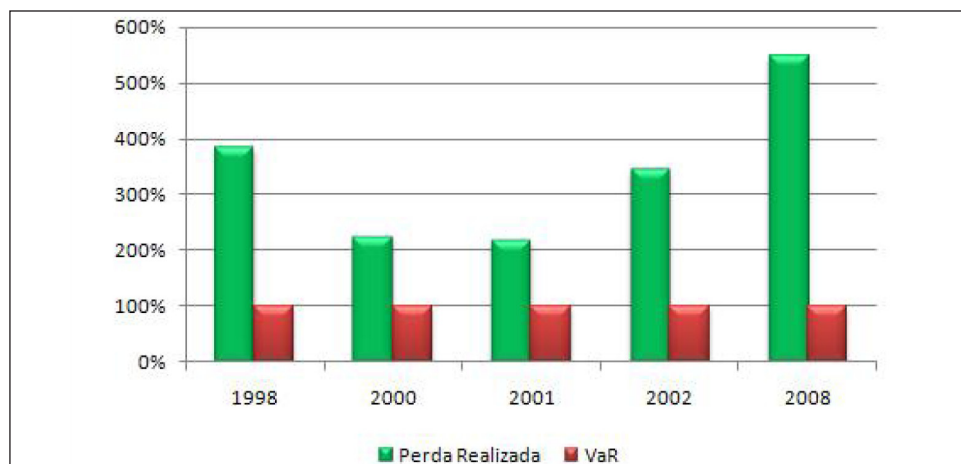
do *Long-Term Capital Management*, socorrido por bancos americanos, a pedido do FED, em setembro de 1998 após perder US\$ 4 bilhões durante a crise Russa (SILVA JUNIOR, 2000).

Tabela 1 – Relação entre a perda realizada e o VaR

Crises	Trimestre	VaR	Perda Realizada	Relação Perda/VaR
Crise Asiática	3°/1997	-1008,01	-770	76%
	4°/1997	-1244,14	-1601	129%
Crise Russa	2°/1998	-753,425	-2268	301%
	3°/1998	-1152,03	-3085	268%
Bolha Ponto Com e Crise Argentina	2°/2000	-957,672	-1093	114%
	3°/2000	-666,857	-799	120%
Atentado às Torres Gêmeas	3°/2001	-770,658	-3924	509%
Eleições no Brasil e Problemas contábeis – corporações EUA	3°/2002	-600,127	-2517	419%
	4°/2002	-440,337	-2309	524%
Crise Imobiliária Norte-americana	3°/2008	-4754,15	-15476,3	326%
	4°/2008	-4913,4	-11991	244%
Média				275%

Fonte: Dados da pesquisa

No gráfico seguinte, segue a comparação do VaR anual com a perda realizada no mesmo período. Podemos verificar que o valor realizado é expressivamente maior que o esperado e todos os anos aqui indicados tiveram ocorrência de crise.

Gráfico 5 – Comparação em percentuais entre a perda realizada e o VaR anualmente

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do trabalho (2009).

A partir da Tabela 2 é possível verificar algumas medidas estatísticas referentes à toda amostra trimestral e anual, sendo o desvio padrão, e conseqüentemente, o coeficiente de variação ao que mais se destacam. Utilizando os valores calculados para o VaR de cada período, tanto na trimestral quanto na anual, o desvio padrão é muito próximo da média, resultando nos coeficientes de variação de 91% e 97%, respectivamente.

Tabela 2 – Medidas estatísticas referentes aos VaRs calculados e as Variações ocorridas (em pontos)

	Trimestre		Ano	
	VaR	Variação	VaR	Variação
Média	1.137,20	890,57	1.192,01	4.084,64
Mediana	770,66	403,00	851,11	3.557,98
Desvio Padrão	1.029,60	4.517,12	1.159,60	11.987,36
Coefficiente de variação	91%	507%	97%	293%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do trabalho (2009).

Quando analisamos os resultados da variação ocorrida, a discrepância dos valores é ainda maior, com coeficientes de 507% no trimestre e 293% no ano, pois no cálculo do VaR todos os resultados são negativos, enquanto na variação ocorrida haviam valores negativos e positivos aumentando a amplitude da amostra. Os valores de coeficiente de variação maiores que 30% indicam alta volatilidade da distribuição.

Ao isolarmos os períodos em que houve excesso, Tabela 1, o coeficiente ficou em 58% trimestralmente e 39% anualmente, indicando alta volatilidade, mas com uma distribuição menos dispersa.

5 Conclusão

O Trabalho tinha como objetivo geral analisar o comportamento do VaR, como principal medida de risco financeiro, em momentos de instabilidade (crises sistêmicas), seguindo os seguintes objetivos específicos: a) Calcular VaR para o Ibovespa nos períodos trimestrais e anuais; b) Separar períodos em que houve perdas no Ibovespa; c) Verificar se as perdas ultrapassaram o valor em risco para o período; d) Verificar se o excesso de perda foi em relação a alguma crise sistêmica.

Foram levantados os dados referentes ao fechamento diário do Ibovespa, calculado sua variação pelo método contínuo, para, a partir desses dados, calcular a volatilidade e o VaR Delta-Normal.

Comparando os períodos em que houve variação negativa com a VaR calculados, os resultados obtidos foram negativos, pois apresentaram grande incidência de exceções ao VaR, com ocorrência em 65% nos períodos trimestrais e 100% nos anuais, e no cálculo da dispersão verificamos diferença significativa na média entre a perda esperada, o VaR, e a perda realizada na ordem de 275% e 344%, respectivamente.

Com base nos resultados apurados foi possível responder à pergunta: *O VaR consegue prever adequadamente a perda máxima esperada?* A resposta encontrada foi que o VaR no método Delta-Normal não consegue prever adequadamente a perda máxima esperada, pois, apesar de prever corretamente na maioria das vezes a perda máxima esperada, ultrapassou o grau de confiança. Como descrito no referencial

teórico, é conhecida a limitação do método por partir do princípio de que a variação do ativo, ou da carteira, segue uma distribuição normal.

Em muitos casos a distribuição dos resultados se aproxima da curva normal, mas se tratando de ações com alta volatilidade não ocorre com tanta frequência, especialmente por ocorrerem crises financeiras.

Como sugestão para trabalhos posteriores, poderia ser utilizado a teoria de valores extremos para o cálculo do VaR e a comparação com método Delta-Normal, pois a distribuição da amostra apresentou caldas muito carregadas, situação em que a TVE é indicada.

Referências

- ALMEIDA, Iana Ferrão. *Composição da dívida pública brasileira e a crise de 2002: uma análise contra factual de estratégias alternativas*. Dissertação submetida à Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas como requisito para obtenção do Título de Mestre em Economia. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSAF NETO, Alexandre. *Finanças corporativas e valor*. São Paulo: Atlas, 2007.
- BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION. *Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks*. Bank for International Settlements: Basel, Switzerland, 2005.
- BATISTA JR., Paulo Nogueira. Argentina: uma crise paradigmática. *Estud. av.* [online], v. 16, n. 44, p. 83-96, 2002. ISSN 0103-4014.
- BOVESPA. *IBOVESPA*. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/download/IBovespa.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2009.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Gestão do Risco na CAIXA*. Brasília, 2008. Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/caixa/cartilhas/Gestao_de_Riscos_na_Caixa.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2009.
- CAPELETTO, Lúcio R. *Mensuração do risco sistêmico no setor bancário com utilização de variáveis contábeis e econômicas*. Tese apresentada ao Departamento de Contabilidade da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências Contábeis. São Paulo, 2006.
- CHUN, Liu Yuan. *Comparativo de metodologias de mensuração de VAR para o mercado financeiro brasileiro*. Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas para obtenção do título de Mestre em Finanças e Economia Empresarial. São Paulo, dezembro/2007.
- FERNANDEZ, Viviana. Extreme Value Theory and Value at Risk. In *Revista de Analisis Economico*, v. 18, n. 1, p. 57-85, 2003.
- FERREIRA, Tiago Toledo; PENIN, Guilherme. *A crise imobiliária norte americana sob a ótica de Hyman Minsky*. In Informações FIPE, outubro de 2007.
- HOLTON, Glyn A. *Value-at-risk: theory and practice*. Academic Press, 2003. (Academic Press advanced finance series).
- HULL, John; WHITE, Alan. Incorporating volatility updating into the historical simulation method for value at risk. In *Journal of Risk*, Fall 1998.
- JICKLING, Mark. *Averting Financial Crisis*. CRS Report for Congress, 2008. Disponível em: <<http://fpc.state.gov/documents/organization/103688.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2009.
- JORION, Philippe. *Value at risk: A nova fonte de referencia para o controle do risco de mercado*. São Paulo: Bolsa Mercantil & de Futuro, 1998.
- MORGAN, J.P./REUTERS. *RiskMetrics Technical Document*, New York, Dec. 1996.
- MARINS, André Cabral. *Mercados derivativos e análise de risco*. Rio de Janeiro: Ams, 2004.
- MOLLICA, Marcos Antonio. *Uma avaliação de modelos de value-at-risk: comparação entre métodos tradicionais e modelos de variância condicional*. Dissertação apresentada ao Departamento de Economia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Economia. São Paulo, 1999.
- MURTA, Luiz Roberto; BRASIL, Gutemberg Hespanha; SAMOHYL, Robert Wayne. Crise monetária brasileira de 1999: Uma análise econométrica realizada com base em elementos teóricos de modelos de primeira e segunda geração. In: XXXI Encontro Nacional de Economia. 2003, Porto Seguro. Anais eletrônicos... Disponível em: <<http://econpapers.repec.org/paper/anpen2003/c11.htm>>. Acesso em: 24 nov. 2009.
- OLIVEIRA, Henrique Altemani de. *A Crise Asiática e a China*. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo: São Paulo, 1999. Disponível em <www.iea.usp.br/artigos>. Acesso em: 24 out. 2009.
- PINTO, Bruno José Marques; VILELA, Thaís Machado de Matos; LIMA, Ursula Silveira Monteiro de. *A Crise Financeira Russa*. Novembro de 2004. Disponível em SSRN: <<http://ssrn.com/abstract=701641>> ou DOI: 10.2139/ssrn.701641>. Acesso em: 24 out. 2009.
- SANTOS, José O. dos; HOMENKO, Alexander; GARRE, Carlos; CIOFFI, Patrícia Leite de Moraes; SAYKOVITCH, Sidney Lee. Análise do desempenho do retorno das ações ordinárias de empresas do setor de transporte aéreo dos EUA nos períodos pré e pós-atacado às torres gêmeas de 11 de setembro de 2001. In *Revista de Gestão USP*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 53-64, abr./jun. 2008.
- SCHIFFERES, Steve. *Financial crises: Lessons from history*. In Economics reporter BBC News, 03/09/2007. Disponível em: <[HTTP://www.newsvote.bbc.co.uk](http://www.newsvote.bbc.co.uk)>. Acesso em: 12 out. 2009.
- SILVA JUNIOR, Antonio Francisco de Almeida da. *Avaliação de Modelos de Gerenciamento de Risco de Mercado*. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal da Bahia, 2000.
- SILVA, Joana Caldas. *Estimação do valor em risco usando informação intra diária*. Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas para obtenção do título de Mestre em Economia. Rio de Janeiro, 2002.
- SOUZA, Luiz Alvares Rezende de; SILVA, Marcos Eugênio da. *Teoria de valores extremos para cálculo de VAR*. Julho de 1999. Disponível em: <<http://www.risktech.com.br/PDFs/var-evt.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2009.