



Henrique Bauer

**Cones de assimetria e curtose no mercado brasileiro de
opções de compra de ações: uma análise dos cones de
volatilidade perante a volatilidade implícita calculada pelos
modelos de Corrado-Su e Black-Scholes**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Administração de Empresas da PUC-Rio como
requisito parcial para obtenção do título de Mestre em
Administração de Empresas.

Orientador: Prof. Antonio Carlos Figueiredo Pinto

Rio de Janeiro
Março de 2012



Henrique Bauer

**Cones de assimetria e curtose no mercado brasileiro de
opções de compra de ações: uma análise dos cones de
volatilidade perante a volatilidade implícita calculada pelos
modelos de Corrado-Su e Black-Scholes**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-
graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio.
Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Antonio Carlos Figueiredo Pinto

Orientador

Departamento de Administração – PUC-Rio

Prof. Marcelo Cabus Klotzle

Departamento de Administração - PUC-Rio

Prof. Marco Antonio Cunha de Oliveira

FACC - UFRJ

Profª. Mônica Herz

Vice-Decana de Pós-Graduação do CCS

Rio de Janeiro, 14 de março de 2012

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização do autor, do orientador e da universidade.

Henrique Bauer

Graduou-se em Ciências Econômicas na Universidade Federal Fluminense em 2009. Analista da área de gestão de mudanças e configuração de sistemas da Caixa Econômica Federal.

Ficha Catalográfica

Bauer, Henrique

Cones de assimetria e curtose no mercado brasileiro de opções de compra de ações: uma análise dos cones de volatilidade perante a volatilidade implícita calculada pelos modelos de Corrado-Su e Black-Scholes / Henrique Bauer ; orientador: Antonio Carlos Figueiredo Pinto. – 2012.

72 f. : il.; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração, 2012.

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. Cones de assimetria e curtose. 3. Cones de volatilidade. 4. Volatilidade implícita. I. Pinto, Antonio Carlos Figueiredo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. IV. Título.

CDD: 658

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos:

Ao meu orientador Antonio Carlos Figueiredo Pinto pelo apoio e a tempestividade na orientação de minha dissertação.

A minha mãe pelo estímulo e por ter me dado uma criação que prima pela busca do conhecimento e pelo respeito aos mais velhos.

A minha namorada Ana Cristina pela paciência e tolerância nos momentos mais difíceis na elaboração deste trabalho.

Aos professores que participaram da banca examinadora.

A todos os professores e funcionários do IAG pelos ensinamentos e pela ajuda.

Aos meus amigos do IAG da PUC-Rio.

Resumo

Bauer, Henrique; Pinto, Antonio Carlos Figueiredo. **Cones de assimetria e curtose no mercado brasileiro de opções de compra de ações: uma análise dos cones de volatilidade perante a volatilidade implícita calculada pelos modelos de Corrado-Su and Black-Scholes**. Rio de Janeiro, 2012. 72p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O presente estudo tem como objetivo mostrar a existência de cones de assimetria e curtose no mercado brasileiro de opções. Além disso, os coeficientes de assimetria e curtose são de suma importância para a aplicação do modelo de Corrado e Su (1996). As volatilidades implícitas calculadas pelo método inverso deste modelo serão sobrepostas aos cones de volatilidade, buscando oportunidades de compra ou de venda de volatilidade. Para efeito de comparação, o modelo de Black e Scholes também será utilizado para a extração de tais medidas de volatilidade implícita. Outra contribuição deste trabalho é mostrar se os efeitos do sorriso de volatilidade e da estrutura a termo da volatilidade são amenizados diante de operações realizadas com os cones de volatilidade, levando-se em consideração a volatilidade implícita calculada pelos diferentes modelos. Para isto, foram realizados testes estatísticos de eficiência, além de uma análise descritiva das variáveis mais importantes para uma correta análise do mercado de opções, em momentos de estabilidade e baixa volatilidade como o verificado no ano de 2010. O estudo mostra a existência de cones de assimetria e curtose no mercado brasileiro de opções e possibilidades de ganhos com as operações feitas através dos cones de volatilidade, porém os resultados obtidos pelos dois modelos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

Palavras-chave

Cones de assimetria e curtose; cones de volatilidade; volatilidade implícita.

Abstract

Bauer, Henrique; Pinto, Antonio Carlos Figueiredo (Advisor). **Skewness and kurtosis cones on brazilian stock call options market: an analysis of volatility cones beyond implied volatility calculated by Corrado-Su and Black-Scholes models**. Rio de Janeiro, 2012. 72p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The present study aims to show the existence of skewness and kurtosis cones in the Brazilian market. In addition, the coefficients of skewness and kurtosis are of paramount importance for the application of the model of Corrado and Su (1996). The implied volatilities calculated by the inverse of this template will be superimposed to the cones of volatility, seeking opportunities to acquire or dispose of volatility. Comparison of Black and Scholes model will also be used for the extraction of such measures of implied volatility. Another contribution of this paper is to show the effects of the volatility smile and term structure of volatility are amenable before operations performed with the cones of volatility, taking into account the implied volatility calculated by different models. For this, statistical tests were performed, efficiency and a descriptive analysis of the most important variables for a correct analysis of the options market, in times of stability and low volatility as the year of 2010. The study showed the existence of skewness and kurtosis cones in the Brazilian market and gains possibilities with volatility cones operations, but the results obtained with the two models didn't have significative statistics differences.

Keywords

Skewness and kurtosis cones ; volatility cones; implied volatility.

Sumário

1. Introdução	11
2. Referencial Teórico	14
2.1. Conceitos básicos sobre opções	14
2.2. O Modelo de Black & Scholes	17
2.3. Volatilidade implícita e smile de volatilidade	19
2.4. Estrutura a termo de volatilidade	22
2.5. Modelo de Corrado-Su	24
2.6. Cones de assimetria, cones de curtose e cones de volatilidade	27
3. Metodologia da pesquisa e base de dados	30
3.1. Base de dados	30
3.2. Processo de reversão á média	33
3.3. Cones de assimetria	35
3.4. Cones de curtose	36
3.5. Cones de volatilidade	37
3.6. Teste de eficiência	38
4. Resultados	42
4.1. Petrobras	42
4.2. Vale	52
5. Conclusão	63
6. Referência Bibliográfica	66
Anexo 1	69

Lista de figuras

Figura 1-Cone de volatilidade anualizada das ações PETR4 no período 2008-2009	43
Figura 2-Cone de volatilidade anualizada das ações PETR4 no período 2005-2006	43
Figura 3-Cone de assimetria das ações PETR4 no período 2005-2006	44
Figura 4-Cone de curtose das ações PETR4 no período 2005-2006	44
Figura 5-Cone de volatilidade da PETR4 representado pelos limites máximo, mínimo, percentil 90% e percentil 10%, sobreposto com a evolução das volatilidades implícitas obtidas por Corrado-Su e Black Scholes da série PETRI28 (vencimento em 20/09/2010)	46
Figura 6-Cone de volatilidade anualizada das ações da VALE5 no período de 2008-2009	53
Figura 7-Cone de volatilidade anualizada das ações da VALE5 no período de 2005-2006	54
Figura 8- Cone de assimetria das ações da VALE5 no período 2005-2006	54
Figura 9- Cone de curtose das ações da VALE5 no período 2005-2006	55
Figura 10-Cone de volatilidade da VALE5 representado pelos limites máximo, mínimo, percentil 90% e percentil 10%, sobreposto com a evolução das volatilidades implícitas obtidas por Corrado-Su e Black Scholes da série VALEE48 (vencimento em 17/05/2010)	56

Lista de tabelas

Tabela 1- Taxas de volatilidade histórica anual e correlação com IBOVESPA 2005-2010	31
Tabela 2 - Teste da raiz unitária para a volatilidade implícita de opções da Petrobras obtidas pelo modelo de Corrado e Su	45
Tabela 3 - Teste da raiz unitária para a volatilidade implícita de opções da Petrobras obtidas pelo modelo de Black e Scholes	45
Tabela 4 – Resultado de uma operação de venda de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite superior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Petrobras	47
Tabela 5 – Resultado de uma operação de compra de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite inferior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Petrobras	48
Tabela 6 – Resultado de uma operação de venda de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite superior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Petrobras separadas em curto e médio prazo até o exercício	49
Tabela 7 – Resultado de uma operação de compra de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite inferior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Petrobras separadas em curto e médio prazo até o exercício	50
Tabela 8 – Resultado de uma operação de venda de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite superior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Petrobras separadas em relação ao preço de exercício	51
Tabela 9 – Resultado de uma operação de compra de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite inferior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Petrobras separadas em relação ao preço de exercício	52
Tabela 10- Teste da raiz unitária para a volatilidade implícita de opções da Vale obtidas pelo modelo de Corrado e Su	55

Tabela 11 - Teste da raiz unitária para a volatilidade implícita de opções da Vale obtidas pelo modelo de Black e Scholes	55
Tabela 12 – Resultado de uma operação de venda de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite superior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Vale	57
Tabela 13 – Resultado de uma operação de compra de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite inferior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Vale	58
Tabela 14 – Resultado de uma operação de venda de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite superior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Vale separadas em curto e médio prazo até o exercício	59
Tabela 15 – Resultado de uma operação de compra de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite inferior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Vale separadas em curto e médio prazo até o exercício	59
Tabela 16 – Resultado de uma operação de venda de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite superior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Vale separadas em relação ao preço de exercício	61
Tabela 17 – Resultado de uma operação de compra de volatilidade quando a volatilidade implícita atinge o limite inferior do cone pelos modelos de Corrado –Su e Black-Scholes a partir da comparação com a volatilidade realizada até o exercício das opções da Vale separadas em relação ao preço de exercício	62