

3. Metodologia

O presente trabalho tem por objetivo evidenciar qual janela de observação dos dados fornece a curtose e assimetria que permita a maior redução do “sorriso” da volatilidade dos ativos brasileiros no modelo Corrado-Su.

Para se atingir o objetivo proposto, realizou-se uma pesquisa empírico-analítica. Segundo Martins (2007) esta metodologia normalmente é utilizada em pesquisas quantitativas por privilegiar estudos práticos, instrumentos de medição e graus de confiabilidade na verificação das hipóteses propostas. Apoiando a pesquisa empírica, será realizado um levantamento bibliográfico que possa, como afirma Vergara (2009), situar o leitor na temática proposta e justificar os procedimentos utilizados pelo autor com a finalidade de alcançar o objetivo do trabalho.

O levantamento bibliográfico realizado procurou abordar as temáticas relevantes acerca do problema proposto, sendo assim foram debatidos os seguintes pontos: mercado de derivativos, opções e seu apreçamento, o modelo Black-Scholes e seus parâmetros, formas de cálculo da volatilidade, volatilidade implícita e o modelo Corrado-Su.

Após o levantamento bibliográfico e o entendimento do assunto em estudo, foram definidas as empresas brasileiras a serem estudadas. As escolhidas foram a Petrobrás PN e a Vale PNA, devido a suas ações e opções de compra serem as mais líquidas no mercado brasileiro.

Em seguida, foram coletados na base de dados Economática os preços de fechamento das ações mencionadas, sendo esses em moeda original e ajustados por proventos, eliminando os dias que não ocorreram pregões, isso para que o cálculo da curtose e assimetria não fosse influenciado pela variável proventos.

De posse dos dados da Economática, foi calculado o retorno diário sobre as ações segundo a fórmula $r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$, onde o retorno em t (r_t) é igual ao logaritmo natural da divisão do preço de fechamento do dia t (P_t) pelo do dia t -1 (P_{t-1}). Em seguida foram definidas as janelas de dados a serem utilizadas para a

obtenção da assimetria e curtose desses retornos. Levando-se em consideração que em média um ano tem 247 pregões, foram definidas as seguintes janelas de observações:

Janela	Número de dias úteis
1 mês	21
3 meses	61
6 meses	123
1 ano	247
3 anos	741
5 anos	1235
10 anos	2470
15 anos	3705

Tabela 1 – Número de dias úteis de cada janela de dados

Fonte: elaborada pelo autor

Definido o tamanho das janelas de observação, essas foram recalculadas a cada quinze dias de pregões a partir do primeiro dia útil de 2011. Dessa forma, as curtoses e assimetrias de cada janela de dados foram calculadas no primeiro dia de pregão de 2011, no décimo sexto, trigésimo primeiro e assim por diante até o ducentésimo quadragésimo primeiro dia de pregão, totalizando dezessete valores de curtose e assimetria para cada janela de dados de cada empresa. Com o intuito de enriquecer o estudo, foram calculadas também a média e desvio-padrão dos retornos de cada janela. Os dados mencionados estão expostos no apêndice A e B, contendo os dados da Petrobras e da Vale, respectivamente.

Junto a BM&FBovespa, foram coletados os dados sobre o preço das ações e opções dessas empresas, suas características (data de vencimento e preço de exercício) e a curva de juros livre de risco, nesse caso o DI x Pré.

Houve casos onde não foi possível obter diretamente a taxa de juros livre de risco, uma vez que se desejava obter a expectativa dessa taxa para um número Y de dias úteis que não constava na lista de dados fornecida pela Bolsa de Valores. Para tanto, utilizou-se o método de interpolação *cubic spline* usando-se do programa Matlab para calcular-se a taxa de juros para o número de dias desejado.

Para obterem-se diversos pontos na formação do gráfico da volatilidade implícita pelo preço de exercício, foram escolhidas cinco opções a fim de se ter

duas dentro do dinheiro, uma no dinheiro e duas fora do dinheiro. Essas duas opções dentro e fora do dinheiro foram escolhidas levando-se em consideração a proximidade ao valor da opção no dinheiro e a alta liquidez. Além desses critérios empregados na escolha das opções, foram utilizadas nos cálculos as opções que estivessem mais próximas do vencimento, desde que esse não fosse ocorrer na semana seguinte.

De posse dos dados necessários para o cálculo da volatilidade implícita de cada opção, foi criada uma fórmula em VBA, exposta no apêndice C, a partir da fórmula de Corrado-Su Modificado.

Foram então gerados os gráficos da volatilidade implícita pelo preço de exercício para cada dia de pregão contendo oito curvas, uma para cada janela de observações. Com o intuito de visualizar uma possível influência da proximidade do vencimento, os gráficos foram apresentados em ordem crescente de dias para o vencimento e não em relação ao dia de pregão, sendo essa relação entre os gráficos e esses fatores relacionada na tabela a seguir:

Gráfico	Dia de pregão	Dias até o vencimento
1	46°	7,00
2	1°	10,00
3	106°	10,00
4	211°	10,00
5	61°	12,00
6	166°	13,00
7	121°	14,00
8	76°	15,00
9	226°	15,00
10	181°	17,00
11	16°	19,00
12	136°	19,00
13	241°	19,00
14	31°	22,00
15	91°	25,00
16	196°	25,00
17	151°	28,00

Tabela 2 – Relação entre os gráficos, dia do pregão de 2011 e dias até o vencimento

Fonte: elaborada pelo autor

Por último, foram feitas diversas análises sobre as curvas de volatilidade implícita obtidas. A primeira delas foi a comparação entre os coeficientes de inclinação de cada uma das janelas de dados, a fim de verificar qual teve o melhor desempenho. Em seguida foi calculada a volatilidade implícita a partir do modelo BS através da fórmula em VBA que consta no apêndice D e comparado seu desempenho com o do modelo Corrado-Su.

Por fim, realizou-se o teste de *Wilcoxon Matched-Pairs Signed Rank*, que segundo Black (2009) é o teste não paramétrico usado para comparar a média de duas amostras dependentes. Considerou-se que os dados utilizados não eram independentes por serem obtidos do mesmo conjunto de dados, alterando-se apenas o período de tempo de obtenção da curtose e da assimetria. Dito isso, é relevante destacar que as janelas de dados que geraram essas duas métricas continham dados semelhantes, visto que a janela de três meses continha os dados da janela de um mês acrescidos mais dois meses, fenômeno que se repete nas demais janelas de dados.

Esse teste foi realizado para averiguar se as diferentes janelas de dados e o modelo BS geraram curvas de volatilidade implícita com coeficientes de inclinação diferentes ou não. Optou-se pelo teste não paramétrico devido a sua maior robustez e foi utilizado o nível de significância (α) de 5%.