

5. CONCLUSÃO

Este trabalho comparou os modelos de apreçamento de GARCH e B&S para as opções da TELEBRAS, utilizando três volatilidades diferentes: a histórica, a calculada por um processo GARCH (GARCH (1,1) para alguns semestres e EGARCH (1,1) para outros) e a volatilidade implícita da equação de B&S do dia útil imediatamente anterior. A checagem dos modelos foi sempre realizada em relação aos preços de mercado.

No modelo GARCH assume-se que o preço do ativo-objeto da opção segue o movimento browniano geométrico, que a volatilidade segue um processo GARCH e que a volatilidade para um período é constante. Desta última premissa surge o conceito *locally risk-neutral valuation relationship* (LRNVR). Como não há uma fórmula fechada para o modelo GARCH, utiliza-se a simulação de Monte Carlo no cálculo do preço da opção.

O modelo GARCH é uma alternativa ao modelo de apreçamento de B&S ao admitir que os retornos dos ativos-objeto não são normalmente distribuídos e que a volatilidade dos retornos é não constante ao longo do tempo.

Para cada semestre, foi eleito, entre o GARCH (1,1) e o EGARCH (1,1), o processo que melhor se adaptava ao período. Para que o cálculo da volatilidade por esse método fosse mais preciso, os parâmetros dos processos GARCH foram avaliados diariamente.

As observações de opções foram agrupadas pela proximidade do dinheiro para tentar identificar se a acurácia dos modelos diferia dentro desses grupos. Analisaram-se também os dados em dez sub-períodos (cada um correspondendo a um semestre), os quais englobavam momentos de crise e períodos mais estáveis.

A amostra ainda foi dividida em intervalos de tempos para vencimento para verificação da influência deste fator no apreçamento. Também se realizou o estudo dos percentuais de sub e super-apreçamento dos modelos.

Deve-se observar que, ao se utilizar a volatilidade implícita da equação de B&S do dia útil imediatamente anterior, o modelo de B&S quase sempre apreçou melhor que o GARCH, o que já era esperado, uma vez que se utiliza a mesma fórmula para se extrair a volatilidade e para se apreçar a opção, com a defasagem de apenas um dia útil.

Quanto aos erros médios para a amostra total, o modelo de apreçamento GARCH apresenta menores erros médios que o de B&S quando se utiliza a volatilidade calculada por um processo GARCH. Ao se utilizar a volatilidade histórica e a implícita da equação de B&S do dia útil imediatamente anterior, o oposto ocorre. Porém, ao se dividir a amostra quanto à proximidade do dinheiro, o modelo GARCH apenas apreça melhor as observações fora-do-dinheiro (excetuando-se, ainda, quando o modelo utiliza a volatilidade implícita da equação de B&S do dia útil imediatamente anterior). Para ambos os modelos, os erros médios são maiores para as observações fora-do-dinheiro e menores para as dentro-do-dinheiro.

Ao analisar a influência do tempo para o vencimento no apreçamento de opções, sem o agrupamento quanto à proximidade do dinheiro, não se pode observar uma tendência nítida para cada modelo ao utilizar as três volatilidades diferentes. O modelo GARCH apresenta um aumento nos erros médios até o intervalo de 31 a 33 dias úteis, ao utilizar as volatilidades implícita e GARCH, enquanto, para o de B&S, não se pôde detectar nenhuma tendência. Ao se comparar os dois modelos, não se pode notar uma seqüência de tempos para vencimento com apreçamentos superiores para nenhum deles.

Em relação aos períodos de apreçamento, o modelo GARCH obteve, em geral, os maiores erros médios quando o método de previsão de volatilidade foi o GARCH (1,1) – 2º, 4º, 5º e 10º semestres. O modelo de B&S obteve os maiores erros médios no 1º, 5º, 6º e 7º semestres. Em dois destes semestres, o 5º e o 7º, ocorreram as crises asiática e russa, respectivamente. Porém, nos outros dois, principalmente no 1º, os retornos estavam estáveis. Para as volatilidades histórica e calculada por um processo GARCH, o modelo GARCH só apreçou melhor nos semestres em que o modelo de B&S obteve os maiores erros médios (1º, 5º, 6º e

7º semestres) e somente para as opções fora-do-dinheiro (com exceção do 1º semestre, em que sempre apreçou melhor). Quando foi utilizada a volatilidade implícita da equação de B&S do dia útil imediatamente anterior, o modelo de B&S sempre apreçou melhor.

Ao se verificar o sub e o super-apreçamento na amostra toda, observa-se que os percentuais encontrados ao se utilizar o modelo de B&S estão muito mais próximos a 50% do que os encontrados ao se usar o modelo GARCH, independente da volatilidade empregada.

Para a verificação do sub e do super-apreçamento dos modelos quanto à proximidade do dinheiro e quanto ao tempo para vencimento, não foi utilizada a volatilidade histórica (somente foram utilizadas a calculada por um processo GARCH e a volatilidade implícita da equação de B&S do dia útil imediatamente anterior). O viés de B&S de sub-apreçar observações de opções fora-do-dinheiro foi verificado apenas para o intervalo de tempo para vencimento mais curto. O viés de sub-apreçamento de opções com curto tempo para vencimento pelo modelo de B&S foi constatado para as opções fora-do-dinheiro.

Uma vez que exista uma relativa liquidez da opção que está se querendo apreçar, o melhor seria a utilização da volatilidade implícita de B&S no próprio modelo de B&S, uma vez que os melhores resultados no experimento deste trabalho ocorreram neste caso. Contudo, se não há liquidez das opções, o modelo GARCH se mostra um modelo viável, quando comparado com o modelo de B&S, principalmente para as opções fora-do-dinheiro e de curto tempo para vencimento.

Uma vez que o modelo de B&S é consagrado pela prática de mercado, e as opções de Telebras eram as mais líquidas no período estudado, os resultados possuem o viés de que o apreçamento destas opções pelo mercado possui como base este modelo. Portanto, para se completar a comparação entre os modelos, se faz necessário, ainda, realizar a estratégia *delta-hedging* a fim de verificar qual dos dois é o mais bem sucedido.¹

É importante observar que os resultados podem ter sido prejudicados pela falta de sincronia entre os preços de fechamento do ativo-objeto e das opções.

O fato de se utilizar processos GARCH diferentes a cada semestre pode ter feito com que a análise dos resultados ficasse prejudicada, uma vez que não houve

¹ O delta para o apreçamento pelo modelo GARCH pode ser encontrado em Duan (1995).

uma uniformidade no modelo. Recomenda-se para próximos trabalhos, a utilização de apenas um processo GARCH que leve em conta o efeito alavancagem (uma vez que o modelo GARCH obteve os piores resultados quando se utilizou o GARCH (1,1)), tais como o EGARCH, o TARCH ou o NGARCH, sem a mudança nos parâmetros de entrada para cada período.