

# 1 Revisão de Literatura: Estudos de volatilidade no mercado financeiro brasileiro

Moreira e Lemgruber (2004) investigaram o uso de dados de alta frequência na estimação da volatilidade diária e intradiária do IBOVESPA e no cálculo do valor em risco (VaR). Para isso usaram os modelos GARCH e EGARCH em conjunto com métodos determinísticos de filtragem de sazonalidade para a previsão da volatilidade e do VaR intradiários. Os autores compararam seus resultados com o método não paramétrico e no cálculo do VaR diário, dois métodos foram usados. O primeiro utiliza o desvio padrão amostral com janela móvel e o segundo usa alisamento exponencial. No cálculo do VaR diário, os dois métodos usados baseados em informações intradiárias apresentaram bom desempenho. Ao calcularem o VaR intradiário, seus resultados mostraram que a filtragem do padrão sazonal é indispensável à obtenção de resultados satisfatórios por meio dos modelos GARCH e EGARCH. A série utilizada pelos autores é o índice IBOVESPA, registrados a cada 15 minutos durante o período de 06/04/1998 a 19/07/2001 e utilizaram o retorno logarítmico para as estimações. Os autores também concluíram que o filtro de sazonalidade do intervalo intradiário é mais importante para melhorar os resultados das estimações do que o filtro referente ao dia da semana.

Carvalho et al. (2006) estimaram a volatilidade diária dos cinco ativos mais negociados na bolsa de valores de São Paulo (na época BOVESPA e BM&F eram separadas). Os autores utilizaram dados intradiários e utilizaram o estimador de variância realizada. Os autores concluíram que os retornos diários padronizados pela volatilidade realizada são aproximadamente normais. Também concluíram que as log-volatilidades também apresentam distribuições bem próximas da normal. Em contraposição com a literatura corrente até então, não encontraram evidências de memória de longo prazo na série de volatilidade e um modelo de memória curta foi suficiente para os autores modelarem e preverem as séries diárias de volatilidade. Os modelos usados pelos autores foram o retorno logarítmico padronizado, EWMA, GARCH, EGARCH e GJR-GARCH.

Ceretta et al. (2011) investigaram como a especificação da distribuição influencia a performance da previsão da volatilidade em dados intradiários do Ibovespa, usando o modelo APARCH. As previsões dos autores foram realizadas supondo seis distribuições distintas: normal, normal assimétrica, *t-student*, *t-student* assimétrica, generalizada e generalizada assimétrica. Os resultados obtidos mostraram que o modelo com distribuição *t-student* assimétrica foi o que melhor se ajustou aos dados dentro da amostra, porém, na previsão fora da amostra, o modelo com distribuição normal apresentou melhor desempenho.

Ceretta et al. (2011) encontraram também que uma modelagem feita a partir de uma série longa pode incorporar efeitos atípicos no modelo, viesando a previsão. Os autores apoiam como uma possível solução realizar um ajuste do modelo utilizando uma série menor, com menos efeitos esporádicos, em que, segundo eles, a previsão poderia ter um comportamento mais aproximado ao habitual para a série, o que minimizaria o efeito de eventuais variações acentuadas. Outro fato destacado pelos autores é que o modelo que melhor se ajusta, nem sempre fornecerá a melhor previsão. Isto, conforme Ceretta et al. (2011), ressalta a importância da comparação entre os modelos estudados fora da amostra para encontrar o modelo que melhor prevê o comportamento futuro da série. A partir disso os autores sugerem que o contexto macroeconômico poderia influenciar tanto o ajuste quanto a previsão de uma série financeira.

Junior e Pereira (2013) usaram dados intradiários com intervalo de tempo de 5, 15 e 30 minutos para as ações mais comercializadas do índice BOVESPA. Seu artigo analisou dois modelos para estimação e previsão da volatilidade realizada: o modelo autorregressivo heterogêneo de volatilidade realizada (HAR-RV) e o modelo de amostragem de dados mistos (MIDAS-RV). Os autores compararam previsões dentro e fora da amostra e encontraram melhores resultados com o modelo MIDAS-RV para previsões dentro da amostra. Para previsões fora da amostra não encontraram diferença estatisticamente significativa entre os modelos. Por fim os autores acharam evidência de que o uso de volatilidade realizada induz a distribuições dos retornos padronizados próximas da normal.

Santos e Ziegelmann (2014) compararam diversos tipos de medidas de volatilidade e seus modelos de previsão, das famílias de modelos MIDAS-RV e HAR-RV. Realizaram comparações em termos da acurácia de previsão da volatilidade fora da amostra e usaram também uma combinação dos dois modelos. Para isso captaram dados intradiários do índice IBOVESPA e calcularam medidas de volatilidade como variância realizada, variação potência realizada e variação bi-potência realizada para serem usados como regressores em

ambos os modelos. Para a estimação usaram um procedimento não paramétrico para mensurar separadamente a variação da trajetória contínua da amostra e a parte de salto descontínuo do processo de variação quadrático. Seus resultados em termos de erro quadrático médio sugerem que regressores envolvendo medidas de volatilidade que são robustos a saltos são melhores para previsão de volatilidade futura. Encontraram ainda que previsões baseadas nestes regressores não são estatisticamente diferentes daquelas baseadas em variância realizada. Por fim, acharam que a performance de previsão das três abordagens são estatisticamente equivalentes.

Vicente et al. (2014) examinaram se investidores possuem percepções diferentes sobre a volatilidade diária de um ativo. Para isso, definiram a volatilidade percebida pelo investidor como a distribuição dos desvios-padrão dos retornos diários calculados de preços intradiários coletados aleatoriamente. Os autores encontraram que esta distribuição tem um alto grau de dispersão, o que significa que diferentes investidores podem não compartilhar a mesma opinião a respeito da variabilidade do mesmo ativo. Entretanto, segundo Vicente et al. (2014) a volatilidade de preços de fechamento é geralmente menor que a mediana da volatilidade percebida pelo investidor, enquanto a volatilidade de preço de abertura é maior. Seus resultados indicaram que as volatilidades usando amostras diárias tradicionais de retornos diários podem não ser bons insumos de modelos financeiros, já que, conforme os autores, eles podem não capturar adequadamente o risco em que os investidores são expostos.

Ziegelmann, Borges e Caldeira (2014) exploraram diferentes estimadores de matrix de covariância, tanto a condicional quanto a incondicional, obtidas por dados intradiários. Tais medidas foram usadas para obter um portfólio de variância mínima. Os dados foram coletados de forma sincronizada e não sincronizada. Para fins de comparação os autores também usaram dados diários. Em seu trabalho também avaliaram as performances fora da amostra dos índices obtidos de um portfólio de 30 ações comercializadas na BMF&BOVESPA. Seus resultados mostraram que o estimador da matrix de variância condicional dos retornos usando o modelo escalar vt-VECH baseado em dados de alta frequência leva a melhoras substanciais de estimação, reduzindo o risco de portfólio, aumentando o retorno médio ajustado pelo risco e reduzindo o *turnover* financeiro.

Tabela 1: Resumo dos estudos de volatilidade no mercado financeiro brasileiro.

Autores	Objeto	Periodicidade	Método
Moreira e Lemgruber (2004)	IBOVESPA	15 min e 1 dia	GARCH, EGARCH
Carvalho et al. (2006)	Top 5 empresas IBOVESPA	15 min	EWMA, GARCH, EGARCH, GJR-GARCH, log retorno padronizado
Ceretta et al. (2011)	IBOVESPA	15 min	APARCH
Junior e Pereira (2013)	Top 5 empresas IBOVESPA	5, 15 e 30 min	HAR-RV e MIDAS-RV
Morais et al. (2014)	Top 2 BMF&BOVESPA	5 min	GARCH, EGARCH, CGARCH e TGARCH
Santos e Ziegelmann (2014)	IBOVESPA	15 min	HAR, MIDAS e combinação HAR-MIDAS
Vicente et al. (2014)	84 empresas da BMF&BOVESPA	Amostragem aleatória de preços em um intervalo	Análise exploratória da Volatilidade Realizada
Ziegelmann, Borges e Caldeira (2014)	Índice de 30 ações BMF&BOVESPA	5 a 120 min	Covariância realizada, vt-VECH escalar e MRK

Fonte: Elaboração dos autores

## Referências

- CARVALHO, M. C.; FREIRE, M. A. S.; MEDEIROS, M. C.; SOUZA, L. R. Modeling and Forecasting the Volatility of Brazilian Asset Returns: a Realized Variance Approach. **Brazilian Review of Finance**, v. 4, n. 1, p. 55–77, 2006. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbfin/article/view/1155>>. Acesso em: 12/12/2016.
- CERETTA, P. S.; BARBA, F. G. DE; VIEIRA, K. M.; CASARIN, F. Intraday volatility forecasting: analysis of alternative distributions. **Brazilian Review of Finance**, v. 9, n. 2, p. 209–226, 2011. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbfin/article/view/2586>>. Acesso em: 12/12/2016.
- JUNIOR, M. V. W.; PEREIRA, P. L. V. Modeling and Forecasting of Realized Volatility: Evidence from Brazil. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 31, n. 2, p. 315–337, 2013. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/bre/article/view/4056>>. Acesso em: 12/12/2016.
- MORAIS, O.; VAL, F. DE F.; PINTO, A. C. F.; KL, M. C.; MACELLY. Estimating the Volatility of Brazilian Equities using Garch-Type Models and High-Frequency Volatility Measures. **Global Journal of Management And Business Research**, v. 14, n. 5, 2014. Disponível em: <<http://journalofbusiness.org/index.php/GJMBR/article/view/1520>>. Acesso em: 12/12/2016.
- MOREIRA, J. M. DE S.; LEMGRUBER, E. F. O uso de dados de alta frequência na estimação da volatilidade e do valor em risco para o IBOVESPA. **Revista Brasileira de Economia**, v. 58, n. 1, p. 100–120, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0034-71402004000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-71402004000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 12/12/2016.
- SANTOS, D. G.; ZIEGELMANN, F. A. Volatility Forecasting via MIDAS, HAR and their Combination: An Empirical Comparative Study for IBOVESPA. **Journal of Forecasting**, v. 33, n. 4, p. 284–299, 2014. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/for.2287/abstract>>. Acesso em: 12/12/2016.
- VICENTE, J. V. M.; ARAUJO, G. S.; CASTRO, P. B. F. DE; TAVARES, F. N. Assessing Day-to-Day Volatility: Does the Trading Time Matter? **Brazilian Review of Finance**, v. 12, n. 1, p. 41–66, 2014. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbfin/article/view/13483>>. Acesso em: 12/12/2016.
- ZIEGELMANN, F. A.; BORGES, B.; CALDEIRA, J. F. Selection of Minimum Variance Portfolio Using Intraday Data: An Empirical Comparison Among Different Realized Measures for BM&FBovespa Data. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 35, n. 1, p. 23–46, 2014. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/bre/article/view/21453>>. Acesso em: 12/12/2016.