

Cálculo do valor em risco dos ativos financeiros da Petrobrás e da Vale via modelos ARMA-GARCH

Bruno Dias de Castro¹

Thiago R. dos Santos^{2,3}

1 Introdução

Os ativos financeiros das companhias Petrobrás e Vale do Rio Doce são os com maior participação no índice Ibovespa, segundo a BOVESPA. Vários investidores constroem as suas carteiras com esses ativos, mas, para determinar os investimentos, é necessário ter uma noção dos riscos associados.

Há vários tipos de risco em mercados financeiros, por exemplo, riscos de crédito, de mercado e de liquidez. O VaR (*Value at Risk*) (Tsay, 2002) é uma medida muito usada principalmente em risco de mercado. Ele pode ser definido como a máxima perda de uma posição financeira durante um dado período de tempo com uma probabilidade fixada (Tsay, 2002). A medida pode ser usada por instituições financeiras para avaliar seus riscos ou por um comitê regulador para fixar determinadas condições.

A série temporal dos retornos dos ativos financeiros ou das ações é definida como

$y_t = \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$, onde P_t é o preço de fechamento do ativo no instante t . Uma característica

presente em séries de ativos financeiros é o que se convencionou como *volatilidade*, que pode ser definidas de várias formas, porém não é diretamente observável. A volatilidade pode ser definida como a variância não-constante ao longo do tempo da série. A série de retornos pode ser modelada via a família de modelos ARMA-GARCH, a abordagem econométrica (ver Tsay, 2002; Morettin, 2006).

O principal objetivo desse trabalho é calcular uma medida de um tipo particular de risco de mercado, chamado VaR, para os ativos financeiros de mercado da Petrobrás e Vale atualizados via modelos ARMA-GARCH, isto é, um modelo ARMA para tratar a média e um modelo GARCH para a variância da série.

¹ DEST – UFMG. e-mail: brunodicastro90@yahoo.com.br

² DEST – UFMG. e-mail: thiagords@ufmg.br

³ Agradecimento à UFMG pelo apoio financeiro via programa Recém-doutor da Pró-reitoria de Pesquisa (PrPq).

As principais contribuições do trabalho são: - estimar a volatilidade e o VaR para os ativos financeiros de mercado da Petrobrás e Vale e para a carteira de ativos; - calcular a volatilidade e o VaR para vários passos à frente (uma janela de tempo maior), pois a maioria dos trabalhos fazem esse cálculo a um passo à frente; - avaliar o desempenho do VaR através de dados reais.

2 Materiais e Métodos

Esta seção mostra os materiais e métodos usados neste trabalho.

2.1 Materiais

As empresas Petrobras e Vale do Rio Doce possuem cada uma dois ativos financeiros, sendo petr3 e petr4, da Petrobras e vale3 e vale5, da Vale. Para a aplicação aos dados, foram escolhidos os ativos Petrobras ON (petr3) e Vale PN (vale5). Construimos uma carteira constituída, por conveniência, de um ativo ordinário e um preferencial. Todas as séries abrangem o mesmo período que é de 03/01/2000 a 09/04/2013, totalizando de 3285 observações diárias para cada série, as quais foram obtidas do site <<http://www.infomoney.com.br>>. As 30 últimas observações serão excluídas do ajuste para efeito de comparação. A irregularidade dos dados devida a feriados e finais de semana será desprezada. Todos os códigos e gráficos serão confeccionados no *software* R.

Através da Figura 1, verifica-se que após a mudança para a escala dos retornos, a série aparenta ser estacionária em termos de média e que não é homogênea com relação à variabilidade ao longo do tempo. Ou seja, existem períodos que a variabilidade é elevada e outros em que a variabilidade é mais baixa, caracterizando a volatilidade.

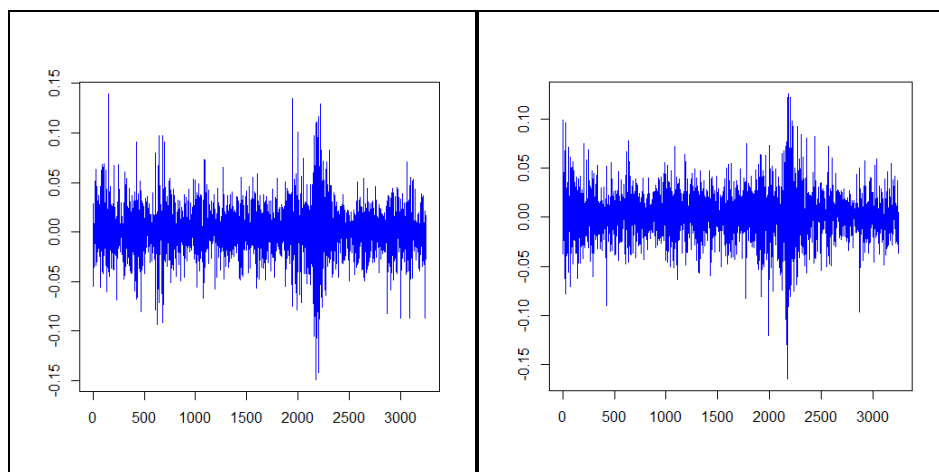


Figura 1. Série dos retornos dos ativos da Petrobras, petr3, (à esquerda) e Vale, vale5, (à direita) no período 03/01/2000 a 09/04/2013.

2.2 Métodos

Uma das metodologias mais utilizadas para a análise de séries financeiras é a de Box e Jenkins (1976). Essa modelagem implica no ajuste de modelos autorregressivos integrados de médias móveis em um conjunto de dados ordenados no tempo. Já a classe de modelos GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity*), proposta por Bollerslev (1986), pode ser usada quando a série aparenta possuir variância condicional, volatilidade.

Neste trabalho é adotado o cálculo do VaR e da volatilidade via modelos da família ARMA-GARCH, porém há outras formas de se fazer esse cálculo na literatura (TSAY, 2002). O cálculo do VaR via modelos ARMA-GARCH é dada da seguinte forma: Se a distribuição dos erros $\varepsilon_t \sim N(0,1)$, tem-se

$$y_{t+k} | \mathfrak{F}_t \sim N(\hat{y}_t(k), \hat{\sigma}_t^2(k)),$$

onde $\hat{y}_t(k)$ e $\hat{\sigma}_t^2(k)$ são as previsões a k passo da média e variância, dado \mathfrak{F}_t toda informação disponível até o instante t . Lembrando que a distribuição dos erros não necessariamente deve ser gaussiana, adotada aqui por simplicidade, há outras possibilidades (ver, MORETTIN, 2006). Fixando-se, por exemplo, $1-p$ (um nível de confiança), $VaR = \hat{y}_t(k) - z_p \hat{\sigma}_t(k)$, em que z_p é um quantil de ordem p de uma distribuição Normal-padrão. Para o VaR de uma carteira de m ativos ou retornos, segundo TSAY (2002) e MORETTIN (2006), é dado por

$$\sqrt{\sum_{i=1}^m VaR_i^2 + 2 \sum_{i < j} \rho_{ij} VaR_i VaR_j},$$

onde ρ_{ij} é a correlação entre os retornos e VaR_i é o valor em risco do i -ésimo retorno ou ativo.

3 Resultados e Discussões

Esta seção apresenta os resultados e análises dos ativos da Petrobrás ON (pet3) e da Vale PN (vale5). O modelo que melhor se ajustou aos retornos da Petro e da Vale foi o ARMA(2,1)-GARCH(2,2) e ARMA(2,1)-GARCH(1,1), respectivamente, com os menores AIC de todos modelos testados. Os p-valores do teste de Ljung-Box para os resíduos e para os resíduos ao quadrado dos modelos GARCH, nos lags 1,6,12,50 e 100 foram maiores que 10%. Portanto, conclui-se que o modelo é adequado para descrever o comportamento da série, ao um nível de significância de 5%.

A Figura 2 mostra a raiz quadrada da volatilidade para os ativos da Petrobrás e da Vale via modelo ARMA-GARCH. Note que houve momentos em que a volatilidade é bem alta.

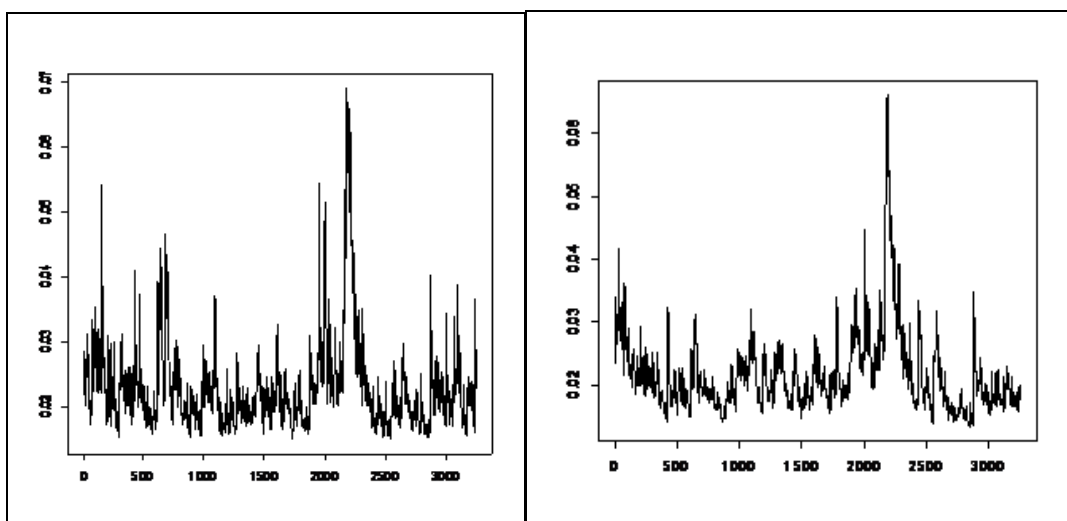


Figura 2. Raiz quadrada da volatilidade estimada pelo modelo GARCH(2,2) e GARCH(1,1) para os ativos da Petrobrás (à esquerda) e Vale (à direita), respectivamente.

A Tabela 1 apresenta alguns os valores em risco estimados para alguns passos (dias) à frente, a um nível de significância de 5%. Por exemplo, considerando 5 dias à frente, haveria uma perda de, no máximo, 9,70% com uma confiança de 95% no valor investido no ativo PET3 ON.

Tabela 1: VaR Estimado

k	1	5	10	15	20	25	30
Petro	-0,044	-0,097	-0,137	-0,161	-0,191	-0,212	-0,231
Vale	-0,035	-0,077	-0,111	-0,136	-0,156	-0,174	-0,190

Com o intuito de avaliar o cálculo do valor em risco estimado, assumindo um nível de significância de 5%, pode-se supor, por exemplo, que seja investido R\$ 10.000,00 no ativo da petrobras no dia 0 (observação $t = 3255$), comprariamos 671 papéis ao preço de R\$ 14,90 cada. Os valores das perdas reais e estimadas em R\$ estão disponíveis na Tabela 2.

O valor da perda máxima indicado pelo VaR estimado sempre foi superior a perda real. Por exemplo, se fosse vendido os 671 papéis após 1 dias da sua compra, teria-se um prejuízo de R\$ 136,30, o que estava dentro do esperado, já que o VaR indicou que a perda seria de, no máximo, R\$ 241,92. Isso indica um bom funcionamento do método utilizado.

Tabela 2: Comparação do ganho com os valores em risco ao ativo da Petrobras.

Dia	Preço do Papel	Venda Papéis	Ganho	VaR
0	14,90	10.000,00	0,00	-
1	14,70	9.863,70	-136,30	-441,92
15	17,64	11.836,44	1.836,44	-1.666,95
30	16,85	11.306,35	1.306,35	-2.311,11

Observação: Os valores do preço dos papéis são os valores omitidos anteriormente, portanto são valores reais.

3.1 Carteira de ativos

Aqui é feito o VaR para a carteira de ativos. Como dito anteriormente, é necessário obter uma medida de associação entre os ativos para o VaR de uma carteira. O coeficiente ρ de Spearman é usado e o seu valor significativo é 0,51 (p-valor = 0,000). A Tabela 3 apresenta alguns k passos para os valores em risco estimados, assumindo um nível de significância de 5%. Considerando 15 dias à frente, haveria uma perda de, no máximo, 25,80%, com uma confiança de 95%, no valor investido neste ativo financeiro.

Tabela 3: VaR Estimado.

k	1	5	10	15	20	25	30
VaR	-0,069	-0,151	-0,215	-0,258	-0,301	-0,335	-0,365

4 Conclusão

Os retornos dos ativos da Vale e Petro foram modelados usando a abordagem econométrica. Estimaram-se os valores em risco para cada ativo financeiro e compararam-se as estimativas futuras com os respectivos valores reais, obtendo-se resultados muito satisfatórios. Além disso, foram feitas análises de uma carteira composta por esses ativos.

5 Referências

- [1] BOLLERESLEV, T.(1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 37-327.
- [2] BOX, G.E.P. and G.M. JENKINS (1976). **Time Series Analysis, Forecasting, and Control**. Holden Day: San Francisco.
- [3] MORETTIN, P.A. (2006). *Econometria Financeira: Um curso em séries temporais financeiras*. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística.
- [4] TSAY, R. S. (2002). **Analysis of financial time series**. Wiley Series in Probability and Statistics.