

0.1 Estimação do modelo BEKK.

Na seção anterior realizou-se a estimação do modelo de vetor de correção de erros para a obtenção do resíduo livre do co-movimento entre as médias. Porém, ao usarmos 4 defasagens para o modelo VAR, e conseqüentemente 3 defasagens para o modelo VEC, os resíduos do modelo VEC ainda apresentaram correlação. Já que o método de estimação BEKK proposto por @engle_multivariate_1995 supõe que os dados sejam não correlacionados e isso não ocorreu após a estimação do modelo VEC (os resíduos permaneceram correlacionados) foi realizado o mesmo procedimento anterior, mas escolhendo diferentes defasagens para o modelo VAR. Constatamos que usando o número máximo de defasagens (7), indicado pelo critério AIC, os resíduos do modelo VEC estimado posteriormente não apresentam correlação serial até a vigésima defasagem. Portanto o modelo BEKK será estimado usando os resíduos do modelo VEC com 6 defasagens.

Com este novo número de defasagens escolhido, assim como no caso anterior, identificamos um único vetor de cointegração (1, -0,125, -0,358). Para sintetizar as correlações dos resíduos do modelo VEC(7), plotamos os valores-p do teste de Ljung-BOx realizado para estes resíduos.

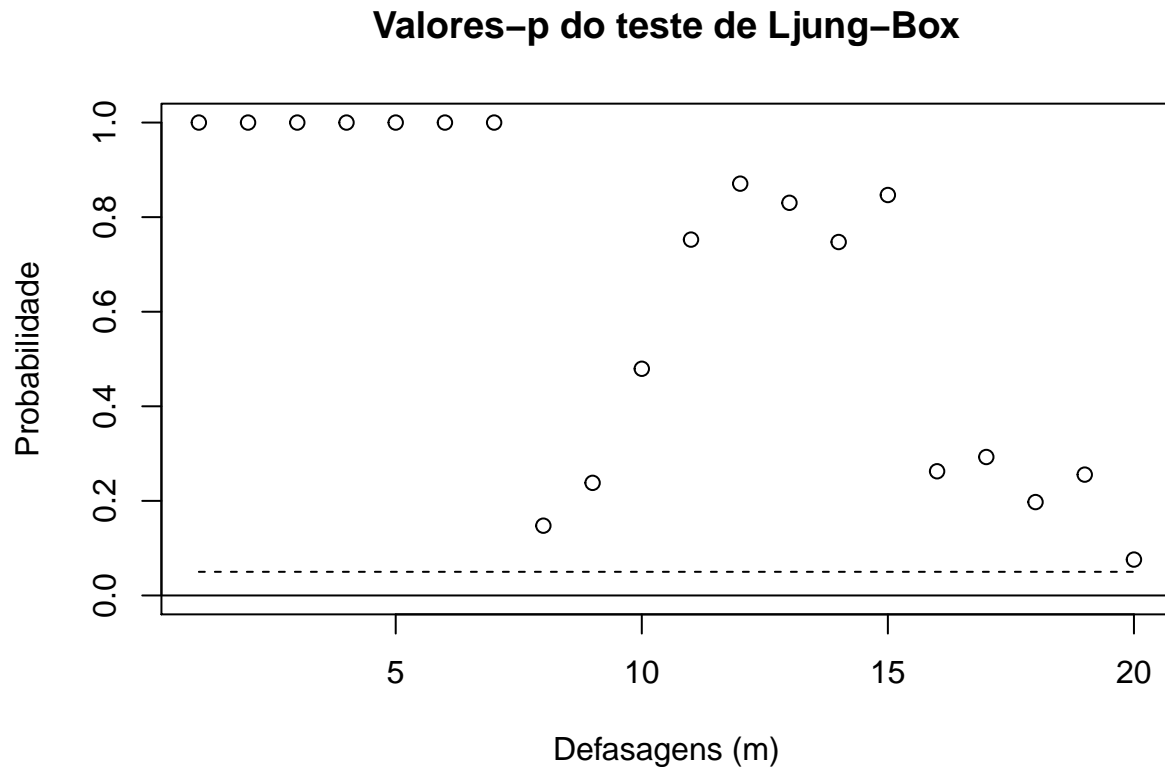


Figure 1: Plotagem dos valores-p das defasagens do teste multivariado de correlação Ljung-Box.

Como podemos observar, todas os valores-p estão são maiores que 5% (linha tracejada). Portanto para estas defasagens não se rejeita a hipótese nula de ausência de autocorrelação e correlação entre as variáveis. uma vez identificado que os resíduos não são correlacionados, como impõe o modelo BEKK, podemos seguir adiante nas estimações.

```
## Initial estimates: -3.370388e-06 9.138433e-05 -2.972673e-05 0.008118471 0.0004654883 0.0005525955 0
## Lower limits: -3.370388e-05 -0.0009138433 -0.0002972673 0.001623694 9.309765e-05 0.0001105191 0.001
## Upper limits: 3.370388e-05 0.0009138433 0.0002972673 0.008930318 0.0005120371 0.000607855 0.0098779
##
```

```

## Coefficient(s):
##           Estimate   Std. Error  t value   Pr(>|t|)
## mu1.etanol -2.84925e-06 2.47352e-04 -0.01152 0.9908093
## mu2.acucar  9.14653e-05 3.29909e-04  0.27724 0.7815925
## mu3.soja   -3.01570e-05 2.05733e-04 -0.14658 0.8834611
## A011        7.18811e-03          NA         NA         NA
## A021        4.24346e-04 3.56933e-04  1.18887 0.2344910
## A031        4.97986e-04 1.92549e-04  2.58629 0.0097017 **
## A022        8.14837e-03          NA         NA         NA
## A032        7.05890e-04          NA         NA         NA
## A033        4.89427e-03          NA         NA         NA
## A11         9.99998e-02 4.68451e-02  2.13469 0.0327862 *
## A21         1.99998e-02 3.27585e-02  0.61052 0.5415152
## A31         1.99996e-02 2.29792e-02  0.87034 0.3841162
## A12         1.99997e-02 2.67969e-02  0.74634 0.4554604
## A22         9.99993e-02 3.03239e-02  3.29770 0.0009748 ***
## A32         1.99997e-02 1.91742e-02  1.04305 0.2969232
## A13         1.99998e-02 3.69084e-02  0.54188 0.5879025
## A23         1.99999e-02 4.11480e-02  0.48605 0.6269333
## A33         9.99995e-02 3.83827e-02  2.60533 0.0091786 **
## B11         7.99983e-01 8.83433e-03 90.55387 < 2.22e-16 ***
## B21         1.99973e-02 1.39432e-02  1.43420 0.1515161
## B31         1.99956e-02 5.13848e-03  3.89134 9.9692e-05 ***
## B12         1.99964e-02 1.19954e-02  1.66700 0.0955135 .
## B22         7.99983e-01          NA         NA         NA
## B32         1.99949e-02 3.52939e-03  5.66526 1.4680e-08 ***
## B13         1.99974e-02 1.26003e-02  1.58705 0.1125005
## B23         1.99977e-02 1.28828e-02  1.55228 0.1205947
## B33         7.99982e-01          NA         NA         NA
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Todos os coeficientes foram positivos, o que era esperado pois o modelo BEKK implica que a matriz de variância e covariância seja positiva definida. Poucos coeficientes estimados se mostraram significantes, o que significa dizer que as volatilidades passadas não têm grande impacto sobre sua própria volatilidade corrente e sobre as volatilidades dos preços das outras *commodities*. Os efeitos que se mostraram significativos com nível de significância de 5% foram: Com respeito ao impacto médio da volatilidade (matriz de covariância incondicional) apenas o soja é impactado pelo etanol, os demais efeitos não são significativos. Em relação aos efeitos ARCH, as três *commodities* apresentaram sofrer influência de suas próprias inovações e nenhum efeito cruzado se mostrou significativo. Agora com respeito ao componente autorregressivo da matrix da covariâncias (efeito GARCH), somente o etanol se mostrou significativo com respeito à efeitos próprios. Os efeitos cruzados GARCH ocorreram para o soja sendo impactado tanto pelo etanol quanto pelo açúcar. Ao que sugere o modelo BEKK estimado, somente o soja sofre impactos significativos das outras *commodities*, enquanto o açúcar e o etanol sofrem influência apenas de suas próprias inovações e volatilidades. Outra conclusão que se pode tirar do modelo, é que o etanol possui um efeito mais forte sobre o soja do que o açúcar, pois o etanol afeta o soja por meio da matriz de covariância condicional e incondicional, enquanto o açúcar impacta o soja apenas pela matriz de covariâncias condicional.