Métodos de Previsão

Parte II: Métodos Estocásticos - Exemplos

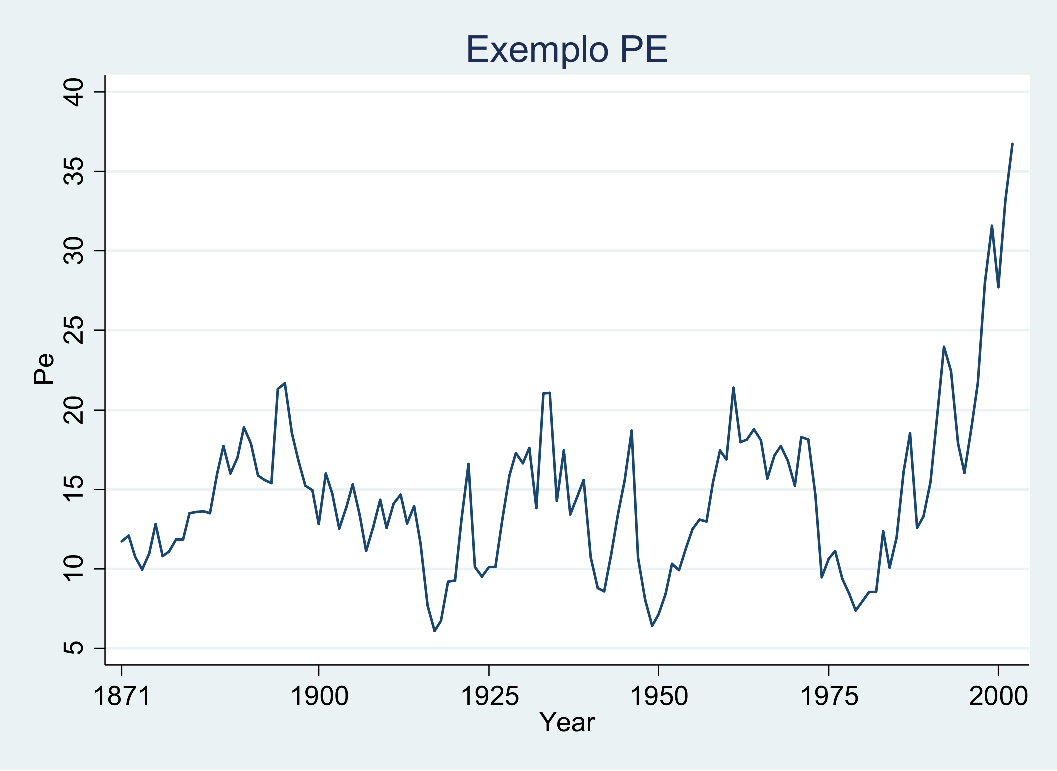
Exemplo 1: pe

O ficheiro "pe.dta" contém dados relativos à variável *pe*, que representa o PER (Price/Earnings Ratio) anual médio do índice bolsista Standard & Poors entre os anos de 1871 e 2002. Quanto mais alto for o valor deste rácio, mais caras estarão as acções relativamente aos lucros que as empresas conseguem gerar.

1. Represente graficamente a evolução de *pe* ao longo do período considerado e apresente a ACF e a PACF.
2. Teste se *pe* poderá ser considerada ruído branco.
3. Ignore o facto de a série parecer não estacionária e considere a sua descrição pelos seguintes modelos.
   - a) AR(1) com e sem constante
   - b) AR(2)
   - c) MA(1) e MA(2)
   - d) ARMA(1,1)

Exemplo 1: pe – Questão 1

```
. line pe year, title("Exemplo PE") ytitle(Pe) xtitle(Year)
xlabel(1871 1900 1925 1950 1975 2000) ylabel(5 10 15 20 25 30 35
40)
```



Exemplo 1: pe – Questão 1

```
. tsset year
        time variable:  year, 1871 to 2002
                delta:  1 unit
. corrgram pe, lags(20)
                                          -1       0       1 -1       0       1
 LAG       AC       PAC      Q     Prob>Q  [Autocorrelation]  [Partial Autocor]
--------------------------------------------------------------------------------
1         0.7923   0.9262   84.757  0.0000          |------            |-------
2         0.6041  -0.0713   134.42  0.0000          |----              |
3         0.4976   0.1528   168.37  0.0000          |---               |-
4         0.3682  -0.0313    187.1  0.0000          |--                |
5         0.2982   0.1778   199.48  0.0000          |--                |-
6         0.2602  -0.0395   208.99  0.0000          |--                |
7         0.2054  -0.0850   214.96  0.0000          |-                 |
8         0.1453  -0.1369   217.97  0.0000          |-                -|
9         0.0888   0.0284    219.1  0.0000          |                  |
10        0.0095  -0.0669   219.11  0.0000          |                  |
11       -0.0943  -0.1484   220.41  0.0000          |                 -|
12       -0.1621  -0.0479   224.29  0.0000         -|                  |
13       -0.2216  -0.1759   231.58  0.0000         -|                 -|
14       -0.2411   0.1047   240.29  0.0000         -|                  |
15       -0.2265   0.0457   248.05  0.0000         -|                  |
…
```

Rejeita-se a Ho de pe ser ruído branco

Exemplo 1: pe – Questão 3 a

```
. arima pe, ar(1)
…
ARIMA regression
Sample:  1871 - 2002                            Number of obs      =       132
                                                Wald chi2(1)       =    461.87
Log likelihood = -315.2307                      Prob > chi2        =    0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
          pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
pe           |
       _cons |   15.95301   2.686906     5.94   0.000     10.68678    21.21925
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L1. |   .9144731   .0425512    21.49   0.000     .8310744    .9978718
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   2.617762   .1425919    18.36   0.000     2.338287    2.897237
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Exemplo 1: pe – Questão 3 a

```
. arima pe, ar(1) noconst
…
ARIMA regression
Sample:  1871 - 2002                              Number of obs      =        132
                                                  Wald chi2(1)       =    8374.10
Log likelihood = -318.0714                        Prob > chi2        =     0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
          pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L1. |   .9929394   .0108506    91.51   0.000     .9716726    1.014206
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   2.649951   .1479643    17.91   0.000     2.359947    2.939956
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Exemplo 1: pe – Questão 3 b

```
. arima pe, ar(1 2)
…
ARIMA regression
Sample:  1871 - 2002                              Number of obs      =        132
                                                  Wald chi2(2)       =     458.49
Log likelihood = -314.8832                        Prob > chi2        =     0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
          pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
pe           |
       _cons |   15.69143   2.357176     6.66   0.000     11.07145    20.31141
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L1. |   .9770795   .0805527    12.13   0.000     .8191992     1.13496
         L2. |  -.0769714   .0855294    -0.90   0.368     -.244606    .0906632
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   2.611682     .14715    17.75   0.000     2.323273    2.900091
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Exemplo 1: pe – Questão 3 b

```
. arima pe, ar(1/2)
…
ARIMA regression
Sample:  1871 - 2002                              Number of obs      =        132
                                                  Wald chi2(2)       =     458.49
Log likelihood = -314.8832                        Prob > chi2        =     0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
          pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
pe           |
       _cons |   15.69143   2.357176     6.66   0.000     11.07145    20.31141
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L1. |   .9770795   .0805527    12.13   0.000     .8191992     1.13496
         L2. |  -.0769714   .0855294    -0.90   0.368     -.244606    .0906632
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   2.611682     .14715    17.75   0.000     2.323273    2.900091
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Exemplo 1: pe – Questão 3 c

```
. arima pe, ma(1)
…
ARIMA regression
Sample:  1871 - 2002                              Number of obs      =        132
                                                  Wald chi2(1)       =     228.25
Log likelihood = -349.5133                        Prob > chi2        =     0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
          pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
pe           |
       _cons |   14.66386    .630688    23.25   0.000     13.42773    15.89999
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ma |
         L1. |   .7912549   .0523736    15.11   0.000     .6886046    .8939052
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   3.404723   .1689592    20.15   0.000     3.073569    3.735877
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Exemplo 1: pe – Questão 3 c

```
. arima pe, ma(1 2)
…
ARIMA regression
Sample:  1871 - 2002                              Number of obs      =        132
                                                  Wald chi2(2)       =     278.13
Log likelihood = -335.6916                        Prob > chi2        =     0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
          pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
pe           |
       _cons |   14.71384   .7385909    19.92   0.000     13.26623    16.16145
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ma |
         L1. |   1.005193   .0630981    15.93   0.000     .8815226    1.128863
         L2. |    .392862   .0727632     5.40   0.000     .2502487    .5354752
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   3.065221   .1407891    21.77   0.000     2.789279    3.341162
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Exemplo 1: pe – Questão 3 d

```
. arima pe, arima(1,0,1)
…
ARIMA regression

Sample:  1871 - 2002                              Number of obs      =        132
                                                  Wald chi2(2)       =     381.93
Log likelihood = -314.7261                        Prob > chi2        =     0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
          pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
pe           |
       _cons |   15.62051   2.254371     6.93   0.000     11.20203      20.039
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L1. |   .8822417   .0546467    16.14   0.000     .7751361    .9893474
             |
          ma |
         L1. |   .1229756    .092581     1.33   0.184    -.0584798    .3044311
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |    2.60862   .1435057    18.18   0.000     2.327354    2.889886
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

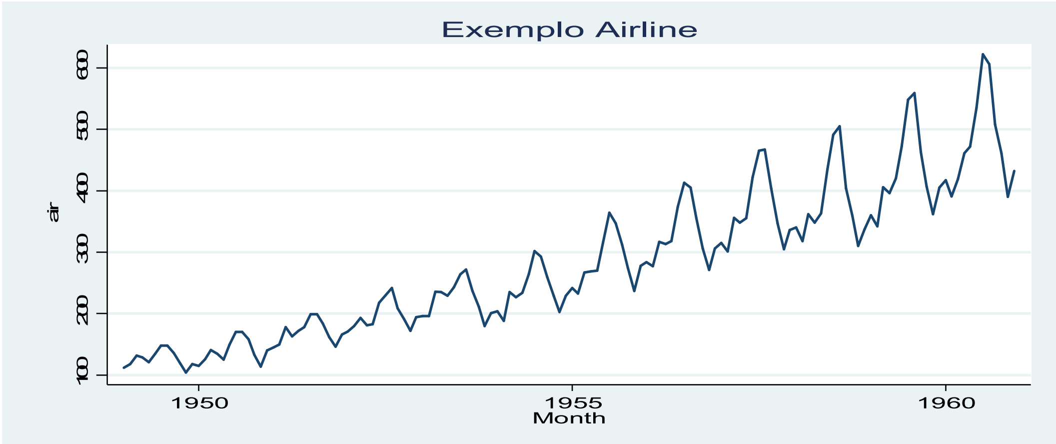
Exemplo 2: air

O ficheiro “airline.dta” contém dados relativos à variável *air*, que representa o número de passageiros para voos internacionais de uma companhia aérea entre Janeiro de 1949 e Dezembro de 1960. Logaritmize a variável para estabilizar a variância, obtendo lnair.

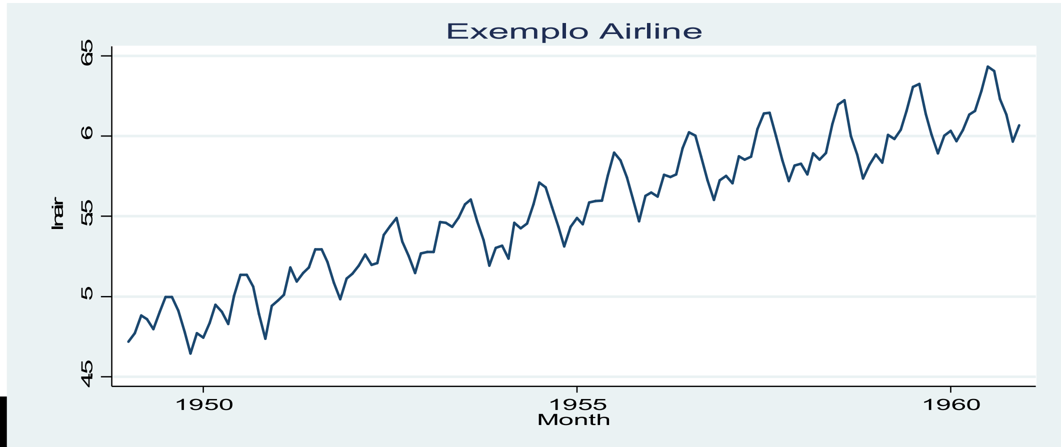
1. Represente graficamente a evolução de lair e de lair sujeito à primeira diferença e à primeira diferença sazonal, $\nabla\nabla_{12}lair$. O objectivo será modelar esta ultima série, a qual, como não exibe tendência, será modelada sem constante.
2. Estime e escreva o modelo SARIMA(0,1,1)(0,1,1)$_{12}$

Exemplo 2: air – Questão 1

```
. line air time, title("Exemplo Airline") ytitle(air) xtitle(Month)
```

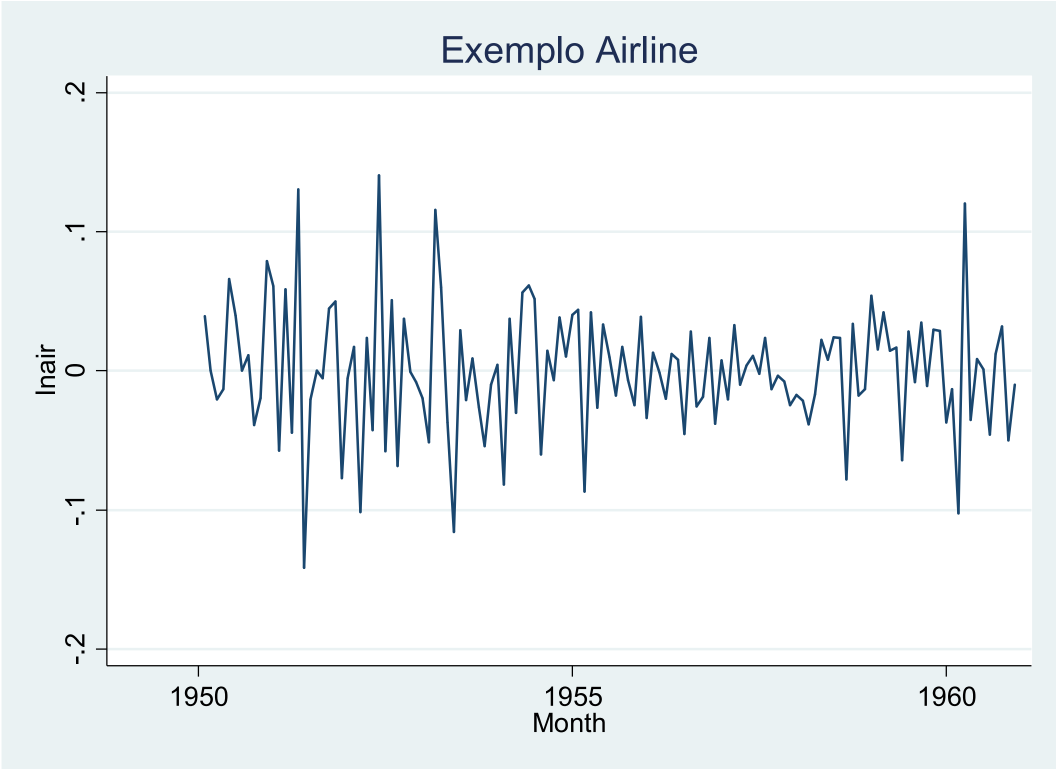



```
. gen lnair=ln(air)
. line lnair time, title("Exemplo Airline") ytitle(lnair)
xtitle(Month)
```



Exemplo 2: air – Questão 1

```
. line DS12.lnair time, title("Exemplo Airline") ytitle(lnair)
xtitle(Month)
```



Exemplo 2: air – Questão 2

```
. arima lnair, arima(0,1,1) sarima(0,1,1,12) noconstant
```

ou

```
. arima DS12.lnair, ma(1) mma(1, 12) noconstant
…
ARIMA regression
Sample:  14 - 144                               Number of obs      =       131
                                                Wald chi2(2)       =     84.53
Log likelihood =  244.6965                      Prob > chi2        =    0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
  DS12.lnair |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ma |
         L1. |  -.4018324   .0730307    -5.50   0.000    -.5449698   -.2586949
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA12       |
          ma |
         L1. |  -.5569342   .0963129    -5.78   0.000     -.745704   -.3681644
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   .0367167   .0020132    18.24   0.000     .0327708    .0406625
------------------------------------------------------------------------------
```

$$\nabla\nabla_{12}\widehat{lnair_t} = -0.402\varepsilon_{t-1} - 0.557\varepsilon_{t-12} + 0.224\varepsilon_{t-13} + \varepsilon_t$$

Exemplo 3: pe

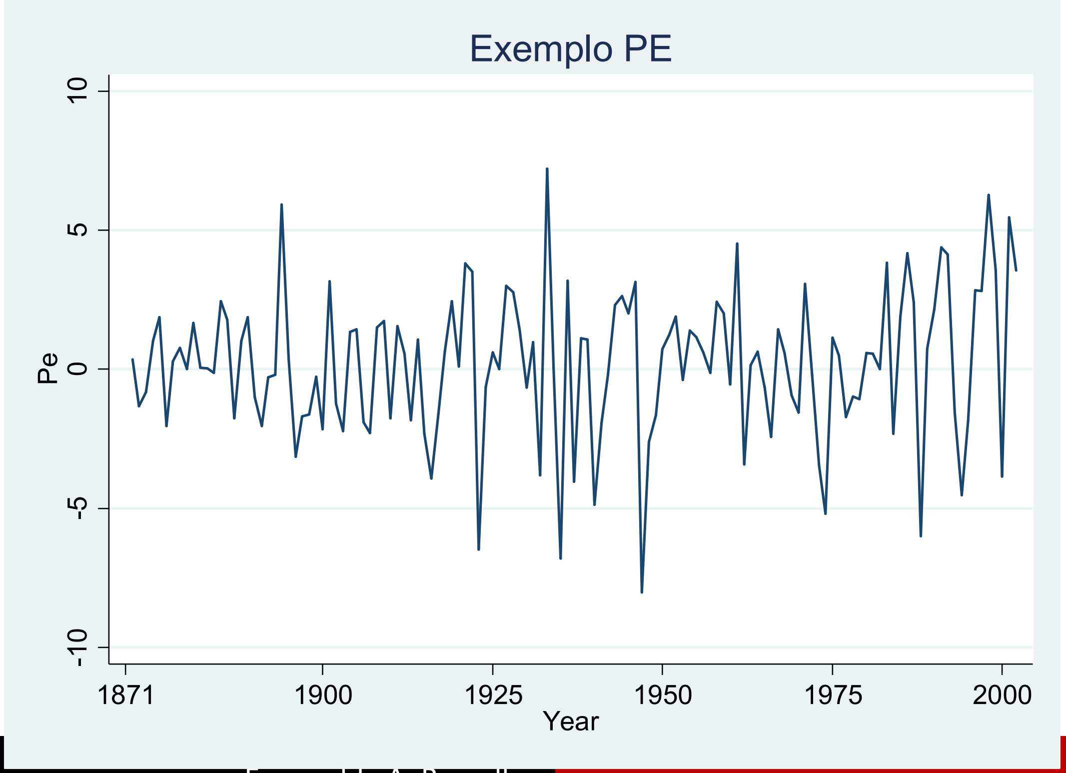
Considere de novo o ficheiro "pe.dta".

1. Considere ainda primeira diferença de *pe* e represente graficamente. O seu objectivo será modelar esta série, ∇pe.
2. Proponha um modelo adequado para ∇pe.
3. Represente no mesmo gráfico os valores do PER observados e estimados de acordo com o modelo escolhido.
4. Utilize o modelo autorregressivo escolhido para prever o valor do PER de 2003.

Exemplo 3: pe – Questão 1

```
. tsset year
        time variable:  year, 1871 to 2002
                delta:  1 unit

. line d.pe year, title("Exemplo PE") ytitle(Pe) xtitle(Year)
xlabel(1871 1900 1925 1950 1975 2000) ylabel(-10 -5 0 5 10)
```



Exemplo 3: pe – Questão 2

```
. corrgram d.pe, lags(20)
                                                 -1       0       1  -1       0       1
 LAG       AC        PAC          Q       Prob>Q  [Autocorrelation]  [Partial Autocor]
-------------------------------------------------------------------------------
1         0.0095   0.0096   .01204  0.9126          |                  |
2        -0.1799  -0.1878   4.3819  0.1118         -|                 -|
3        -0.0149  -0.0124   4.4122  0.2203          |                  |
4        -0.1353  -0.1904   6.9227  0.1400         -|                 -|
5         0.0358   0.0267   7.1001  0.2133          |                  |
6         0.1224   0.0656   9.1871  0.1633          |                  |
7         0.0882   0.1106   10.281  0.1732          |                  |
8        -0.0574  -0.0538   10.747  0.2164          |                  |
9        -0.0271   0.0317   10.852  0.2860          |                  |
10        0.0567   0.0917   11.314  0.3336          |                  |
11       -0.0362  -0.0133   11.504  0.4020          |                  |
12        0.0740   0.0978   12.307  0.4214          |                  |
13       -0.0977  -0.1657   13.717  0.3940          |                 -|
14       -0.1009  -0.0925   15.234  0.3623          |                  |
15        0.0899   0.0535   16.448  0.3529          |                  |
16        0.0400   0.0314    16.69  0.4059          |                  |
17       -0.0061  -0.0258   16.696  0.4751          |                  |
18       -0.0411  -0.0875   16.956  0.5261          |                  |
19       -0.0071   0.0107   16.964  0.5923          |                  |
20       -0.0407  -0.0591   17.224  0.6384          |                  |
```

Exemplo 3: pe – Questão 2

O correlograma e o teste Q de Ljung-Box sugerem que ∇pe é um ruído branco. Contudo, tendo em conta que os 2º e 4º desfasamentos figuram como os mais importantes a nível da FAC como da FACP e os p-values do teste Q apresentam nestes dois casos os seus valores mais baixos, tentar-se-à utilizar os modelo AR(4) e MA(4).

Modelo AR(4):

```
. arima d.pe, ar(1 2 3 4)
```

ou

```
. arima d.pe, ar(1/4)
```

Exemplo 3: pe – Questão 2

```
(…)
ARIMA regression

Sample:  1872 - 2002                            Number of obs      =       131
                                                Wald chi2(4)       =      9.52
Log likelihood = -308.9161                      Prob > chi2        =    0.0493

------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
        D.pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
pe           |
       _cons |   .1752718   .1703764     1.03   0.304    -.1586598    .5092034
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L1. |   .0008674   .0823877     0.01   0.992    -.1606096    .1623444
         L2. |  -.2214944   .0833387    -2.66   0.008    -.3848351   -.0581536
         L3. |  -.0073054   .0823118    -0.09   0.929    -.1686335    .1540227
         L4. |  -.1850712   .0865071    -2.14   0.032    -.3546219   -.0155204
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   2.556033   .1519277    16.82   0.000      2.25826    2.853806
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Exemplo 3: pe – Questão 2

Obtém-se desde já o AIC e o BIC, para comparar posteriormente com outros modelos

```
. estat ic

Akaike's information criterion and Bayesian information criterion

-----------------------------------------------------------------------------
       Model |    Obs    ll(null)   ll(model)     df          AIC         BIC
-------------+---------------------------------------------------------------
           . |    131          .   -308.9161       6     629.8322    647.0834
-----------------------------------------------------------------------------
               Note:  N=Obs used in calculating BIC; see [R] BIC note.
```

Exemplo 3: pe – Questão 2

Só os 2º e 4º desfasamentos são significativos, pelo que se reestimará o modelo sem os outros desfasamentos.

```
. arima d.pe, ar(2 4)
ARIMA regression
Sample:  1872 - 2002                            Number of obs     =        131
                                                Wald chi2(2)      =       9.50
Log likelihood = -308.9199                      Prob > chi2       =     0.0087
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
        D.pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
pe           |
       _cons |   .1753001   .1693041     1.04   0.300    -.1565299    .5071301
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L2. |  -.2216121   .0833293    -2.66   0.008    -.3849345   -.0582897
         L4. |  -.1852938    .085853    -2.16   0.031    -.3535626   -.0170249
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   2.555985      .1456    17.55   0.000     2.270614    2.841355
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Exemplo 3: pe – Questão 2

```
. estat ic

Akaike's information criterion and Bayesian information criterion

-----------------------------------------------------------------------------
       Model |        Obs    ll(null)   ll(model)      df          AIC         BIC
-------------+---------------------------------------------------------------
           . |        131          .   -308.9199        4     625.8399    637.3407
-----------------------------------------------------------------------------
               Note:  N=Obs used in calculating BIC; see [R] BIC note.
```

O AIC e o BIC são menores neste caso: prefere-se este AR ao primeiro

Prossegue-se com o modelo MA(4), e uma sua versão onde só o termo de ordem 2 é usado, visto ser o unico significativo. Apresentam-se também o AIC e o BIC

Exemplo 3: pe – Questão 2

```
. arima d.pe, ma(1 2 3 4)
…
ARIMA regression
Sample:  1872 - 2002                            Number of obs      =       131
                                                Wald chi2(4)       =      7.84
Log likelihood = -309.5093                      Prob > chi2        =    0.0977
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
        D.pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
pe           |
       _cons |   .1712493   .1754391     0.98   0.329     -.172605    .5151036
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ma |
         L1. |   .0162427   .0859527     0.19   0.850    -.1522214    .1847068
         L2. |   -.201134    .089496    -2.25   0.025     -.376543   -.025725
         L3. |   .0124789   .0825532     0.15   0.880    -.1493225    .1742803
         L4. |  -.1130738   .0860986    -1.31   0.189     -.281824    .0556763
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   2.568016    .146746    17.50   0.000     2.280399    2.855633
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Exemplo 3: pe – Questão 2

```
. estat ic

Akaike's information criterion and Bayesian information criterion

-----------------------------------------------------------------------------
       Model |          Obs  ll(null)  ll(model)      df         AIC        BIC
-------------+---------------------------------------------------------------
           . |          131         .  -309.5093       6    631.0187   648.2699
-----------------------------------------------------------------------------
               Note: N=Obs used in calculating BIC; see [R] BIC note.
```

Exemplo 3: pe – Questão 2

```
. arima d.pe, ma(2)
…
ARIMA regression

Sample:  1872 - 2002                             Number of obs      =        131
                                                 Wald chi2(1)       =       8.67
Log likelihood = -310.2145                       Prob > chi2        =     0.0032
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
        D.pe |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
pe           |
       _cons |   .1763215   .1798076     0.98   0.327    -.1760948    .5287379
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ma |
         L2. |  -.2502222   .0849742    -2.94   0.003    -.4167686   -.0836759
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   2.582132   .1435329    17.99   0.000     2.300813    2.863451
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.
```

Exemplo 3: pe – Questão 2

```
. estat ic

Akaike's information criterion and Bayesian information criterion

-----------------------------------------------------------------------------
       Model |        Obs    ll(null)   ll(model)      df          AIC         BIC
-------------+---------------------------------------------------------------
           . |        131           .   -310.2145       3      626.429    635.0546
-----------------------------------------------------------------------------
               Note:  N=Obs used in calculating BIC; see [R] BIC note.
```

O AIC e o BIC são menores neste caso do que no MA(4). Comparando com o AR(2 4), o AIC é agora maior, mas o BIC é menor. Prefere-se o AR(2 4)

$$\widehat{\nabla pe_t} = 0.175 - 0.222\nabla pe_{t-2} - 0.185\nabla pe_{t-4}$$

De seguida, verifica-se se os resíduos do modelo selecionado são ruido branco

Exemplo 3: pe – Questão 2

```
. quietly arima D.pe, ar(2 4)
. predict u, resid
(1 missing value generated)
. corrgram u, lags(20)
                                          -1       0       1 -1       0       1
 LAG       AC       PAC      Q     Prob>Q  [Autocorrelation]  [Partial Autocor]
-------------------------------------------------------------------------------
1        0.0052   0.0053  .00363  0.9519          |                  |
2        0.0068   0.0076  .00987  0.9951          |                  |
3        0.0138   0.0150  .03581  0.9982          |                  |
4       -0.0041  -0.0042  .03812  0.9998          |                  |
5        0.0437   0.0509  .30211  0.9976          |                  |
6        0.0564   0.0695  .74568  0.9935          |                  |
7        0.0798   0.0994  1.6415  0.9770          |                  |
8       -0.0319  -0.0299  1.7854  0.9869          |                  |
9       -0.0263  -0.0319  1.8843  0.9932          |                  |
10       0.0760   0.0903  2.7153  0.9874          |                  |
11      -0.0439  -0.0503  2.9953  0.9908          |                  |
12       0.0625   0.0687  3.5677  0.9900          |                  |
13      -0.1116  -0.1407  5.4075  0.9651          |                 -|
14      -0.0934  -0.1311  6.7068  0.9454          |                 -|
15       0.0728   0.0919  7.5017  0.9422          |                  |
16       0.0026   0.0194  7.5028  0.9623          |                  |
17      -0.0271  -0.0458  7.6146  0.9741          |                  |
18      -0.0755  -0.1057  8.4928  0.9704          |                  |
19      -0.0374  -0.0623  8.7103  0.9780          |                  |
                                                  |                  |
```

Exemplo 3: pe – Questão 3

```
. predict pehat, y
(1 missing value generated)
```

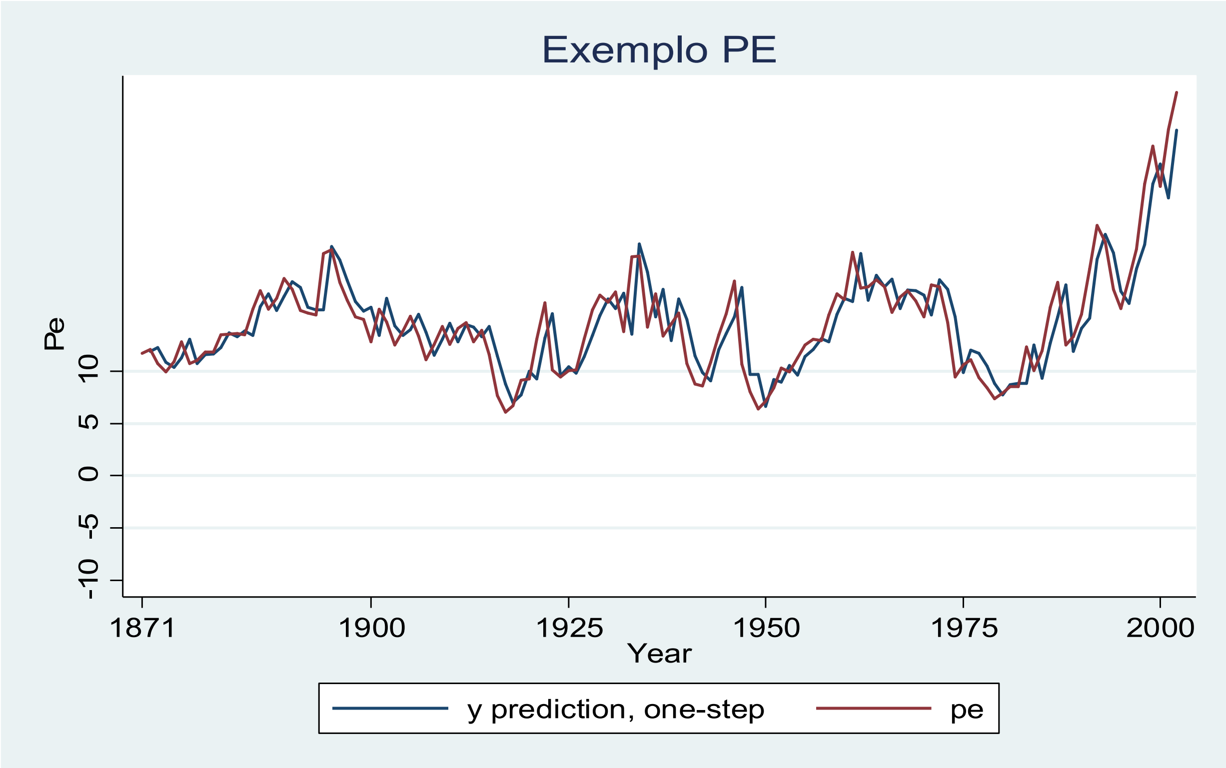
Faz-se a replica de alguns valores previstos: 132, 2, 3, 4, 5 e 6:

$$\widehat{pe}_t = pe_{t-1} + \widehat{\nabla pe}_t = pe_{t-1} + 0.175 - 0.222\nabla pe_{t-2} - 0.185\nabla pe_{t-4} =$$
$$= pe_{t-1} + 0.175 - 0.222(pe_{t-2} - pe_{t-3}) - 0.185(pe_{t-4} - pe_{t-5})$$

```
. display pe[131]+0.1758268-0.2218146*(pe[130]-pe[129])-0.1854346*(pe[128]-
pe[127])
33.055166
. display pe[1]+0.1758268
11.904997
. display pe[2]+0.1758268
12.257907
. display pe[3]+0.1758268-0.2218146*(pe[2]-pe[1])
10.857586
. display pe[4]+0.1758268-0.2218146*(pe[3]-pe[2])
10.403857
. display pe[5]+0.1758268-0.2218146*(pe[4]-pe[3])-0.1854346*(pe[2]-pe[1])
11.252369
```

Exemplo 3: pe – Questão 3

```
.line pehat pe year, title("Exemplo PE") ytitle(Pe) xtitle(Year)
xlabel(1871 1900 1925 1950 1975 2000) ylabel(-10 -5 0 5 10)
```



Exemplo 3: pe – Questão 4

Previsão fora da amostra:

$$\widehat{pe}_{2003} = pe_{2002} + \widehat{\nabla pe}_{2003}$$
$$= pe_{2002} + 0.175 - 0.222\nabla pe_{2001} - 0.185\nabla pe_{1999}$$
$$= pe_{2002} + 0.175 - 0.222(pe_{2001} - pe_{2000}) - 0.185(pe_{1999} - pe_{1998})$$

```
. display pe[132]+0.1758268-0.2218146*(pe[131]-pe[130])-
0.1854346*(pe[129]-pe[128])
35.036628
```

Exemplo 4: vinho rose – Questão 2

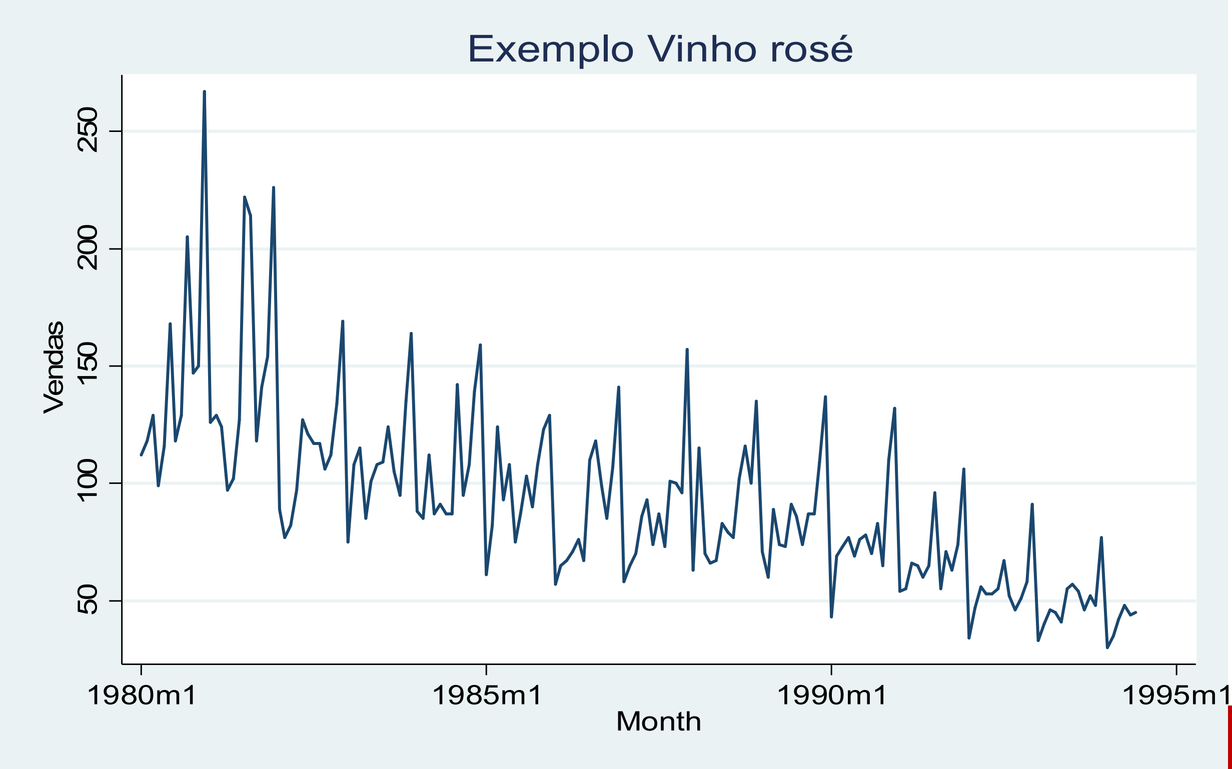
O ficheiro “vinho.dta” contém dados relativos à venda de vinho rosé na Austrália (milhares de litros) entre Janeiro de 1980 e Junho de 1994; para análise em excel, ver Caiado (2016), p. 214-221

1. Crie uma variável para datar os dados e represente graficamente a série.
2. Apresente a FAC e a FACP e discuta a eventual necessidade de aplicar diferenças. Represente ainda a série resultante das eventuais diferenciações.
3. Represente a FAC e a FACP da série proposta em 2. e proponha modelos que potencialmente a poderão descrever.
4. Para os modelos em análise, realize previsão, dentro e fora da amostra (neste caso para 4 meses) e represente graficamente.

Exemplo 4: vinho rose – Questão 1

```
. generate time = m(1980m1) + _n -1
. format t %tm
. tsset time
        time variable:  time, 1980m1 to 1994m6
                delta:  1 month
```

```
. line vendas time, title("Exemplo Vinho Rosé") ytitle(Vendas) xtitle(Month)
```



Exemplo 4: vinho rose – Questão 2

```
. corrgram vendas, lags(36)
                                          -1       0       1 -1       0       1
 LAG       AC       PAC      Q     Prob>Q  [Autocorrelation]  [Partial Autocor]
-------------------------------------------------------------------------------
1        0.5659   0.5710   56.694  0.0000          |----              |----
2        0.4445   0.1903   91.874  0.0000          |---               |-
3        0.4995   0.3023   136.56  0.0000          |---               |--
4        0.4517   0.1150   173.32  0.0000          |---               |
5        0.4273   0.1288    206.4  0.0000          |---               |-
6        0.3628   0.0027   230.39  0.0000          |--                |
7        0.4029   0.1449   260.15  0.0000          |---               |-
8        0.4162   0.1067   292.11  0.0000          |---               |
9        0.4293   0.1750   326.32  0.0000          |---               |-
10       0.4076   0.0832   357.34  0.0000          |---               |
11       0.4423   0.1924    394.1  0.0000          |---               |-
12       0.6431   0.5584   472.28  0.0000          |-----             |----
13       0.3787  -0.1457   499.57  0.0000          |---              -|
14       0.3124   0.1226   518.25  0.0000          |--                |
15       0.3305  -0.0250   539.29  0.0000          |--                |
16       0.2978  -0.0449   556.48  0.0000          |--                |
17       0.2832  -0.0688   572.12  0.0000          |--                |
18       0.2261  -0.0109   582.15  0.0000          |-                 |
19       0.2270  -0.0243   592.34  0.0000          |-                 |
20       0.2312   0.0026   602.97  0.0000          |-                 |
21       0.2450  -0.1201   614.98  0.0000          |-                 |
22       0.1985  -0.0803   622.92  0.0000          |-                 |
…
```

Exemplo 4: vinho rose – Questão 2

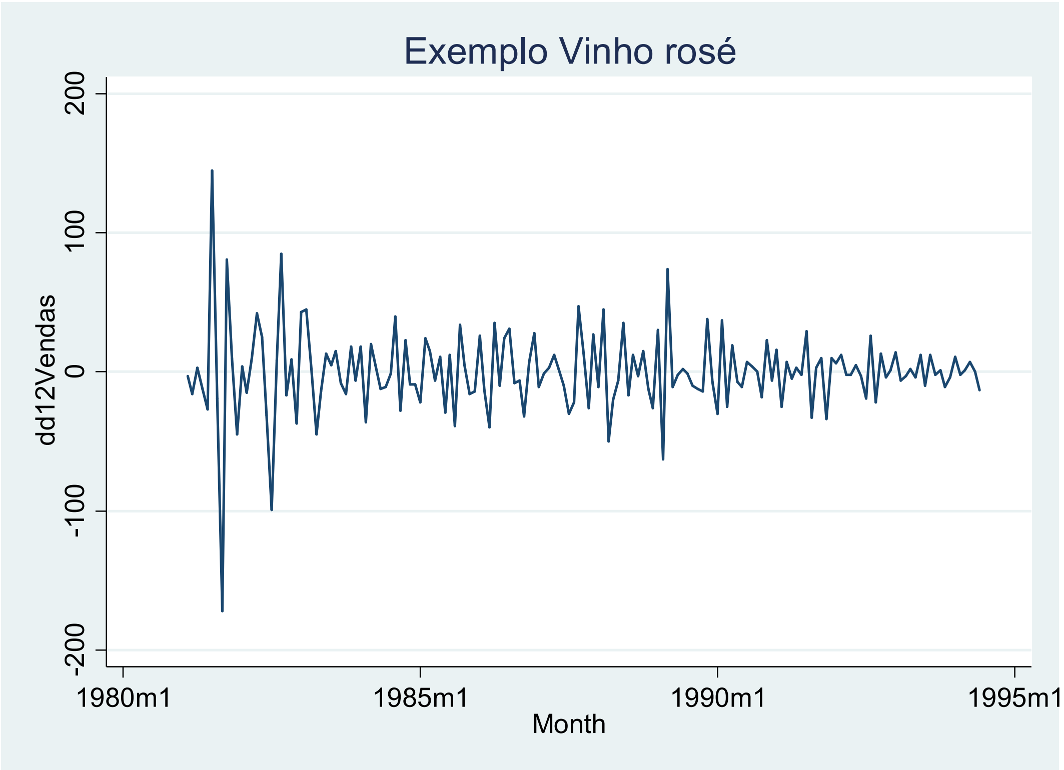
```
…
23        0.2578   0.1015   636.39  0.0000          |--                 |
24        0.4517   0.2787   678.04  0.0000          |---                |--
25        0.2264  -0.0145   688.58  0.0000          |-                  |
26        0.1847   0.0523   695.63  0.0000          |-                  |
27        0.2159   0.0079   705.34  0.0000          |-                  |
28        0.1805   0.0203   712.18  0.0000          |-                  |
29        0.1539  -0.0037   717.18  0.0000          |-                  |
30        0.0970  -0.0219   719.18  0.0000          |                   |
31        0.1046  -0.0582   721.52  0.0000          |                   |
32        0.1296  -0.0304   725.15  0.0000          |-                  |
33        0.1575  -0.0038   730.53  0.0000          |-                  |
34        0.1107  -0.0316   733.21  0.0000          |                   |
35        0.1757   0.0787   740.02  0.0000          |-                  |
36        0.3464   0.1078   766.65  0.0000          |--                 |
```

A FAC decai lentamente para zero, especialmente nos lags sazonais 12, 24 e 36. A FACP difere de zero em alguns lags iniciais e nos lags sazonais. Aplicar-se-à uma diferença para eliminar a tendência acrescida de diferenciação sazonal: $\nabla\nabla_{12} vendas$

Exemplo 4: vinho rose – Questão 2

```
. gen dd12vendas=DS12.vendas
(13 missing values generated)

. line dd12vendas time, title("Exemplo Vinho rosé") ytitle(dd12Vendas)
xtitle(Month)
```



Exemplo 4: vinho rose – Questão 3

```
. corrgram dd12vendas, lags(36)

                                              -1       0       1 -1       0       1
 LAG       AC       PAC      Q     Prob>Q  [Autocorrelation]  [Partial Autocor]
-------------------------------------------------------------------------------
1        -0.2816  -0.2819   13.003  0.0003        --|                --|
2        -0.3046  -0.4177   28.313  0.0000        --|               ---|
3         0.0482  -0.2520   28.698  0.0000          |                --|
4         0.0124  -0.2716   28.724  0.0000          |                --|
5         0.0705  -0.1360    29.56  0.0000          |                 -|
6        -0.0059  -0.0929   29.566  0.0000          |                  |
7        -0.0712  -0.1180   30.429  0.0001          |                  |
8        -0.0837  -0.2558   31.631  0.0001          |                --|
9         0.1040  -0.1626   33.498  0.0001          |                 -|
10        0.1735   0.0733   38.728  0.0000          |-                 |
11        0.0603   0.3098   39.364  0.0000          |                  |--
12       -0.3735  -0.1142   63.938  0.0000        --|                  |
13        0.0678  -0.0120   64.753  0.0000          |                  |
14        0.0717  -0.0814    65.67  0.0000          |                  |
15        0.0647  -0.0472   66.424  0.0000          |                  |
16       -0.0321  -0.0818    66.61  0.0000          |                  |
17       -0.0871  -0.0920   67.992  0.0000          |                  |
18        0.0563  -0.0903   68.574  0.0000          |                  |
19        0.0458  -0.0745   68.962  0.0000          |                  |
20        0.0469  -0.0492    69.37  0.0000          |                  |
21       -0.0909  -0.0802   70.919  0.0000          |                  |
22       -0.0021   0.0192    70.92  0.0000          |                  |
…
```

Exemplo 4: vinho rose – Questão 3

…

23	-0.0221	0.0672	71.013	0.0000	|	|
24	0.0058	-0.1264	71.019	0.0000	|	-|
25	0.0503	-0.0344	71.508	0.0000	|	|
26	0.0055	0.0417	71.514	0.0000	|	|
27	-0.0259	0.0427	71.645	0.0000	|	|
28	-0.0133	-0.0673	71.68	0.0000	|	|
29	0.0140	-0.0786	71.719	0.0000	|	|
30	0.0303	0.0338	71.902	0.0000	|	|
31	-0.0499	-0.0419	72.405	0.0000	|	|
32	-0.0224	-0.0640	72.507	0.0001	|	|
33	0.0679	0.0331	73.451	0.0001	|	|
34	-0.0677	-0.0834	74.397	0.0001	|	|
35	0.0536	0.0008	74.994	0.0001	|	|
36	0.0028	-0.0681	74.996	0.0001	|	|

Parece ser de tipo MA, com a FAC a decair rapidamente para zero, excepto nos dois primeiros lags e no lag sazonal 12. A FACP vai mais lentamente para zero, sendo relevante no lag 12. Sugere SARIMA(0,1,2)$(0,1,1)_{12}$ ou SARIMA(0,1,2)$(1,1,1)_{12}$ ou SARIMA(0,1,0)$(1,1,1)_{12}$; ver Caiado (2016), que considera o primeiro e o ultimo modelo.

Exemplo 4: vinho rose – Questão 3

```
. arima vendas, arima(0,1,2) sarima(0,1,1,12)
ARIMA regression
Sample:  1981m2 - 1994m6                        Number of obs      =        161
                                                Wald chi2(3)       =     405.22
Log likelihood = -711.3635                      Prob > chi2        =     0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
 DS12.vendas |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
vendas       |
       _cons |   .0216596   .0771826     0.28   0.779    -.1296155    .1729347
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ma |
         L1. |  -.6994655   .0742926    -9.42   0.000    -.8450764   -.5538547
         L2. |   -.222736   .0736352    -3.02   0.002    -.3670583   -.0784137
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA12       |
          ma |
         L1. |  -.7504303   .0899602    -8.34   0.000    -.9267491   -.5741115
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   19.30876   .9211519    20.96   0.000     17.50334    21.11419
------------------------------------------------------------------------------
. estat ic
Akaike's information criterion and Bayesian information criterion

-----------------------------------------------------------------------------
       Model |    Obs    ll(null)   ll(model)      df          AIC         BIC
-------------+---------------------------------------------------------------
           . |    161           .   -711.3635       5     1432.727    1448.134
-----------------------------------------------------------------------------
```

Exemplo 4: vinho rose – Questão 3

```
. arima vendas, arima(0,1,2) sarima(1,1,1,12)
Sample:  1981m2 - 1994m6                        Number of obs      =        161
                                                Wald chi2(4)       =     260.97
Log likelihood = -711.3432                      Prob > chi2        =     0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
 DS12.vendas |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
vendas       |
       _cons |   .0219306   .0787126     0.28   0.781    -.1323433    .1762045
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ma |
         L1. |  -.7017785   .0743935    -9.43   0.000    -.8475872   -.5559699
         L2. |  -.2183606   .0761528    -2.87   0.004    -.3676173    -.069104
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA12       |
          ar |
         L1. |  -.0291769   .1232015    -0.24   0.813    -.2706474    .2122936
             |
          ma |
         L1. |  -1.366058   .2391729    -5.71   0.000    -1.834829   -.8972881
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   14.14359   2.347459     6.03   0.000     9.542653    18.74452
------------------------------------------------------------------------------
. estat ic
Akaike's information criterion and Bayesian information criterion
-----------------------------------------------------------------------------
       Model |    Obs    ll(null)   ll(model)     df          AIC         BIC
-------------+---------------------------------------------------------------
           . |    161           .   -711.3432      6     1434.686    1453.175
-----------------------------------------------------------------------------
               [R] BIC note.
```

Exemplo 4: vinho rose – Questão 3

```
. arima vendas, arima(0,1,0) sarima(1,1,1,12)
Sample:  1981m2 - 1994m6                        Number of obs      =       161
                                                Wald chi2(2)       =     82.99
Log likelihood = -749.6455                      Prob > chi2        =    0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
 DS12.vendas |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
vendas       |
       _cons |    .008355   .8204628     0.01   0.992    -1.599723    1.616433
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA12       |
          ar |
         L1. |   -.029088   .1246243    -0.23   0.815    -.2733471    .2151712
             |
          ma |
         L1. |  -.7640793    .129483    -5.90   0.000    -1.017861   -.5102974
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   24.60413   1.146557    21.46   0.000     22.35692    26.85134
------------------------------------------------------------------------------
. estat ic

Akaike's information criterion and Bayesian information criterion

-----------------------------------------------------------------------------
       Model |          Obs  ll(null)  ll(model)      df         AIC        BIC
-------------+---------------------------------------------------------------
           . |          161         .  -749.6455       4    1507.291   1519.617
-----------------------------------------------------------------------------
               Note: N=Obs used in calculating BIC; see [R] BIC note.
```

Exemplo 4: vinho rose – Questão 3 e 4

3.

O modelo SARIMA$(0,1,2)(0,1,1)_{12}$ tem menor AIC e BIC, sendo o único que tem todos os lags individualmente significativos. Contudo, para efeitos de previsão, consideram-se ainda os outros dois modelos.

4.

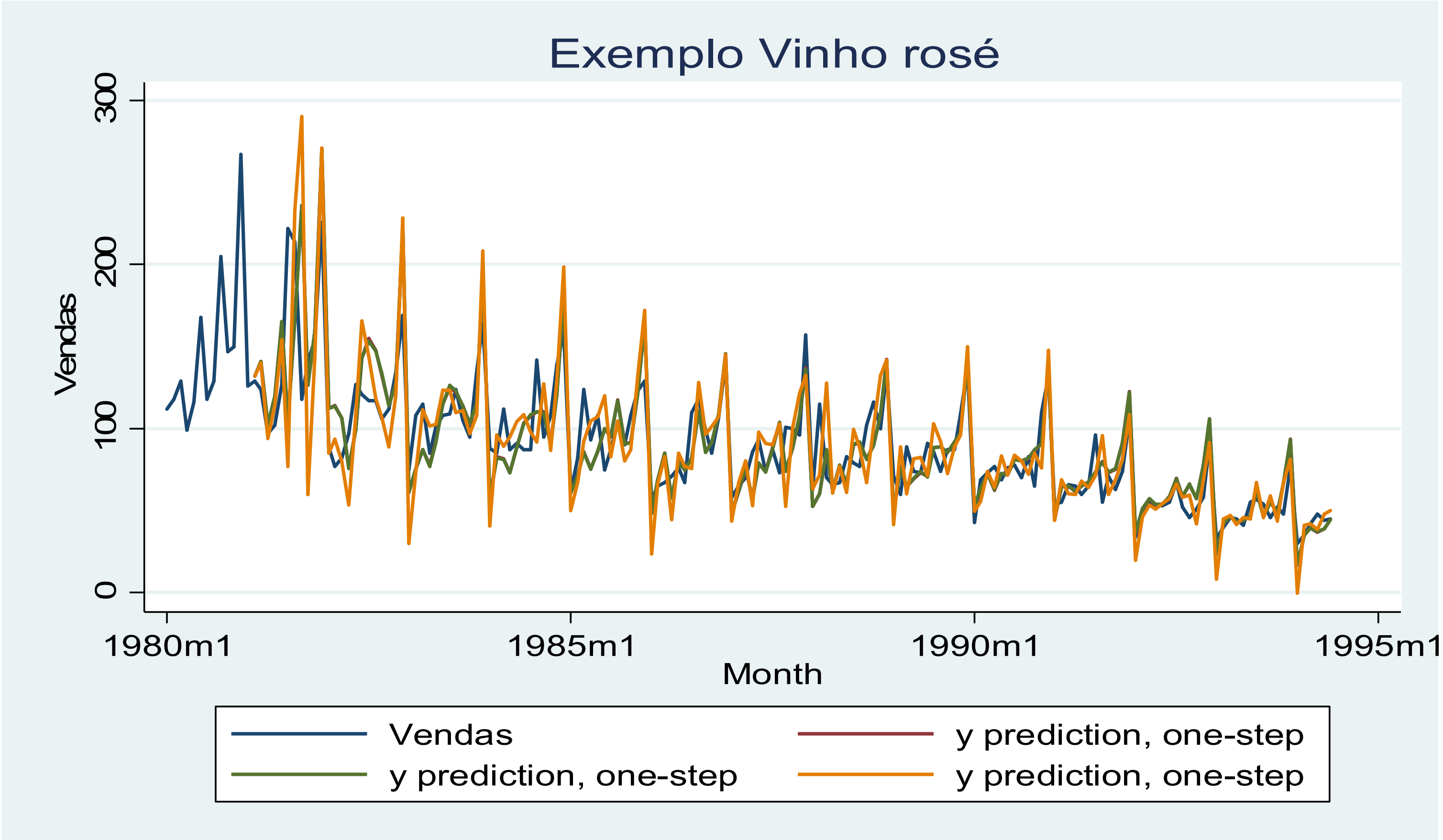
O primeiro passo é criar as 4 datas onde se pretende prever:

```
. tsappend, add(4)

. quietly arima vendas, arima(0,1,2) sarima(0,1,1,12)
.  predict outvendashat1, y dynamic(tm(1994m7))
(13 missing values generated)
. quietly arima vendas, arima(0,1,2) sarima(1,1,1,12)
.  predict outvendashat2, y dynamic(tm(1994m7))
(13 missing values generated)
. quietly arima vendas, arima(0,1,0) sarima(1,1,1,12)
.  predict outvendashat3, y dynamic(tm(1994m7))
(13 missing values generated)
. line vendas outvendashat1 outvendashat2 outvendashat3 time, title("Exemplo
Vinho rosé") ytitle(Vendas) xtitle(Month)
```

Exemplo 4: vinho rose – Questão 4

```
. line vendas outvendashat1 outvendashat2 outvendashat3 time, title("Exemplo
Vinho rosé") ytitle(Vendas) xtitle(Month)
```



Exemplo 5: Consumo

O ficheiro “Cons6794.dta” contém dados trimestrais relativos ao consumo de bens não duradouros e ao rendimento disponível para os anos de 1967 a 1994. Ambas as variáveis estão medidas a preços constantes de 1987.

1. Analise a estacionaridade das duas séries. Se necessário, faça as transformações necessárias que lhe permitam obter séries estacionárias.
2. Estime um modelo *ADL*(4,4) para o consumo. Teste a hipótese de que o rendimento não causa à Granger o consumo.
4. Analise a adequação do modelo escolhido na alínea anterior através de um conjunto de testes de diagnóstico.
5. Preveja o consumo por 4 trimestres, utilizando o modelo escolhido e, apenas para exemplificar, o modelo ADL(4,4). Compare as previsões através de um gráfico.

Exemplo 5: Consumo – Questão 1

Sugere-se a utilização de um comando único, que apresenta o teste para vários lags, usando regressões baseadas no MMQ generalizado.

```
. gen t=[_n]


. tsset t
time variable:  t, 1 to 109
```

Consumo

Tipicamente, na variável em níveis Ho não é rejeitada. Considerando a sua primeira diferença, apenas em dois casos se conclui pela não rejeição. Assim, conclui-se que a série é I(1)

Exemplo 5: Consumo – Questão 1

```
. dfgls cons
DF-GLS for cons                                         Number of obs =    96
Maxlag = 12 chosen by Schwert criterion
               DF-GLS tau      1% Critical       5% Critical      10% Critical
  [lags]     Test Statistic        Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
    12           -2.543           -3.569            -2.761            -2.488
    11           -2.582           -3.569            -2.790            -2.515
    10           -2.376           -3.569            -2.818            -2.542
    9            -2.283           -3.569            -2.845            -2.568
    8            -2.236           -3.569            -2.872            -2.592
    7            -2.536           -3.569            -2.897            -2.616
    6            -2.535           -3.569            -2.922            -2.639
    5            -2.687           -3.569            -2.945            -2.660
    4            -2.859           -3.569            -2.967            -2.680
    3            -3.287           -3.569            -2.987            -2.699
    2            -2.370           -3.569            -3.006            -2.716
    1            -2.305           -3.569            -3.022            -2.730

Opt Lag (Ng-Perron seq t) =  3 with RMSE  5.167441
Min SC    =  3.474936 at lag  3 with RMSE  5.167441
Min MAIC =  3.560532 at lag  1 with RMSE  5.538298
```

Exemplo 5: Consumo – Questão 1

```
. dfgls d.cons
 DF-GLS for D.cons                                        Number of obs =   95
Maxlag = 12 chosen by Schwert criterion
                DF-GLS tau      1% Critical       5% Critical      10% Critical
  [lags]     Test Statistic        Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
    12          -2.899            -3.570            -2.760            -2.486
    11          -2.762            -3.570            -2.789            -2.514
    10          -2.796            -3.570            -2.817            -2.541
    9           -3.134            -3.570            -2.845            -2.567
    8           -3.394            -3.570            -2.872            -2.592
    7           -3.827            -3.570            -2.898            -2.616
    6           -3.605            -3.570            -2.922            -2.640
    5           -3.928            -3.570            -2.946            -2.661
    4           -3.945            -3.570            -2.968            -2.681
    3           -3.924            -3.570            -2.988            -2.700
    2           -3.524            -3.570            -3.007            -2.717
    1           -5.535            -3.570            -3.024            -2.732
 Opt Lag (Ng-Perron seq t) =  3 with RMSE   5.38552
Min SC   =  3.541899 at lag  2 with RMSE   5.46873
Min MAIC =  3.991358 at lag  2 with RMSE   5.46873
```

Exemplo 5: Consumo – Questão 1

Rendimento

Os resultados para a série em níveis indicam o mesmo número não rejeições e de rejeições... Admite-se a presença de raiz unitária e testa-se a primeira diferença. Aqui Ho é sempre rejeitada. O rendimento será incluído no modelo na forma de primeira diferença

Exemplo 5: Consumo – Questão 1

```
. dfgls rend

DF-GLS for rend                                          Number of obs =    96
Maxlag = 12 chosen by Schwert criterion

               DF-GLS tau      1% Critical       5% Critical      10% Critical
  [lags]     Test Statistic       Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
    12           -3.000           -3.569            -2.761            -2.488
    11           -3.234           -3.569            -2.790            -2.515
    10           -3.234           -3.569            -2.818            -2.542
    9            -2.972           -3.569            -2.845            -2.568
    8            -2.691           -3.569            -2.872            -2.592
    7            -2.798           -3.569            -2.897            -2.616
    6            -2.851           -3.569            -2.922            -2.639
    5            -2.906           -3.569            -2.945            -2.660
    4            -3.508           -3.569            -2.967            -2.680
    3            -3.215           -3.569            -2.987            -2.699
    2            -2.859           -3.569            -3.006            -2.716
    1            -2.825           -3.569            -3.022            -2.730

Opt Lag (Ng-Perron seq t) = 0 [use maxlag(0)]
Min SC   =   6.75181 at lag  1 with RMSE  27.89255
Min MAIC =  6.865729 at lag  1 with RMSE  27.89255
```

Exemplo 5: Consumo – Questão 1

```
. dfgls d.rend

DF-GLS for D.rend                                        Number of obs =    95
Maxlag = 12 chosen by Schwert criterion

               DF-GLS tau      1% Critical       5% Critical      10% Critical
  [lags]     Test Statistic        Value             Value             Value
------------------------------------------------------------------------------
    12           -3.737           -3.570            -2.760            -2.486
    11           -3.264           -3.570            -2.789            -2.514
    10           -3.100           -3.570            -2.817            -2.541
    9            -3.149           -3.570            -2.845            -2.567
    8            -3.539           -3.570            -2.872            -2.592
    7            -4.195           -3.570            -2.898            -2.616
    6            -4.370           -3.570            -2.922            -2.640
    5            -4.677           -3.570            -2.946            -2.661
    4            -5.077           -3.570            -2.968            -2.681
    3            -4.531           -3.570            -2.988            -2.700
    2            -5.447           -3.570            -3.007            -2.717
    1            -7.457           -3.570            -3.024            -2.732

Opt Lag (Ng-Perron seq t) = 12 with RMSE  27.44396
Min SC   =  6.845093 at lag  1 with RMSE  29.21292
Min MAIC =  9.107631 at lag  3 with RMSE  29.12036
```

Exemplo 5: Consumo – Questão 2

Como as variáveis possuem raízes unitárias, o modelo de regressão deve ser construído com base nas suas primeiras diferenças. Assim, o modelo a estimar é:

$$\Delta cons_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta cons_{t-1} + \beta_2 \Delta cons_{t-2} + \beta_3 \Delta cons_{t-3} + \beta_4 \Delta cons_{t-4} + \beta_5 \Delta rend_{t-1} + \beta_6 \Delta rend_{t-2} + \beta_7 \Delta rend_{t-3} + \beta_8 \Delta rend_{t-4} + u_t$$

Exemplo 5: Consumo – Questão 2

```
. regress D.cons LD.cons L2D.cons L3D.cons L4D.cons LD.rend L2D.rend L3D.rend L4D.rend

  Source |       SS       df       MS              Number of obs =     104
---------+------------------------------           F(  8,    95) =    2.63
   Model |  637.491447     8  79.6864309           Prob > F      =  0.0120
Residual |  2878.33972    95  30.2983129           R-squared     =  0.1813
---------+------------------------------           Adj R-squared =  0.1124
   Total |  3515.83117   103  34.1342832           Root MSE      =  5.5044

------------------------------------------------------------------------------
D.cons   |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
cons     |
      LD |   .3202841   .1131882      2.830   0.006       .0955771     .544991
     L2D |  -.0486806   .1158499     -0.420   0.675      -.2786718    .1813105
     L3D |   .3231878   .1156217      2.795   0.006       .0936497    .5527259
     L4D |  -.1138674   .1133264     -1.005   0.318      -.3388487    .1111139
rend     |
      LD |   .0066256   .0228151      0.290   0.772      -.0386681    .0519192
     L2D |  -.0088078   .0242377     -0.363   0.717      -.0569256    .0393101
     L3D |  -.0091774    .024207     -0.379   0.705      -.0572344    .0388796
     L4D |  -.0206126   .0230391     -0.895   0.373      -.0663509    .0251258
_cons    |   2.762309   .9581189      2.883   0.005       .8602028    4.664416
------------------------------------------------------------------------------
```

Exemplo 5: Consumo – Questão 2

Para testar se o rendimento causa à Granger o consumo pode-se usar um teste *F* para a hipótese $H_0 : \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = 0$

```
. test LD.rend L2D.rend L3D.rend L4D.rend

 ( 1)  LD.rend = 0.0
 ( 2)  L2D.rend = 0.0
 ( 3)  L3D.rend = 0.0
 ( 4)  L4D.rend = 0.0

       F(  4,    95) =    0.26
            Prob > F =    0.9020
```

Não se rejeita a hipótese nula, pelo que o rendimento não causa à Granger o consumo. Será melhor usar um modelo AR(4) para o consumo.

Alternativamente, é possível usar o comandos automáticos para o model VAR

Exemplo 5: Consumo – Questão 2

```
. var d.cons d.rend, lags(1/4)
Vector autoregression
Sample:   6 - 109                                   No. of obs      =       104
Log likelihood = -796.3743                          AIC             =  15.66104
FPE            =  21723.68                          HQIC            =  15.84647
Det(Sigma_ml)  =  15354.08                          SBIC            =  16.11873
Equation           Parms      RMSE     R-sq      chi2     P>chi2
----------------------------------------------------------------
D_cons                9     5.50439   0.1813   23.0338   0.0033
D_rend                9     27.9545   0.1214   14.36905  0.0726
----------------------------------------------------------------
 ------------------------------------------------------------------------------
             |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
D_cons       |
        cons |
         LD. |   .3202841   .1081798     2.96   0.003     .1082555    .5323126
        L2D. |  -.0486806   .1107238    -0.44   0.660    -.2656952    .1683339
        L3D. |   .3231878   .1105057     2.92   0.003     .1066007    .5397749
        L4D. |  -.1138674   .1083119    -1.05   0.293    -.3261548      .09842
             |
        rend |
         LD. |   .0066256   .0218055     0.30   0.761    -.0361125    .0493637
        L2D. |  -.0088078   .0231652    -0.38   0.704    -.0542107    .0365952
        L3D. |  -.0091774   .0231359    -0.40   0.692    -.0545229    .0361681
        L4D. |  -.0206126   .0220196    -0.94   0.349    -.0637703    .0225451
             |
       _cons |   2.762309   .9157239     3.02   0.003     .9675234    4.557095
```

Exemplo 5: Consumo – Questão 2

```
…
-------------+----------------------------------------------------------------
D_rend       |
        cons |
         LD. |   1.487511   .5493992     2.71   0.007     .4107088    2.564314
        L2D. |   .1975428   .5623188     0.35   0.725    -.9045819    1.299667
        L3D. |   .9048973   .5612113     1.61   0.107    -.1950566    2.004851
        L4D. |   .0833921     .55007     0.15   0.880    -.9947252    1.161509   |
        rend |
         LD. |  -.3396588   .1107411    -3.07   0.002    -.5567074   -.1226102
        L2D. |  -.1657128   .1176462    -1.41   0.159    -.3962952    .0648695
        L3D. |  -.0725105   .1174974    -0.62   0.537    -.3028011    .1577801
        L4D. |  -.0573809   .1118283    -0.51   0.608    -.2765604    .1617987
             |
       _cons |   19.00864   4.650572     4.09   0.000     9.893689     28.1236
------------------------------------------------------------------------------
. vargranger
    Granger causality Wald tests
  +------------------------------------------------------------------+
  |          Equation           Excluded |   chi2     df Prob > chi2 |
  |--------------------------------------+---------------------------|
  |            D_cons             D.rend |  1.1445     4    0.887    |
  |            D_cons                ALL |  1.1445     4    0.887    |
  |--------------------------------------+---------------------------|
  |            D_rend             D.cons |  10.801     4    0.029    |
  |            D_rend                ALL |  10.801     4    0.029    |
  +------------------------------------------------------------------+
```

Exemplo 5: Consumo – Questão 3

Da alínea anterior, resulta que um modelo *AR*(4) para o consumo é preferível ao modelo *ADL*(4,4). Reestimação do modelo:

```
. regress D.cons LD.cons L2D.cons L3D.cons L4D.cons
   Source |       SS       df       MS              Number of obs =     104
---------+------------------------------            F(  4,    99) =    5.15
    Model |  605.816387     4  151.454097            Prob > F      =  0.0008
 Residual |  2910.01478    99  29.3940887            R-squared     =  0.1723
---------+------------------------------            Adj R-squared =  0.1389
    Total |  3515.83117   103  34.1342832            Root MSE      =  5.4216

------------------------------------------------------------------------------
D.cons    |      Coef.   Std. Err.       t     P>|t|       [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
cons      |
       LD |   .3366491   .0985547      3.416   0.001       .1410951     .532203
      L2D |  -.0683404   .0997439     -0.685   0.495      -.2662539    .1295732
      L3D |   .2998895   .0997236      3.007   0.003       .1020162    .4977628
      L4D |  -.1598272   .0987864     -1.618   0.109      -.3558409    .0361865
_cons     |   2.484531   .7924329      3.135   0.002       .9121725     4.05689
------------------------------------------------------------------------------
```

Exemplo 5: Consumo – Questão 3

Teste *RESET* para a forma funcional:

```
. ovtest

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of D.cons
       Ho:  model has no omitted variables
                 F(3, 96) =      1.33
                 Prob > F =      0.2683
```

Não se rejeita a hipótese nula de correcta especificação da forma funcional do modelo.

Exemplo 5: Consumo – Questão 3

Teste de Breusch-Godfrey para a autocorrelação:

```
. estat bgodfrey

Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation
---------------------------------------------------------------------------
    lags(p)   |          chi2               df                 Prob > chi2
-------------+-------------------------------------------------------------
       1      |          0.926               1                   0.3359
---------------------------------------------------------------------------
                        H0: no serial correlation
```

De acordo com este teste não se rejeita a hipótese nula de não autocorrelação.

Exemplo 5: Consumo – Questão 3

Teste de Breusch-Pagan para a heteroscedasticidade:

```
. bpagan LD.cons L2D.cons L3D.cons L4D.cons

Breusch-Pagan LM statistic:  1.055435  Chi-sq( 4)  P-value =  .9013
```

*este comando tem que ser instalado previamente

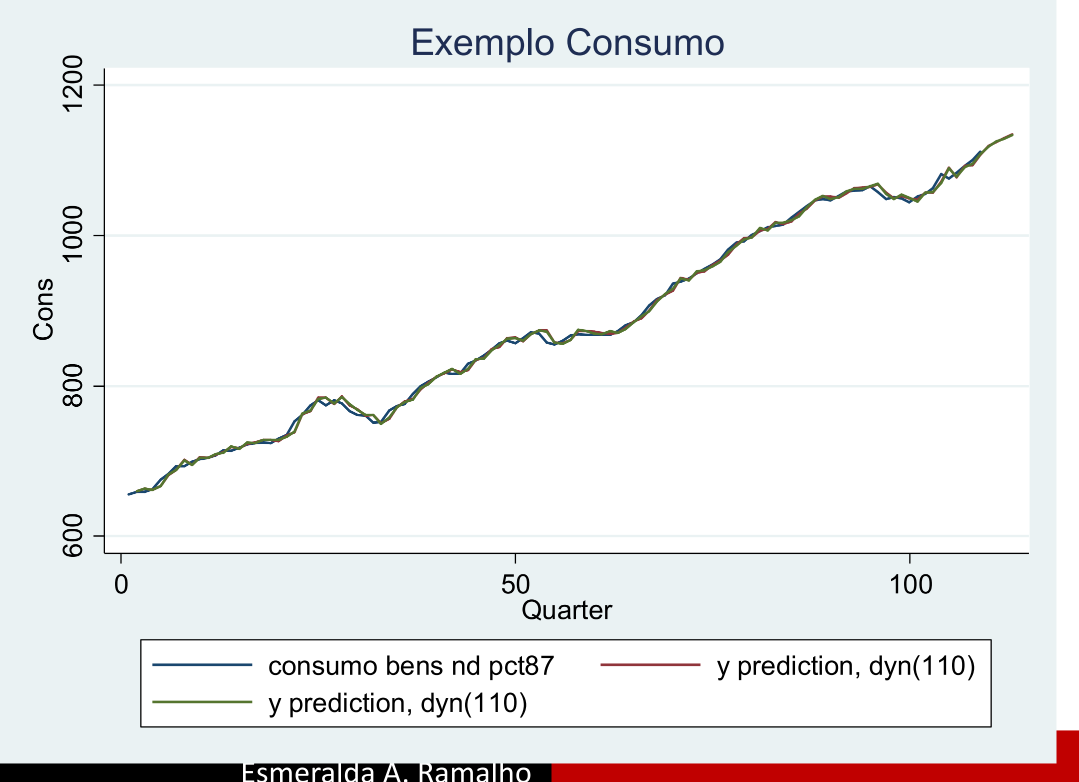
A hipótese nula de homoscedasticidade não pode ser rejeitada.

Assim, todos os testes aplicados apontam para a boa especificação do modelo.

Exemplo 5: Consumo – Questão 4

```
. tsappend, add(4)
. quietly arima cons, arima(4,1,0)
. predict conshat, y dynamic(110)
. quietly arima cons, arima(4,1,4)
. predict conshatr, y dynamic(110)

. line cons conshat conshatr t, title("Exemplo Consumo") ytitle(Cons)
xtitle(Quarter)
```



Exemplo 6: Consumo – Questão 1

Continue a considerar o ficheiro “Cons6794.dta”, do exemplo 4.

1. Para o modelo ARIMA(4,1,0) selecionado anteriormente, apresente dois tipos de previsão, um passo à frente e passo a passo, dentro da amostra e considerando 4 períodos fora da amostra. Represente graficamente a série original e as duas previstas.
2. Considere agora um modelo ARIMA incluindo apenas o 4º lag e repita as previsões e a representação gráfica
3. Apresente o intervalo de confiança para a previsão de 2. e represente graficamente.

Exemplo 6: Consumo – Questão 1

```
. gen t=[_n]
. tsset t
        time variable:  t, 1 to 109
                delta:  1 unit

. arima cons, arima(4,1,0)
ARIMA regression
Sample:  2 - 109                                Number of obs      =        108
                                                Wald chi2(4)       =      23.34
Log likelihood = -332.9314                      Prob > chi2        =     0.0001
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
      D.cons |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
cons         |
       _cons |    4.24415   .8722807     4.87   0.000     2.534512    5.953789
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L1. |   .3361684   .0914378     3.68   0.000     .1569536    .5153831
         L2. |  -.0776167   .0955875    -0.81   0.417    -.2649647    .1097313
         L3. |   .2959629   .0934891     3.17   0.002     .1127277     .479198
         L4. |  -.1584798   .0880806    -1.80   0.072    -.3311147    .0141551
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   5.269664   .3415002    15.43   0.000     4.600336    5.938992
------------------------------------------------------------------------------
is one sided, and the two-sided
```

Exemplo 6: Consumo – Questão 1

```
. tsappend, add(4)
```

Previsão um passo à frente

```
. predict chat, y
(4 missing values generated)
```

ou

```
. predict dchat
(option xb assumed; predicted values)

.gen chat2=l.cons+dchat
```

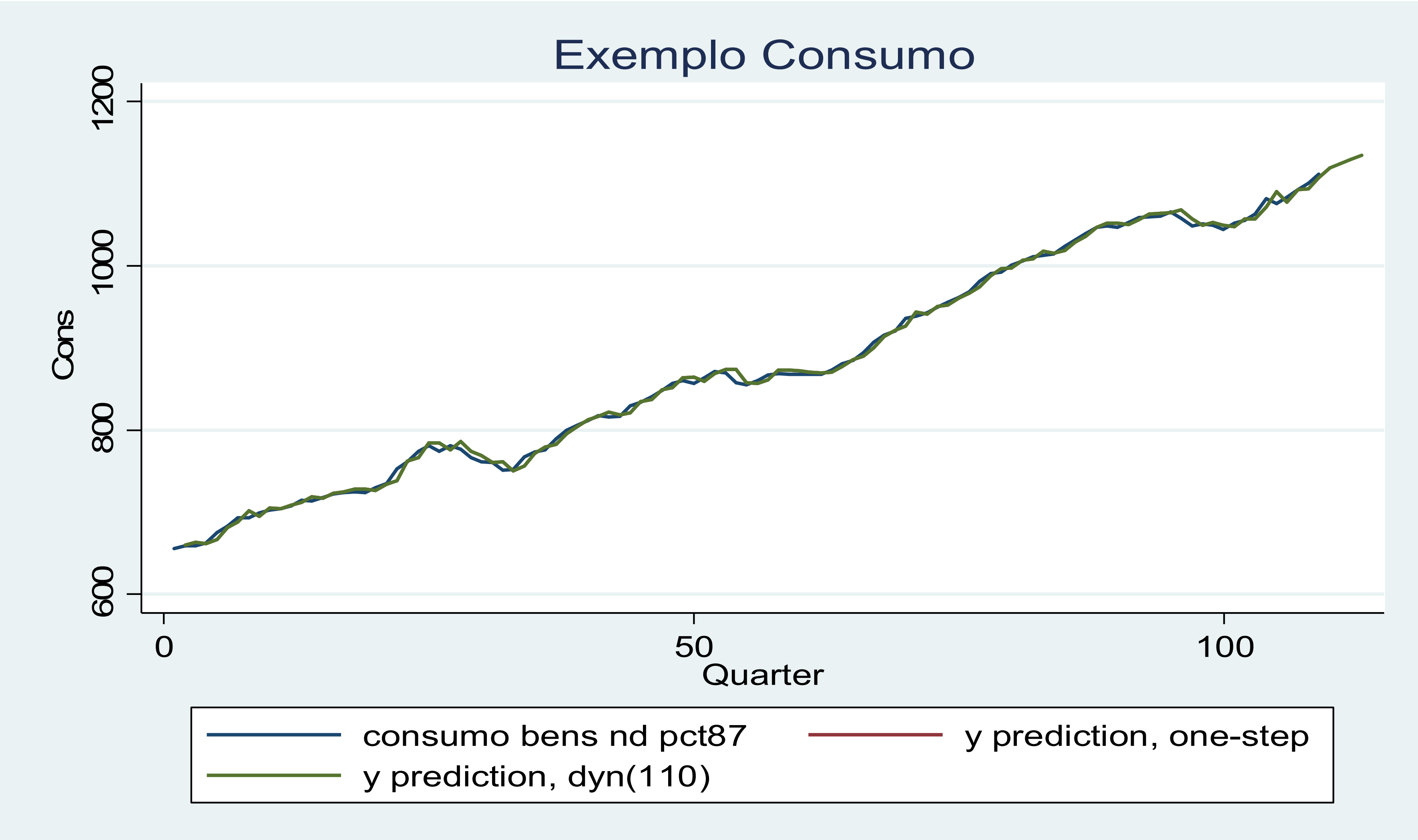
Apenas prevê um periodo à frente

Previsão passo a passo

```
. predict cphat, y dynamic(110)
(1 missing value generated)
```

```
. line cons chat cphat t, title("Exemplo Consumo") ytitle(Cons) xtitle(Quarter)
```

Exemplo 6: Consumo – Questão 1



Exemplo 6: Consumo – Questão 2

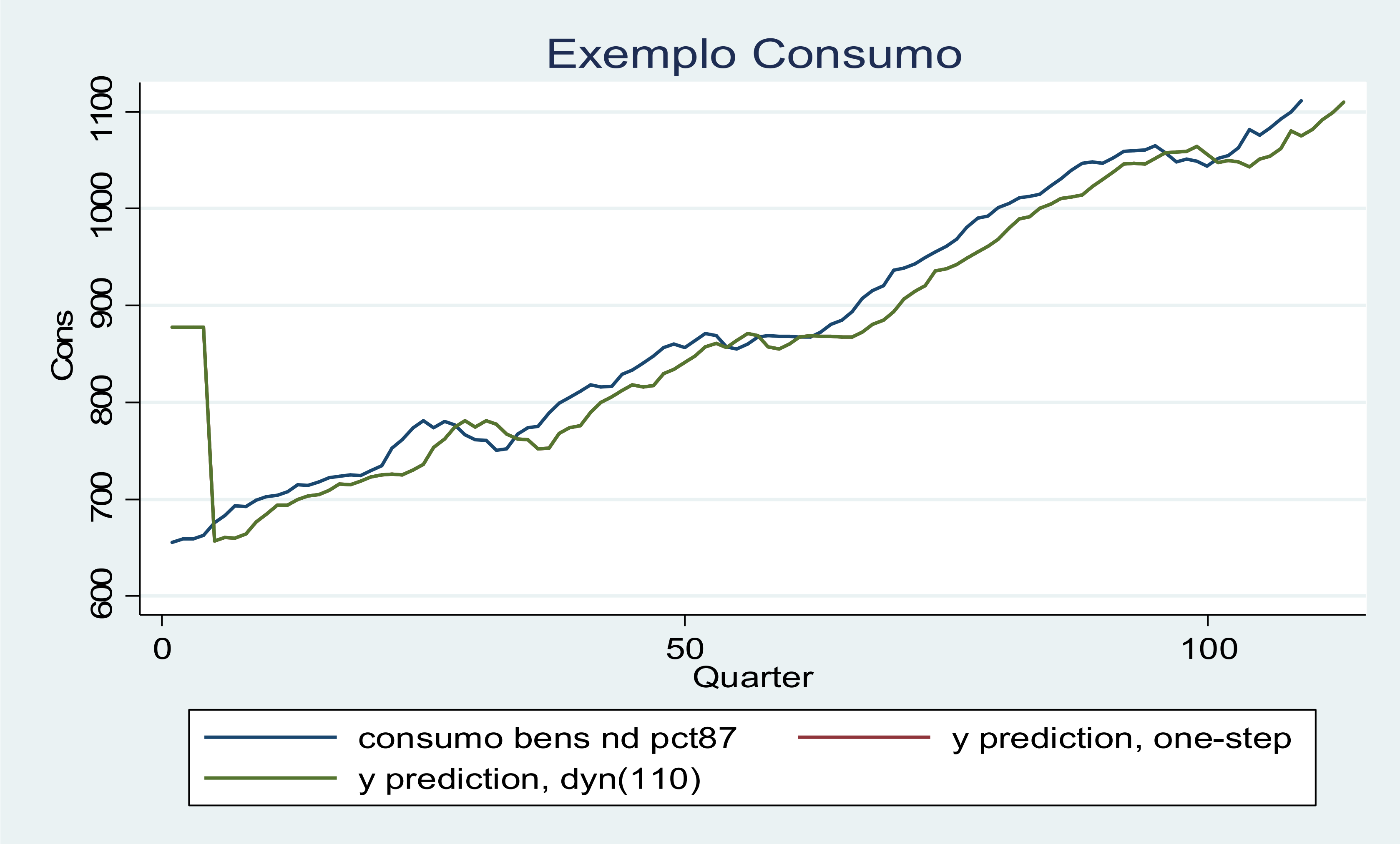
```
. arima cons, ar(4)
…
ARIMA regression
Sample:  1 - 109                                Number of obs      =        109
                                                Wald chi2(1)       =    3229.16
Log likelihood = -502.5299                      Prob > chi2        =     0.0000
------------------------------------------------------------------------------
             |                 OPG
        cons |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
cons         |
       _cons |   877.8944   101.5413     8.65   0.000     678.8771    1076.912
-------------+----------------------------------------------------------------
ARMA         |
          ar |
         L4. |   .9942593   .0174966    56.83   0.000     .9599665    1.028552
-------------+----------------------------------------------------------------
      /sigma |   22.40785   2.372829     9.44   0.000      17.7572    27.05851
------------------------------------------------------------------------------
Note: The test of the variance against zero is one sided, and the two-sided
      confidence interval is truncated at zero.

. predict c4hat, y
. predict c4phat, y dynamic(110)
```

Neste caso as duas previsões são numericamente iguais, porque há 4 lags de atraso

Exemplo 6: Consumo – Questão 2

```
. line cons c4hat c4hat t, title("Exemplo Consumo") ytitle(Cons) xtitle(Quarter)
```

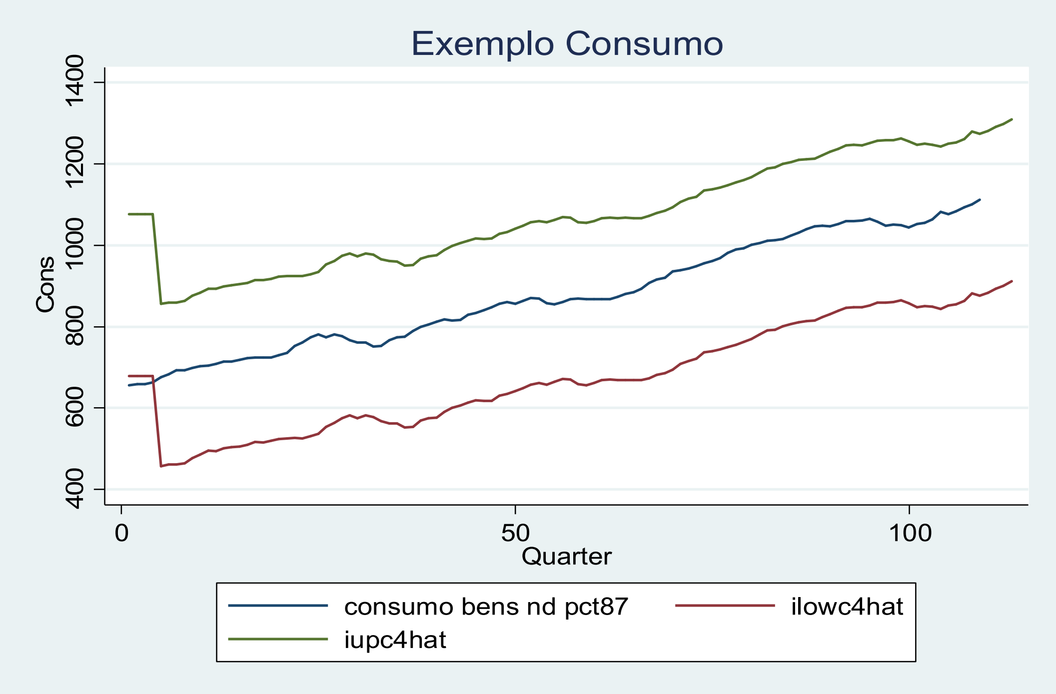


Exemplo 6: Consumo – Questão 3

```
. quietly arima cons, ar(4)
. predict s4, stdp

. gen ilowc4hat=c4hat-1.96*s4
(4 missing values generated)
. gen iupc4hat=c4hat+1.96*s4
(4 missing values generated)

. line cons ilowc4hat iupc4hat t, title("Exemplo Consumo") ytitle(Cons)
xtitle(Quarter)
```



Exemplo 7: Consumo – Quebra de estrutura

Considere novamente os dados em “Cons6794.dta”. Trabalhe com o modelo

$$\nabla cons_t = \beta_0 + \beta_1 \nabla rend_t$$

1. Teste a possível existência de uma quebra de estrutura em data desconhecida.

2. Suponha que se deseja testar se no momento t=63 há evidência de quebra de estrutura.

Exemplo 7: Consumo – Questão 1

```
. regress D.cons D.rend
      Source |       SS           df       MS      Number of obs   =       108
-------------+----------------------------------   F(1, 106)       =     30.55
       Model |  807.550621         1  807.550621   Prob > F        =    0.0000
    Residual |  2802.00097       106  26.4339714   R-squared       =    0.2237
-------------+----------------------------------   Adj R-squared   =    0.2164
       Total |  3609.55159       107   33.734127   Root MSE        =    5.1414
------------------------------------------------------------------------------
      D.cons |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
        rend |
         D1. |    .097721   .0176801     5.53   0.000     .0626685    .1327735
             |
       _cons |   2.419047   .5926719     4.08   0.000     1.244017    3.594077
------------------------------------------------------------------------------
```

Exemplo 7: Consumo – Questão 1

```
. estat sbsingle
----+--- 1 ---+--- 2 ---+--- 3 ---+--- 4 ---+--- 5
..................................................    50
........................
Test for a structural break: Unknown break date

                             Number of obs =        108

Full sample:                 2  - 109
Trimmed sample:              19 - 93
Estimated break date:        19
Ho: No structural break

     Test            Statistic          p-value
-----------------------------------------------
     swald             3.4659            0.8166
-----------------------------------------------
Exogenous variables:           D.rend
Coefficients included in test: D.rend _cons
```

Não se rejeita a hipótese de ausência de quebra de estrutura em $\nabla cons_t$

Exemplo 7: Consumo – Questão 2

```
. gen d63=t>=63
. gen Drend63=D.rend*d63
(1 missing value generated)
. regress D.cons D.rend d63 Drend63

      Source |       SS           df       MS      Number of obs   =       108
-------------+----------------------------------   F(3, 104)       =     10.99
       Model |   868.91979         3  289.63993   Prob > F        =    0.0000
    Residual |   2740.6318       104  26.3522288   R-squared       =    0.2407
-------------+----------------------------------   Adj R-squared   =    0.2188
       Total |  3609.55159       107  33.734127   Root MSE        =    5.1334

------------------------------------------------------------------------------
      D.cons |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
        rend |
         D1. |   .1082849    .025712     4.21   0.000     .0572969    .1592728
             |
         d63 |   1.804978    1.19569     1.51   0.134    -.5661192    4.176076
     Drend63 |  -.0228284   .0354204    -0.64   0.521    -.0930685    .0474117
       _cons |   1.640905   .7891574     2.08   0.040     .0759763    3.205834
------------------------------------------------------------------------------
```

Exemplo 7: Consumo – Questão 2

```
. test d63 Drend63
 ( 1)   d63 = 0
 ( 2)   Drend63 = 0

        F(  2,   104) =    1.16
             Prob > F =    0.3161
```

Não se rejeita a hipótese de ausência de quebra de estrutura em $\nabla cons_t$ nesta data