

Script para teste de identidade de modelo

Conforme descrito por Regazzi, 1993

Sollano Rabelo Braga

Marcio Leles Romarco de Oliveira

Dezembro, 2016

Contents

| | |
|---|----------|
| 1) Carregar pacotes e dados | 2 |
| 2) Definição e ajuste do modelo reduzido | 2 |
| 3) Criação das variáveis Dummy | 3 |
| 3.1) Dummies binárias | 3 |
| 3.2) Dummies para as variáveis | 4 |
| 4) Ajuste do modelo completo | 7 |
| 5) Criação da Anova | 7 |

1) Carregar pacotes e dados

Primeiro carrega-se os pacotes que serão utilizados neste script.

O pacote readxl será utilizado para carregar os dados direto da planilha do excel, e o pacote ggplot2 para que se plote o gráfico ao final do teste.

Todos os calculos serão feitos utilizando apenas funções do R base.

Carrega-se os pacotes com a função library:

```
library(readxl)
library(ggplot2)
```

O exemplo que será utilizado neste script possui dados de dois projetos, Diamantina e Serro, e deseja-se saber se o comportamento do diametro é semelhante nas duas cidades.

Utilizando a função read_excel, carrega-se a planilha do excel em um objeto:

```
dados <- read_excel("dados.xlsx")
```

Visualiza-se os dados:

```
dados
```

```
## # A tibble: 24 × 4
##   PROJETO      N    N2   DAP
##   <chr> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1  DTNA    20   400  11.3
## 2  DTNA    20   400  11.8
## 3  DTNA    20   400  12.8
## 4  DTNA    40  1600  14.5
## 5  DTNA    40  1600  14.7
## 6  DTNA    40  1600  14.9
## 7  DTNA    60  3600  15.0
## 8  DTNA    60  3600  15.4
## 9  DTNA    60  3600  15.8
## 10 DTNA    80  6400  14.7
## # ... with 14 more rows
```

2) Definição e ajuste do modelo reduzido

O modelo utilizado para este exemplo será o quadrático, com o diâmetro em função do nitrogenio (N).

A seguir ajusta-se o modelo reduzido, e salva-se o seu resultado em um objeto:

```
lm_redz <- lm(DAP ~ N + N2, dados)
```

```
summary(lm_redz)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = DAP ~ N + N2, data = dados)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.08083 -0.58750  0.06417  0.54125  1.61917
##
```

```
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) 10.1958333  1.0897049   9.357 6.13e-09 ***
## N           0.1907083  0.0497059   3.837 0.000959 ***
## N2          -0.0015729  0.0004893  -3.215 0.004159 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.9588 on 21 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.5426, Adjusted R-squared:  0.499
## F-statistic: 12.46 on 2 and 21 DF,  p-value: 0.0002712
```

3) Criação das variáveis Dummy

O número de dummies criadas é baseado no número comparações que serão feitas, que neste caso é o número de projetos. Como são dois projetos, serão duas dummies binárias, e duas dummies para cada variável do modelo reduzido, totalizando em 6 dummies.

Para isso é necessário que se tenha o registro dos níveis do fator utilizado, no caso, quais projetos serão comparados. A variável que possui essa informação é a variável PROJETO, e pode-se verificar os seus níveis com a função levels:

```
fator <- as.factor(dados$PROJETO)
```

Agora cria-se um objeto que contem os nomes dos projetos que serão comparados:

```
factor_levels <- levels(fator)
factor_levels
```

```
## [1] "DTNA" "SERRO"
```

Pronto, agora a informação sobre os projetos foi salva. O próximo passo é a criação das dummies.

Primeiro serão criadas as dummies binárias, e em seguida as dummies que possuem as informações de N e N2.

3.1) Dummies binárias

A seguir cria-se as dummies binárias com um loop for. O loop vai de 1:2, pois existem dois projetos para comparação: Antes de realizar o loop, cria-se a lista que será utilizado:

```
lista1 <- list()

for(i in 1:2){

  lista1[[paste("D", i, sep = "")]] <- ifelse(dados$PROJETO == factor_levels[i], 1, 0 )

}

lista1

## $D1
## [1] 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
##
## $D2
## [1] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
```

Agora basta converter a lista em uma matriz:

```
dummies1 <- do.call(cbind, lista1)
dummies1
```

```
##      D1 D2
## [1,]  1  0
## [2,]  1  0
## [3,]  1  0
## [4,]  1  0
## [5,]  1  0
## [6,]  1  0
## [7,]  1  0
## [8,]  1  0
## [9,]  1  0
## [10,] 1  0
## [11,] 1  0
## [12,] 1  0
## [13,] 0  1
## [14,] 0  1
## [15,] 0  1
## [16,] 0  1
## [17,] 0  1
## [18,] 0  1
## [19,] 0  1
## [20,] 0  1
## [21,] 0  1
## [22,] 0  1
## [23,] 0  1
## [24,] 0  1
```

3.2) Dummies para as variáveis

Agora cria-se as variáveis dummies para cada variável do modelo reduzido (N e N2), repetindo o processo anterior.

Para proceder é necessária a criação de um objeto que possua os nomes dessas variáveis:

```
VARSEX <- c("N", "N2")
```

Agora cria-se a lista vazia:

```
lista2 <- list()
```

Para que isso seja possível foi utilizado outro loop, um nível acima do anterior, ou seja, j representa as variáveis do modelo reduzido, e i representa os projetos:

```
for(j in 1:2){
  for(i in 1:2){
    lista2[[paste("D", i, VARSEX[j], sep = "")]] <- ifelse(
      dados$PROJETO == factor_levels[i], dados[[ VARSEX[j] ]], 0 )
  }
}
```

```
lista2
```

```
## $D1N
## [1] 20 20 20 40 40 40 60 60 60 80 80 80 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [24] 0
##
## $D2N
## [1] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 20 20 20 40 40 40 60 60 60 80 80
## [24] 80
##
## $D1N2
## [1] 400 400 400 1600 1600 1600 3600 3600 3600 6400 6400 6400 0 0
## [15] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
##
## $D2N2
## [1] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 400 400
## [15] 400 1600 1600 1600 3600 3600 3600 6400 6400 6400
```

Agora converte-se a lista em matriz:

```
dummies2 <- do.call(cbind, lista2)
dummies2
```

```
##      D1N D2N D1N2 D2N2
## [1,] 20  0 400   0
## [2,] 20  0 400   0
## [3,] 20  0 400   0
## [4,] 40  0 1600  0
## [5,] 40  0 1600  0
## [6,] 40  0 1600  0
## [7,] 60  0 3600  0
## [8,] 60  0 3600  0
## [9,] 60  0 3600  0
## [10,] 80  0 6400  0
## [11,] 80  0 6400  0
## [12,] 80  0 6400  0
## [13,]  0 20  0 400
## [14,]  0 20  0 400
## [15,]  0 20  0 400
## [16,]  0 40  0 1600
## [17,]  0 40  0 1600
## [18,]  0 40  0 1600
## [19,]  0 60  0 3600
## [20,]  0 60  0 3600
## [21,]  0 60  0 3600
## [22,]  0 80  0 6400
## [23,]  0 80  0 6400
## [24,]  0 80  0 6400
```

E por fim une-se as variáveis dummies criadas em um único objeto:

```
dummies_f <- data.frame(dummies1, dummies2)
dummies_f
```

```
##      D1 D2 D1N D2N D1N2 D2N2
## 1    1  0  20  0  400   0
```

```
## 2  1  0  20  0  400  0
## 3  1  0  20  0  400  0
## 4  1  0  40  0 1600  0
## 5  1  0  40  0 1600  0
## 6  1  0  40  0 1600  0
## 7  1  0  60  0 3600  0
## 8  1  0  60  0 3600  0
## 9  1  0  60  0 3600  0
## 10 1  0  80  0 6400  0
## 11 1  0  80  0 6400  0
## 12 1  0  80  0 6400  0
## 13 0  1  0  20  0  400
## 14 0  1  0  20  0  400
## 15 0  1  0  20  0  400
## 16 0  1  0  40  0 1600
## 17 0  1  0  40  0 1600
## 18 0  1  0  40  0 1600
## 19 0  1  0  60  0 3600
## 20 0  1  0  60  0 3600
## 21 0  1  0  60  0 3600
## 22 0  1  0  80  0 6400
## 23 0  1  0  80  0 6400
## 24 0  1  0  80  0 6400
```

Agora une-se as dummies aos dados originais:

```
dados_comp <- cbind(dados, dummies_f)
dados_comp
```

```
##      PROJETO  N    N2  DAP D1 D2 D1N D2N D1N2 D2N2
## 1      DTNA  20   400 11.3  1  0  20  0  400  0
## 2      DTNA  20   400 11.8  1  0  20  0  400  0
## 3      DTNA  20   400 12.8  1  0  20  0  400  0
## 4      DTNA  40  1600 14.5  1  0  40  0 1600  0
## 5      DTNA  40  1600 14.7  1  0  40  0 1600  0
## 6      DTNA  40  1600 14.9  1  0  40  0 1600  0
## 7      DTNA  60  3600 15.0  1  0  60  0 3600  0
## 8      DTNA  60  3600 15.4  1  0  60  0 3600  0
## 9      DTNA  60  3600 15.8  1  0  60  0 3600  0
## 10     DTNA  80  6400 14.7  1  0  80  0 6400  0
## 11     DTNA  80  6400 15.5  1  0  80  0 6400  0
## 12     DTNA  80  6400 15.7  1  0  80  0 6400  0
## 13     SERRO  20   400 14.4  0  1  0  20  0  400
## 14     SERRO  20   400 14.6  0  1  0  20  0  400
## 15     SERRO  20   400 15.0  0  1  0  20  0  400
## 16     SERRO  40  1600 15.9  0  1  0  40  0 1600
## 17     SERRO  40  1600 16.3  0  1  0  40  0 1600
## 18     SERRO  40  1600 16.7  0  1  0  40  0 1600
## 19     SERRO  60  3600 15.8  0  1  0  60  0 3600
## 20     SERRO  60  3600 16.2  0  1  0  60  0 3600
## 21     SERRO  60  3600 16.5  0  1  0  60  0 3600
## 22     SERRO  80  6400 15.4  0  1  0  80  0 6400
## 23     SERRO  80  6400 15.5  0  1  0  80  0 6400
## 24     SERRO  80  6400 15.9  0  1  0  80  0 6400
```

```
names_dummies <- names(dummies_f)
names_dummies

## [1] "D1"    "D2"    "D1N"   "D2N"   "D1N2"  "D2N2"
```

4) Ajuste do modelo completo

Agora realiza-se o ajuste do modelo completo, composto pelas variáveis dummies.

É utilizado o -1 ao final do modelo, para que se anule o b0:

```
lm_comp <- lm( DAP ~ D1 + D2 + D1N + D2N + D1N2 + D2N2 - 1 , dados_comp)

summary(lm_comp)

##
## Call:
## lm(formula = DAP ~ D1 + D2 + D1N + D2N + D1N2 + D2N2 - 1, data = dados_comp)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.72833 -0.20708 -0.02417  0.26292  0.77167
##
## Coefficients:
##      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## D1      8.1250000  0.7102420  11.440 1.09e-09 ***
## D2     12.2666667  0.7102420  17.271 1.19e-12 ***
## D1N    0.2305833  0.0323970   7.117 1.24e-06 ***
## D2N    0.1508333  0.0323970   4.656 0.000197 ***
## D1N2  -0.0017708  0.0003189  -5.553 2.85e-05 ***
## D2N2  -0.0013750  0.0003189  -4.312 0.000420 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4419 on 18 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.9994, Adjusted R-squared:  0.9991
## F-statistic: 4650 on 6 and 18 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

5) Criação da Anova

Agora cria-se os objetos necessários para a construção da anova: Correção:

```
C <- (sum(dados$DAP))^2/nrow(dados)
```

Os graus de liberdade serão retirados com base no número de variáveis no lado x dos modelos:

Graus de liberdade do modelo completo:

```
gl_comp <- ncol(dummies_f)
```

Graus de liberdade do modelo reduzido:

```
gl_redz <- length(VARSX)
```

Graus de liberdade da redução:

```
gl_reducao <- gl_comp - gl_redz
```

Graus de liberdade do resíduo:

```
gl_residuo <- lm_comp$df.residual
```

Soma de quadrado da regressão do modelo completo:

```
SQReg_comp <- sum(lm_comp$fitted.values^2)
```

Soma de quadrado da regressão do modelo reduzido:

```
SQReg_redz <- sum(lm_redz$fitted.values^2) # + C
```

Soma de quadrado da redução:

```
SQ_reducao <- SQReg_comp - SQReg_redz
```

Soma de quadrado dos resíduos modelo completo:

```
SQRes_comp <- sum(lm_comp$residuals^2)
```

Quadrado médio da redução:

```
QMReducao <- round(SQ_reducao / gl_reducao, 4)
```

Quadrado médio do resíduo:

```
QMResiduo <- round(SQRes_comp / gl_residuo, 4)
```

Cálculo do F:

```
F_regazzi <- round(QMReducao / QMResiduo, 2)
```

Cálculo do F crítico:

```
F_tabelado <- round(qf(p = 0.05, df1 = gl_reducao , df2 = gl_residuo, lower.tail = F ), 2)
```

Cálculo do p-valor:

```
p_valor <- pf(F_regazzi , df1 = gl_reducao , df2 = gl_residuo, lower=F)
```

Resultado do teste:

```
resultado <- ifelse(p_valor < 0.05, "*", "ns")
```

Agora basta unir tudo em um data frame:

```
tabela_regazzi <- data.frame(  
  FV = c("Parametro_c", "Parametro_r", "Reducao", "Residuo"),  
  GL = c(gl_comp, gl_redz, gl_reducao, gl_residuo ),  
  SQ = round(c(SQReg_comp, SQReg_redz, SQ_reducao, SQRes_comp), 2),  
  QM = c("", "", QMReducao, QMResiduo ),  
  F_Regazzi = c("", F_regazzi, "", ""),  
  F_tabelado = c("", F_tabelado, "", ""),  
  p_valor = c("", signif(p_valor, 3), "", ""),  
  Resultado = c("", resultado, "", "")  
  
)
```

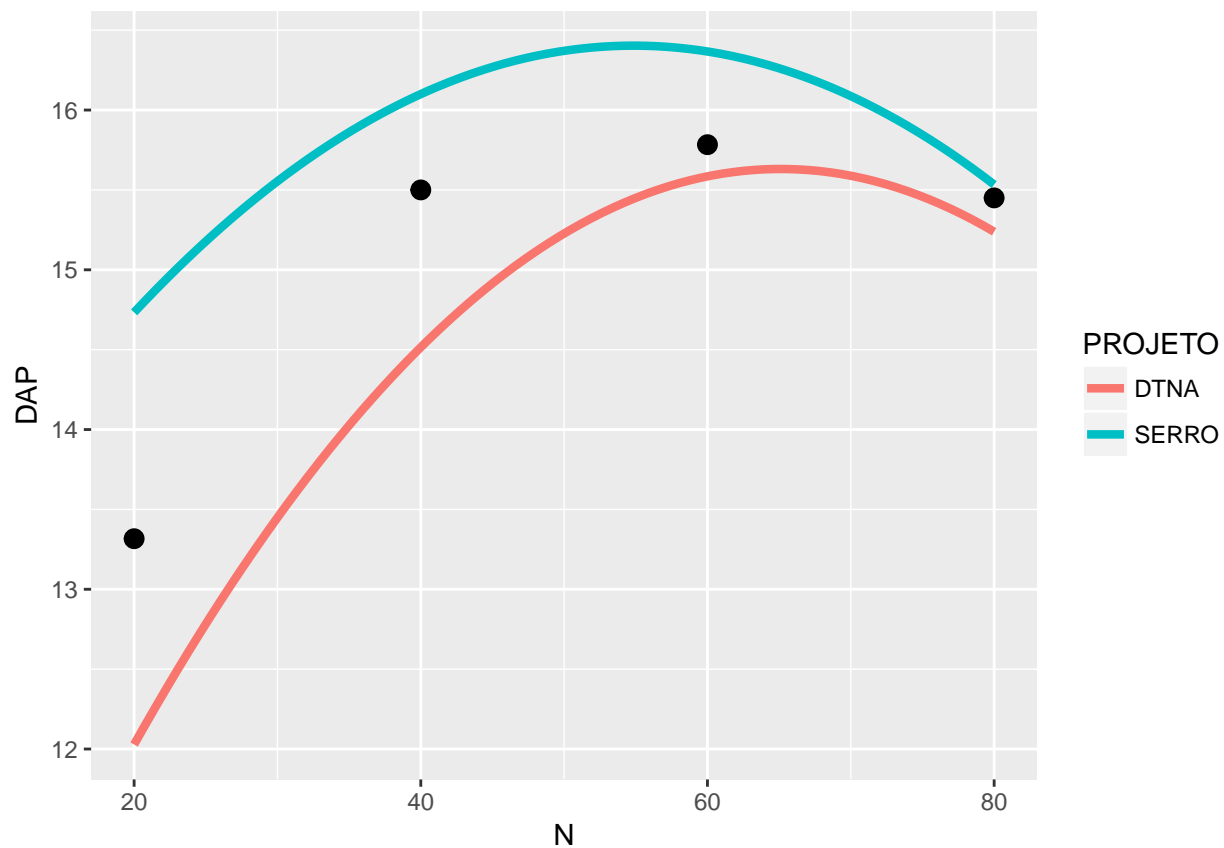


```
tabela_regazzi
```

```
##          FV GL      SQ      QM F_Regazzi F_tabelado  p.valor Resultado
## 1 Parametro_c  6 5447.70
## 2 Parametro_r  2 5431.90          20.21          2.93 1.84e-06          *
## 3 Reducao     4  15.79 3.9477
## 4 Residuo    18   3.51 0.1953
```

Para realizar o gráfico, utiliza-se a função ggplot:

```
ggplot(dados, aes(N, DAP) ) +  
  geom_smooth(method = "lm", formula = y ~ poly(x, 2), aes(color=PROJETO), se = F, size = 1.5) +  
  stat_summary(fun.y = mean, geom = "point", size = 3)
```



O teste pode ser feito de forma direta com o pacote `forestr` (ainda em desenvolvimento):

Por padrão o F calculado e o resultado utilizam 5% de significancia, que pode ser alterada com o argumento `signif`, caso desejado:

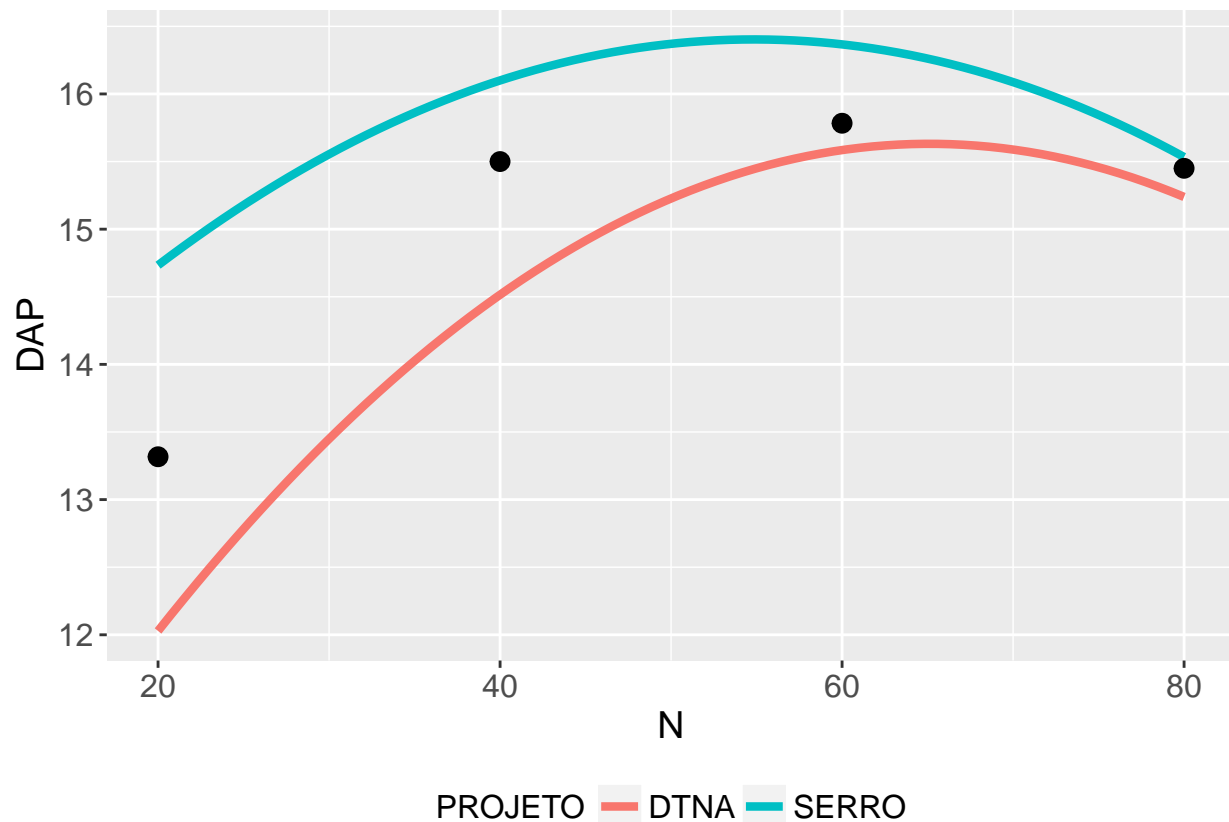
```
forestr::ident_model(dados, "PROJETO", DAP ~ N + N2)
```

```
##          FV GL      SQ      QM F_Regazzi F_tabelado  p.valor Resultado
## 1 Parametro_c  6 5447.6952
## 2 Parametro_r  2 5431.9043      20.21      2.93 1.84e-06      *
## 3 Reducao     4  15.7909 3.9477
## 4 Residuo    18   3.5148 0.1953
```

Com a saída completa são mostrados o gráfico dos modelos, a tabela de dummies, o relatório dos dois modelos, e a tabela anova:

```
forestr::ident_model(dados, "PROJETO", DAP ~ N + N2, saida_full = T)
```

```
## $Grafico
```



```
##
## $tabela_dummies
## # A tibble: 24 × 6
##       D1     D2   D1N   D2N  D1N2  D2N2
##   <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1     1     0    20     0    400     0
## 2     1     0    20     0    400     0
## 3     1     0    20     0    400     0
## 4     1     0    40     0   1600     0
```

```

## 5      1      0      40      0 1600      0
## 6      1      0      40      0 1600      0
## 7      1      0      60      0 3600      0
## 8      1      0      60      0 3600      0
## 9      1      0      60      0 3600      0
## 10     1      0      80      0 6400      0
## # ... with 14 more rows
##
## $Modelo_Reduzido
##
## Call:
## lm(formula = MODELO_REDUIZIDO, data = DF)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -2.08083 -0.58750  0.06417  0.54125  1.61917
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) 10.1958333  1.0897049   9.357 6.13e-09 ***
## N            0.1907083  0.0497059   3.837 0.000959 ***
## N2          -0.0015729  0.0004893  -3.215 0.004159 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.9588 on 21 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.5426, Adjusted R-squared:  0.499
## F-statistic: 12.46 on 2 and 21 DF,  p-value: 0.0002712
##
##
## $Modelo_Completo
##
## Call:
## lm(formula = MODELO_COMPLETO, data = DF_COMPLETO)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.72833 -0.20708 -0.02417  0.26292  0.77167
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## D1      8.1250000    0.7102420  11.440 1.09e-09 ***
## D2     12.2666667    0.7102420  17.271 1.19e-12 ***
## D1N    0.2305833    0.0323970   7.117 1.24e-06 ***
## D2N    0.1508333    0.0323970   4.656 0.000197 ***
## D1N2  -0.0017708    0.0003189  -5.553 2.85e-05 ***
## D2N2  -0.0013750    0.0003189  -4.312 0.000420 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4419 on 18 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.9994, Adjusted R-squared:  0.9991
## F-statistic: 4650 on 6 and 18 DF,  p-value: < 2.2e-16
##

```

```
##
## $Teste_F_Regazzi
##          FV GL          SQ      QM F_Regazzi F_tabelado  p.valor Resultado
## 1 Parametro_c  6 5447.6952
## 2 Parametro_r  2 5431.9043          20.21          2.93 1.84e-06          *
## 3   Reducao   4  15.7909  3.9477
## 4   Residuo  18   3.5148  0.1953
```