

Exemplo_aula 03_Atividade_prática 1.4

Cynthia Tojeiro

2025-02-13

Teste de esforço cardiopulmonar

- Considere o estudo sobre teste de esforço cardiopulmonar em pacientes com insuficiência cardíaca realizado no InCor da Faculdade de Medicina da USP pela Dra. Ana Fonseca Braga.
- Um dos objetivos do estudo é comparar os grupos formados pelas diferentes etiologias cardíacas quanto às respostas respiratórias e metabólicas obtidas do teste de esforço cardiopulmonar.
- Outro objetivo do estudo é saber se alguma das características observadas (ou combinação delas) pode ser utilizada como fator prognóstico de óbito.
- Etiologias: CH: chagásicos, ID: idiopáticos, IS: isquêmicos, C: controle.
- O objetivo é explicar a variação do consumo de oxigênio no limiar anaeróbio ($ml/(kg \cdot min)$) em função da carga utilizada na esteira ergométrica para pacientes com diferentes etiologias (causas) de insuficiência cardíaca.
- A grosso modo, o Limiar Anaeróbio é um ponto (limite) de divisão entre metabolismo essencialmente aeróbio e metabolismo essencialmente anaeróbio.
- Aeróbio (com a utilização de oxigênio); anaeróbio (sem a utilização de oxigênio).
- Como responder à pergunta de interesse?

```
# Limpa a memória
```

```
#rm(list=ls())
```

```
# limpar todas as variáveis
```

```
rm(list = ls(all.names = TRUE))
```

```
# Pacotes necessários
```

```
library(xtable)
```

```
library(lattice)
```

```
library(plyr)
```

```
library(plotrix)
```

```
library(stargazer)
```

```
#Lendo os dados
```

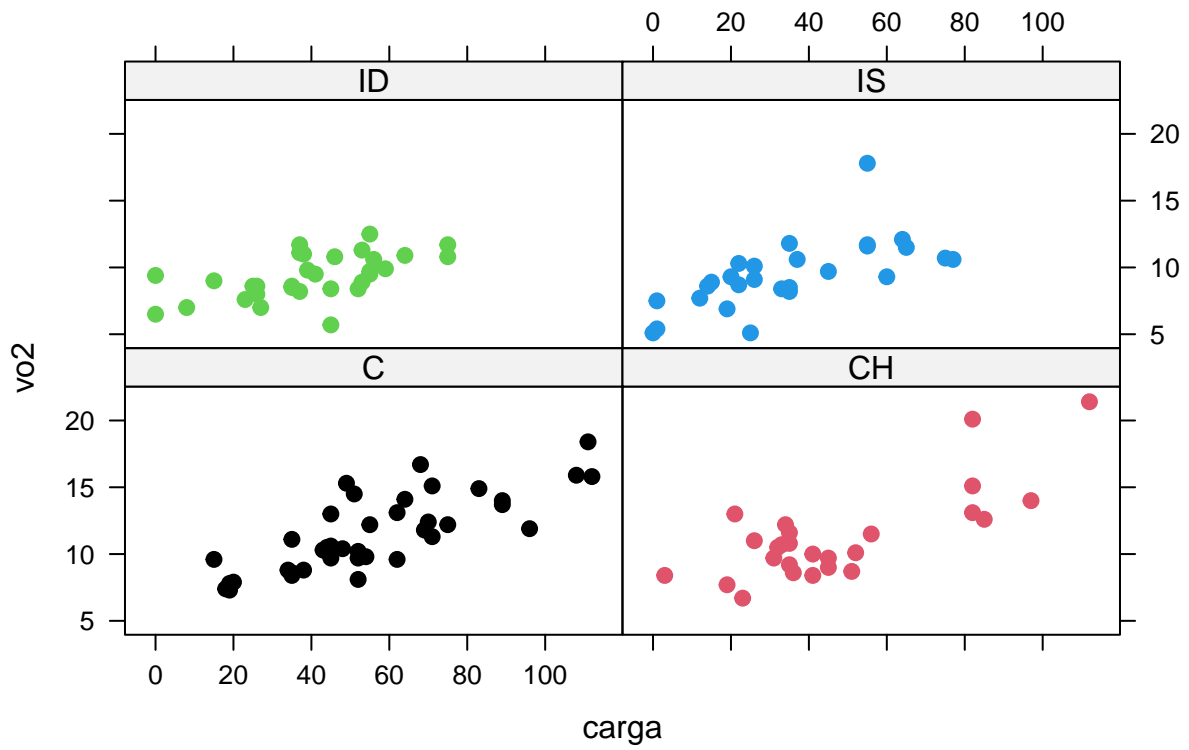
```
braga<-scan("C:\\datascience\\Braga1998.txt",what=list(Etiologia="",CARGA=0,VO2=0))
```

Construindo as variáveis

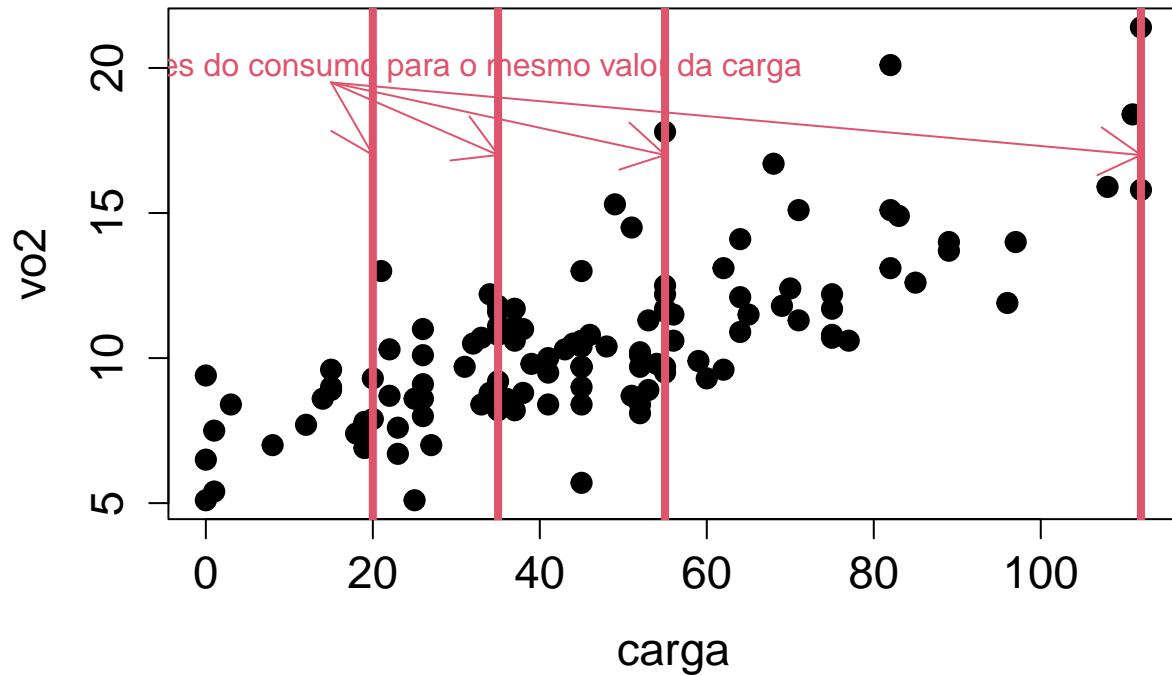
```
etio <-braga$Etiologia # etiologia
carga <-braga$CARGA    # carga
vo2<-braga$V02         # consumo
# gerando uma variável qualitativa para ser usada na função lm
etiofac<-factor(etio,levels=c("C","CH","ID","IS"))
```

Considerando os grupos de etiologias cardíacas

Consumo de oxigênio em função da carga



Consumo de oxigênio em função da carga



Análise descritiva

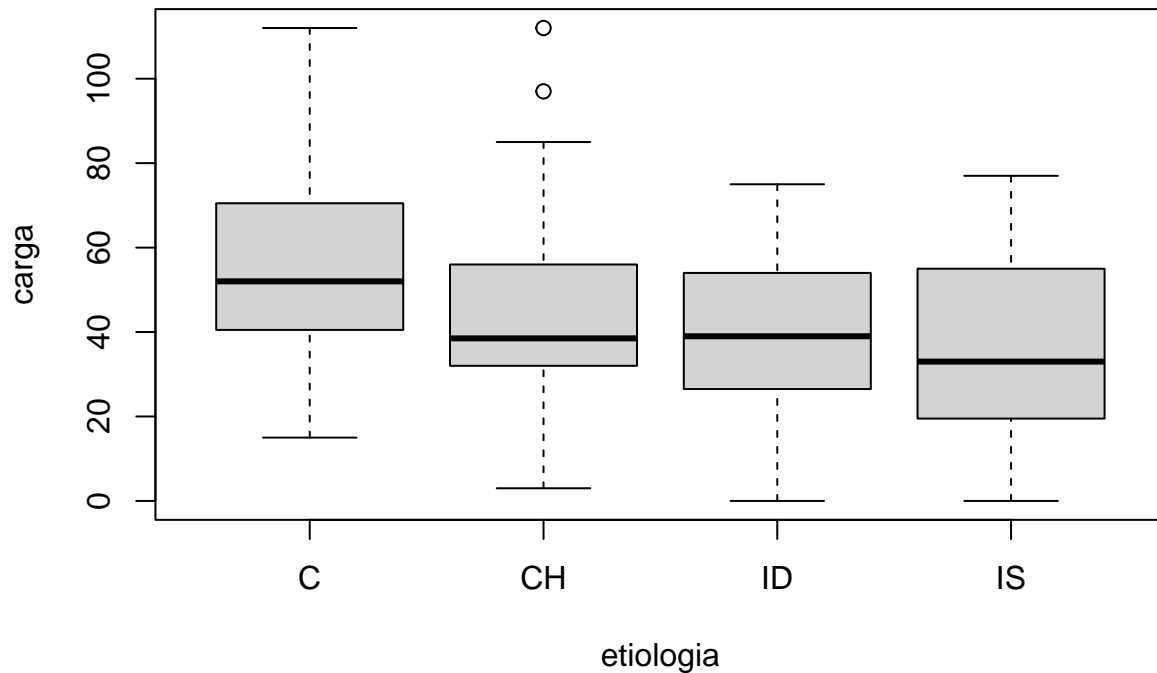
```
datacons<-data.frame(vo2,carga,etiofac)
ccons<-ddply(datacons,.(etiofac),summarise,media=mean(carga),
dp=sqrt(var(carga)),vari=var(carga),
cv=100*((sqrt(var(carga))/mean(carga))),minimo=min(carga),
maximo=max(carga),n=length(carga))
xtable(ccons)

## % latex table generated in R 4.4.1 by xtable 1.8-4 package
## % Thu Feb 13 16:32:14 2025
## \begin{table}[ht]
## \centering
## \begin{tabular}{rlrrrrrrr}
## \hline
## & etiofac & media & dp & vari & cv & minimo & maximo & n \\
## \hline
## 1 & C & 56.20 & 25.37 & 643.70 & 45.14 & 15.00 & 112.00 & 40 \\
## 2 & CH & 47.46 & 26.72 & 714.10 & 56.30 & 3.00 & 112.00 & 26 \\
## 3 & ID & 39.90 & 19.05 & 363.09 & 47.75 & 0.00 & 75.00 & 31 \\
## 4 & IS & 34.41 & 22.37 & 500.64 & 65.03 & 0.00 & 77.00 & 27 \\
## \hline
## \end{tabular}
## \end{table}
```

```
stargazer(ccons,type = "text")
```

```
##
## =====
## Statistic N   Mean   St. Dev.   Min     Max
## -----
## media      4 44.493   9.463    34.407  56.200
## dp         4 23.381   3.409    19.055  26.723
## vari       4 555.382 155.954   363.090 714.098
## cv         4 53.558   9.011    45.145  65.029
## minimo     4  4.500   7.141     0       15
## maximo     4 94.000  20.801    75      112
## n          4 31.000   6.377    26      40
## -----
```

Boxplots da carga para cada etiologia



```
# Ajuste do Modelo
```

```
fit.model<-result<-lm(vo2~etiofac+carga)
sumres<-summary(result)
m.X<-(model.matrix(result))
v.beta <- result$coefficients
ep.beta<- sqrt(diag(vcov(result)))
quantilt<-qt(0.975,df=124-8)
xtable(cbind(sumres$coefficients[,1:3],v.beta-quantilt*ep.beta,
```

```
v.beta+quantilt*ep.beta,sumres$coefficients[,4]),digits=4)
```

```
## % latex table generated in R 4.4.1 by xtable 1.8-4 package
## % Thu Feb 13 16:32:14 2025
## \begin{table}[ht]
## \centering
## \begin{tabular}{rrrrrrr}
## \hline
## & Estimate & Std. Error & t value & V4 & V5 & V6 \\
## \hline
## (Intercept) & 6.8923 & 0.4989 & 13.8149 & 5.9042 & 7.8804 & 0.0000 \\
## etiofacCH & 0.4890 & 0.4718 & 1.0364 & -0.4455 & 1.4235 & 0.3021 \\
## etiofacID & -0.8579 & 0.4593 & -1.8677 & -1.7677 & 0.0518 & 0.0643 \\
## etiofacIS & -0.2813 & 0.4881 & -0.5764 & -1.2481 & 0.6854 & 0.5655 \\
## carga & 0.0826 & 0.0072 & 11.5017 & 0.0683 & 0.0968 & 0.0000 \\
## \hline
## \end{tabular}
## \end{table}
```

Lembre-se que:

- O objetivo é explicar a variação do consumo de oxigênio no limiar anaeróbio ($ml/(kg \cdot min)$) em função da carga utilizada na esteira ergométrica para pacientes com diferentes etiologias (causas) de insuficiência cardíaca.
- Assim faremos o ajuste adequado para essa situação.

```
fit.model<-result<-lm(vo2~etiofac+carga:etiofac)
sumres<-summary(result)
m.X<-(model.matrix(result))
v.beta <- result$coefficients
ep.beta<- sqrt(diag(vcov(result)))
quantilt<-qt(0.975,df=124-8)
xtable(cbind(sumres$coefficients[,1:3],v.beta-quantilt*ep.beta,
v.beta+quantilt*ep.beta,sumres$coefficients[,4]),digits=4)
```

```
## % latex table generated in R 4.4.1 by xtable 1.8-4 package
## % Thu Feb 13 16:32:14 2025
## \begin{table}[ht]
## \centering
## \begin{tabular}{rrrrrrr}
## \hline
## & Estimate & Std. Error & t value & V4 & V5 & V6 \\
## \hline
## (Intercept) & 6.5610 & 0.7144 & 9.1838 & 5.1460 & 7.9760 & 0.0000 \\
## etiofacCH & 0.0711 & 1.0332 & 0.0688 & -1.9754 & 2.1175 & 0.9453 \\
## etiofacID & 0.7840 & 1.0556 & 0.7427 & -1.3067 & 2.8747 & 0.4592 \\
## etiofacIS & 0.2402 & 0.9714 & 0.2473 & -1.6837 & 2.1641 & 0.8051 \\
## etiofacC:carga & 0.0885 & 0.0116 & 7.6189 & 0.0655 & 0.1115 & 0.0000 \\
## etiofacCH:carga & 0.0984 & 0.0138 & 7.1432 & 0.0711 & 0.1256 & 0.0000 \\
## etiofacID:carga & 0.0497 & 0.0176 & 2.8208 & 0.0148 & 0.0846 & 0.0056 \\
## etiofacIS:carga & 0.0770 & 0.0161 & 4.7775 & 0.0451 & 0.1090 & 0.0000 \\
## \hline
## \end{tabular}
```

```
## \end{table}
# Análise de variância
anores<-anova(result)
xtable(anores)

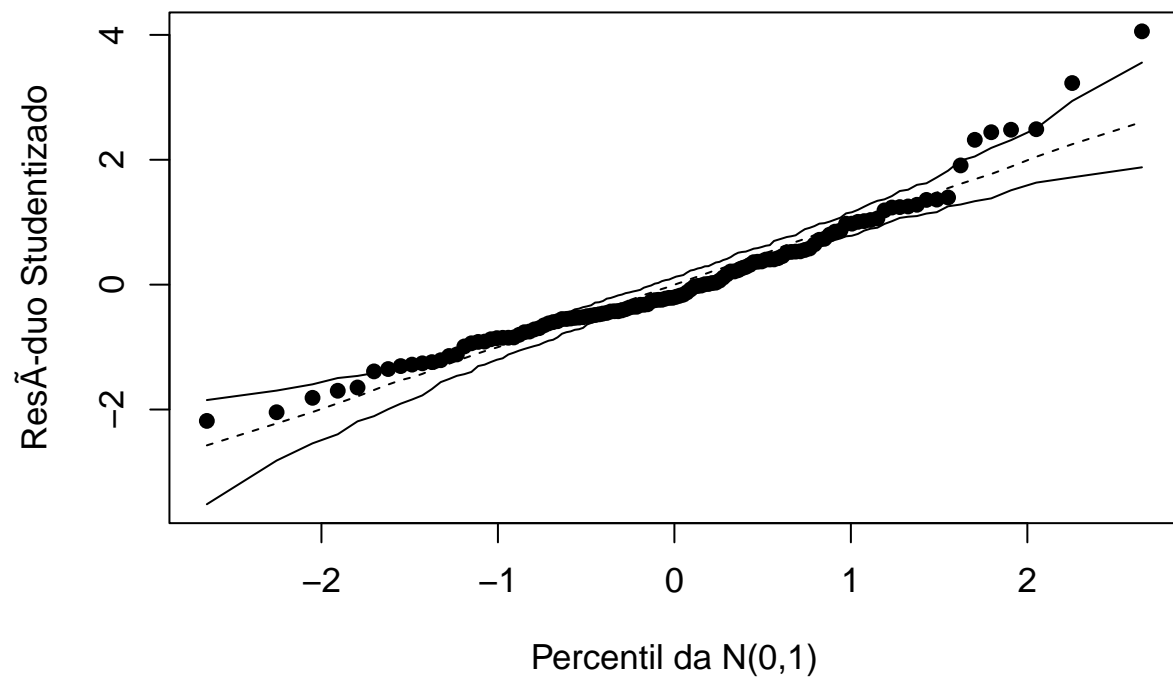
## % latex table generated in R 4.4.1 by xtable 1.8-4 package
## % Thu Feb 13 16:32:14 2025
## \begin{table}[ht]
## \centering
## \begin{tabular}{lrrrrr}
## \hline
## & Df & Sum Sq & Mean Sq & F value & Pr(>F) \\
## \hline
## etiofac & 3 & 131.40 & 43.80 & 12.94 & 0.0000 \\
## etiofac:carga & 4 & 473.30 & 118.33 & 34.96 & 0.0000 \\
## Residuals & 116 & 392.57 & 3.38 & & \\
## \hline
## \end{tabular}
## \end{table}
```

ANOVA

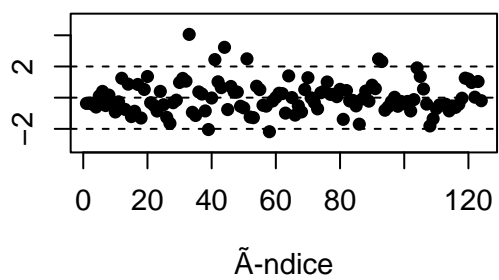
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
etiofac	3	131.40	43.80	12.94	0.0000
etiofac:carga	4	473.30	118.33	34.96	0.0000
Residuals	116	392.57	3.38		

Diagnóstico

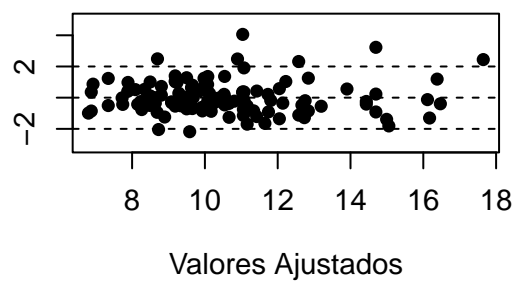
```
source("C:\\datascience\\Programas\\Diag2.norm.r")
source("C:\\datascience\\Programas\\Envel_norm.r")
source("C:\\datascience\\Programas\\anainflu_norm.r")
```



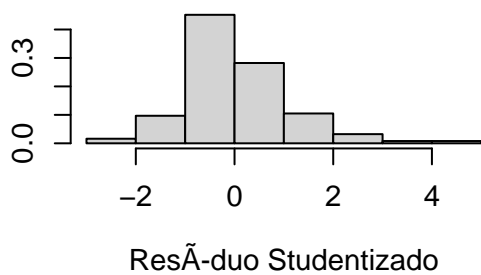
Resíduo Studentizado



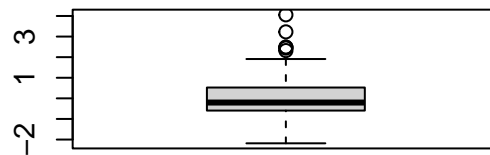
Resíduo Studentizado

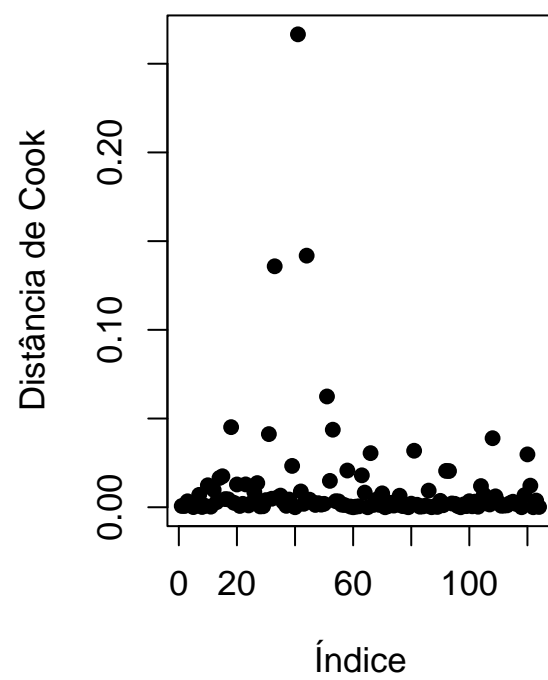
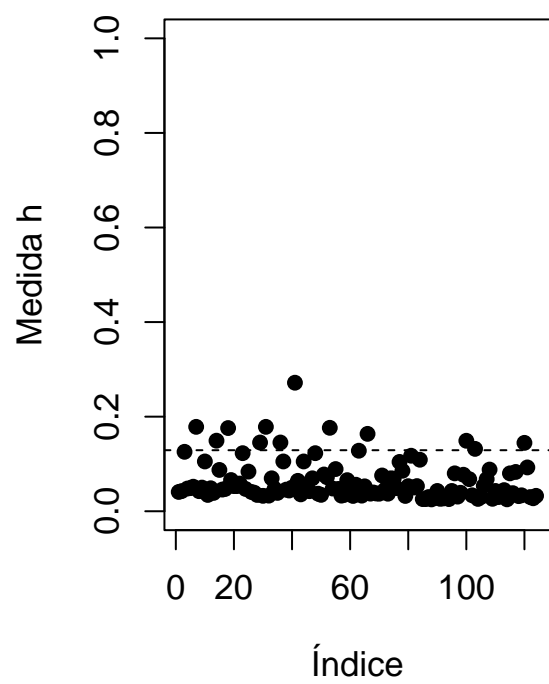


densidade



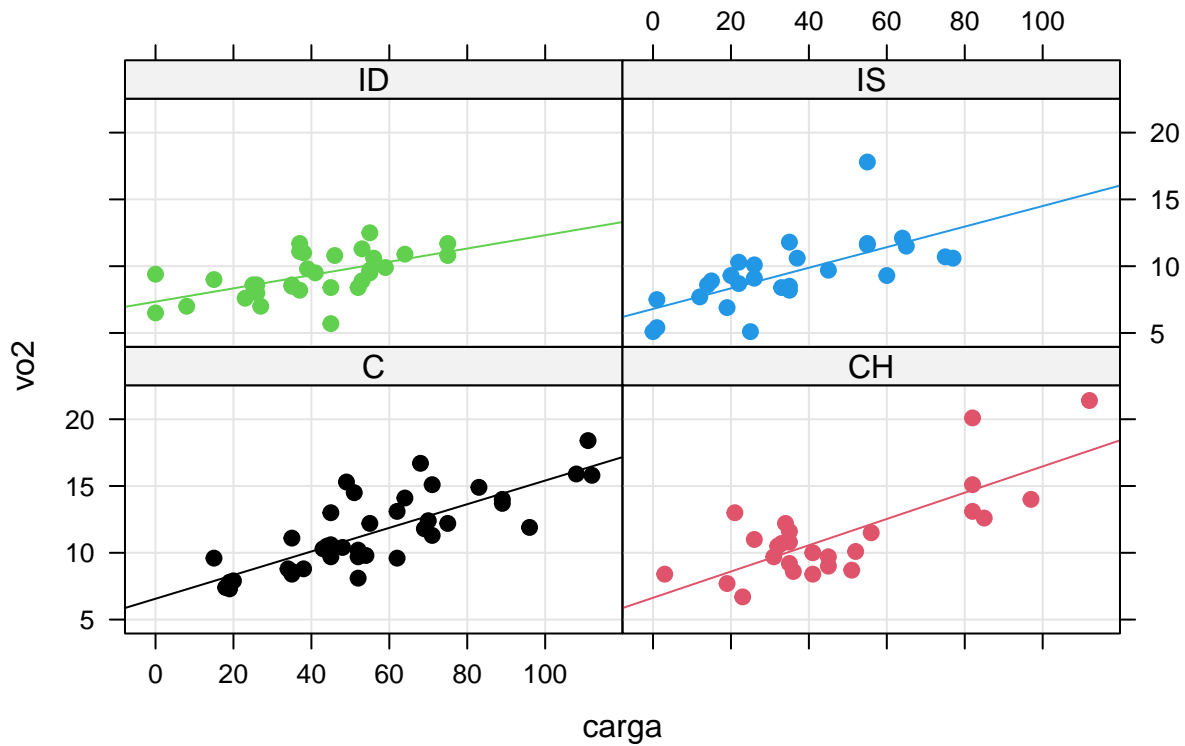
Resíduo Studentizado





Plotando os gráficos com as retas ajustadas

Consumo de oxigênio em função da carga



Testes de Hipóteses

```
shapiro.test(fit.model$residuals)
```

```
##  
## Shapiro-Wilk normality test  
##  
## data: fit.model$residuals  
## W = 0.9581, p-value = 0.0007073
```

Temos um p-value menor que 0,05. Rejeitamos então a hipótese nula, indicando que os resíduos não seguem uma distribuição normal.

```
library(lmtest)  
bptest(fit.model)
```

```
##  
## studentized Breusch-Pagan test  
##  
## data: fit.model  
## BP = 9.5812, df = 7, p-value = 0.2136
```

Assim como no teste de shapiro, quando o p-value for menor que 0,05 rejeitamos a hipótese nula e consideramos que não existe homocedasticidade dos resíduos.

Transformação de variáveis

Modelo com a transformação log para a variável resposta

```
fit.model<-result<-lm(log(vo2)~etiofac+carga:etiofac)
sumres<-summary(result)
m.X<-(model.matrix(result))
v.beta <- result$coefficients
ep.beta<- sqrt(diag(vcov(result)))
quantilt<-qt(0.975,df=124-8)
xtable(cbind(sumres$coefficients[,1:3],v.beta-quantilt*ep.beta,
v.beta+quantilt*ep.beta,sumres$coefficients[,4]),digits=4)

## % latex table generated in R 4.4.1 by xtable 1.8-4 package
## % Thu Feb 13 16:32:14 2025
## \begin{table}[ht]
## \centering
## \begin{tabular}{rrrrrr}
## \hline
## & Estimate & Std. Error & t value & V4 & V5 & V6 \\
## \hline
## (Intercept) & 1.9862 & 0.0664 & 29.9272 & 1.8548 & 2.1177 & 0.0000 \\
## etiofacCH & 0.0386 & 0.0960 & 0.4026 & -0.1515 & 0.2288 & 0.6880 \\
## etiofacID & 0.0133 & 0.0981 & 0.1358 & -0.1809 & 0.2075 & 0.8922 \\
## etiofacIS & -0.0698 & 0.0902 & -0.7733 & -0.2485 & 0.1090 & 0.4409 \\
## etiofacC:carga & 0.0076 & 0.0011 & 7.0900 & 0.0055 & 0.0098 & 0.0000 \\
## etiofacCH:carga & 0.0076 & 0.0013 & 5.9722 & 0.0051 & 0.0102 & 0.0000 \\
## etiofacID:carga & 0.0054 & 0.0016 & 3.3265 & 0.0022 & 0.0087 & 0.0012 \\
## etiofacIS:carga & 0.0085 & 0.0015 & 5.6998 & 0.0056 & 0.0115 & 0.0000 \\
## \hline
## \end{tabular}
## \end{table}
```

Análise de variância

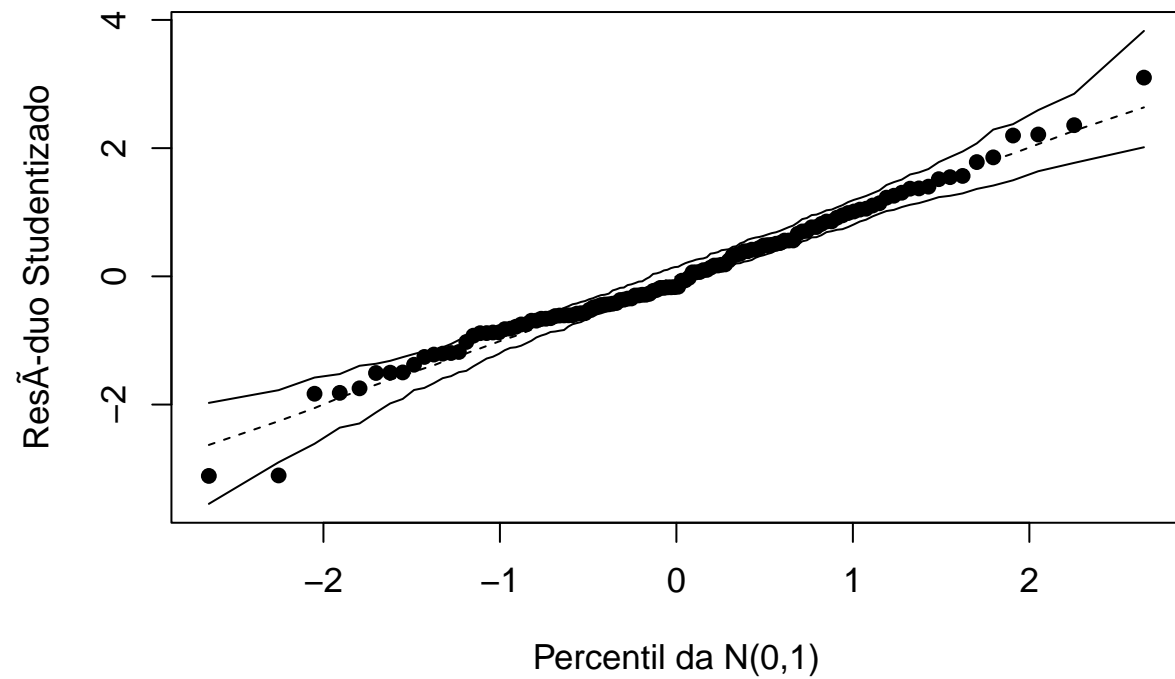
```
anores<-anova(result)
xtable(anores)

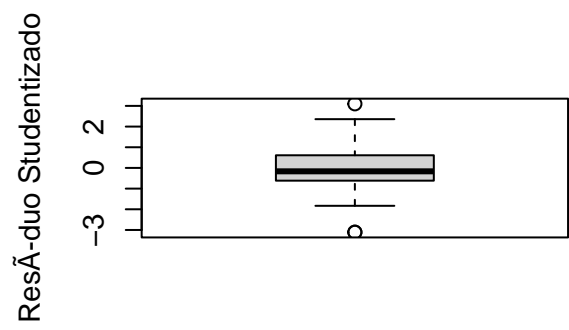
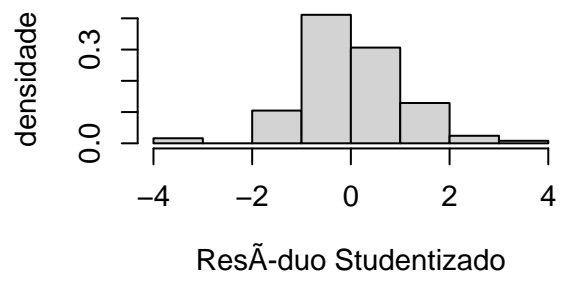
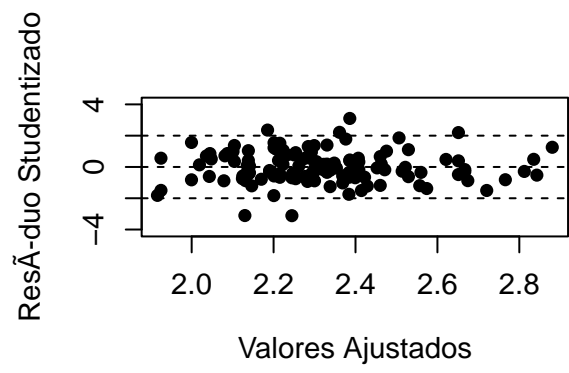
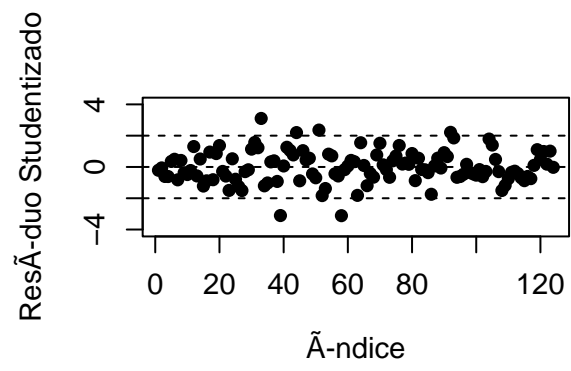
## % latex table generated in R 4.4.1 by xtable 1.8-4 package
## % Thu Feb 13 16:32:14 2025
## \begin{table}[ht]
## \centering
## \begin{tabular}{lrrrrr}
## \hline
## & Df & Sum Sq & Mean Sq & F value & Pr(>$F) \\
## \hline
## etiofac & 3 & 1.14 & 0.38 & 13.00 & 0.0000 \\
## etiofac:carga & 4 & 3.78 & 0.95 & 32.37 & 0.0000 \\
## Residuals & 116 & 3.39 & 0.03 & & \\
## \hline
## \end{tabular}
## \end{table}
```

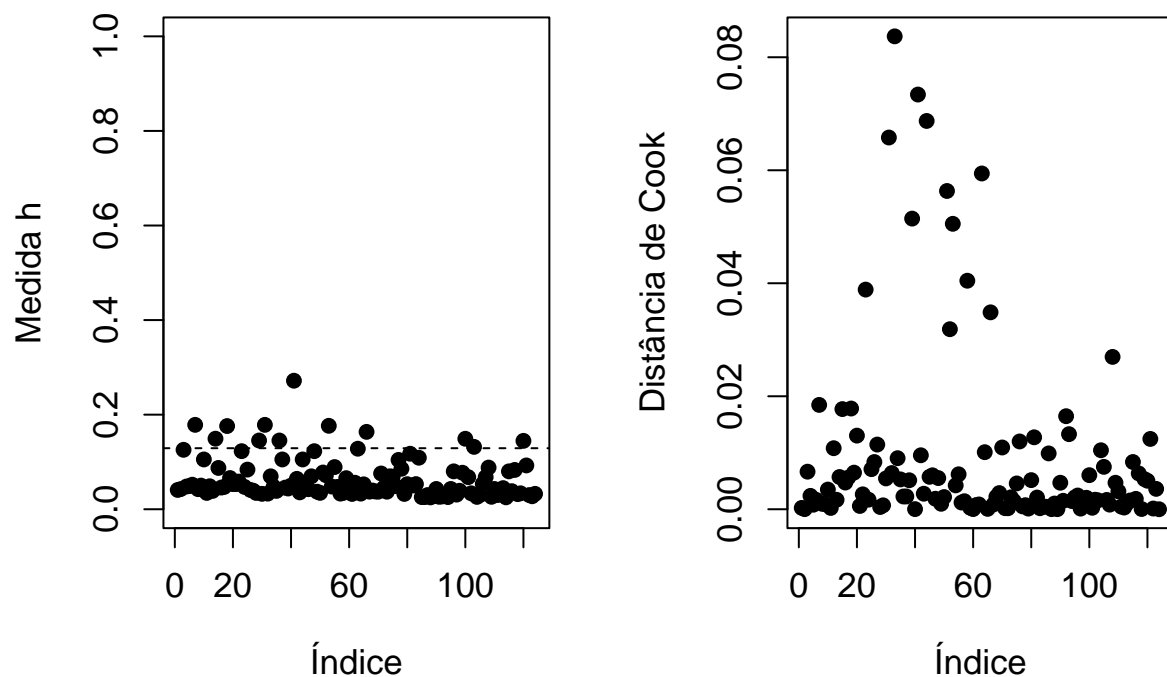
Diagnóstico com o novo ajuste

Diagnóstico

```
source("C:\\datascience\\Programas\\Diag2.norm.r")  
source("C:\\datascience\\Programas\\Envel_norm.r")  
source("C:\\datascience\\Programas\\anainflu_norm.r")
```







Testes de Hipóteses para o novo modelo

```
shapiro.test(fit.model$residuals)
```

```
##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  fit.model$residuals
## W = 0.98605, p-value = 0.2347
```

Temos um p-value maior que 0,05. Não rejeitamos então a hipótese nula, indicando que os resíduos seguem uma distribuição normal.

```
library(lmtest)
bptest(fit.model)
```

```
##
##  studentized Breusch-Pagan test
##
## data:  fit.model
## BP = 2.8965, df = 7, p-value = 0.8944
```

Assim como no teste de shapiro, quando o p-value for maior que 0,05 não rejeitamos a hipótese nula e consideramos que existe homocedasticidade dos resíduos.