Introdução ao *Software* R - Curso I

Estatística descritiva

www.de.ufpb.br

www.youtube.com/channel/UC8QTeEyzHqYRjojKneTgLbA

UFPB Departamento de ESTATÍSTICA

Introdução

- Estatística Descritiva é definida como sendo o conjunto de técnicas que permite descrever, analisar e interpretar os dados numéricos referentes à uma população ou amostra.

- O objetivo é resumir os dados coletados de forma a extrair conhecimento útil acerca do problema motivador da coleta.

- Nessa fase da pesquisa, estamos preocupados em apresentar os dados em forma de tabelas e gráficos e em obter medidas que quantifiquem os resultados do estudo.

Introdução

Principais elementos:

- Representação tabular: a organização dos dados em tabelas proporciona um meio eficaz de estudo do comportamento de características de interesse.

- Representação gráfica: proporciona uma interpretação imediata dos resultados devido a sua simplicidade e clareza.

- Medidas resumo: possibilitam representar um conjunto de dados relativo a observação de determinado fenômeno de forma resumida. São classificadas em medidas de posição, dispersão, assimetria e curtose.

Importação e preparação de dados

- Com base nos conhecimentos adquiridos no Módulo 1, primeiramente devemos fazer o *download* do banco de dados e importá-lo para o Rstudio.

- Vamos utilizar os dados hipotéticos de 36 funcionários da companhia “Milsa”, retirados do livro Estatística Básica-W. Bussab e P. Morettin. ▸ Link

```
milsa = read.delim("/home/herminia/Documentos/milsa.txt")
```

Importação e preparação de dados

- Após a importação dos dados vamos criar um *dataframe* chamado *dados* para armazenar nossos dados. Dessa forma, vamos editar apenas o *dataframe*:

```
dados = data.frame(milsa)
```

- Vamos imprimir um resumo sobre as variáveis do banco de dados:

```
str(dados)
```

```
'data.frame':   36 obs. of  8 variables:
 $ funcionario: int  1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
 $ civil      : int  1 2 2 1 1 2 1 1 2 1 ...
 $ instrucao  : int  1 1 1 2 1 1 1 1 2 2 ...
 $ filhos     : int  NA 1 2 NA NA 0 NA NA 1 NA ...
 $ salario    : num  4 4.56 5.25 5.73 6.26 6.66 6.86 7.39 7.59 7.44 ...
 $ ano        : int  26 32 36 20 40 28 41 43 34 23 ...
 $ mes        : int  3 10 5 10 7 0 0 4 10 6 ...
 $ regiao     : int  1 2 2 3 3 1 1 2 2 3 ...
```

Importação e preparação de dados

- Podemos ainda imprimir as primeiras linhas do banco de dados:

```
head(dados)
```

```
  funcionario civil instrucao filhos salario ano mes regiao
1           1     1         1     NA    4.00  26   3       1
2           2     2         1      1    4.56  32  10       2
3           3     2         1      2    5.25  36   5       2
4           4     1         2     NA    5.73  20  10       3
5           5     1         1     NA    6.26  40   7       3
6           6     2         1      0    6.66  28   0       1
```

Importação e preparação de dados

- As variáveis *civil*, *instrucao* e *regiao* são do tipo qualitativas, porém estão representadas por números. Vamos associar cada um desses números à uma categoria:

```
dados$civil <- factor(dados$civil,
  label = c("solteiro", "casado"), levels = 1:2)
dados$instrucao <- factor(dados$instrucao,
  label = c("1° Grau", "2° Grau", "Superior"),
  lev = 1:3, ord= T)
dados$regiao <- factor(dados$regiao,
  label = c("capital", "interior", "outro"),
  lev = c(2, 1, 3))
```

Importação e preparação de dados

- Vamos criar agora a variável *idade* como sendo a soma dos anos inteiros e os meses divididos por doze. Dessa forma teremos a idade completa de cada indivíduo:

```
dados$idade <- dados$ano + dados$mes/12
```

- Por fim, vamos utilizar o comando *attach* para que o Rstudio reconheça todas as variáveis dentro do *dataframe dados*:

```
attach(dados)
```

Importação e preparação de dados

- Vamos imprimir novamente um resumo sobre as variáveis do banco de dados:

```
str(dados)
```

```
'data.frame':   36 obs. of  9 variables:
 $ funcionario: int  1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
 $ civil      : Factor w/ 2 levels "solteiro","casado": 1 2 2 1 1 2 1 1
 $ instrucao  : Ord.factor w/ 3 levels "1° Grau"<"2° Grau"<..: 1 1 1 2
 $ filhos     : int  NA 1 2 NA NA 0 NA NA 1 NA ...
 $ salario    : num  4 4.56 5.25 5.73 6.26 6.66 6.86 7.39 7.59 7.44 ...
 $ ano        : int  26 32 36 20 40 28 41 43 34 23 ...
 $ mes        : int  3 10 5 10 7 0 0 4 10 6 ...
 $ regiao     : Factor w/ 3 levels "capital","interior",..: 2 1 1 3 3 2
 $ idade      : num  26.2 32.8 36.4 20.8 40.6 ...
```

Representação tabular

- Para representar os dados em tabelas utilizaremos a distribuição de frequências.

- Vamos calcular a frequência simples da variável qualitativa *civil*:

```
freq = table(civil)
freq

civil
solteiro   casado
      16       20
```

Representação tabular

- Para calcular a tabela de frequências relativas desta mesma variável:

```
freq_rel = prop.table(freq)
freq_rel
```

```
civil
 solteiro    casado
0.4444444 0.5555556
```

- Caso queira calcular a porcentagem da variável em questão:

```
p_freq_rel = 100*prop.table(freq)
p_freq_rel
```

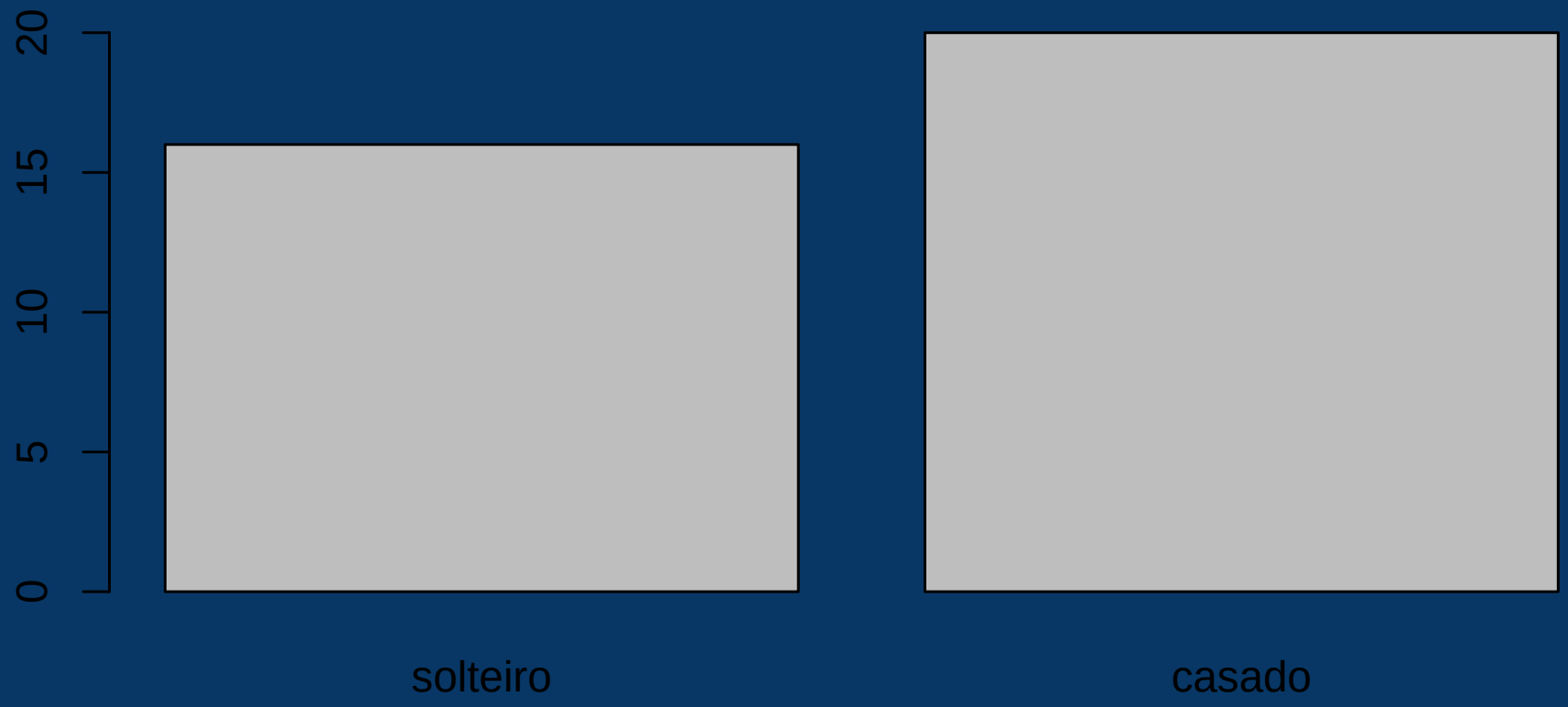
```
civil
solteiro   casado
44.44444 55.55556
```

Representação tabular

- Outra opção mais completa está disponível no pacote *descr*.
- Vamos construir uma tabela de frequências para a variável *civil*:

```
library(descr)
freq(civil)
```

Representação tabular




```
## civil
##           Frequência Percentual
## solteiro          16      44.44
## casado            20      55.56
## Total             36     100.00
```

Tabela de frequências por classes

- Para construir uma tabela de frequências por classes, podemos utilizar o pacote *fdth*.

- Vamos construir uma tabela de frequências por classes para a variável *salario*.

```
library(fdth)
tabClasses= fdt(salario)
tabClasses
```

```
    Class limits  f    rf rf(%) cf  cf(%)
   [3.96,6.7561)  6 0.17 16.67  6  16.67
 [6.7561,9.5523) 10 0.28 27.78 16  44.44
 [9.5523,12.348)  7 0.19 19.44 23  63.89
 [12.348,15.145)  6 0.17 16.67 29  80.56
 [15.145,17.941)  4 0.11 11.11 33  91.67
 [17.941,20.737)  2 0.06  5.56 35  97.22
 [20.737,23.533)  1 0.03  2.78 36 100.00
```

Tabela de frequências bivariada

- Podemos também construir uma tabela bivariada para as variáveis *civil* e *instrucao*:

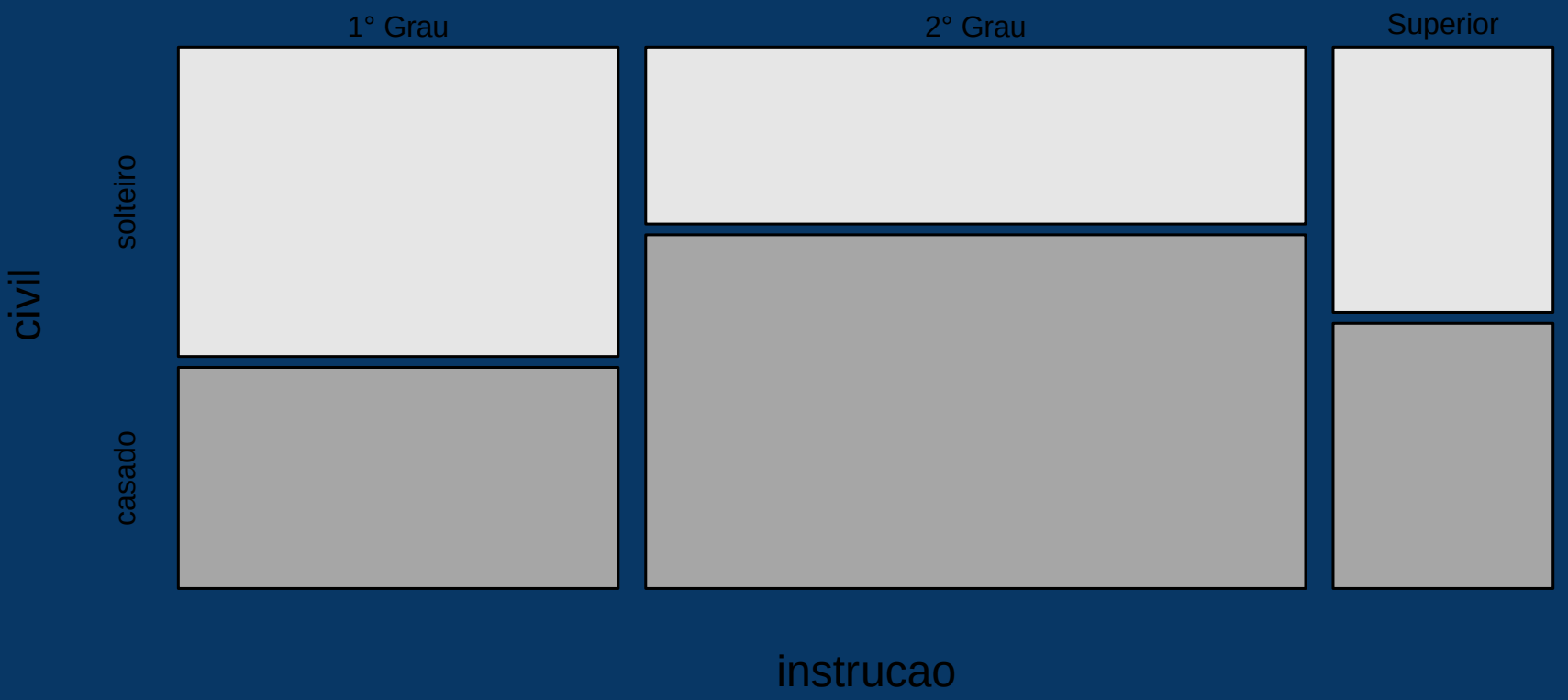
```
library(descr)
crosstab(civil, instrucao)
```

```
   Conteúdo das células
|-------------------------|
|                Contagem |
|-------------------------|
```

```
=============================================
             instrucao
civil        1° Grau   2° Grau   Superior   Total
---------------------------------------------
solteiro           7         6          3      16
---------------------------------------------
casado             5        12          3      20
---------------------------------------------
Total             12        18          6      36
=============================================
```

Tabela de frequências bivariada

- Gráfico relativo à tabela anterior:



Medidas resumo

- Outra forma de resumir os dados é utilizando as medidas resumo.
- Nesse contexto temos as medidas de posição ou de tendência central e as medidas de dispersão.
- Inicialmente vamos obter um resumo de todas as variáveis do banco de dados:

```
summary(dados)
```

```
  funcionario        civil       instrucao      filhos          salario
 Min.   : 1.00   solteiro:16   1° Grau :12   Min.   :0.00   Min.   : 4.000
 1st Qu.: 9.75   casado  :20   2° Grau :18   1st Qu.:1.00   1st Qu.: 7.553
 Median :18.50                 Superior: 6   Median :2.00   Median :10.165
 Mean   :18.50                               Mean   :1.65   Mean   :11.122
 3rd Qu.:27.25                               3rd Qu.:2.00   3rd Qu.:14.060
 Max.   :36.00                               Max.   :5.00   Max.   :23.300
                                             NA's   :16
      ano              mes             regiao       idade
 Min.   :20.00   Min.   : 0.000   capital :11   Min.   :20.83
 1st Qu.:30.00   1st Qu.: 3.750   interior:12   1st Qu.:30.67
 Median :34.50   Median : 6.000   outro   :13   Median :34.92
 Mean   :34.58   Mean   : 5.611                 Mean   :35.05
 3rd Qu.:40.00   3rd Qu.: 8.000                 3rd Qu.:40.52
 Max.   :48.00   Max.   :11.000                 Max.   :48.92
```

Média aritmética

- A medida de posição mais utilizada é a média aritmética.
- É calculada somando-se os valores das observações da amostra ou população e dividindo-se o resultado pelo tamanho da amostra ou população.
- Assim, a média amostral é dada por

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} = \frac{X_1 + \ldots + X_n}{n}.$$

- Vamos calcular a média da variável *salario*:

```
mean(salario)
```

```
[1] 11.12222
```

Mediana

- Para calcular a mediana deve-se ordenar os dados de forma crescente.
- Se o número de observações for ímpar, a mediana será a observação central.
- Se o número de observações for par, a mediana será a média aritmética das duas observações centrais.
- Vamos calcular a mediana da variável *salario*:

```
median(salario)
```

```
[1] 10.165
```

Quantis

- Os quantis são valores dados a partir do conjunto de observações ordenado de forma crescente, dividindo a distribuição em partes iguais.
- O mais usual é dividir a distribuição em quatro partes. Neste caso temos os quartis.
- Se dividirmos os dados em dez partes iguais, teremos os decis, em cem partes iguais teremos os centis e assim por diante.
- Vamos calcular os quartis da variável *salario*, usaremos a função *quantile*:

```
quantile(salario)
```

```
     0%     25%     50%     75%    100%
 4.0000  7.5525 10.1650 14.0600 23.3000
```

- Caso queiramos calcular outros quantis, faremos uso do argumento *probs*:

```
quantile(salario,probs = seq(0, 1, 0.1))
```

```
    0%    10%    20%    30%    40%    50%    60%    70%    80%    90%   100%
 4.000  5.995  7.390  8.290  9.130 10.165 11.590 13.415 14.710 16.935 23.300
```

Moda

- A moda de um conjunto de valores é o valor que apresenta a maior frequência.
- Pode ser calculada para variáveis qualitativas.
- Vamos calcular a moda da variável *idade* de duas formas:

```
library(modeest)
mfv(idade)
```

```
[1] 41
```

```
names(table(idade))[table(idade)==max(table(idade))]
```

```
[1] "41"
```

Variância

- A variância de uma amostra $X_1, \ldots, X_n$ de n elementos é definida como a soma desvios quadráticos dos elementos em relação à sua média $\overline{x}$ dividida por $(n-1)$:

$$s^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(x_i - \overline{x})^2}{n-1}$$

- Vamos calcular a variância amostral da variável *salario*:

```
var(salario)
```

```
[1] 21.04477
```

Desvio-padrão

- O desvio padrão amostral de um conjunto de dados é a raiz quadrada da variância amostral.

- Vamos calcular o desvio-padrão amostral da variável *salario*:

```
sd(salario)
```

```
[1] 4.587458
```

Outras formas de obter medidas resumo

- Podemos fazer uso da função *tapply* para calcular medidas de uma variável quantitativa, para cada categoria de uma variável qualitativa do banco de dados:

```
tapply(salario, instrucao, mean)
```

```
  1° Grau   2° Grau  Superior
 7.836667 11.528333 16.475000
```

```
tapply(salario, instrucao, sd)
```

```
 1° Grau  2° Grau Superior
2.956464 3.715144 4.502438
```

```
tapply(salario, instrucao, quantile)
```

```
$`1° Grau`
     0%     25%     50%     75%    100%
 4.0000  6.0075  7.1250  9.1625 13.8500

$`2° Grau`
     0%     25%     50%     75%    100%
 5.7300  8.8375 10.9100 14.4175 19.4000

$Superior
     0%     25%     50%     75%    100%
10.5300 13.6475 16.7400 18.3775 23.3000
```

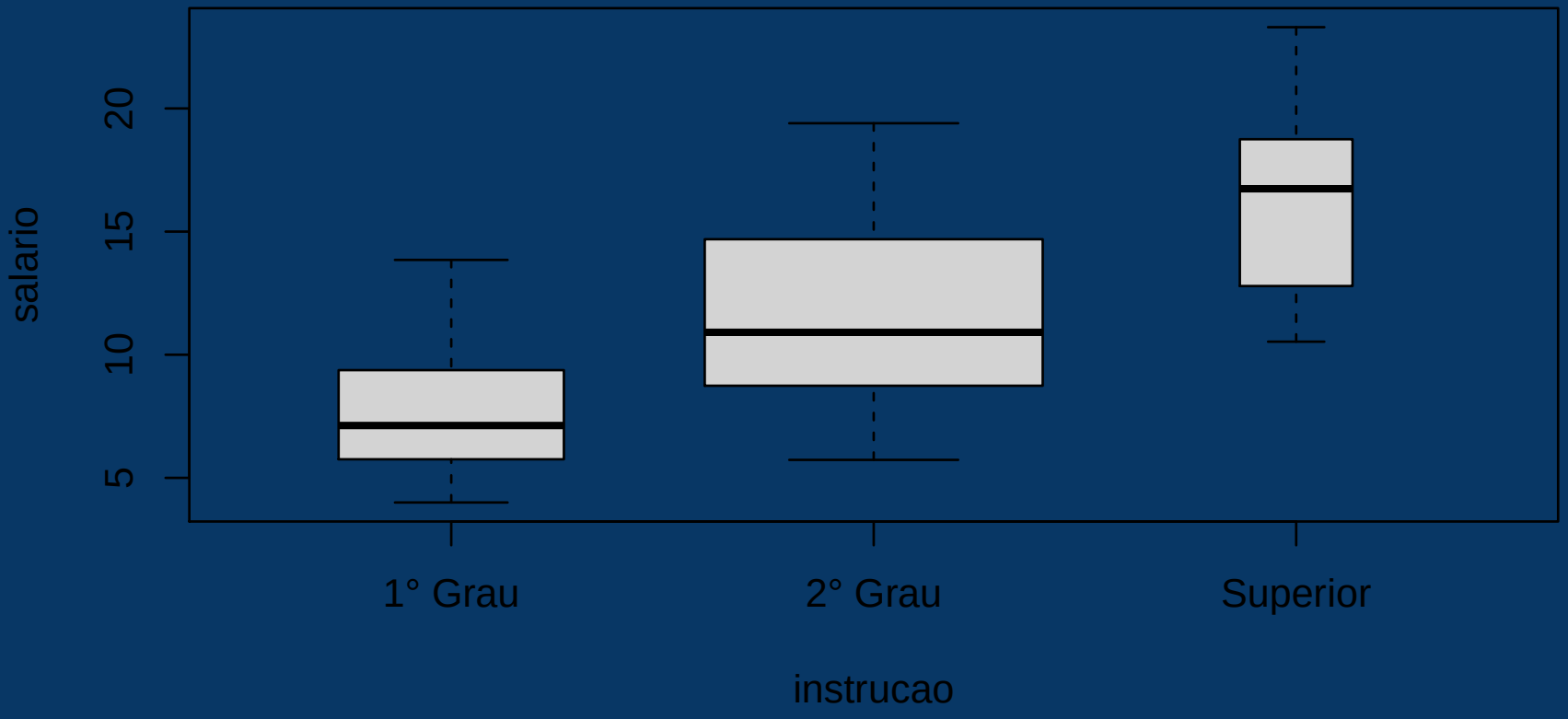
Outras formas de obter medidas resumo

- Podemos usar a função *compmeans* do pacote *descr* para calcular a média e o desvio padrão da variável quantitativa para o total da amostra e para cada categoria da variável qualitativa.

- Vamos usar esta função para as variáveis *salario* e *instrucao*:

```
library(descr)
compmeans(salario, instrucao)
```

Outras formas de obter medidas resumo




```
Valor médio de "salario" segundo "instrucao"
               Média  N Desv. Pd.
1° Grau     7.836667 12  2.956464
2° Grau    11.528333 18  3.715144
Superior   16.475000  6  4.502438
Total      11.122222 36  4.587458
```

Representação Gráfica

- A representação gráfica proporciona uma interpretação imediata dos resultados, devido à sua simplicidade e clareza. Vejamos a seguir como elaborar alguns gráficos simples.

Gráfico em Barras ou colunas

- É utilizado para comparar grandezas por meio de barras de igual largura e alturas proporcionais às respectivas grandezas. É apropriado para representar variáveis qualitativas e quantitativas discretas. Vamos construir este gráfico para a variável *instrucao*:

```
barplot(table(instrucao), main = "Grau de Instrução")
```

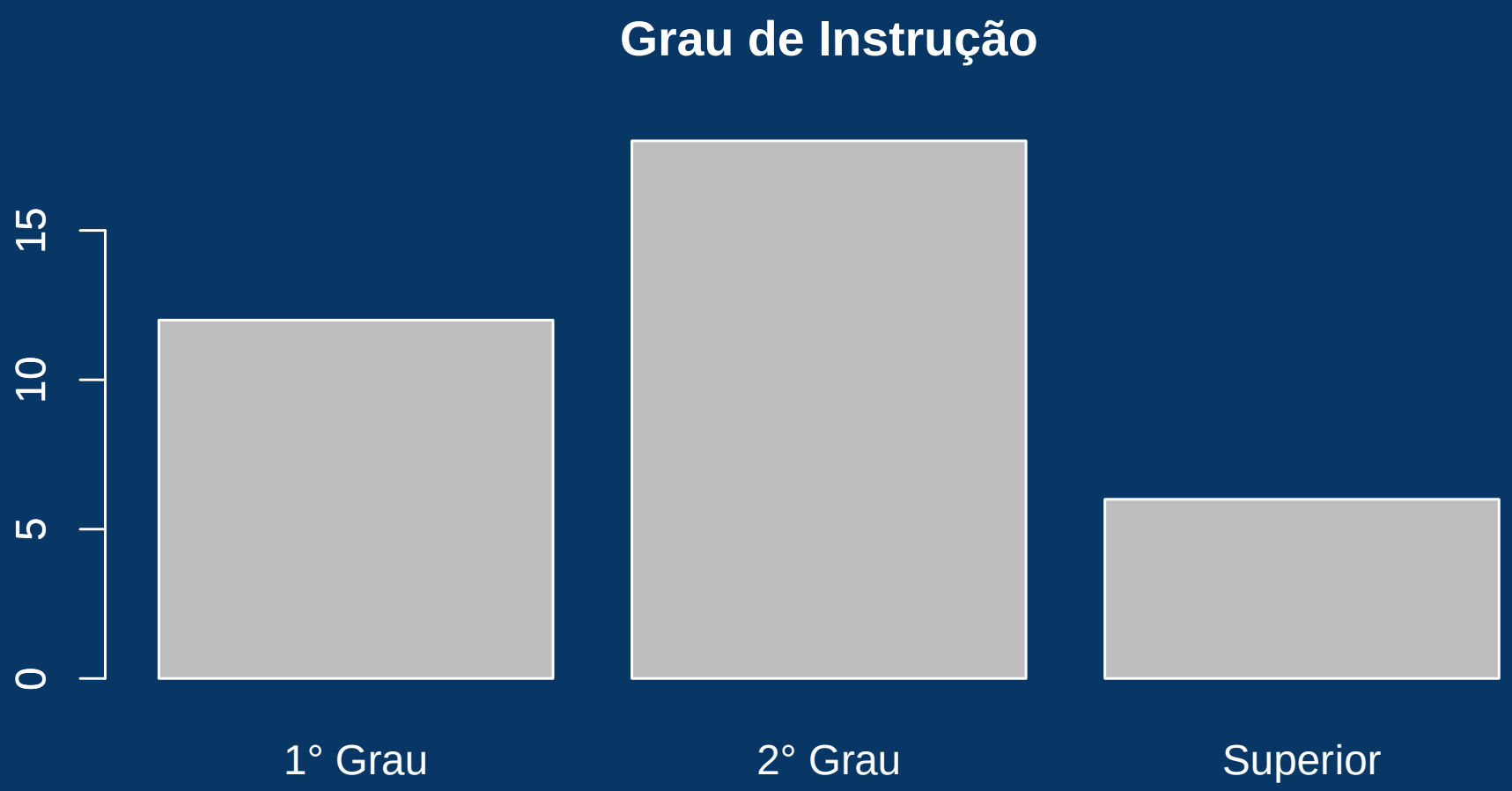


Gráfico em Barras ou colunas

- Podemos gerar este gráfico pra mais de uma variável:

```
barplot(table(civil, instrucao), legend = T,
        main = "Estado Civil versus Grau de Instrução")
```

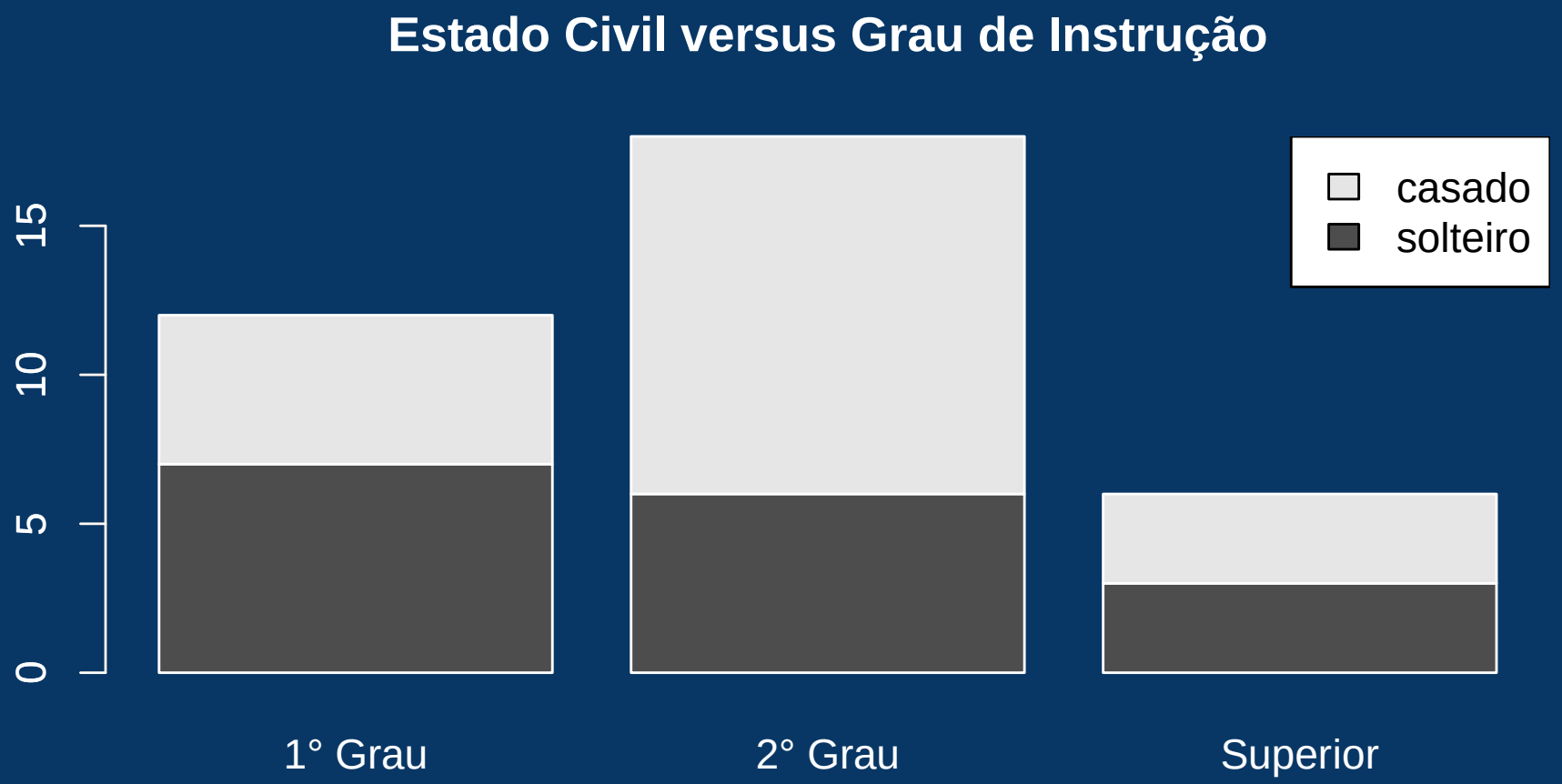


Gráfico em Barras ou colunas

- Ou ainda com as barras lado a lado:

```
barplot(table(civil, instrucao), beside = T, legend = T,
        main = "Estado Civil versus Grau de Instrução")
```

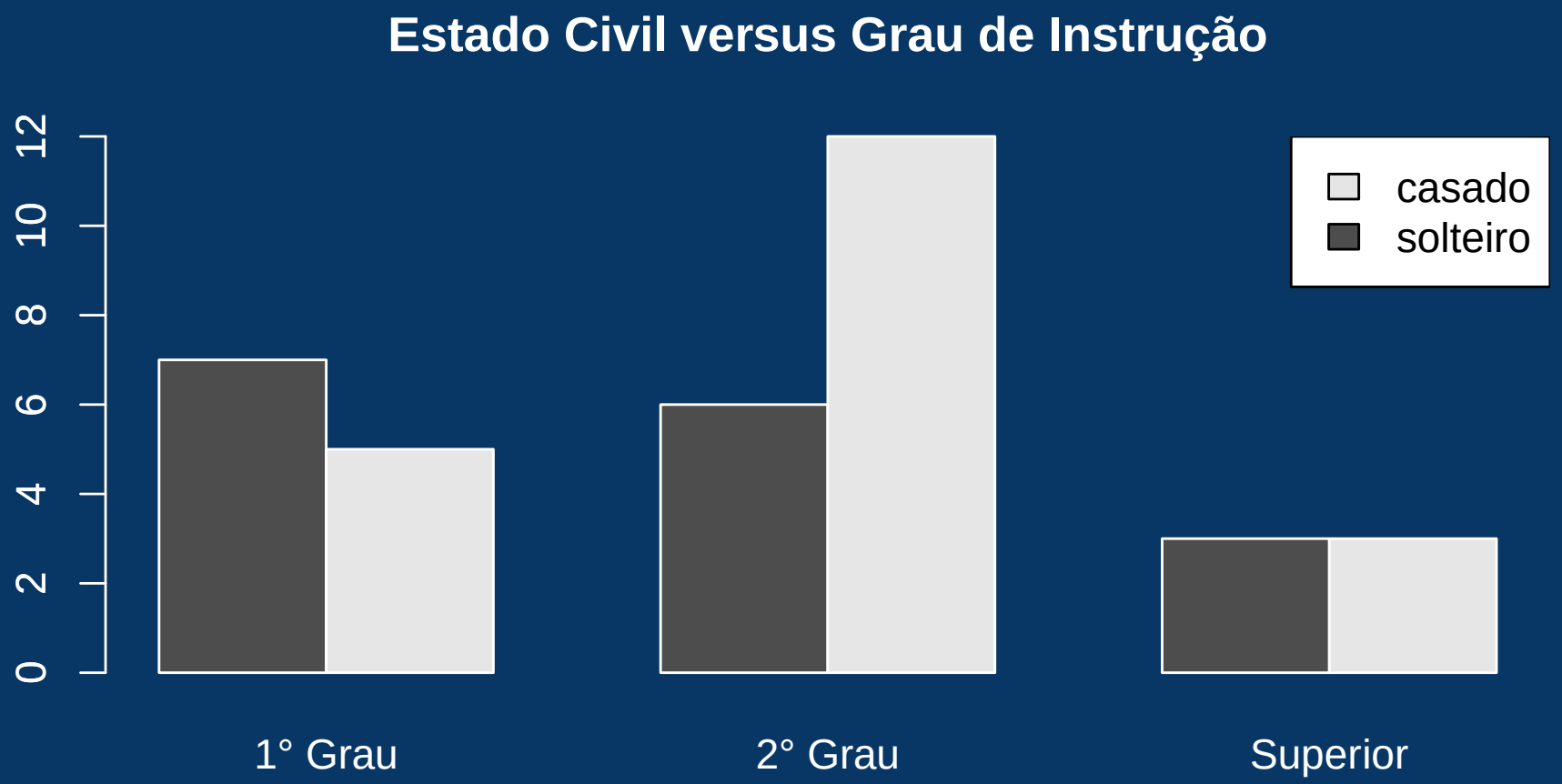


Gráfico em Barras ou colunas

- Podemos gerar este gráfico com as colunas horizontais, adicionando o argumento *horiz = T*:

```
barplot(table(civil, instrucao), beside = T,
        legend = T,horiz = T,
       main = "Estado Civil versus Grau de Instrução")
```

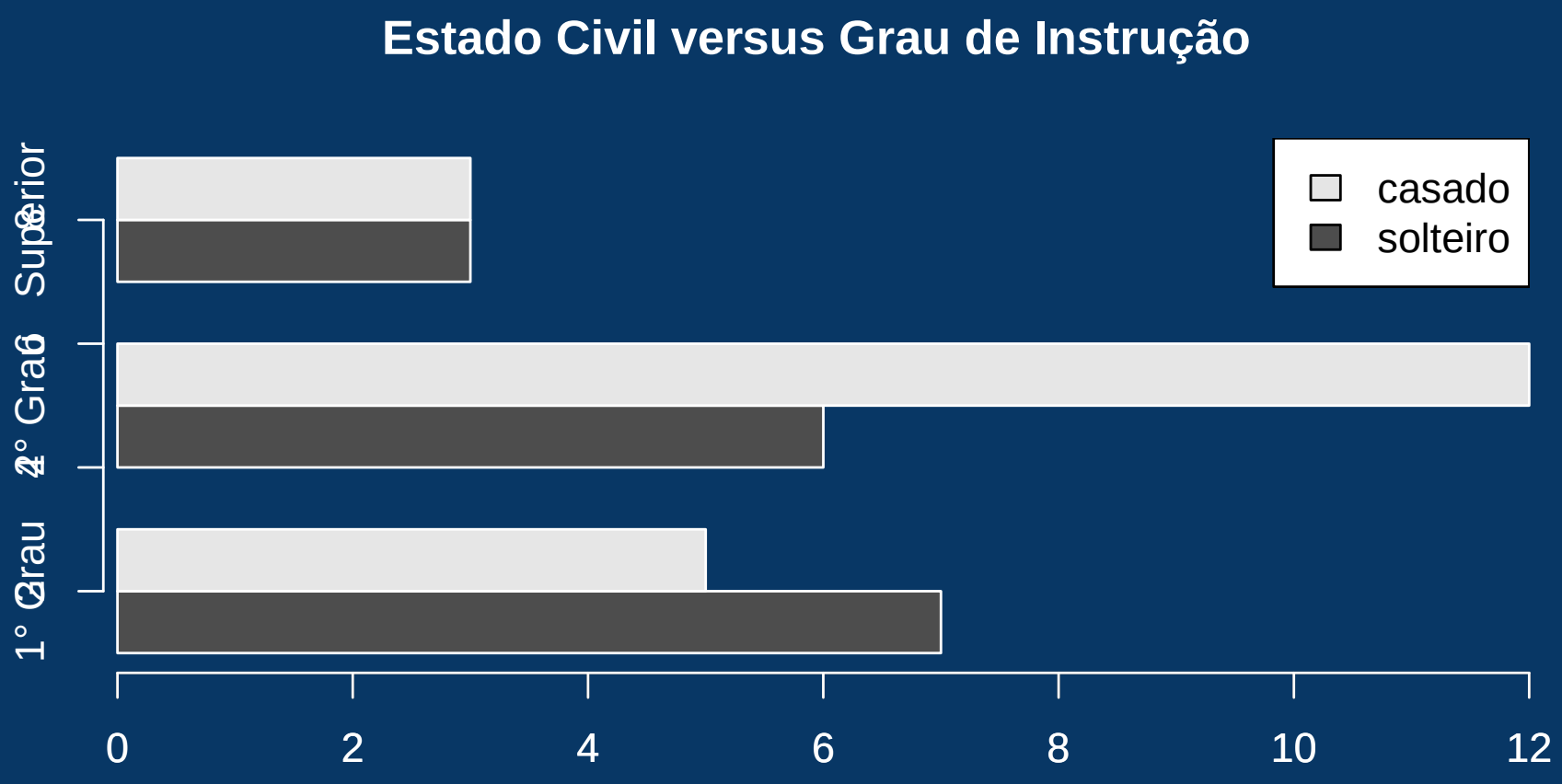


Gráfico de Pizza ou Setores

- É apropriado para representar variáveis qualitativas e quantitativas discretas com poucas categorias. Vamos construir este gráfico para a variável *regiao*:

```
pie(table(regiao))
```

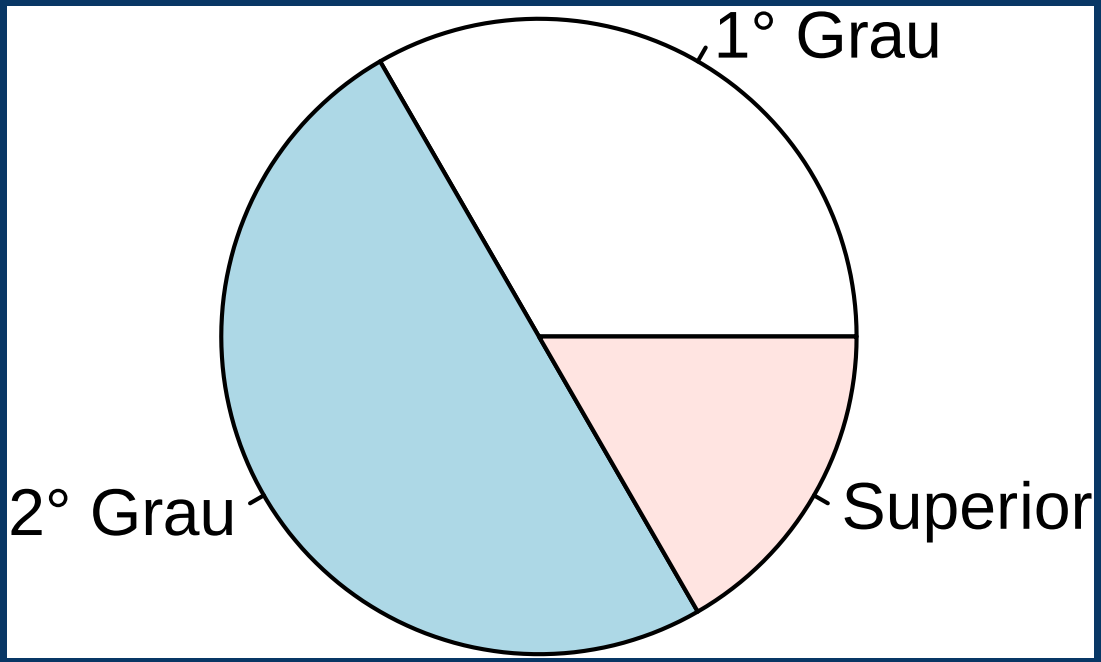


Gráfico de Pizza ou Setores

- Caso queira inserir os percentuais nesse gráfico:

```
porc = round(table(regiao)*100/sum(table(regiao)),2)
rotulos = paste("(",porc,"%)",sep="")
pie(table(regiao),labels = rotulos, col=palette())
legend(1.3,1,levels(regiao),col=palette(),pch = rep(20,6))
```

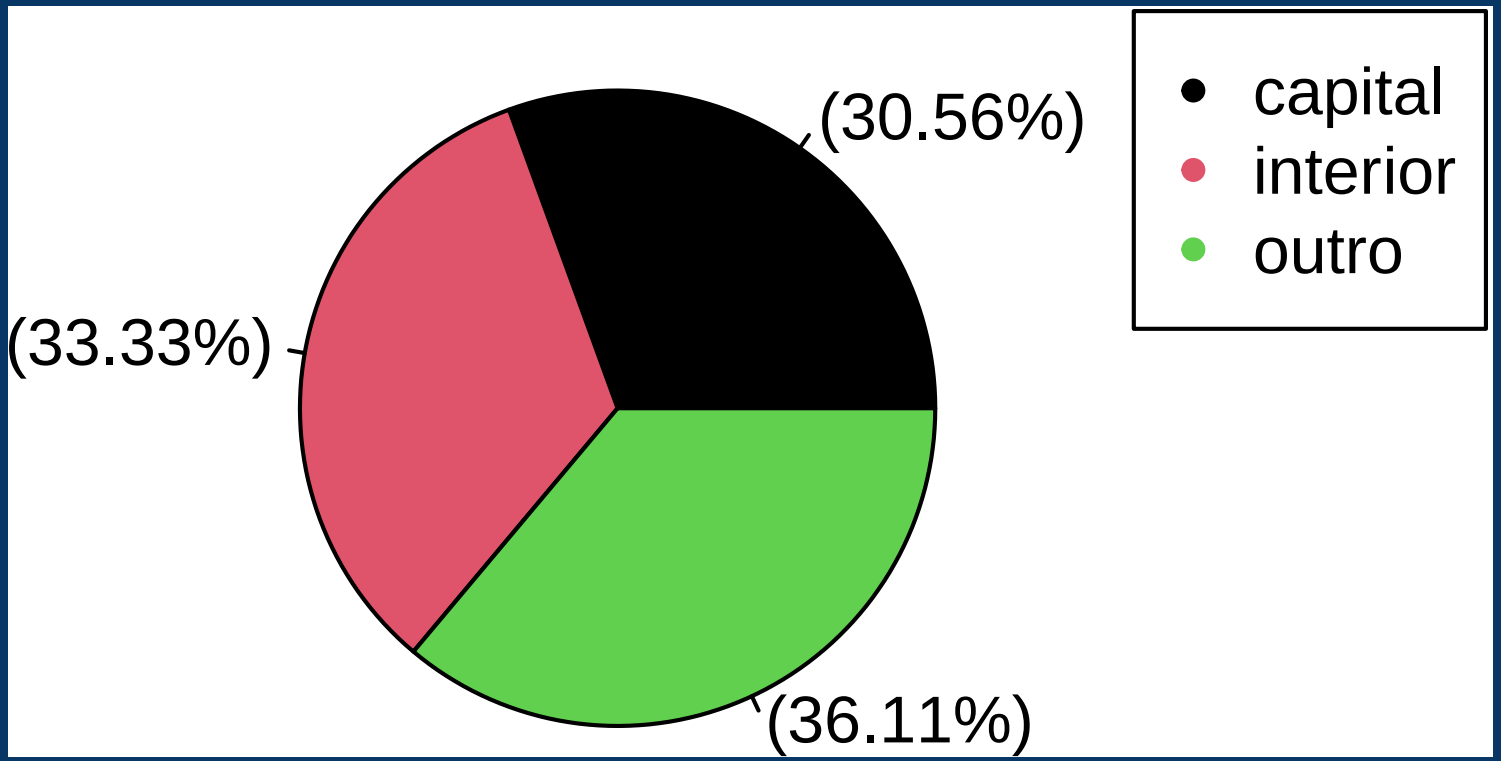
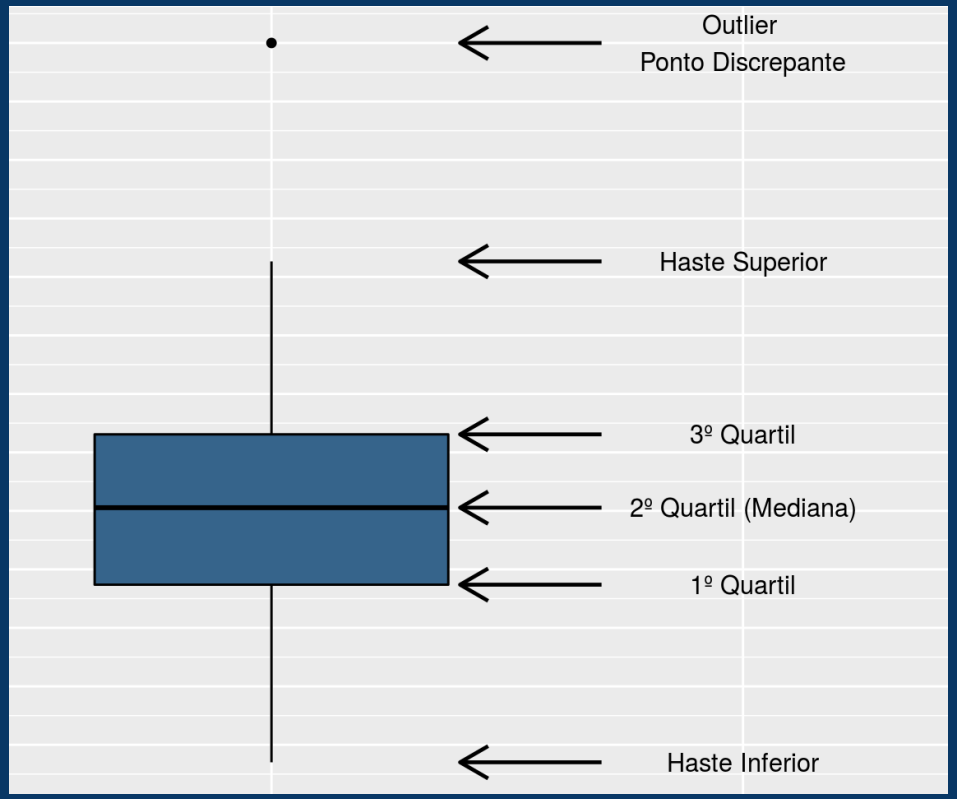


Gráfico Box-Plot



- Podemos utilizar este gráfico para comparar visualmente dois ou mais grupos.
- A diferença entre os quartis ($Q_3 - Q_1$) é uma medida da variabilidade dos dados.

Gráfico Box-Plot

Vamos construir um box-plot para *salario* por categoria de *instrucao*:

```
boxplot(salario ~ instrucao,col= rainbow(7),
xlab = "Grau de Instrução",ylab = "Salário")
```

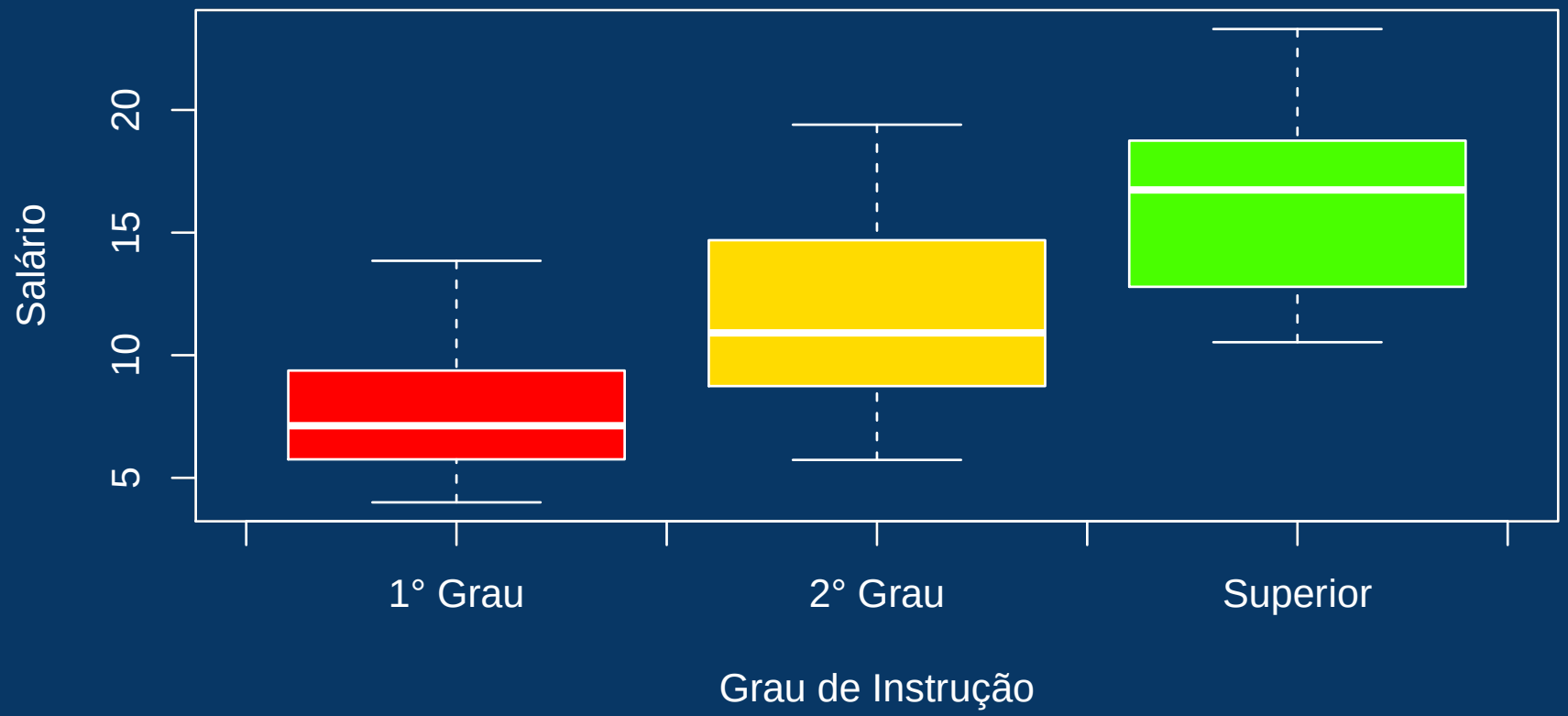
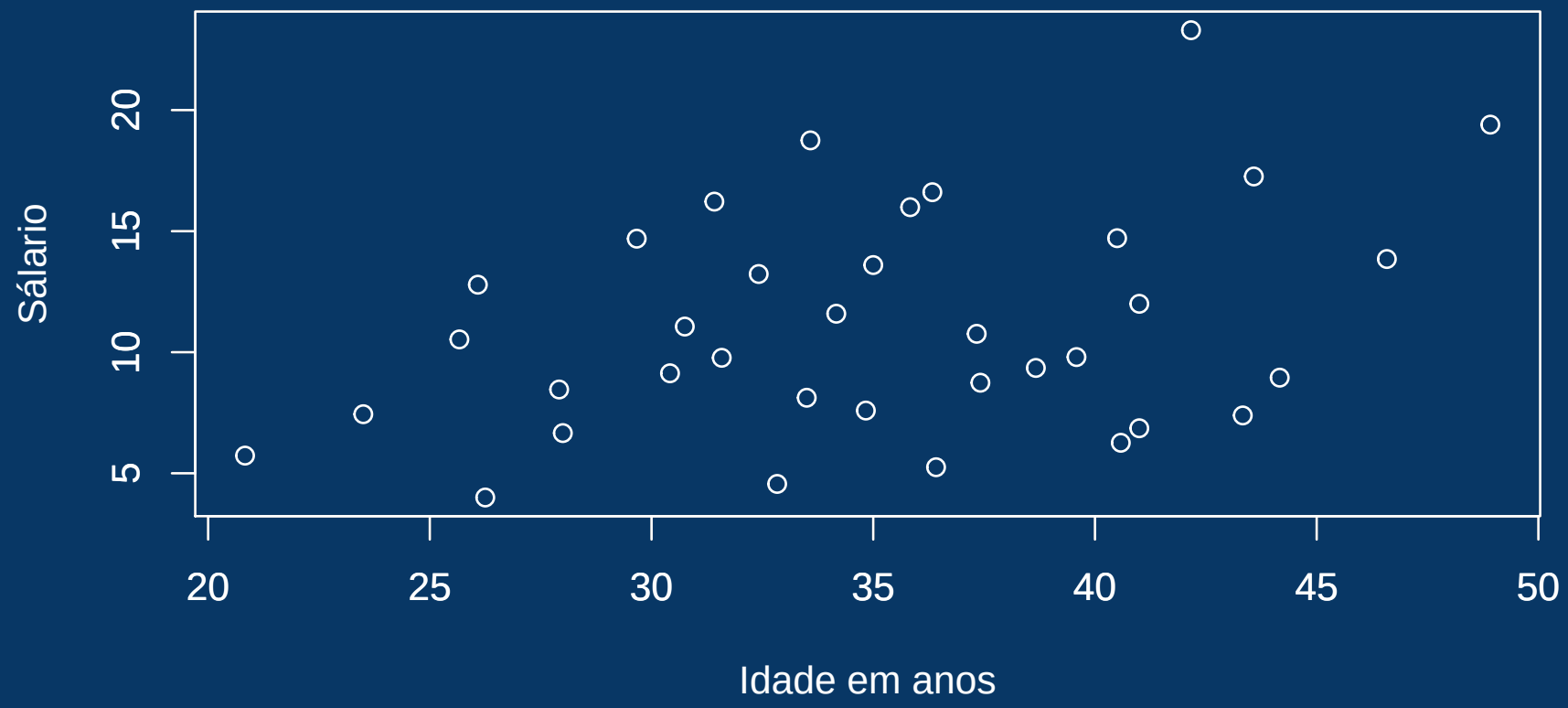


Gráfico de dispersão

- É uma representação de dados de duas ou mais variáveis. Vamos construir um gráfico de dispersão para a variável *idade*:

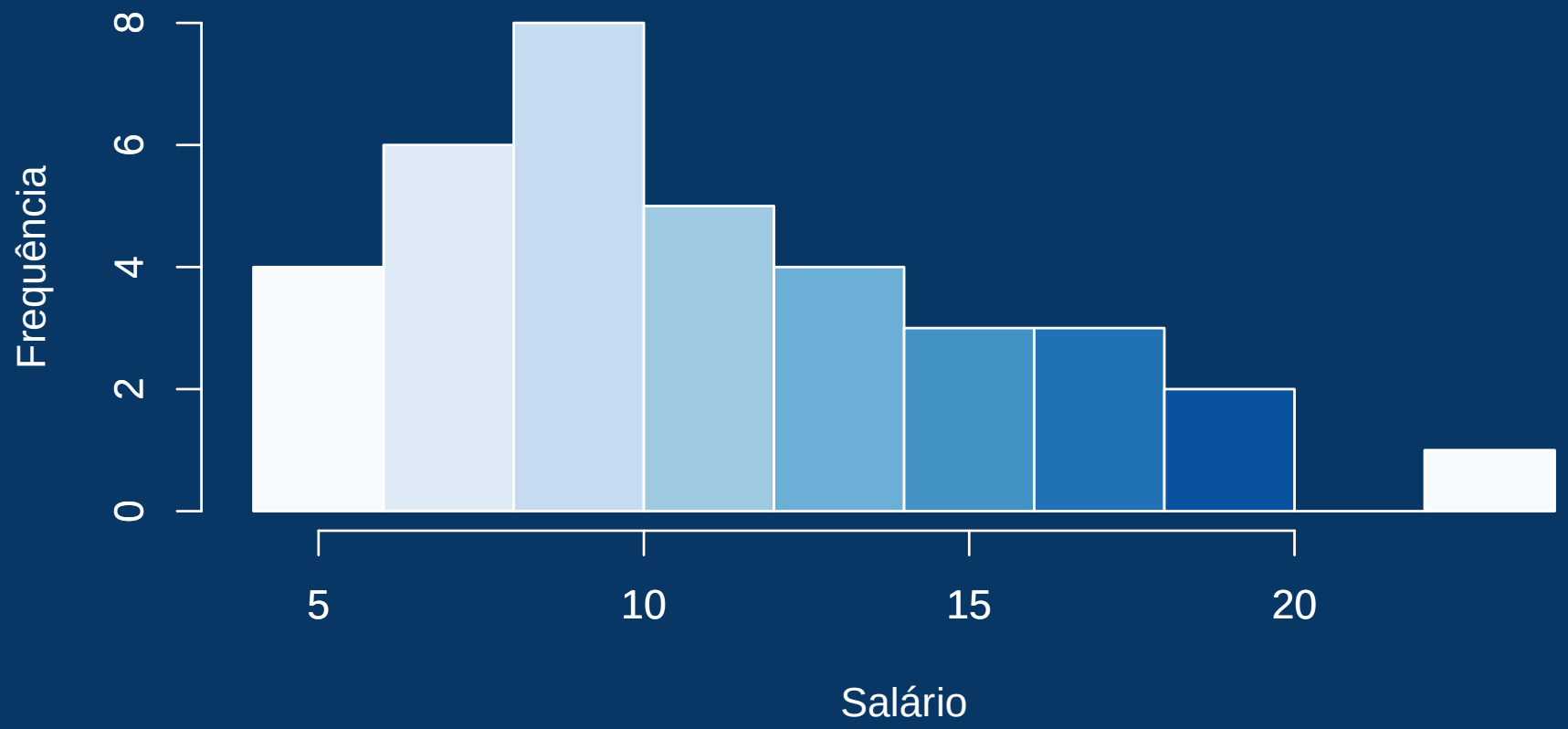
```
plot(idade, salario,xlab = "Idade em anos",
     ylab = "Sálario")
```



Histograma

- Representação gráfica de uma distribuição de frequências por meio de retângulos justapostos, cujas áreas são proporcionais às frequências das classes. Vamos construir um histograma para a variável *salario*:

```
hist(salario,xlab = "Salário",ylab = "Frequência",
      col = blues9,main = "")
```



Histograma

- O histograma é frequentemente utilizado para verificar a simetria dos dados. Para visualizar melhor a simetria dos dados, podemos incluir a curva gaussiana no gráfico:

```
hist(salario,xlab = "Sálario",ylab = "Densidade",col = blues9,freq = F,
      xlim = c(-5,30),main  = "")
curve(dnorm(x,mean = mean(salario),sd = sd(salario)), add = T)
```

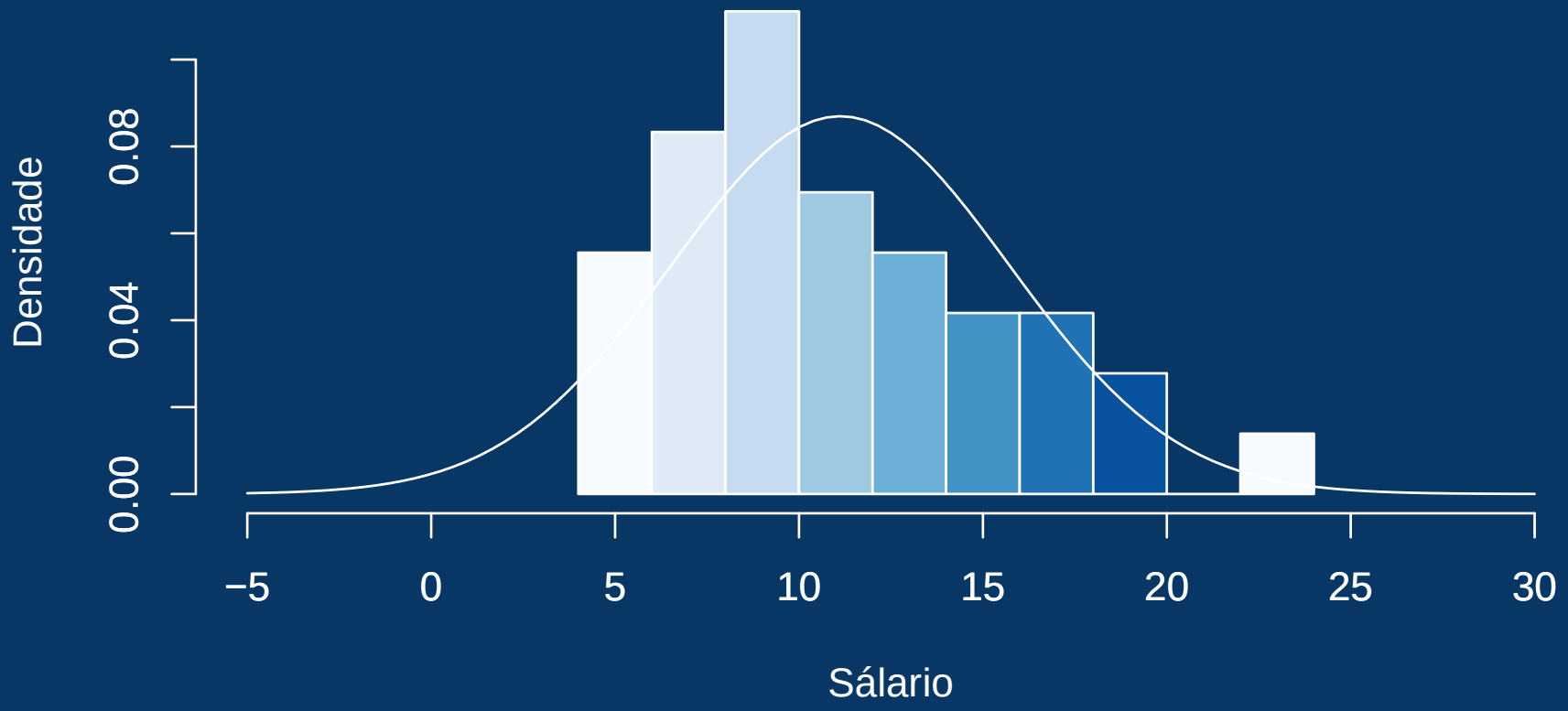
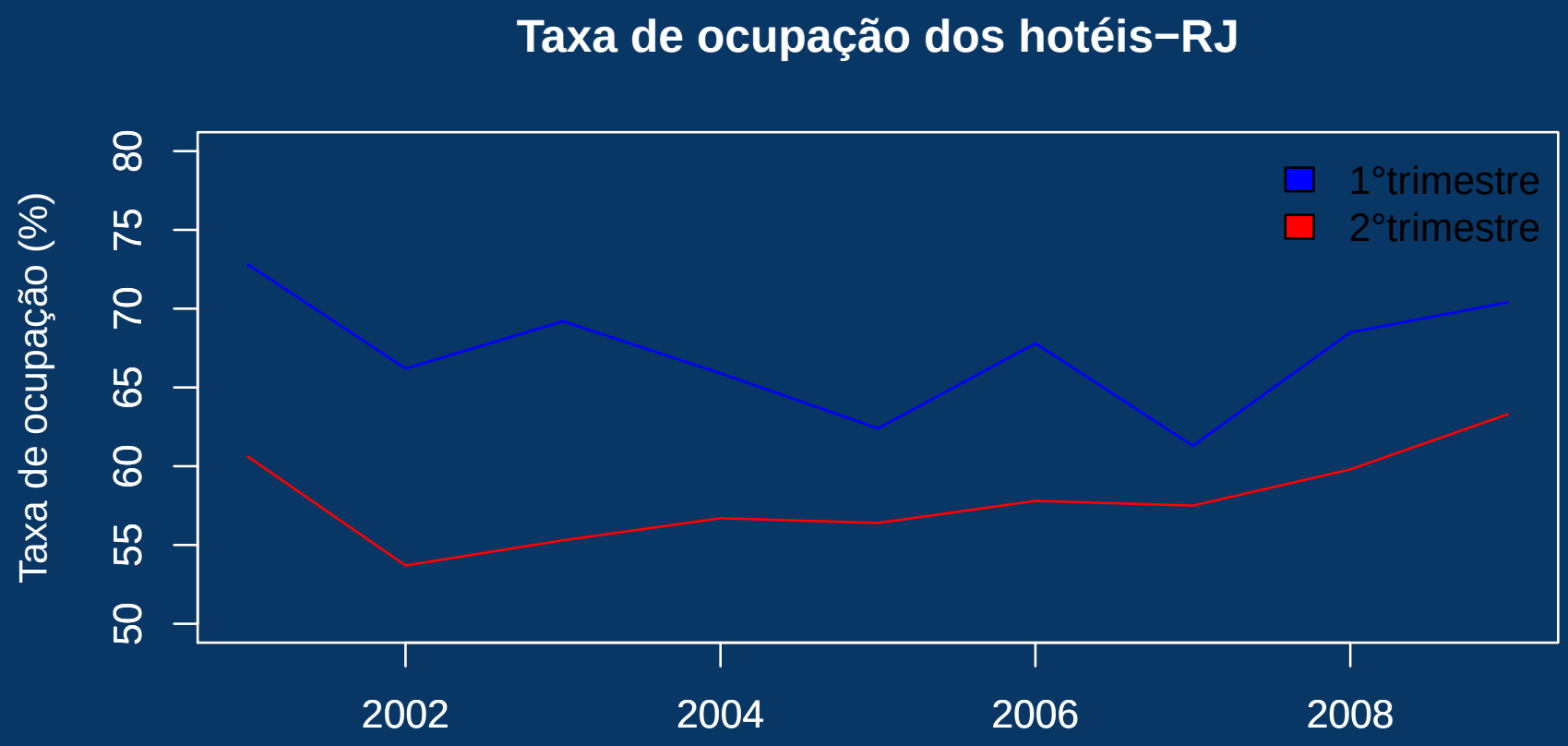


Gráfico de linhas

- Geralmente é utilizado na representação de séries de tempo.

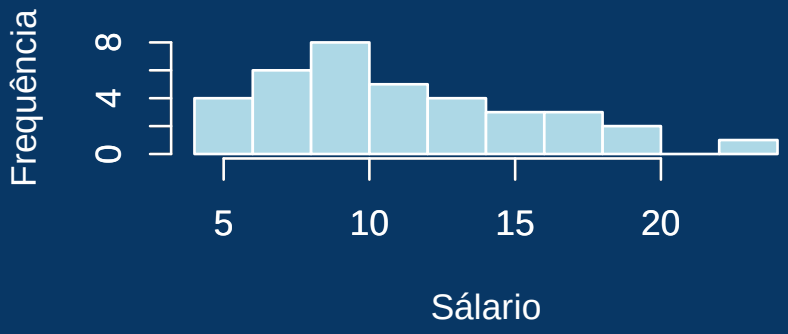
```
ano<-2001:2009
tri1<-c(72.8,66.2,69.2,65.9,62.4,67.8,61.3,68.5,70.4)
tri2<-c(60.6,53.7,55.3,56.7,56.4,57.8,57.5,59.8,63.3)
plot(ano, tri1,type="l",main="Taxa de ocupação dos hotéis-RJ",xlab="ano",ylab="Taxa de ocupação (%)",
col="blue",ylim=c(50,80))
lines(ano,tri2,col="red")
legenda1 = c("1°trimestre","2°trimestre")
legend(x="topright", legend=legenda1,fill=c("blue","red"), bty="n")
```

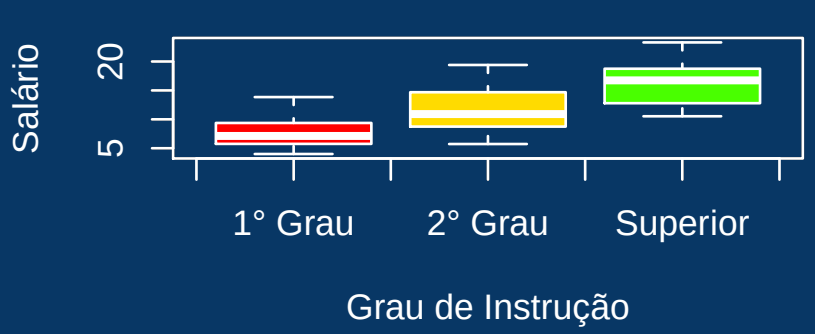


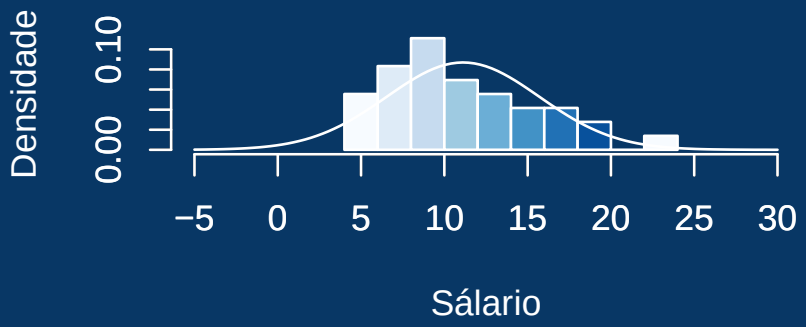
Mais recursos gráficos

- Para melhor visualização dos dados, podemos plotar mais de um gráfico:

```
par(mfrow = c(2,2));hist(salario, col = "lightblue",main = "",xlab = "Sálario",ylab = "Frequência")
boxplot(salario ~ instrucao,col=rainbow(7),xlab = "Grau de Instrução",ylab = "Salário")
hist(salario,xlab = "Sálario",main = "",col = blues9,freq = F,xlim = c(-5,30),ylab = "Densidade")
curve(dnorm(x,mean = mean(salario),sd = sd(salario)), add = T);boxplot(salario,col="darkblue")
```







Mais recursos gráficos

- Para ter acesso às 657 cores disponíveis, podemos utilizar a função *colors*:

```
colors()
```

```
##   [1] "white"           "aliceblue"       "antiquewhite"
##   [4] "antiquewhite1"   "antiquewhite2"   "antiquewhite3"
##   [7] "antiquewhite4"   "aquamarine"      "aquamarine1"
##  [10] "aquamarine2"     "aquamarine3"     "aquamarine4"
##  [13] "azure"           "azure1"          "azure2"
##  [16] "azure3"          "azure4"          "beige"
##  [19] "bisque"          "bisque1"         "bisque2"
##  [22] "bisque3"         "bisque4"         "black"
##  [25] "blanchedalmond"  "blue"            "blue1"
##  [28] "blue2"           "blue3"           "blue4"
##  [31] "blueviolet"      "brown"           "brown1"
##  [34] "brown2"          "brown3"          "brown4"
##  [37] "burlywood"       "burlywood1"      "burlywood2"
##  [40] "burlywood3"      "burlywood4"      "cadetblue"
##  [43] "cadetblue1"      "cadetblue2"      "cadetblue3"
##  [46] "cadetblue4"      "chartreuse"      "chartreuse1"
##  [49] "chartreuse2"     "chartreuse3"     "chartreuse4"
##  [52] "chocolate"       "chocolate1"      "chocolate2"
##  [55] "chocolate3"      "chocolate4"      "coral"
##  [58] "coral1"          "coral2"          "coral3"
##  [61] "coral4"          "cornflowerblue"  "cornsilk"
##  [64] "cornsilk1"       "cornsilk2"       "cornsilk3"
##  [67] "cornsilk4"       "cyan"            "cyan1"
##  [70] "cyan2"           "cyan3"           "cyan4"
##  [73] "darkblue"        "darkcyan"        "darkgoldenrod"
##  [76] "darkgoldenrod1"  "darkgoldenrod2"  "darkgoldenrod3"
##  [79] "darkgoldenrod4"  "darkgray"        "darkgreen"
##  [82] "darkgrey"        "darkkhaki"       "darkmagenta"
```

Mais recursos gráficos

- Para saber mais sobre parâmetros gráficos, como outras cores, eixos, títulos, símbolos, acesse o Link.

Gráficos 3D

- Por vezes, surge a necessidade de analisar a relação de mais de duas variáveis. Podemos então confeccionar gráficos em terceira dimensão, utilizando o pacote *scatterplot3d*:

```
library("scatterplot3d")
```

- Para tanto, vamos utilizar um banco de dados sobre as propriedades físicas da água, retirado do livro "Fundamentos da Engenharia Hidráulica". ▸ Link

```
agua = read.delim("/home/herminia/Documentos/agua.txt")
attach(agua)
head(agua)
```

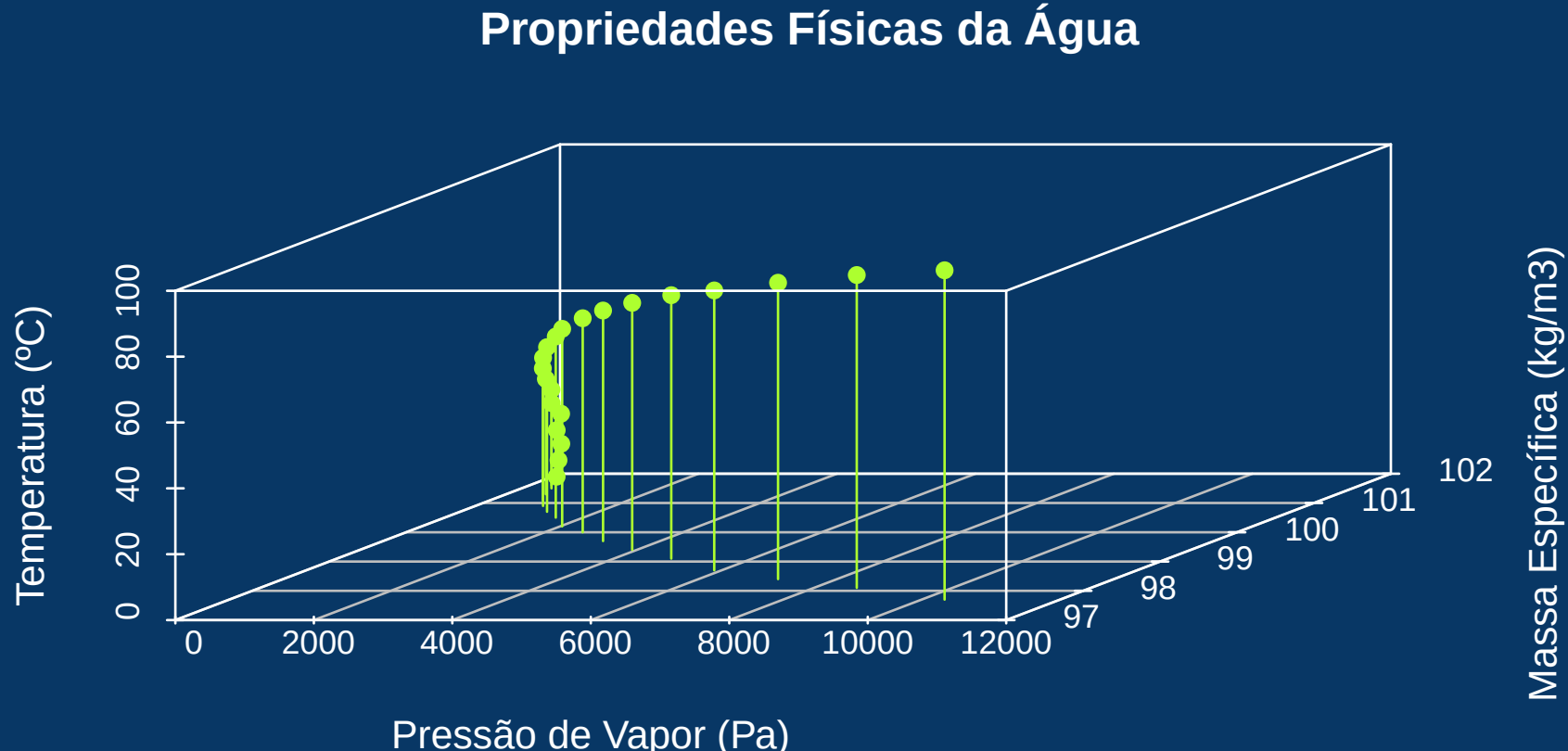
```
  temp massa   peso pressao elasticidade visc_dinamica visc_cinemativa
1    0 101.9  999.9      62         2.08          1.83            1.79
2    5 101.9 1000.0      89         2.10          1.55            1.52
3   10 101.9  999.0     129         2.15          1.33            1.31
4   15 101.8  999.7     174         2.18          1.16            1.14
5   20 101.8  999.1     238         2.24          1.03            1.01
6   25 101.6  998.2     323         2.26          0.91            0.90
```

- Observe que todas as variáveis são quantitativas.

Gráficos 3D

- Vamos fazer um gráfico tridimensional com as variáveis *pressao, massa e temp*:

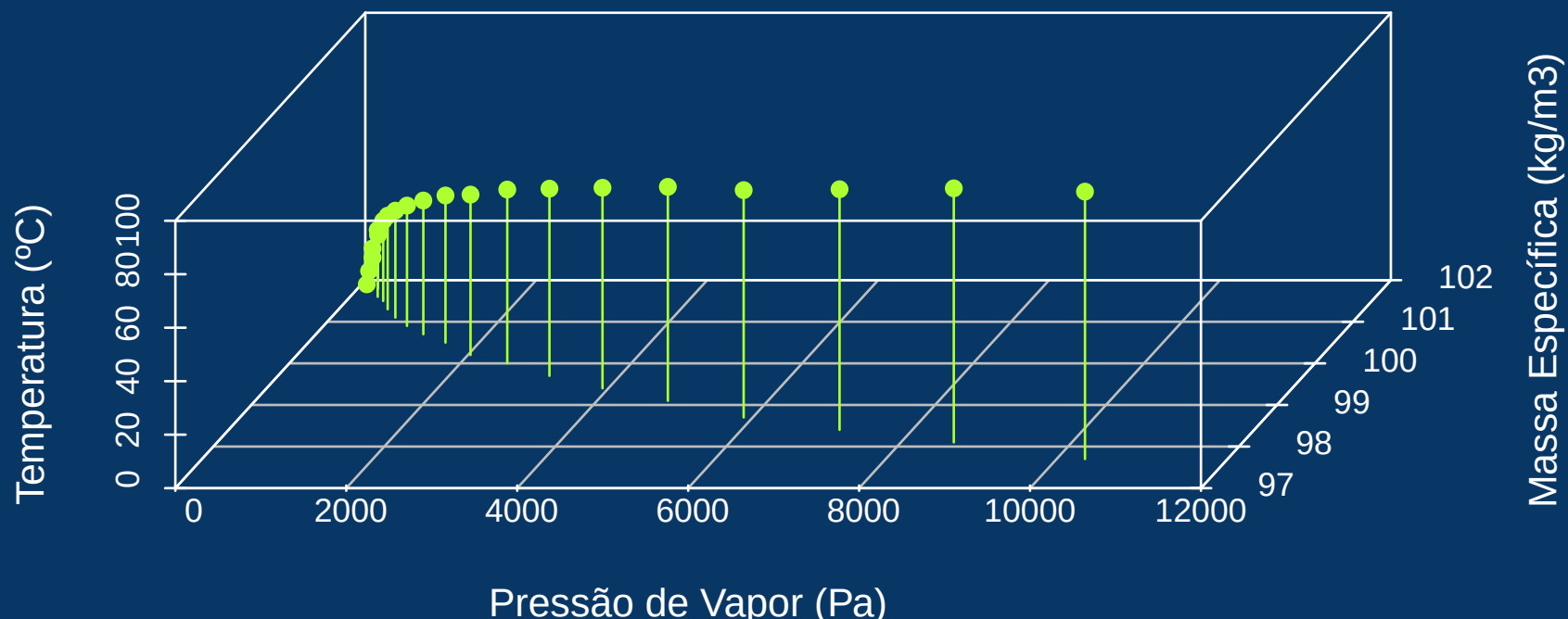
```
scatterplot3d(pressao,massa,temp,xlab = "Pressão de Vapor (Pa)",
     ylab = "Massa Específica (kg/m3)", zlab = "Temperatura (ºC)",
    main = "Propriedades Físicas da Água",pch = 16,
     color = "greenyellow", type = "h")
```



Gráficos 3D

- É possível ainda modificar o ângulo de visualização, utilizando o argumento *angle*:

```
scatterplot3d(pressao,massa,temp,xlab = "Pressão de Vapor (Pa)",
     ylab = "Massa Específica (kg/m3)", zlab = "Temperatura (ºC)",
     main = "Propriedades Físicas da Água",pch = 16,
     color = "greenyellow", type = "h", angle = 70)
```



Gráficos 3D

- Podemos gerar uma versão interativa do gráfico anterior, utilizando os pacotes *rgl e car*:

```
library("car")
library("rgl")
scatter3d(pressao,massa,temp, point.col = "greenyellow",
          surface = FALSE,xlab = "Pressão Vapor (Pa)",
          ylab = "Massa Especifica (kg/m3)",
          zlab = "Temperatura (C)")
```

Gráficos 3D

- Utilizaremos agora um conjunto de dados que contém informações acerca das dimensões em centímetros da pétala e sépala de 50 flores de três diferentes espécies de íris:

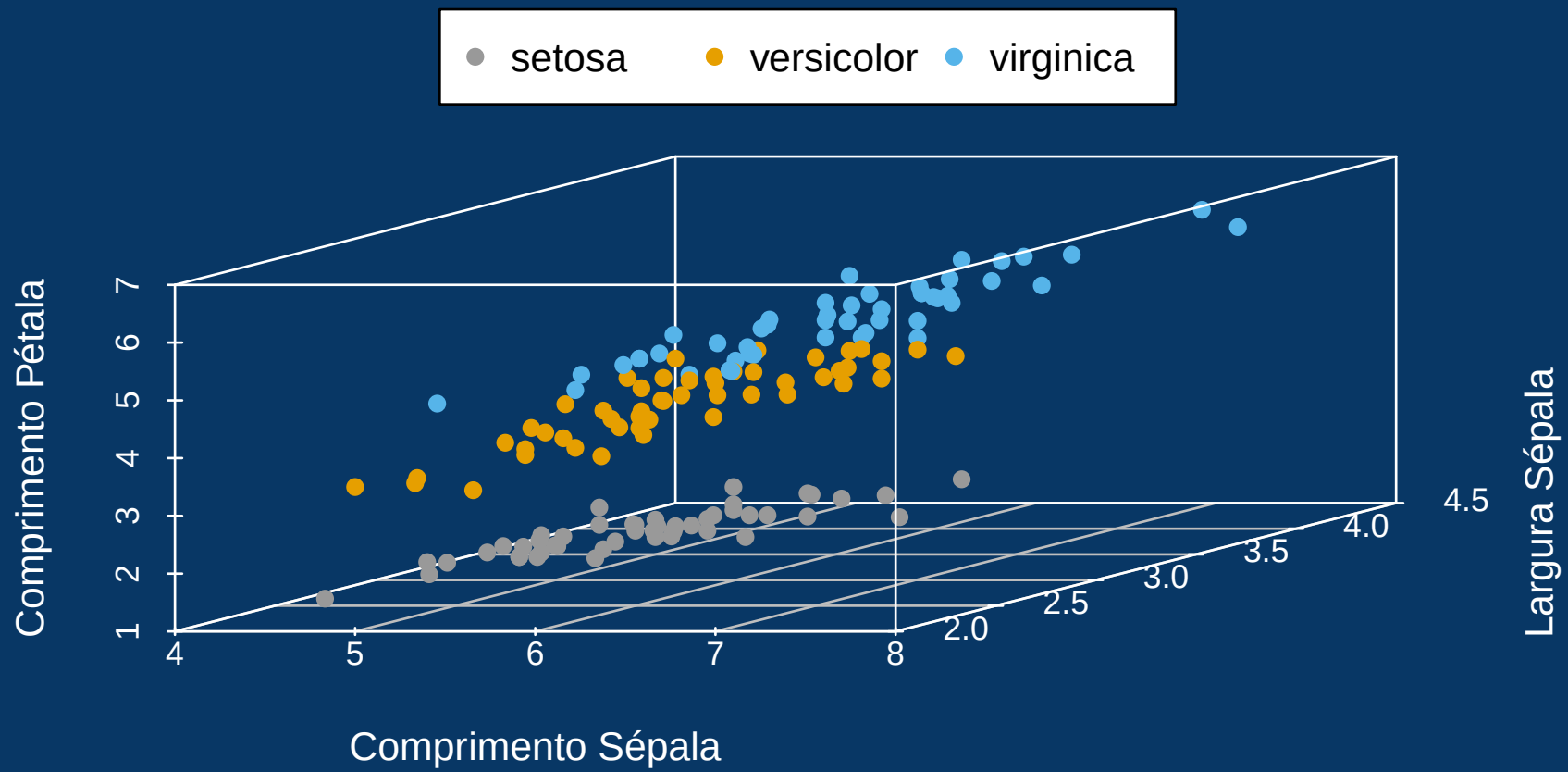
```
data(iris)
head(iris)
```

```
  Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width Species
1          5.1         3.5          1.4         0.2  setosa
2          4.9         3.0          1.4         0.2  setosa
3          4.7         3.2          1.3         0.2  setosa
4          4.6         3.1          1.5         0.2  setosa
5          5.0         3.6          1.4         0.2  setosa
6          5.4         3.9          1.7         0.4  setosa
```

Gráficos 3D

- Vamos construir o gráfico 3D para as variáveis *Sepal.Length, Sepal.Width* e *Petal.Length*, indicando pela cor a espécie:

```
cores = c("#999999", "#E69F00", "#56B4E9");cores = cores[as.numeric(iris$Species)]
scatterplot3d(iris[,1:3], pch = 16, color=cores,xlab = "Comprimento Sépala",
              ylab = "Largura Sépala", zlab = "Comprimento Pétala")
legend("top", legend = levels(iris$Species),col =  c("#999999", "#E69F00", "#56B4E9"),
             pch = 16,inset = -0.25, xpd = TRUE, horiz = TRUE)
```



Gramática dos gráficos

- Criada por Leland Wilkinson, nos possibilita construir gráficos de uma forma diferente, utilizando camadas.

- A gramática dos gráficos é composta por sete elementos:
  - Dados
  - Estética
  - Geometria
  - Facets
  - Estatística
  - Coordenadas
  - Temas

Gramática dos gráficos

- Para exemplificar essa forma de construção de gráficos, vamos utilizar o pacote *ggplot2*:

```
library(ggplot2)
```

- Iremos utilizar a base de dados desse pacote chamada *midwest*, que contém informações demográficas acerta dos estados do centro-oeste dos EUA:

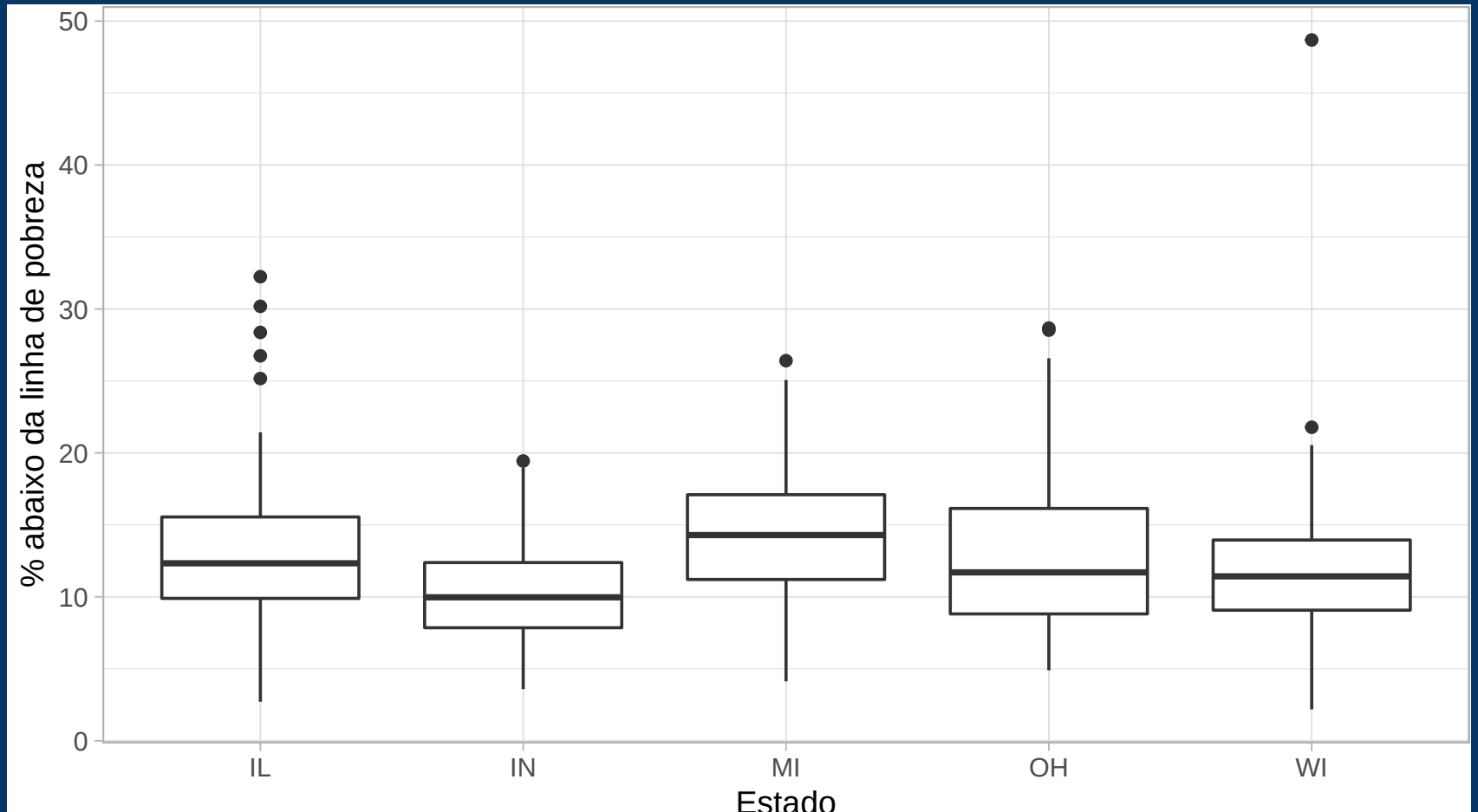
```
data("midwest")
head(midwest)
```

```
# A tibble: 6 x 28
    PID county state  area poptotal popdensity popwhite popblack popamerindian
  <int> <chr>  <chr> <dbl>    <int>      <dbl>    <int>    <int>         <int>
1   561 ADAMS  IL    0.052    66090      1271.    63917     1702            98
2   562 ALEXA~ IL    0.014    10626       759      7054     3496            19
3   563 BOND   IL    0.022    14991       681.    14477      429            35
4   564 BOONE  IL    0.017    30806      1812.    29344      127            46
5   565 BROWN  IL    0.018     5836       324.     5264      547            14
6   566 BUREAU IL    0.05     35688       714.    35157       50            65
# ... with 19 more variables: popasian <int>, popother <int>, percwhite <dbl>,
#   percblack <dbl>, percamerindan <dbl>, percasian <dbl>, percother <dbl>,
#   popadults <int>, perchsd <dbl>, percollege <dbl>, percprof <dbl>,
#   poppovertyknown <int>, percpovertyknown <dbl>, percbelowpoverty <dbl>,
#   percchildbelowpovert <dbl>, percadultpoverty <dbl>,
#   percelderlypoverty <dbl>, inmetro <int>, category <chr>
```

Alguns gráficos utilizando o pacote *ggplot2*

- Vamos construir um box-plot para a variável *percbelowpoverty* por estado:

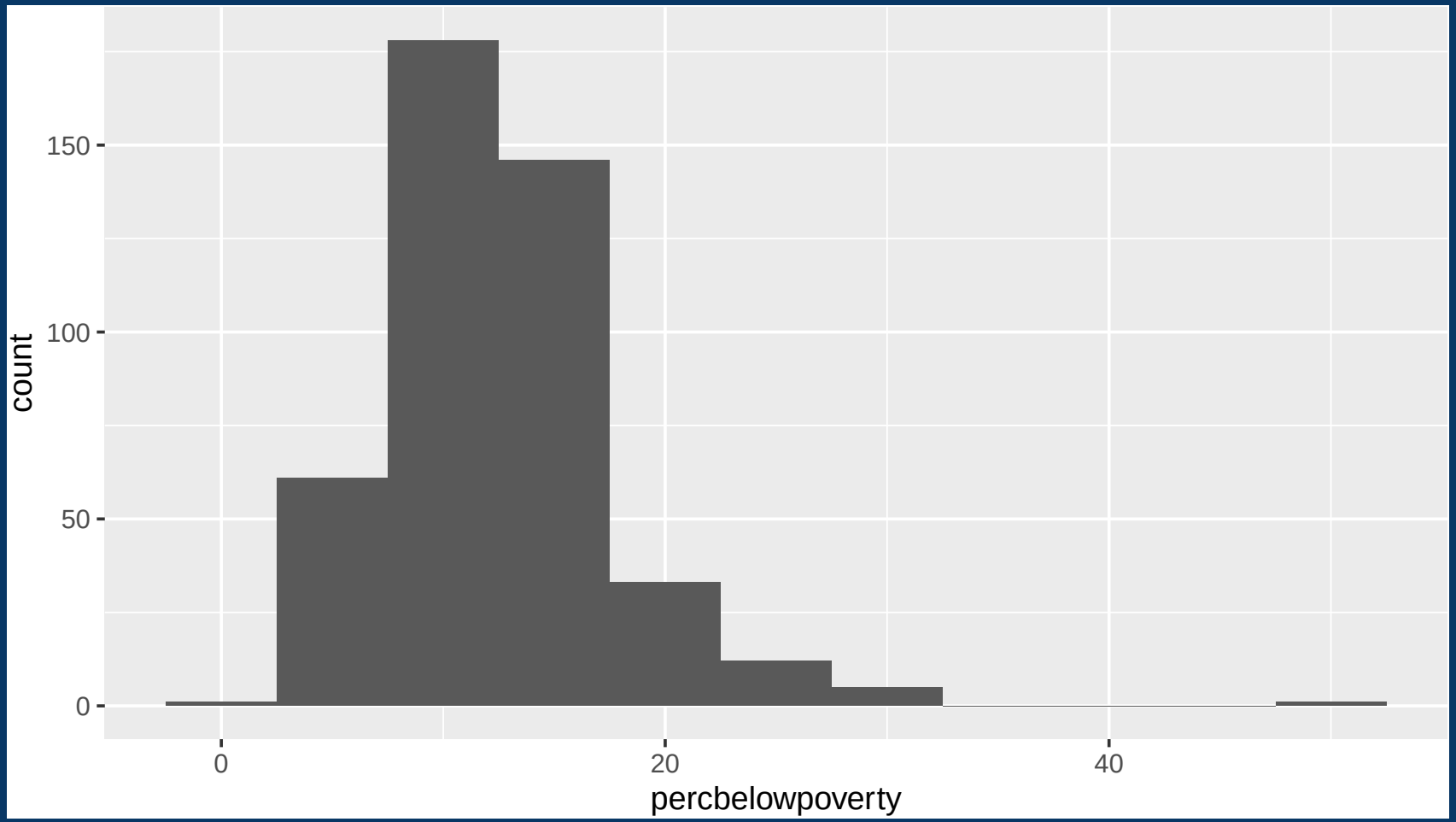
```
ggplot(midwest,aes(state,percbelowpoverty)) + geom_boxplot() +
 theme_light() + xlab("Estado") + ylab("% abaixo da linha de pobreza")
```



Alguns gráficos utilizando o pacote *ggplot2*

- Vamos construir um histograma para a variável *percbelowpoverty*:

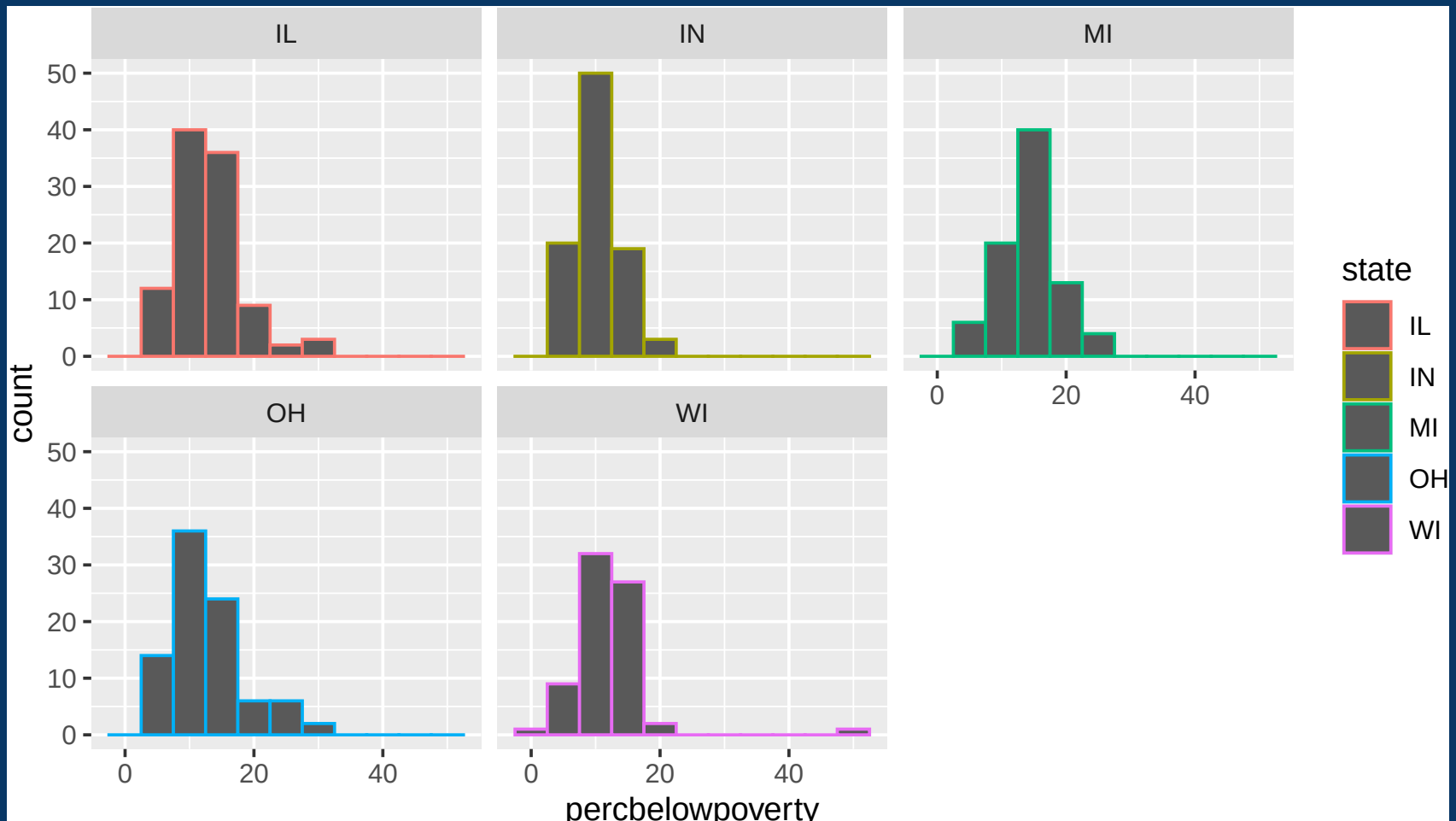
```
ggplot(midwest,aes(percbelowpoverty)) +
geom_histogram(binwidth = 5)
```



Alguns gráficos utilizando o pacote *ggplot2*

- Podemos ainda fazer mais de um gráfico por vez, por exemplo, um histograma para a variável *percbelowpoverty* por estado:

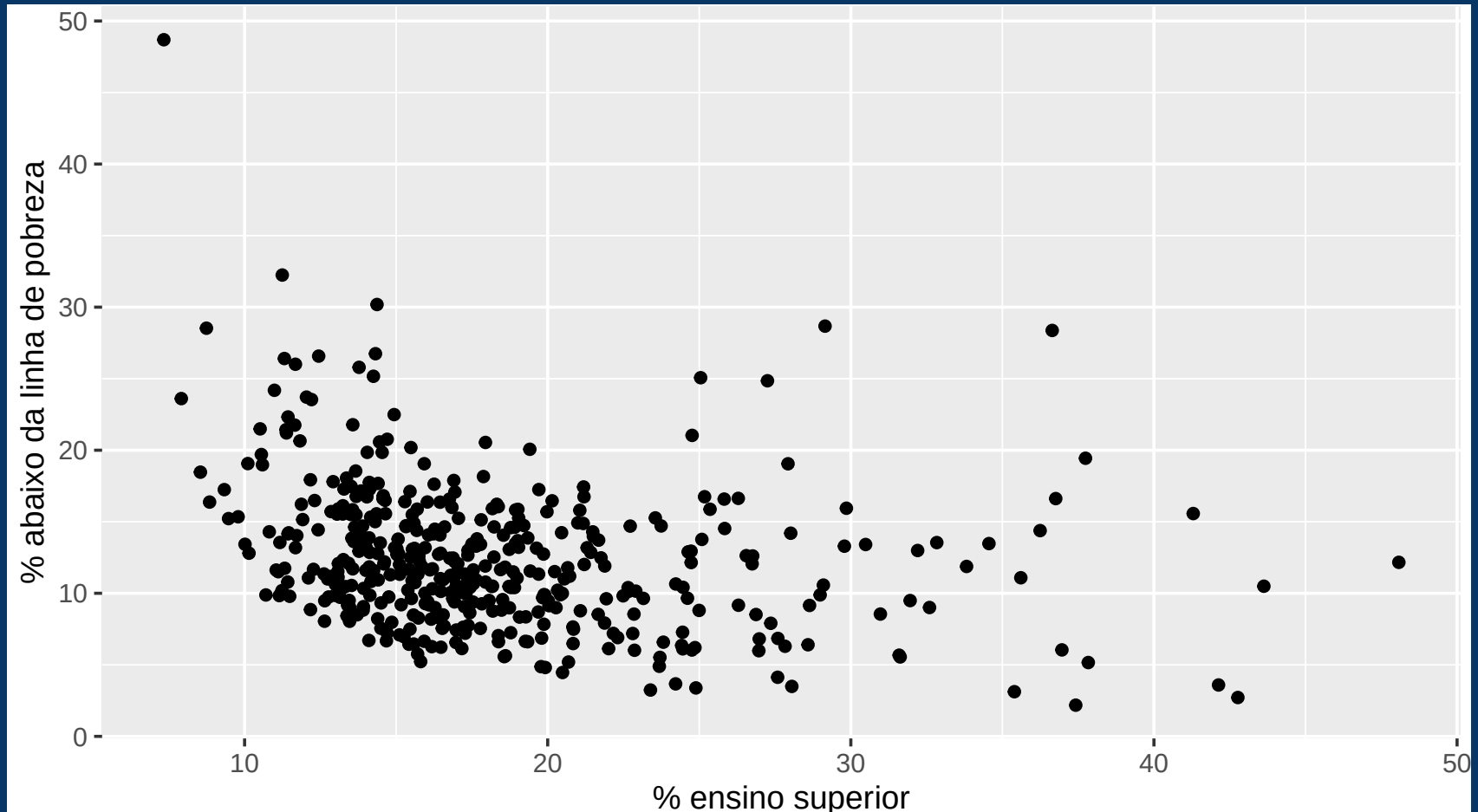
```
ggplot(midwest,aes(percbelowpoverty, color = state)) +
geom_histogram(binwidth = 5) + facet_wrap(~state,nrow = 3,ncol = 3)
```



Alguns gráficos utilizando o pacote *ggplot2*

- Vamos construir um gráfico de dispersão para as variáveis *percollege e percbelowpoverty* por estado:

```
ggplot(midwest,aes(percollege,percbelowpoverty)) + geom_point() +
xlab("% ensino superior") + ylab("% abaixo da linha de pobreza")
```



Alguns gráficos utilizando o pacote *ggplot2*

- Podemos utilizar alguns recursos avançados para construir gráficos. Vamos construir um gráfico de dispersão para as variáveis *area e poptotal*:

```
ggplot(midwest,aes(area,poptotal)) +
geom_point(aes(col = state, size = popdensity)) + xlim(c(0,0.1)) +
ylim(c(0,500000)) + geom_smooth(method = "lm", se = F)
```