

# Física Geral - Laboratório (2014/2)

Aula I: Introdução & Organização e descrição  
de dados



# Física Geral - 2013/1

## Bibliografia:



“Estimativas e Erros em Experimentos de Física”  
(EdUERJ)

# A Física

A mais básica das ciências.

Seu principal objetivo é ampliar nosso conhecimento sobre o mundo em que vivemos.

Quais são os componentes fundamentais da matéria; as interações entre eles; como são formados os sistemas mais complexos; as leis que regem os fenômenos naturais, etc.

# O método da Física

Na sua tentativa de entender a Natureza, os físicos criam conceitos que são associados a **grandezas físicas**.

As relações estabelecidas entre grandezas são denominadas **leis físicas**.

O **experimento** tem papel fundamental na Física (e Ciências, em geral).

O método inaugurado no século XVII pelo físico italiano Galileu Galilei (1564-1642), **condicionando a aceitação ou rejeição de uma hipótese sobre a Natureza a um procedimento experimental**, foi adotado pela Ciência permitindo seu enorme avanço desde então.

# O método da Física

Para entender os fenômenos naturais a ciência depende da observação, da razão e da experimentação, que constituem a base do chamado **Método Científico**.

A **observação** consiste num exame cuidadoso crítico de um fenômeno onde é feito o registro e análise dos diferentes fatores que parecem influenciá-lo.

A **razão** vem da análise crítica do fenômeno com base em hipóteses, modelos, teorias ou leis que o prevêm.

Poucas vezes os fenômenos físicos ocorrem na natureza com as variações, flexibilidade e frequência que seriam desejáveis. Por este motivo a **experimentação** se torna necessária.

# O método da Física

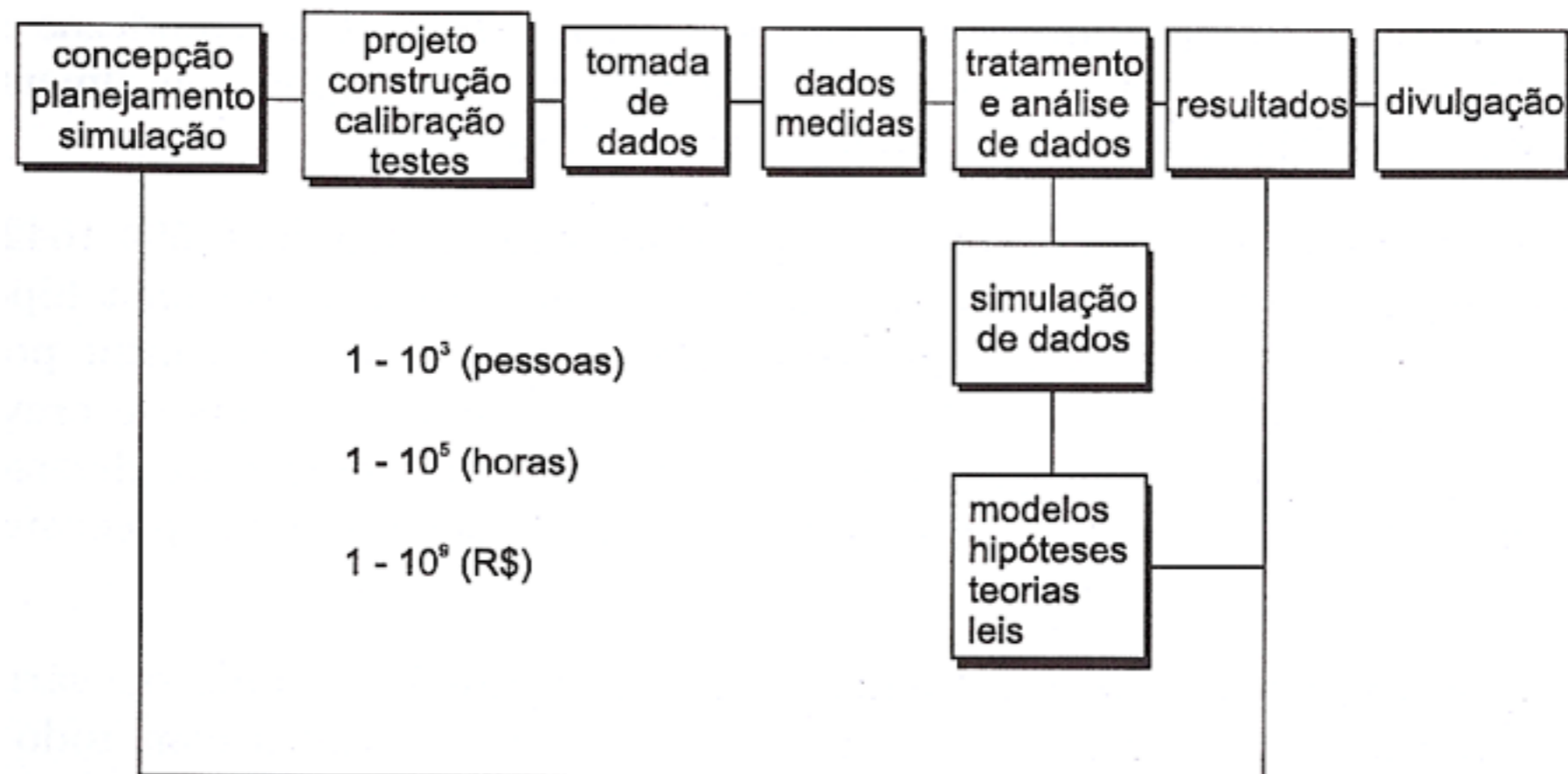
A experimentação consiste na observação de um fenômeno em condições previamente estabelecidas e cuidadosamente controladas.

No passado, tal como ocorreu com Galileu, Newton Huyghens e outros, um cientista podia trabalhar mais ou menos isoladamente.

A ciência moderna, como consequência da sua complexidade, é principalmente resultado de equipes de físicos teóricos e experimentais trabalhando em conjunto.

# Etapas de um experimento

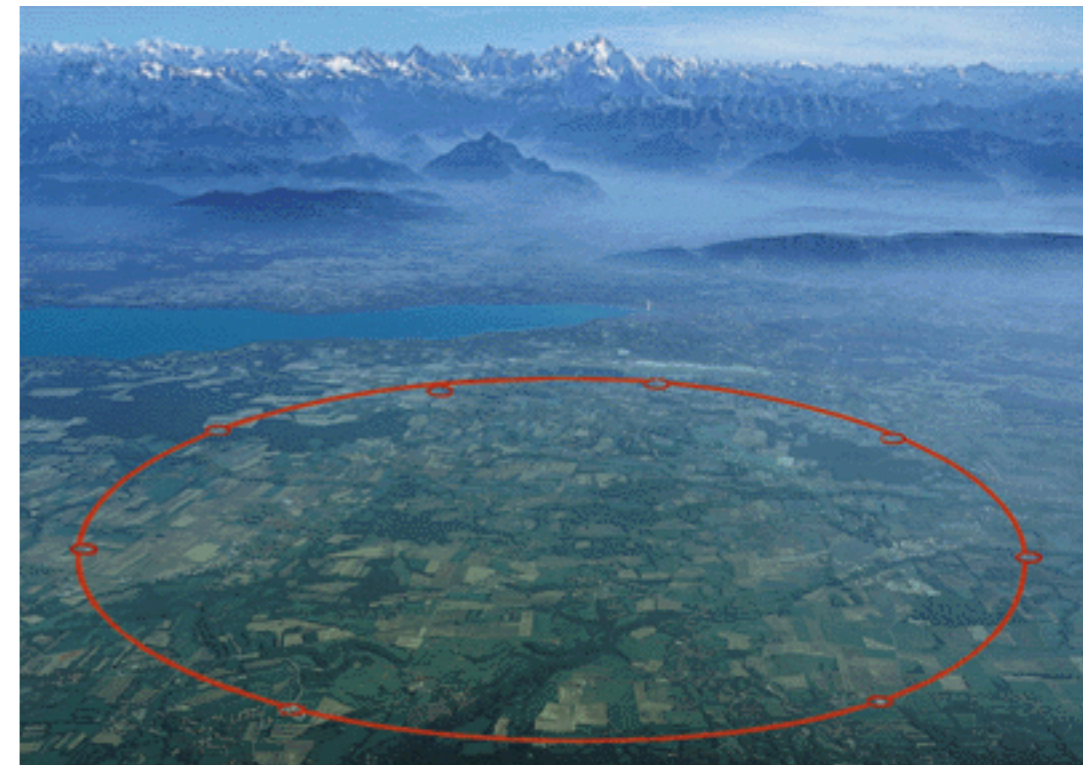
Simple ou complexo, um experimento obedece basicamente o seguinte esquema.



# Um experimento moderno



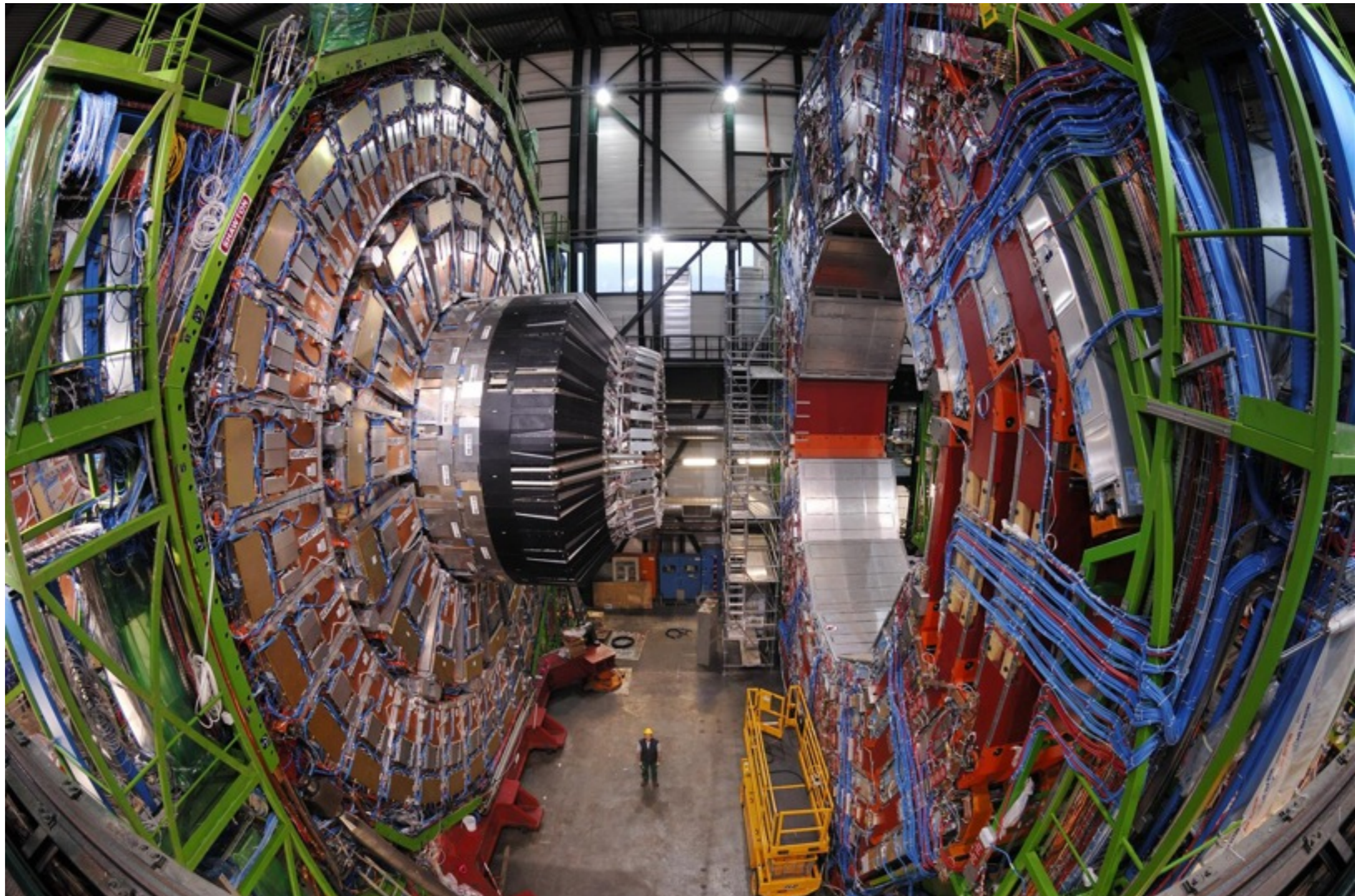
O acelerador de partículas **LHC** no CERN (Suíça / França)





# Um experimento moderno

O experimento **CMS** (Compact Muon Solenoid) do LHC



# Dados e medidas

*Dados:* Valores ou qualificações de atributos dos elementos de um conjunto

*Medidas:* Dados numéricos associados a grandezas que descrevem um fenômeno ou sistema físico

# Dados brutos

*Exemplo de conjunto de dados:*

1) Valores das idades de um grupo de estudantes de Física Geral

Estudante 1: 18 anos

Estudante 2: 19 anos

Estudante 3: 18 anos

Unidade: Anos

# Dados brutos

*Exemplo de conjunto de dados:*

2) Valores das massas de um grupo de estudantes de Física Geral

Estudante 1: 60,2 Kg

Estudante 2: 72,4 Kg

Estudante 3: 65,6 Kg

Unidade: Quilograma (Kg)

# Dados brutos

*Exemplo de conjunto de dados:*

3) Valores das alturas de um grupo de estudantes de Física Geral

Estudante 1: 172 cm

Estudante 2: 168 cm

Estudante 3: 180 cm

Unidade: Centímetro (cm)

# Dados e medidas

Representação do conjunto de dados:

Idades dos estudantes = {18; 19; 18} (anos)

Massas dos estudantes = {60,2; 72,4; 65,6} (Kg)

Alturas dos estudantes = {172; 168; 180} (cm)

Em geral:

$\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_N\} = \{\text{valor n}^\circ 1, \text{valor n}^\circ 2, \text{valor n}^\circ 3, \dots, \text{valor n}^\circ \text{'N'}\}$

# Dados e medidas

Outros exemplos:

Medidas do comprimento de uma mesa:

$\{150,3; 152,0; 150,4; 151,8\}$  (cm)

Medidas de temperatura de uma sala:

$\{29,3; 28,6; 30,4\}$  ( $^{\circ}\text{C}$ )

Medidas da tensão da rede elétrica:

$\{115,2; 124,5; 128,3; 121,1\}$  (V)

Tipo sanguíneo dos estudantes de FG:

$\{\text{'O-'; 'A-'; 'O+'}\}$

# Organizando um conjunto de dados: Tabelas

*Tabelas:* arranjos, ordenados ou não, de dados

Estudante de FG	Idade (anos)	Massa (Kg)	Altura (cm)
1	18	60,2	172
2	19	72,4	168
3	18	65,6	180

Mesa	Comprimento (cm)
1	150,3
2	152,0
3	150,4
4	151,8



# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

*Classes:* Intervalos em que um conjunto de dados é agrupado

*Histogramas:* Número de ocorrências ou frequência das classes de agrupamento de um conjunto de dados

# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

*Classes:* Intervalos em que um conjunto de dados é agrupado

*Histogramas:* Número de ocorrências ou frequência das classes de agrupamento de um conjunto de dados

- Passo nº 1: Definir classes de agrupamento de dados
- Passo nº 2: Computar frequências para cada classe de dados
- Passo nº 3: Representar graficamente frequências em forma de histogramas

# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

*Classes:* Intervalos em que um conjunto de dados é agrupado

*Histogramas:* Número de ocorrências ou frequência das classes de agrupamento de um conjunto de dados

- Passo nº 1: Definir classes de agrupamento de dados
- Passo nº 2: Computar frequências para cada classe de dados
- Passo nº 3: Representar graficamente frequências em forma de histogramas

Que tamanho de intervalo devemos usar para cada classe de frequência?

# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

*Classes:* Intervalos em que um conjunto de dados é agrupado

*Histogramas:* Número de ocorrências ou frequência das classes de agrupamento de um conjunto de dados

Exemplo:

Um conjunto maior de dados (idades): {10, 7, 10, 11, 10, 15, 8, 12, 14, 9, 6, 8, 7, 14, 10, 10, 7, 12, 12, 9, 13, 10, 9, 8} (anos)

← 24 elementos

# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

Um conjunto maior de dados (idades): {10, 7, 10, 11, 10, 15, 8, 12, 14, 9, 6, 8, 7, 14, 10, 10, 7, 12, 12, 9, 13, 10, 9, 8} (anos)

---

# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

Um conjunto maior de dados (idades): {10, 7, 10, 11, 10, 15, 8, 12, 14, 9, 6, 8, 7, 14, 10, 10, 7, 12, 12, 9, 13, 10, 9, 8} (anos)

---

Escolha 1:

Classe de idades (anos)	Frequências
6	1
7	3
8	3
9	3
10	6
11	1
12	3
13	1
14	2
15	1

# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

Um conjunto maior de dados (idades): {10, 7, 10, 11, 10, 15, 8, 12, 14, 9, 6, 8, 7, 14, 10, 10, 7, 12, 12, 9, 13, 10, 9, 8} (anos)

---

Escolha 1:

Classe de idades (anos)	Frequências
6	1
7	3
8	3
9	3
10	6
11	1
12	3
13	1
14	2
15	1

Escolha 2:

Classe de idades (anos)	Frequência
[6 - 8)	4
[8 - 10)	6
[10 - 12)	7
[12 - 14)	4
[14 - 16)	3

# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

Conjunto de idades:

{10, 7, 10, 11, 10, 15, 8, 12, 14, 9, 6, 8, 7, 14, 10, 10, 7, 12, 12, 9, 13, 10, 9, 8} (anos)

Classe de idades (anos)	Frequências
6	1
7	3
8	3
9	3
10	6
11	1
12	3
13	1
14	2
15	1

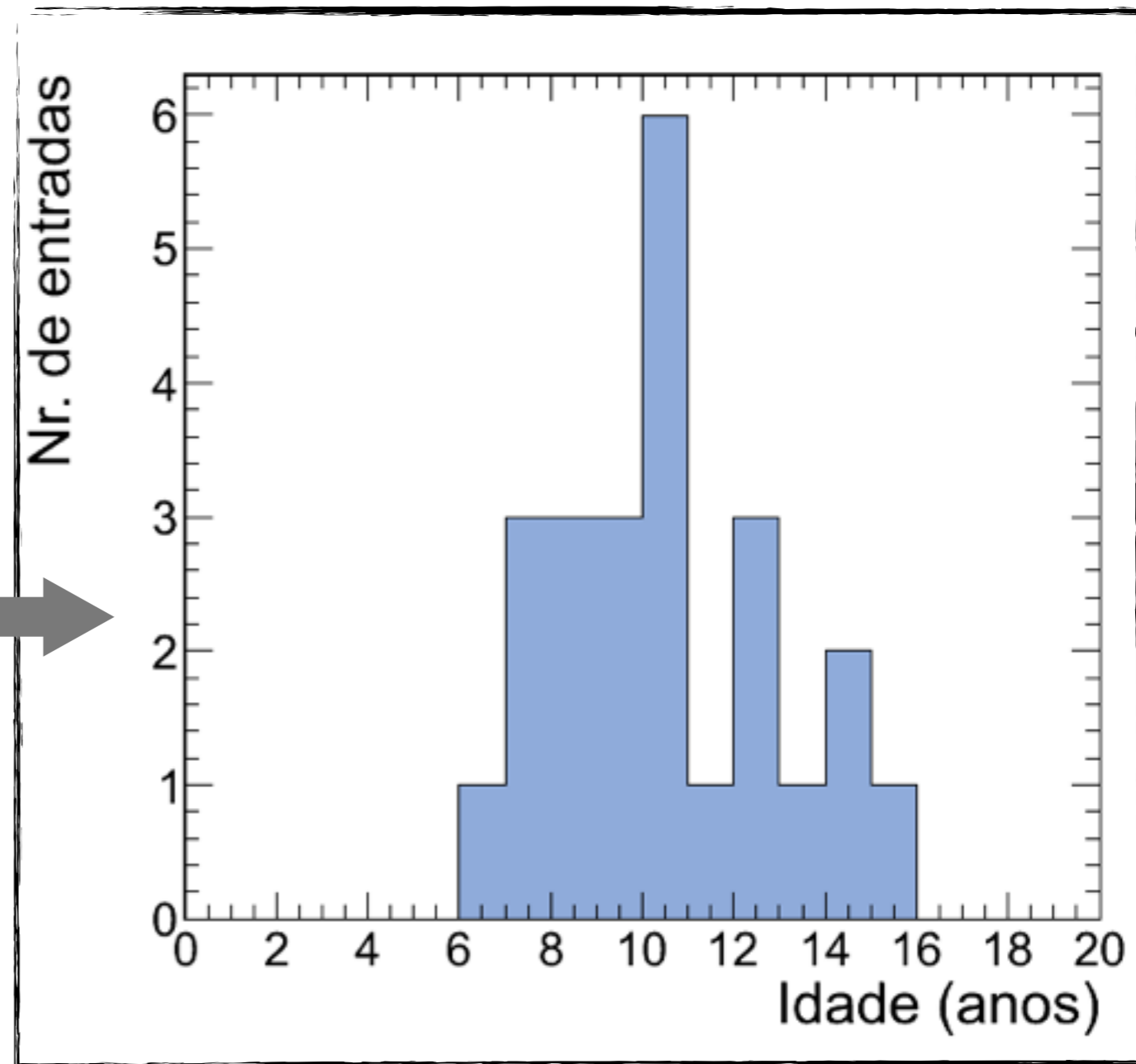


# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

Conjunto de idades:

{10, 7, 10, 11, 10, 15, 8, 12, 14, 9, 6, 8, 7, 14, 10, 10, 7, 12, 12, 9, 13, 10, 9, 8} (anos)

Classe de idades (anos)	Frequências
6	1
7	3
8	3
9	3
10	6
11	1
12	3
13	1
14	2
15	1



# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

Conjunto de idades:

{10, 7, 10, 11, 10, 15, 8, 12, 14, 9, 6, 8, 7, 14, 10, 10, 7, 12, 12, 9, 13, 10, 9, 8} (anos)

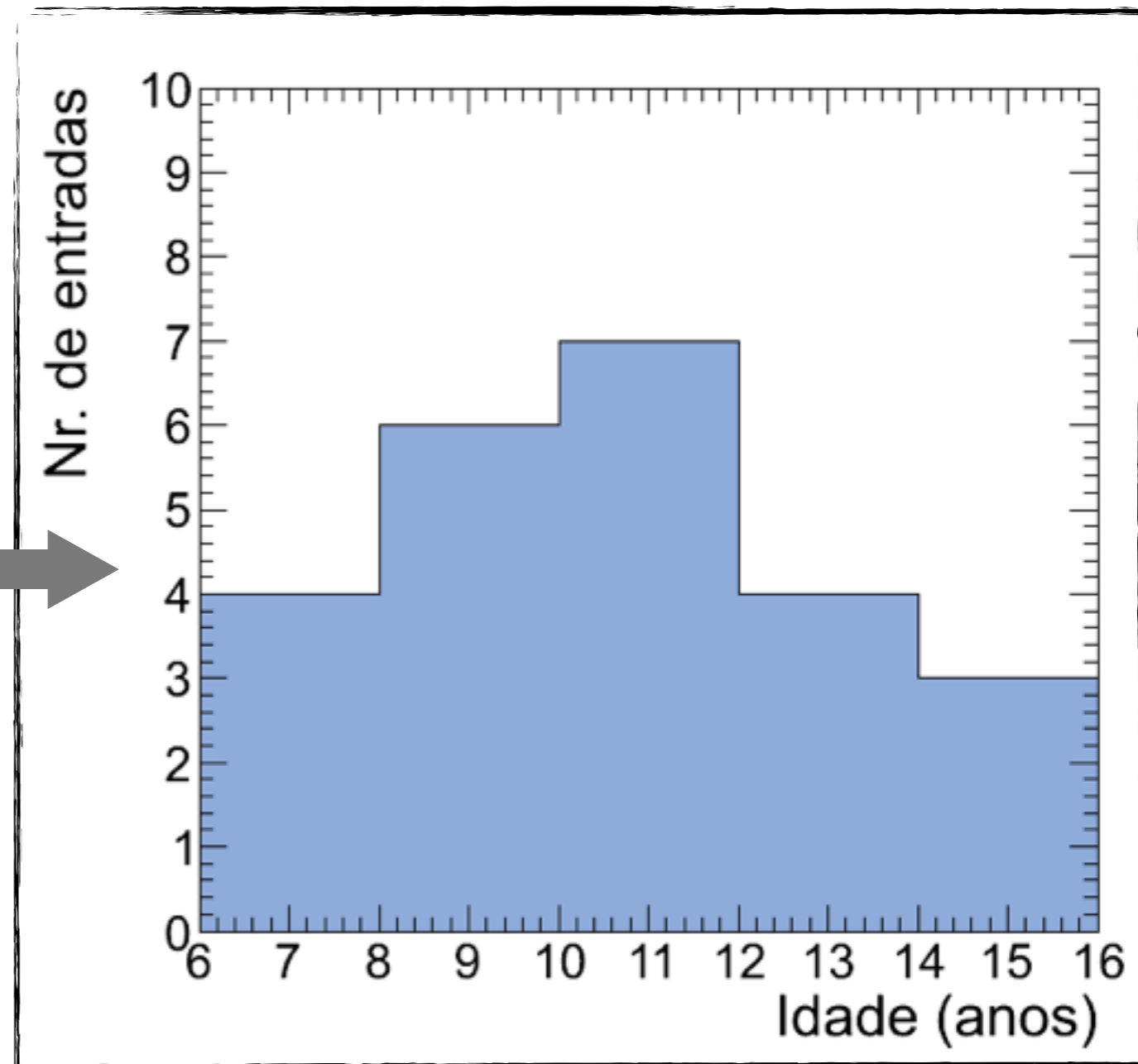
Classe de idades (anos)	Frequência
6 - 8	4
8 - 10	6
10 - 12	7
12 - 14	4
14 - 16	3

# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

Conjunto de idades:

{10, 7, 10, 11, 10, 15, 8, 12, 14, 9, 6, 8, 7, 14, 10, 10, 7, 12, 12, 9, 13, 10, 9, 8} (anos)

Classe de idades (anos)	Frequência
6 - 8	4
8 - 10	6
10 - 12	7
12 - 14	4
14 - 16	3

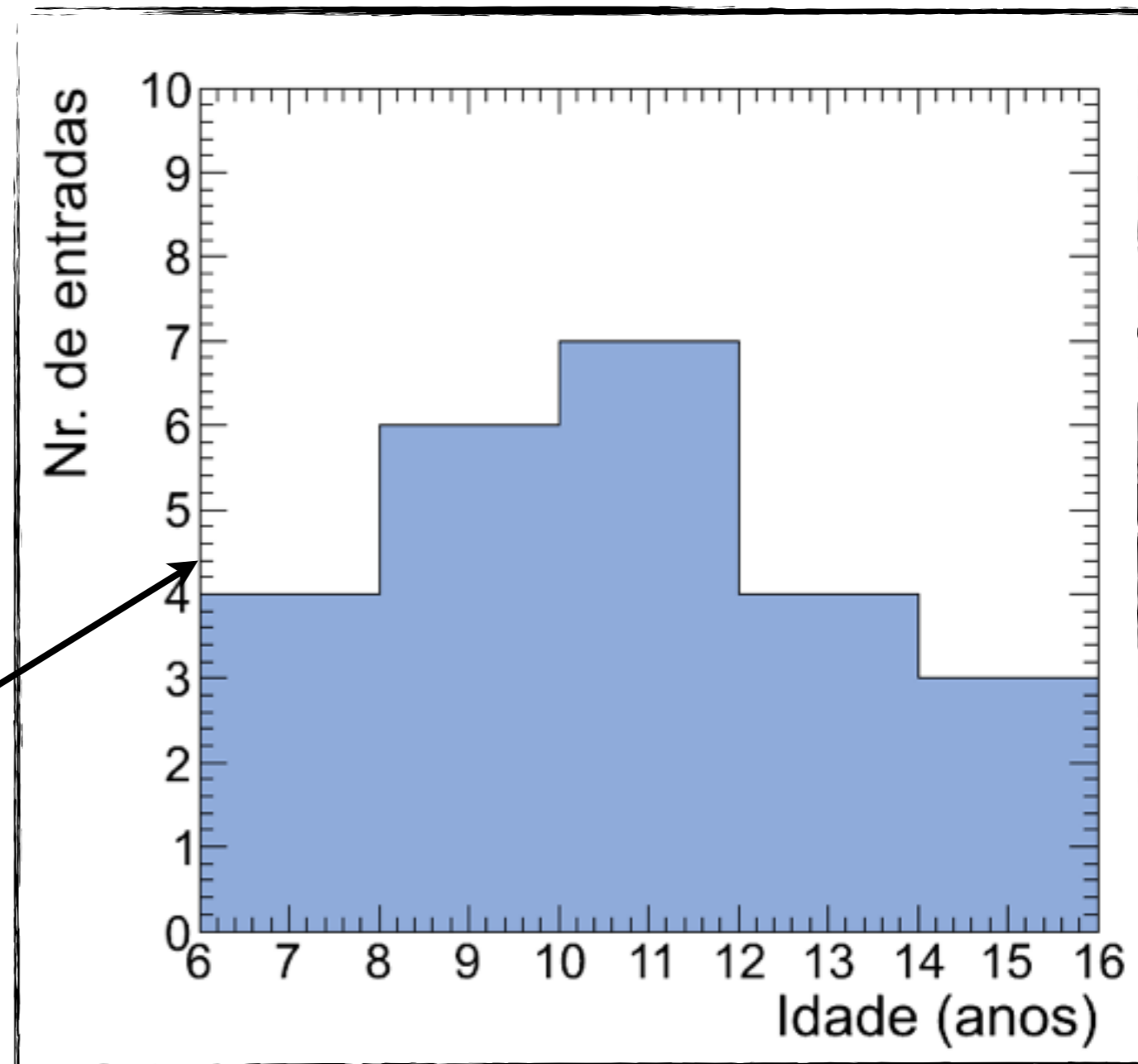
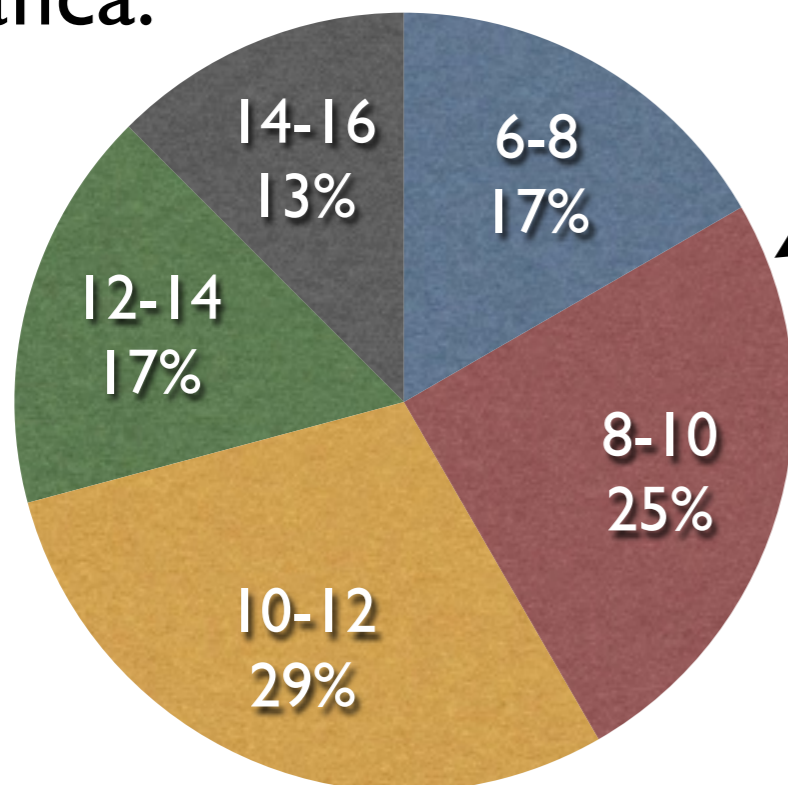


# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

Conjunto de idades:

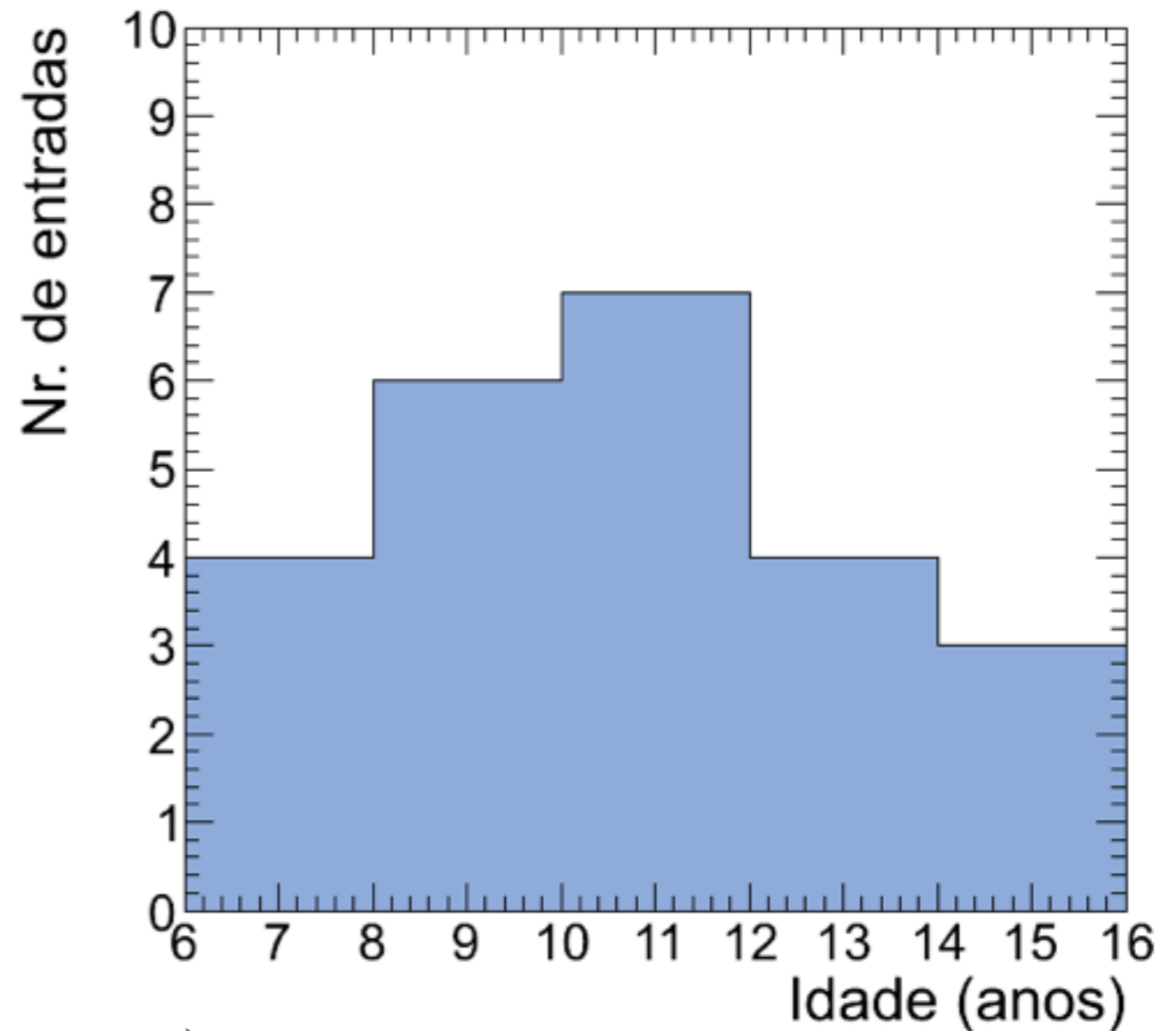
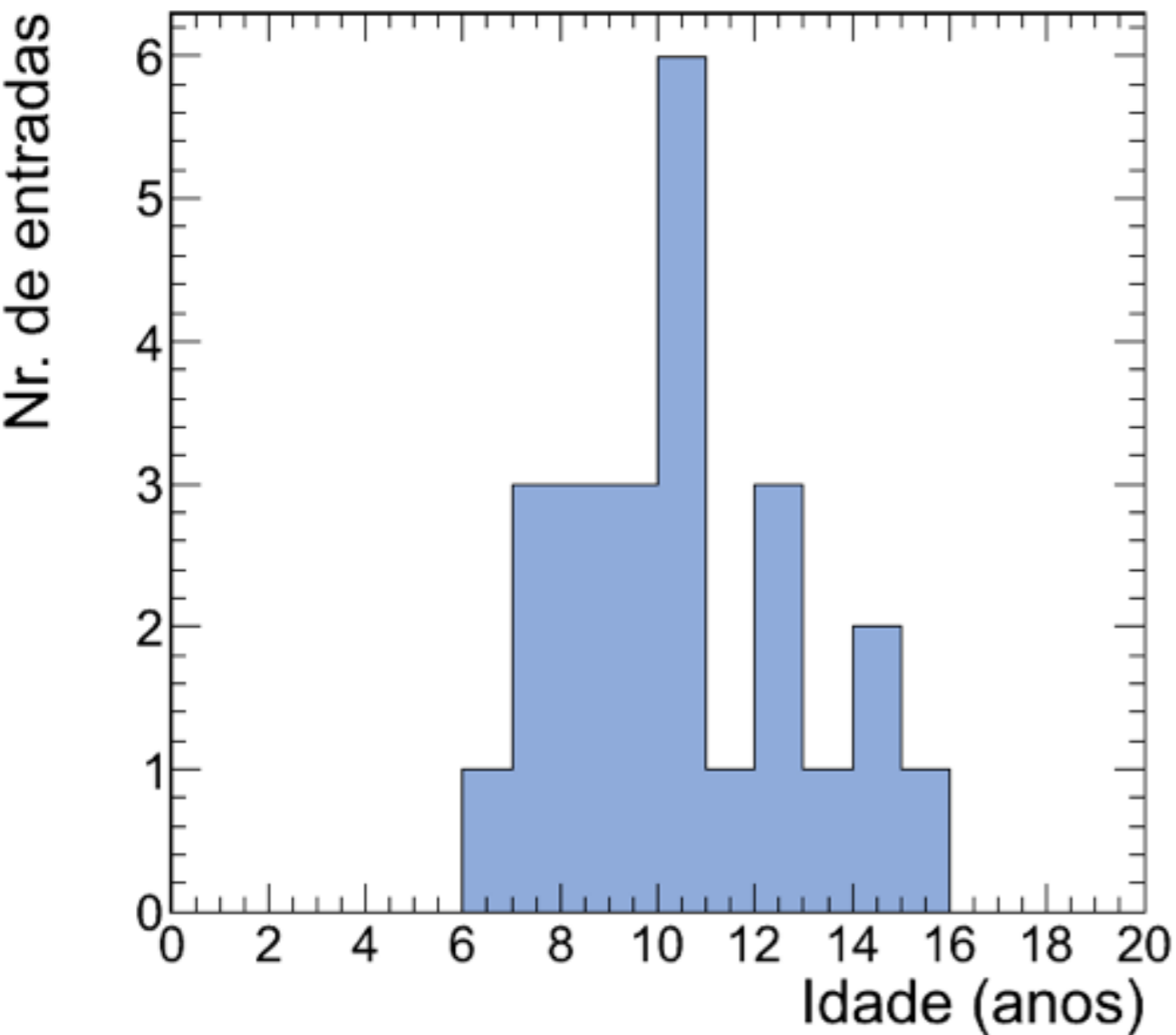
{10, 7, 10, 11, 10, 15, 8, 12, 14, 9, 6, 8, 7, 14, 10, 10, 7, 12, 12, 9, 13, 10, 9, 8} (anos)

Outra representação gráfica:



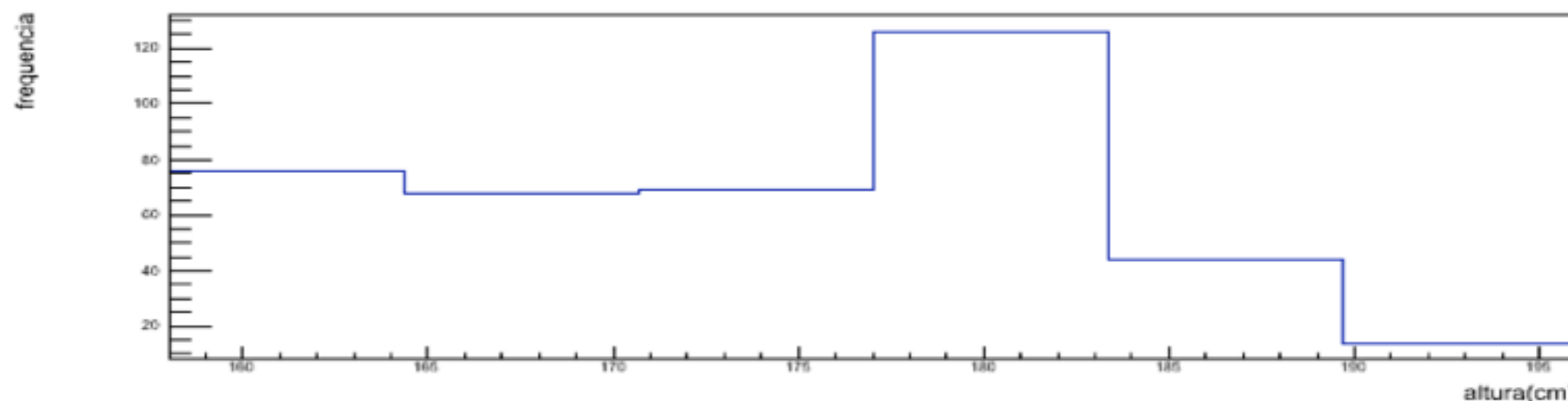
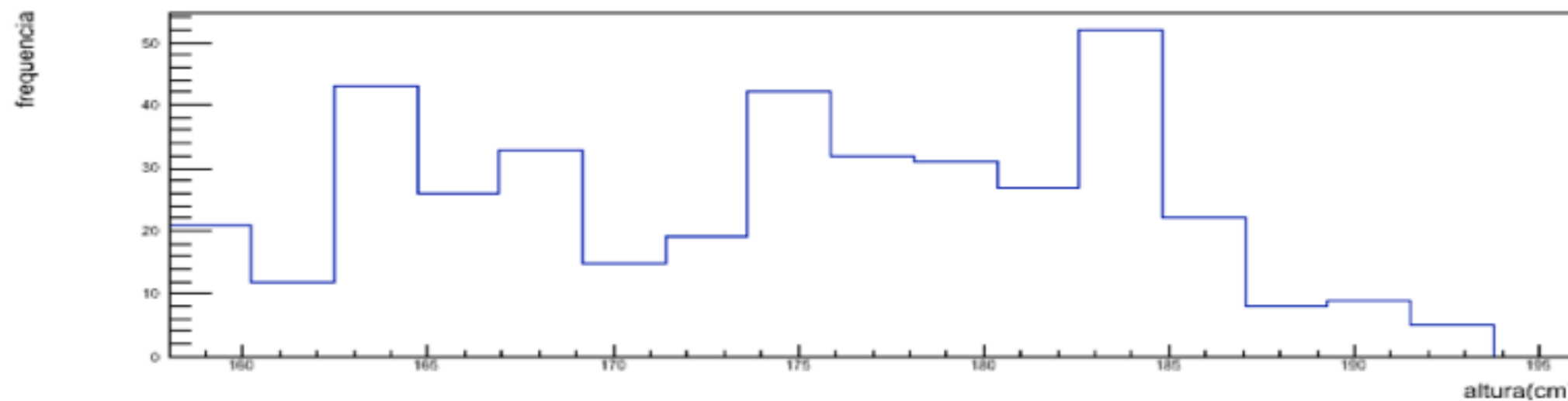
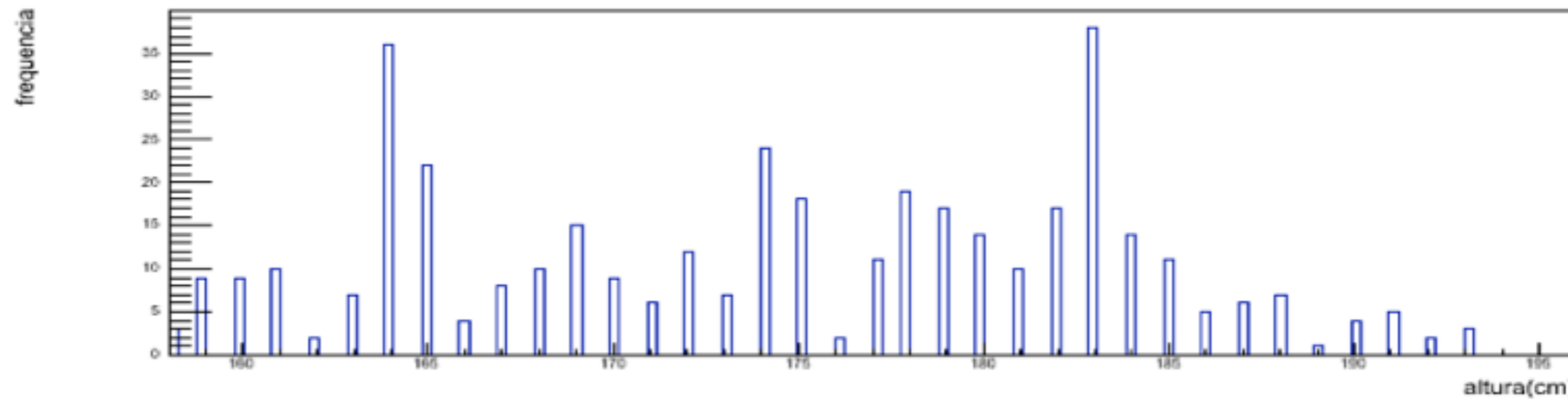
# Organizando um conjunto de dados: Histogramas

Que tamanho de intervalo devemos usar para cada classe de frequência?



➔  
Maior valor de intervalo

# Um conjunto ainda maior de dados (valores de alturas de estudantes):



↓  
Maior valor de intervalo

# Parâmetros de posição

*Média:* Valor médio de um conjunto de dados  $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_N\}$

$$\bar{x} \equiv \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

# Parâmetros de posição

*Média:* Valor médio de um conjunto de dados  $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_N\}$

Símbolo

$$\boxed{\bar{x}} \equiv \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$



# Parâmetros de posição

*Média:* Valor médio de um conjunto de dados  $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_N\}$

Símbolo

$$\boxed{\bar{x}} \equiv \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

Cada elemento do conjunto de dados

# Parâmetros de posição

*Média:* Valor médio de um conjunto de dados agrupados em  $M$  classes de frequência

Cada classe possui ponto médio  $\{x_1, x_2, \dots, x_M\}$  e frequência  $\{n_1, n_2, \dots, n_M\}$ :

# Parâmetros de posição

*Média:* Valor médio de um conjunto de dados agrupados em  $M$  classes de frequência

Cada classe possui ponto médio  $\{x_1, x_2, \dots, x_M\}$  e frequência  $\{n_1, n_2, \dots, n_M\}$ :

$$\bar{x} \approx \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_M x_M}{N} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^M n_j x_j$$

# Parâmetros de posição

*Média:* Valor médio de um conjunto de dados agrupados em  $M$  classes de frequência

Cada classe possui ponto médio  $\{x_1, x_2, \dots, x_M\}$  e frequência  $\{n_1, n_2, \dots, n_M\}$ :

$$\bar{x} \approx \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_M x_M}{N} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^M n_j x_j$$

$M$ : número de classes de frequência

$N$ : número total de elementos

# Parâmetros de posição

*Média:* Valor médio de um conjunto de dados agrupados em  $M$  classes de frequência

Cada classe possui ponto médio  $\{x_1, x_2, \dots, x_M\}$  e frequência  $\{n_1, n_2, \dots, n_M\}$ :

$$\bar{x} \approx \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_M x_M}{N} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^M n_j x_j$$

$M$ : número de classes de frequência

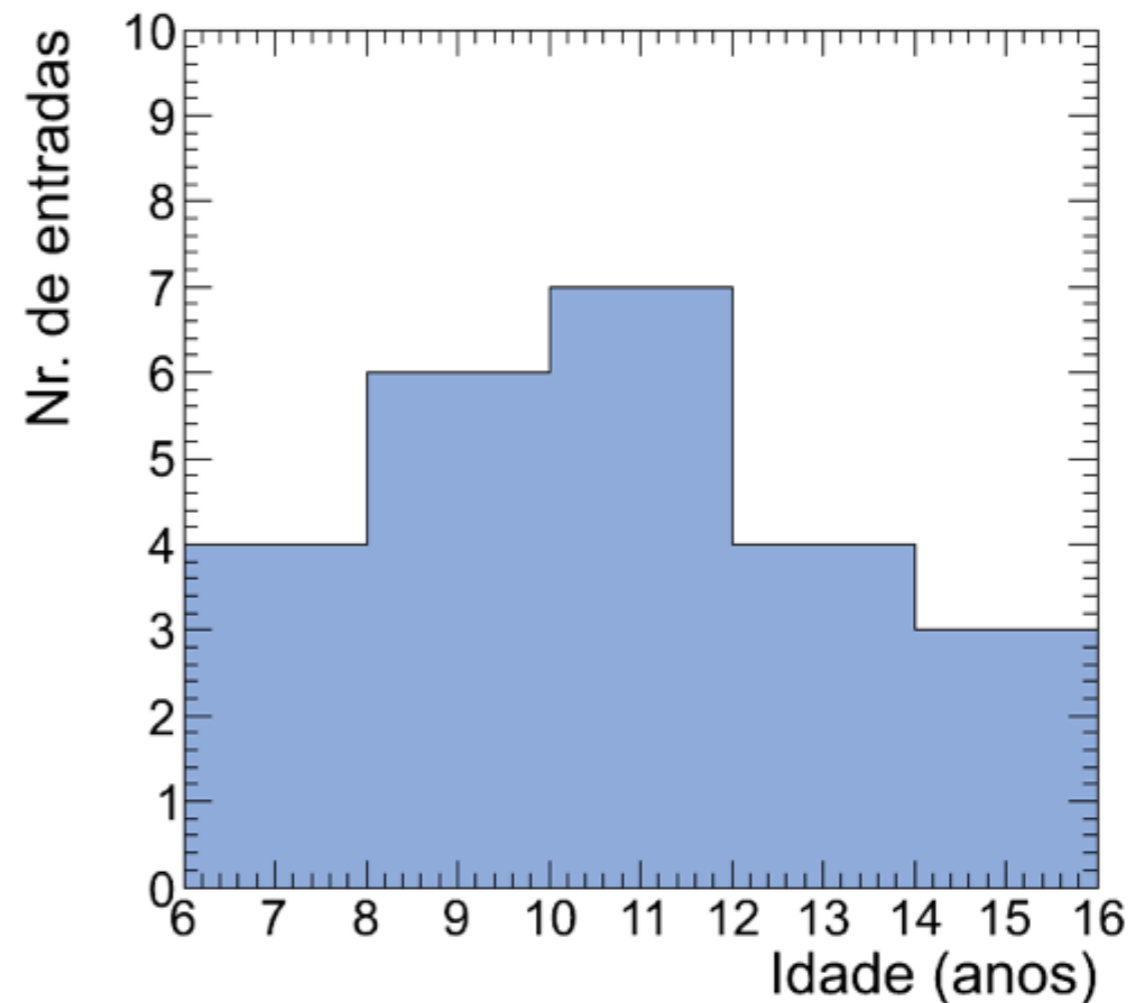
$N$ : número total de elementos  $\sum_{j=1}^M n_j = n_1 + n_2 + \dots + n_M = N$

# Parâmetros de posição

*Moda*: Valor mais frequente de um conjunto de dados  $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_N\}$

Símbolo:  $x_{\text{mod}}$

Para dados agrupados em classes de frequências a moda é o ponto médio da classe de maior frequência

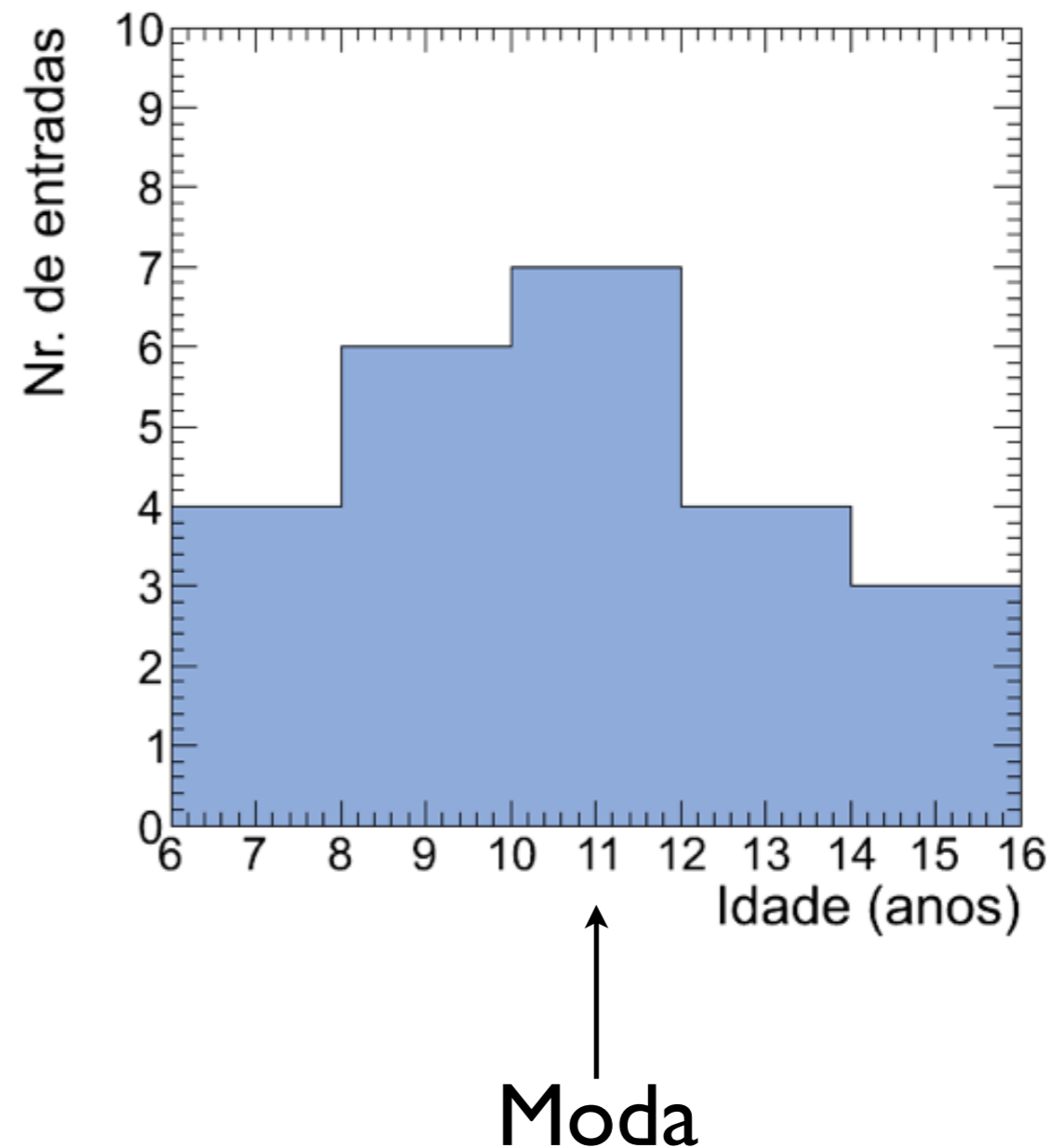


# Parâmetros de posição

*Moda*: Valor mais frequente de um conjunto de dados  $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_N\}$

Símbolo:  $x_{\text{mod}}$

Para dados agrupados em classes de frequências a moda é o ponto médio da classe de maior frequência



# Parâmetros de posição

*Média quadrática*: raiz quadrada da média dos quadrados dos dados:

$$x_{\text{rms}} \equiv \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_N^2}{N}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2}$$



# Parâmetros de posição

*Média quadrática*: raiz quadrada da média dos quadrados dos dados:

Símbolo

$$\boxed{x_{\text{rms}}} \equiv \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_N^2}{N}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2}$$

# Parâmetros de posição

*Mediana*: valor que divide uma distribuição ordenada de dados de forma que metade dos dados está acima, e metade abaixo deste valor

$$N(\text{ímpar}) \rightarrow x_{\text{med}} = x_{(N+1)/2}$$

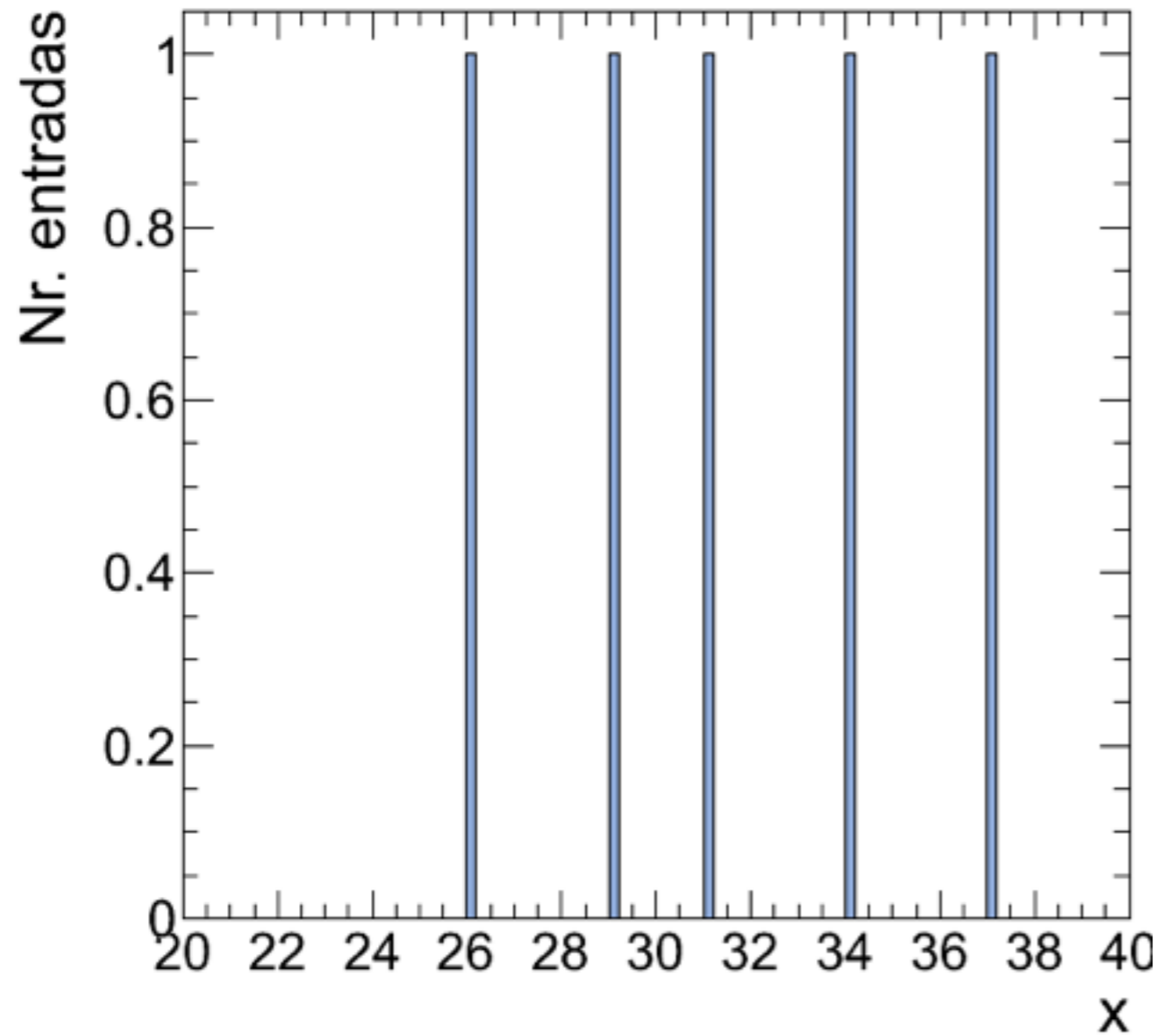
$$N(\text{par}) \rightarrow x_{\text{med}} = \frac{x_{N/2} + x_{(N/2+1)}}{2}$$

Exercício (2.5.1):

a)  $\{x_i\} = \{34, 29, 26, 37, 31\}$

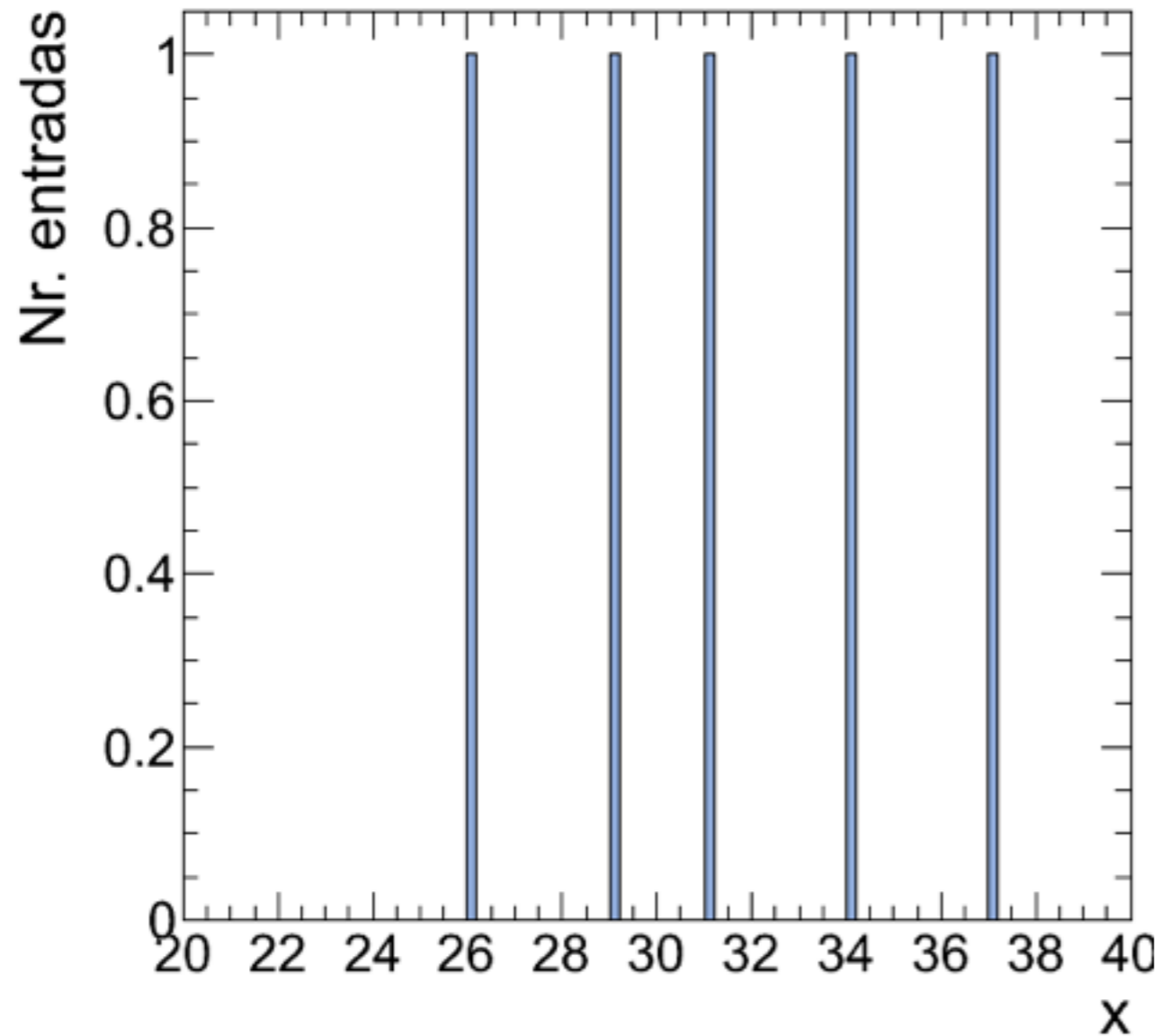
Exercício (2.5.1):

a)  $\{x_i\} = \{34, 29, 26, 37, 31\}$



### Exercício (2.5.1):

a)  $\{x_i\} = \{34, 29, 26, 37, 31\}$



Média: 31,40

Moda: *amodal*

Média quadrática: 31,63

Mediana: 31,00

Desvio médio: 3,28

Variância: 14,64

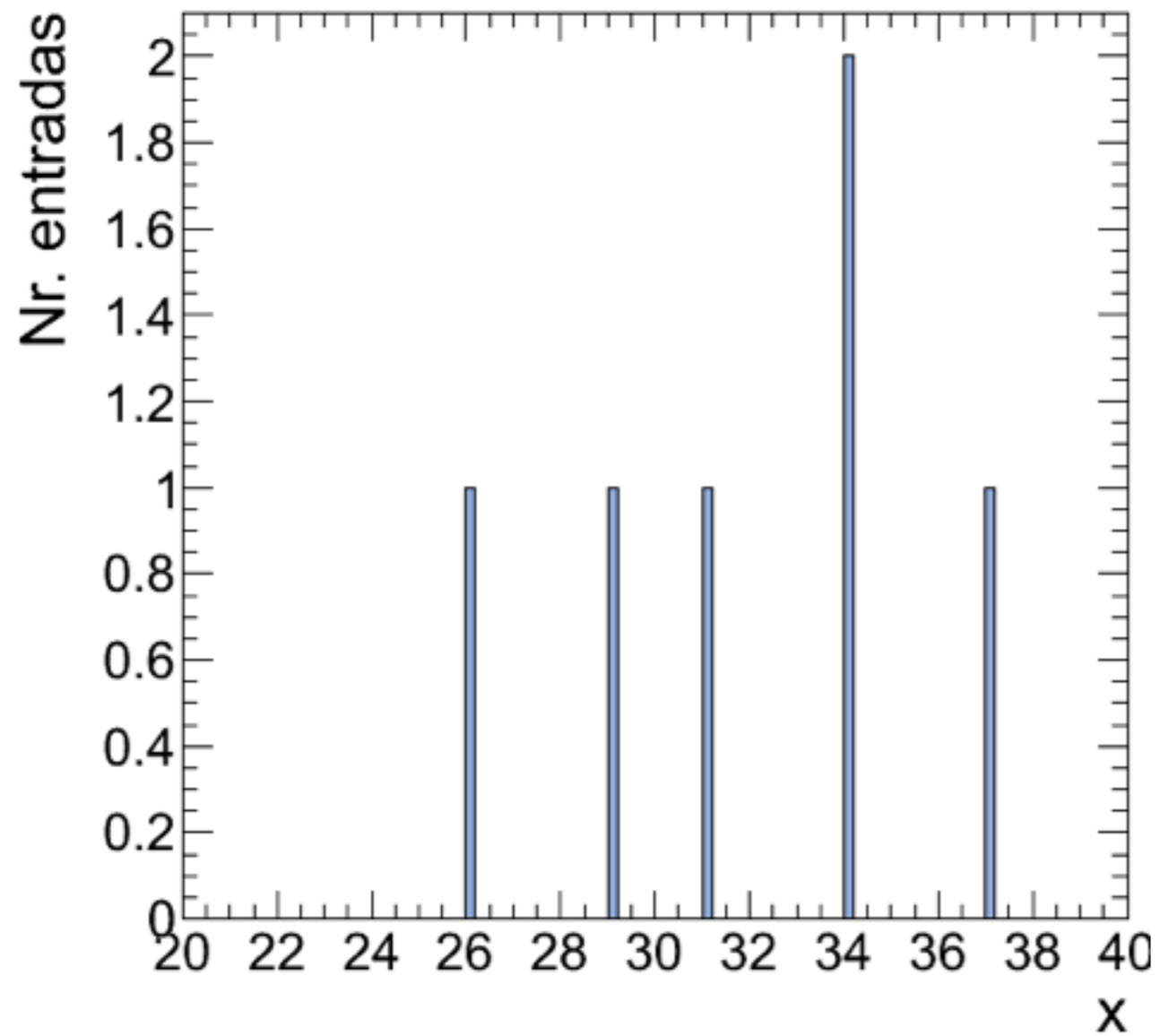
Desvio padrão: 3,83

Exercício (2.5.1):

b)  $\{x_i\} = \{34, 29, 26, 37, 31, 34\}$

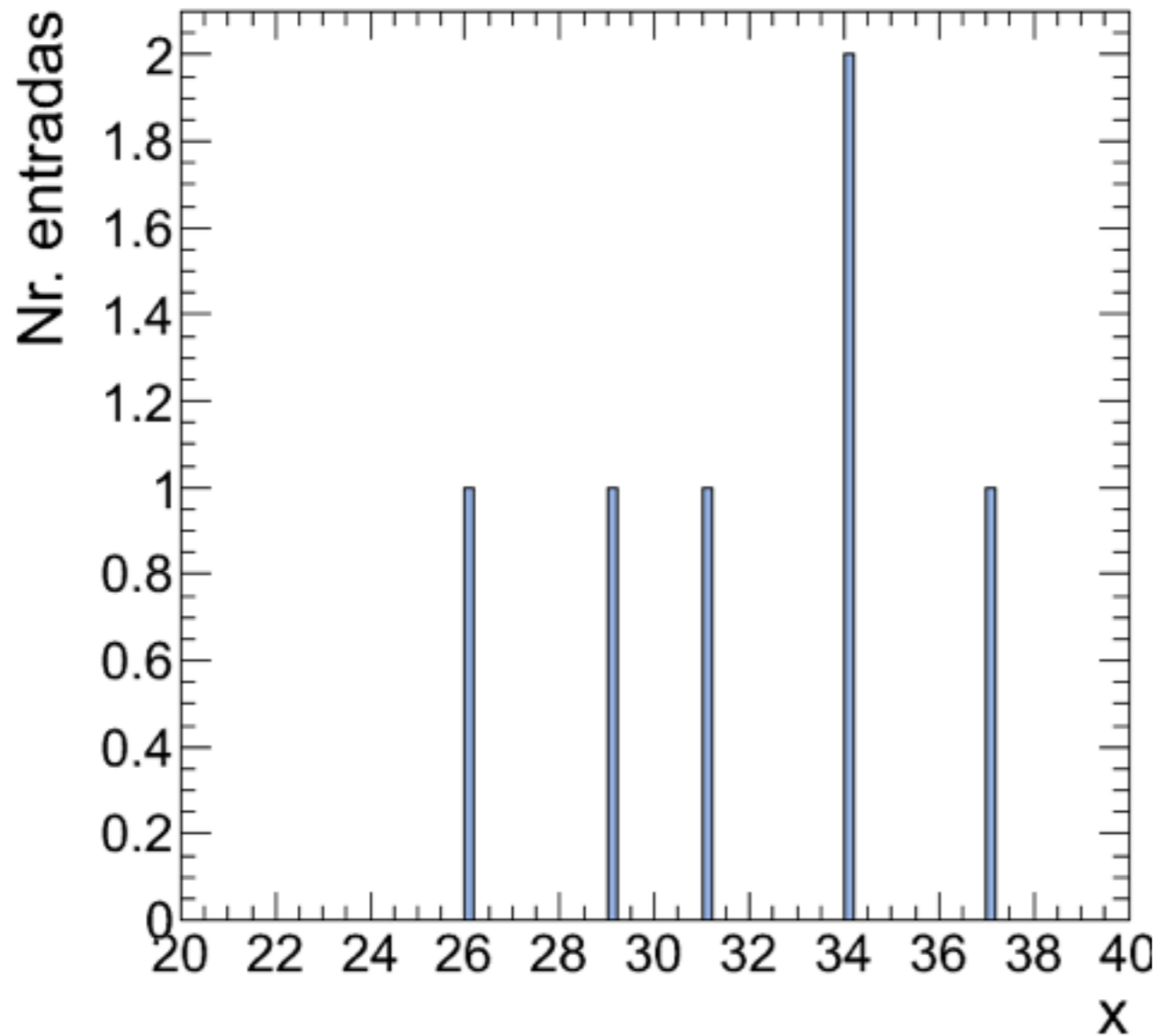
Exercício (2.5.1):

b)  $\{x_i\} = \{34, 29, 26, 37, 31, 34\}$



Exercício (2.5.1):

b)  $\{x_i\} = \{34, 29, 26, 37, 31, 34\}$



Média: 31,83

Moda: 34

Média quadrática: 32,04

Mediana: 32,50

Desvio médio: 3,17

Variância: 13,14

Desvio padrão: 3,62

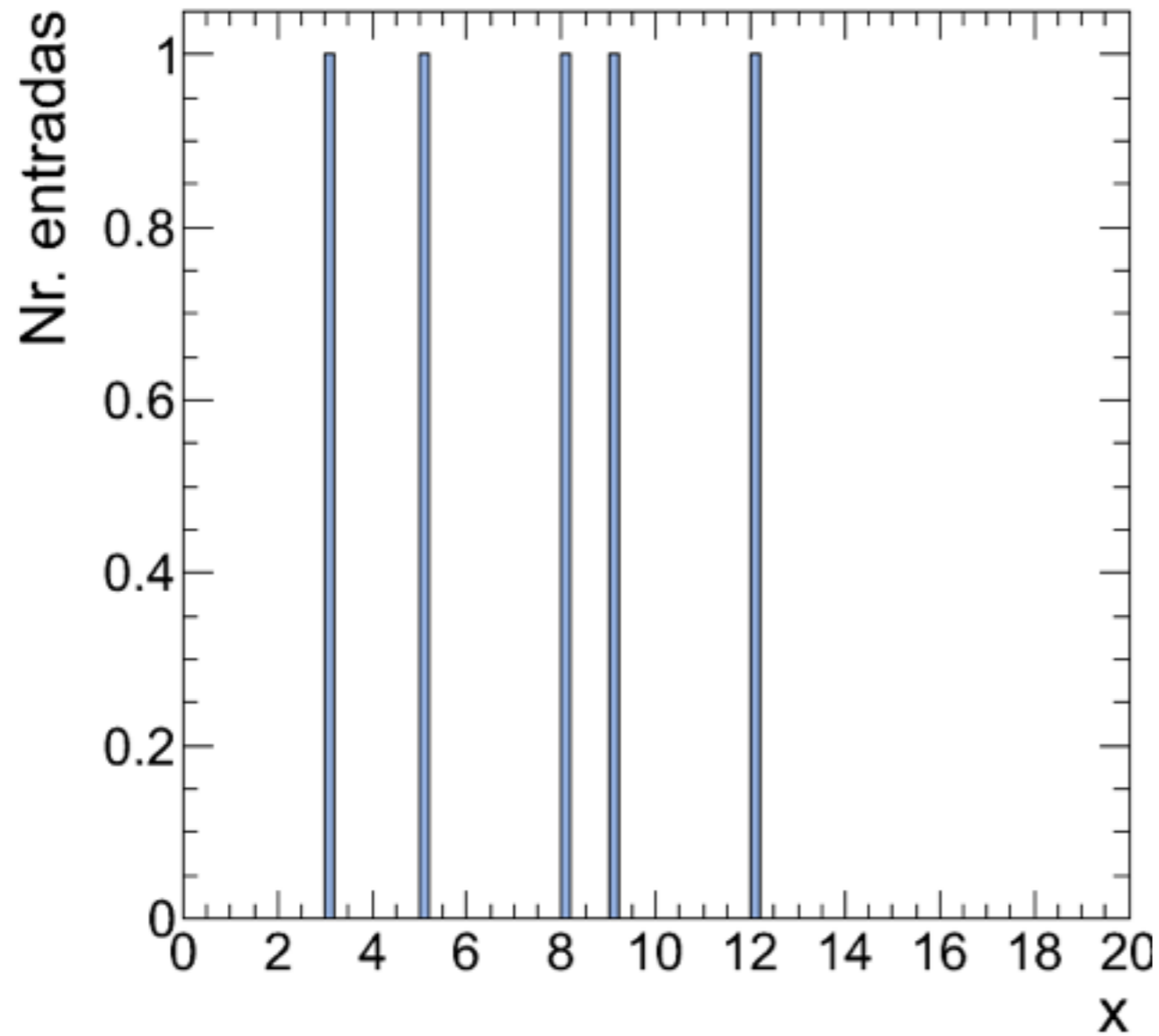


Exercício (2.5.1):

c)  $\{x_i\} = \{5, 8, 12, 3, 9\}$

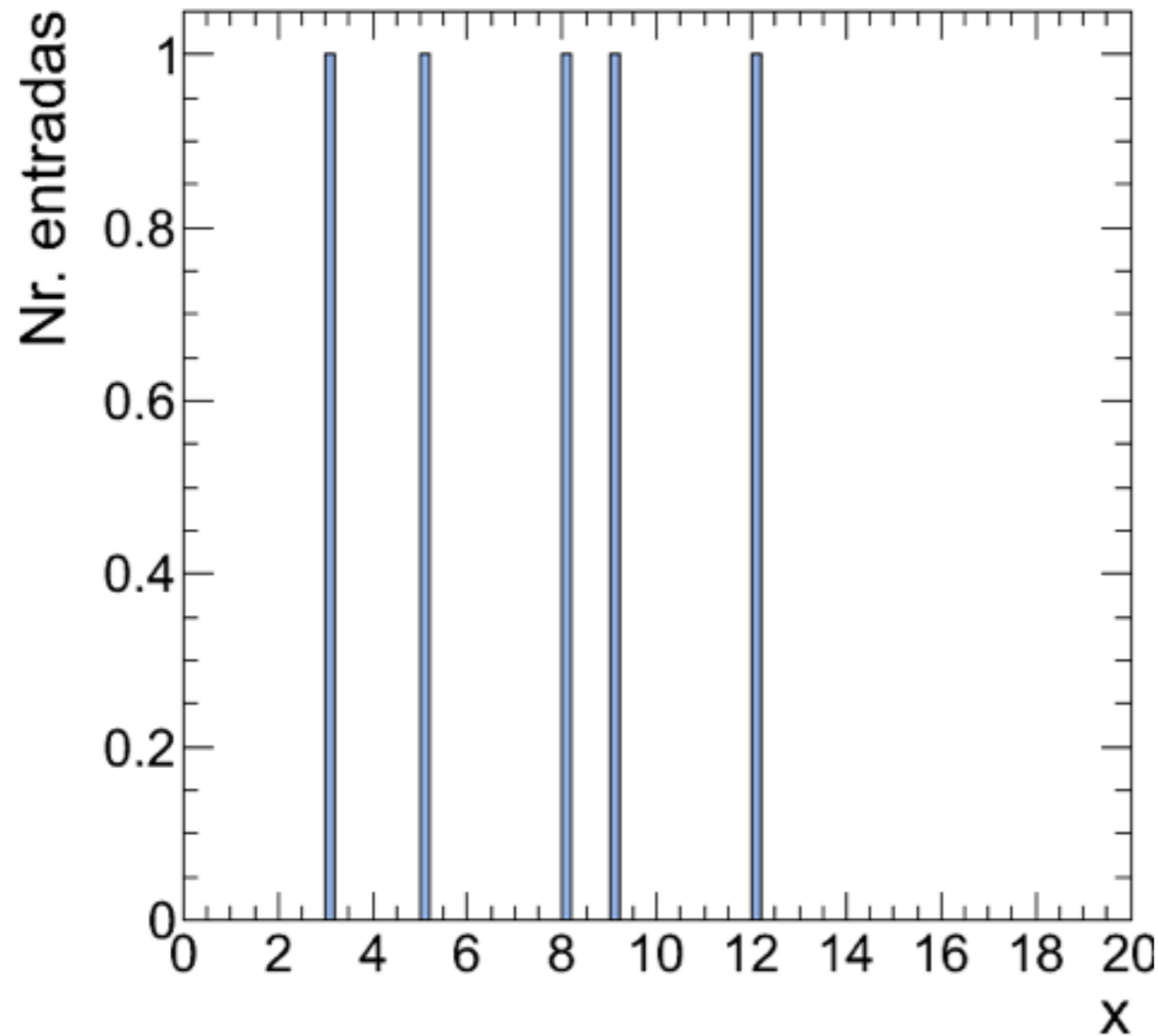
Exercício (2.5.1):

c)  $\{x_i\} = \{5, 8, 12, 3, 9\}$



Exercício (2.5.1):

c)  $\{x_i\} = \{5, 8, 12, 3, 9\}$



Média: 7,40

Moda: *amodal*

Média quadrática: 8,04

Mediana: 8,00

Desvio médio: 2,72

Variância: 9,84

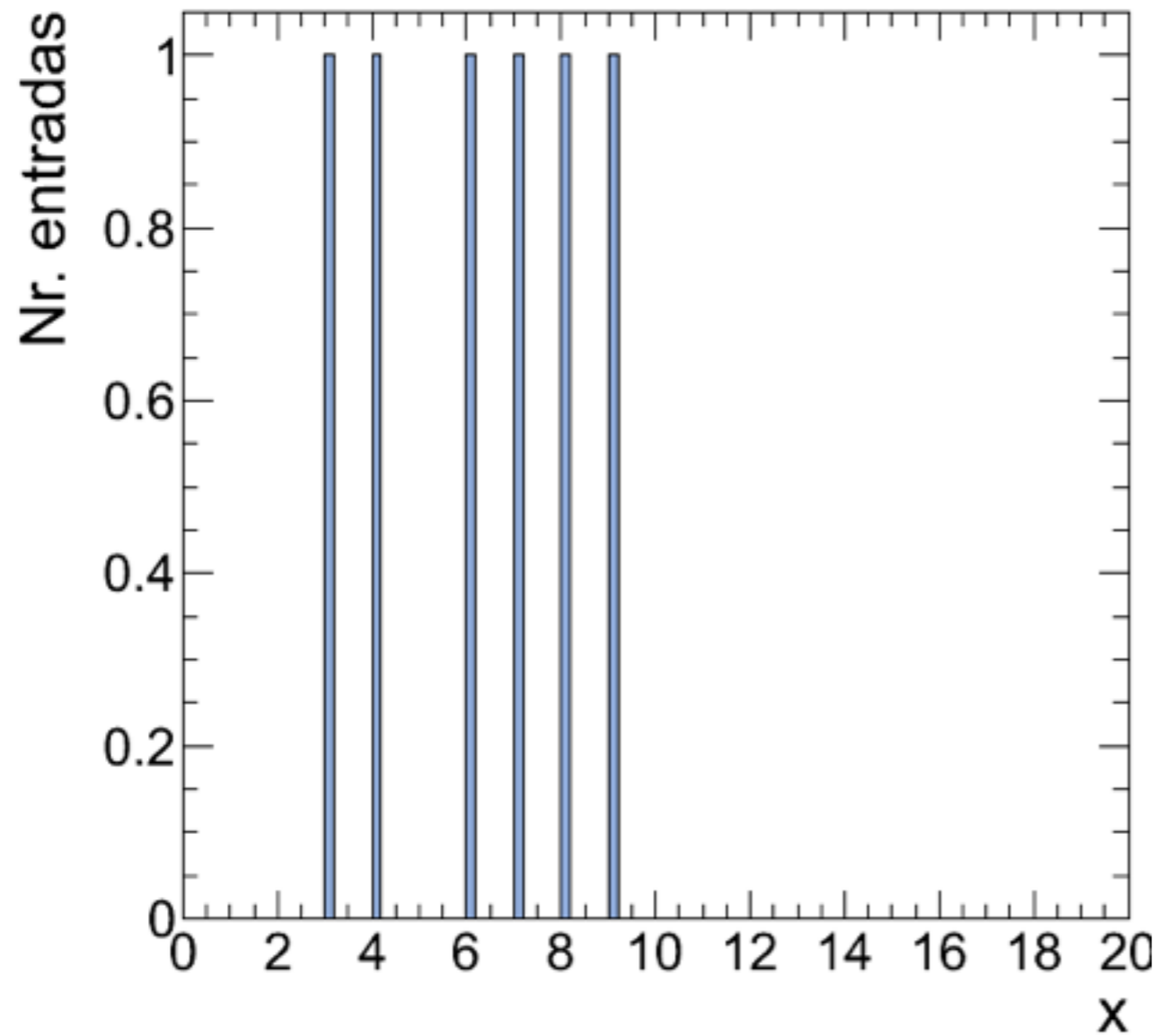
Desvio padrão: 3,14

Exercício (2.5.1):

d)  $\{x_i\} = \{3, 6, 4, 7, 9, 8\}$

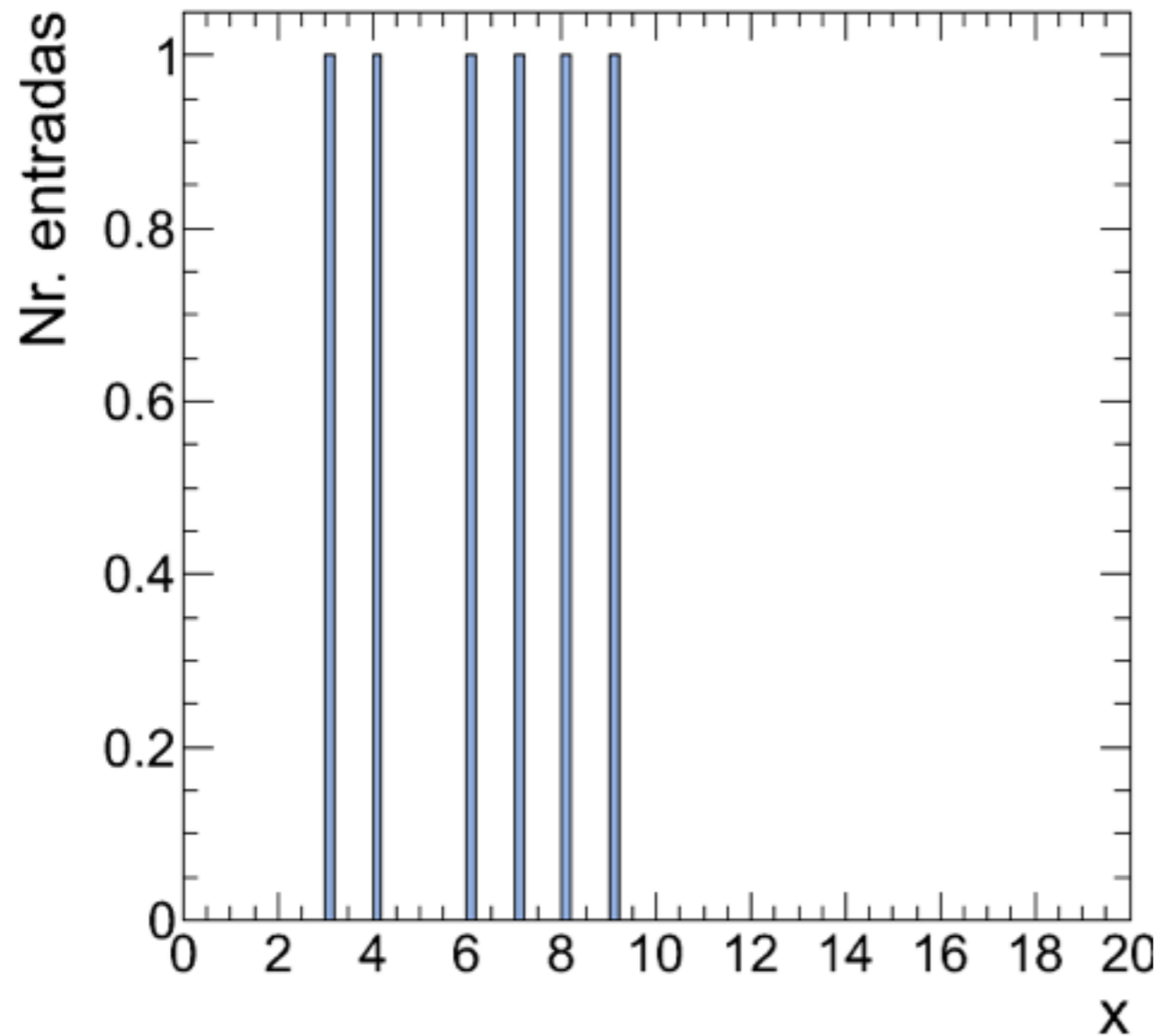
Exercício (2.5.1):

d)  $\{x_i\} = \{3, 6, 4, 7, 9, 8\}$



Exercício (2.5.1):

d)  $\{x_i\} = \{3, 6, 4, 7, 9, 8\}$



Média: 6,17

Moda: *amodal*

Média quadrática: 6,52

Mediana: 6,50

Desvio médio: 1,83

Variância: 4,47

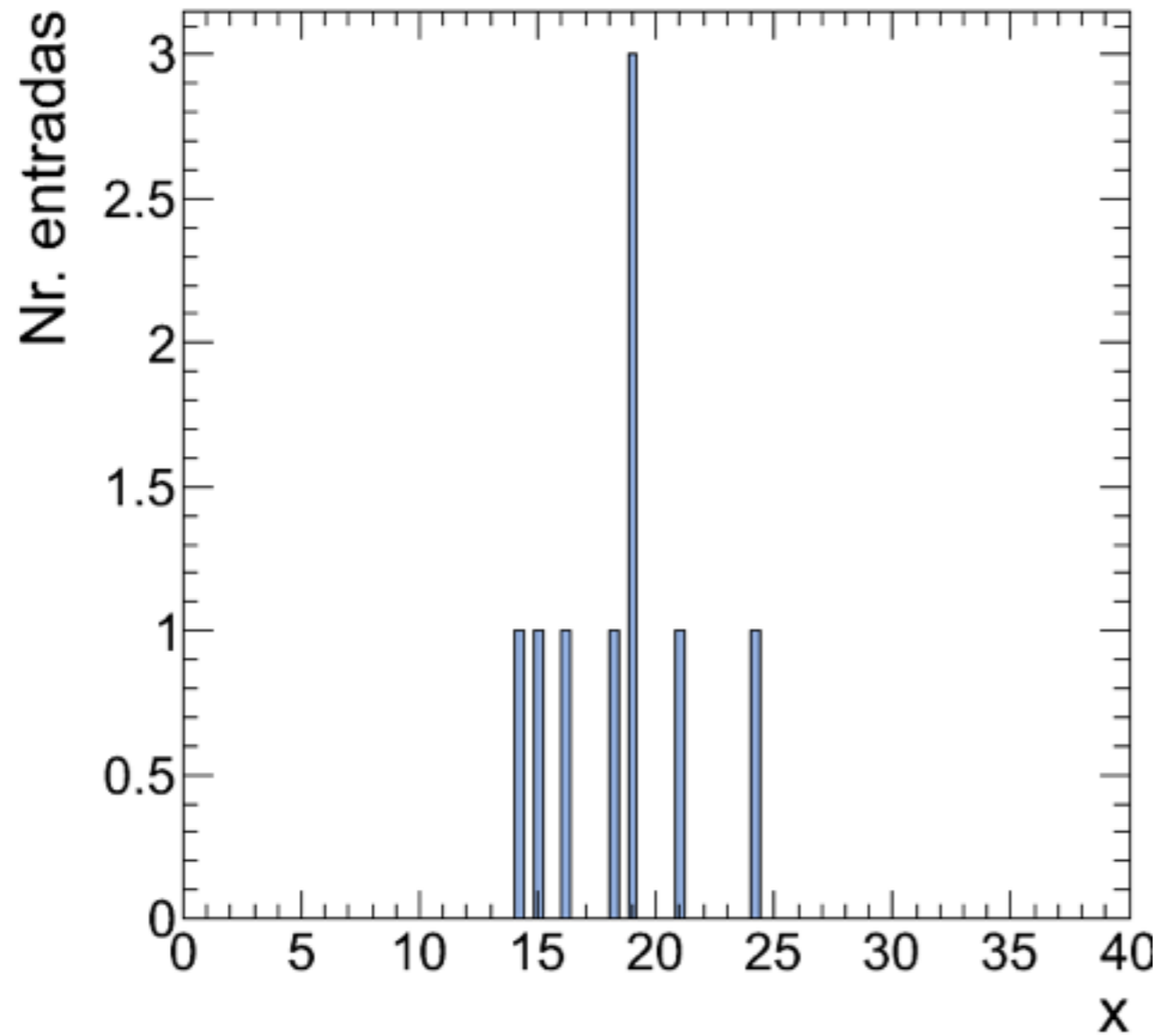
Desvio padrão: 2,11

Exercício (2.5.1):

e)  $\{x_i\} = \{14, 19, 16, 21, 18, 19, 24, 15, 19\}$

Exercício (2.5.1):

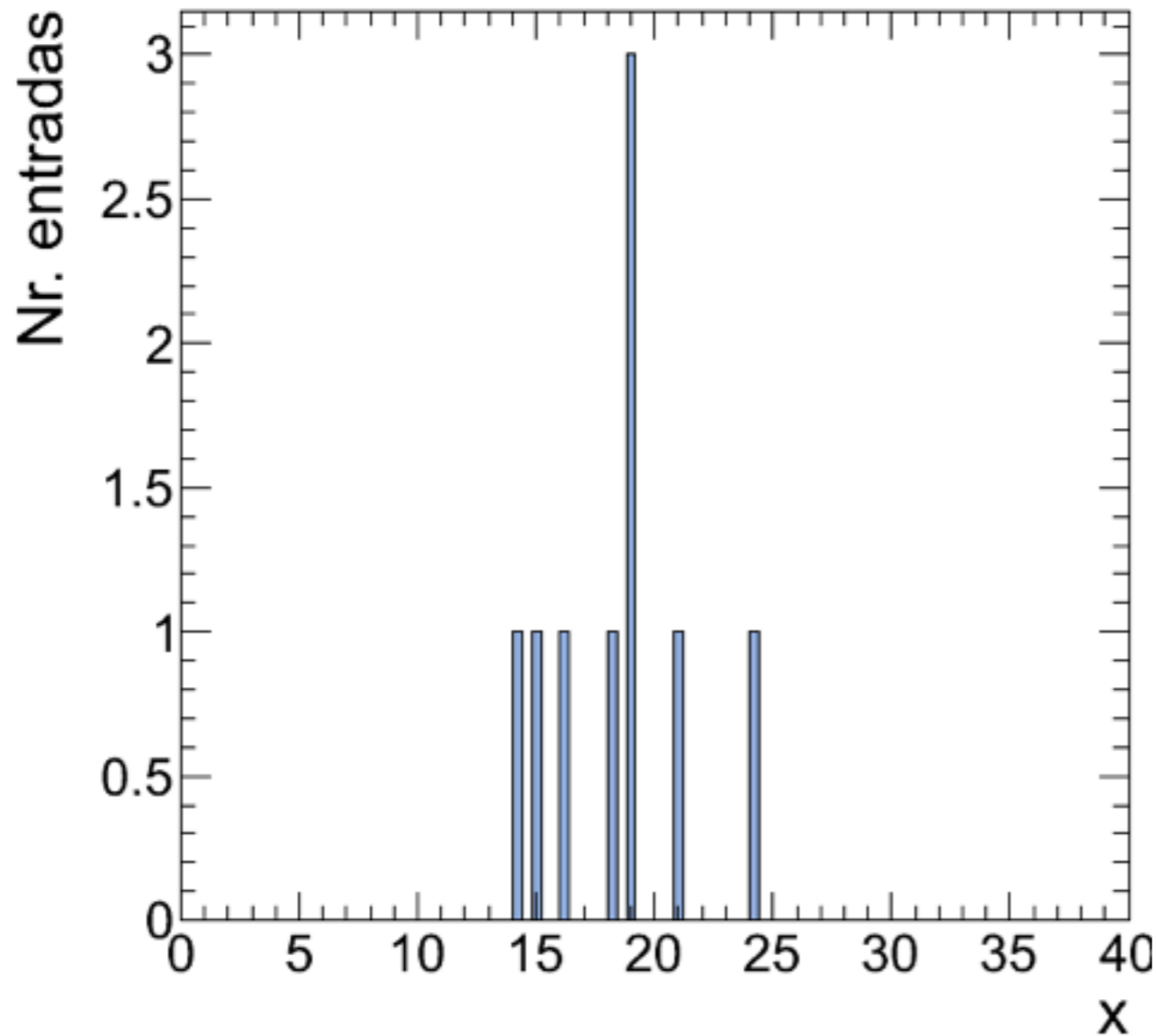
e)  $\{x_i\} = \{14, 19, 16, 21, 18, 19, 24, 15, 19\}$





Exercício (2.5.1):

e)  $\{x_i\} = \{14, 19, 16, 21, 18, 19, 24, 15, 19\}$



Média: 18,33

Moda: 19

Média quadrática: 18,56

Mediana: 19,00

Desvio médio: 2,30

Variância: 8,44

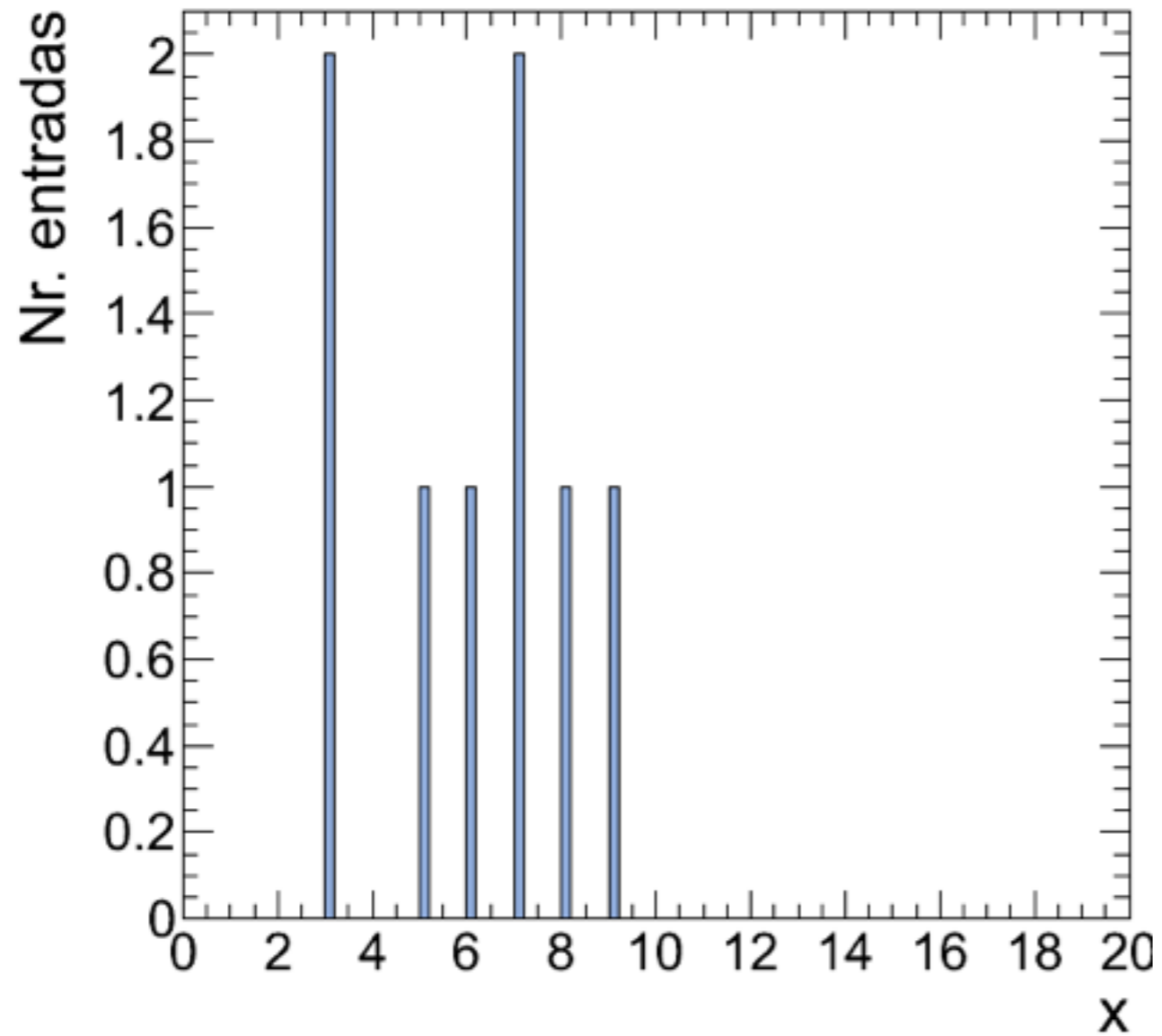
Desvio padrão: 2,91

Exercício (2.5.1):

$$f) \{x_i\} = \{6, 7, 7, 3, 8, 5, 3, 9\}$$

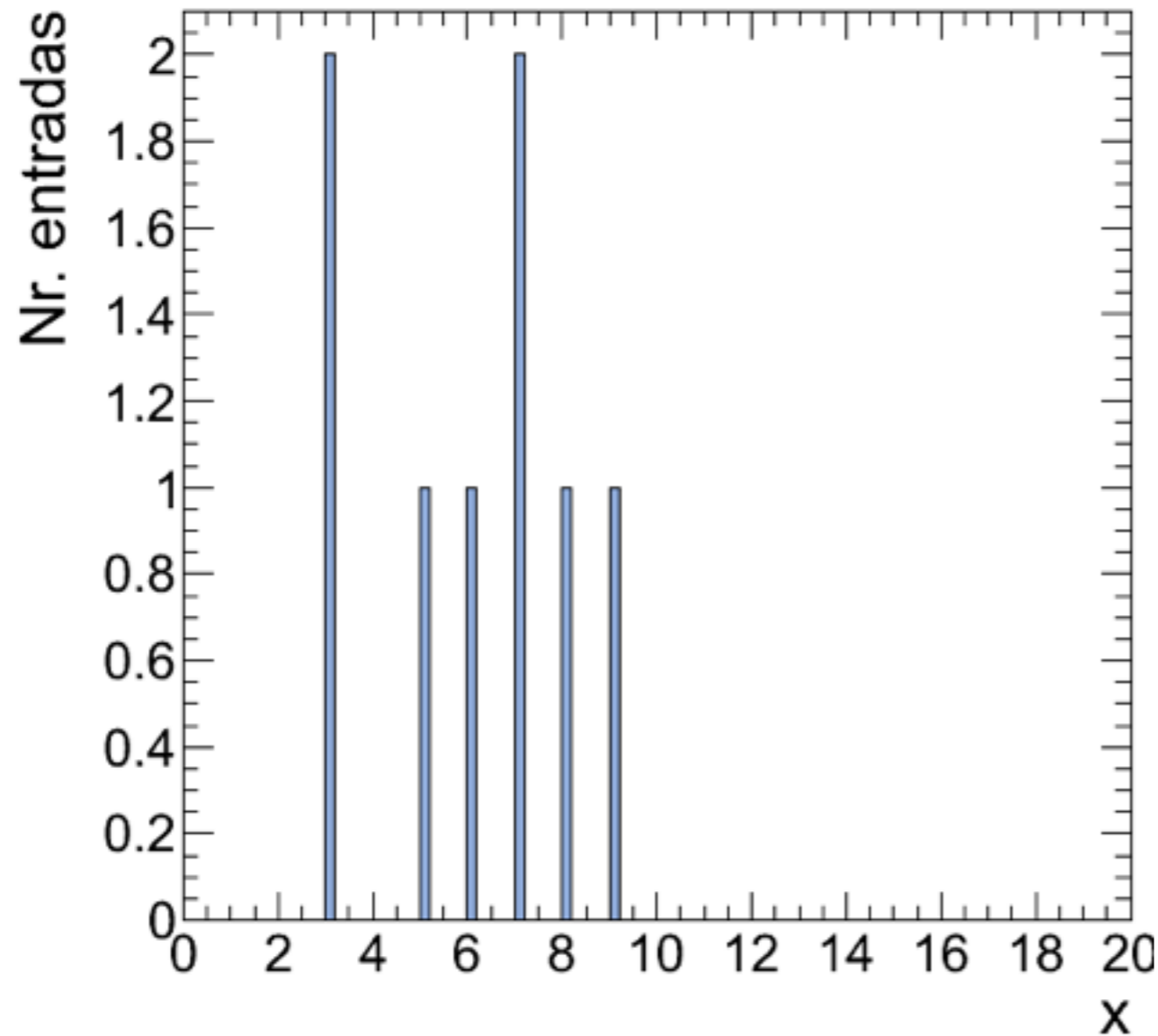
Exercício (2.5.1):

f)  $\{x_i\} = \{6, 7, 7, 3, 8, 5, 3, 9\}$



**Exercício (2.5.1):**

f)  $\{x_i\} = \{6, 7, 7, 3, 8, 5, 3, 9\}$



**Média: 6,00**

**Moda: 3 e 7**

**Média quadrática: 6,34**

**Mediana: 6,50**

**Desvio médio: 1,75**

**Variância: 4,25**

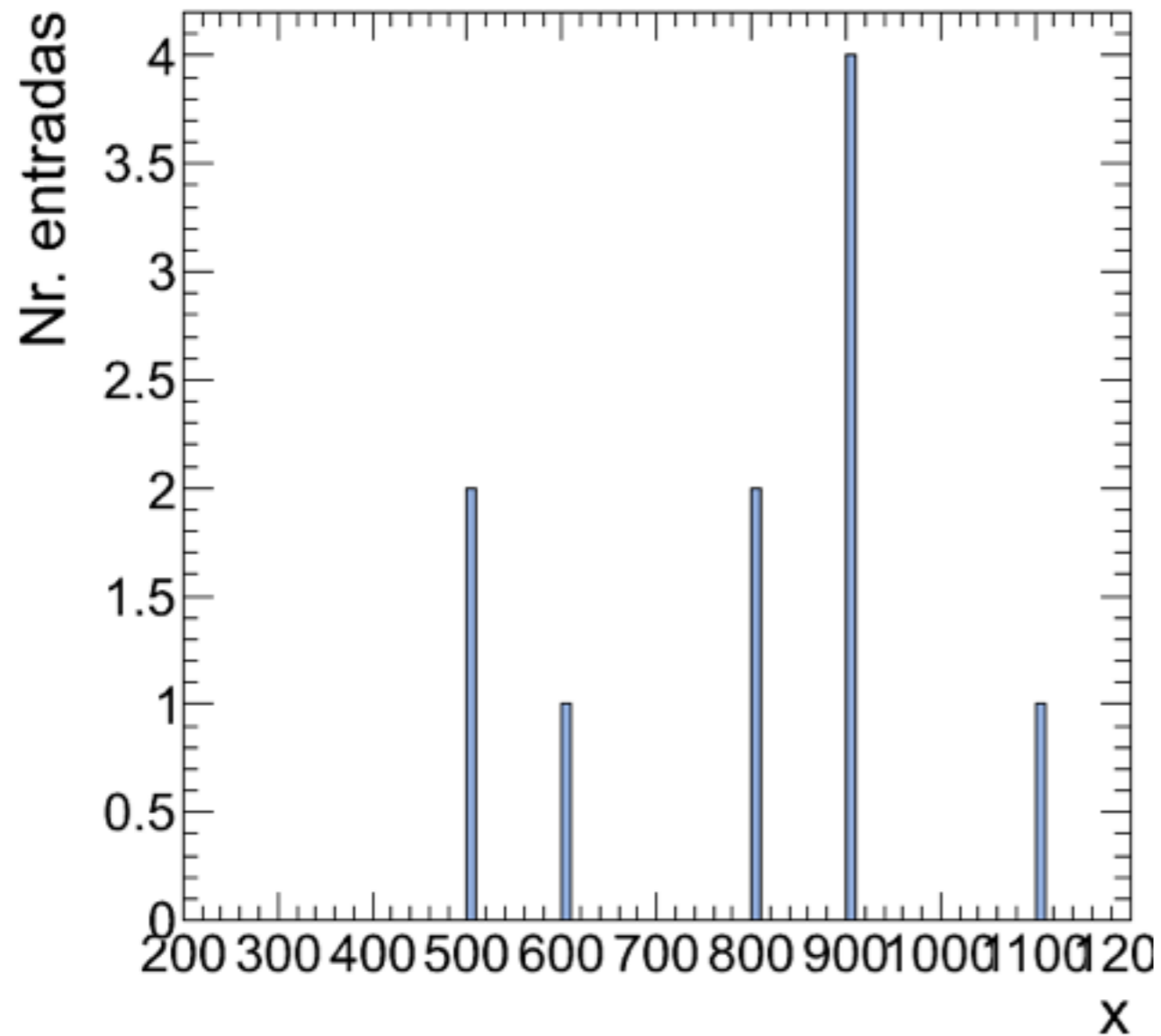
**Desvio padrão: 2,06**

Exercício (2.5.1):

$$g) \{x_i\} = \{500, 600, 800, 800, 500, 900, 900, 900, 900, 1100\}$$

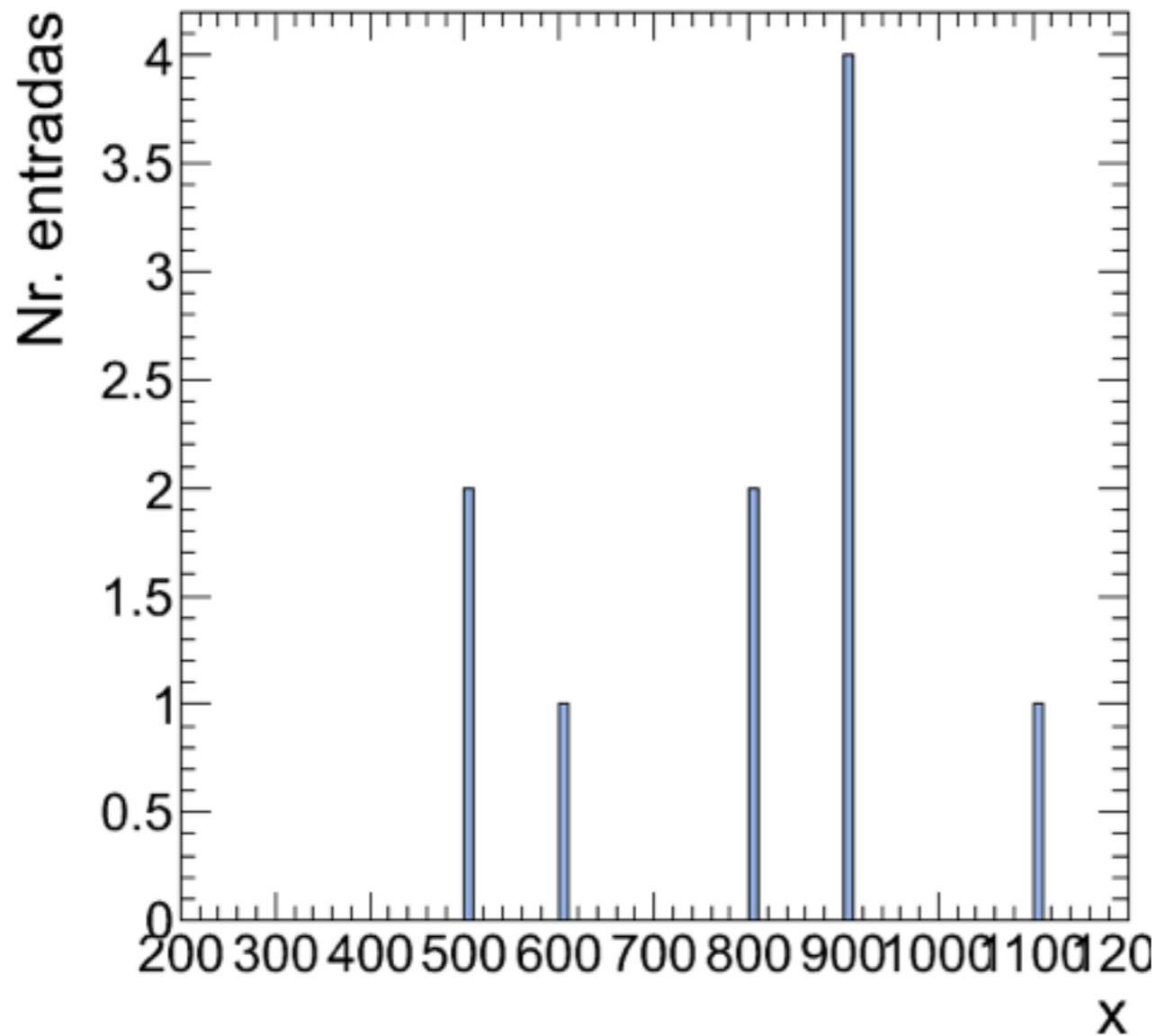
Exercício (2.5.1):

g)  $\{x_i\} = \{500, 600, 800, 800, 500, 900, 900, 900, 900, 1100\}$



**Exercício (2.5.1):**

**g)  $\{x_i\} = \{500, 600, 800, 800, 500, 900, 900, 900, 900, 1100\}$**



**Média: 790,00**

**Moda: 900**

**Média quadrática: 811,79**

**Mediana: 850,00**

**Desvio médio: 154,00**

**Variância: 34900,00**

**Desvio padrão: 186,81**

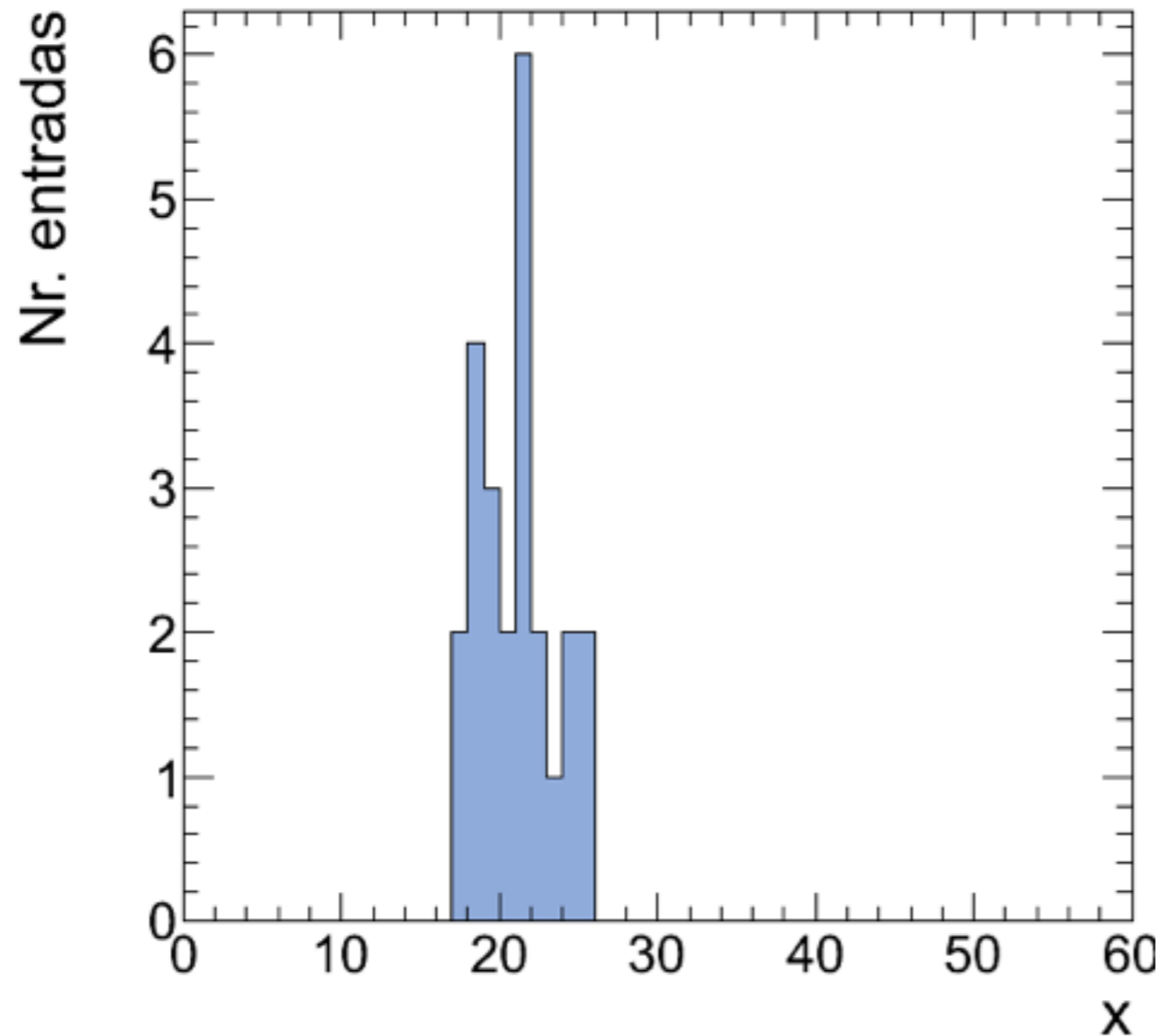
Exercício (2.5.3):

$$\text{a) } \{x_i\} = \{18, 21, 23, 25, 18, 18, 21, 19, \\ 22, 19, 21, 20, 17, 21, 24, 24, \\ 20, 21, 18, 25, 21, 17, 22, 19\}$$



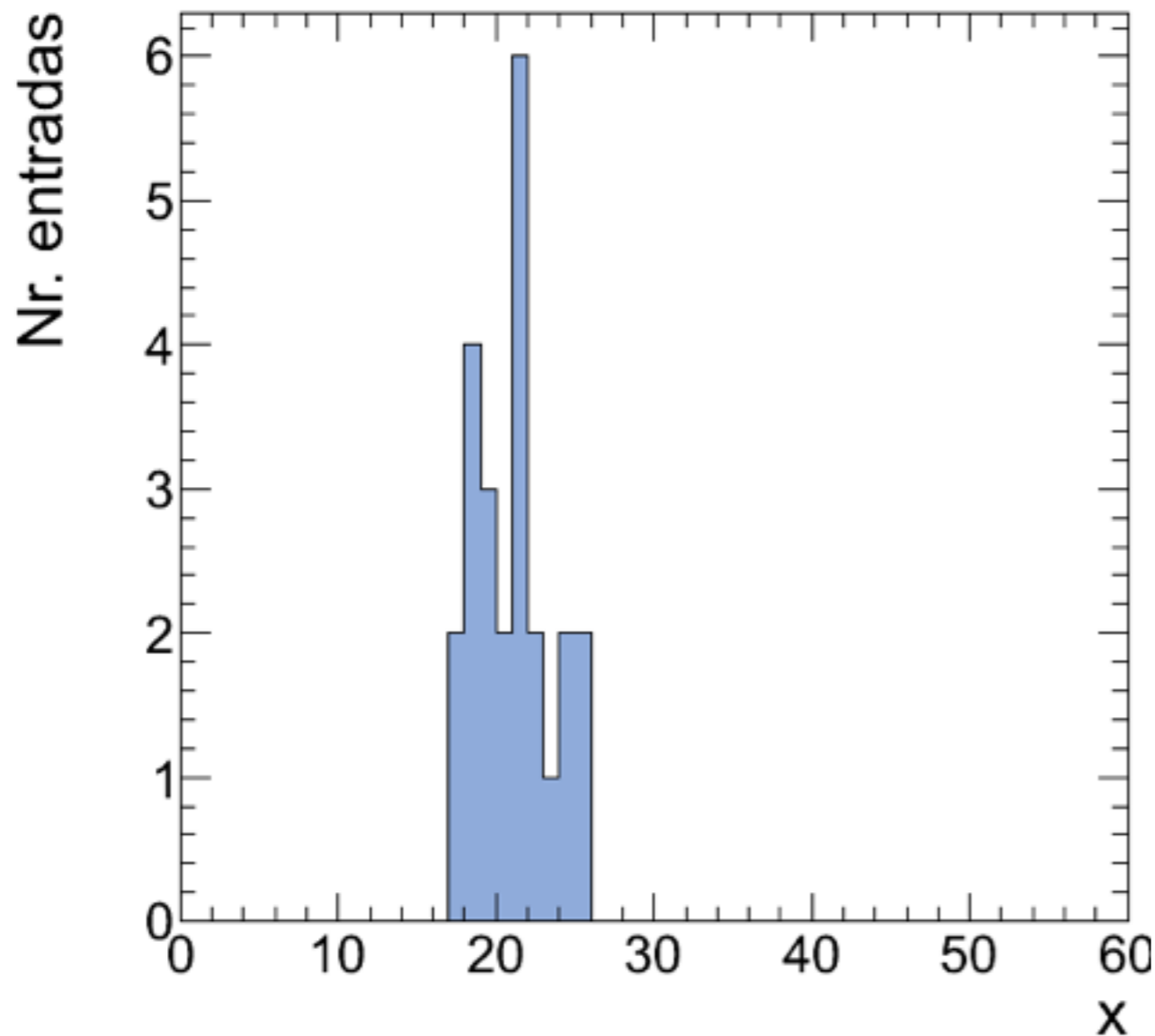
### Exercício (2.5.3):

a)  $\{x_i\} = \{18, 21, 23, 25, 18, 18, 21, 19,$   
 $22, 19, 21, 20, 17, 21, 24, 24,$   
 $20, 21, 18, 25, 21, 17, 22, 19\}$



### Exercício (2.5.3):

a)  $\{x_i\} = \{18, 21, 23, 25, 18, 18, 21, 19,$   
 $22, 19, 21, 20, 17, 21, 24, 24,$   
 $20, 21, 18, 25, 21, 17, 22, 19\}$



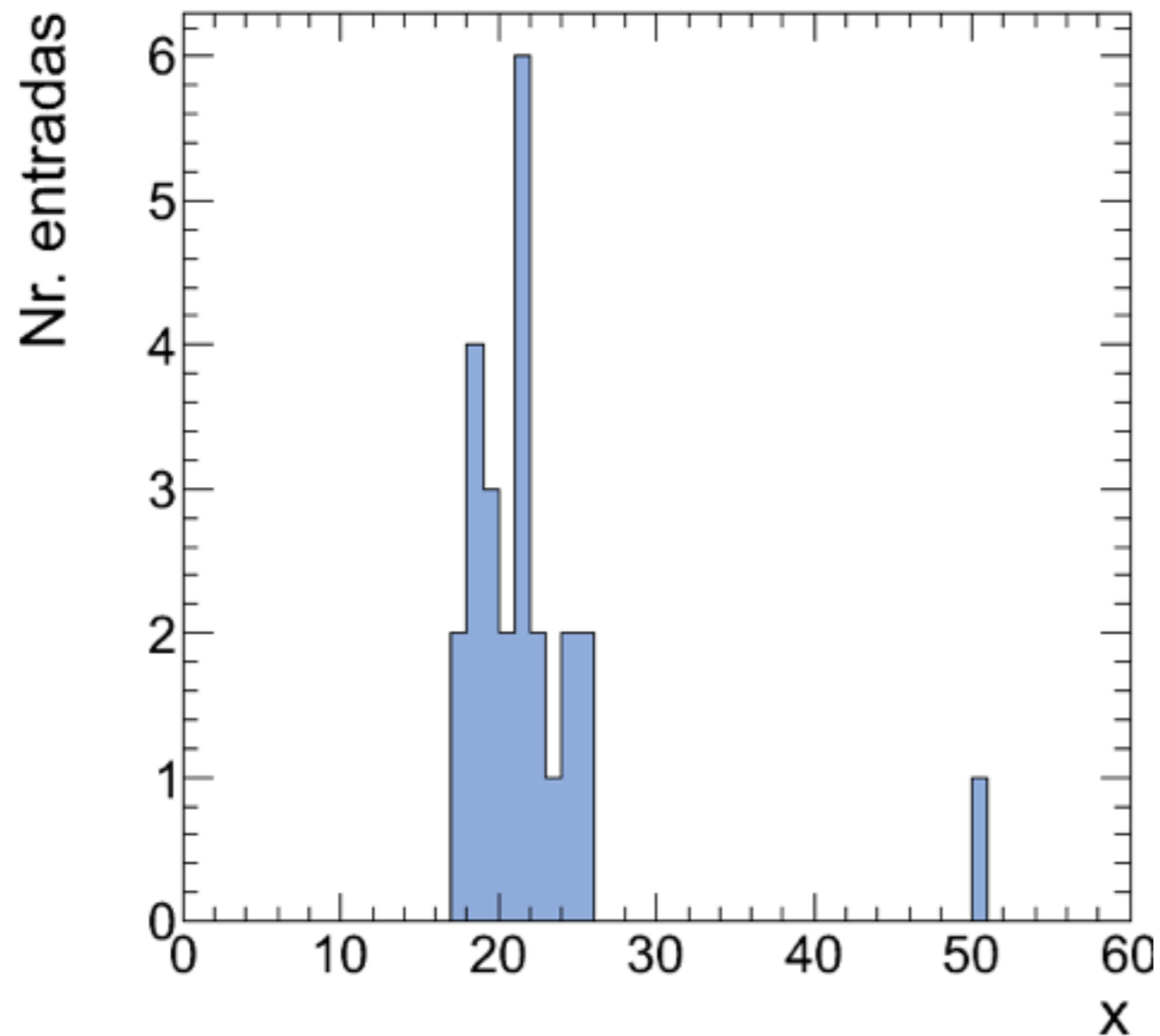
Média: 20,58

Variância: 5,58

Desvio padrão: 2,36

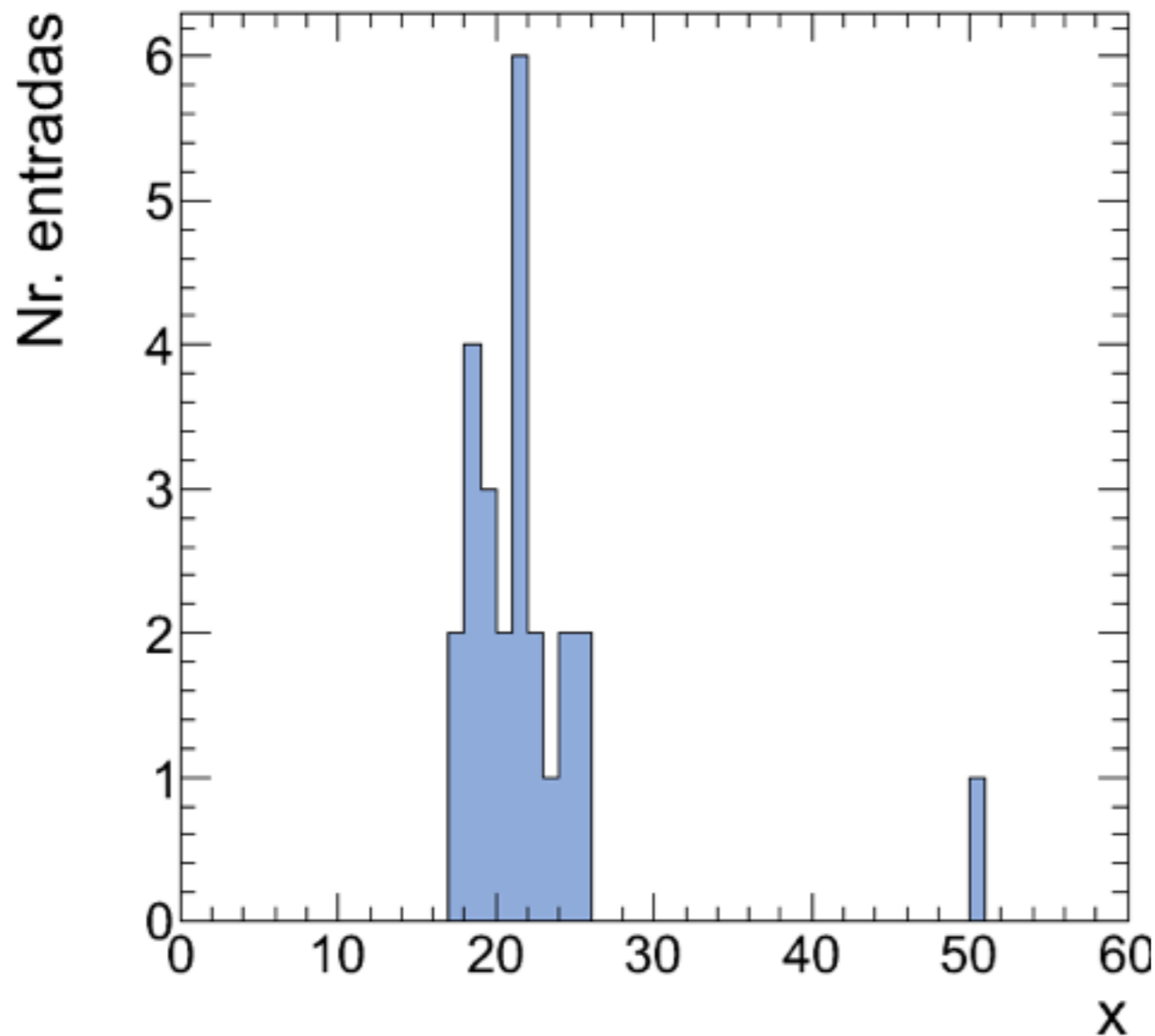
### Exercício (2.5.3):

a)  $\{x_i\} = \{18, 21, 23, 25, 18, 18, 21, 19,$   
 $22, 19, 21, 20, 17, 21, 24, 24,$   
 $20, 21, 18, 25, 21, 17, 22, 19, 50\}$



### Exercício (2.5.3):

a)  $\{x_i\} = \{18, 21, 23, 25, 18, 18, 21, 19,$   
 $22, 19, 21, 20, 17, 21, 24, 24,$   
 $20, 21, 18, 25, 21, 17, 22, 19, 50\}$



Média: 21,76

Variância: 38,58

Desvio padrão: 6,21

# Atividade de aula

- 1- Obtenha as coleções de dados das idades, massas e alturas de todos os estudantes da turma de Física Geral
- 2- Construa uma tabela com os dados ordenados
- 3- Defina as classes de agrupamento (intervalos) dos dados relativos a cada atributo (idade, massa, altura)
- 4- Construa tabelas com as frequências de cada classe de agrupamento e para cada atributo
- 5- Em um papel milimetrado, construa os histogramas para a partir das tabelas de frequências
- 6- Compute o valor máximo, o valor mínimo, a média, a moda, a média quadrática e a mediana para cada coleção de dados

Estudante	Idade (anos)	Massa (kg)	Altura (cm)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			