

# Física Geral - Laboratório

<http://dfnae.fis.uerj.br/twiki/bin/view/DFNAE/FisicaGeral>

Aula I: Organização e descrição de dados



# Física Geral - Objetivos

*Ao final do período, o aluno deverá ser capaz de compreender as principais características do método científico; realizar medições de comprimentos com instrumentos de escala direta; construir tabelas e histogramas; caracterizar, do ponto de vista da estatística descritiva, quaisquer conjuntos de medidas diretas.*

# Professor???

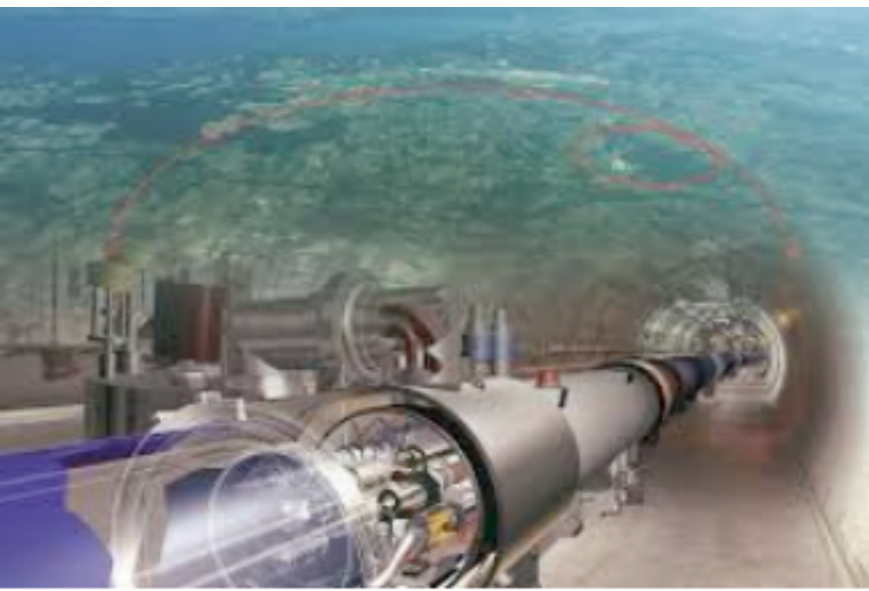
- Quem sou eu?
- Prof. Dilson de Jesus Damião
- Como encontrar-me?
  - Pessoalmente: sala 3016-A - DFNAE
  - Eletronicamente: [dilson@uerj.br](mailto:dilson@uerj.br)

# Professor???

- Onde estudei?
  - Bacharelado e Licenciatura pela UERJ
  - Mestrado pela UERJ
  - Doutorado pela UERJ, com estágio no CERN

# Professor???

- Onde trabalhei?
- Estágio no CERN, experimento CMS
- Pós-doutorado no CBPF
- Professor na UERJ



# Física Geral

## Bibliografia:



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

- *Organizar e descrever conjuntos genéricos de **dados** (cap. 2);*
- *Estimar erros em **medidas** diretas (cap. 3) e indiretas (cap. 4)*
- *Determinar **parâmetros físicos** a partir de ajustes lineares (cap. 4)*

# 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

O Sistema Internacional de Medidas (SI) foi concebido em sete unidades básicas: metro (m), quilograma (kg), segundos (s), ampère (A), kelvin (K), mol (mol) candela (cd)

# 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:

$\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_N\} = \{\text{valor nº 1, valor nº 2, valor nº 3, \dots, valor nº 'N'}\}$

# 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)

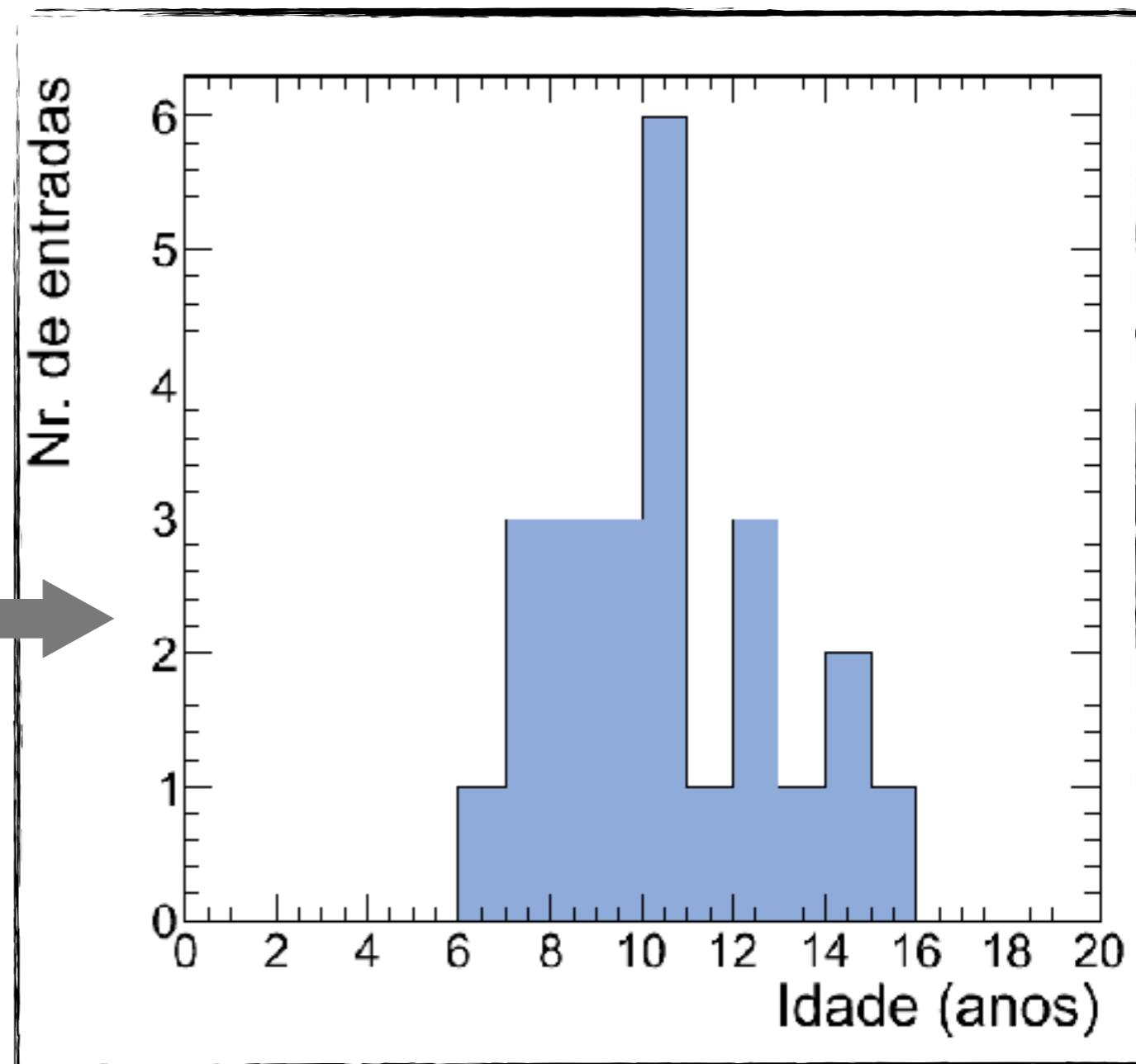
Classe de idades (anos)	Frequências
6	1
7	3
8	3
9	3
10	6
11	1
12	3
13	1
14	2
15	1

# 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)

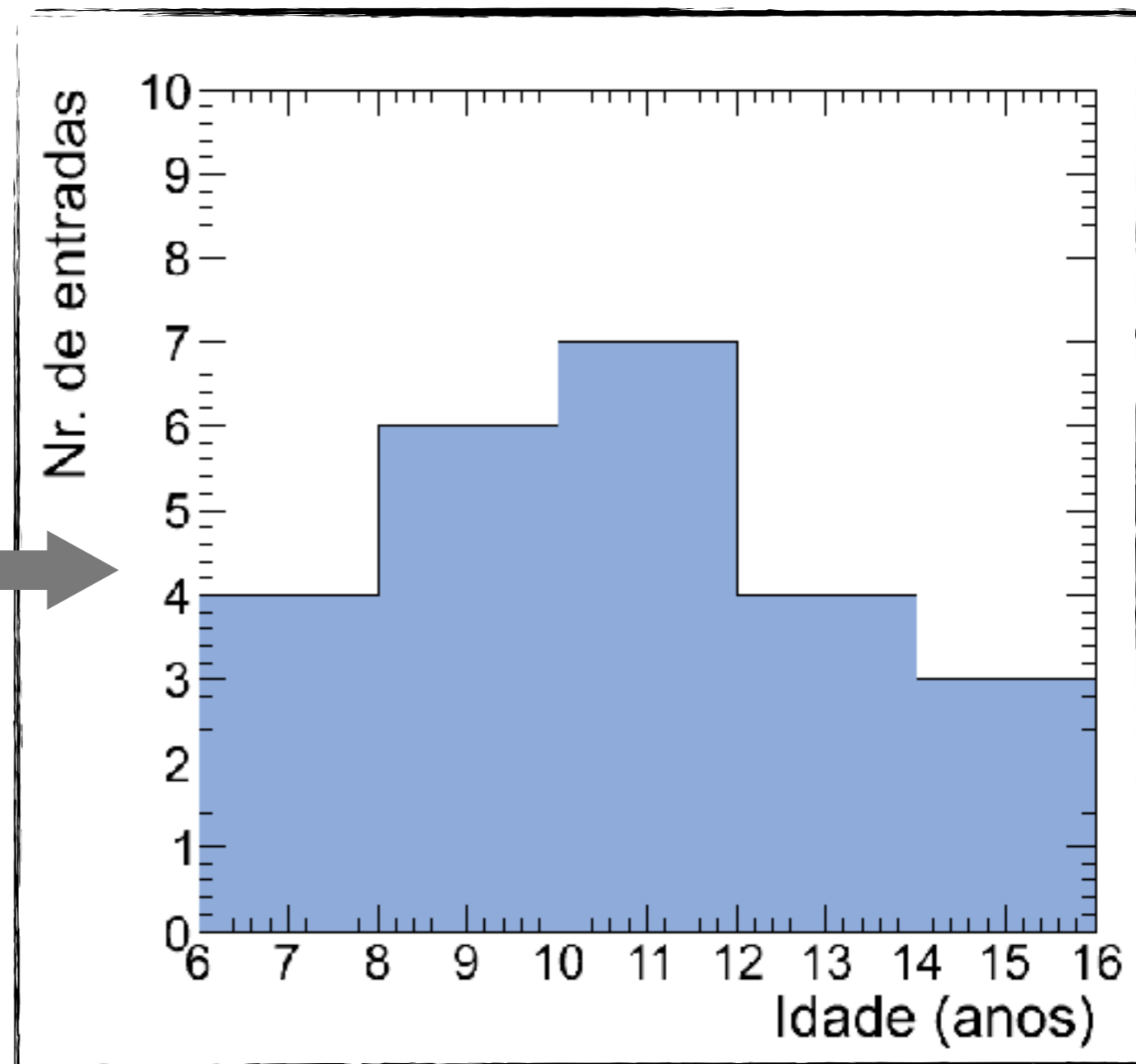
Classe de idades (anos)	Frequência
[6 - 8)	4
[8 - 10)	6
[10 - 12)	7
[12 - 14)	4
[14 - 16)	3

# 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



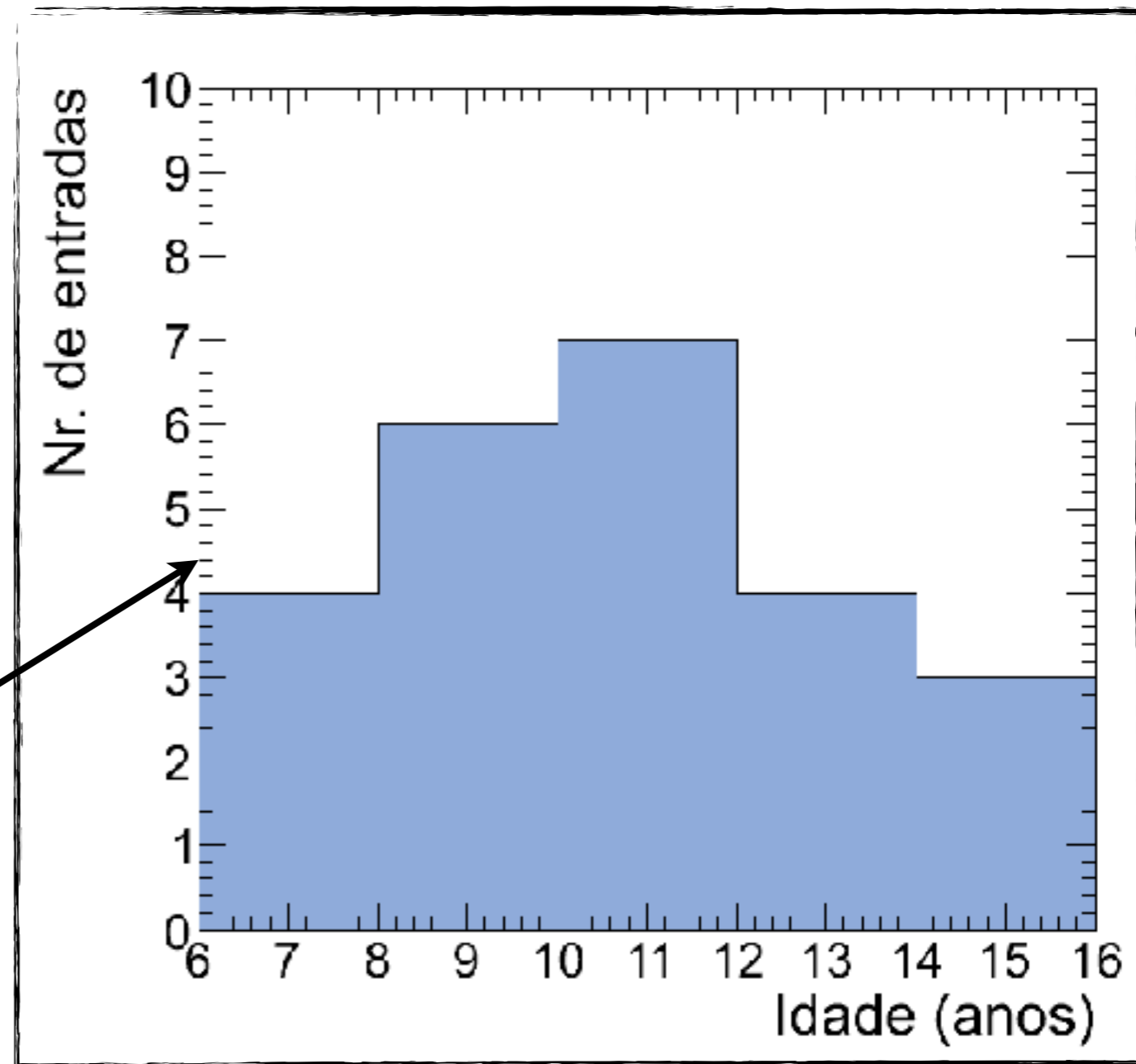
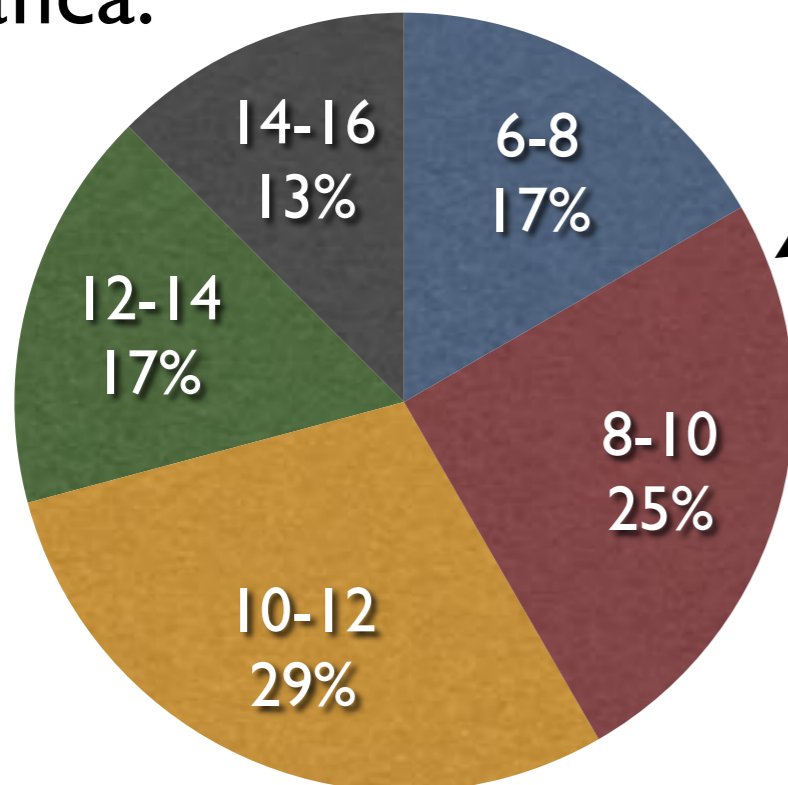


# Organizando um conjunto de dados: Classes e Histogramas

Conjunto de idades:

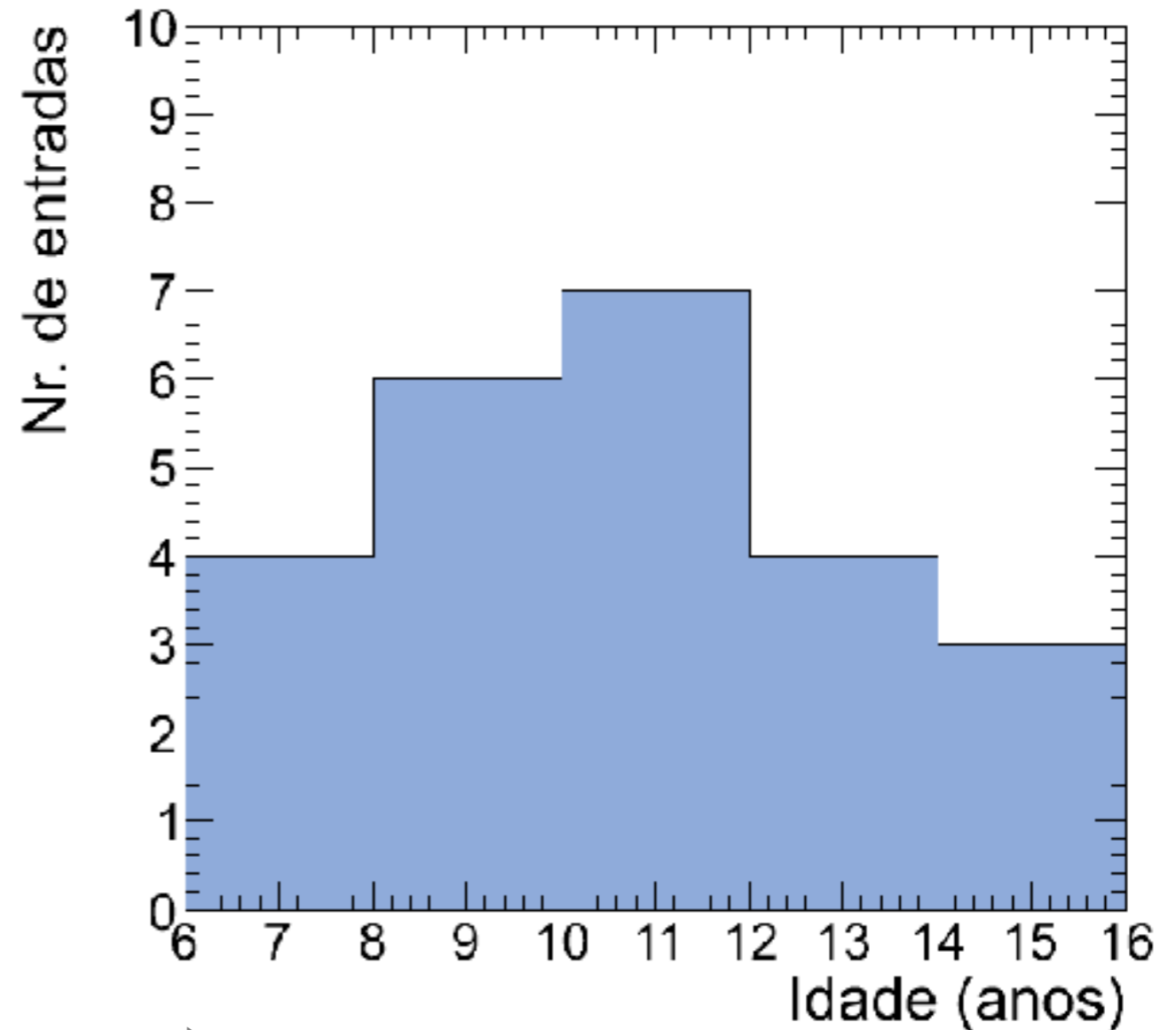
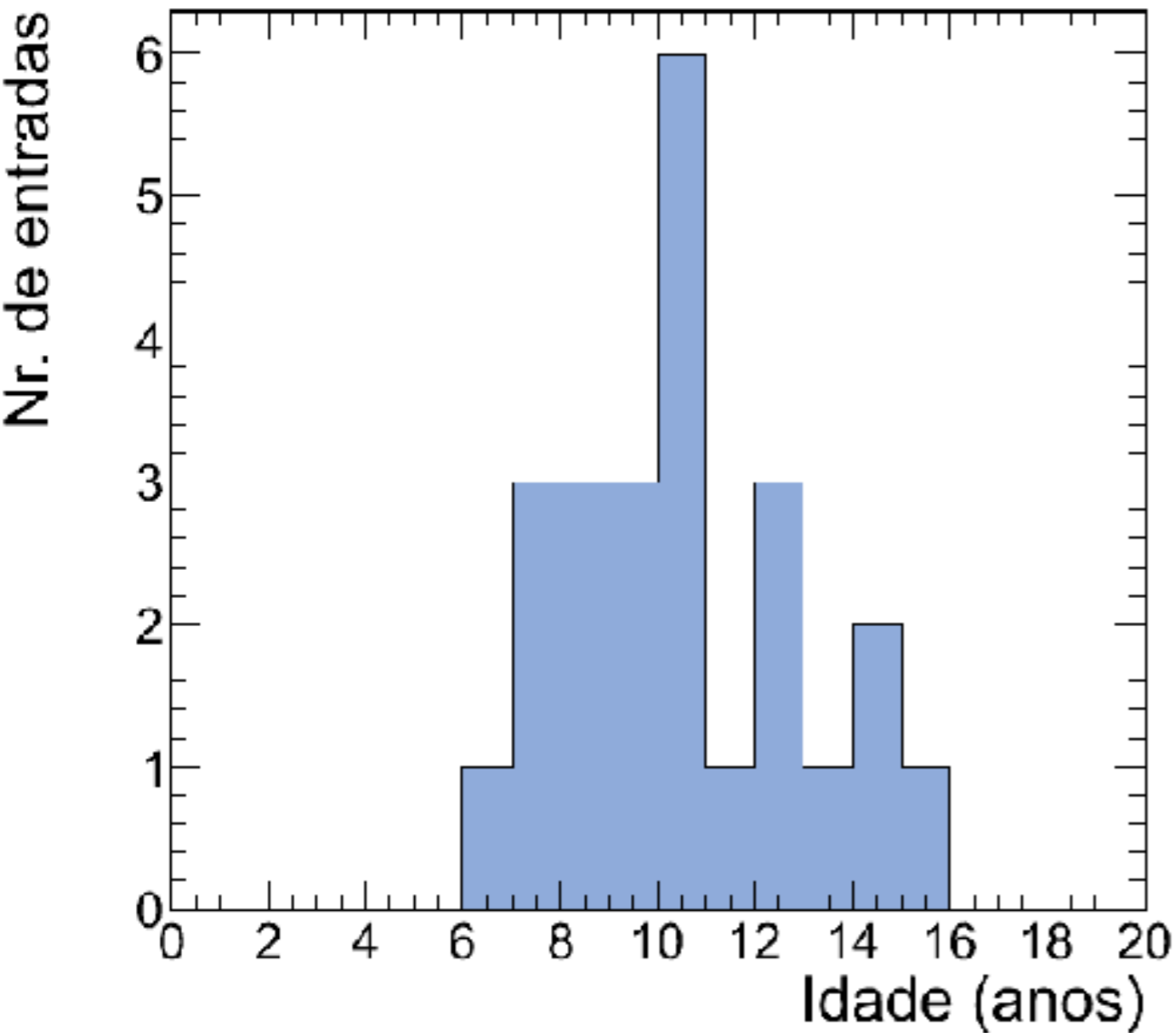
{10, 7, 10, 11, 10, 15, 8, 12, 14,  
9, 6, 8, 7, 14, 10, 10, 7, 12, 12, 9,  
13, 10, 9, 8} (anos)

Outra representação  
gráfica:



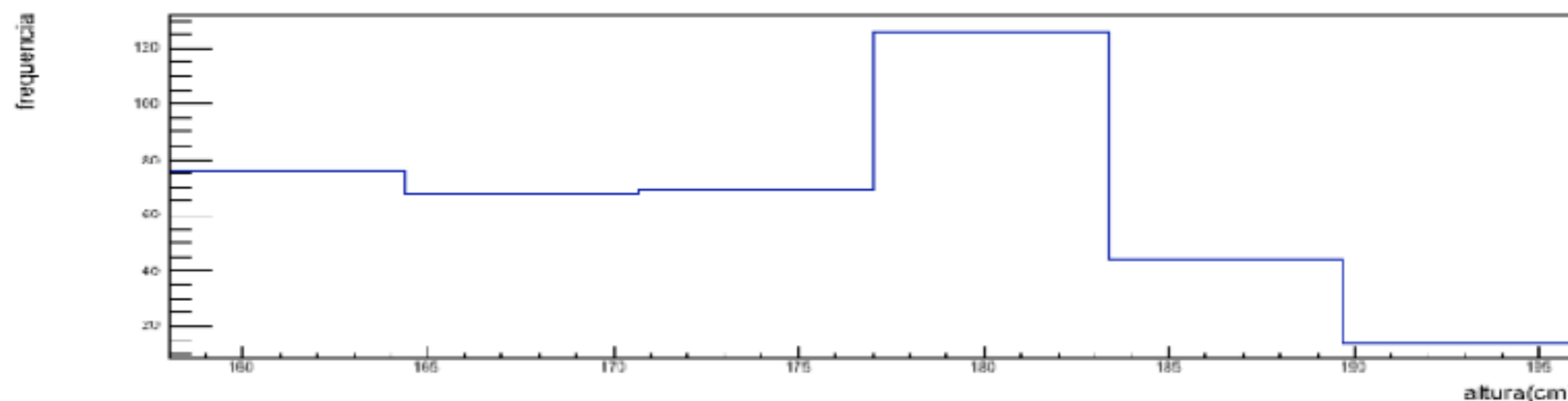
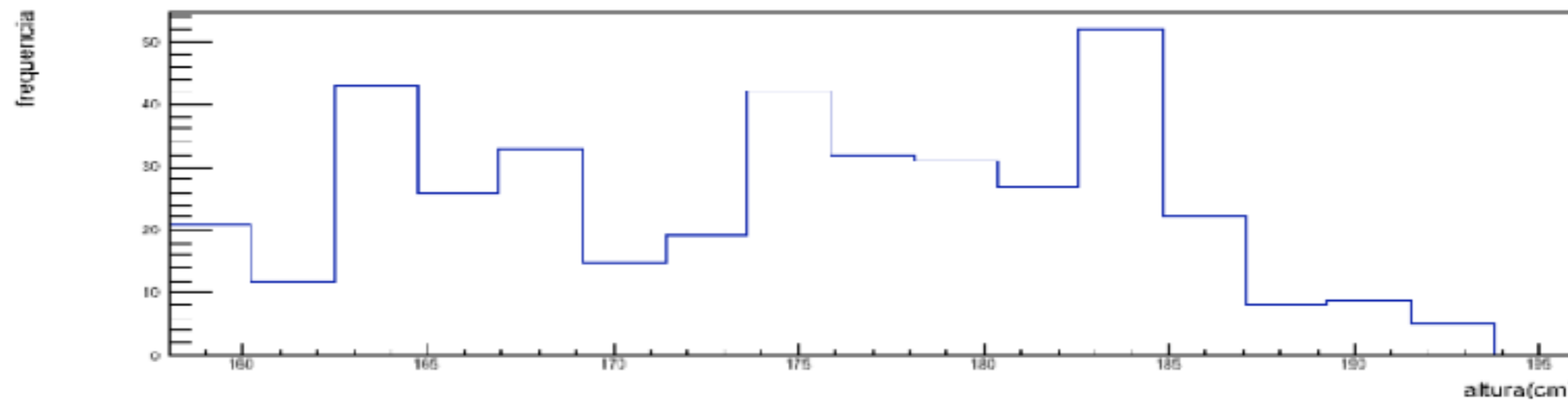
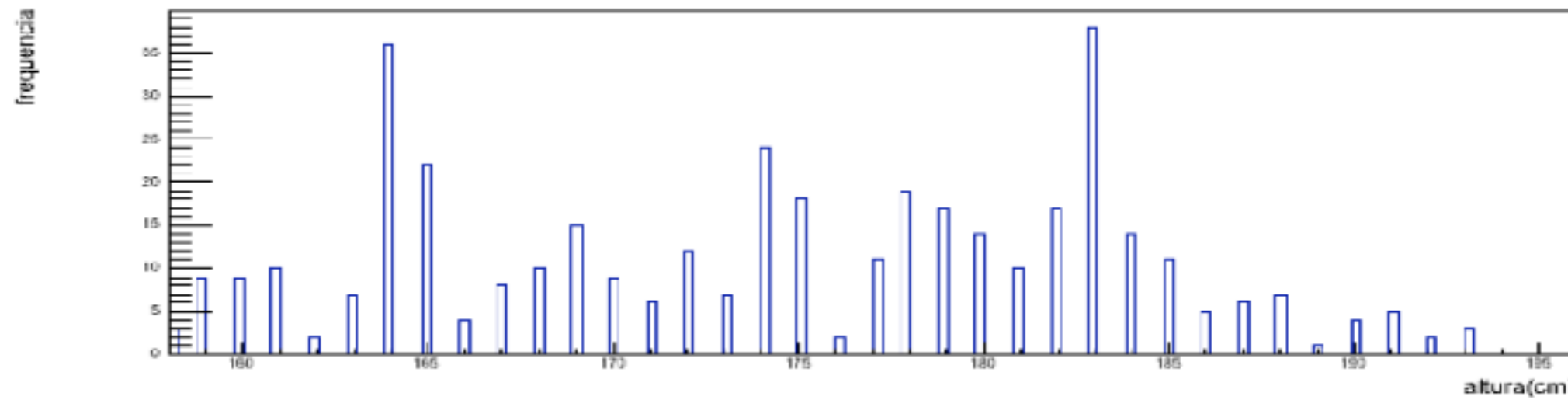
# Organizando um conjunto de dados: Histogramas

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

Todas as medidas apresentadas anteriormente, podem ser quantificadas pro meio do cálculo de parâmetros estatísticos que caracterizam valores centrais

**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

Todas as medidas apresentadas anteriormente, podem ser quantificadas pro meio do cálculo de parâmetros estatísticos que caracterizam valores centrais

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

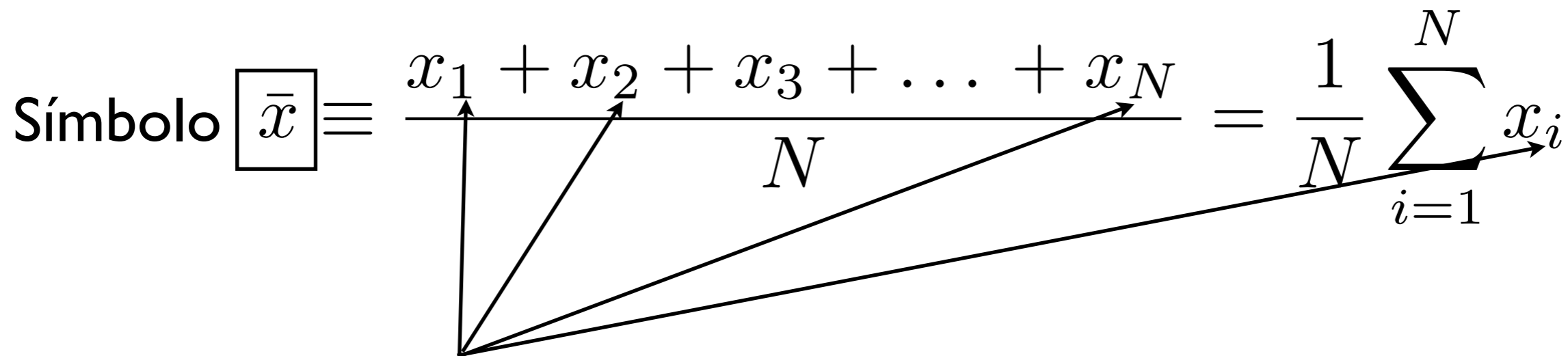
Símbolo  $\boxed{\bar{x}}$   $\equiv \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$

# Parâmetros de posição

Todas as medidas apresentadas anteriormente, podem ser quantificadas pro meio do cálculo de parâmetros estatísticos que caracterizam valores centrais

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

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



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

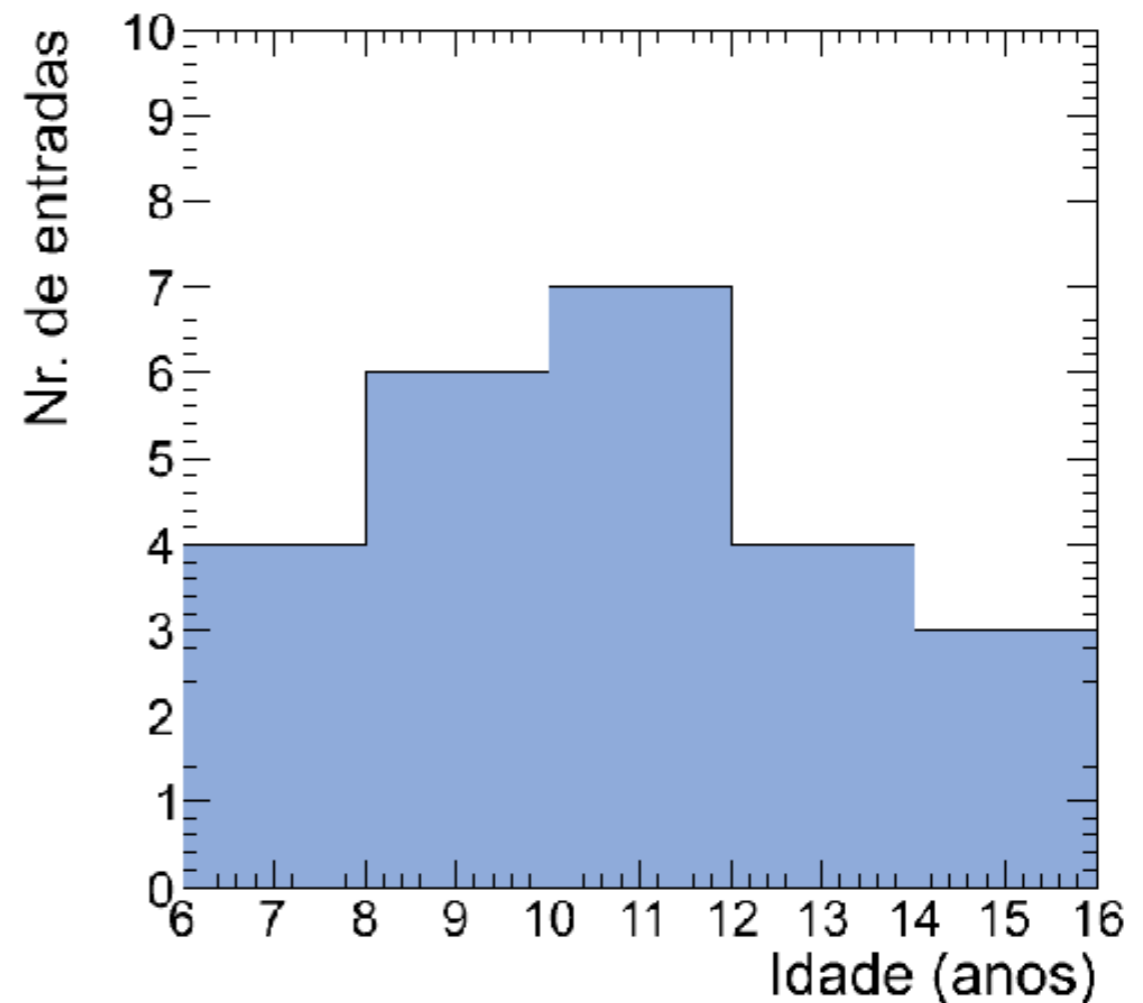
$N$ : número total de elementos  $\sum_{j=1}^M n_j = n_1 + n_2 + \dots + n_M = N$

# 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

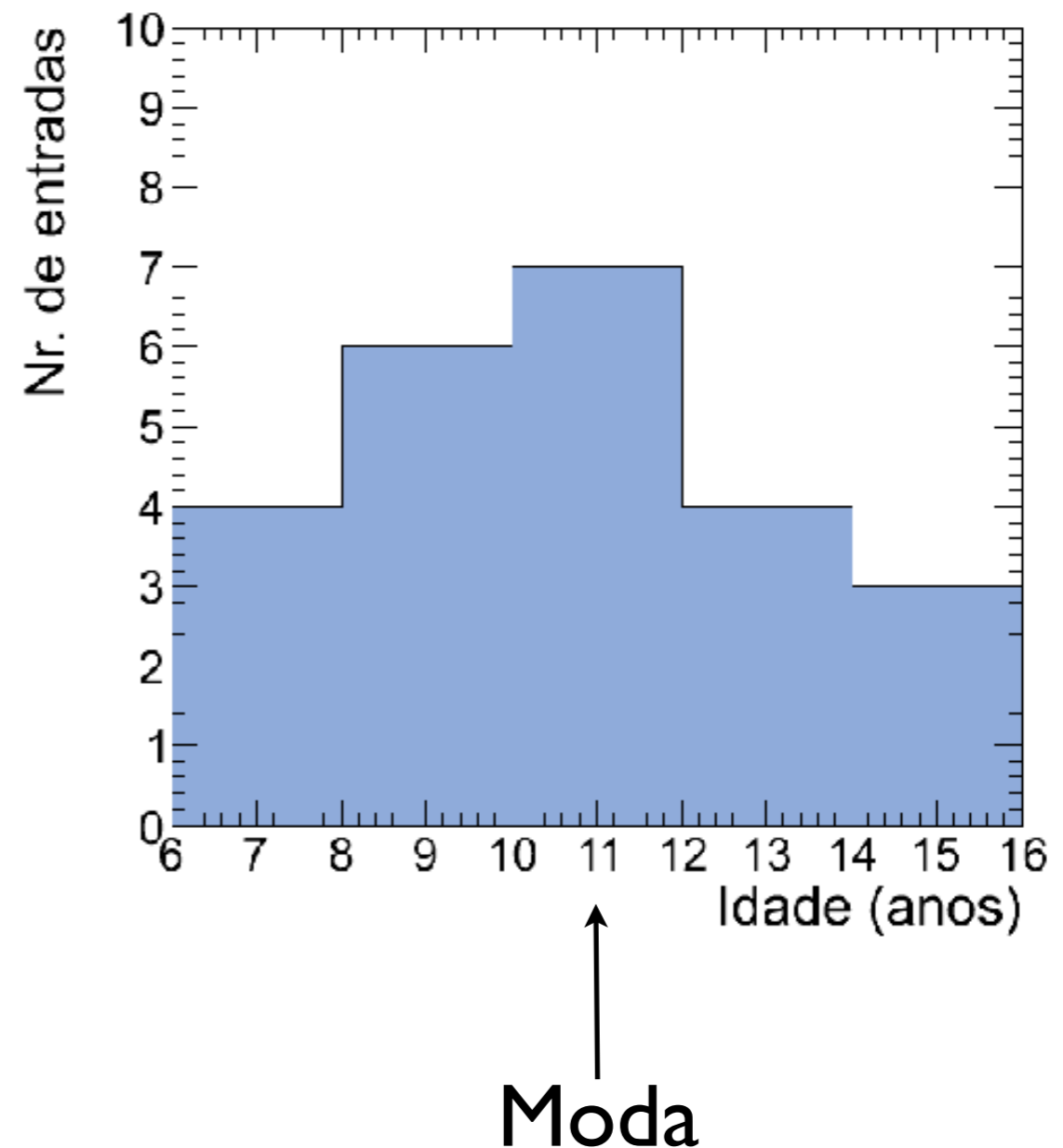


# Parâmetros de posição

**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

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

# 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

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

Símbolo

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

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

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

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

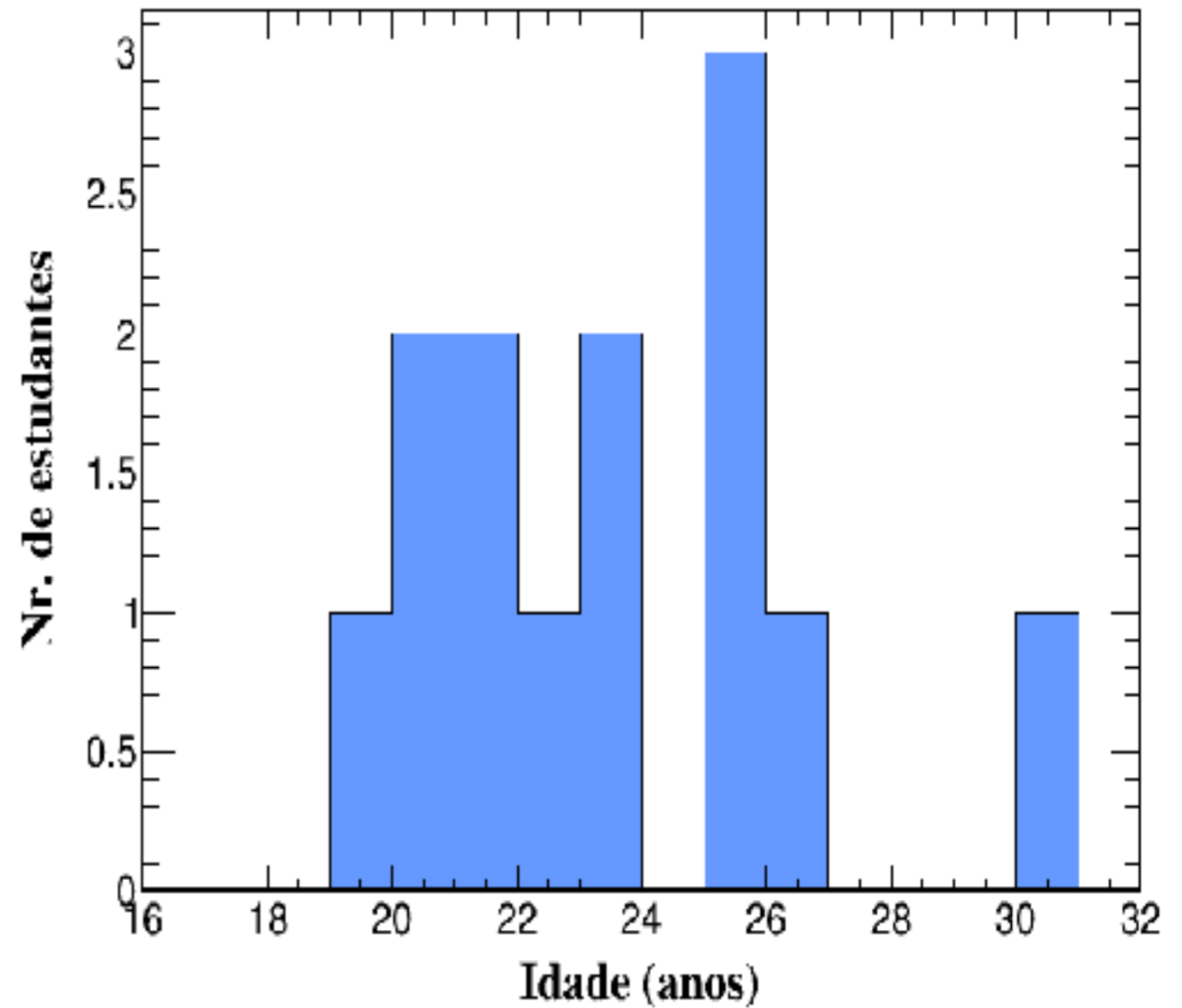


# Atividade - Aula I

Estudante	Idade (anos)	Massa (kg)	Altura (cm)
1	22	64	174
2	21	110	185
3	20	75	174
4	23	80	170
5	25	61	168
6	30	86	173
7	20	54	162
8	25	84	176
9	19	51	166
10	26	64	168
11	21	66	177
12	23	103	174
13	25	91	175

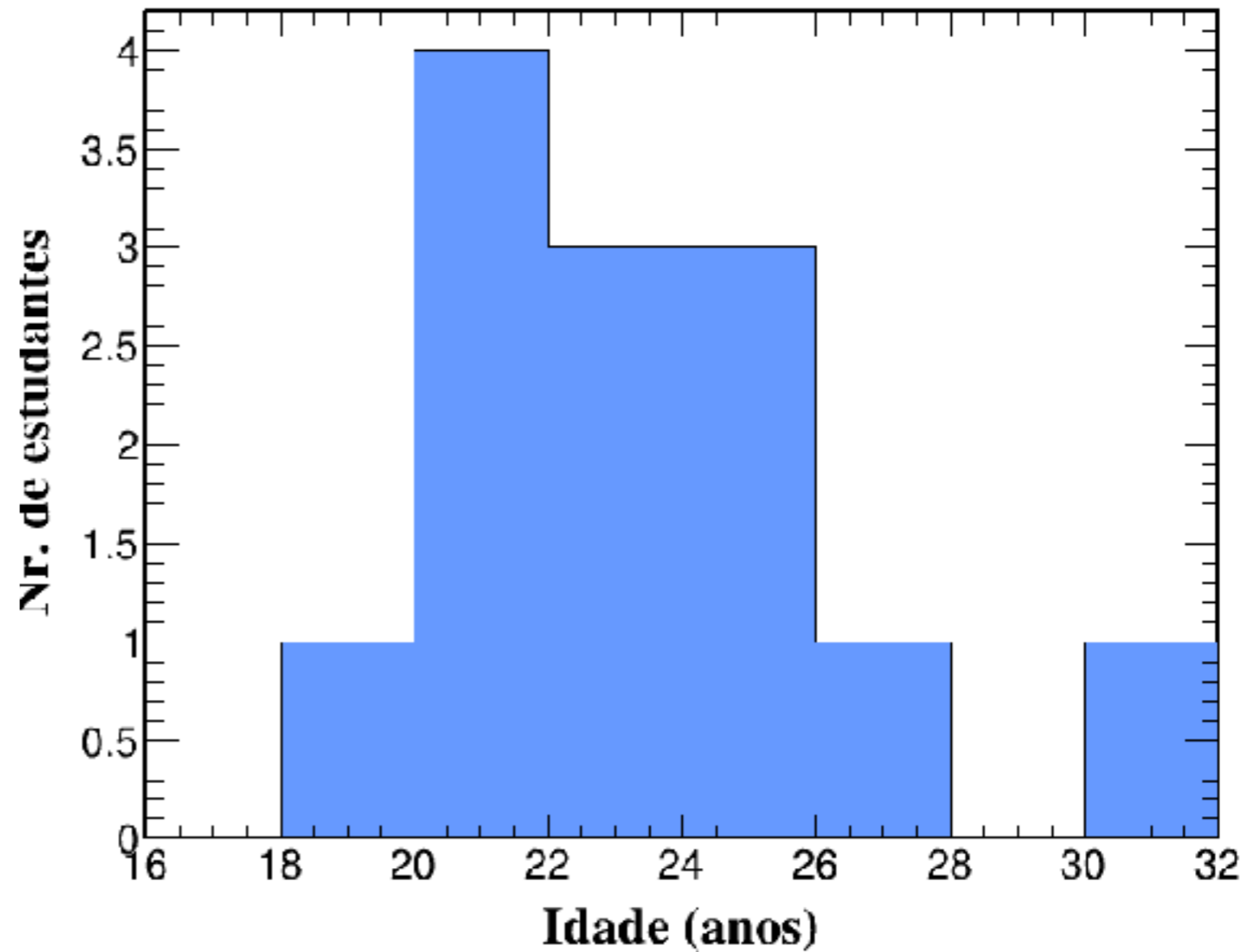
# Atividade - Aula I

Estudante	Idade (anos)
1	22
2	21
3	20
4	23
5	25
6	30
7	20
8	25
9	19
10	26
11	21
12	23
13	25



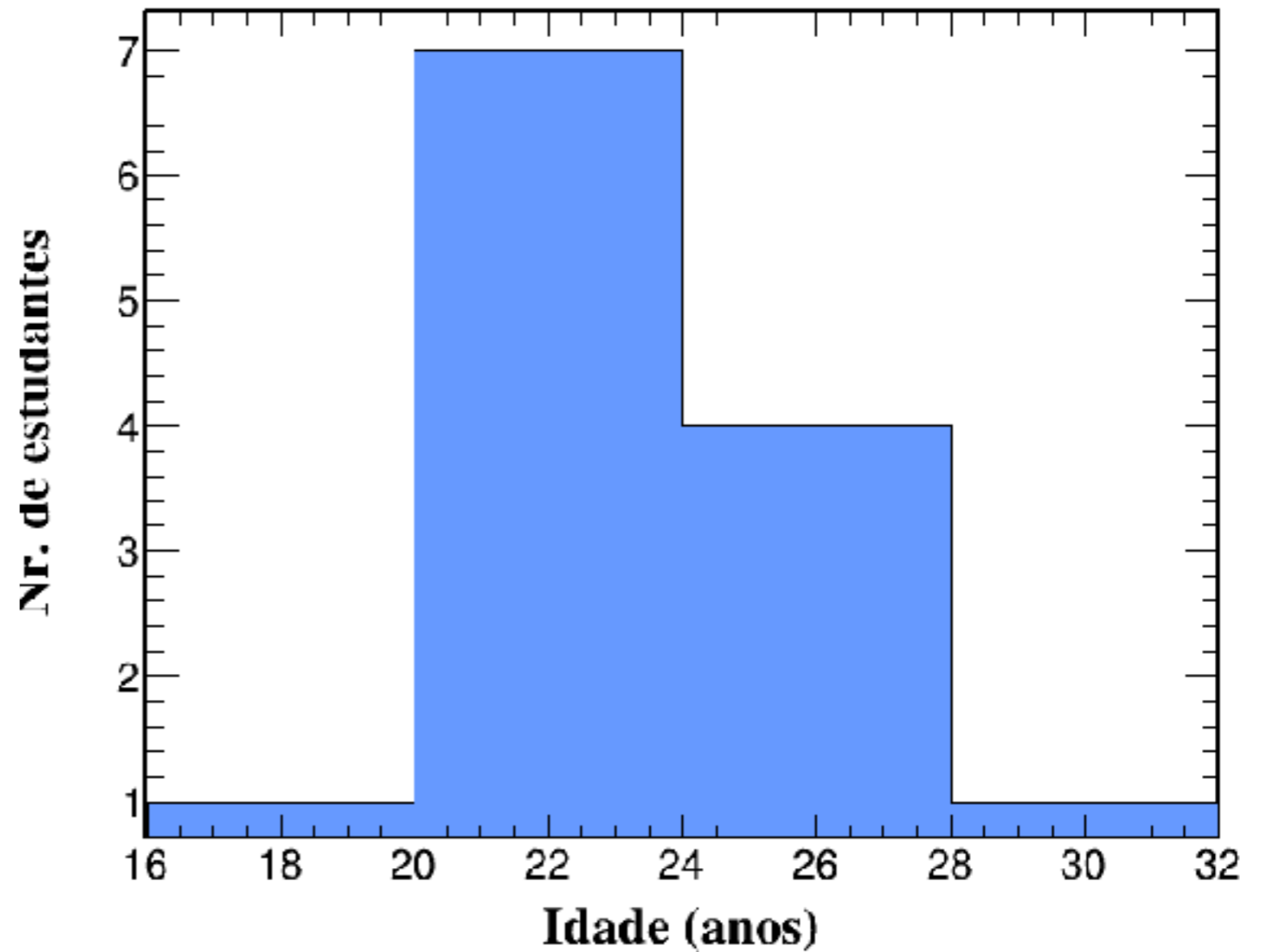
# Atividade - Aula I

Estudante	Idade (anos)
1	22
2	21
3	20
4	23
5	25
6	30
7	20
8	25
9	19
10	26
11	21
12	23
13	25



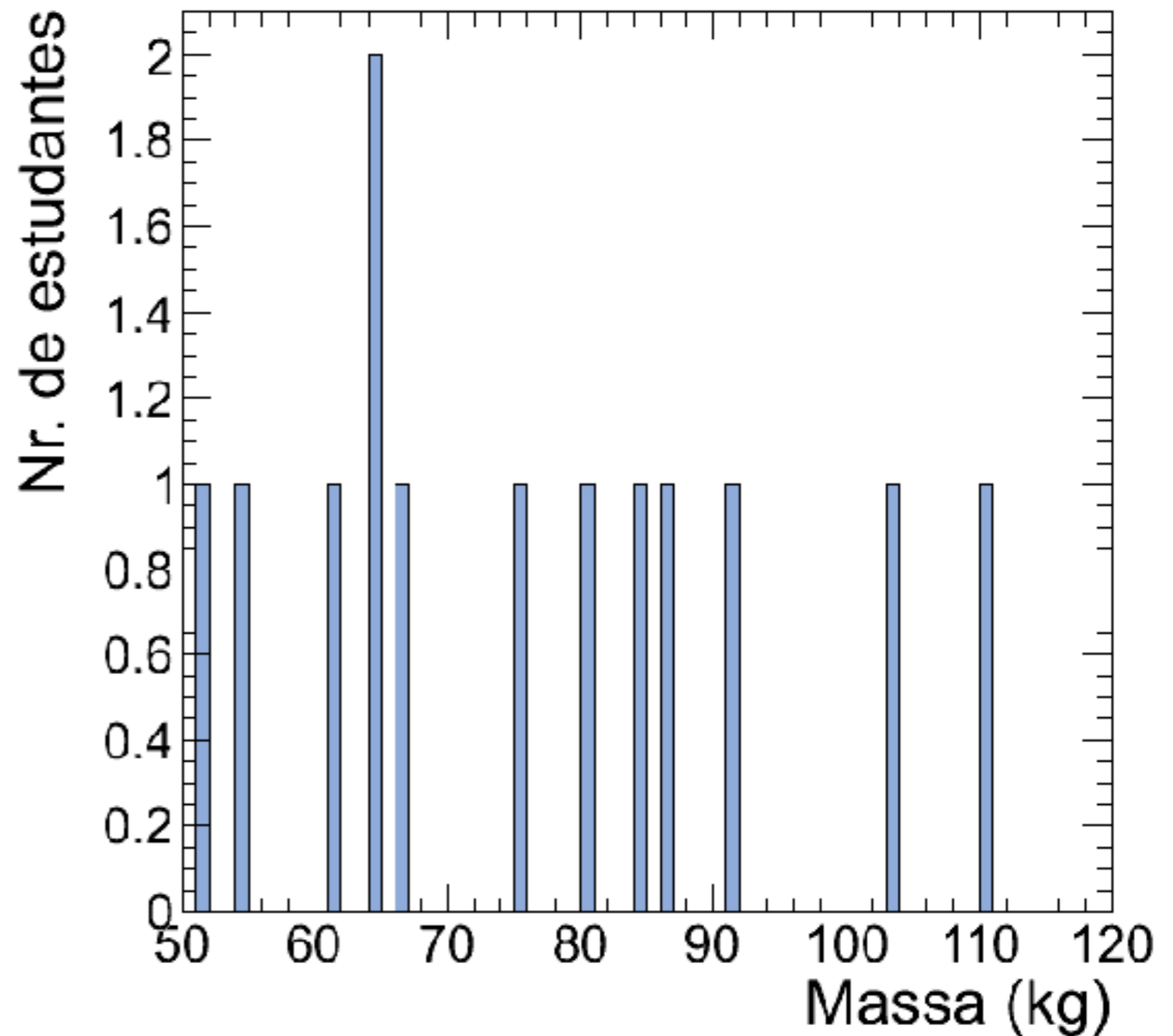
# Atividade - Aula I

Estudante	Idade (anos)
1	22
2	21
3	20
4	23
5	25
6	30
7	20
8	25
9	19
10	26
11	21
12	23
13	25



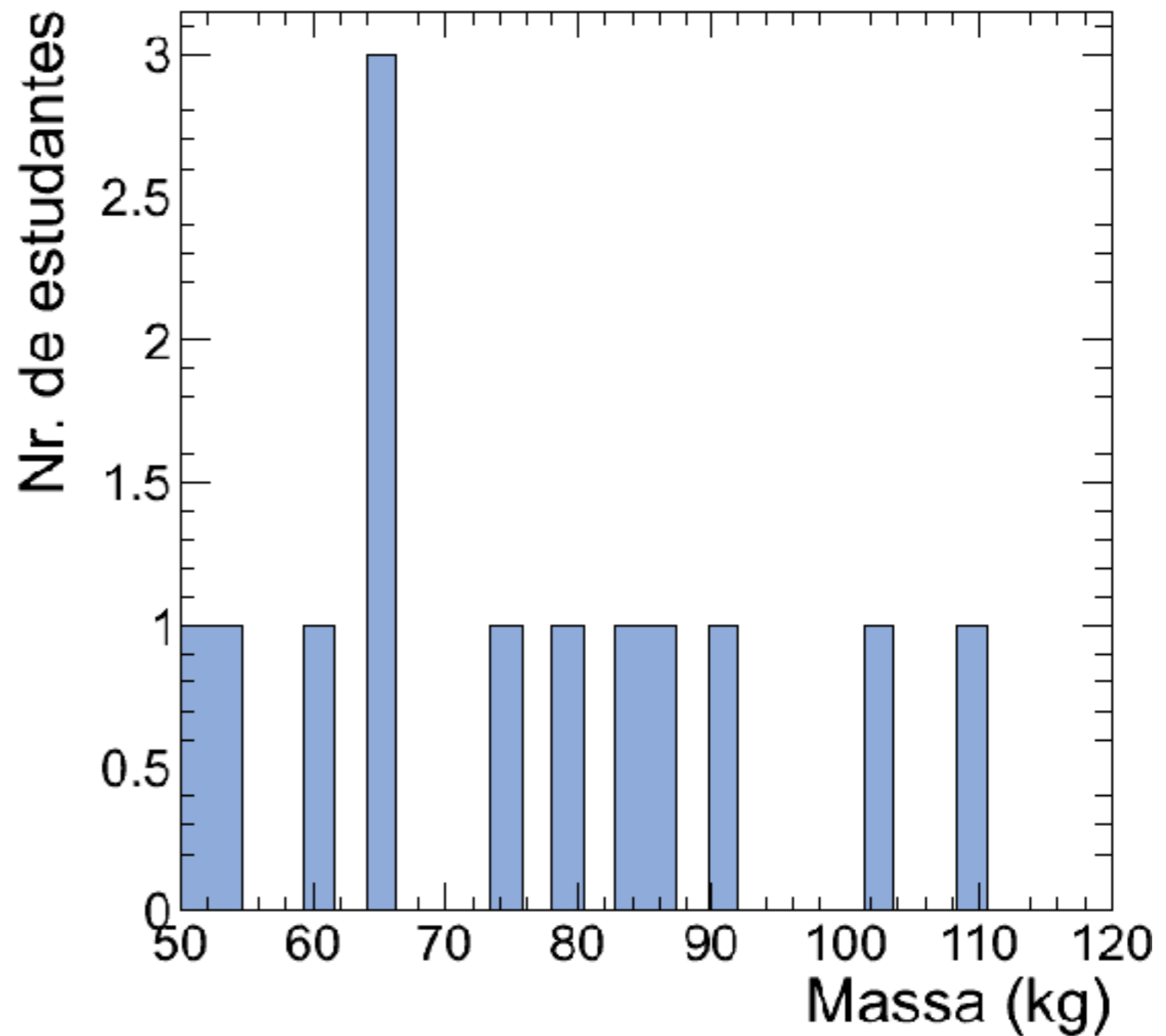
# Atividade - Aula I

Estudante	Massa (kg)
1	64
2	110
3	75
4	80
5	61
6	86
7	54
8	84
9	51
10	64
11	66
12	103
13	91



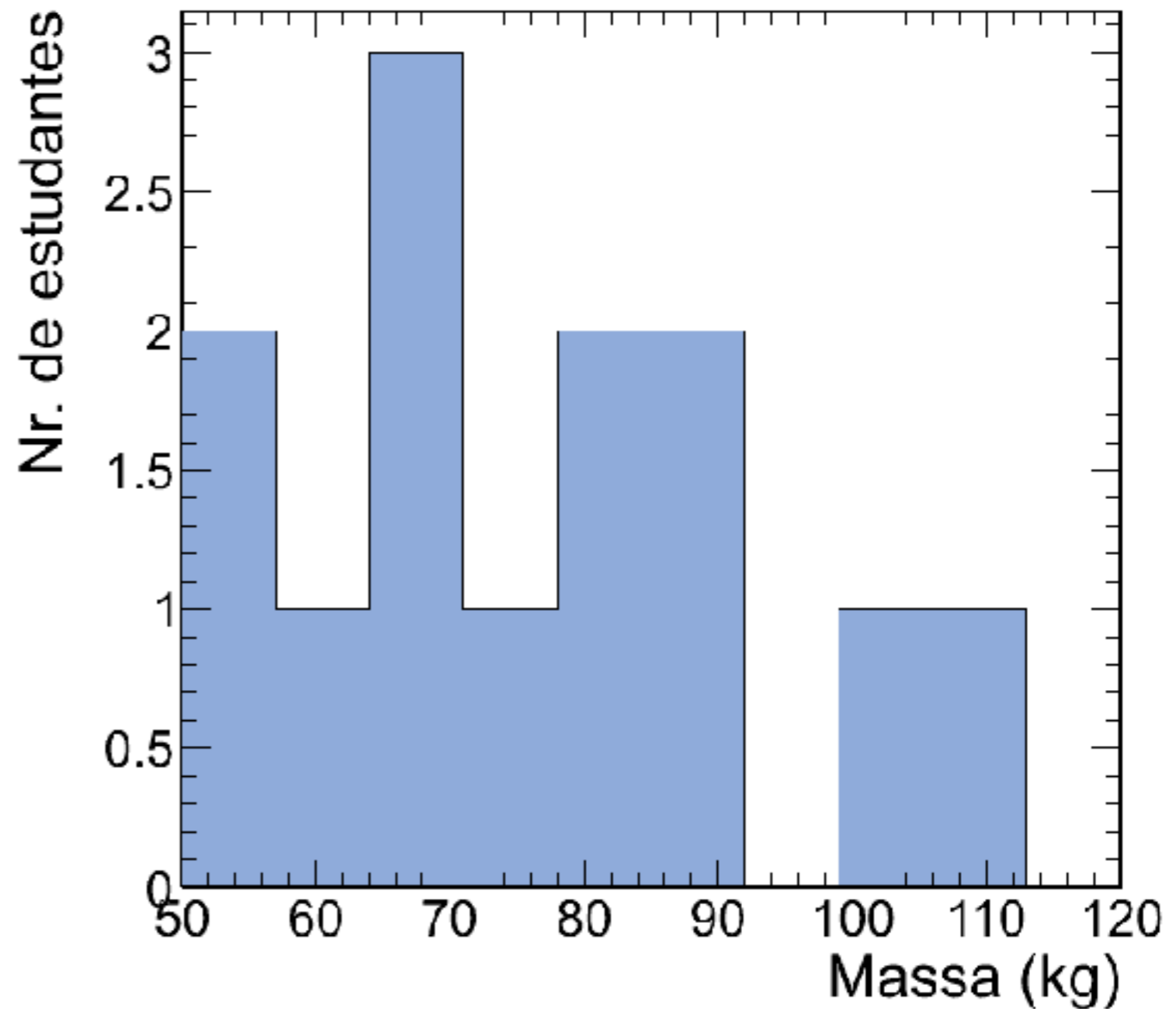
# Atividade - Aula I

Estudante	Massa (kg)
1	64
2	110
3	75
4	80
5	61
6	86
7	54
8	84
9	51
10	64
11	66
12	103
13	91



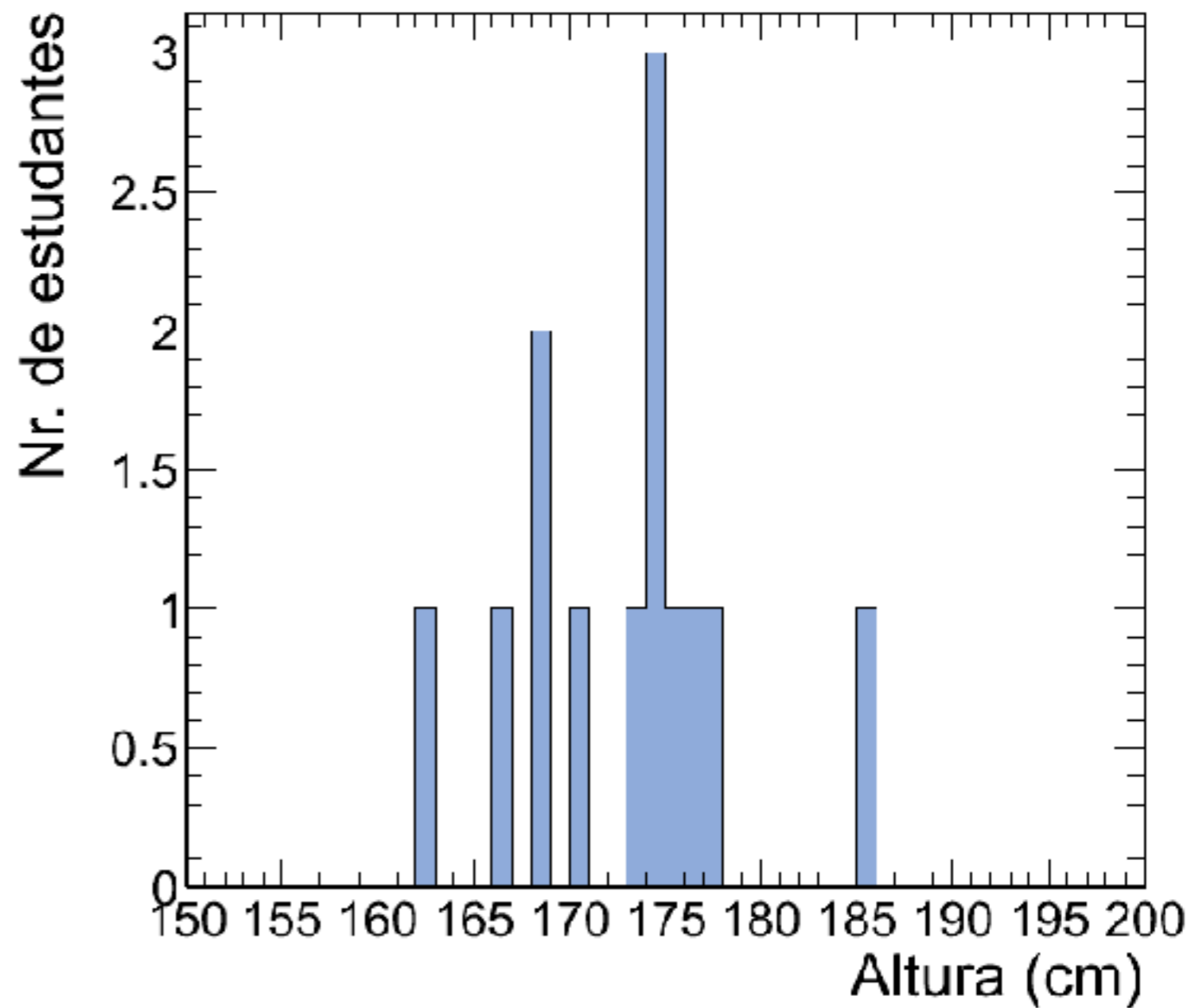
# Atividade - Aula I

Estudante	Massa (kg)
1	64
2	110
3	75
4	80
5	61
6	86
7	54
8	84
9	51
10	64
11	66
12	103
13	91



# Atividade - Aula I

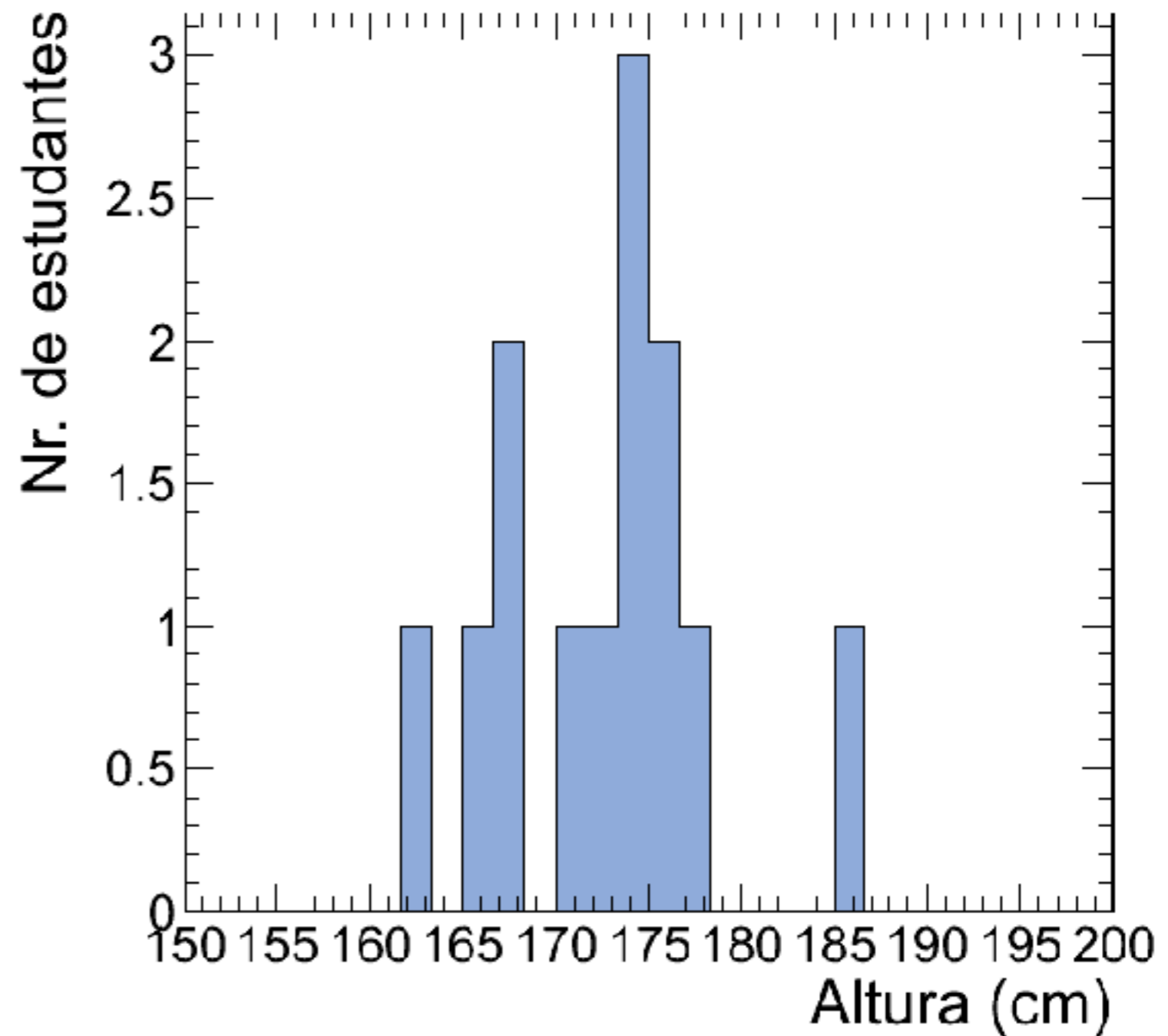
Estudante	Altura (cm)
1	174
2	185
3	174
4	170
5	168
6	173
7	162
8	176
9	166
10	168
11	177
12	174
13	175





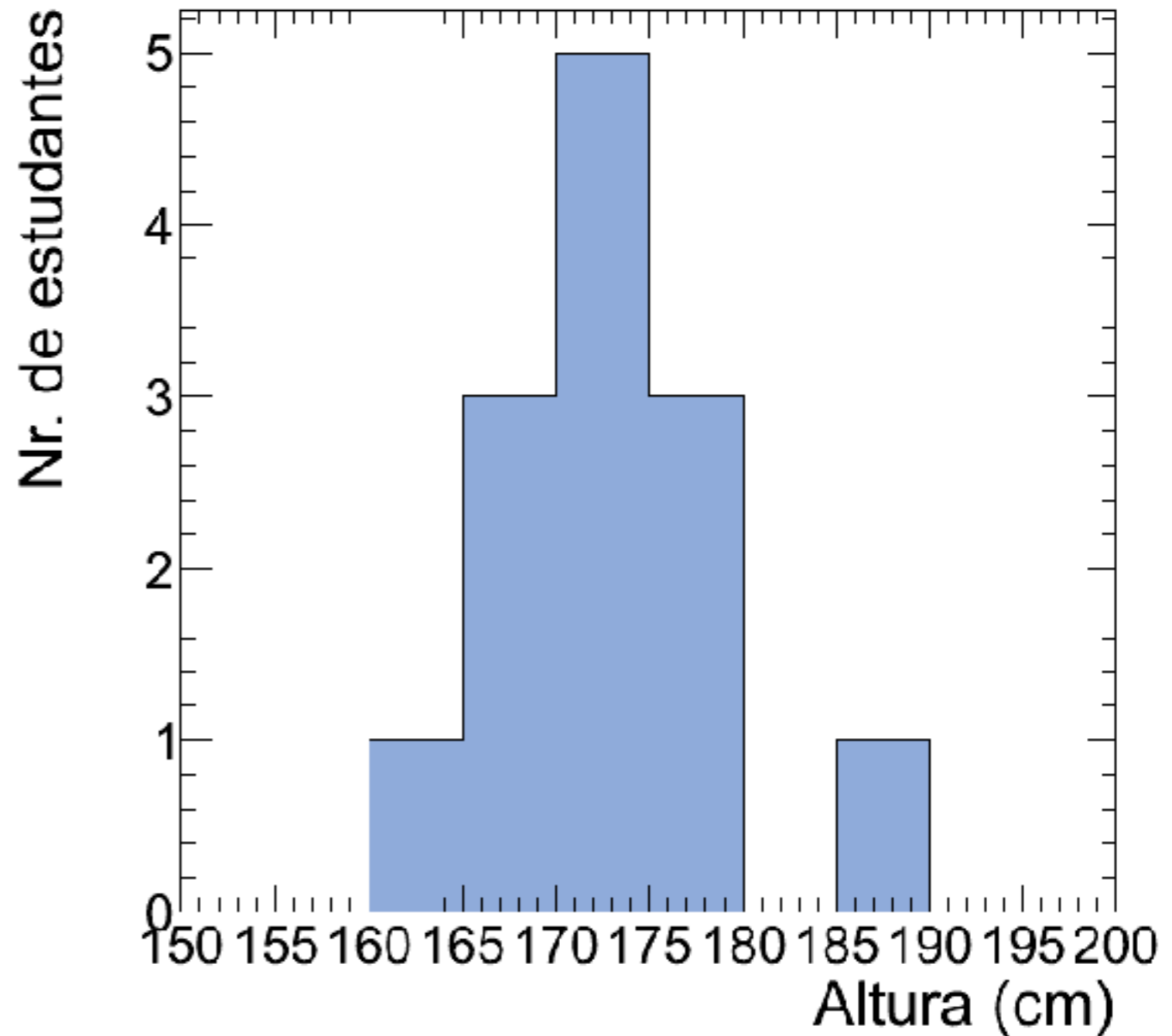
# Atividade - Aula I

Estudante	Altura (cm)
1	174
2	185
3	174
4	170
5	168
6	173
7	162
8	176
9	166
10	168
11	177
12	174
13	175



# Atividade - Aula I

Estudante	Altura (cm)
1	174
2	185
3	174
4	170
5	168
6	173
7	162
8	176
9	166
10	168
11	177
12	174
13	175



# Resumo: parâmetros de posição

## i) **Média:**

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

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

Dados em  $M$  classes (intervalos) com ponto médio  $\{x_1, x_2, \dots, x_M\}$  e frequência  $\{n_1, n_2, \dots, n_M\}$ :

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

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

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

iv) **Mediana** (Mesma quantidade de dados abaixo e acima da mediana):

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

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

# 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