

# Aula 4

## Estudo do movimento de queda dos corpos

---

Física Experimental II

Segundo semestre de 2012

# O que vamos fazer hoje

---

- Revisar a análise dos dados tomados nas duas semanas anteriores
- O teorema do limite central e a gaussiana
  - Algumas atividades
- O relatório científico
  - O que é? Como fazer?
  - Como não fazer?
    - Copiar/colar
  - Preparação para redação de textos científicos
- **Muitas referências de textos para estudar**

# Os dados depois de analisados

---

| Grupo | $g$ [m/s <sup>2</sup> ] | visc [Poise]    |
|-------|-------------------------|-----------------|
| 1     | $9.742 \pm 0.029$       | $3.57 \pm 0.24$ |
| 2     | $9.9 \pm 2.5$           | $2.96 \pm 0.20$ |
| 3     | $9.9 \pm 2.5$           | $3.67 \pm ?$    |
| 4     | $9.696 \pm 0.029$       | $3.75 \pm ?$    |
| 5     | $9.4 \pm ?$             | ?               |

# Teorema do limite central e a gaussiana

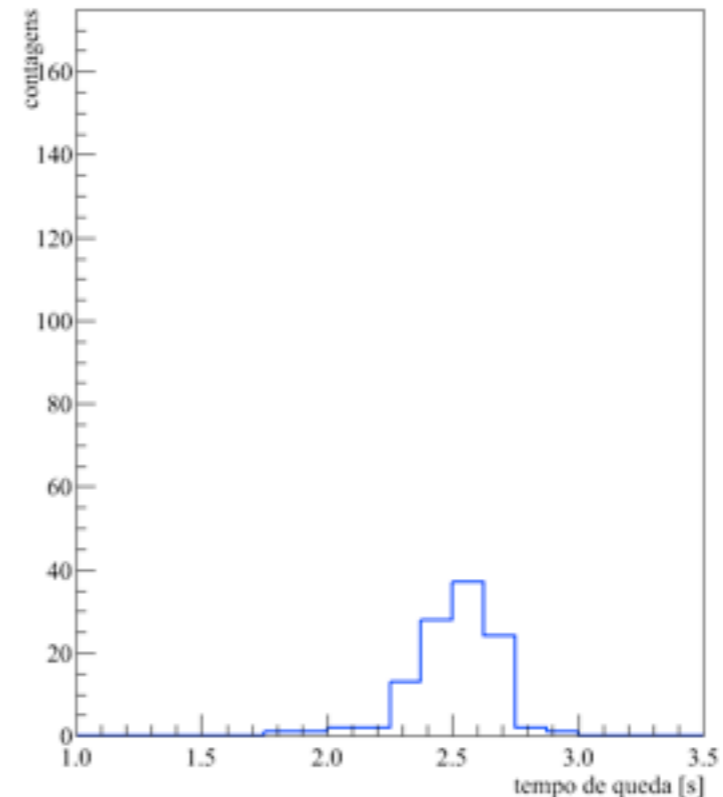
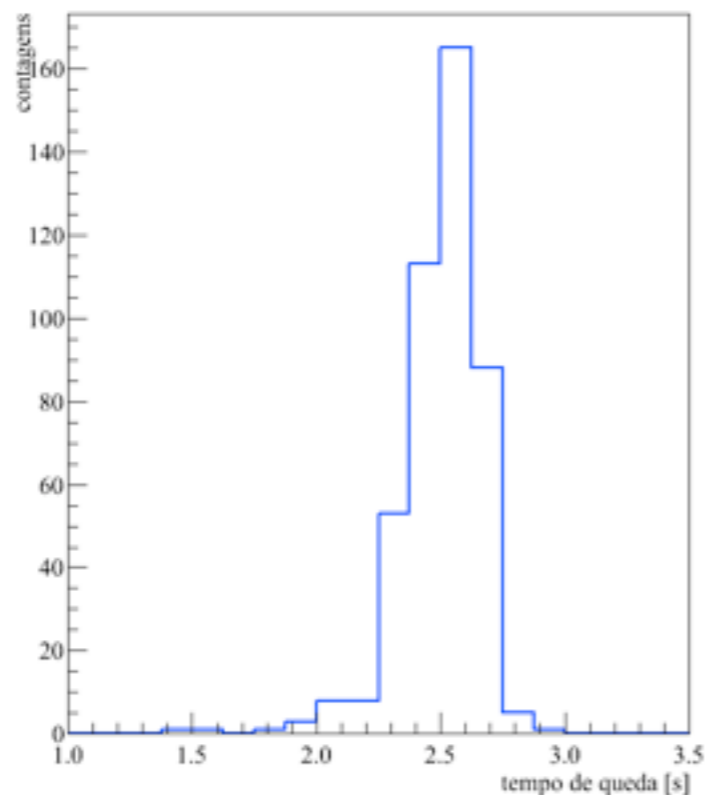
---

Estudar o texto sobre o assunto na página da disciplina, na aba “EXTRAS”

# Histograma de contagens

---

- Histogramas simples de contagens não são interessantes pois a comparação entre dois conjuntos de dados diferentes nem sempre é possível de forma direta
  - Depende do número de entradas no histograma
    - Um conjunto de 10000 valores vai necessitar de uma escala no eixo-y muito diferente do que um conjunto de apenas 100 valores



# Probabilidade e densidade de probabilidade

---

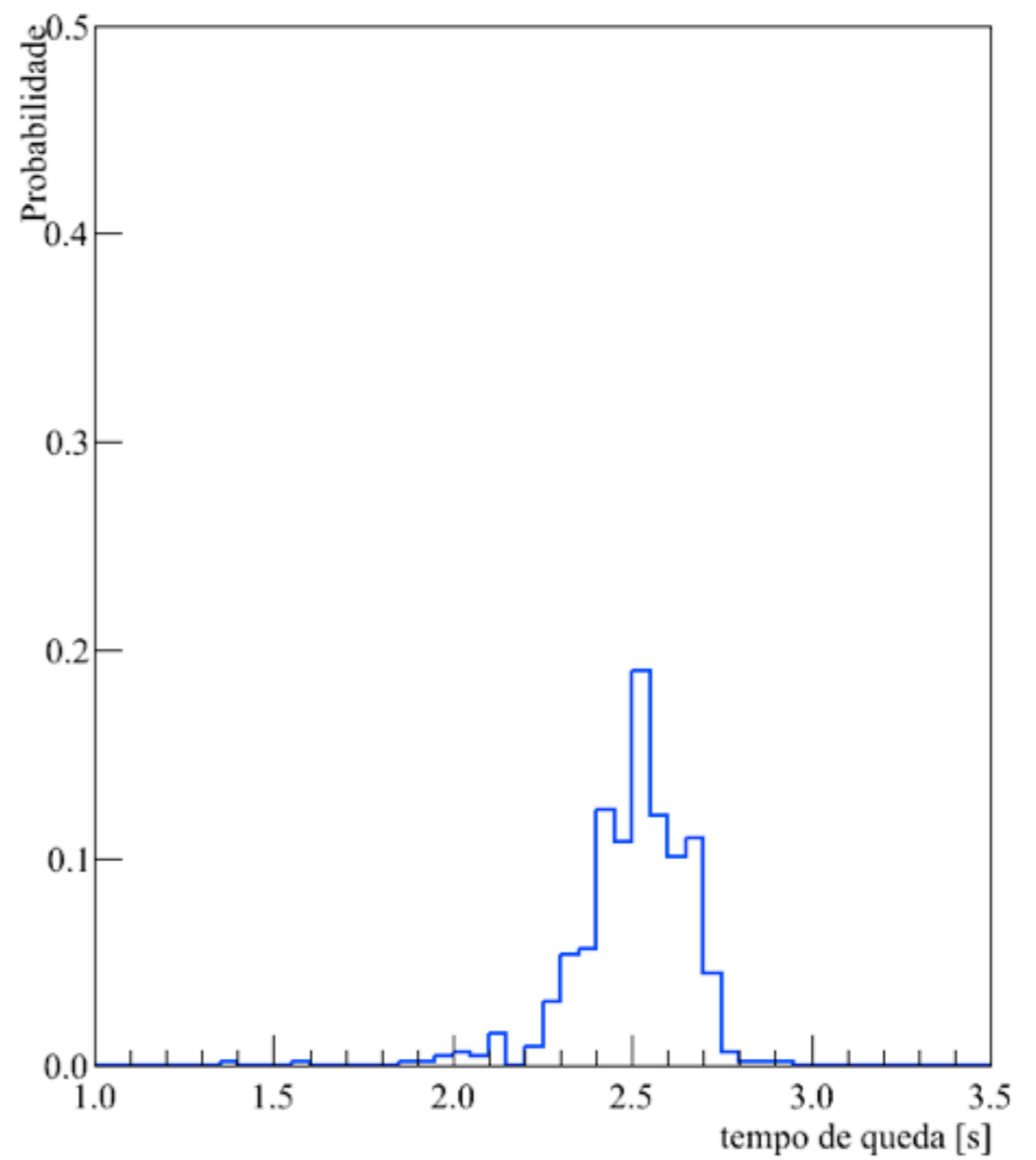
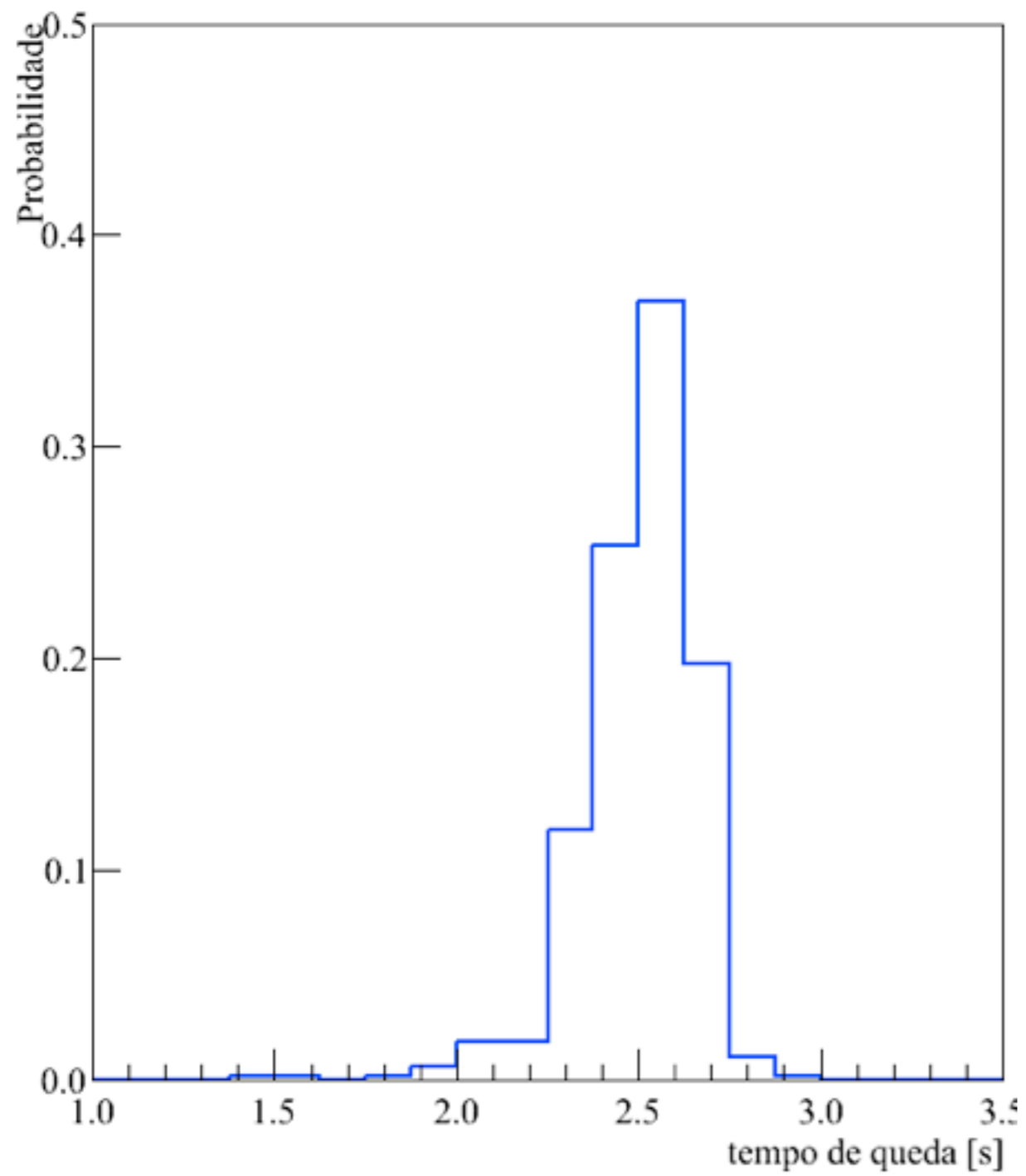
- Define-se a probabilidade de se obter um determinado resultado como sendo a relação do entre o número de vezes que obtivemos esse resultado pelo número total de dados, quando este é suficientemente grande

$$P(R) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N(R)}{N}$$

- Em um histograma nós definimos canais e contamos quantas ocorrências temos naquele canal, ou seja:

$$N(R) = N(x, x + \Delta x)$$

- Ou seja, em um histograma a probabilidade depende da escolha do tamanho do canal do histograma



Exemplo: Tempo de lançamento de balões do alto do Pelletron

# Probabilidade e densidade de probabilidade

---

- A função densidade de probabilidade é definida de tal forma que a probabilidade de encontrar um resultado em um intervalo é tal que

$$P(x, x + \Delta x) = \int_x^{x + \Delta x} H(x') dx'$$

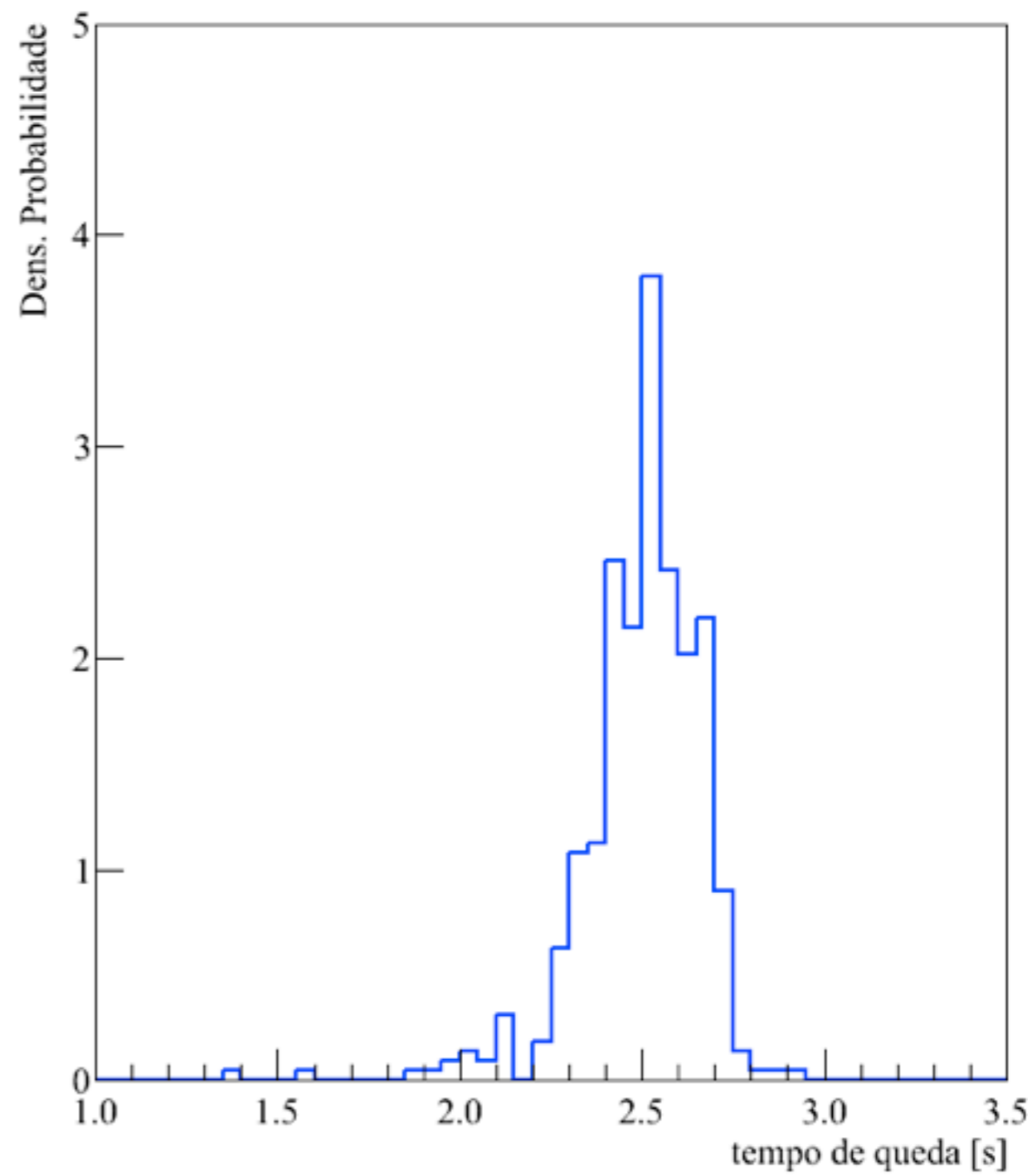
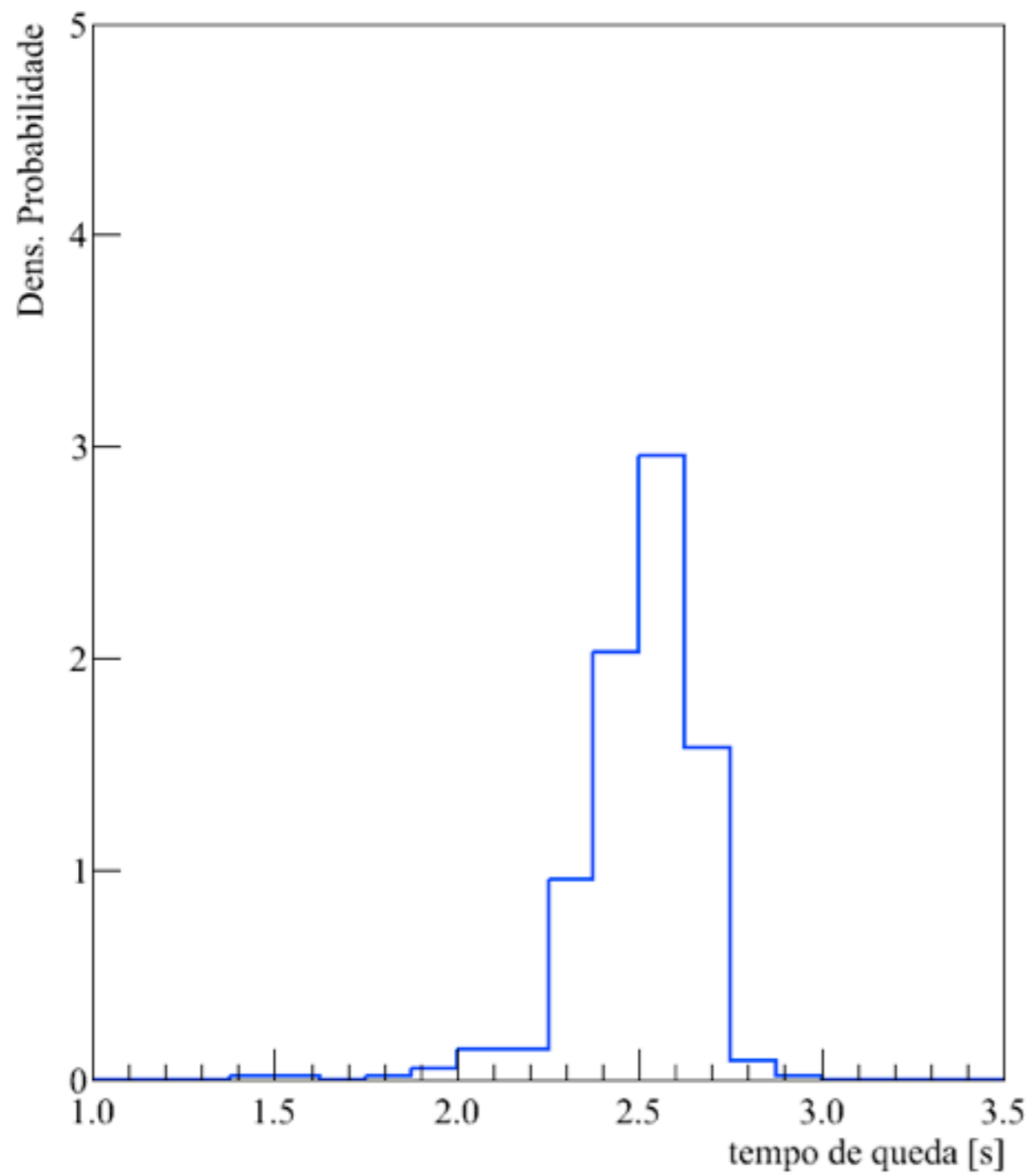
- Ou seja

$$H(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P(x, x + \Delta x)}{\Delta x}$$

- Ou seja, a densidade de probabilidade não depende da escolha do tamanho do canal em um histograma

- A menos de flutuações por conta da amostra ser limitada





Exemplo: Tempo de lançamento de balões do alto do Pelletron

# Características da densidade de probabilidade

---

- Por ter significado de uma densidade, é sempre positiva
- Como a probabilidade é sempre um número entre 0 e 1, a integral da densidade de probabilidade em todo o espaço deve ser a probabilidade de ter um evento, quaisquer que sejam suas características, ou seja, 100%.  
Deste modo

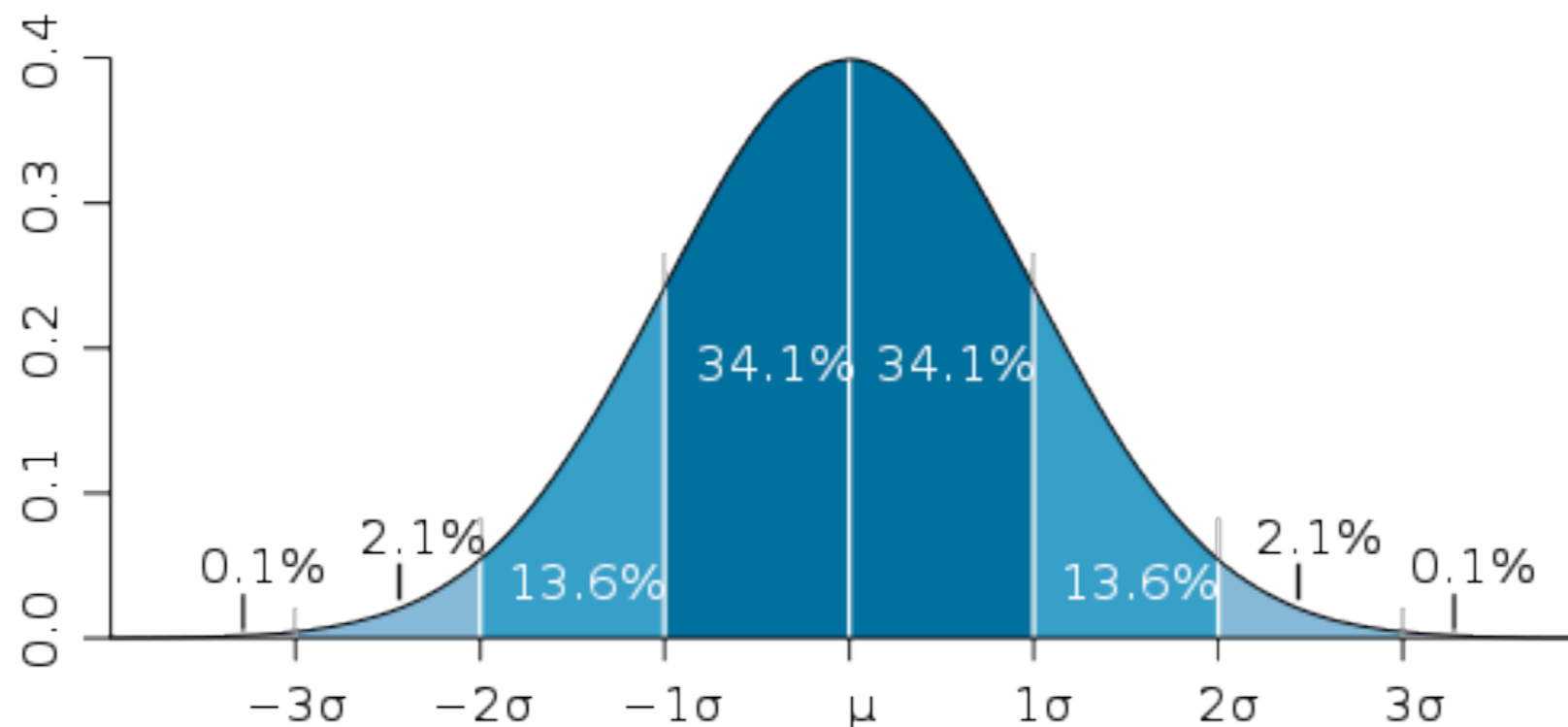
$$1 = \int_{-\infty}^{+\infty} H(x') dx'$$

# O teorema do limite central

---

- Em uma amostra aleatória qualquer simples  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  de elementos independentes entre si, com distribuições de probabilidade bem definida com variância  $\sigma^2$  e média  $\mu$ , na medida em que aumenta, a distribuição de probabilidades do valor médio dessa amostra aproxima-se de uma distribuição gaussiana de valor médio  $\mu$  e variância  $\sigma^2/n$ .

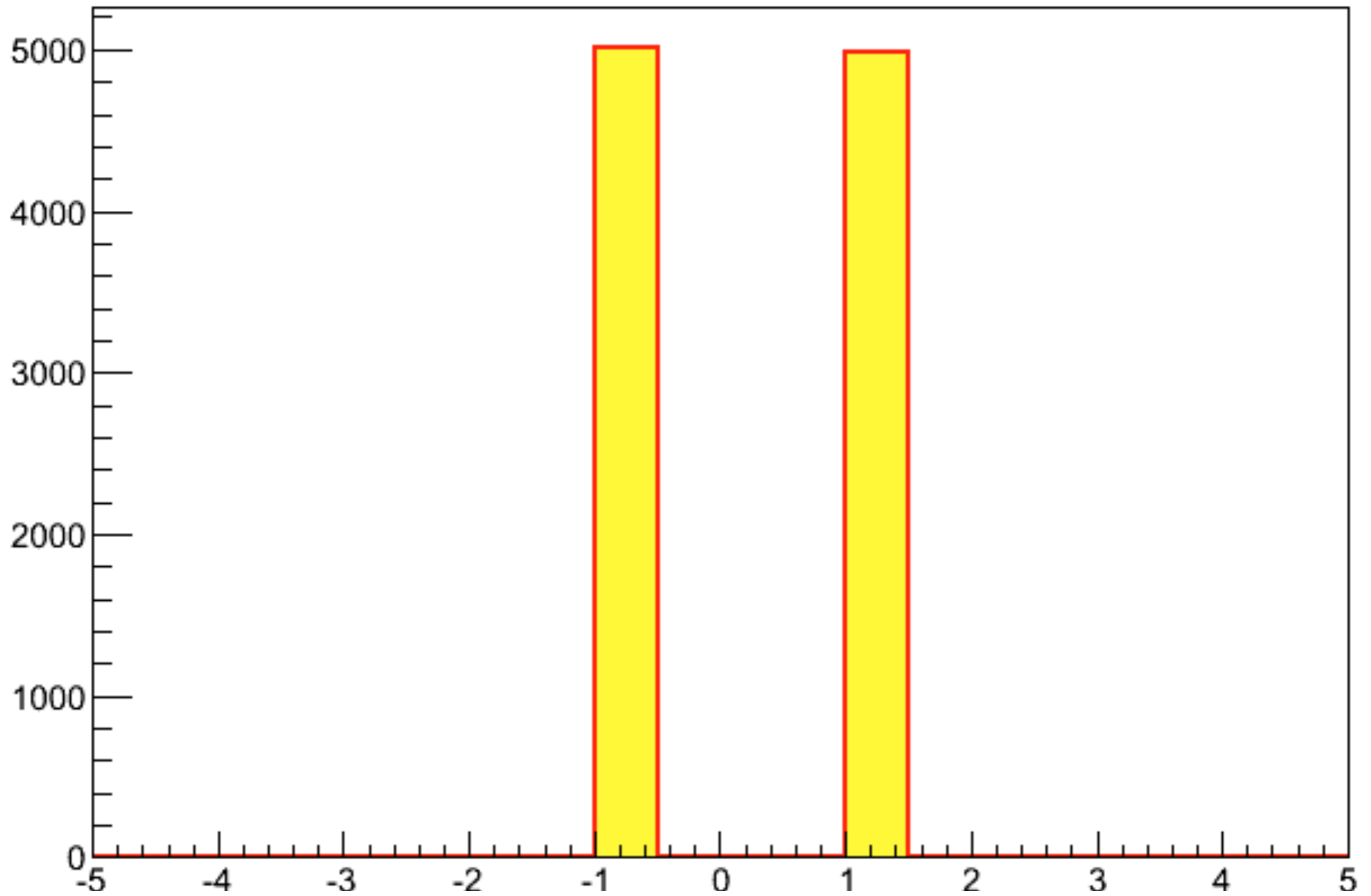
$$H(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$



# Demonstração

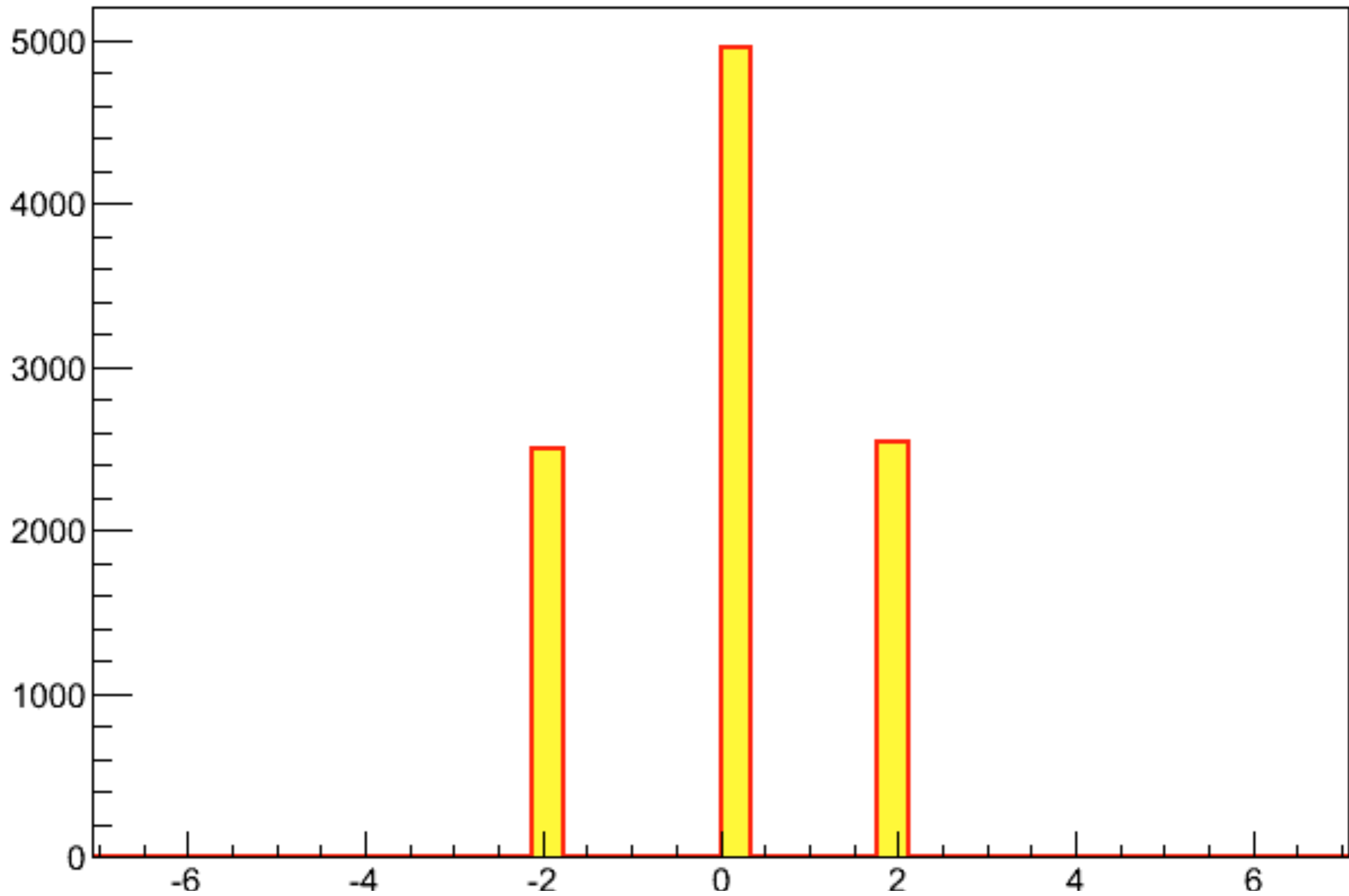
---

- Vamos fazer uma demonstração empírica
  - Experimento de lançar moedas
    - Cara = 1, coroa = -1
    - Soma dos resultados
      - Ex: Se lancei três moedas e obtive duas caras e uma coroa o resultado é  $1 + 1 - 1 = 2$
  - Repetir o experimento 10000 vezes e fazer o histograma do resultado de cada lançamento.



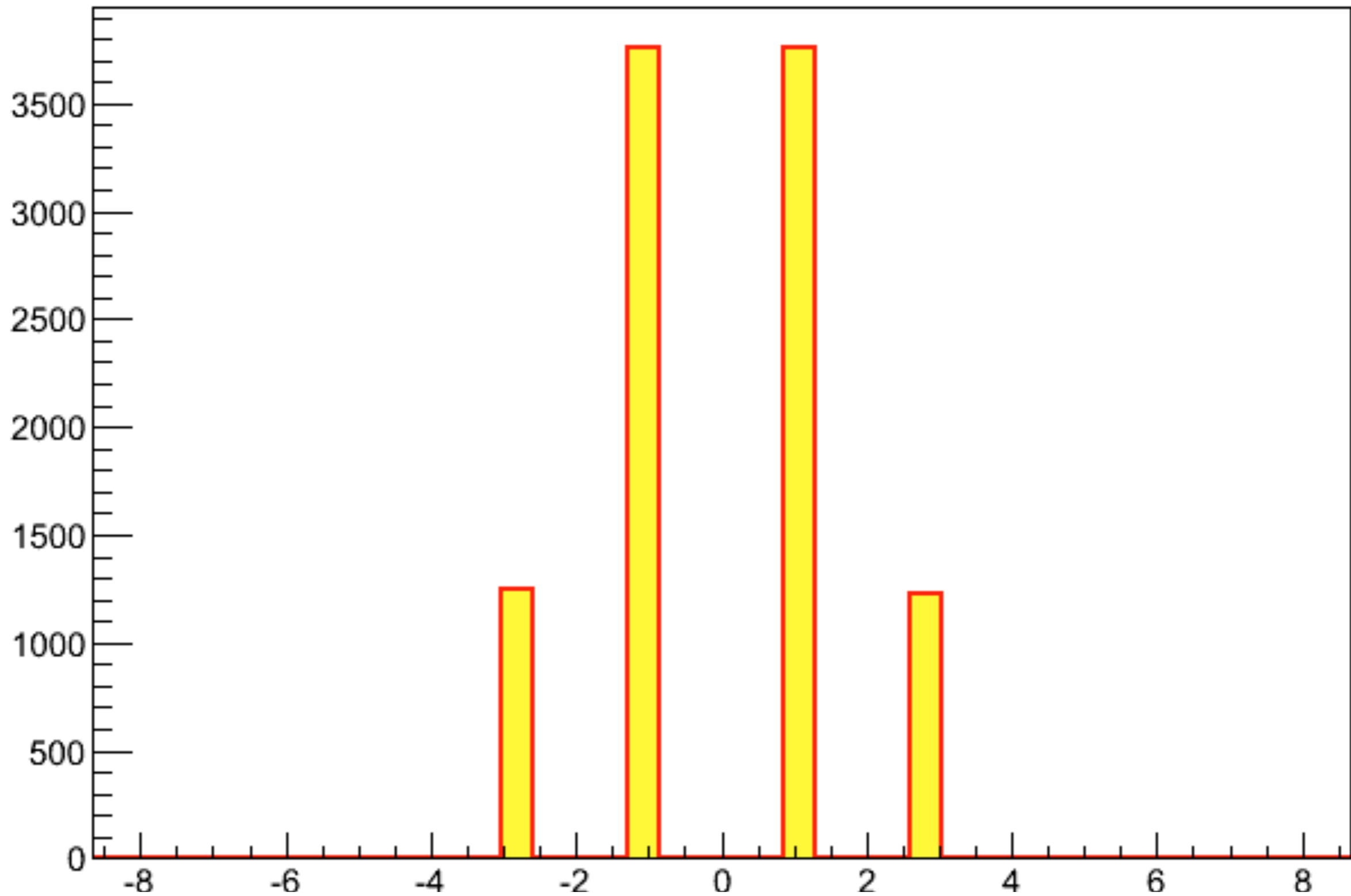
Uma moeda apenas

Duas possibilidades



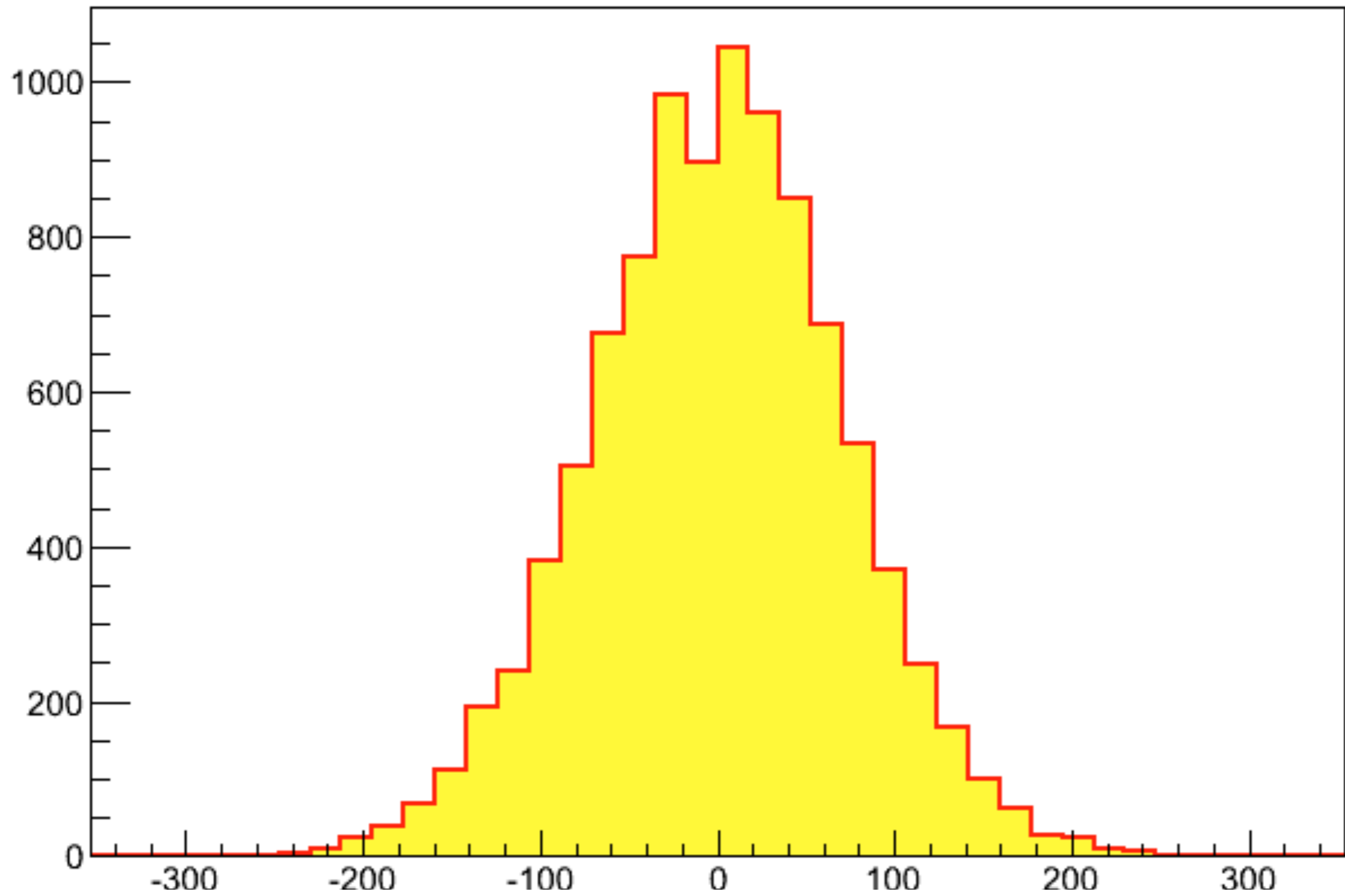
Duas moedas

Três possíveis resultados



Três moedas

Quatro possíveis resultados



5000 moedas

vários resultados possíveis

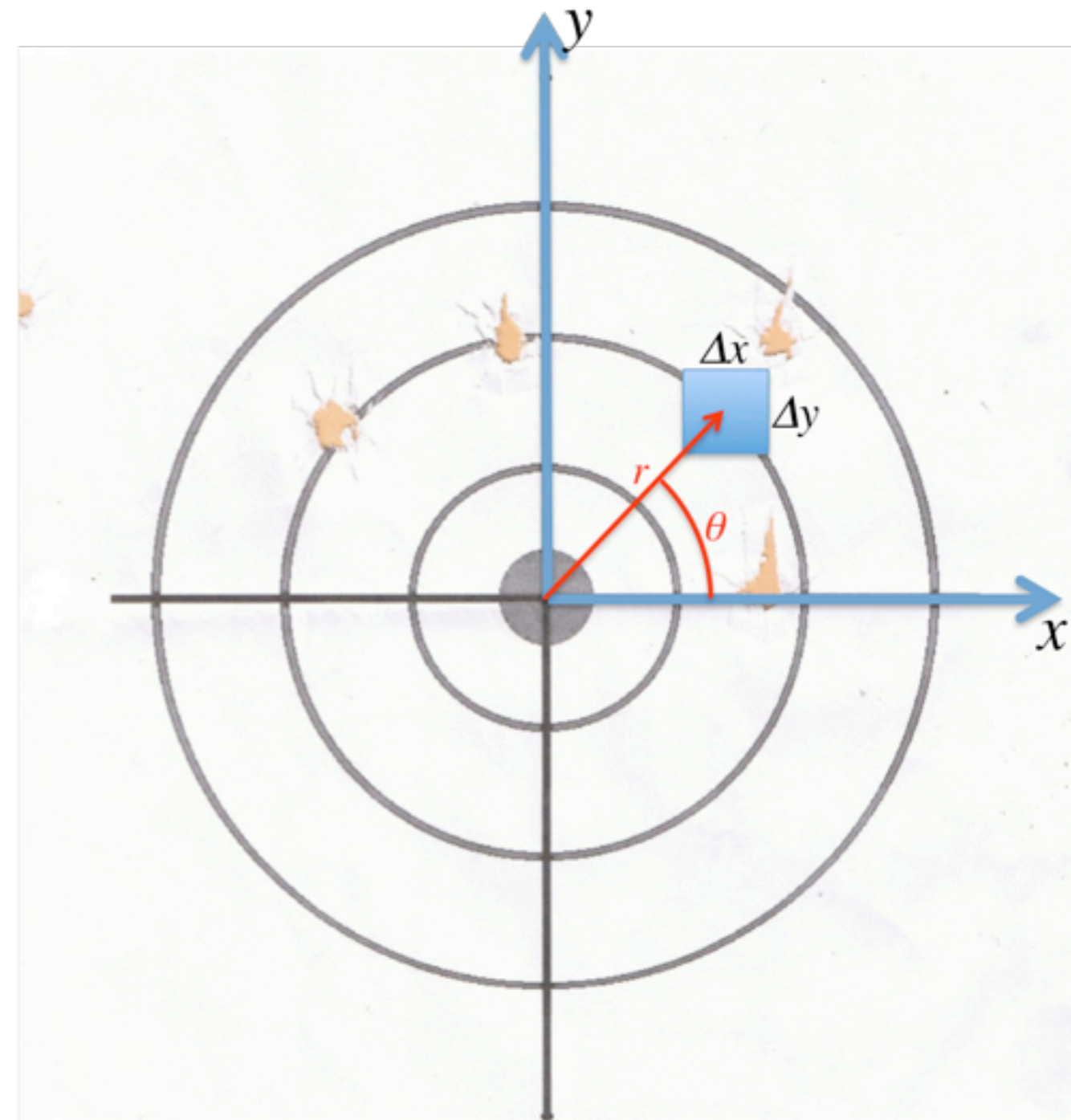


# Uma “dedução” da gaussiana

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-ax^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^2 e^{-ax^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{a^3}} \quad (a > 0)$$

- Experimento imaginário simples
  - Lançamento de flechas em um alvo
- 4 premissas básicas
  - Probabilidade de acertar mosca é independente em x e y
    - Erros independentes
  - Não depende de como x e y estão orientados
  - Acertar longe da mosca é menos provável que perto
  - Não há problemas de acurácia
- Ver dedução completa no material que foi disponibilizado no site.



# Tarefas

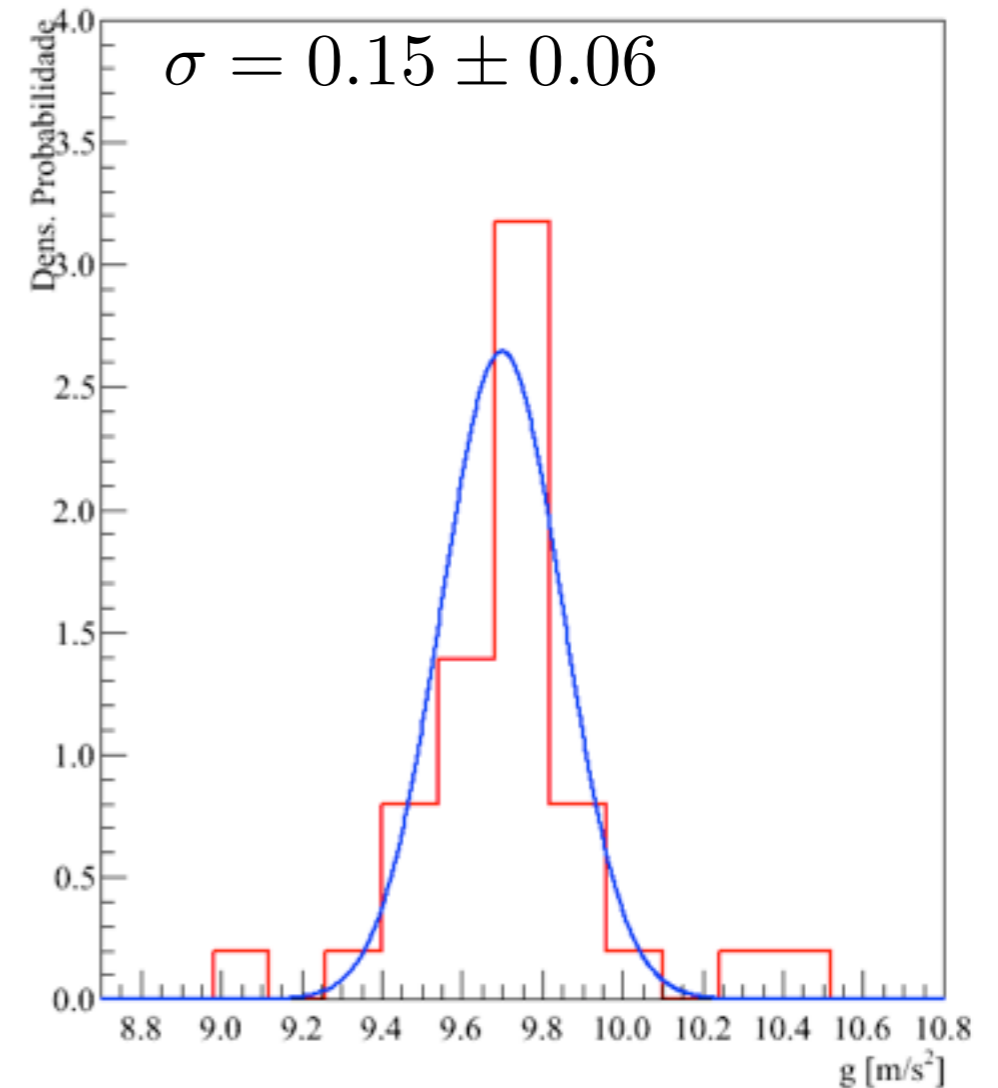
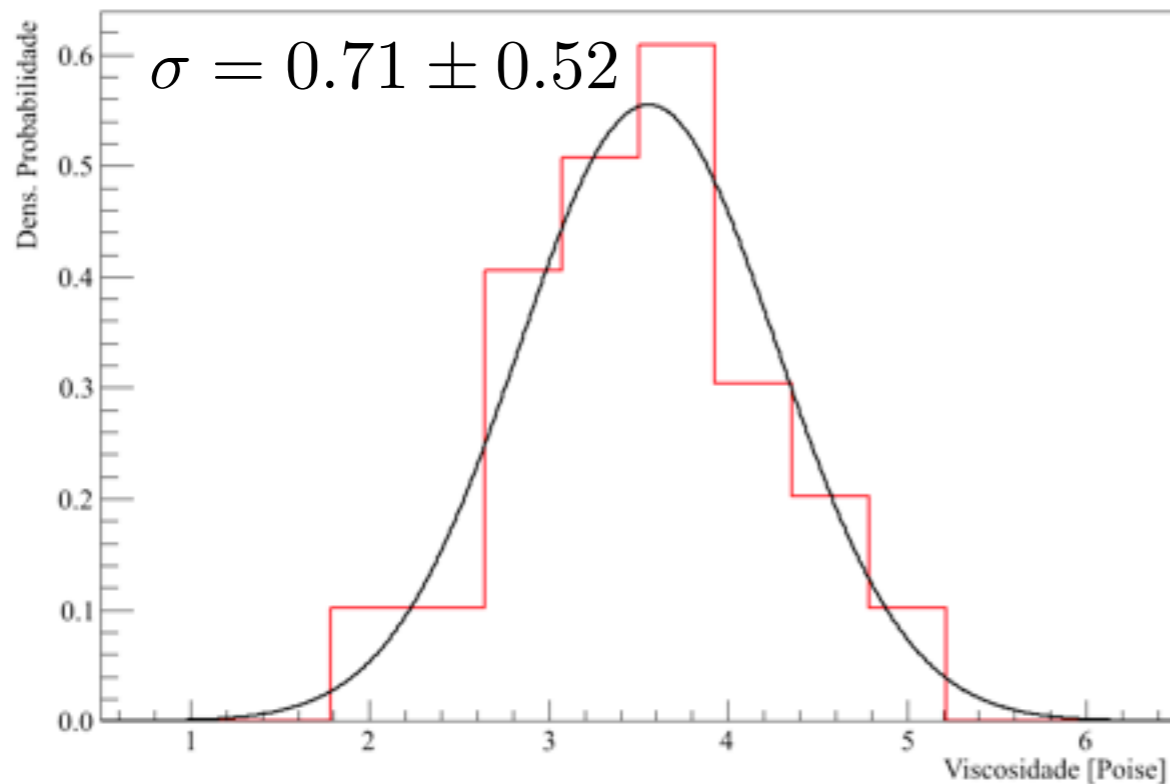
---

$$H(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

- Com os dados de todas as turmas:
  - Faça o histograma de **densidade de probabilidade** dos valores de
    - aceleração da gravidade
    - Viscosidade
  - Eles têm uma forma que lembra a gaussiana?
  - Ajustem uma gaussiana aos dados e obtenha o **valor médio e desvio padrão** dos dados
    - Escrevam os valores obtidos na lousa para discussão.

# Os dados depois de analisados

| Grupo | g [m/s <sup>2</sup> ] | visc [Poise] |
|-------|-----------------------|--------------|
| 1     | 9.742 ± 0.029         | 3.57 ± 0.24  |
| 2     | 9.9 ± 2.5             | 2.96 ± 0.20  |
| 3     | 9.9 ± 2.5             | 3.67 ± ?     |
| 4     | 9.696 ± 0.029         | 3.75 ± ?     |
| 5     | 9.4 ± ?               | ?            |



# Relatório científico

---

Como fazer? Algumas dicas

Ver página da disciplina, na aba “GERAL”

# Relembrando

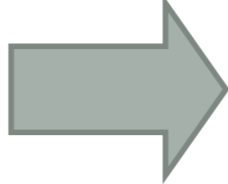
- Qual era o objetivo da experiência?

Estudar o movimento de queda de corpos em meio viscoso

- Como isso foi feito?

Estudando o movimento de queda de corpos no ar e o movimento de queda de corpos no óleo

# Relatório

- **Resumo**
  - Introdução
  - Descrição Experimental
  - Resultados
  - Discussão
  - Conclusão
  - Referências
- 
- Introdução
  - Descrição Experimental
  - Resultados
  - Discussão
  - Conclusão
  - Referências
  - **Resumo**

**Tenha sempre o objetivo do estudo em mente**

# Introdução

- Deve situar o leitor sobre as motivações e embasamentos teóricos utilizados, à frente no relatório, tendo em vista os objetivos do trabalho.

# Introdução

## - Forças consideradas no movimento de queda de um corpo

(forças envolvidas, o que representam, quando devem ser consideradas, etc)

**Meio pouco viscoso**

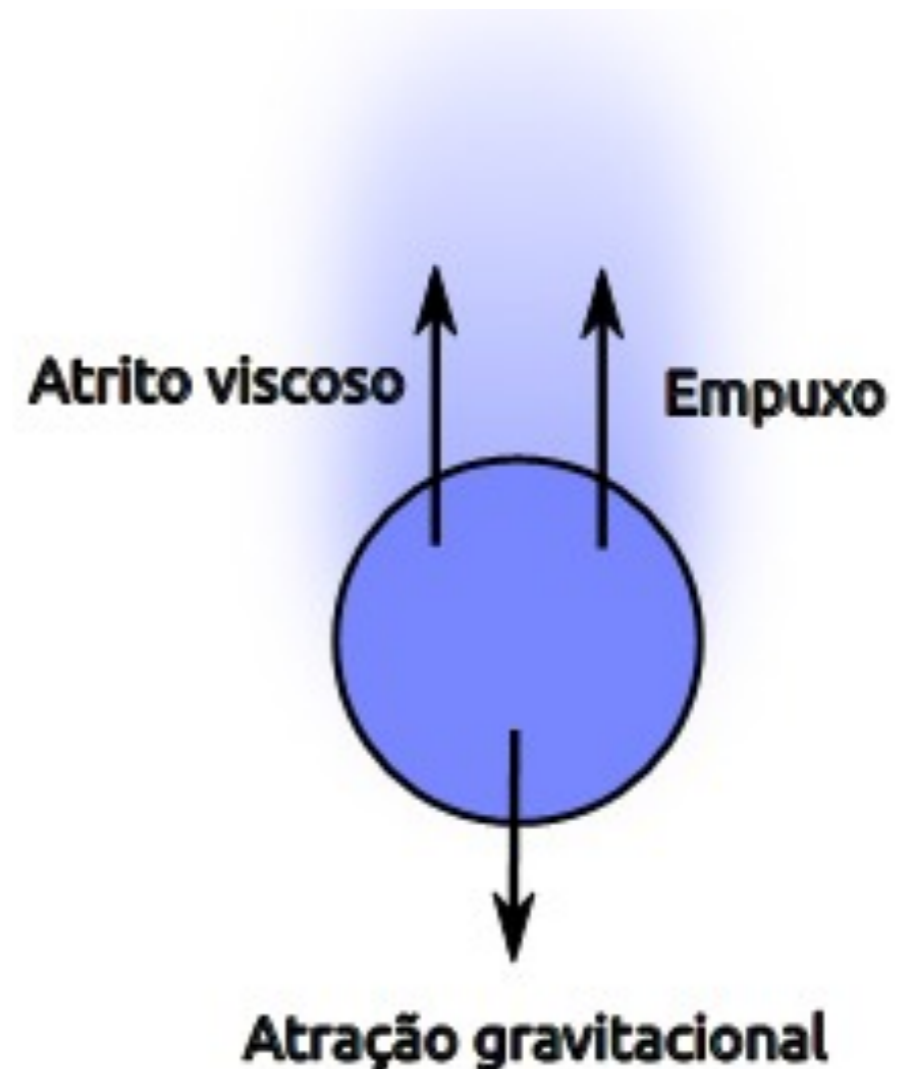
## - Modelo de queda livre

(o que considera, quando pode ser utilizado, equações decorrentes do modelo que serão utilizadas)

**Meio viscoso**

## - Lei de Stokes

(o que considera, quando pode ser utilizada, equações decorrentes do modelo que serão utilizadas)





# Introdução

## - Exemplo

Um corpo em queda em um meio viscoso sofre a ação de forças contrárias ao seu movimento (Figura 1), como, por exemplo, as forças devido ao empuxo e o atrito<sup>1</sup>. A importância de cada força depende, entre outros fatores, das características do meio, tais como densidade e viscosidade. A expressão da força resultante para um corpo em queda em um meio viscoso pode ser descrita como:

$$\vec{F} = \vec{F}_g + \vec{F}_{at} + \vec{F}_{ep} \quad (1)$$

onde  $F$  é a força resultante,  $F_g$  é a força peso,  $F_{at}$  é a força de atrito e  $F_{ep}$  é a força devido ao empuxo. (...)

# Introdução

## - Exemplo

**Texto justificado com espaçamento 1.5**

Um corpo em queda em um meio viscoso sofre a ação de forças contrárias ao seu movimento (**Figura 1**), como, por exemplo, as forças devido ao empuxo e o atrito<sup>1</sup>. A importância de cada força depende, entre outros fatores, da densidade e viscosidade. A expressão da força resultante em um meio viscoso pode ser descrita como:

**Fonte da informação  
(apresentada no fim do  
relatório)**

$$\vec{F} = \vec{F}_g + \vec{F}_{at} + \vec{F}_{ep} \quad (1)$$

**Fórmulas centralizadas e enumeradas**

onde  $F$  é a força resultante,  $F_g$  é a força peso,  $F_{at}$  é a força de atrito e  $F_{ep}$  é a força devido ao empuxo. (...)

**Explicação da notação utilizada**

# Objetivo

- Pode estar dentro da introdução ou ser um tópico a parte;
- Um pequeno parágrafo que descreva de forma direta e sucinta o que se deseja estudar com o experimento;
- Deve ter claro qual é a motivação do estudo.

# Objetivo

## - Exemplo:

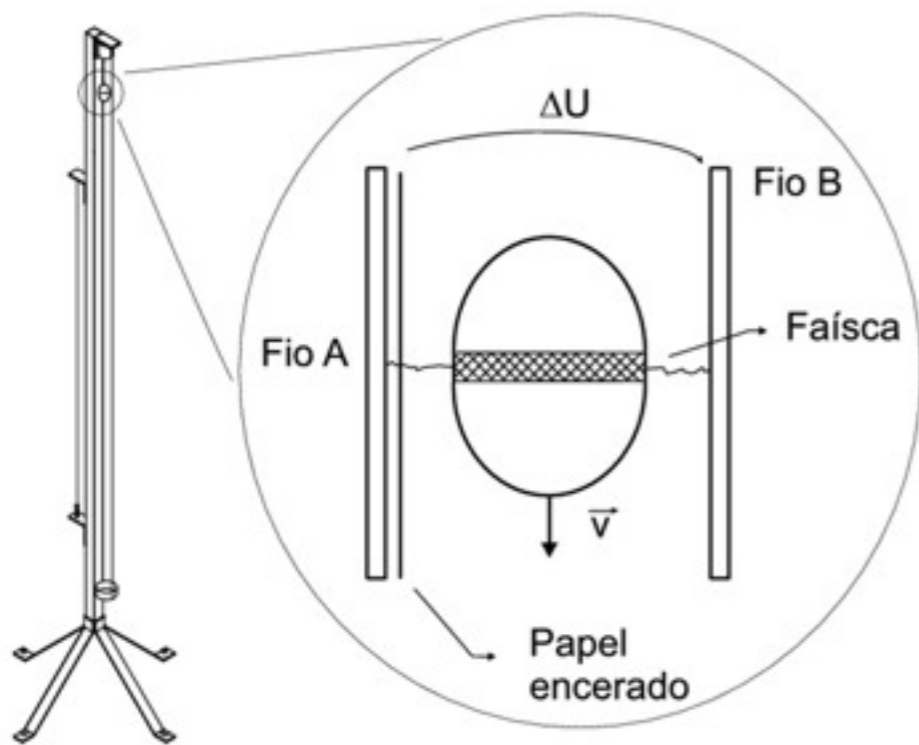
Este trabalho tem como objetivo estudar o movimento de queda de corpos em meios viscosos em duas situações: quando a resistência do meio pode ser considerada como sendo desprezível, e o movimento sendo descrito pelo modelo de queda livre e em um meio com viscosidade e densidade significantes, sendo a força de atrito dada pela Lei de Stokes

# Descrição Experimental

- Descrição completa e objetiva dos procedimentos experimentais
  - Arranjo experimental (**Não fazer uma lista!**);
  - Montagem;
  - Procedimento experimental;
  - Características de instrumentos;
  - Cuidados particulares e detalhes relevantes.

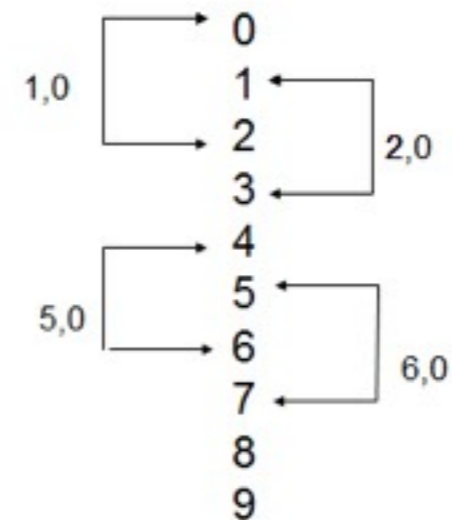
# Descrição Experimental

- Tenha em mente que:

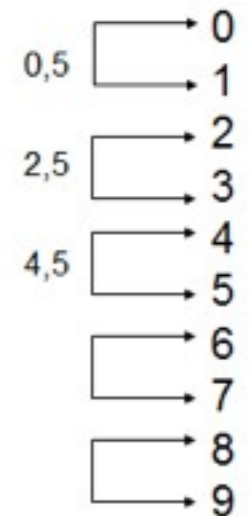


**Alguns equipamentos são pouco usuais e difíceis de serem descritos**

**Esquema 1**



**Esquema 2**



**Detalhes experimentais devem ser explicado e justificados.**

# Descrição Experimental

## - Exemplo

Para estudar a queda de uma corpo em um meio pouco viscoso, utilizou-se o arranjo experimental descrito na Figura 2. Nele um corpo, em forma de ovo, caia...

Utilizou-se uma régua para medir a distância entre as faíscas de duas formas: entre instantes de tempo consecutivos (1-2, 3-4, etc) e entre instantes intercalados pulando uma marca (1-3, 2-4, etc). Nenhum ponto foi utilizado como extremo de dois intervalos, garantindo assim a independência das medidas...

No estudo em um meio viscoso, utilizou-se um cilindro de acrílico de aproximadamente 1 m de comprimento e diâmetro interno de 70.24(5) mm cheio de óleo. Esferas metálicas foram lançadas dentro do óleo e tiveram o seu tempo de queda cronometrado quando passavam por uma região selecionada do tubo. A seleção dessa região foi feita considerando-se ...

# Descrição Experimental

## - Exemplo

Para estudar a queda de uma corpo em um meio pouco viscoso, utilizou-se o arranjo experimental descrito na Figura 2. Nele um corpo em forma de ovo caia...

Utilizou-se uma régua para medir a distância entre as faíscas de duas formas: entre instantes de tempo consecutivos (1-2, 3-4, etc) e entre instantes intercalados pulando uma marca (1-3, 2-4, etc). **Nenhum ponto foi utilizado como extremo de dois intervalos, garantindo assim a independência das medidas...**

No estudo em um meio viscoso, utilizou-se um cilindro de acrílico de aproximadamente 1 m de comprimento e diâmetro interno de 70.24(5) mm cheio de óleo. Esferas metálicas foram lançadas dentro do óleo e tiveram o seu tempo de queda cronometrado quando passavam por uma região selecionada do tubo. **A seleção dessa região foi feita considerando-se ...**

**Cuidados  
experimentais**



# Descrição Experimental

## - Exemplo

Para estudar a queda de uma corno em um meio pouco viscoso, utilizou-se o arranjo experimental descrito na **Figura 2**. Nele um corpo ovoide caia...

Utilizou-se uma régua para medir a distância entre as faíscas de duas formas: entre instantes de tempo consecutivos (**1-2, 3-4, etc**) e entre instantes intercalados, pulando uma marca (**1-3, 2-4, etc**). Nenhum ponto foi utilizado com **Ilustrações relevantes** garantindo assim a independência das medidas...

No estudo em um meio viscoso, utilizou-se um cilindro de acrílico de aproximadamente 1 m de comprimento e diâmetro interno de 70.24(5) mm cheio de óleo. Esferas metálicas foram lançadas dentro do óleo e tiveram o seu tempo de queda cronometrado quando passavam por uma região selecionada do tubo. A seleção dessa região foi feita considerando-se ...

# Descrição Experimental

## - Exemplo

Para estudar a queda de uma corpo em um meio pouco viscoso, utilizou-se o arranjo experimental descrito na Figura 2. Nele um corpo em forma de ovo caia...

Utilizou-se uma régua para medir a distância entre as faíscas de duas formas: entre estantes de tempo consecutivos (1-2, 3-4, etc) e entre instantes intercalados, pulando uma marca (1-3, 2-4, etc). Nenhum ponto foi utilizado como extremo de dois intervalos, garantindo assim a independência das medidas...

No estudo em um meio viscoso, um tubo cilíndrico de comprimento de aproximadamente **1 m** e diâmetro interno de **70.24(5) mm** cheio de óleo. Esferas metálicas foram lançadas dentro do óleo e tiveram o seu tempo de queda cronometrado quando passavam por uma região selecionada do tubo. A seleção dessa região foi feita considerando-se ...

**Grandezas com  
unidade e incerteza**

# Resultados

- Deve conter:
  - Os gráfico e tabelas relevantes;
  - Comentários sobre os porquês de cada etapa e os valores obtidos.

# Resultados

- Exemplo

Na Tabela 2 são apresentados os valores de raio médio e tempo médio de queda para os 10 grupos de esferas estudados. Os valores de tempo de queda de cada umas das esferas são apresentados no anexo B. (...)

Para cada grupo de esferas foi calculado a velocidade limite , o valor da constante de Landenburg (expressão 4), e a velocidade corrigida, Tabela 3. Os valores obtidos mostram que correção de Landenburg é mais significativa para as esferas... Esse fato pode ser observado comparando-se a Figura 5 e a Figura 6, que apresentam o gráfico da velocidade limite e velocidade corrigida pelo raio ao quadrado, respectivamente. (...)

# Resultados

- Exemplo

Na Tabela 2 são apresentados os valores de raio médio e tempo médio de queda para os 10 grupos de esferas estudados. Os valores de tempo de queda de cada umas das esferas são apresentados no **Anexo B**. (...)

Para cada grupo de esferas foi calculado a velocidade limite de Landenburg (expressão 4), e a velocidade corrigida, a qual mostra que a correção de Landenburg é mais significativa para as esferas... Esse fato pode ser observado comparando-se a Figura 5 e a Figura 6, que apresentam o gráfico da velocidade limite e velocidade corrigida pelo raio ao quadrado, respectivamente. (...)

**Referência de onde os dados podem ser encontrados**

# Resultados

- Exemplo

Na Tabela 2 são apresentados os valores de raio médio e tempo médio de queda para os 10 grupos de esferas estudados. Os valores de tempo de queda de cada umas das esferas são apresentados no anexo B. (...)

Para cada grupo de esferas foi calculado a velocidade limite, o valor da constante de Landenburg (**expressão 4**), e a velocidade corrigida. Os resultados mostram que correção de Landenburg é mais significativa para o caso observado comparando-se a Figura 5 e a Figura 6, que apresenta o limite e velocidade corrigida pelo raio ao quadrado, respectivamente. (...)

**Referência de qual  
expressão foi  
utilizada**

# Resultados

- Exemplo

Na Tabela 2 são apresentados os valores de raio médio e tempo médio de queda para os 10 grupos de esferas estudados. Os valores são apresentados no anexo B. (...)

Para cada grupo de esferas foi calculada a constante de Landenburg (expressão 4), e a velocidade corrigida, na Tabela 3. **Os valores obtidos mostram que correção de Landenburg é mais significativa para as esferas...** Esse fato pode ser observado comparando-se a Figura 5 e a Figura 6, que apresentam o gráfico da velocidade limite e velocidade corrigida pelo raio ao quadrado, respectivamente. (...)

**Comentário sobre o resultado encontrado** as das esferas a constante de

# Resultados

- Exemplo

Na **Tabela 2** são apresentados os valores de raio médio e tempo médio de queda para os 10 grupos de esferas estudados. Os valores de tempo de queda de cada umas das esferas são apresentados no anexo B. (...)

**Referência a  
gráficos e tabelas**

Para cada grupo de esferas foi calculado o valor da constante de Landenburg (expressão 4), e a velocidade corrigida, **Tabela 3**. Os valores obtidos mostram que correção de Landenburg é mais significativa para as esferas... Esse fato pode ser observado comparando-se a **Figura 5** e a **Figura 6**, que apresentam o gráfico da velocidade limite e velocidade corrigida pelo raio ao quadrado, respectivamente. (...)



# Discussão

- Argumentar se os objetivos foram atingidos ou não;
- Comparação com valores de referência e realizar a análise crítica dos resultados;
- Sugestões para melhorias e comentários pertinentes sobre o experimento;
- Explicar o que deu errado!

# Discussão

- Exemplo

Em ambos os métodos de medidas propostos, os valores obtidos para a gravidade não foram compatíveis com o valor fornecido pelo IAG (valor) dentro de três incertezas. Isso sugere que o modelo de queda livre não descreve bem o movimento de queda de um corpo no ar, e existe uma outra força agindo sobre o corpo. Considerando-se que o empuxo no ar é muito pequeno, e ...

O valor da viscosidade obtidos com a Lei de Stokes mostrou-se incompatível com a viscosidade do óleo a 22 °C considerando três incertezas, entretanto o valor encontrado é compatível com a temperatura do óleo a 18 °C, indicando que pode ter ocorrido um erro na medição da temperatura. Outra hipótese é que o óleo utilizado não seja o mesmo que o Lubrax MGI...

# Discussão

- Exemplo

Em ambos os métodos de medidas propostos, os valores obtidos para **a gravidade não foram compatíveis com o valor fornecido pelo IAG (valor) dentro de três incertezas.**

Isso sugere que o modelo de queda livre não descreve bem o movimento de queda de um corpo no ar, e existe uma outra força agindo sobre o corpo. O arrasto ou arrasto no ar é muito pequeno, e ...

**Compatibilidade dos dados**

**O valor da viscosidade obtidos com a Lei de Stokes mostrou-se incompatível com a viscosidade do óleo a 22 °C considerando três incertezas,** entretanto o valor encontrado é compatível com a temperatura do óleo a 18 °C, indicando que pode ter ocorrido um erro na medição da temperatura. Outra hipótese é que o óleo utilizado não seja o mesmo que o Lubrax MGI...

# Discussão

- Exemplo

Em ambos os métodos de medidas propostas a viscosidade não foram compatíveis com o valor fornecido pelo IAG (valor) dentro de três incertezas. **Isso sugere que o modelo de queda livre não descreve bem o movimento de queda de um corpo no ar, e existe uma outra força agindo sobre o corpo. Considerando-se que o empuxo no ar é muito pequeno, e ...**

O valor da viscosidade obtidos com a Lei de Stokes mostrou-se incompatível com a viscosidade do óleo a 22 °C considerando três incertezas, **entretanto o valor encontrado é compatível com a temperatura do óleo a 18 °C, indicando que pode ter ocorrido um erro na medição da temperatura. Outra hipótese é que o óleo utilizado não seja o mesmo que o Lubrax MGI...**

## Hipóteses e considerações

# Conclusão

- Não deve conter frases como:

“A experiência foi um sucesso...”

“Deu tudo certo!”

“Não foi possível realizar o experimento....”

- Um parágrafo;
- Responde aos objetivos.

# Conclusão

- Exemplo

Foi possível verificar a diferença entre a queda de um corpo em um meio fluido pouco viscoso, e com viscosidade relevante. O modelo de queda livre não se mostrou adequado para descrever a queda de um corpo no ar, indicando que outras forças devem ser consideradas. A Lei de Stokes foi uma aproximação válida para descrever o modelo que queda das esferas de metal até o valor crítico  $XXX$  do número de Reynolds, corresponde a esfera de raio  $XX$ .

# Conclusão

## Principais resultados

- Exemplo

Foi possível verificar a diferença entre a queda de um corpo em um meio fluido pouco viscoso, e com viscosidade relevante. **O modelo de queda livre não se mostrou adequado** para descrever a queda de um corpo no ar, indicando que outras forças devem ser consideradas. **A Lei de Stokes foi uma aproximação válida** para descrever o modelo que queda das esferas de metal até **o valor crítico XXX do número de Reynolds**, corresponde a esfera de raio XX.

# Resumo

- Deve conter os objetivos do trabalho, método utilizado. e as principais conclusões.



# Resumo

- **Exemplo:**

Como o objetivo de estudar a queda de corpos em meios viscosos foi feita a verificação se o modelo de queda livre descreve a queda de um corpo em um meio pouco viscoso como o ar e que a Lei de Stokes descreve a queda de bolinhas de diferentes diâmetro, em um meio fluido de viscosidade relevante como o óleo. As hipóteses foram testadas através de ajustes dos dados por meio dos quais foram obtidos o valor da gravidade, no modelo de queda livre, e a densidade de óleo, pela Lei de Stokes. O valor da gravidade encontrada pelo modelo (XXX) não foi compatível com o valor esperado. Já a lei de Stokes mostrou-se uma aproximação válida para descrever o modelo de queda das esferas de metal no óleo, até o valor crítico XXX do número de Reynolds.

# Resumo

- Exemplo:

Como o objetivo de **estudar a queda de corpos em meios viscosos**, foi feita a verificação **se o modelo de queda livre descreve a queda de um corpo em um meio pouco viscoso como o ar e se a Lei de Stokes descreve a queda de bolinhas de diferentes diâmetro em uma meio fluido de viscosidade relevante como o óleo**. As hipóteses foram testadas através de ajustes dos dados por meio dos quais foram obtidos o valor da gravidade, no modelo de queda livre, e a densidade de óleo, pela Lei de Stokes. O valor da gravidade encontrada pelo modelo (XXX) não foi compatível com o valor encontrado pela Lei de Stokes. Mostrou-se uma aproximação válida para descrever o modelo de queda das esferas de metal no óleo, até o valor crítico XXX do número de Reynolds.

**Objetivos**

Stokes

# Resumo

- Exemplo:

Como o objetivo de estudar a queda de corpos em meios viscosos, foi feita a verificação se o modelo de queda livre descreve a queda de um corpo em um meio pouco viscoso como o ar e se a Lei de Stokes descreve a queda de um corpo em um meio fluido de viscosidade relevante como o óleo. **Método utilizado** As hipóteses foram testadas através de ajustes dos dados por meio dos quais foram obtidos o valor da gravidade, no modelo de queda livre e a densidade de óleo, pela Lei de Stokes. O valor da gravidade encontrada pelo modelo (XXX) não foi compatível com o valor esperado. Já a lei de Stokes mostrou-se uma aproximação válida para descrever o modelo de queda das esferas de metal no óleo, até o valor crítico XXX do número de Reynolds.

# Resumo

- Exemplo:

Como o objetivo de estudar a queda de corpos em meios viscosos, foi feita a verificação se o modelo de queda livre descreve a queda de um corpo em um meio pouco viscoso como o ar e se a Lei de Stokes descreve a queda de bolinhas de diferentes diâmetro em uma meio fluido de viscosidade relevante como o óleo. Os dados foram ajustados por meio dos quais foram obtidos os valores da gravidade através de queda livre e a densidade de óleo, pela Lei de Stokes. **O valor da gravidade encontrada pelo modelo (XXX) não foi compatível com o valor esperado. Já a lei de Stokes mostrou-se uma aproximação válida para descrever o modelo que queda de bolinhas de metal no óleo, até o valor crítico XXX do número de Reynolds.**

**Principais resultados**

# Referências

1. M.A.F. Gomes, Am. J. Phys. 55 (1987) 649.
2. H.M. Nussenzweig, Curso de Física Básica, Vol. 1, cap. 6, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1996.
3. <http://www.if.usp.br>, acessado em 24 de abril de 2009.

**Atenção às fontes utilizadas!**

# Tabelas

Tabela 1 – Diâmetro das esferas medidos com um paquímetro.

| $D_1(0,02)$ mm | $D_3(0,02)$ mm | $D_3(0,02)$ mm |
|----------------|----------------|----------------|
| 60,00          | 102,86         | 141,10         |
| 60,00          | 102,86         | 142,12         |
| 60,00          | 102,86         | 141,10         |

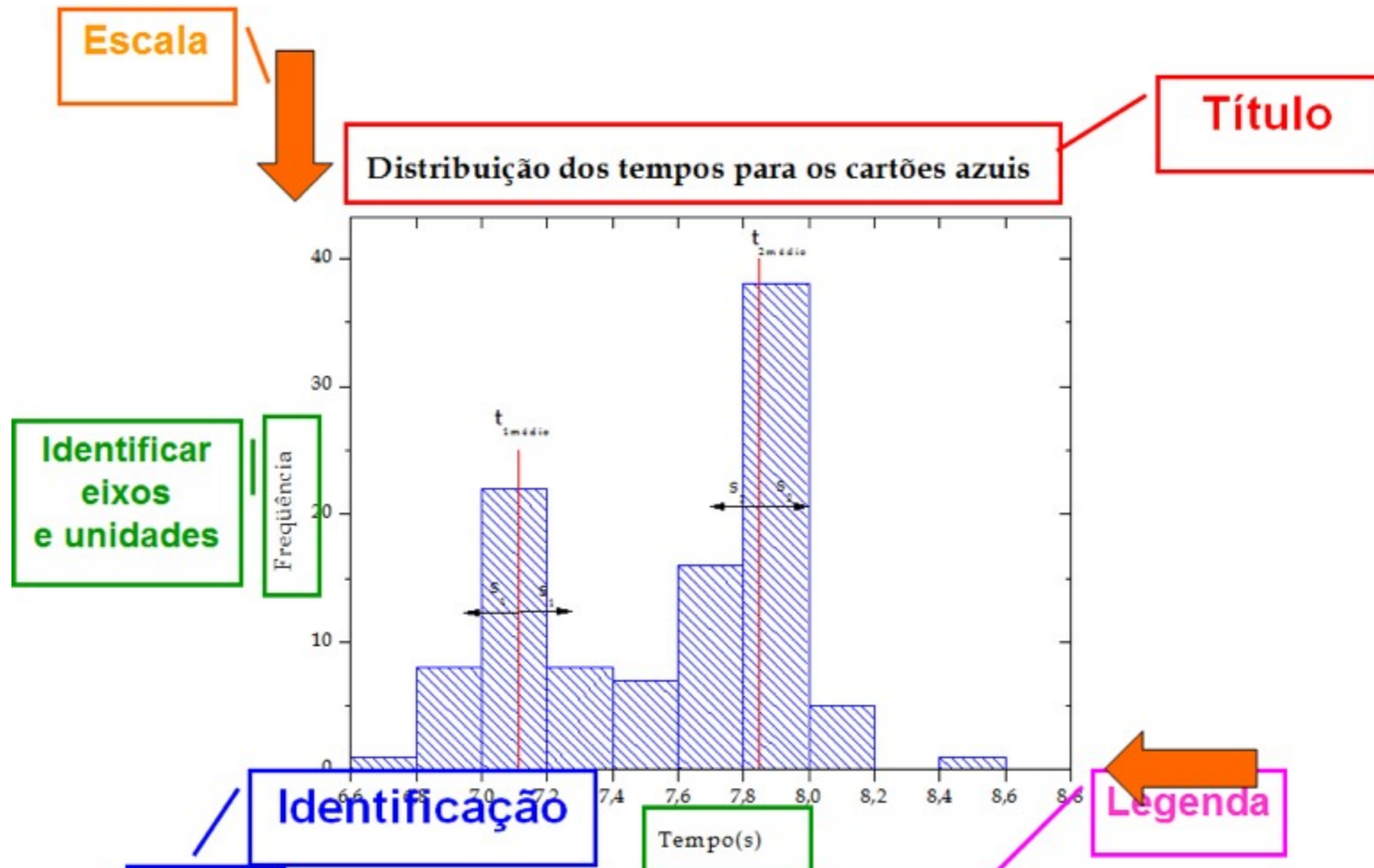
Identificação

Descrição

Categorias e Unidades;

Valores

# Gráficos e Figuras



**Figura 3:** Histograma dos tempos para os cartões azuis, com discriminação do valor médio de cada pico ( $t_{1\text{médio}}$  e  $t_{2\text{médio}}$ ) e representação dos respectivos desvios padrões  $s_1$  e  $s_2$ .