

Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental

Prof. Zwinglio Guimarães

2º semestre de 2016

Tópico 1 (aula 2)

Revisão e sugestões para o trabalho

Revisão de conceitos fundamentais sobre análise de dados

- **Algarismos significativos**
- **Erro e Incerteza. Origens e tipos de erros:**
 - Erros devidos a efeitos aleatórios e sistemáticos
 - Precisão, veracidade, exatidão
- **Procedimentos para a avaliação da incerteza:**
 - Desvio-padrão e Desvio-padrão da média; Incerteza devida a efeitos sistemáticos; Combinação de fontes de incerteza
 - Propagação de incertezas
- **Análise gráfica**
- **Conceito de redução de dados**

Um pouco de nomenclatura: os erros

- O **erro** (ε) de uma medição é a diferença entre o valor medido (x) e o valor verdadeiro do mensurando (x_0):

$$x = x_0 + \varepsilon$$

- O erro pode ser devido a diversos efeitos e toda medição é sujeita a erros.
- De acordo com o efeito em uma determinada série de medições, os erros naquela medição são classificados em **aleatórios** (ε_a) ou **sistemáticos** (ε_s).

$$\varepsilon = \varepsilon_a + \varepsilon_s$$

Expressão para a incerteza devida à dispersão dos resultados

- A incerteza em cada medição devida à dispersão dos resultados é dada pelo **desvio-padrão da amostra**:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(x_i - x_m)^2}{N - 1}}$$

Geralmente corresponde à semi-largura de um intervalo ao redor da média que contém cerca de 2/3 dos dados

- A incerteza no valor médio, x_m , devida à dispersão dos resultados é dada pelo **desvio-padrão da média**:

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Combinação de incertezas

- A incerteza-padrão do resultado final precisa considerar as contribuições devidas aos erros aleatórios e sistemáticos e é dada por:

$$\sigma_f = \sqrt{(\sigma_m)^2 + (\sigma_s)^2}$$

- σ_m é o desvio-padrão da média (incerteza na média devida ao efeito dos erros aleatórios)
- σ_s é a incerteza sistemática residual

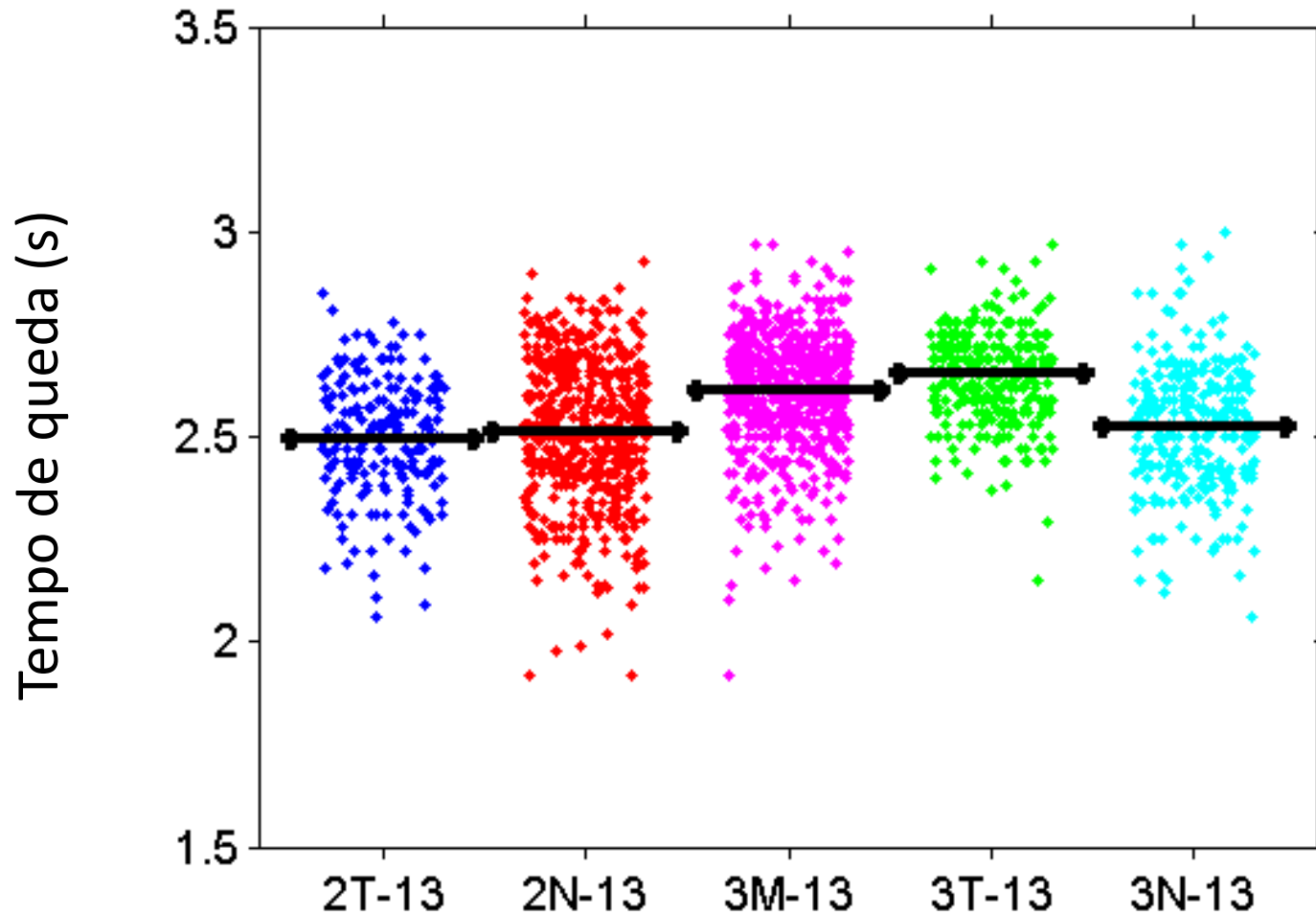
A importância do controle experimental

- Exemplo: experimento da medição do tempo de queda de balões jogados do alto do prédio do acelerador *Pelletron* do IFUSP.
 - Altura do ponto de lançamento: $(34,0 \pm 0,5) \text{ m}$
 - Lançamento com velocidade vertical nula (?)
 - 10 balões medidos por cerca de 60 alunos em cada período de aula (5 períodos)

O controle experimental:

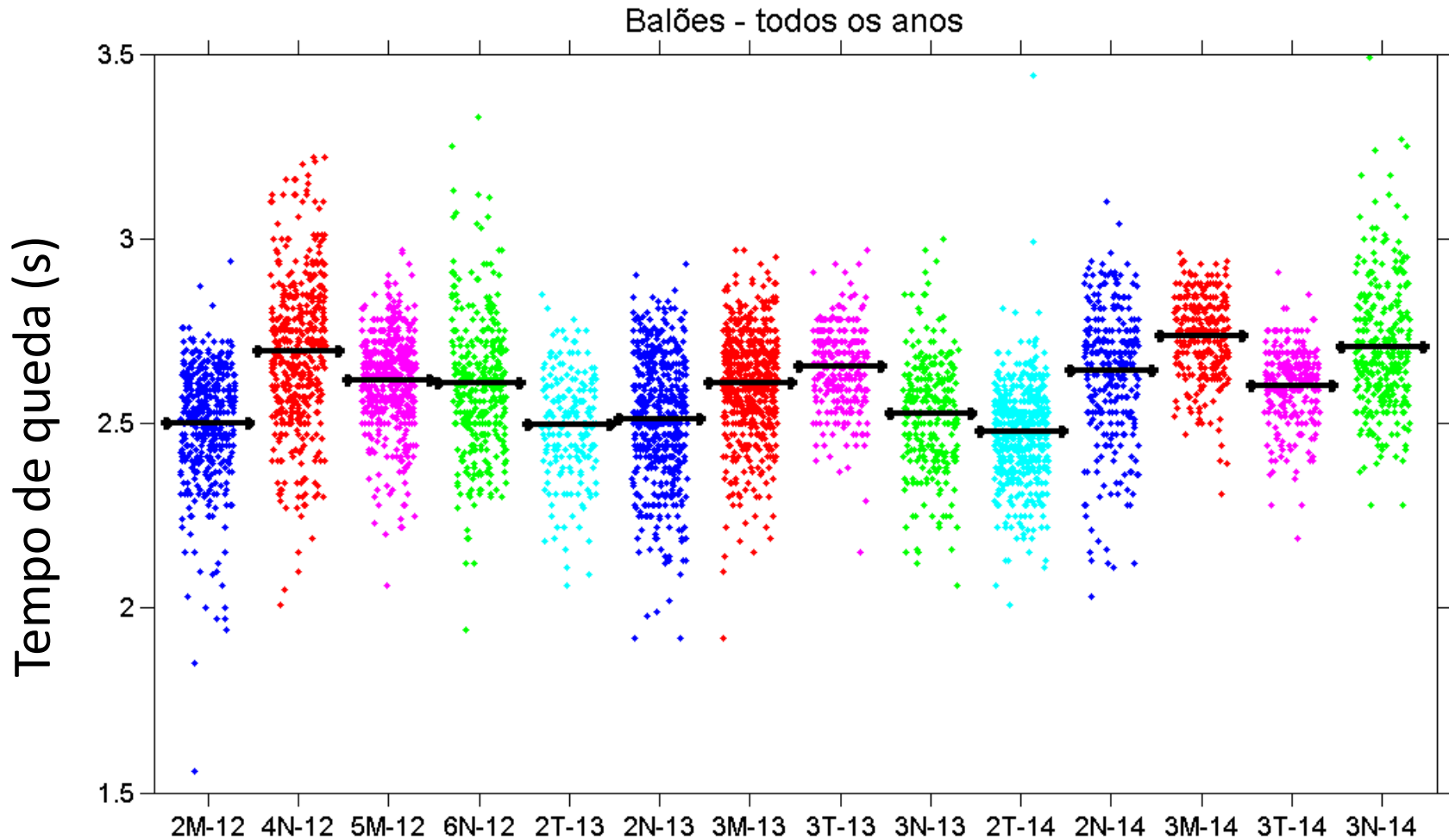
Experimento dos balões em diferentes turmas

ANO 2013



O controle experimental:

Experimento dos balões em diversos anos

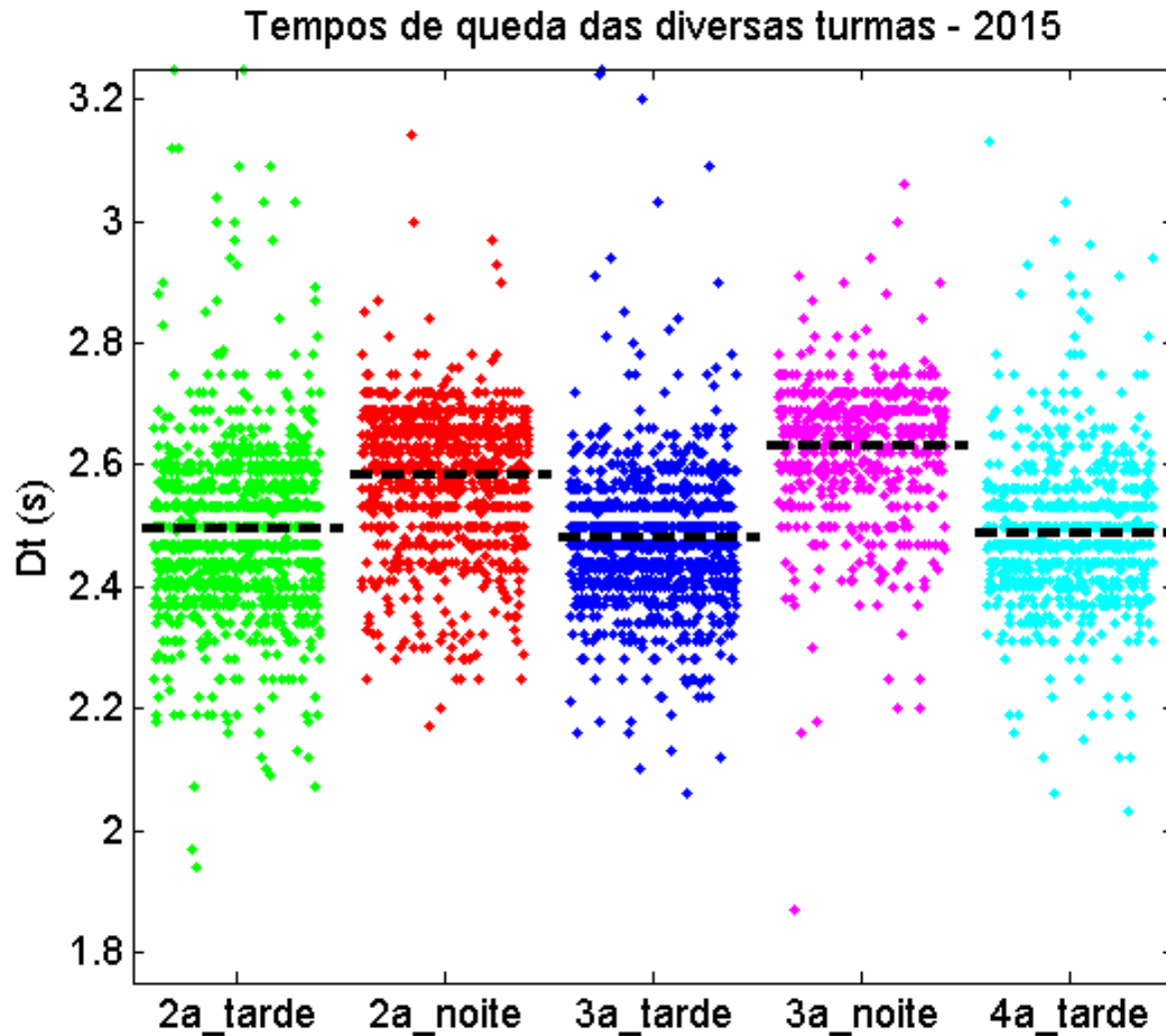


Médias não são compatíveis: evidência de que há influência de erros sistemáticos importantes que afetam de modo distinto cada uma das turmas

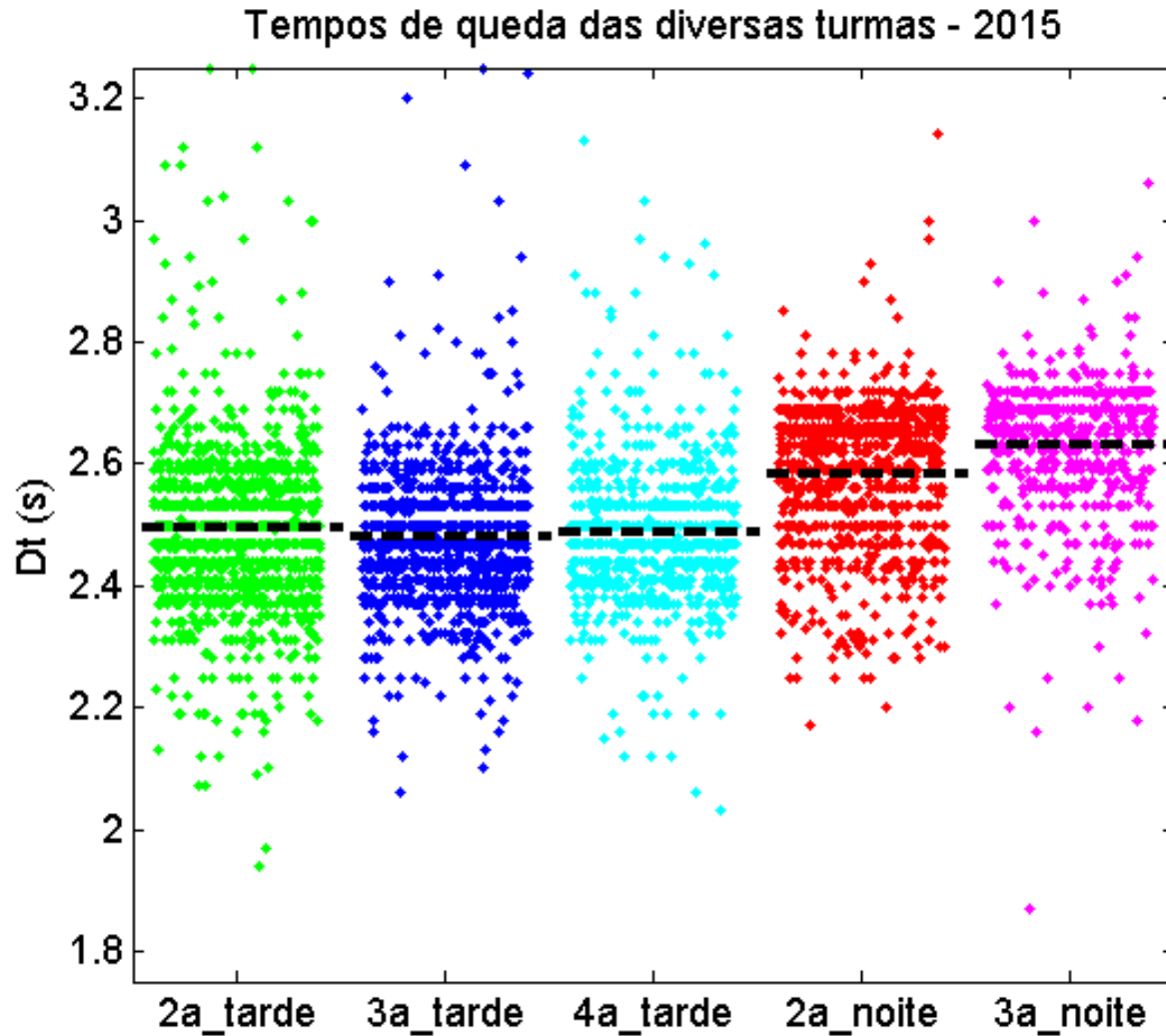
Mudança em 2015: Uso de um tubo para lançar bolinhas de plástico cheias de água



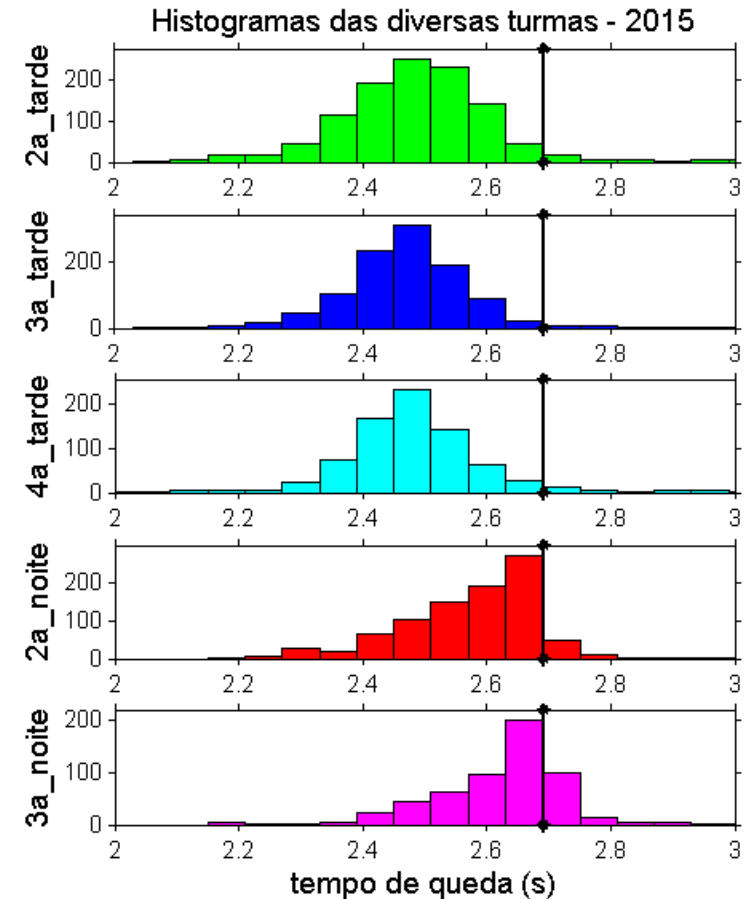
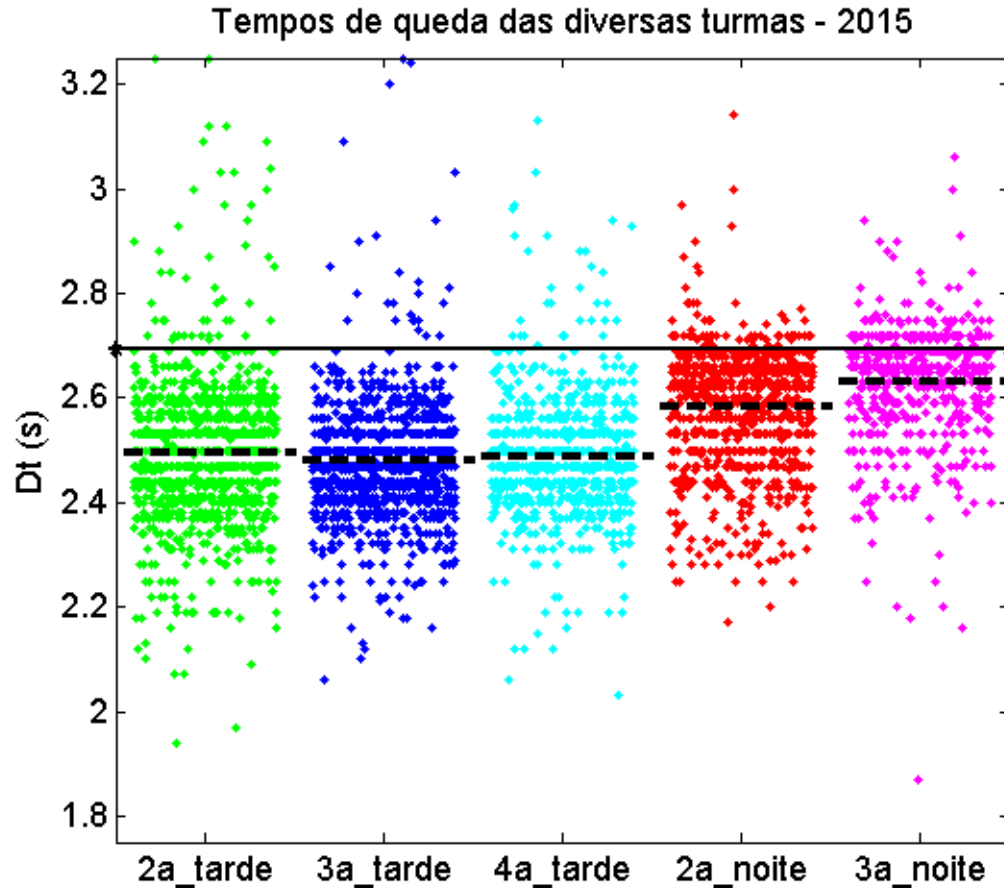
De novo o controle experimental: Experimento em 2015 – lançamento com tubo



Colocando os dados em ordem: Experimento em 2015 – lançamento com tubo

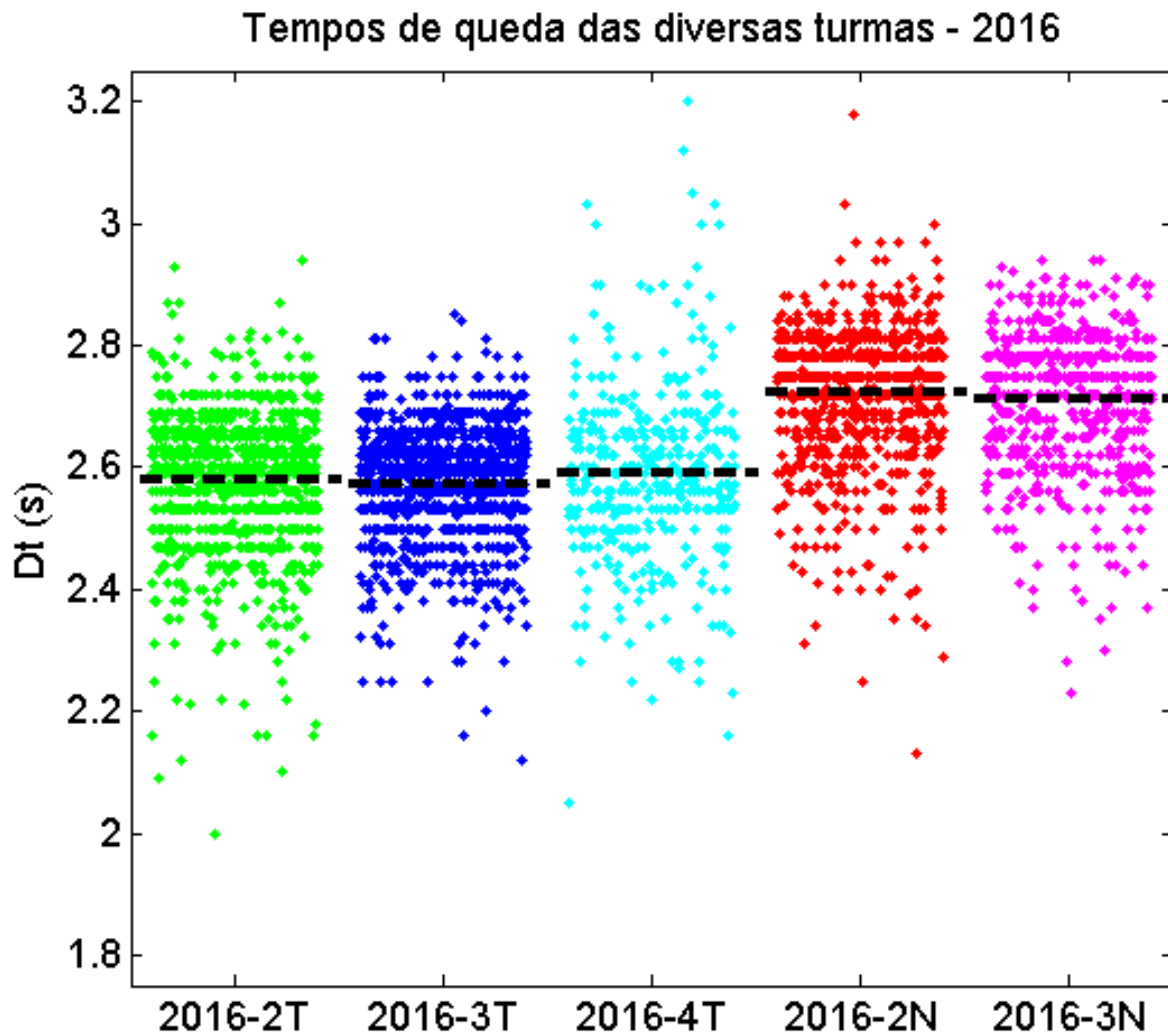


Experimento em 2015 – lançamento com tubo



A linha continua em preto indica o tempo médio medido com câmera digital de 120 fps
No Diurno, a bolinha é vista durante toda a queda -> há atraso no início, mas não no final
No Noturno a bolinha só é vista pouco antes de chegar ao chão -> há algum atraso no final

Ainda o controle experimental: 2016 – Com tubo, mas usando bolas de tênis



O tempo de queda aumentou porque as bolas de tênis tem razão massa/área frontal menor

**Sugestões de atividades
experimentais e artigos com
propostas de experimentos que
podem ser feitas sem
equipamentos de Laboratório**

Trabalhos experimentais em casa usando o computador

- Filmagens e fotos de boa qualidade de experimentos de Física podem ser obtidos no projeto “*FisFoto – Experimentos Virtuais*” do IFUSP, coordenado pelos professores Vito R. Vanin e Nora L. Maidana. Link: <http://www.fep.if.usp.br/~fisfoto/>
- O programa gratuito *Tracker* pode ser usado para análise de filmes e imagens: <http://physlets.org/tracker/>
- Para análise de sons, o programa gratuito *Audacity* é uma boa opção: <http://audacity.sourceforge.net/>

Sugestões para quem gosta de tecnologia

- **“Your smartphone can do physics”**, postagem do blog *Physics Central* com sugestão de experimento usando o acelerômetro do celular. Link:

<http://physicsbuzz.physicscentral.com/2015/01/your-smartphone-can-do-physics.html>

- Há bons links sugeridos nesse artigo, além de indicações de aplicativos que permitem salvar os dados de sensores de celulares

- Artigo **“A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC”**, de A.R. de Souza *et al.* na *Revista Brasileira de Ensino de Física* **vol. 33** p.1702 (2011). Link: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/331702.pdf>

Na Revista Brasileira de Ensino de Física

www.sbfisica.org.br/rbef

- **Velocidade do Som no Ar: Um Experimento Caseiro com Computador e Balde D'água**
 - Rev. Bras. Ensino Física v.25 n1 (2003) p.74
http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_74.pdf
- **O Estudo de Colisões através do Som**
 - Rev. Bras. Ensino Física v.24 n2 (2002) p.150
http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_150.pdf
- **Estudo do movimento de um corpo sob ação de força viscosa usando uma porção de xampu, régua e relógio**
 - Rev. Bras. Ensino Física v.28 n3 (2006) p.387
<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060201.pdf>

Na Revista A Física na Escola

www.sbfisica.org.br/fne

- **Medindo a velocidade de rotação da terra sem sair de casa**
 - Física na Escola v.10 n2 (2009) p.29
 - <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num2/a09.pdf>
- **Construção de três dispositivos com material de baixo custo para o estudo do movimento circular através da transferência de movimento**
 - Física na Escola v.10 n2 (2009) p.25
 - <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num2/a08.pdf>

Artigos em inglês

- **Digital video analysis of falling objects in air and liquid using Tracker**
 - Rev. Bras. Ensino Física v.35 n1 (2013) p.1504
<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/351504.pdf>
- **Demonstration of the exponential decay law using beer froth**
 - European Journal Physics v.23 (2002) p.21
[www.tf.uni-kiel.de/matwis/
amat/elmat_en/articles/beer_decay/beer_article.pdf](http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/elmat_en/articles/beer_decay/beer_article.pdf)