

# Introdução ao Projeto e Análise de Experimentos

Prof. Moacir Ponti  
`www.icmc.usp.br/~moacir`

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – USP

2017/1

# Sumário

Amostragem

Estratégias de amostragem

Experimentos

Análise de dados

Teste de Hipótese

# Amostragem e Variáveis

## Censo vs Amostragem

- ▶ É muito raro ser necessário realizar **censo**
- ▶ **Amostragem** sempre implica em aceitar um erro, mas pode ser representativa

## Variáveis

- ▶ Numéricas: discretas/contínuas
- ▶ Categóricas: ordinais/não-ordinais

# Amostragem e Variáveis

## Exemplo: verificar sal na panela

- ▶ Análise exploratória: **amostragem** (porque não censo?)
- ▶ Concluir se mais sal é necessário: **inferência**
- ▶ Amostra precisa ser **representativa**: aleatoriedade.

# Viés de amostragem

## Conveniência

Amostra facilmente acessível pelo pesquisador

## Abstenção

Apenas uma fração (não aleatória) da população responde

## Resposta voluntária

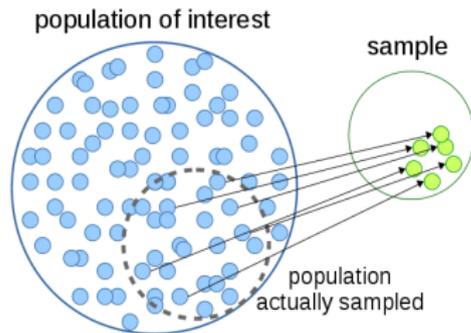
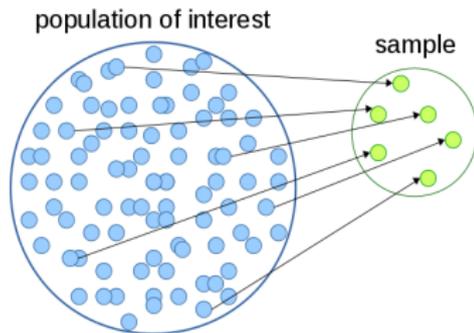
Participantes com opinião forte tem mais chance de responder (dentre os aleatoriamente selecionados)

# Estratégias de amostragem

```
int getRandomNumber()  
{  
    return 4; // chosen by fair dice roll.  
             // guaranteed to be random.  
}
```

Agradedimentos à <http://xkcd.com>

## Viés de amostragem e i.i.d.

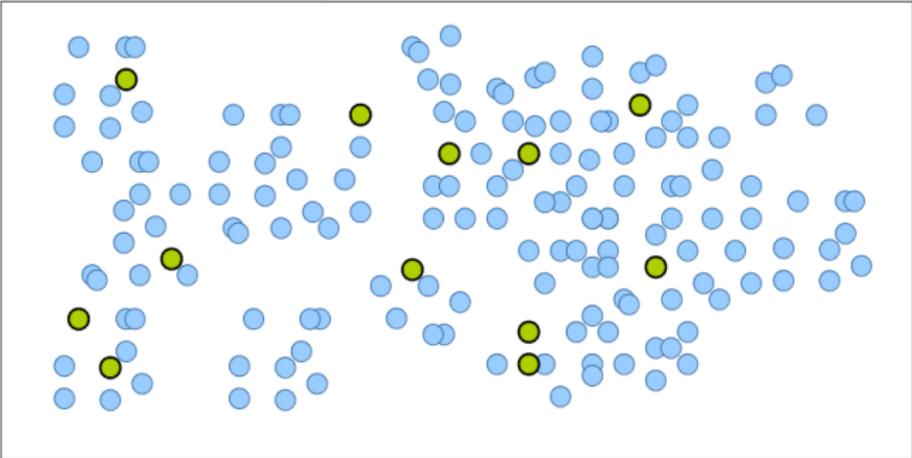


Nota: No caso à direita, não podemos considerar que a amostra é independente e identicamente distribuída (i.i.d.), comumente assumido por muitos métodos.

# Estratégias de amostragem

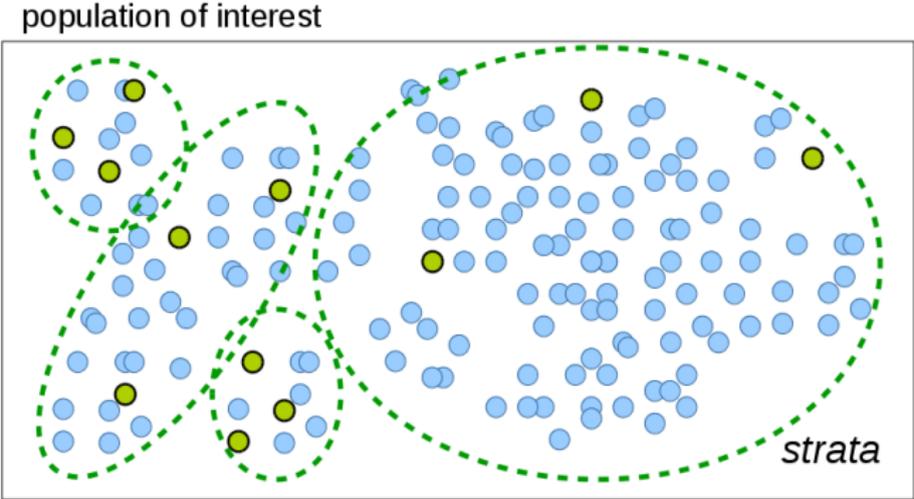
Amostragem aleatória simples (Simple random sampling)

population of interest



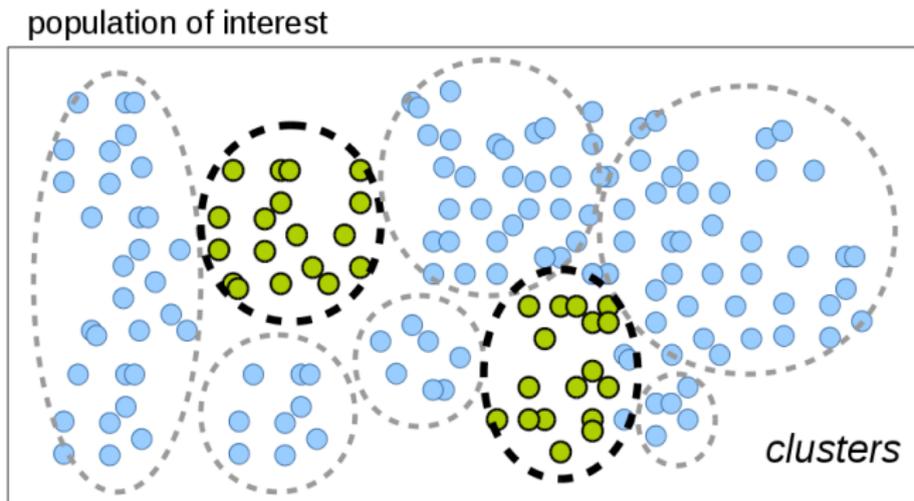
# Estratégias de amostragem

## Amostragem estratificada



# Estratégias de amostragem

## Amostragem por agrupamento



OBS: também pode ser feita amostragem aleatória simples dentro de cada cluster.

# Sumário

Amostragem

Estratégias de amostragem

Experimentos

Análise de dados

Teste de Hipótese

# Experimentos

Visam estabelecer relações causais, correlações ou comparações.

1. **Controle:** comparar intervenção com um grupo controle;
2. **Aleatorização:** distribuir sujeitos/exemplos de forma aleatória;
3. **Replicação:** coletar amostra suficiente, ou replicar estudo;
4. **Bloqueio:** bloquear por variáveis que possam afetar resultado.

Terminologia (pouco comum em computação): placebo, efeito placebo, estudo cego e duplo-cego.

# Experimentos: amostragem e atribuição

Exemplos:

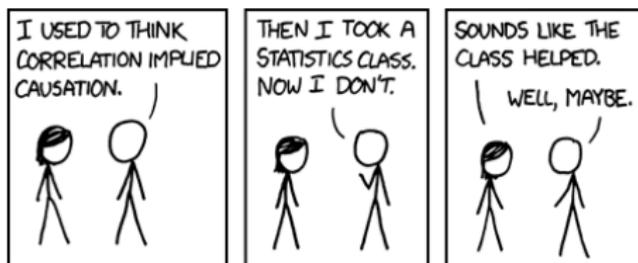
1. Método de segmentação com aplicação médica;
2. Projeto de uma nova tela de tinta eletrônica para facilitar a leitura;
3. Método para melhoria da segmentação de sentenças em fala.

## Experimentos: amostragem e atribuição

(ideal)	Atribuição aleatória	Sem atribuição aleatória	(observacional)
Amostragem aleatória	Causal e generalizável	Não causal, generalizável	Generalização
Amostragem não aleatória	Causal, não generalizável	Não causal, não generalizável	Não generalização
(mais comum)	Causalidade	Associação	(indadequado)

Agradedimentos à Mine Çetinkaya-Rundel

# Causalidade vs Correlação



Agradedimentos à <http://xkcd.com>

# Sumário

Amostragem

Estratégias de amostragem

Experimentos

Análise de dados

Teste de Hipótese

# Medidas e transformações

## Medidas de centro e dispersão

- ▶ **Comum:** média e desvio padrão
- ▶ **Robustas:** mediana e IQR

## Transformação

- ▶ Logaritmo, Raiz Quadrada.
- ▶ Normalização.

*Exemplos:*

```
library(MASS)
data(cars)
data(cats)
data(pressure)
```

# Medidas e transformações

## *Exemplos:*

```
cars_o <- data.frame(speed=c(19,19,20,20,20), dist=c(190, 206, 210, 220, 238))
cars2 <- rbind(cars, cars_o)
```

```
# estatística
mean(cars2$dist)
sd(cars2$dist)
```

```
# estatística robusta
median(cars2$dist)
IQR(cars2$dist)
```

```
plot(cars2)           # dados originais
plot(log(cars2))      # transformacao log
plot(sqrt(cars2))     # transformacao sqrt
```

```
plot(pressure)       # dados originais
plot(log(pressure))  # transformacao log
```

# Análise de resultados

## Gráficos

- ▶ Scatterplots
- ▶ Boxplots

*Exemplos:*

```
boxplot(cats$Bwt ~ cats$Sex)
```

```
cats_o <- data.frame(Sex=c('M','M','F'), Bwt=c(1.1,1.5))  
cats2 <- rbind(cats, cats_o)
```

```
boxplot(cats2$Bwt ~ cats2$Sex)
```

## Regressão linear

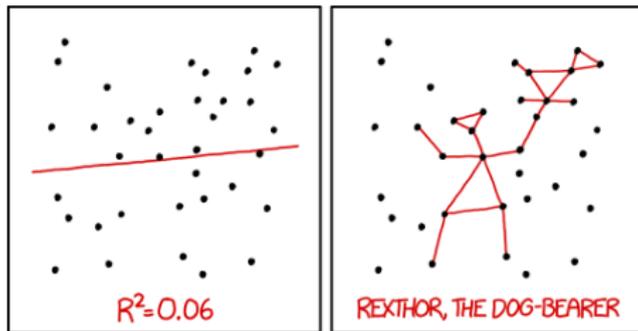
Ajusta uma reta em duas variáveis, uma dependente e uma ou mais independentes

*Exemplos:*

```
model1 <- lm(cars$dist ~ cars$speed)
summary(model1)
plot(cars)
abline(model1)
```

```
model2 <- lm(cars2$dist ~ cars2$speed)
summary(model2)
plot(cars2)
abline(model2)
```

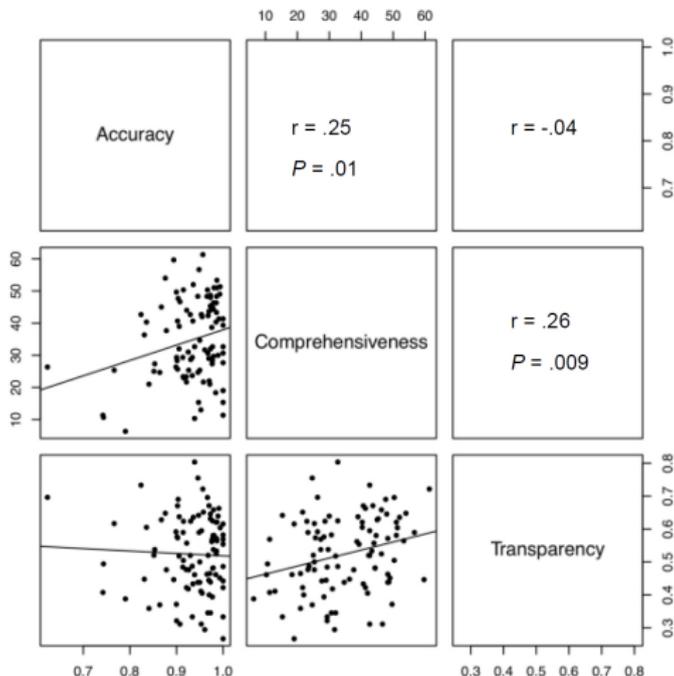
# Correlação e Regressão Linear



I DON'T TRUST LINEAR REGRESSIONS WHEN IT'S HARDER TO GUESS THE DIRECTION OF THE CORRELATION FROM THE SCATTER PLOT THAN TO FIND NEW CONSTELLATIONS ON IT.

Agradedimentos à <http://xkcd.com>

# Correlação e Regressão Linear



OBS: para  $r = 0.25$ , a correlação quadrada é  $R^2 = 0.06$

# Sumário

Amostragem

Estratégias de amostragem

Experimentos

Análise de dados

Teste de Hipótese

# Teste de hipótese

1. Especifica **hipótese nula** e **hipótese alternativa**
2. Assume que a hipótese nula é **verdadeira** e calcula a **estatística de teste**
3. Calcula o **p-valor**: se a hipótese nula é verdadeira, qual a probabilidade de observarmos tão extremos quanto aquele que dispomos?
  - ▶ se o nível for inferior a um limiar  $\alpha$  que define a probabilidade de cometer erro tipo I, rejeitar a hipótese nula;
  - ▶ do contrário, não rejeitar hipótese nula.

# Teste de hipótese

Testes comumente utilizados:

- ▶ Teste  $t$ -Student (ou Teste  $t$ ): comum para dados com distribuição Normal,
- ▶ Wilcoxon: não paramétrico, compara rankings entre dois conjuntos de dados,
- ▶ ANOVA: analisa múltiplos conjuntos pela estatística  $F$ .
- ▶ Kruskal-Wallis: não -paramétrico

# Teste de Hipótese

```
#carregar DietData
DietData <- read.table(file.choose(), header=T, sep=",")
attach(DietData)
names(DietData)
levels(DietData)
boxplot(WeightLoss~Diet)

# Ho: media de perda de peso e a mesma para todas as dietas
ANOVA1 <- aov(WeightLoss~Diet) # analysis of variance aov
summary(ANOVA1)
ANOVA1$coefficients

TukeyHSD(ANOVA1) # Tukey post-hoc test

plot(TukeyHSD(ANOVA1)) # visual

kruskal.test(WeightLoss~Diet)
```

# Teste de hipótese

Statisticians issue warning over misuse of P values

*“Misuse of the P value — a common test for judging the strength of scientific evidence — is contributing to the number of research findings that cannot be reproduced...”*

<http://www.nature.com/news/>

statisticians-issue-warning-over-misuse-of-p-values-1.19503