

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

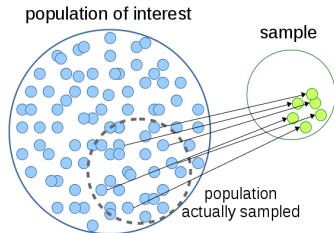
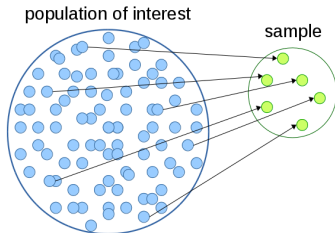
Participantes com opinião forte tem mais chance de responder (dentre os aleatoriamente selecionados)

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.

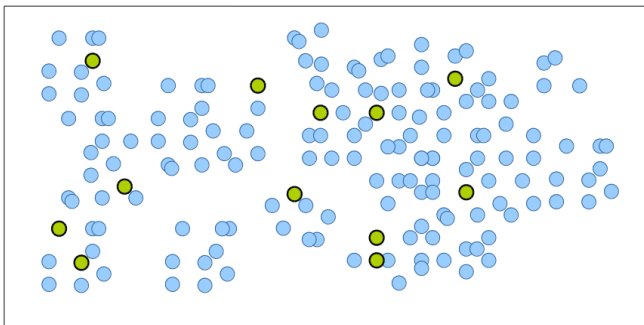


Nota: No caso à direita, não podemos considerar que a amostra é independente e identicamente distribuída (i.i.d.), comumente assumido por muitos métodos.

Estratégias de amostragem

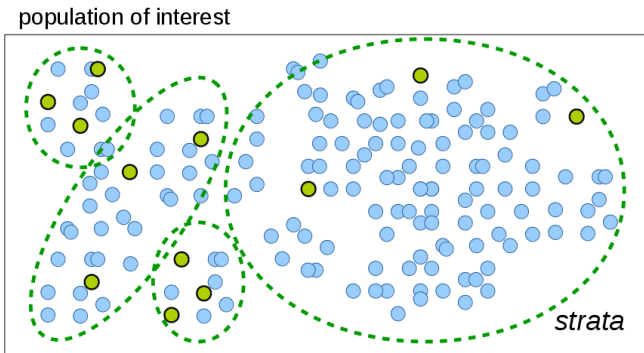
Amostragem aleatória simples (Simple random sampling)

population of interest



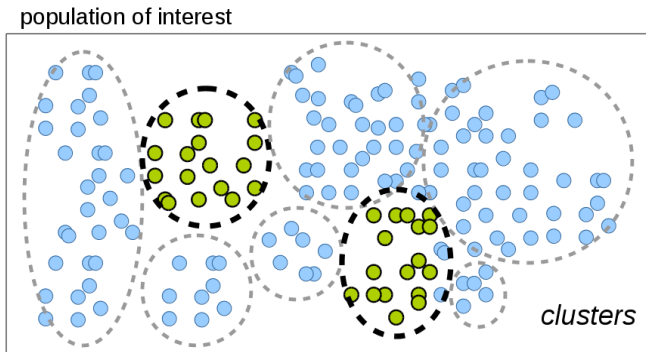
Estratégias de amostragem

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:

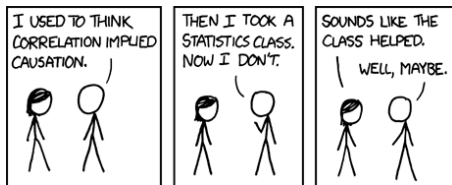
1. Método de segmentação com aplicação médica;
2. Projeto de uma nova tela de tinta eletrônica para facilitar a leitura;
3. Método para melhoria da segmentação de sentenças em fala.

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.

Se correlação é $\neq 0$, então: 1) variável A causa B , 2) variável B causa A , 3) uma variável C causa A e B , 4) A causa C que por sua vez causa B , ou 5) não há relação entre A e B .

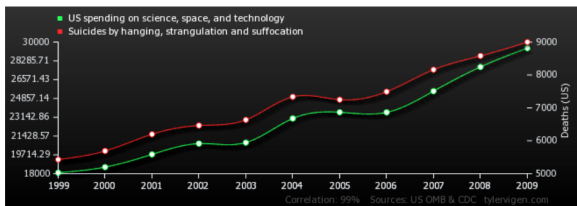
Exemplos:

```
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

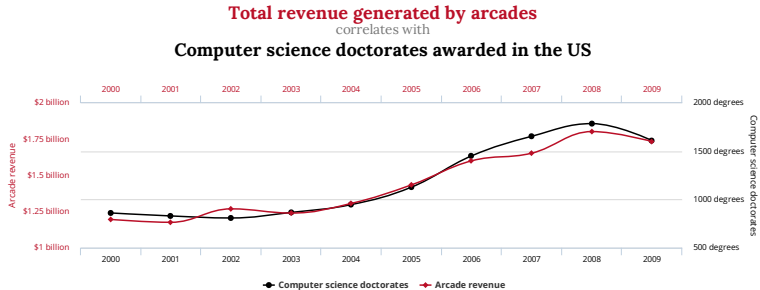
US spending on science, space, and technology correlates with Suicides by hanging, strangulation and suffocation



	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
US spending on science, space, and technology Millions of todays dollars (US OMB)	18,079	18,594	19,753	20,734	20,831	23,029	23,597	23,584	25,525	27,731	29,449
Suicides by hanging, strangulation and suffocation Deaths (US) (CDC)	5,427	5,688	6,198	6,462	6,635	7,336	7,248	7,491	8,161	8,578	9,000
Correlation: 0.992082											

Agradedimentos à <http://tylervigen.com/>

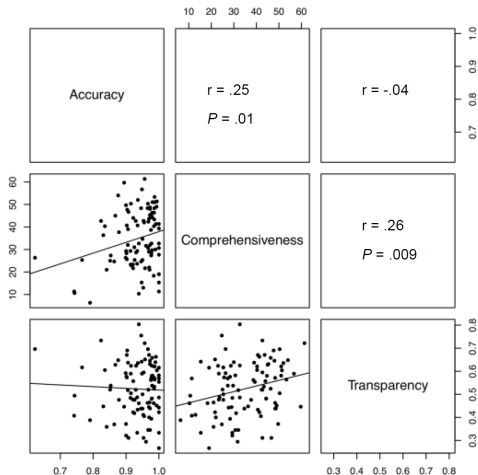
Correlação e Regressão Linear



tylervigen.com

Agradedimentos à <http://tylervigen.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 α 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