

Laboratório de Fonologia



Estatística para Linguística

Prof. Dr. Adelino Pinheiro Silva

Sumário

Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências

Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências

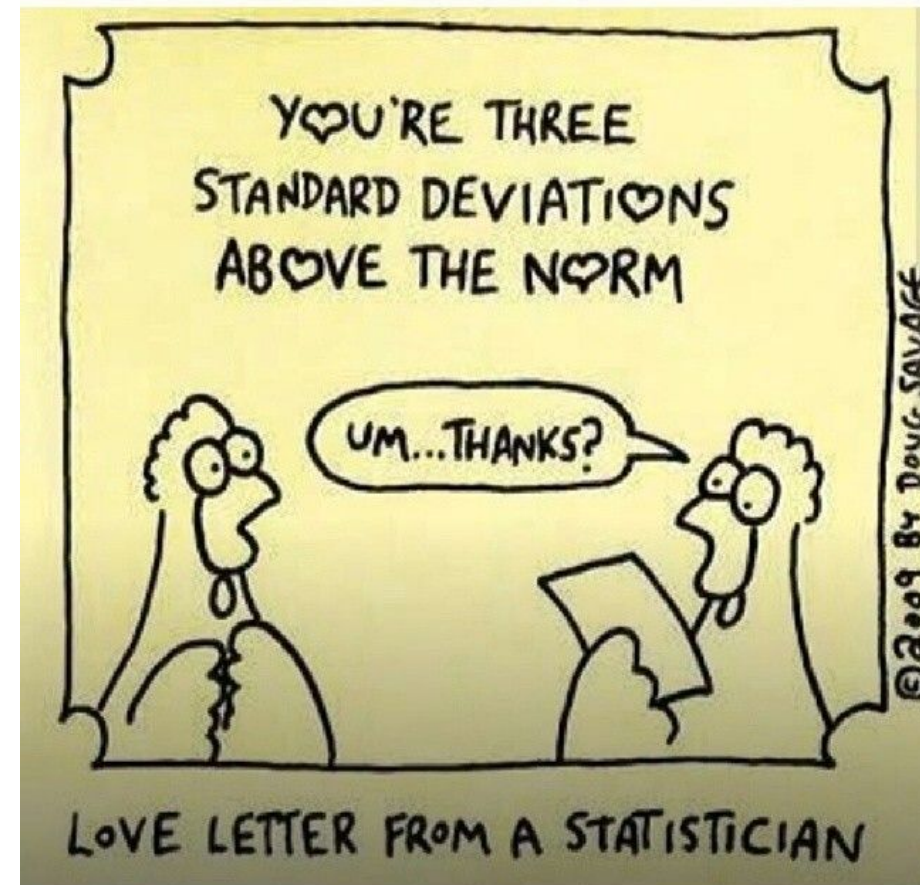
In a hole in the ground there lived a...

Por que estudar estatística?

- Compreender **fatores** que afetam um resultado.
- Julgar de forma crítica as informações recebidas.
- Argumentar estatisticamente.

O que é estatística (Agresti, 2018)?

- Conjunto de métodos para se **obter** e **analisar** dados.
- Metodologia baseada na **ocorrência** para realizar **previsão**.



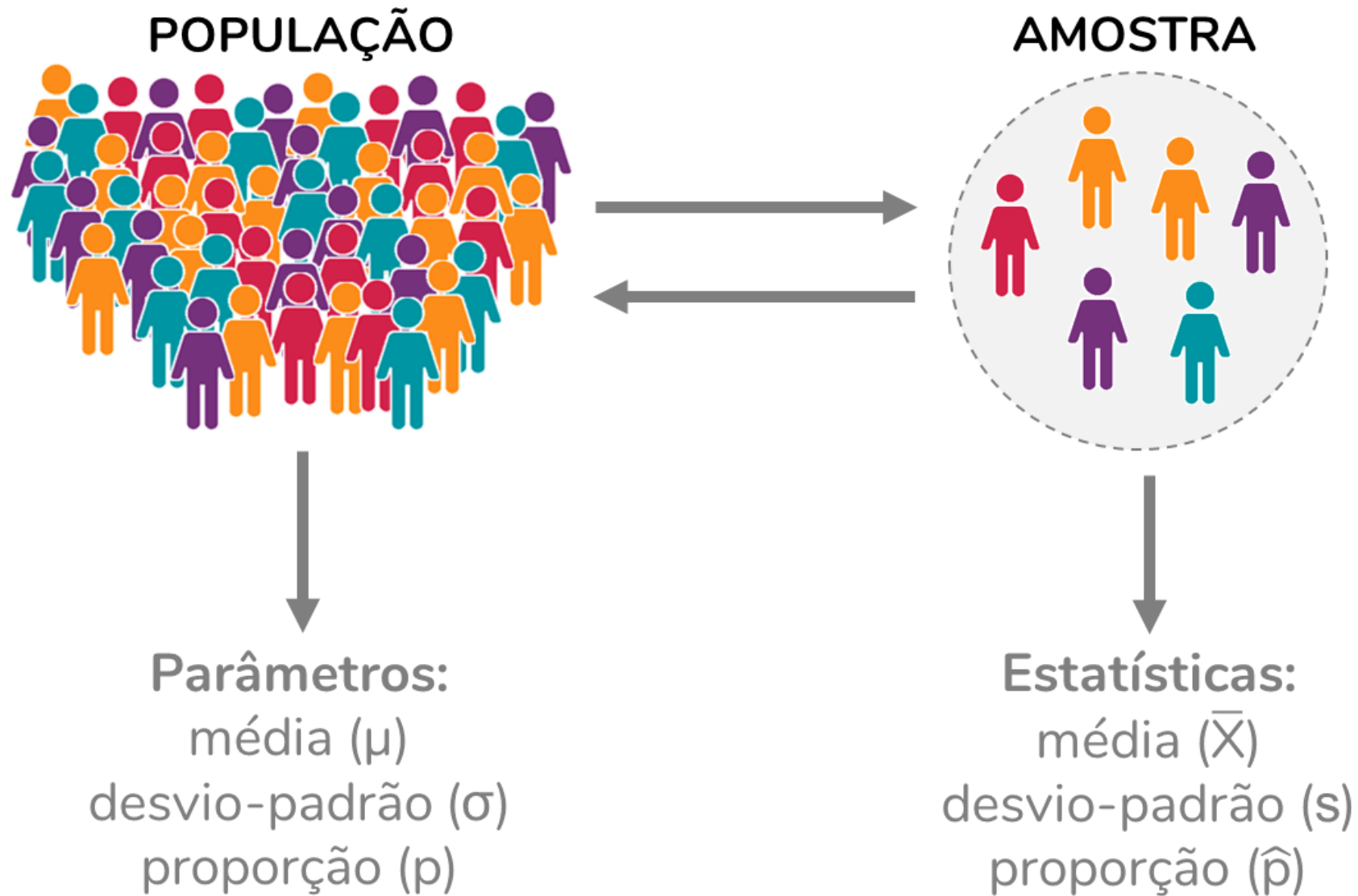
I Have the High Ground

Alguns termos para começar

- **Dado:** Observação obtida sobre o objeto de interesse.
- **Observação:** Medida, ou informação coletada (sujeita a ruído e erros).
- **Base de dados:** Conjunto de dados, e.g., *general social survey*.
- **População:** Conjunto total dos elementos (desconhecido, inacessível).
- **Amostra:** subconjunto da população, dados (medidas) coletados.
- **Parâmetro:** Fator (resumo) numérico da população (dica: letras gregas).
- **Estatística:** Valor obtido da amostra !!!!!
- **Ferramental:** R-studio



I Have the High Ground



Medida e amostra

Maneiras de extrair informações de interesse.

- **Variável aleatória:** Característica que pode variar com os elementos da população ou amostra.
- **Escala de medição:** Extensão onde a variável aleatória pode ser medida. Exemplos:
 - Categóricas: (cara, coroa), (derrota, empate, vitória); ou
 - Quantitativas: $\{x \in \mathbb{R} | 0 \leq x \leq 1\}$, $[0, 1]$

Se caracteriza a variável aleatória como um resultado de uma experiência aleatória, que pode ser classificada como:

- **Categóricas:** valores aceitos dentro de um limite de categorias (qualitativos?).
- **Quantitativas:** valores numéricos de qualquer conjunto, e.g., \mathbb{N} , \mathbb{R} , \mathbb{C}

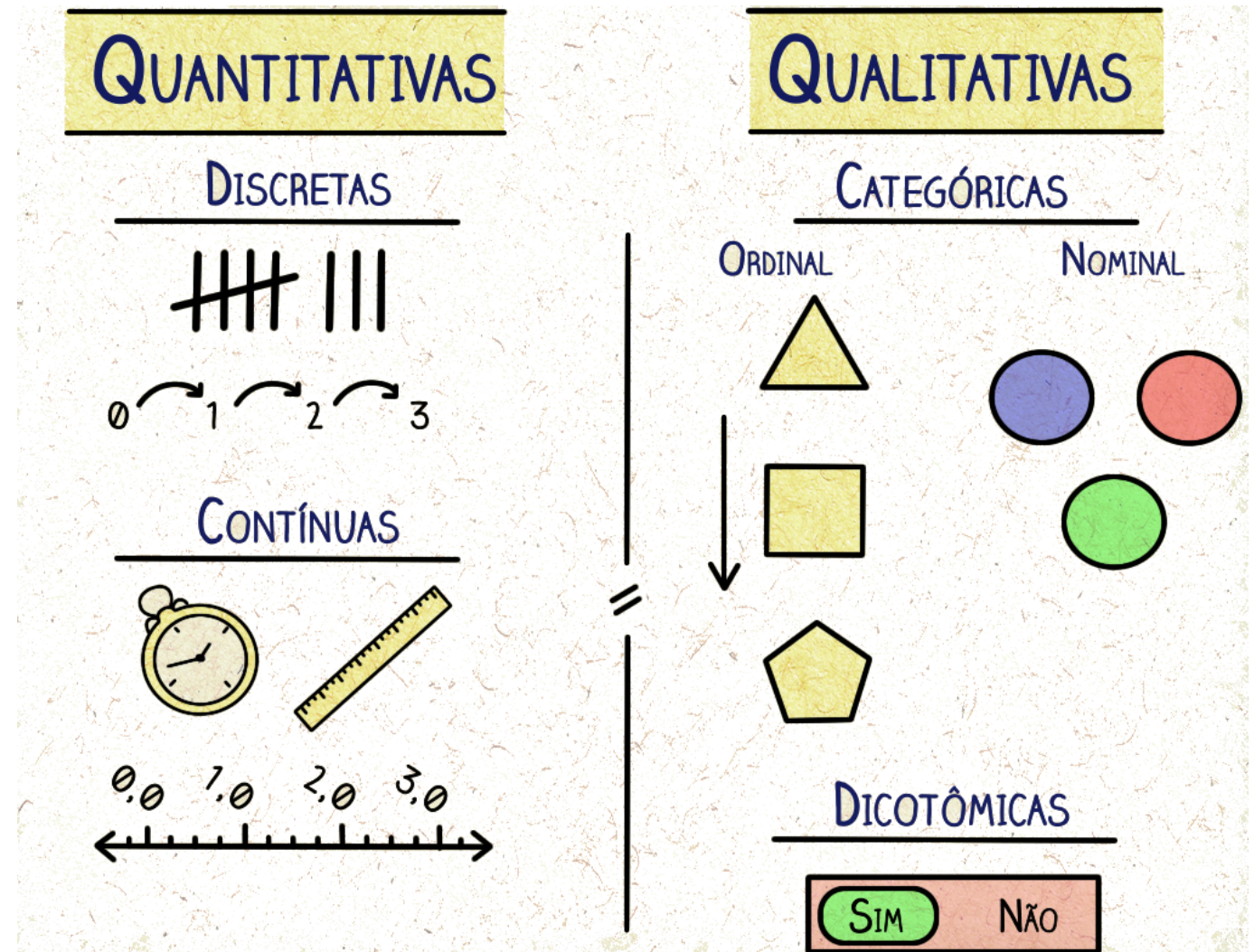
Escalas:

- **Intervalar:** delimitação numérica.
- **Nominal:** Nomes/categorias “não ordenáveis”, e.g., preferência de cores;
- **Ordenáveis:** Nomes/categorias que podem ser ordenadas em níveis, e.g., expectativa do curso (baixa, sem expectativa, alta).

Detalhe: Em escalas categóricas é muito difícil garantir uma homogeneidade dos intervalos, i.e., se os intervalos das categorias possuem escalas de mesmo tamanho.

Variáveis estatísticas

- **Amostra aleatória simples:** todas amostras de mesmo tamanho possuem a mesma “chance”. Seria um retrato da população(?).
- **Métodos de amostragem, *sample survey*:** Sistemática, estratificada, grupo (*cluster*), multiestágios.
- **Amostra enviesada:** alunos de uma sala de aula (?).



Estudo experimental

Experimento: Controlar variáveis independentes e observar a variação de variáveis dependentes para dar suporte ou refutar uma hipótese.

- Compara “tratamentos”.
- Unidades de testes.
- Grupos, pelo menos, “controle” e “tratamento”.
- Variáveis estranhas (predatórias).

Problemas experimentais

- Variação do instrumento (ou pessoa que conduz parte dele).
- Regressão analítica.
- Viés de seleção.
- Perda de unidade



Estudo experimental

Efeitos do teste: principal e interativo

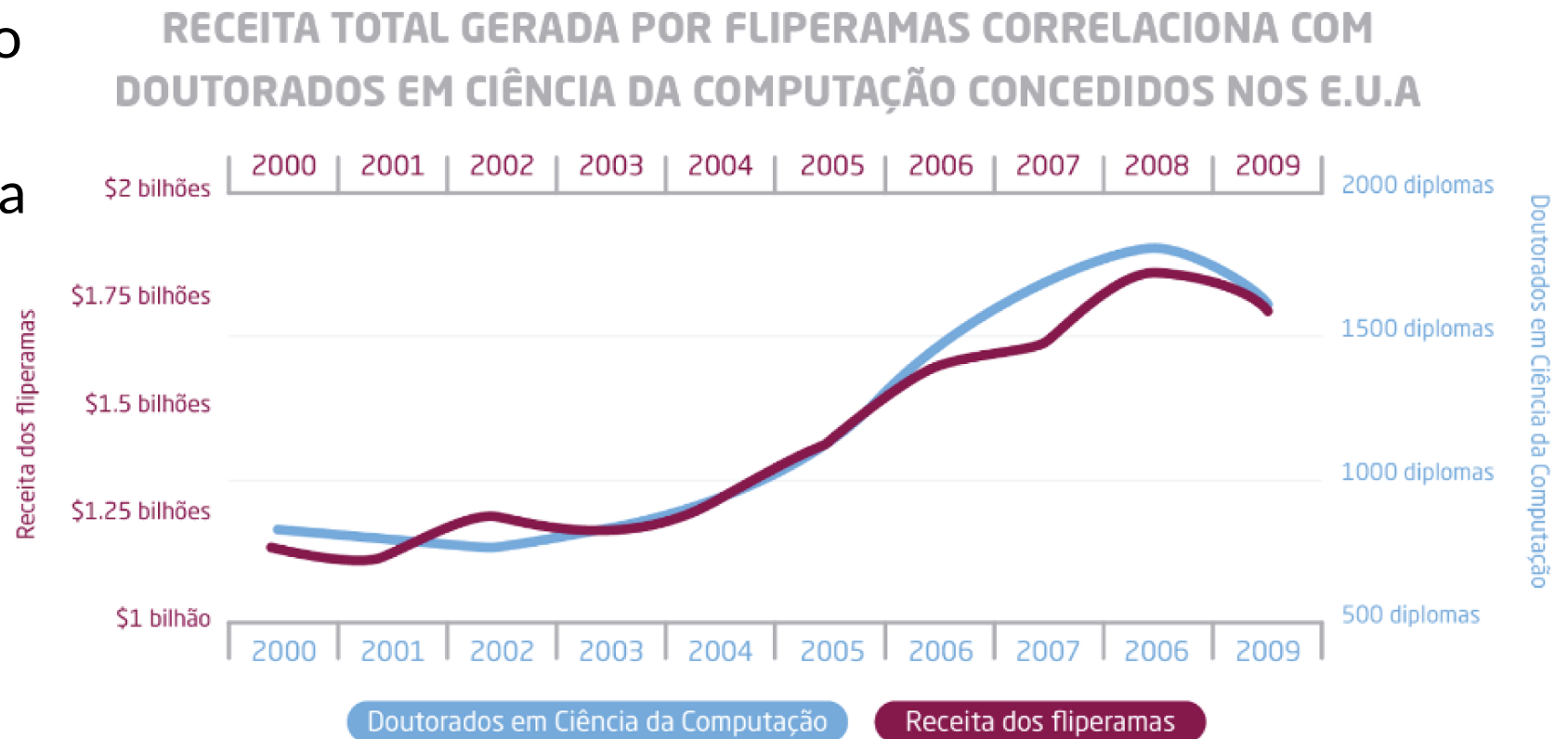
Soluções para experimentos:

- Aleatorização.
- Emparelhamento.
- controle estatístico.
- Planejamento.
- Medições *a posteriori*.



Estudo de Observação

- Sem manipulação do objeto de estudo.
- Grupos desbalanceados, difícil de realizar uma comparação adequada.
- **Não permite estabelecer causa e efeito.**
- Pode indicar uma relação entre variáveis.
- Uma variável não medida pode ser responsável pelo padrão observado.



Variabilidade amostral e viés

Erro de amostragem: erro ocorrido ao utilizar uma estatística da amostra para prever um parâmetro da população. Exemplo: Erro da pesquisa eleitoral com $n = 100$ de $\pm 3\%$.

Viés: erro quando a amostra é enviesada, e.g., voluntários ou respostas de carta.

- **Viés de resposta** ocorre quando a pergunta é confusa, e.g., referendo do desarmamento;
- **viés de falha de dados** apenas uma fatia da amostra responde.

Fim da introdução - Dever de casa

Exercícios do livro Agresti (2018):

- Capítulo 1: 1.1, 1.3, 1.5-1.8, 1.14, 1.16;
- Capítulo 2: 2.2-2.10, 2.27, 2.35-2.37, 2.39

Preparação do terreno

- Instalar o R-studio.



Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências

Estatística descritiva

Primeiro passo para entender os dados coletados Facilitar a assimilação de informação
Medidas de:

- tendência central (média),
- variabilidade
- associação

Análise e regressão: predizer uma variável a partir de outras.

Um pouco de código R para tratar com dados

```
data_lemas <- read.table("../Dados/lexporbr_alfa_lemas_txt.txt", header = TRUE,  
                           sep = "\t", dec = ",", quote = "\"")  
  
head(data_lemas)  
dim(data_lemas)  
summary(data_lemas)
```

Dados de Corpus Léxico do português

Tabelas e gráficos

Extraindo o cabeçalho dos dados

```
> head(data_lemas)
```

Gera a saída:

	id	ortografia	cat_gram	inf_gram	freq_orto	freq_orto.M	log10_freq_orto	zipf_escala	nb_letras
1	1	o	gram	det	4364416	139093.06	6.6399	8.1433	1
2	2	de	gram	prp	2553292	81372.90	6.4071	7.9105	2
3	3	,	gram	pu	2133025	67979.08	6.3290	7.8324	1
4	4	.	gram	pu	1603184	51093.15	6.2050	7.7084	1
5	5	em	gram	prp	1044260	33280.36	6.0188	7.5222	2
6	6	e	gram	kc	667736	21280.61	5.8246	7.3280	1

A dimensionalidade dos dados, onde cada linha indica uma medição com as colunas indicando as informações

```
> dim(data_lemas)
```

Que é um total de 169.606 linhas com 9 colunas

```
[1] 169606      9
```

Dever de casa

Construindo uma tabela

```
> tab <- table(data_lemas$cat_gram, data_lemas$nb_letras)
```

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
adj	3	41	355	699	1061	1490	2320	2817	3117	3106	2672	2099	1575
adv	2	15	31	57	80	96	109	115	148	235	255	313	330
gram	56	60	96	75	75	47	22	12	14	8	1	2	0
nom	57	500	1517	3375	4992	5924	7396	7504	7397	6719	5912	4278	3151
num	11	275	2045	5678	14704	11792	8534	6535	3553	913	941	1630	657
ver	1	11	51	175	1037	1796	2099	2442	2115	1678	1123	815	475

Histograma

Histograma em uma figura PNG...

```
png(file = "../Imagens/histograma.png",width = 864, height = 486, units = "px")
hist(data_lemas$nb_letras,main="Histograma do numero de letras em cada ocorrencia",
breaks=40,xlab = "numero de letras", ylab="Ocorrencias",col = "blue2",
border="white")
dev.off()
```

Histograma do numero de letras em cada ocorrência

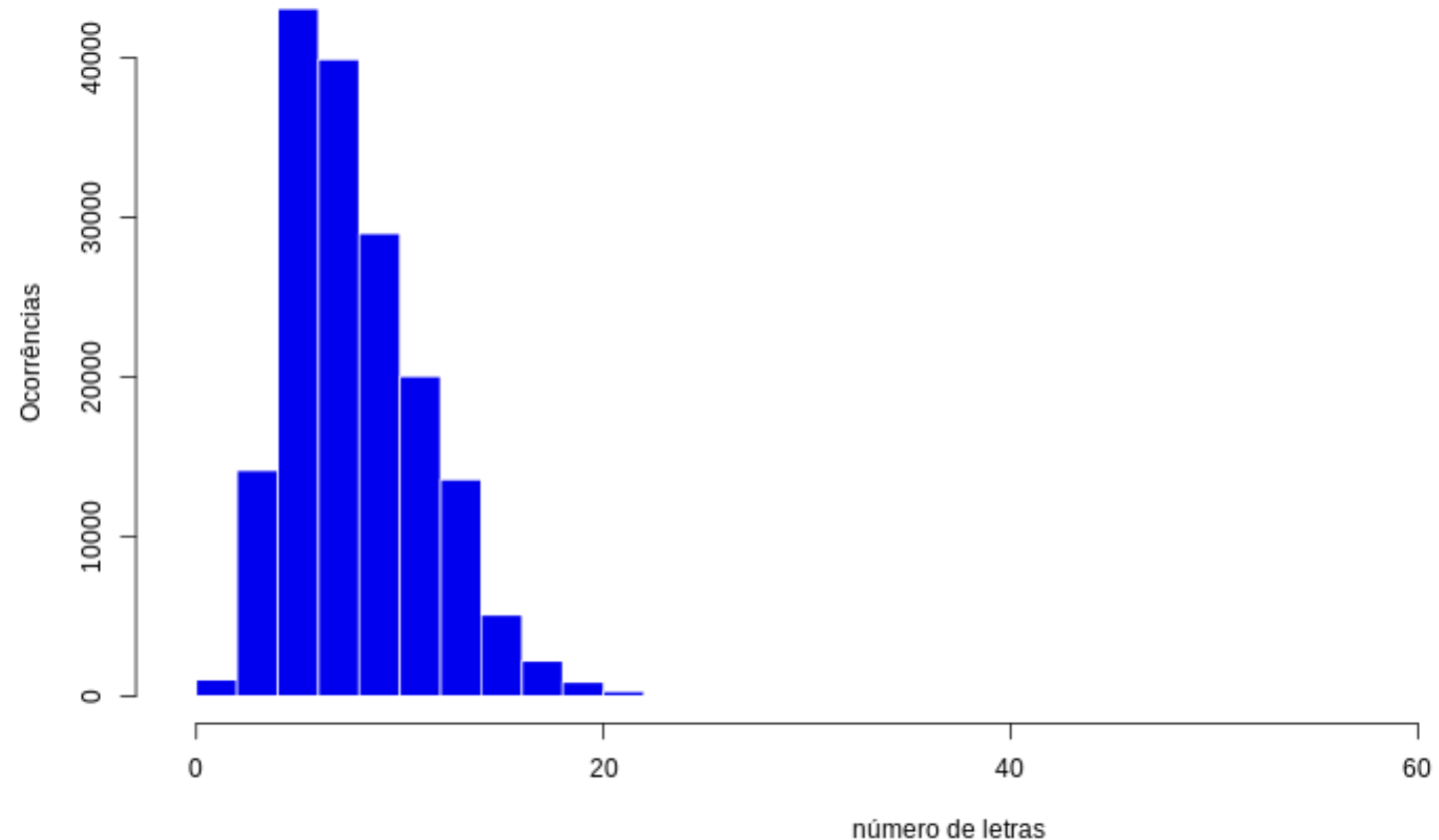
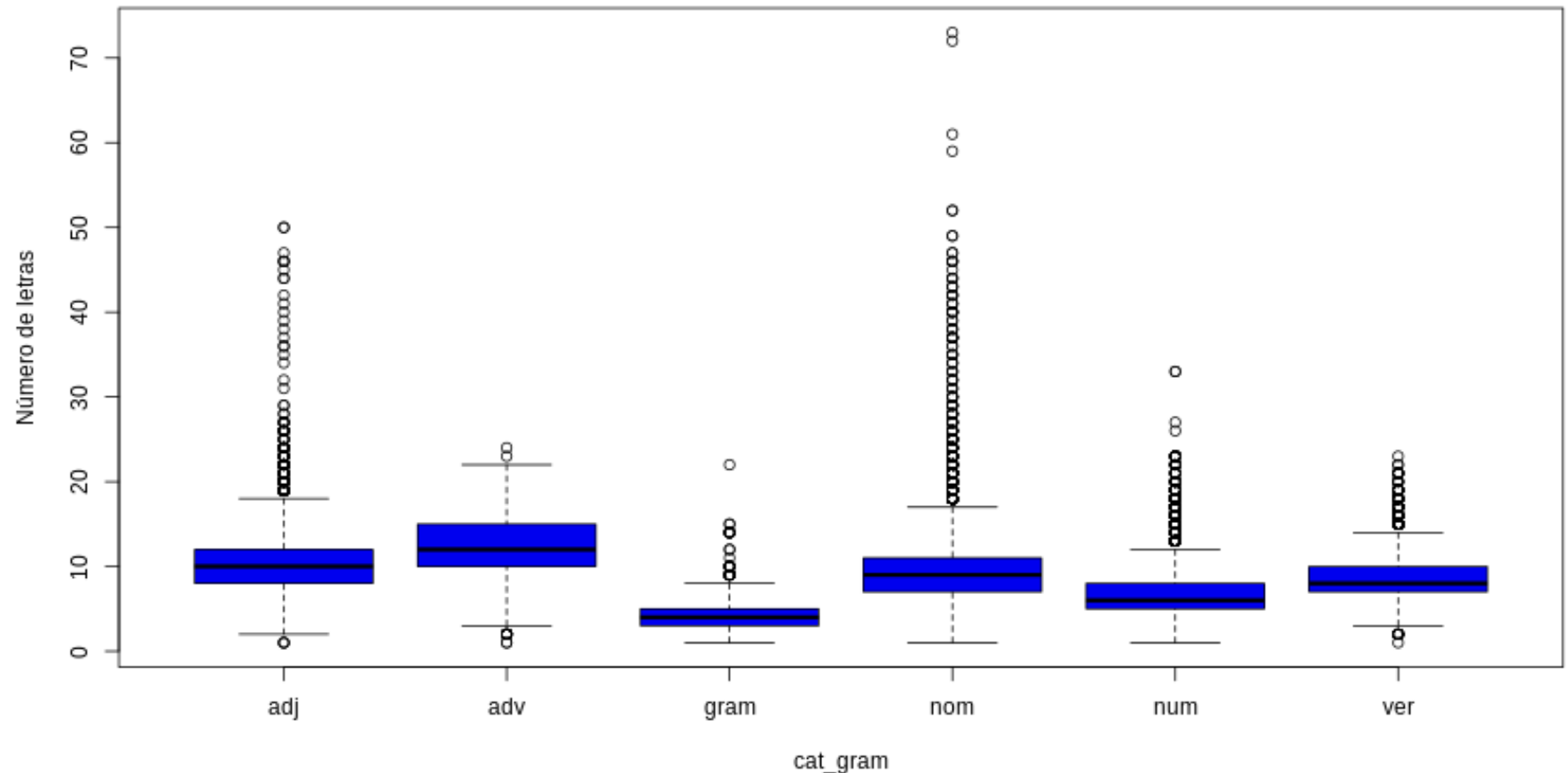


Diagrama de caixa

Diagrama de caixa (*boxplot*) em uma figura PNG...

```
png(file = "../Imagens/Box_plot.png", width = 864, height = 486, units = "px")
boxplot(data_lemas$nb_letras ~ cat_gram, data = data_lemas, ylab = "Numero de letras",
col = "blue2", border="black")
dev.off()
```

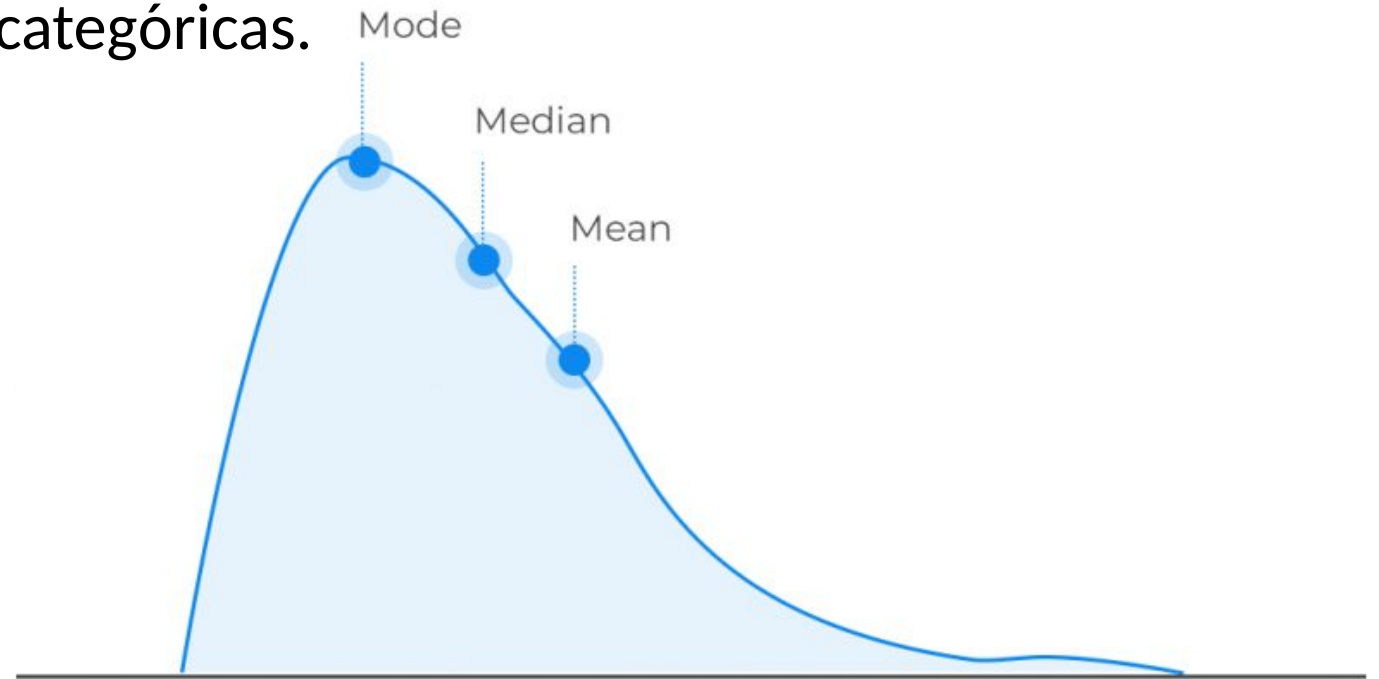


```
> tab <- stem(data_lemas$nb_letras[1:300])
```

[illegible]

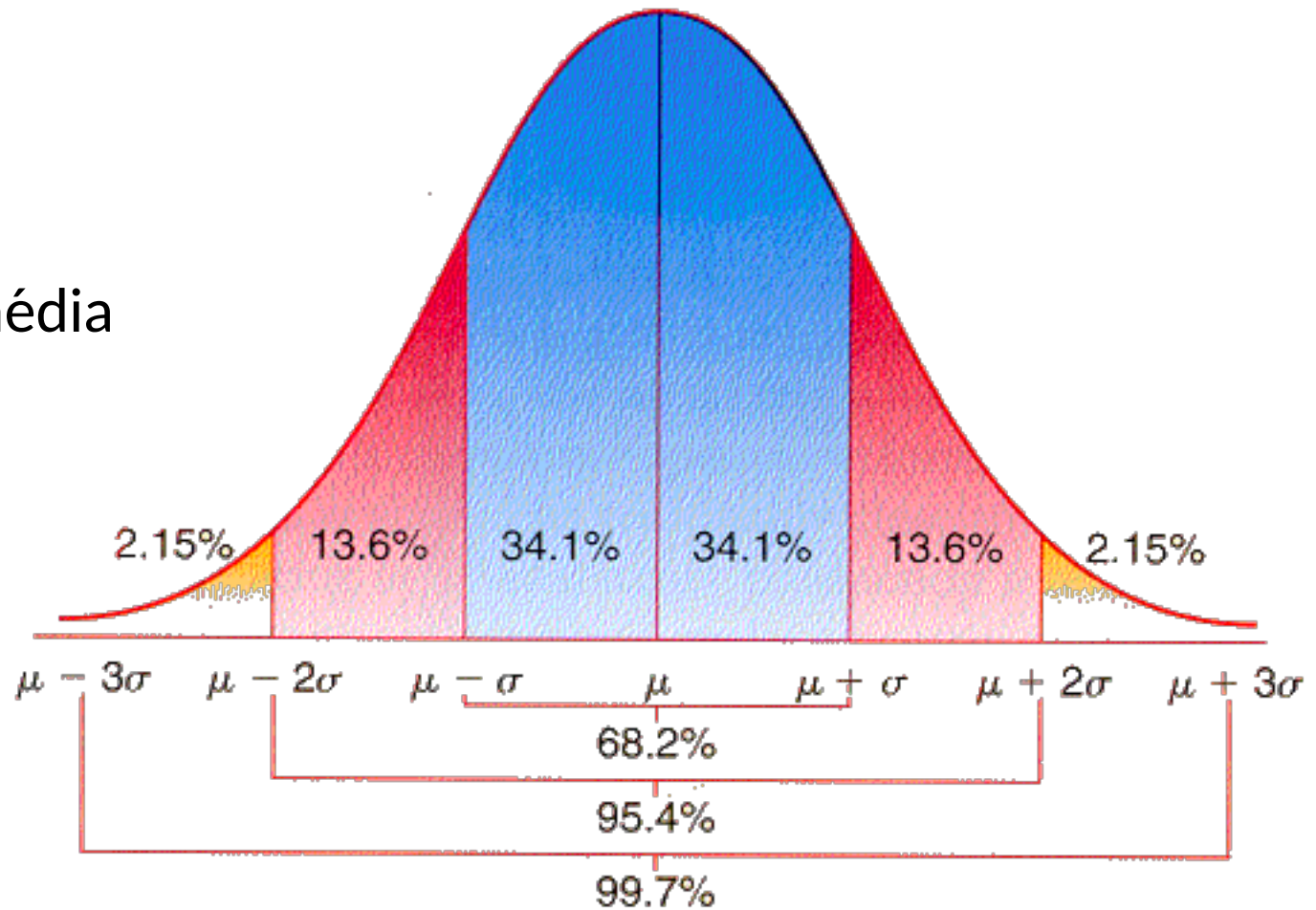
Medidas de tendência central

- Média
 - Aritmética: problema que *outliers* podem alavancar.
 - Truncada (*winsorized*)
 - Ponderada
- Mediana: menos problemas com *outliers*.
- Moda: bem indicada para variáveis categóricas.
- Tri-média: utiliza quartis.



Medidas de dispersão

- *Range*, alcance, diferença entre mínimo e máximo.
- desvios
 - variância e desvio padrão.
 - Soma dos desvios quadrados.
- Distância inter-percentis.
- **Erro padrão**: desvio padrão da média
- Regra do σ :
 - $0,67\sigma \rightarrow 50\%$
 - $1\sigma \rightarrow 68,3\%$
 - $1,96\sigma \rightarrow 95\%$
 - $2\sigma \rightarrow 95,4\%$
 - $3\sigma \rightarrow 99,7\%$



▶ Achatamento(curtose) e (As)simetria





▶ Representações bivariadas





Fim da Estatística Descritiva - Dever de casa

Exercícios do livro Agresti (2018):

- Capítulo 3: 1.1, 1.3, 1.5-1.8, 1.14, 1.16;

Preparação do terreno

- Reproduzir os exemplos no R-Studio.

Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências





Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências





Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências





Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências





Assunto

Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências





Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências





Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências

▶ Dever de casa





Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências





Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências





Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências



▶ Dever de casa



Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências





Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências

▶ Dever de casa



▶ Dever de casa



Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências

▶ Dever de casa



▶ Dever de casa



Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências

Sobre este material

Esta obra está licenciada sob a licença *Creative Commons* CC BY-NC-SA 4.0 (mais detalhes neste *link*)

Favor fazer referência a este trabalho como:

Silva, A. P. (2022), *Notas de Aulas de Estatística para Linguística*. Online:
<https://github.com/adelinocpp/estatistica-para-linguistica>

```
@Misc{Silva2022,  
  title={Notas de Aulas de Notas de Aulas de Estatística para Linguística},  
  author={Adelino Pinheiro Silva},  
  howPublished={\url{https://github.com/adelinocpp/estatistica-para-linguistica}},  
  year={2022},  
  note={Version 1.0; Creative Commons BY-NC-SA 4.0.},  
}
```

Sumário

Introdução

Estatística Descritiva

Probabilidades

Estimação de Parâmetros

Teste de Significância

Comparação de dois grupos

Associação de Variáveis Categóricas

Regressão Linear e Correlação

Relação Multivariável

Regressão Múltipla e Correlação

Análise de Variância - ANOVA

Preditores Quantitativos e Categóricos

Modelos com Regressão Múltipla

Regressão Logística

Introdução a métodos aprofundados

Encerramento

Referências

Referências I

Agresti, A. (2018). *Statistical methods for the social sciences*. Number 300.72 A3. Pearson.

