



Estatística Aplicada à Educação Física

Prof. Paulo Sergio Chagas Gomes, Ph.D.

Setembro 2023.2



Informações Importantes

Regras básicas

- a. Site da disciplina
- b. Aba da disciplina
- c. E-mail - LabCineatropo@gmail.com
- d. Infos via AVA
- e. Presença e pontualidade
- f. Honestidade acadêmica
- g. Monitores

Histórico do último ano

- a. Estatísticas de aprovação
- b. Honestidade acadêmica



Desempenho dos(as) Alunos(as) Cineantropometria 1

	P1 T	P_1 P	P1 Méd	P2	Média Provas	P Final	Média Final
Méd	2.5	3.9	3.0	3.3	3.1	5.7	2.4
D P	2.0	3.6	2.4	3.2	2.6	3.3	2.8
Máxi	6.3	9.5	7.3	9.8	7.8	8.2	7.8
Mín	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0

Alunos = 29; Abandonaram = 8 (P1); 7 (P2) (51,7%)

Alunos = 14; Direto = 3; Final = 5 (1 rep)

Alunos Aprovados = 7 (24%)



Desempenho dos(as) Alunos(as) Cineantropometria 1

	PR1	PR22	Méd	P. Final	FINAL
Méd	5.9	2.6	4.2	5.1	4.2
D P	2.0	2.3	2.5	5.1	4.7
Máxi	9.3	6.0	7.1	6.9	7.1
Mín	1.3	0.0	0.0	2.6	0.6

Alunos = 31;

Direto = 2; Final = 10

Alunos Aprovados = 12 (39,0%)

Calendário de Provas

Turmas	PR#1	PR#2	Final
Término das Aulas			24 de setembro
Laançamento Notas		26 de setembro a 01 de outubro	
CINE1 (3a feira)	09 de agosto	20 de setembro	27 de setembro
CINE 1 (5a feira)	11 de agosto	22 de setembro	29 de setembro
Cine 2 (5a feira)	11 de agosto	22 de setembro	29 de setembro
Estat Turma 1	12 de agosto	16 de setembro	23 de setembro
Estat Turma 2	12 de agosto	16 de setembro	23 de setembro

Calendário de Provas

Turmas	PR#1	PR#2	Final
Término das Aulas			24 de setembro
Laançamento Notas		26 de setembro a 01 de outubro	
CINE1 (3a feira)	09 de agosto	20 de setembro	27 de setembro
CINE 1 (5a feira)	11 de agosto	22 de setembro	29 de setembro
Cine 2 (5a feira)	11 de agosto	22 de setembro	29 de setembro
Estat Turma 1	12 de agosto	16 de setembro	23 de setembro
Estat Turma 2	12 de agosto	16 de setembro	23 de setembro

Programas de Bacharelado e Licenciatura em Educação Física

IEFD/UERJ
Rio de Janeiro

2022

Estatística

Noções Básicas I

Objetivos Gerais

- Instrumentalizar para:
 - Entender os pressupostos conceituais das análises estatísticas mais comuns na área de ciências da atividade física
 - Facilitar o entendimento de trabalhos de pesquisa
 - Elaboração de estratégias de análise
 - Resolução de problemas típicos de pesquisa
 - Construir um conjunto de experiência teórico-práticas com vistas a facilitar o processo de decisão na testagem de hipóteses

Temas da Aula

1. Definir Estatística
2. Descrever os Usos da Estatística
3. Distinguir Estatística Descritiva & Inferencial
4. Definir População, Amostra, Parâmetro & Estatística

Temas da Aula

5. Medida

6. Dado

7. Estatística

8. Avaliação

9. Qualidades de um Dado

- Validade
- Confiabilidade

Temas da Aula

10. Variáveis
11. Constantes
12. Características da Curva Normal
13. Outros Tipos de Curvas
14. Escalas de Mensuração
15. Organização dos Dados

Temas da Aula

16. Tabelas e Gráficos

17. Transformação dos Dados

18. Medidas de Tendência Central

19. Medidas de Dispersão

O Que é Estatística?

1. Coleta de Dados
Ex.: levantamento

2. Apresentação
Ex.: Gráficos
e Tabelas

3. Caracterização
Ex.: Média

Análise
dos Dados



Por
que ?



Tomada de
Decisão



Métodos Estatísticos

```
graph TD; A[Métodos Estatísticos] --- B[Estatística Descritiva]; A --- C[Estatística Inferencial]
```

Estatística
Descritiva

Estatística
Inferencial

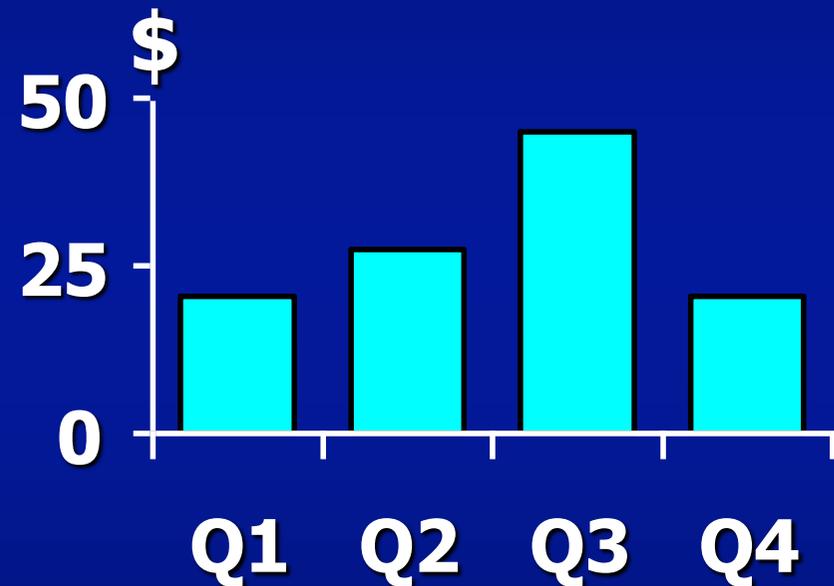
Estatística Descritiva

1. Dados

- Coleta
- Apresentação
- Caracterização

2. Objetivo

- Descrição dos Dados



$$\bar{X} = 30.5 \quad S^2 = 113$$

Estatística Inferencial

1. Envolve

- Estimativa
- Teste de Hipótese

População?

2. Objetivo

- Tomar decisões acerca de características da população



Termos Básicos

1. População (Universo)
Todos os itens de interesse
2. Amostra
Parte da População
3. Parâmetro
Medida Resumida Sobre a População
4. Estatística
Medida Resumida Sobre a Amostra

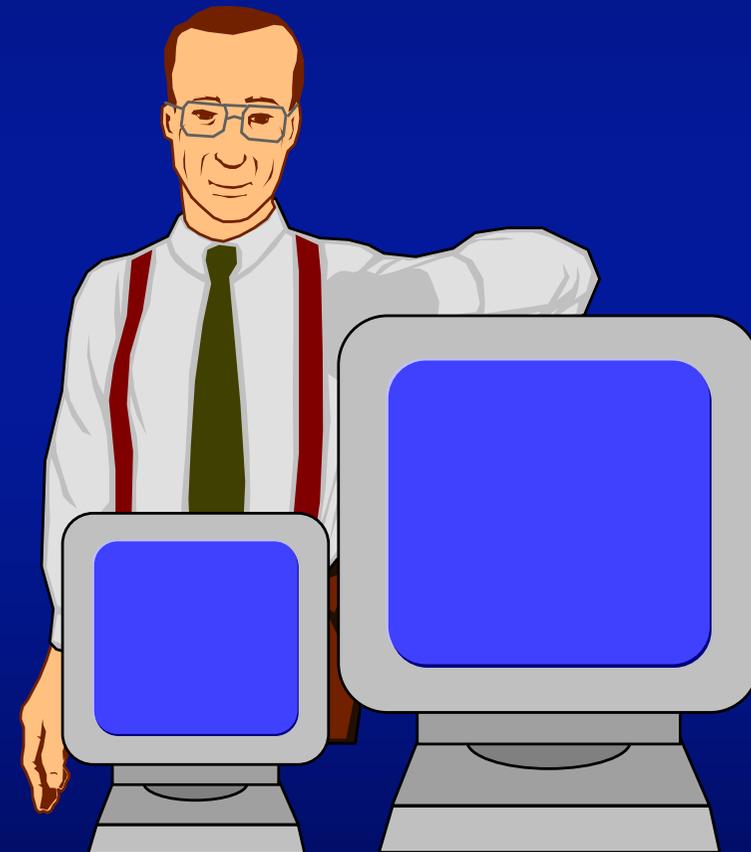
Pacotes Estatísticos

1. Softwares Típicos

- SAS; SPSS
- Statistica; Systat
- Sigmaplot; MINITAB
- Excel

2. Necessita Compreensão Estatística

- Pressupostos
- Limitações



Medidas e Avaliação

- Medida
- Dado
- Estatística
- Avaliação

Medida

- Definição
 - processo de comparação de um valor a um padrão
 - Ex.: comparação do nosso peso (a força da gravidade sobre o nosso corpo) ao padrão em quilos, quando subimos na balança
 - Estatura com um padrão em centímetros
 - Um salto com um padrão em centímetros

Dado

- Definição
 - resultado da medida
 - Ex.: medida de um salto em centímetros
 - O aluno saltou 120 cm

Estatística

- Definição
 - técnica matemática utilizada para organizar, tratar e apresentar os dados para interpretação e avaliação
 - Estatura Média = 175,5 cm
 - Salto Médio = 108,0 cm

Avaliação

- Definição
 - processo filosófico de determinação do valor dos dados
 - Ex.: a média dos alunos foi muito baixa
 - Ex.: o aluno saltou muito longe

Qualidades p/ Aceitação de um Dado

- Para ser aceito um dado precisa ser válido, confiável e objetivo

Validade

- Definição

- Lógica ou pertinência de um teste medir o que se propõe a medir
- Determinada pela análise lógica do processo de medição ou pela comparação com outro teste já validado

Confiabilidade Intra-avaliador

- Definição
 - Medida da consistência dos dados
 - Geralmente obtida através do método de teste-reteste, onde a 1ª medida é comparada à 2ª ou 3ª, nos mesmos sujeitos e sob as mesmas condições
 - Mesmo avaliador

Confiabilidade Inter-avaliador

- **Definição (ou Objetividade)**
 - Os dados são obtidos sem viés do investigador
 - Determinada por comparação dos dados obtidos por um investigador com aqueles obtidos por um especialista (padrão ouro)
 - Avaliadores diferentes

Pode Um Instrumento Ser

Válido Mas Não Confiável?

Confiável Mas Não Válido?

Estabilidade da Medida

- Definição

- É a variabilidade da medida entre dias

Atkinson, G. & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sport Med* 216(4):217-238.

Consistência Interna da Medida

- Definição

- É a variabilidade da medida no mesmo dia

Atkinson, G. & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sport Med* 216(4):217-238.

Estabilidade Flexibilidade

- Avaliador 1
 - CCI = 0,945
- Avaliador 2
 - CCI = 0,958



Obs.: medidas feitas em dois dias diferentes pelos mesmos avaliadores

Abdução do Quadril. Rubini (2004). Dissertação de Mestrado (dados não publicados).

Confiabilidade Inter-avaliador Flexibilidade

- Primeiro Dia
 - CCI = 0,944
- Segundo Dia
 - CCI = 0,923

Obs.: medidas feitas por avaliadores diferentes em dias diferentes



Abdução do Quadril. Rubini (2004). Dissertação de Mestrado (dados não publicados).

Consistência Interna Flexibilidade

- Avaliador 1
 - Primeiro Dia CCI = 0,963
 - Segundo Dia CCI = 0,974
- Avaliador 2
 - Primeiro Dia CCI = 0,961
 - Segundo Dia CCI = 0,980

Obs.: a variabilidade da medida no mesmo dia

Abdução do Quadril. Rubini (2004). Dissertação de Mestrado (dados não publicados).

Referências Específicas

- Atkinson, G. & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sport Med* 216(4):217-238.
- Denegar, C.R. & Ball, D.W. (1993). Assessing reliability and precision of measurement: an introduction to intraclass correlation and standard error of measurement. *J Sports Rehab* 2:35-42.
- Hopkins, W.G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med* 30(1):1-15.

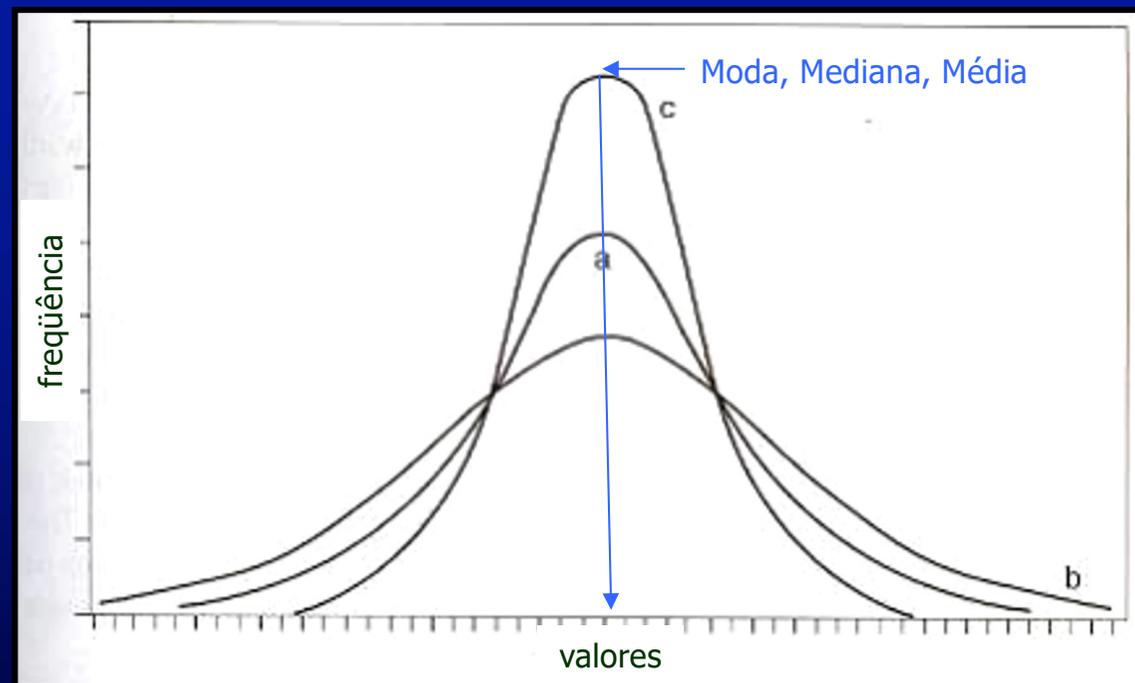
Variáveis e Constantes

- **Variável**
 - característica de uma pessoa ou coisa que pode assumir mais de um valor
 - **Constante**
 - característica que pode assumir somente um valor
- 
- **Contínua**
 - pode assumir qualquer valor
 - ex.: tempo
 - **Discreta**
 - limitada a certos valores, geralmente números inteiros
 - ex.: pessoas

Curva Normal Gaussiana ou em Forma de Sino

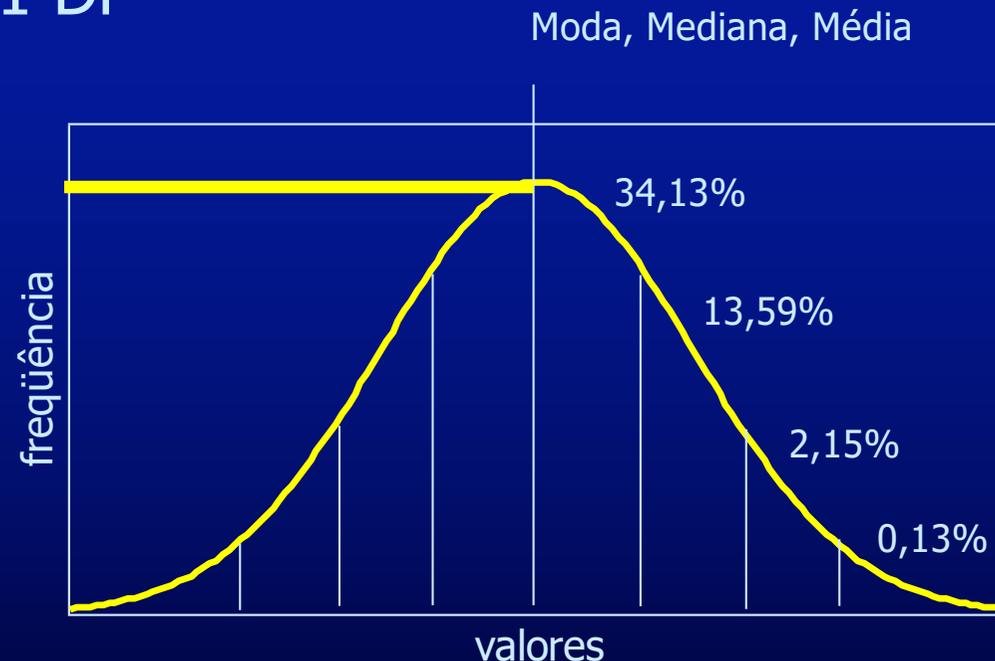
- distribuição simétrica em torno do centro da curva
- moda, mediana e média coincidem no centro da curva
- a freqüência dos valores diminui de forma previsível conforme os valores se afastam do centro da curva

- a) Mesocúrtica – forma de sino
- b) Platicúrtica – achatada
- c) Leptocúrtica – pontiaguda



Características da Curva Normal

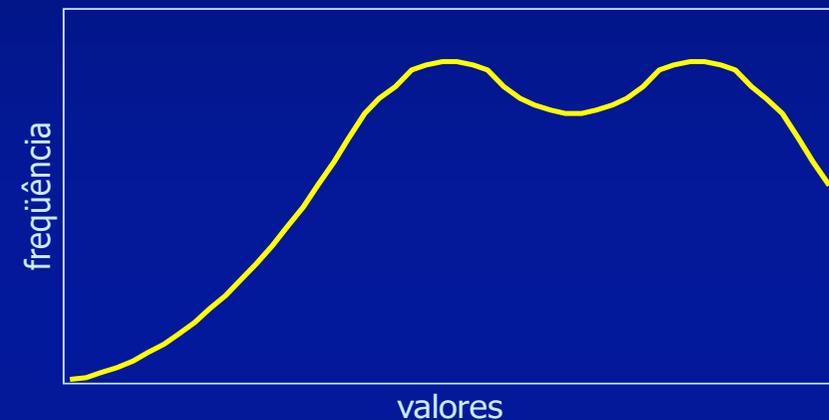
- moda, mediana e média coincidem
- o percentual da área sob a curva entre a média e qualquer DP é conhecido e constante
- 34,13% dos dados estão entre a média e um desvio padrão (para a esquerda ou para a direita)
- i.e. 68,26% da população (aproximadamente 2/3) está entre ± 1 DP



Outras Curvas

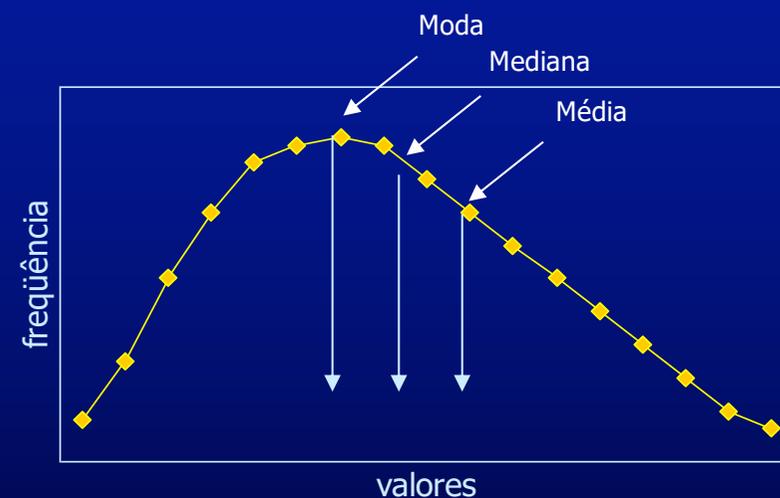
- **Curva Bimodal**

- os dados apresentam duas modas
- não é uma curva normal



- **Curva Assintótica**

- os dados não são simetricamente distribuídos em torno da média
- deslocamento positivo ou negativo



Outras Curvas

- Retangulares
 - mesma frequência para os valores no centro
- Forma de "U"
 - frequência alta de valores nos extremos e baixa no centro
- Forma de "J"
 - frequência alta num extremo, rapidamente reduzida e quase zero no outro extremo



Classificação dos Dados

Escalas de Medidas

- Não paramétricas
 - Não atendem à premissa de normalidade
 - Nominal
 - Ordinal
- Paramétricas
 - Atendem à premissa da normalidade
 - Intervalar
 - Razão

Escala Nominal (não paramétrica)

- Agrupa os sujeitos em categorias mutuamente exclusivas
- Não há diferenciação qualitativa entre as categorias, os sujeitos são simplesmente classificados em categorias e contado
- **ex.:**
católico/protestante/judeu/muçulmano,
homem/mulher, sim/não

Escala Ordinal (não paramétrica)

- Dá uma ordem quantitativa aos dados, mas não indica o quanto um valor é melhor que o outro
- **ex.:** ranque do tênis

Escala Intervalar (paramétrica)

- Tem unidades (ou intervalos) iguais, mas não há um zero absoluto
- ex.: graus Celcius

Escala de Razão (paramétrica)

- Tem ordem, unidades iguais e o zero significa a ausência de valor
- **ex.:** maioria das variáveis em cinesiologia: VO_2 , %gordura, distância percorrida, duração

Organização dos Dados

Ranke (n pequeno)

Frequência Simples (n pequeno)

Grupos de Frequência (n grande)

Ordenado por Ranque

X
18
17
16
15
14
13
12
12
10
9
9
8
8
5
2

- lista ordenada dos dados
- **para pequeno número de dados (≤ 20)**
- rápida visualização da dispersão dos dados
- identificação dos limites inferior e superior
- determinação da amplitude dos dados

x = repetições no teste de puxada na barra
n = 15

limite superior = 18

limite inferior = 2

amplitude = $18 - 2 = 16$

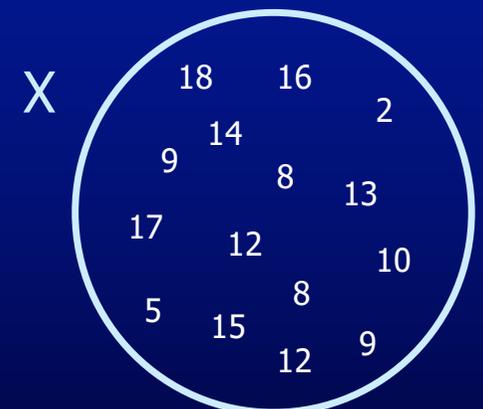


Tabela de Frequência Simples

X	Y
20	2
19	0
18	3
17	6
16	8
15	10
14	17
13	21
12	25
11	24
10	26
9	19
8	16
7	12
6	10
5	4
4	3
3	2
2	1
1	2
0	1

- lista ordenada dos valores com frequência de ocorrências em cada valor
- **para número grande de dados (>20)**
- para amplitude pequena de valores (≤ 20)

x = repetições no teste de puxada na barra

n = 212

limite superior = 20

limite inferior = 0

amplitude = 20

Tabela de Grupos de Freqüência

X	f
580-599	3
560-579	9
540-559	13
520-539	15
500-519	17
480-499	21
460-479	19
440-459	25
420-439	23
400-419	18
380-399	15
360-379	12
340-359	9
320-339	5
300-319	2

- lista ordenada dos valores agrupados com freqüência de ocorrências em cada grupo
- **para n. grande de dados (>20) e amplitude grande de valores (>20)**
- determinação arbitrária do n. de grupos
- determinação do tamanho de cada grupo (amplitude/no. de grupos)
- determinação dos limites de cada grupo
- perda de alguma informação

Tabela de Grupos de Frequência

X	f
580-599	3
560-579	9
540-559	13
520-539	15
500-519	17
480-499	21
460-479	19
440-459	25
420-439	23
400-419	18
380-399	15
360-379	12
340-359	9
320-339	5
300-319	2

x = tempo na prova de corrida de 1 milha

$n = 206$

limite superior = 599

limite inferior = 300

amplitude = 299

Apresentação dos Dados

- **Tabela**
 - organização e determinação dos limites dos dados
- **Gráfico**
 - permite observações não facilmente detectadas nas tabelas
 - comparação de conjuntos dados
 - visualização de tendências

Histograma

- construído de uma distribuição por grupos de frequência ou de frequência simples

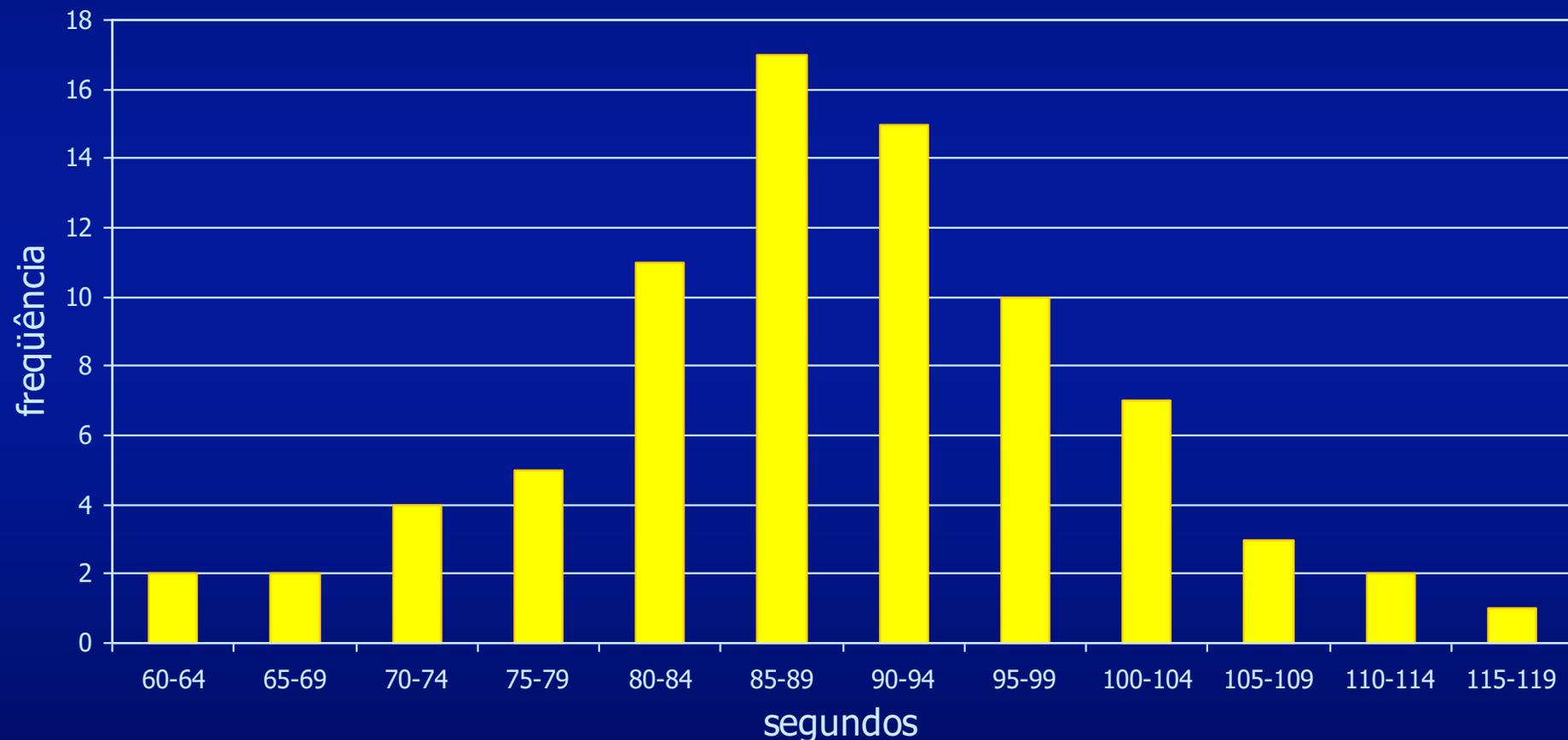
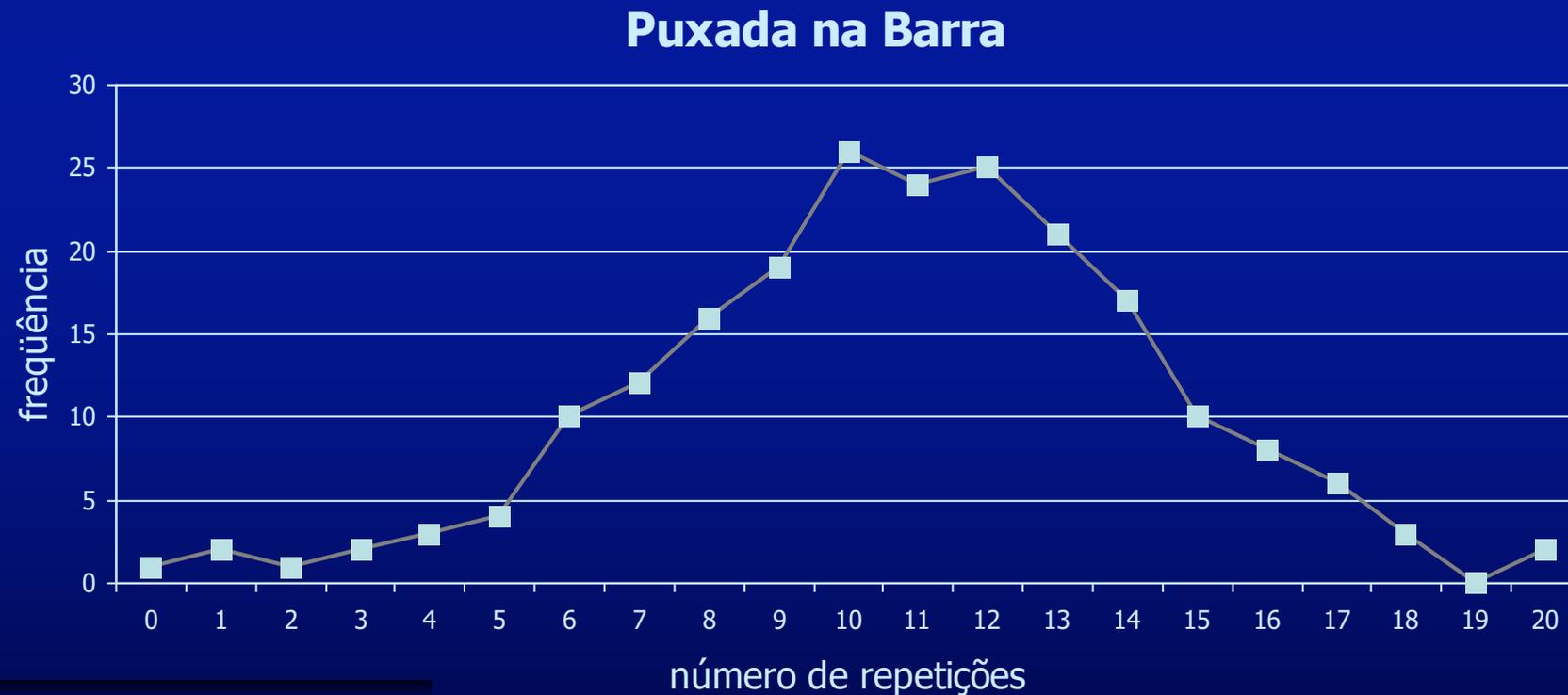


Figura 3 – Distribuição dos tempos obtidos por nadadores na prova de 100 metros livres

Polígono de Freqüência

- gráfico de linha construído a partir de uma distribuição de freqüência simples



Frequência Acumulada

- gráfico de linha onde as freqüências são acumuladas para todos os sujeitos com um determinado valor e valores abaixo deste

X	f	f _{acum.}
34-36	2	130
31-33	4	128
28-30	5	124
25-27	7	119
22-24	9	112
19-21	15	103
16-18	19	88
13-15	20	69
10-12	18	49
7-9	15	31
4-6	10	16
1-3	6	6

Mergulhos na Barra Paralela

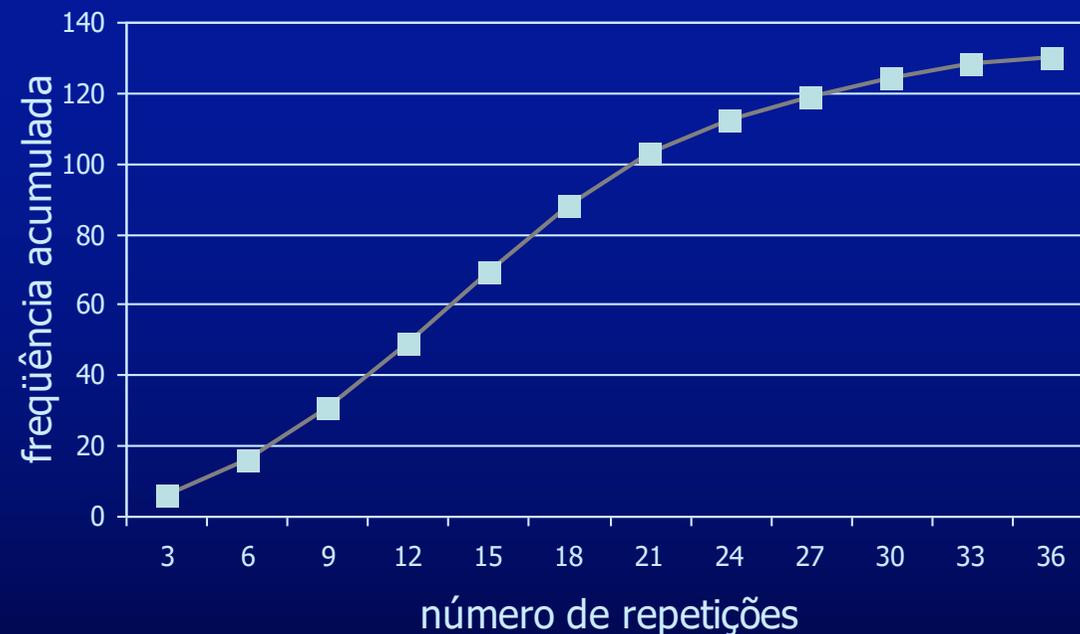


Tabela de Contingência

Tabela 1 – Preferência esportiva de acordo com o sexo da criança

	Voleibol	Futebol	Outros
Meninos (%)	21	56	23
Meninas (%)	50	24	26

Distribuição de freqüências em linhas e colunas

Gráfico de Setores (Pizza)

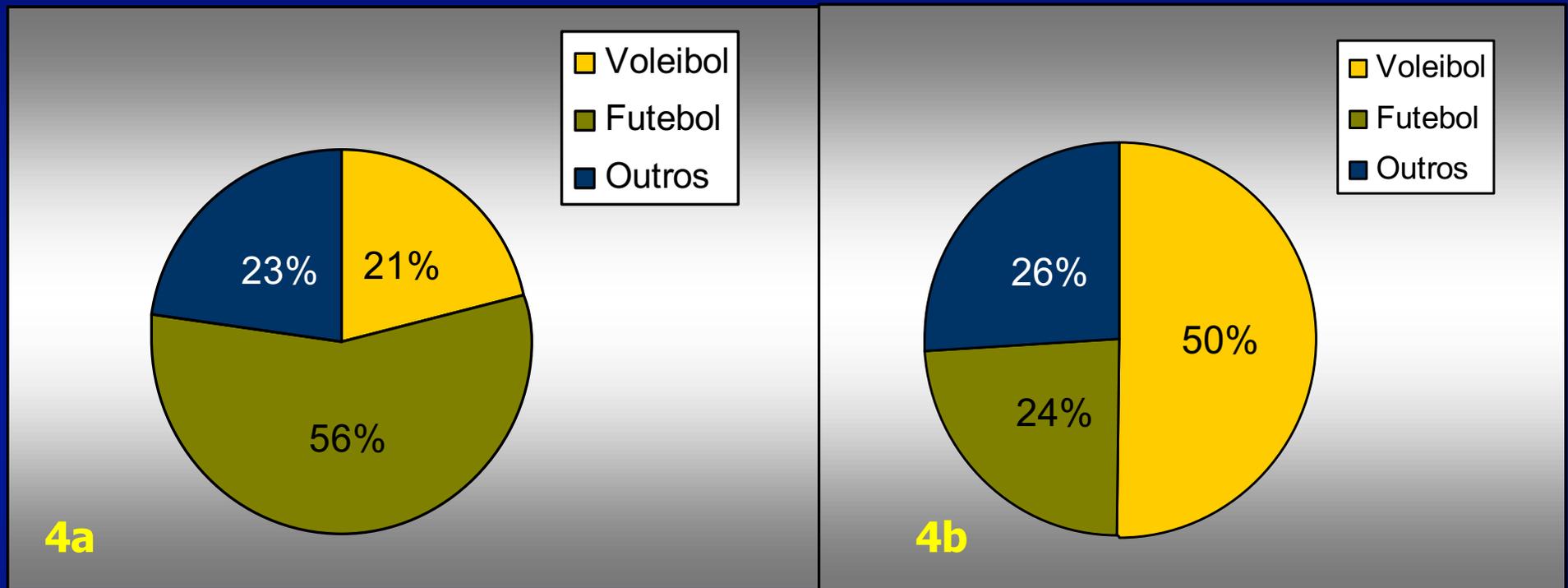


Figura 4 – Preferência por modalidade esportivas nos gêneros masculino e feminino. 4a = meninos e 4b = meninas

Tabela

Tabela 3 – Valores de 1RM e número de repetições a diferentes percentuais de 1RM para homens destreinados

	40%1RM	60%1RM	80%1RM	1RM
Exercício	Reps	Reps	Reps	kg
leg press	80,1	33,9	15,2	137,9
puxada	41,5	19,7	9,8	59,9
supino	34,9	19,7	9,8	63,9
extensão joelho	23,4	15,4	9,3	54,9
abdominal	21,1	15,0	8,3	40,9
flexão cotovelo	24,3	15,3	7,6	33,2
flexão joelho	18,6	11,2	6,3	33,0

Gráfico de Barras

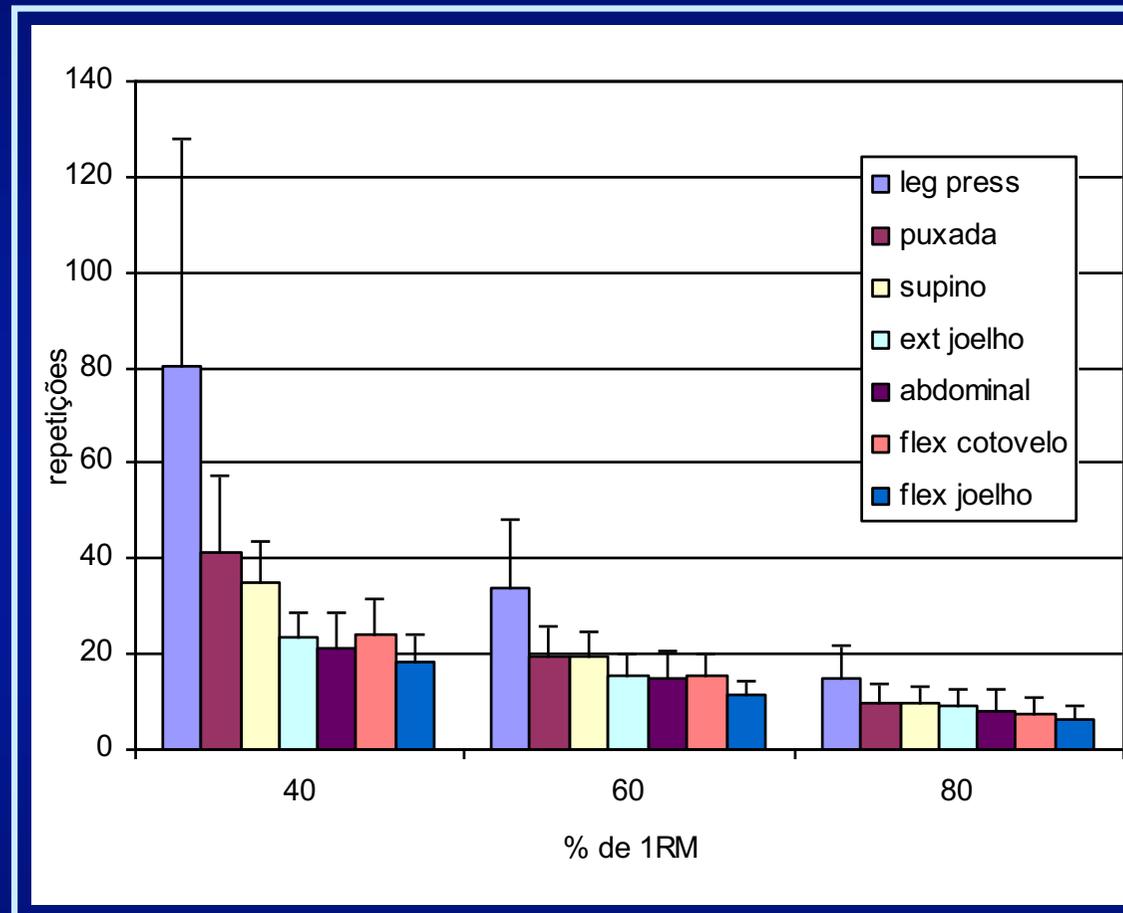


Figura 1 – Valores de 1RM (kg) e número de repetições a diferentes percentuais de 1RM para homens destreinados, para diferentes exercícios

Tabela

Tabela 33 – Ganhos em 8-10RM com o treinamento em velocidade lenta e rápida, quando testada de forma lenta e rápida.

Variável	Grupo Lento (n=8)				Grupo Rápido (n=6)				
	Pré		Pós*		Pré		Pós*		
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
8-10RM a 25°/s (kg)	agacham	76,0	32,2	99,3	33,0	68,9	14,0	90,1	21,0
	supino	36,1	15,0	41,1	16,6	27,6	11,4	32,6	12,5
8-10RM a 100°/s (kg)	agacham	85,6	33,7	106,3	33,4	85,4	22,9	104,2	25,2
	supino	41,9	18,6	47,7	20,2	31,1	14,6	37,0	15,2

*Valores pós sig. diferentes de pré para $p < 0,05$

Gráfico de Linha

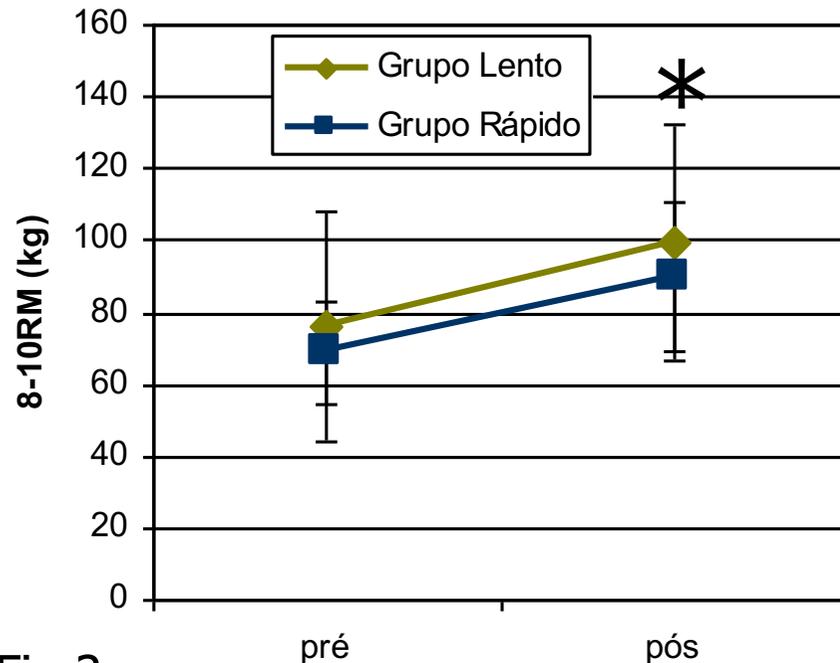


Fig 2a

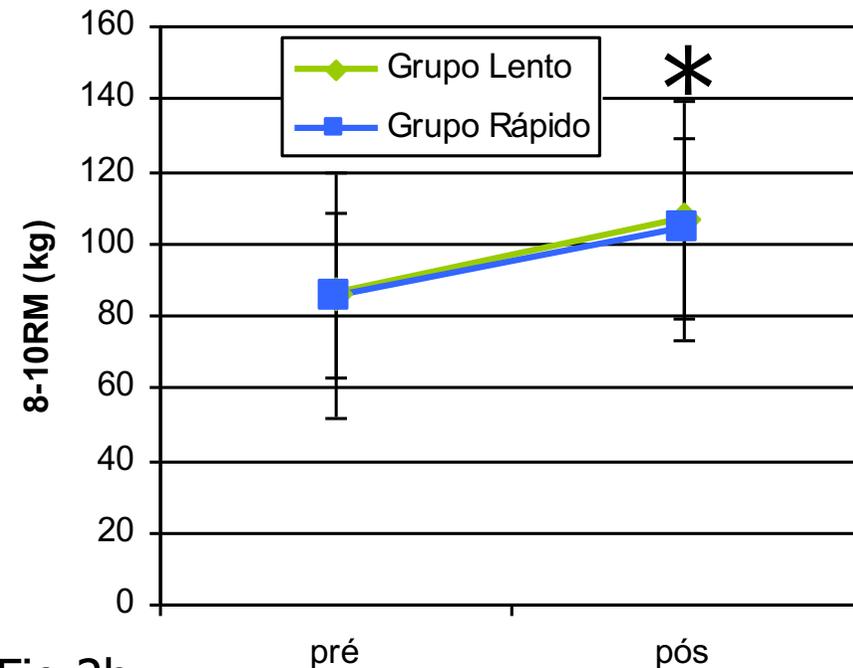


Fig 2b

*Valores pós sig. diferentes de pré para $p < 0,05$

Figura 2 – Efeitos do treinamento em velocidade lenta e rápida na carga para 8-10 RMs no exercício de agachamento, quando testado de forma lenta ou rápida. Fig 2a medido a $25^\circ/s$; Fig 2b medido a $100^\circ/s$

Transformação de Dados

Percentil

Decil

Quartil

Percentil

- **Conceito**
 - transforma os dados em escala de 100 pontos
- **Base de comparação**
- **Definição**
 - ponto ou posição em uma escala contínua de 100 divisões de tal forma que uma fração da população de dados brutos esteja neste ponto ou abaixo dele



Decil e Quartil

- **Decil**
 - transforma os dados em escala de 10 pontos
 - menor precisão que o percentil
- **Quartil**
 - transforma os dados em escala de 4 pontos
 - menor precisão que o percentil e o decil

Quartil	Percentil
Q4	100%
Q3	75%
Q2	50%
Q1	25%

Decil	Percentil
D10	100%
D9	90%
D8	80%
D7	70%
D6	60%
D5	50%
D4	40%
D3	30%
D2	20%
D1	10%

Classificação do percentual de gordura por sexo e faixa etária

Percentil	Faixa Etária					
	20 a 24		25 a 29		30 a 34	
	M	H	M	H	M	H
5	31,3	22,1	32,7	26,4	34,7	27,7
10	29,2	20,5	30,7	24,2	31,5	23,8
15	27,9	19,2	29,5	21,7	29,9	22,7
20	26,8	18,2	28,2	20,5	28,4	21,5
25	26,1	17,2	27,0	19,7	27,5	20,3
30	25,3	16,0	26,2	18,4	26,6	18,8
35	24,7	15,5	25,5	17,4	25,9	18,0
40	23,9	15,1	24,8	16,6	25,2	17,5
45	23,3	14,0	24,3	15,8	24,6	16,6
50	22,4	13,1	23,4	15,1	24,2	16,1
55	21,8	11,8	22,4	14,2	23,6	15,4
60	21,2	11,1	21,8	13,4	22,9	14,6
65	20,5	10,3	21,2	12,7	21,9	14,1
70	19,9	9,5	20,6	11,9	21,3	13,1
75	19,3	8,7	20,0	11,0	20,6	12,3
80	18,4	7,8	19,3	10,2	19,9	11,6
85	17,5	6,9	18,4	9,0	19,0	10,5
90	16,6	6,3	17,4	8,0	17,9	9,5

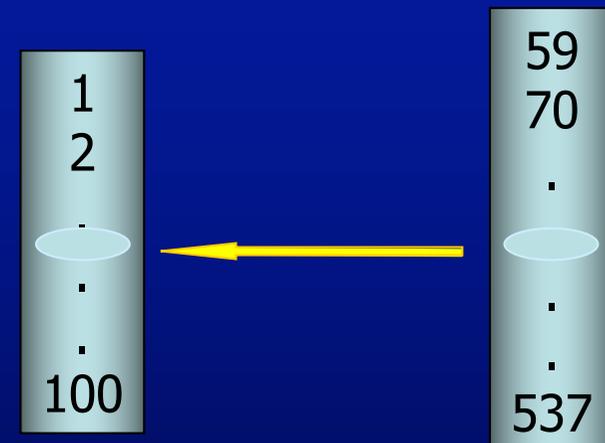
Fonte: Maciel, Santos e Gomes. (1994). Simpósio Internacional de Ciências do Esporte/CELAFISCS

Cálculo do Percentil

- ordenar os dados (do “pior” ao “melhor”)
- verificar o número da posição do dado desejado na lista
- dividir esse número pelo número total de dados
- multiplicar por 100
- **Regra de 3**

posição \longrightarrow número total
 x \longrightarrow 100

$x \cdot \text{número total} = 100 \cdot \text{posição}$
 $x = 100 \cdot \text{posição} / \text{número total}$



Como uma pessoa que levanta 29 kg no supino está em relação aos seus pares?

supino (kg)	supino (kg)
30	25
31	28
32	29
28	30
49	31
29	32
37	37
45	37
40	40
25	41
41	45
37	49



$x = 100 \cdot \text{posição/número total}$

posição = 3
número total = 12

$x = 100 \cdot 3/12$

$x = 25$

Escalas de Posição

Determinação da Tabela

- Ordenar os dados
- Determinar a posição divisória

$$Q_i = i * n / 4$$

$$D_i = i * n / 10$$

$$P_i = i * n / 100$$

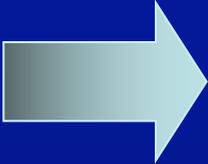
Onde:

i é o número da divisória

n é o número de dados

Exemplo para Quartil

1º passo: ordenar os dados

supino (kg)	gordura (%)		supino (kg)	gordura (%)
30	28		25	28
31	10		28	24
32	14		29	22
28	16		30	21
49	22		31	20
29	24		32	19
37	15		37	18
45	17		37	17
40	20		40	16
25	21		41	15
41	18		45	14
37	19		49	10

Exemplo para Quartil

2° passo: determinar posição divisória

$$Q_i = i * n / 4$$

$$n = 12$$

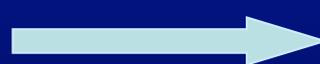
$$Q_1 = 1 * 12 / 4 = 3$$



$$Q_2 = 2 * 12 / 4 = 6$$



$$Q_3 = 3 * 12 / 4 = 9$$



$$Q_4 = 4 * 12 / 4 = 12$$



	supino (kg)	gordura (%)
1	25	28
2	28	24
3	29	22
4	30	21
5	31	20
6	32	19
7	37	18
8	37	17
9	40	16
10	41	15
11	45	14
12	49	10

Análise Descritiva

- Medidas de tendência central
 - Moda
 - Mediana
 - Média
- Medidas de dispersão
 - Amplitude
 - Variância
 - Desvio padrão

Tendência Central

Moda

- valor que ocorre com maior frequência
- determinada por inspeção
- desvantagens
 - instável, depende da forma de agrupamento
 - terminal, não pode ser utilizada em outros cálculos
 - ignora valores extremos
- única medida de tendência central que pode ser usada em escala nominal

Tendência Central

Mediana

- **associada ao percentil 50**
 - representa o valor que está no meio da lista de dados
- **valor típico**
 - representa a maioria dos valores na lista de dados
- **ignora os valores extremos**
 - considera somente o número de dados
- **apropriada para dados na escala ordinal**
 - considera a ordem, mas não a distância relativa entre os valores

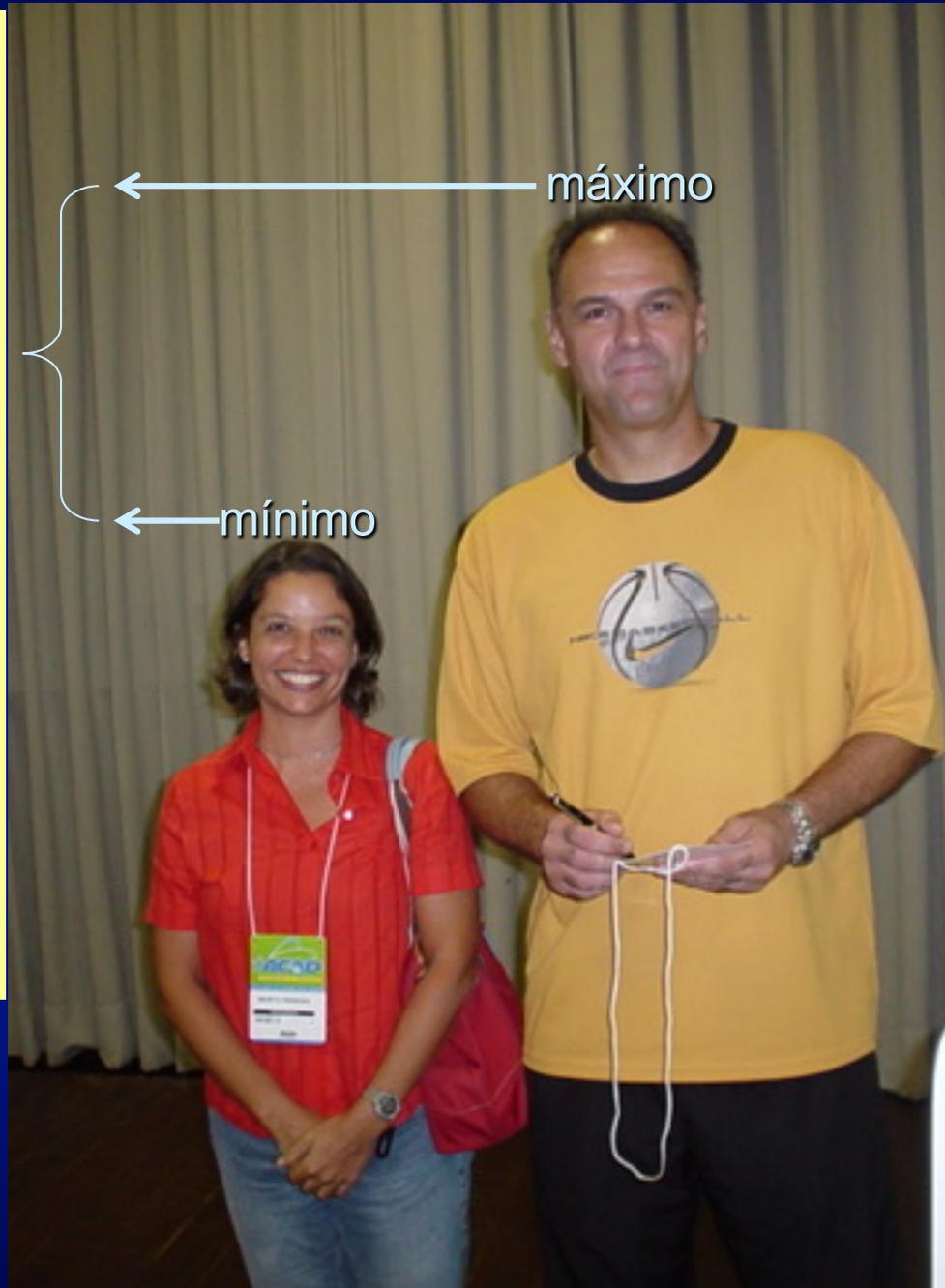
Tendência Central Média

- **média aritmética dos dados**
- considera tanto o número de dados como seus valores
- mais sensível das três medidas centrais
 - é afetada por qualquer variação em um dos dados
- é afetada por “outliers”
- **medida mais apropriada para escalas de razão e intervalar**

Dispersão

- Amplitude
 - diferença entre o valor mais alto e o mais baixo
- Variância
 - $V = S^2 = \text{soma}(d^2)/N$ ou $\text{soma}(d^2)/(N-1)$
onde $d =$ desvio (distância do valor à média)
 - a unidade da variância é o quadrado da unidade original dos dados
- Desvio Padrão
 - $S =$ raiz quadrada da variância
 - a unidade do desvio padrão está “padronizada” à unidade original dos dados

**A
M
P
L
I
T
U
D
E**



Exemplo para Medidas de Dispersão

	X	d	d^2
	27	+2	4
	26	+1	1
	25	0	0
	24	-1	1
	23	-2	4
Soma =	125	0	10

- Amplitude

$$\begin{aligned}
 &= \text{sup} - \text{inf} \\
 &= 27 - 23 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

- Variância

$$\begin{aligned}
 &= \text{soma}(d^2)/N \\
 &= 10/5 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

- Desvio Padrão

$$\begin{aligned}
 &= \text{raiz quad}(V) \\
 &= \text{raiz quad}(2) \\
 &= 1,414
 \end{aligned}$$

Exemplo para Medidas de Dispersão e Tendência Central

X	Y	Z
27	36	29
27	35	26
25	20	25
24	20	25
23	15	21

N = 5

Moda = 27

Mediana = 25

Média = 25,2

Mínimo = 23

Máximo = 27

Amplitude = 4

Variância = 2,6

Desvio padrão = 1,6

N = 5

Moda = 20

Mediana = 20

Média = 25,2

Mínimo = 15

Máximo = 36

Amplitude = 21

Variância = 74,2

Desvio padrão = 8,6

N = 5

Moda = 25

Mediana = 25

Média = 25,2

Mínimo = 21

Máximo = 29

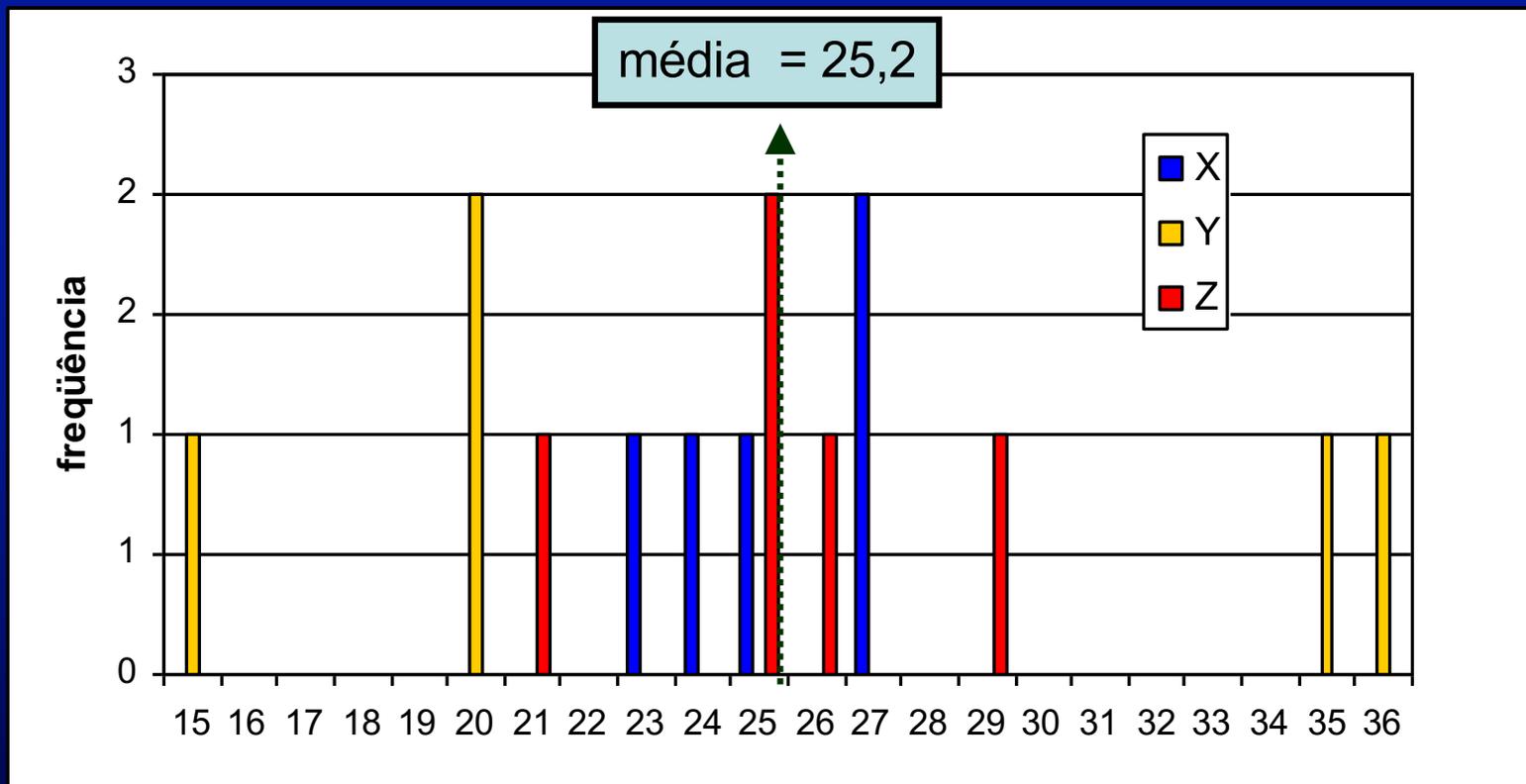
Amplitude = 8

Variância = 6,6

Desvio padrão = 2,6

Exemplo para Medidas de Dispersão e Tendência Central

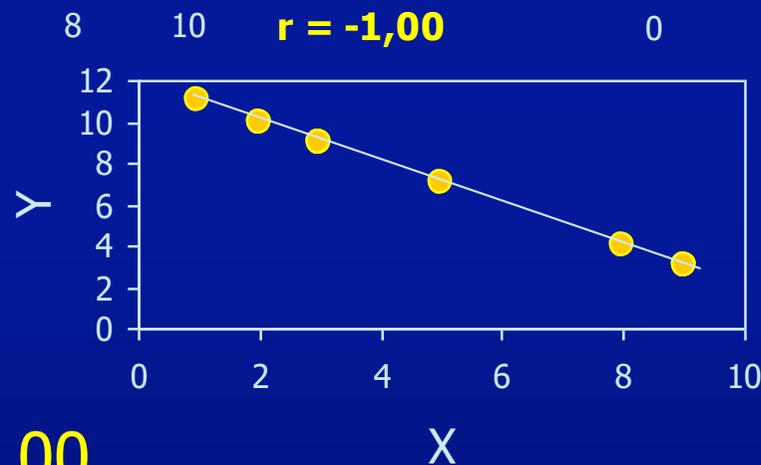
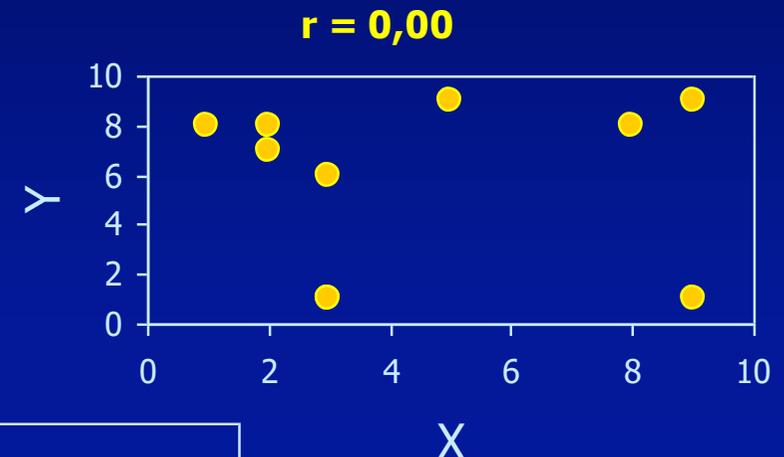
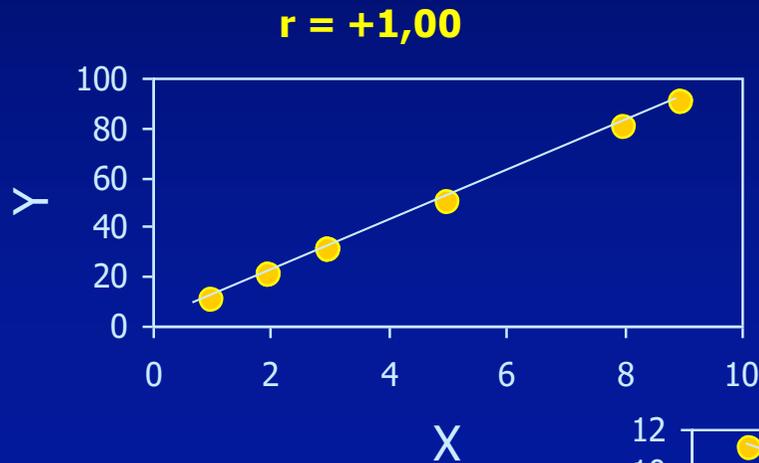
X	Y	Z
27	36	29
27	35	26
25	20	25
24	20	25
23	15	21



Correlação

- Medida de associação ou relação entre duas ou mais variáveis

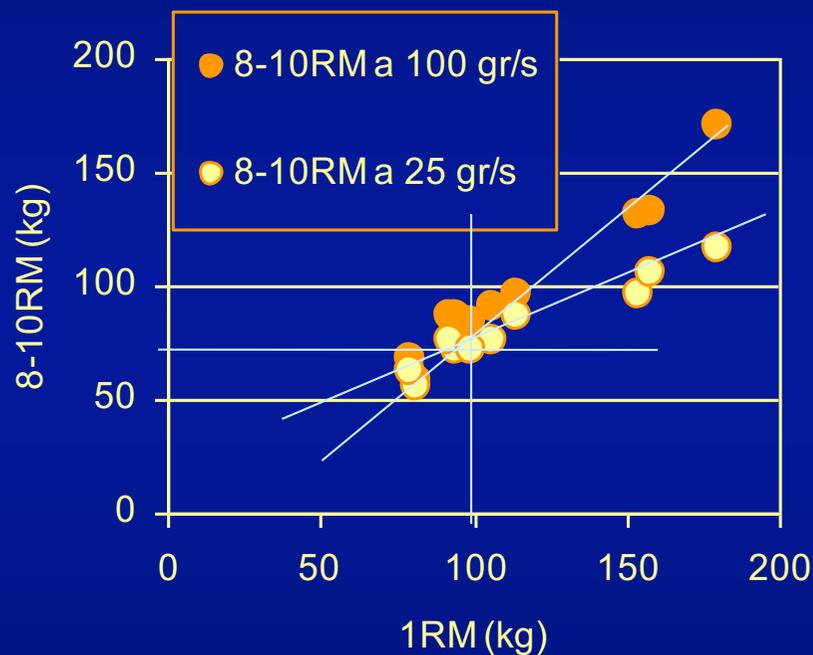
Correlação de Pearson



- $-1,00 \leq r \leq +1,00$
- correlação positiva perfeita: $r = +1,00$
- correlação negativa perfeita: $r = -1,00$
- $r = 0,00$ significa ausência de relação entre as variáveis

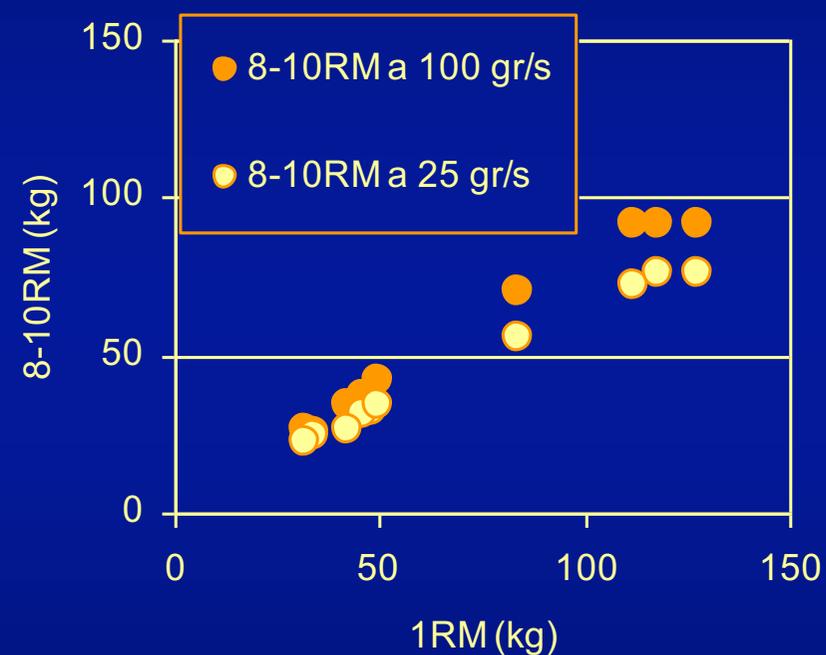
Exemplo para Correlação de Pearson

AGACHAMENTO



1RM vs. 8-10RM a 100° /s: $r = 0,982$
 1RM vs. 8-10RM a 25° /s: $r = 0,973$

SUPINO



1RM vs. 8-10RM a 100° /s: $r = 0,992$
 1RM vs. 8-10RM a 25° /s: $r = 0,996$

Fonte: Pereira (2001). Dissertação de Mestrado UGF

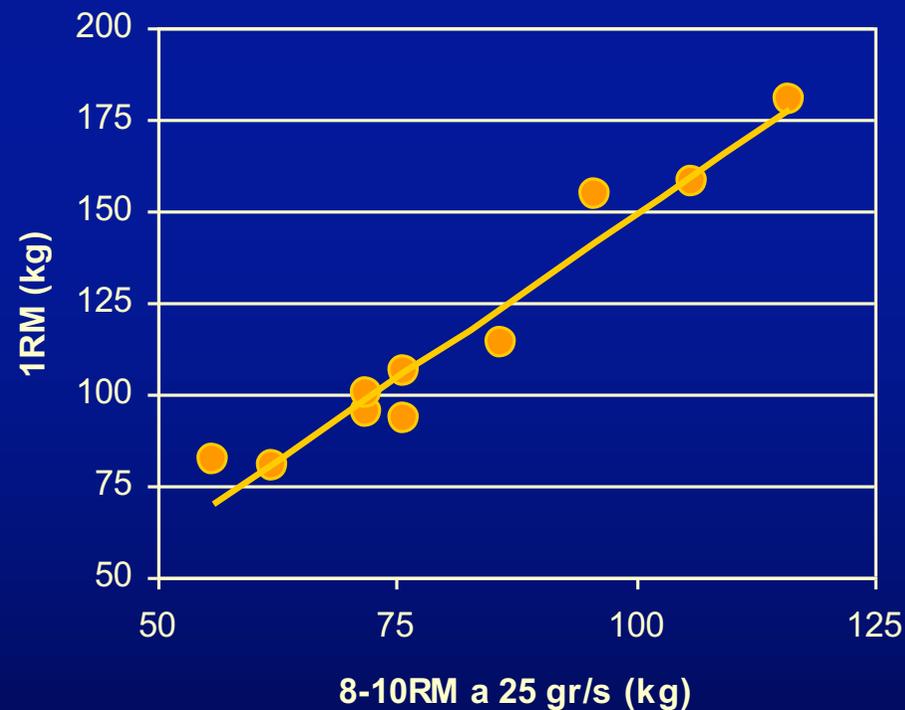
Coeficiente de Determinação

- r^2
- variância comum entre duas variáveis
- ex. $r = 0,80$
 - 64% da variabilidade em Y pode ser explicada pela variância em X
 - 36% da variância em Y não é explicada: fonte de erro quando tenta prever Y a partir de X

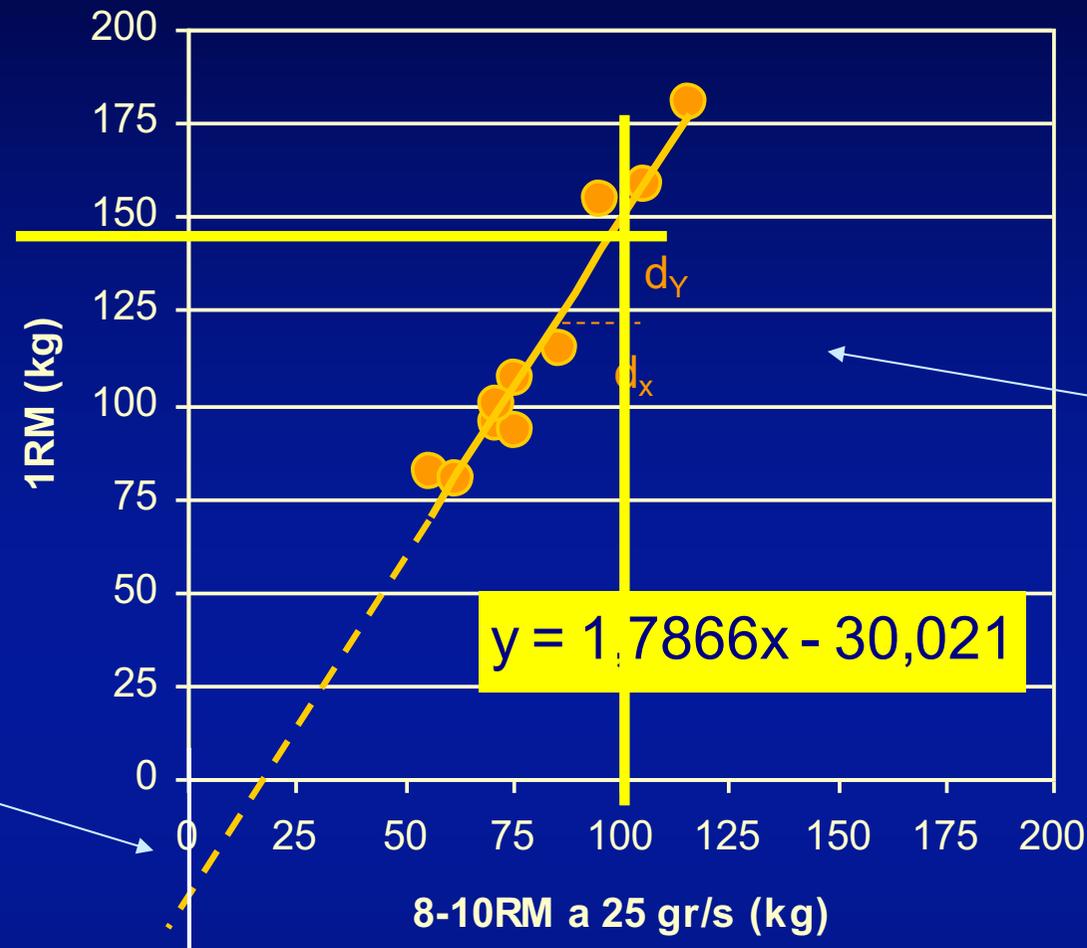


Regressão Bivariada

- predição de uma variável (Y) a partir de outra (X)
- linha com melhor ajuste para dispersão em gráfico XY



$$Y = bX + C$$



C

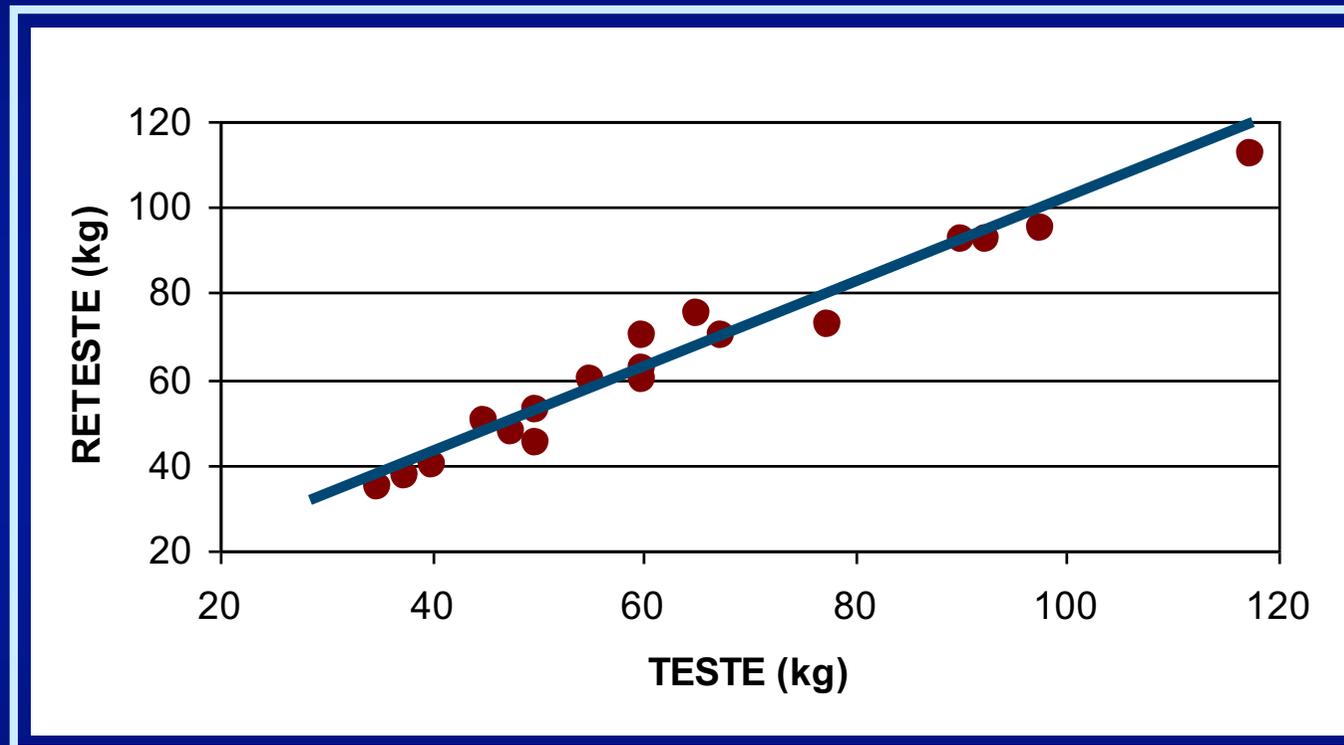
$$b = d_y / d_x$$

- **intercepto (C)**: onde a linha cruza o eixo Y
- **gradiente da linha (b)**: distância em Y / distância em X
- **resíduo**: distância vertical entre ponto e linha
- **erro padrão da estimativa**: desvio padrão dos resíduos

Correlação Intraclasse

- $0,00 \leq R \leq 1,00$
- **confiabilidade para variáveis fisiológicas:**
 - $R \geq 0,90$ – alta
 - $0,80 \leq R < 0,90$ – moderada
 - $R < 0,80$ – questionável
- **confiabilidade para variáveis comportamentais:**
 - $0,70 \leq R \leq 0,80$ – aceitável, dependendo do instrumento
- **interpretação**
 - correlação entre medidas sucessivas em um mesmo sujeito
 - habilidade de um procedimento de medida discriminar entre sujeitos

Exemplo para Correlação Intraclassa



Teste e reteste de 1RM de extensão de joelho direito (con/exc)

$$R = 0,953$$

Precisão entre Medições

- Precisão
 - variabilidade observada em medidas repetidas em um mesmo sujeito
- Erro Técnico da Medida (ETM)
 - desvio padrão de medidas repetidas obtidas independentemente em um mesmo sujeito

Erro Técnico da Medida

- **Intra-avaliador**

- medidas feitas em 2 ou mais ocasiões por um mesmo testador e nos mesmos sujeitos

- **Inter-avaliador**

- medidas feitas por testadores diferentes e em ocasiões diferentes nos mesmos sujeitos

- usado para verificar a objetividade – comparação com um especialista

Erro Técnico da Medida

- ETM absoluto

- expresso na mesma unidade da medida

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2N}}$$

- onde d = diferença entre medições

- ETM relativo

- expresso em termos percentuais

$$ETM\% = \frac{ETM}{m\acute{e}dia} \times 100$$

- onde $m\acute{e}dia$ = média de todos os valores
- facilita comparação entre variáveis e populações diferentes

Erro Técnico da Medida

- Medidas repetidas de dobra cutânea de tríceps (mm)

Sujeito	T1	T2	d	d^2
1	9,9	9,3	0,6	0,4
2	8,6	8,7	-0,1	0,0
3	11,6	10,6	1,0	1,0
4	10,3	10,5	-0,2	0,0
5	11,7	11,4	0,3	0,1
6	9,9	9,6	0,3	0,1
7	10,8	11,0	-0,2	0,0
8	9,4	9,1	0,3	0,1
9	7,6	7,4	0,2	0,0
10	8,8	8,2	0,6	0,4
Média total = 9,72		Soma d^2 = 2,12		

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2N}}$$

$$ETM = \sqrt{\frac{2,12}{20}} = 0,33mm$$

$$ETM\% = \frac{ETM}{m\acute{e}dia} \times 100$$

$$ETM\% = \frac{0,33}{9,72} \times 100 = 3,4\%$$

Comparação entre Médias de Dois Grupos de Dados

- Teste-t para amostras independentes
 - ex. FC de corredores vs. ginastas
- Teste-t para amostras dependentes ou Teste-t emparelhado
 - medidas repetidas
 - ex. FC pré e pós-treinamento aeróbio

Premissas para o Teste-t

- **População**
 - distribuição normal
- **Amostras**
 - aleatoriamente selecionadas da população
- **Variância das amostras**
 - aproximadamente iguais (homogeneidade)
 - $\text{var}(G1) \leq 2 \times \text{var}(G2)$
- **Dados**
 - paramétricos

Exemplo para Teste-t para amostras independentes



Basistas e Fisiculturistas têm a mesma força?

1 RM de SUPINO (kg)

Basistas

Fisiculturistas

189

130

155

124

140

141

186

149

153

132

148

133

167

139

172

147

188

123

148

127

Basistas vs. Fisiculturistas

Group Statistics

	1 - basi; 2 - fisi	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SUPINO	1	10	164,60	18,39	5,82
	2	10	134,50	9,17	2,90

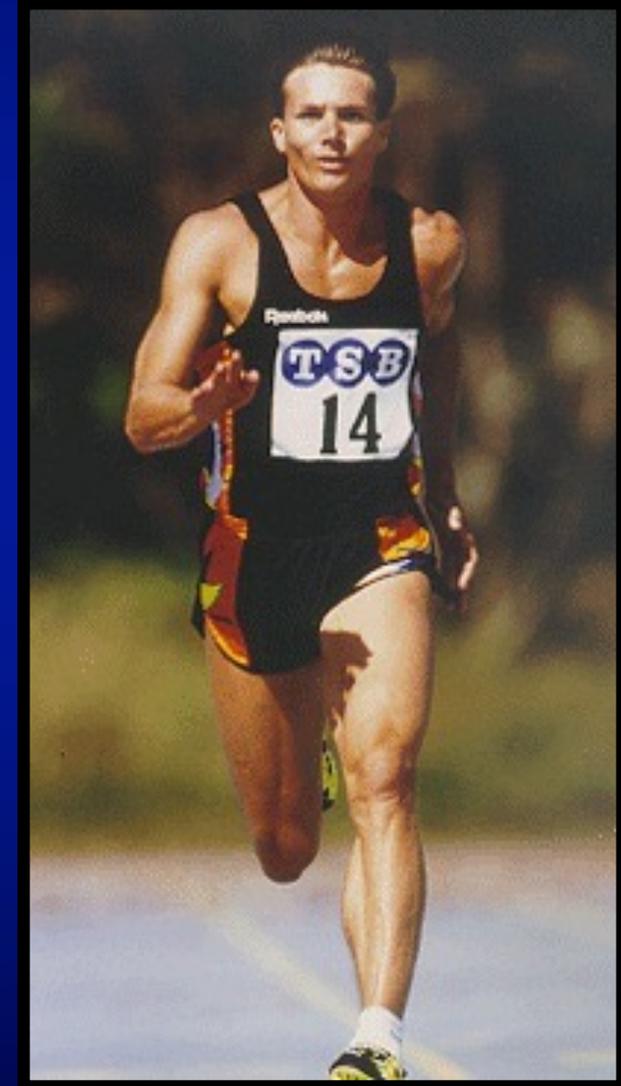
Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
SUPINO	Equal variances assumed	8,325	,010	4,632	18	,000	30,10	6,50	16,45	43,75
	Equal variances not assumed			4,632	13,213	,000	30,10	6,50	16,08	44,12

Probabilidade de Erro

- Valor de p
 - significância estatística
- Probabilidade da diferença ser real e não ter ocorrido por acaso
- Normalmente
 - $p = 0,05, 0,01$ ou $0,001$

Exemplo para Teste-t para amostras dependentes



Será que a motivação pode melhorar o desempenho aeróbico?

VO ₂ pico (mL/kg/min)	
Sem \$	Com \$
45	54
33	50
59	58
32	38
30	42
27	35
29	38
59	66
44	48
40	49

VO₂ de Alunos

Sem vs. Com Incentivo Financeiro

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	VO2SEM	39,80	10	11,86	3,75
	VO2COM	47,8000	10	9,8297	3,1084

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	VO2SEM - VO2COM	-8,0000	4,7376	1,4981	-11,3890	-4,6110	-5,340	9	,000

Comparação entre Médias de Três ou Mais Grupos de Dados

- **Análise de variância (ANOVA) simples**
 - ex. FC de corredores vs. ginastas vs. saltadores
- **Análise de variância com medidas repetidas**
 - ex. grupos treinando com intervalos intraséries curto e longo; 1RM pré, meio e pós treinamento

Premissas para a ANOVA simples

- **População**
 - distribuição normal
- **Amostras**
 - aleatoriamente selecionadas da população
 - aleatoriamente alocados às situações
 - independentes
- **Variância das amostras**
 - aproximadamente iguais (homogeneidade)
 - $\text{var}(G1) \leq 2 \times \text{var}(G2)$
- **Dados**
 - paramétricos

Exemplo para ANOVA simples



Qual o efeito de diferentes níveis de atividade física na composição corporal?

	Inativo	Semi ativo	Normal	Ativo	Muito Ativo
	30,2	29,4	22,9	17,6	10,9
	29,6	17,6	25,4	13,4	13,7
	35,2	26,4	19,6	20,3	12,8
Gordura (%)	19,1	25,3	18,7	19,6	14,7
	26,3	22,5	21,8	15,1	9,3
	22,4	28,6	24,9	10,7	12,7
Média	27,1	25,0	22,2	16,1	12,4
DP	5,8	4,4	2,7	3,7	2,0

Efeito da Atividade Física sobre a Composição Corporal

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: GORDURA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	91511,533 ^a	4	22877,883	14,687	,000
Intercept	1267729,633	1	1267729,633	813,861	,000
ATIVIDAD	91511,533	4	22877,883	14,687	,000
Error	38941,833	25	1557,673		
Total	1398183,000	30			
Corrected Total	130453,367	29			

a. R Squared = ,701 (Adjusted R Squared = ,654)

Onde estão as diferenças?

Teste Post Hoc

Multiple Comparisons

Dependent Variable: GORDURA

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1 1-inat;2-semi;3-no rm;4-ativ;5-muito	2	21,67	22,79	,874	-45,26	88,59
	3	49,17	22,79	,228	-17,76	116,09
	4	110,17*	22,79	,001	43,24	177,09
	5	147,83*	22,79	,000	80,91	214,76
2	1	-21,67	22,79	,874	-88,59	45,26
	3	27,50	22,79	,747	-39,42	94,42
	4	88,50*	22,79	,005	21,58	155,42
	5	126,17*	22,79	,000	59,24	193,09
3	1	-49,17	22,79	,228	-116,09	17,76
	2	-27,50	22,79	,747	-94,42	39,42
	4	61,00	22,79	,086	-5,92	127,92
	5	98,67*	22,79	,002	31,74	165,59
4	1	-110,17*	22,79	,001	-177,09	-43,24
	2	-88,50*	22,79	,005	-155,42	-21,58
	3	-61,00	22,79	,086	-127,92	5,92
	5	37,67	22,79	,479	-29,26	104,59
5	1	-147,83*	22,79	,000	-214,76	-80,91
	2	-126,17*	22,79	,000	-193,09	-59,24
	3	-98,67*	22,79	,002	-165,59	-31,74
	4	-37,67	22,79	,479	-104,59	29,26

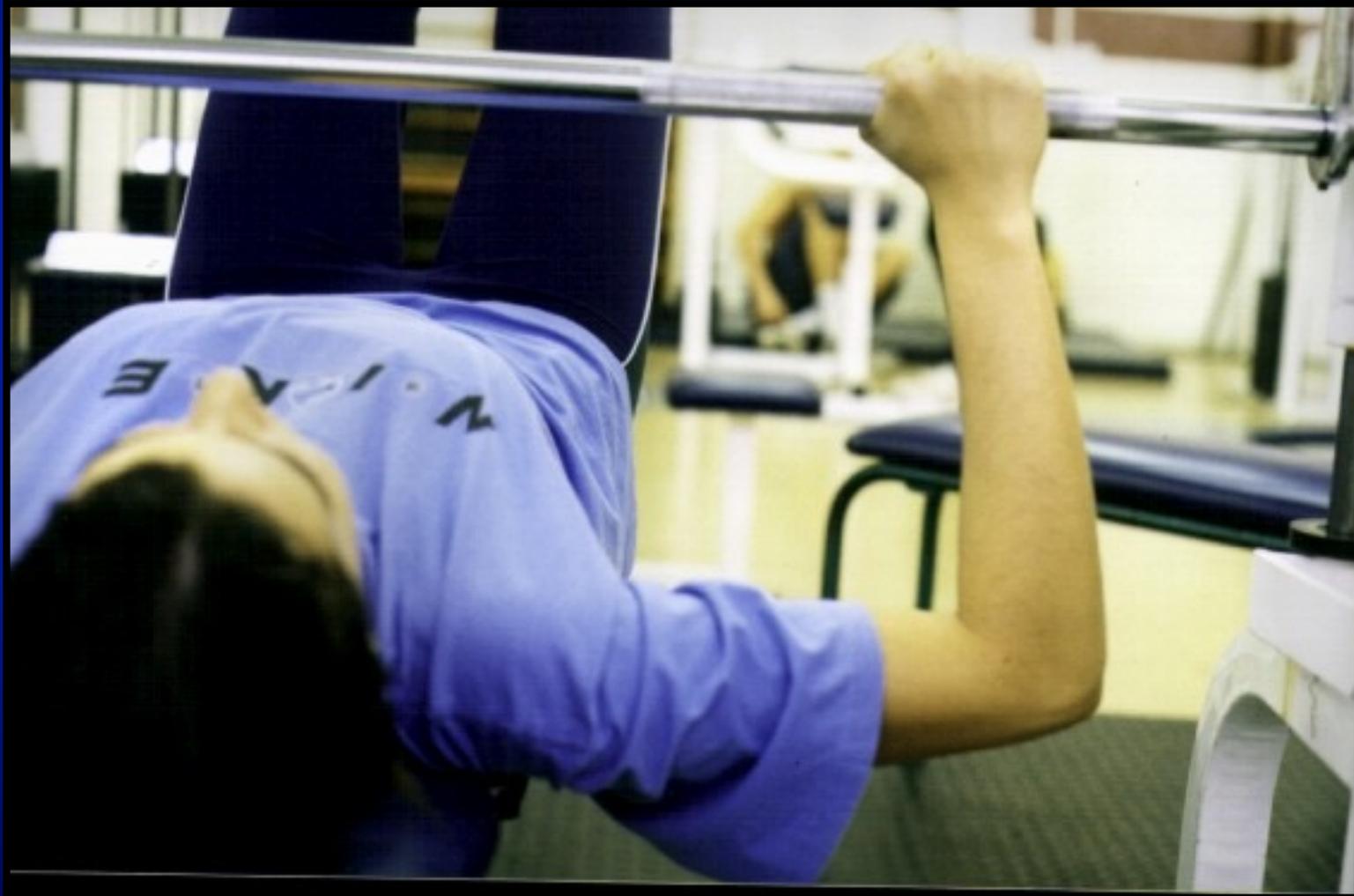
Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Premissas para a ANOVA com medidas repetidas

- **População**
 - distribuição normal
- **Amostras**
 - aleatoriamente selecionadas da população
 - aleatoriamente alocados às situações
- **Variância das amostras**
 - esfericidade (homogeneidade de variância e covariância)
- **Dados**
 - paramétricos

Exemplo para ANOVA com medidas repetidas



Qual o efeito do treinamento rápido e lento na força máxima?

1 RM de SUPINO (kg: média \pm DP)

	Pré	Pós
Grupo rápido	40,1 \pm 17,4	46,4 \pm 19,3
Grupo lento	53,2 \pm 25,2	60,6 \pm 25,8

Efeito da velocidade sobre 1 RM de supino

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TESTE	Sphericity Assumed	32332,190	1	32332,190	31,282	,000
	Greenhouse-Geisser	32332,190	1,000	32332,190	31,282	,000
	Huynh-Feldt	32332,190	1,000	32332,190	31,282	,000
	Lower-bound	32332,190	1,000	32332,190	31,282	,000
TESTE * GRUPO	Sphericity Assumed	195,048	1	195,048	,189	,672
	Greenhouse-Geisser	195,048	1,000	195,048	,189	,672
	Huynh-Feldt	195,048	1,000	195,048	,189	,672
	Lower-bound	195,048	1,000	195,048	,189	,672
Error(TESTE)	Sphericity Assumed	12402,667	12	1033,556		
	Greenhouse-Geisser	12402,667	12,000	1033,556		
	Huynh-Feldt	12402,667	12,000	1033,556		
	Lower-bound	12402,667	12,000	1033,556		

Análises Paramétricas

Escalas Intervalar e Razão

Relação			Correlação de Pearson
Diferenças	Independente	2 grupos	Teste-t p/ amostras indep.
		3+ grupos	ANOVA simples
	Dependente	2 grupos	Teste-t emparelhado
		3+ grupos	ANOVA c/ med. repetidas

Análises Não Paramétricas

Escala Ordinal

Relação			Correlação de Spearman
Diferenças	Independente	2 grupos	Mann-Whitney U
		3+ grupos	Kruskal-Wallis ANOVA
	Dependente	2 grupos	Wilcoxon
		3+ grupos	Friedman's ANOVA

Análises Não Paramétricas

Escala Nominal

Diferenças entre
contagens de
frequências

Qui-quadrado

Exemplos para Qui-quadrado



Qual a diferença entre a preferência por atividade e a expectativa?

Atividade	Expectativa (%)	Preferência (%)
Spinning	14	30
Ginástica Local	42	57
Musculação	49	32
Treino Aeróbio	28	15
Alternativas	8	7

Preferência vs. Expectativa

Test Statistics

	ATIV
Chi-Square ^a	35,702
df	4
Asymp. Sig.	,000

- a. 0 cells (,0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 8,0.

Existe diferença na preferência esportiva entre homens e mulheres?

	Voleibol	Futebol	Basquete	Total
Homens	15	27	13	55
Mulheres	21	19	12	52
Total	36	46	25	107
Esperado (%)	33,64	42,99	23,36	---

Preferência Esportiva

Homens vs. Mulheres

MASC

	Observed N	Expected N	Residual
1	15	18,5	-3,5
2	27	23,6	3,4
3	13	12,8	,2
Total	55		

FEM

	Observed N	Expected N	Residual
1	21	17,5	3,5
2	19	22,4	-3,4
3	12	12,1	-,1
Total	52		

Test Statistics

	MASC	FEM
Chi-Square ^{a,b}	1,141	1,208
df	2	2
Asymp. Sig.	,565	,547

- a. 0 cells (,0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 12,8.
- b. 0 cells (,0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 12,1.

Análise Estatística

Tipos de Erro

- **Tipo I**

- hipótese nula é verdadeira e é rejeitada incorretamente
- são encontradas diferenças quando, na realidade, não existem

- **Tipo II**

- hipótese nula é falsa, mas é aceita incorretamente
- não são encontradas diferenças que, na realidade, existem

ANOVA

Por que não vários Testes-t?

- Maior probabilidade de erro Tipo I
- Não usa toda a informação disponível sobre a população da qual as amostras foram derivadas
- Requer mais tempo e trabalho que uma simples ANOVA