



1

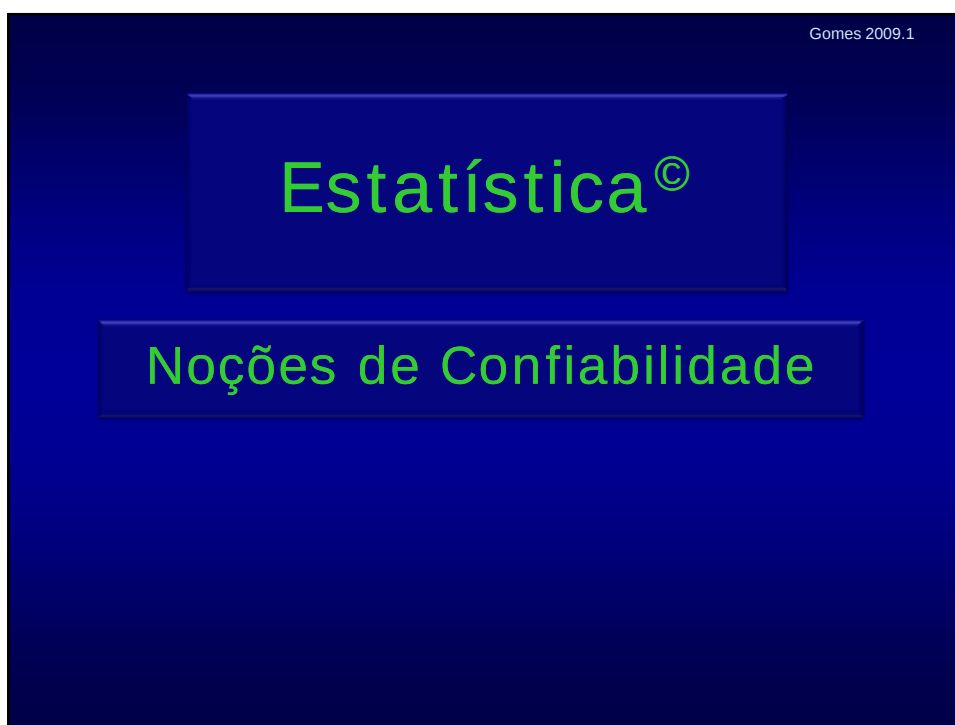
Programa de Pós-Graduação  
em Educação Física

Universidade Gama Filho  
Rio de Janeiro

2009.1

Laboratório  
**crossbridges**  
<http://www.crossbridges.com.br>

This slide features a dark blue background with a pattern of white diagonal lines. The main title is enclosed in a red-bordered box. The university name and semester are in yellow text on blue boxes. The logo for 'crossbridges' is in the bottom right corner.



Gomes 2009.1

Estatística<sup>©</sup>

Noções de Confiabilidade

This slide has a solid dark blue background. The text is in green. The title 'Estatística' is in a large font with a copyright symbol. Below it, 'Noções de Confiabilidade' is in a slightly smaller font. The text 'Gomes 2009.1' is in the top right corner.

## Importante

Este material é de propriedade de Prof. Paulo Sergio Gomes, Ph.D. E está sendo disponibilizado apenas para consulta, com fins acadêmicos, não podendo ser comercializado sem a autorização expressa das fontes e autores originais. As referências citadas podem ser obtidas a partir de solicitação via e-mail para [crossbridges@ugf.br](mailto:crossbridges@ugf.br)

## Fontes de Consulta

- Hopkins, W. G. (2000). A new view of statistics. Internet Society for Sport Science: <http://www.sportsci.org/resource/stats/>
- Vincent, W.J. (1999). Statistics in Kinesiology. Champaign, Ill: Human Kinetics. 2ed.
- Voelker, D.H. & Orton, P.Z. (1993). Statistics. Lincoln, Ne: Cliffs Notes Inc.
- Thomas, J.R. & Nelson, J.K. (2001). Research Methods in Physical Activity. Champaign, Ill: Human Kinetics.

## Medidas e Avaliação

- Medida
- Dado
- Estatística
- Avaliação

## Medida

- Definição
  - processo de comparação de um valor a um padrão
  - Exs.: 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

A Modificação é Real ou  
Apenas Erro da Medida?

## Confiabilidade

- Consistência das Medidas
- Ausência de Erro (????)
  - Sempre presente
- Erro considerado aceitável no uso prático efetivo do instrumento de medida
- Termos:
  - Reliability, repeatability, reproducibility, consistency, agreement, concordance, stability.

## Tipos de Confiabilidade

- Relativa
  - Manutenção da posição numa amostra com medidas repetidas
  - Correlação
- Absoluta
  - Modificação das medidas repetidas nos indivíduos
  - Unidade da medida ou índice (sem dimensão)

## Tipos de Confiabilidade

- Consistência Interna
  - Variabilidade entre medidas repetidas em um mesmo dia
  - Erro sistemático devido a variação circadiana
- Estabilidade
  - Variação entre dias

## 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

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

## Estabilidade Flexibilidade

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



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

## 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

## 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

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

## 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)

## Confiabilidade Inter-avaliador Flexibilidade

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

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

Gomes 2009.1

### Confiabilidade da Medida da Dilatação Fluxo-Mediada da Artéria Braquial pela Ultra-Sonografia

*Reliability of Brachial Artery Flow-Mediated Dilatation Measurement Using Ultrasound*

*Cláudia de Mello Meirelles, Sandra Pereira Leite, Carlos Antonio Barbosa Montenegro, Paulo Sergio Chagas Gomes*

*Centro de Pesquisas Interdisciplinares em Saúde e Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Gama Filho, Departamento de Nutrição do UNIBENNETT; Departamento de Nutrição da Universidade Gama Filho; Ultra-sonografia Botafogo - Rio de Janeiro, RJ - Brasil*

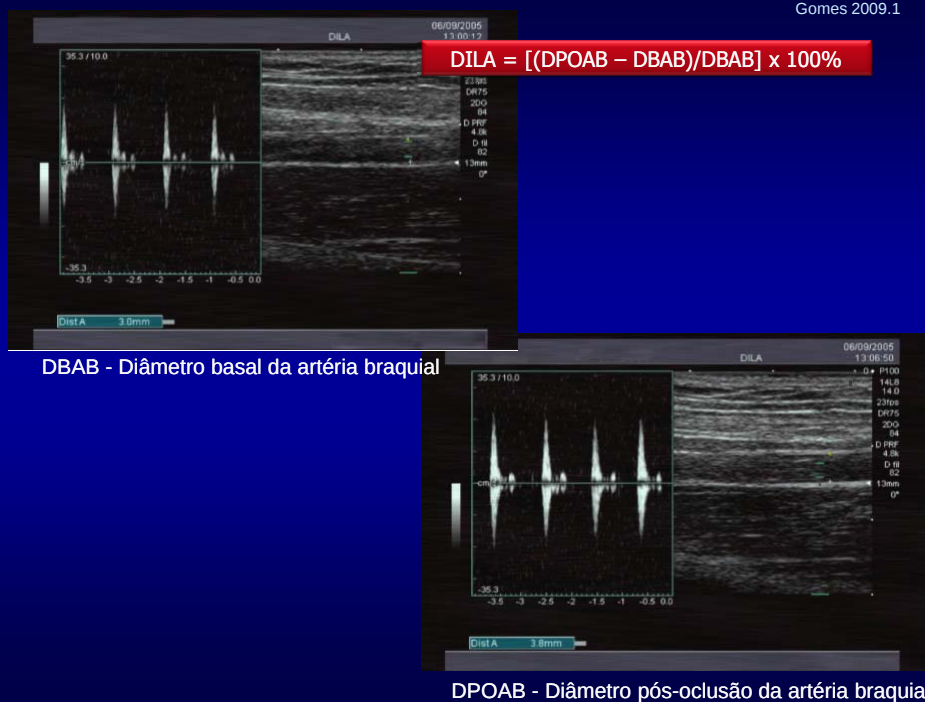
Arq Bras Cardiol 2007;89(3):176-183)

Gomes 2009.1

O objetivo deste estudo foi determinar a consistência interna (variabilidade intradia) e a estabilidade (variabilidade interdias) das medidas do DBAB, DPOAB e do DILA, assim como quantificar o erro típico (ETM) associado a essas medidas.

DBAB - Diâmetro basal da artéria braquial  
DPOAB - Diâmetro pós-oclusão da artéria braquial  
DILA - Dilatação fluxo-mediada da artéria braquial

Gomes 2009.1



Gomes 2009.1

$$C V = [(DP/Média) \times 100]$$
$$CV \text{ Médio} = \text{Som CVs}/N$$

DP = desvio padrão de cada par de medida  
Média = das médias

$$C R = 1,96 \times DP \text{ dif}$$

DP dif = desvio padrão da diferença entre teste e reteste

$$ETM = DP/\sqrt{2}$$

DP intradia

Gomes 2009.1

Grau de Concordância entre pares de medidas  
intra e interdias determinado como sugerido  
por Bland-Altman

Gomes 2009.1

Tabela 2 - Valores descritivos, coeficiente de variação médio (CV) e coeficiente de correlação intraclasse (CCI) das medidas intradias do diâmetro basal e pós-oclusão da artéria braquial (DBAB e DPOAB), e a dilatação fluxo-mediada da artéria braquial (DILA)

| Variáveis | Média ± DP   | CV   | CCI    |        |
|-----------|--------------|------|--------|--------|
|           |              |      | R      | P      |
| DBAB      |              |      |        |        |
| Medida 1  | 3,4 ± 0,3 mm | 0,6% | 0,9676 | 0,0000 |
| Medida 2  | 3,6 ± 0,3 mm |      |        |        |
| DPOAB     |              |      |        |        |
| Medida 1  | 4,1 ± 0,3 mm | 0,8% | 0,9469 | 0,0000 |
| Medida 2  | 4,2 ± 0,4 mm |      |        |        |
| DILA      |              |      |        |        |
| Medida 1  | 19,9 ± 5,0%  | 5,8% | 0,7001 | 0,0082 |
| Medida 2  | 19,6 ± 4,8%  |      |        |        |

DP - desvio padrão.

Gomes 2009.1

Tabela 3 - Valores descritivos, coeficiente de variação médio (CV) e coeficiente de correlação intraclasse (CCI) das medidas interdias do diâmetro basal e pós-oclusão da artéria braquial (DBAB e DPOAB), e a dilatação fluxo-mediada da artéria braquial (DILA)

| Variáveis | Média ± DP   | CV    | CCI    |        |
|-----------|--------------|-------|--------|--------|
|           |              |       | R      | P      |
| DBAB      |              |       |        |        |
| Dia 1     | 3,5 ± 0,6 mm | 1,8%  | 0,9484 | 0,0000 |
| Dia 2     | 3,6 ± 0,7 mm |       |        |        |
| DPOAB     |              |       |        |        |
| Dia 1     | 4,0 ± 0,6 mm | 2,3%  | 0,9480 | 0,0000 |
| Dia 2     | 4,2 ± 0,7 mm |       |        |        |
| DILA      |              |       |        |        |
| Dia 1     | 16,5 ± 6,8%  | 12,4% | 0,8420 | 0,0001 |
| Dia 2     | 17,3 ± 5,7%  |       |        |        |

DP - desvio padrão.

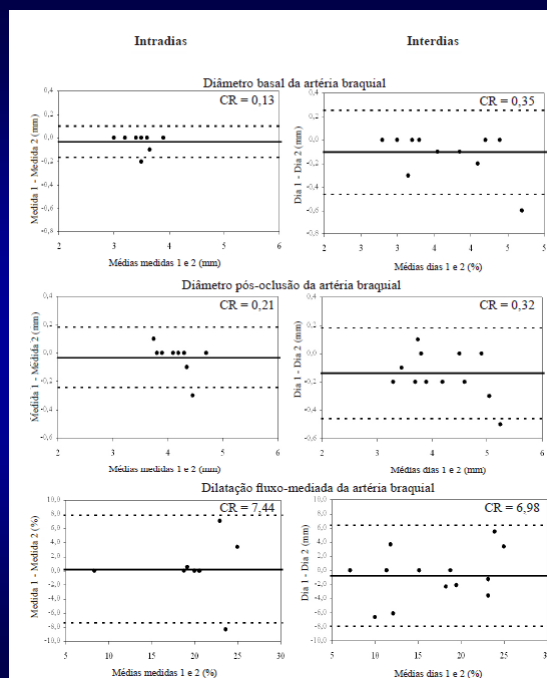
Gomes 2009.1

**Tabela 4 - Resultados da análise de Bland-Altman (média das diferenças teste-reteste e limites de concordância) para o diâmetro basal e pós-oclusão da artéria braquial (DBAB e DPOAB), e a dilatação fluxo-mediada da artéria braquial (DILA)**

| Variáveis    | Média $\pm$ DP das diferenças | Limites de concordância |
|--------------|-------------------------------|-------------------------|
| <b>DBAB</b>  |                               |                         |
| Intradias    | $-0,030 \pm 0,067$ mm         | $-0,165 - 0,105$ mm     |
| Interdias    | $0,100 \pm 0,178$ mm          | $-0,456 - 0,256$ mm     |
| <b>DPOAB</b> |                               |                         |
| Intradias    | $-0,030 \pm 0,106$ mm         | $-0,242 - 0,182$ mm     |
| Interdias    | $-0,138 \pm 0,161$ mm         | $-0,460 - 0,183$ mm     |
| <b>DILA</b>  |                               |                         |
| Intradias    | $0,255 \pm 3,79$ %            | $-7,333 - 7,843$ %      |
| Interdias    | $0,803 \pm 2,52$ %            | $-4,244 - 5,850$ %      |

DP - desvio padrão.

Gomes 2009.1



$$\text{Erro Sistemático} + \text{Erro Aleatório} = \text{Erro Total}$$

## Erro Sistemático

- Definição
  - Tendência geral de medidas serem diferentes numa determinada direção (positiva ou negativa) entre medidas repetidas
  - Aprendizado, recuperação, treino etc.

## Erro Aleatório

- Definição
  - Erro devido à variações
    - Biológicas
    - Mecânicas
    - Inconsistência do protocolo de medidas
    - Inconsistência do instrumento
    - Outros

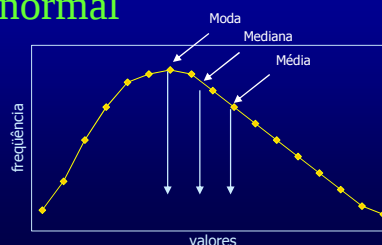
Como o Erro da Medida se  
Relaciona com a Magnitude da  
Variável Medida?

Gomes 2009.1

## Heterocedasticidade

- Definição

- Quando a magnitude do erro aleatório aumenta com o aumento dos valores medidos
- Afastamento da curva normal



Gomes 2009.1

## Análise dos Dados

- Erros Homocedásticos
  - Unidade da medida
  - Distribuição normal – estatística paramétrica
- Erros Heterocedásticos
  - Escalas de razão
  - Dados transformados em logaritmo
  - Ou analisado em ranques

## Muito Importante

- Em Caso de Dados Heterocedásticos
  - Escores mais altos = maiores erros
  - Provavelmente mostram menores mudanças em resposta ao tratamento

A Modificação é Real ou  
Apenas Erro da Medida?

## Referências Específicas

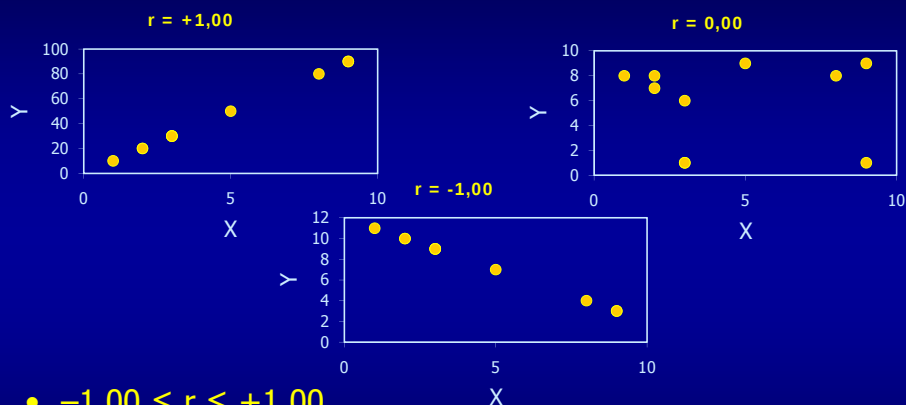
- Atkinson, G. & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sport Med* 216(4):217-238.
- Denegar, C.R. & Ball, D.W. (1993). Assessing reliability and precision of measurement: an introduction to intraclass correlation 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.

## Relação entre Variáveis

- **Correlação de Pearson**
  - quanto duas variáveis se relacionam
  - relação não devida ao acaso
  - não implica em relação de causa-e-efeito
- **Correlação Intraclass**
  - confiabilidade de uma medida
  - sensível a mudanças tanto na ordem quanto na magnitude das medidas repetidas
- **Gráfico de Dispersão ou XY**

Gomes 2009.1

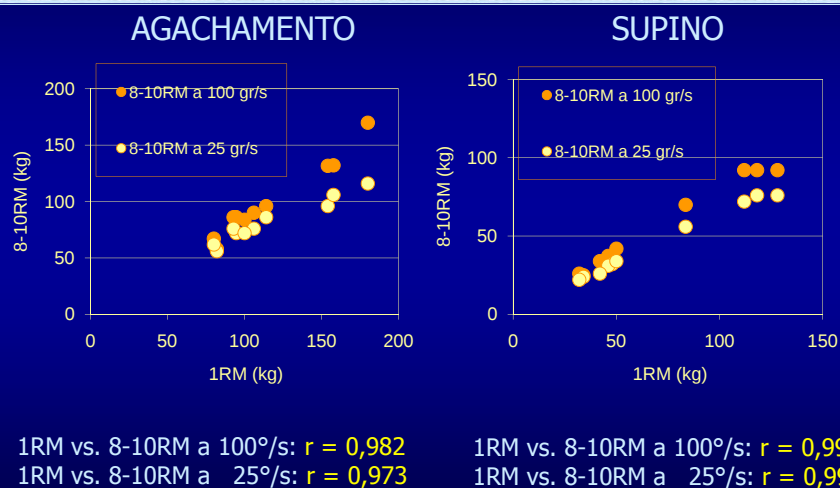
## Correlação de Pearson



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

Gomes 2009.1

## Exemplo p/ Correlação de Pearson



Fonte: Pereira (2001). Dissertação de Mestrado UGF

Gomes 2009.1

## Coeficiente de Determinação

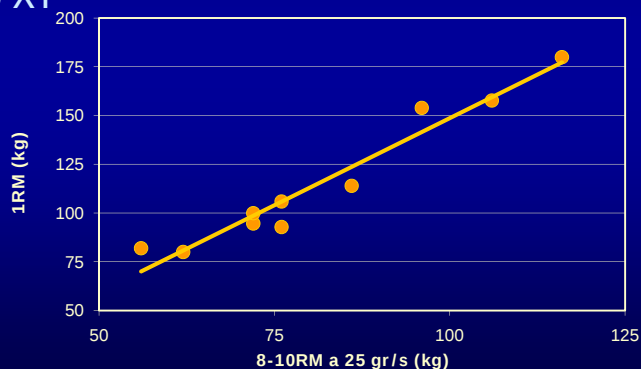
- $r^2$
- variância comum entre duas variáveis
- ex.  $r = 0,80$ 
  - 64% da variabilidade em Y pode ser explicada pela variância em X
  - 36% da variância em Y não é explicada: fonte de erro quando tenta prever Y a partir de X

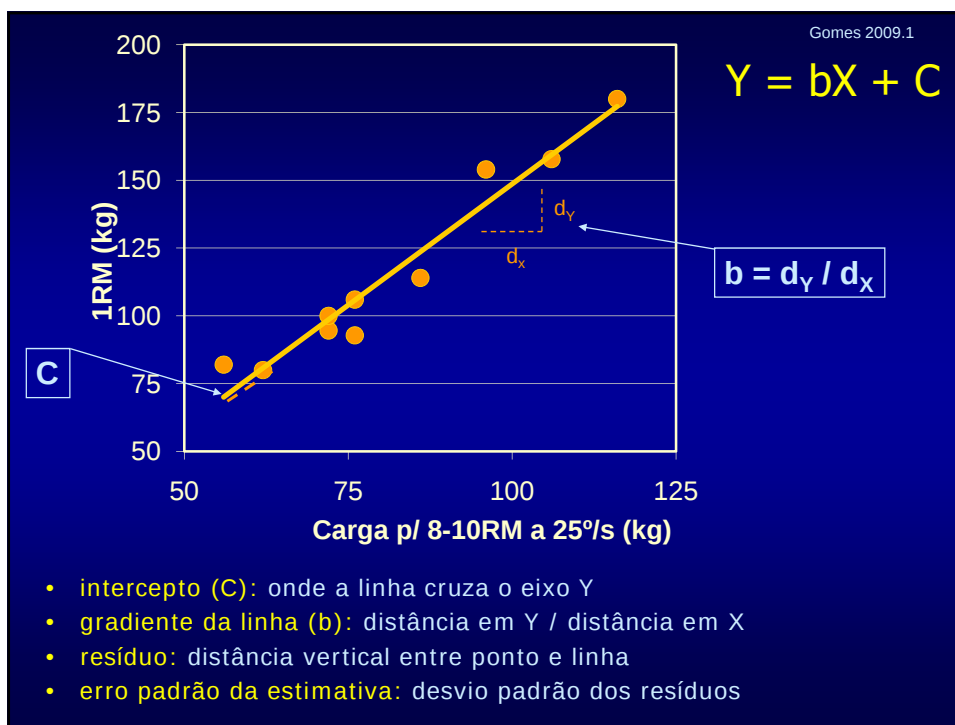


Gomes 2009.1

## Regressão Bivariada

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

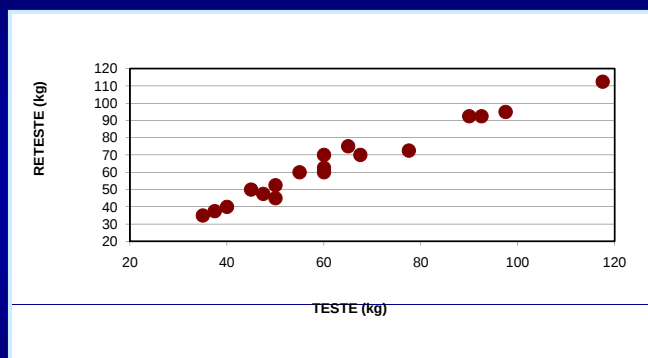




## Correlação Intraclass

- $0,00 \leq R \leq 1,00$
- **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 Intraclass



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

$R = 0,953$

Fonte: Carpenter (2002). Monografia de Especialização UGF

## 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

Fonte: Norton & Olds (1996)

## 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 relativo**
  - expresso em termos percentuais

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

- onde  $d$  = diferença entre medições

$$ETM \% = \frac{ETM}{média} \times 100$$

- onde *média* = 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 |      |      |      |       |

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

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

$$ETM\% = \frac{ETM}{\text{média}} \times 100$$

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