

# Introdução à Teoria Clássica de medidas

Prof. Caio Azevedo

- Escores brutos ou padronizados
- Resultados dependem do particular conjunto de itens que compõem o instrumento de medida
- Inviável a comparação entre indivíduos que não foram submetidos "aos mesmos instrumentos de medida".

- Escore total (respondente): número de acertos - varia de 0 a I (número de itens).
- Índice de dificuldade (item): proporção ou percentagem de acerto varia de 0 a 1.
- Índice de discriminação (item): diferença entre a percentagem de acerto do grupo superior e a percentagem de acerto do grupo inferior varia de -1 a 1.
  - Grupo superior: 27% dos respondentes com os escores mais altos.
  - Grupo inferior 27% dos respondentes com os escores mais baixos.

- Coeficiente de correlação ponto bisserial (item) ( $r_{pbiss}$ ): coeficiente de correlação de Pearson entre o escore total e a resposta ao item (1 = acerto, 0 = erro) de cada um dos respondentes - varia de -1 a 1.  
transformação do coeficiente de correlação ponto bisserial - varia de 0 a 1.
- Coeficiente de correlação bisserial (item):

$$r_{biss} = r_{pbiss} \frac{\sqrt{p(1-p)}}{h(p)}$$

em que  $p$  é a proporção de respostas incorretas e  $h(p) = \phi(p)$ , em que  $\phi(\cdot)$  é a densidade da  $N(0,1)$ .

$h(p)$  quantil obtido a partir da distribuição normal.

- Coeficiente  $\alpha$  (teste): medida de fidedignidade do teste - varia de 0 a 1.

$$\alpha = \frac{I}{I-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^I p_i(1-p_i)}{s^2} \right]$$

em que:  $I$  é o número de itens,  $p_i$  é a proporção de acertos ao item  $i$ , e  $s^2$  é a variância dos escores.

- Erro-padrão de medidade (teste): medida de precisão do teste - valor maior ou igual a zero.

$$EPM = s\sqrt{1-\alpha}$$

$$Y_{jt} = T_j + \xi_{jt}$$

em que

- $Y_{jt}$  : escore do respondente  $j$  no teste  $t$ .
- $T_j$  : escore verdadeiro do respondente  $j$  (conhecimento).
- $\xi_{jt}$  : componente de erro para o respondente  $j$  no teste  $t$ .

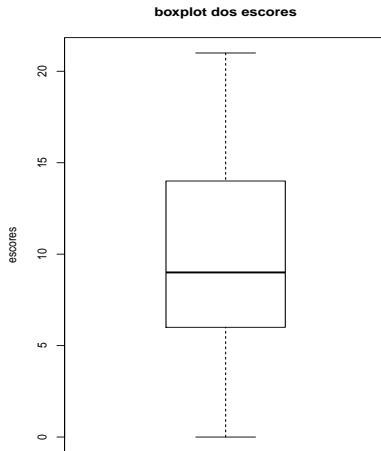
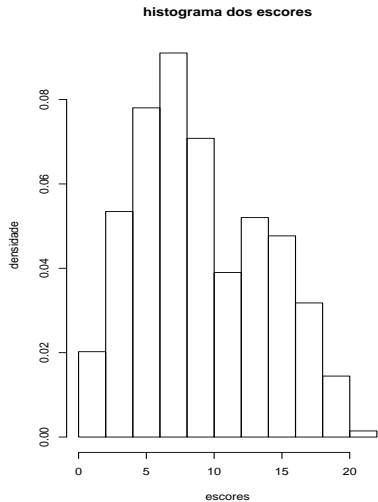
Suposição usual

$$\xi_{jt} \stackrel{i.i.d.}{\sim} N(0, \sigma^2).$$

# Exemplo 1: Teste de múltipla escolha

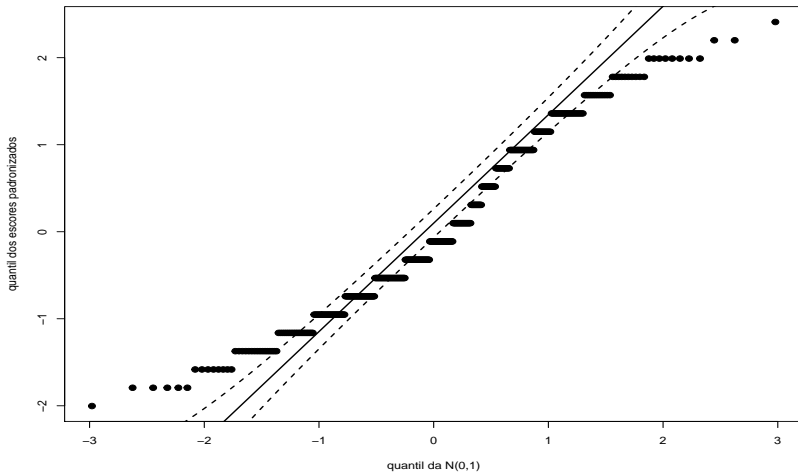
- Exemplo 0: altura de pessoas.
- Teste aplicado a um 346 alunos, composto de 22 itens de múltipla escolha, com 5 alternativas de resposta cada.
- As 8 primeiras colunas contém a identificação do aluno e as 22 colunas restantes as suas respostas.
- O gabarito do teste está no arquivo Gabarito.doc.
- Próximos slides. Análise via TCM utilizando o pacote do R “itan” com outras funções dele adaptadas.

# Histograma e boxplot dos escores brutos





# Gráfico de qq dos escores padronizados ( $N(0,1)$ )



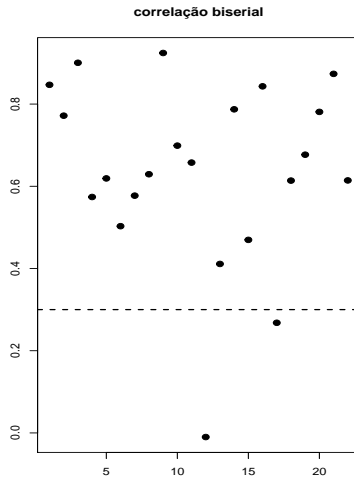
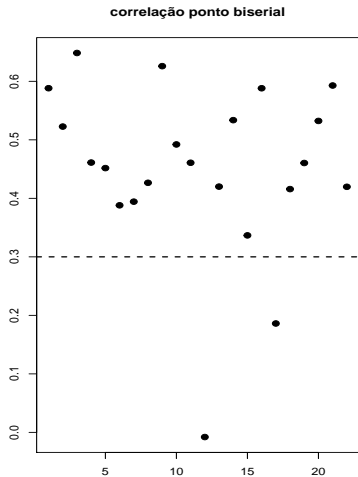
## Correlações ponto bisserial

	A	B	C	D	E	F (NA)	gabarito
i01	0,59	-0,21	-0,20	-0,09	-0,31	-0,15	A
i02	-0,20	-0,11	-0,24	0,52	-0,06	-0,17	D
i03	-0,35	-0,19	0,65	-0,23	-0,20	-0,18	C
i04	-0,25	-0,22	-0,15	-0,13	0,46	-0,12	E
i05	0,45	-0,05	-0,14	-0,17	-0,29	-0,14	A
i06	-0,16	-0,13	-0,14	0,39	-0,20	-0,16	D
i07	-0,16	-0,19	0,07	0,39	-0,32	-0,13	D
i08	0,05	-0,16	-0,22	-0,18	0,43	-0,13	E
i09	-0,25	-0,35	-0,14	-0,03	0,63	-0,10	E
i10	-0,18	-0,22	0,49	-0,16	-0,13	-0,18	C
i11	-0,21	-0,19	0,46	-0,09	-0,17	-0,17	C
i12	-0,08	-0,01	-0,11	0,23	-0,12	-0,21	B
i13	0,42	-0,12	-0,15	-0,21	-0,24	-0,17	A
i14	-0,21	0,01	-0,14	0,53	-0,24	-0,20	D
i15	0,34	-0,11	-0,17	-0,12	0,04	-0,15	A
i16	-0,16	0,59	-0,14	-0,20	-0,31	-0,17	B
i17	0,19	-0,13	-0,05	-0,09	0,06	-0,18	A
i18	-0,04	0,42	-0,10	-0,14	-0,20	-0,14	B
i19	0,46	-0,04	-0,19	-0,25	-0,11	-0,18	A
i20	-0,29	-0,19	0,53	-0,12	-0,10	-0,18	C
i21	0,59	-0,03	-0,17	-0,33	-0,16	-0,13	A
i22	-0,01	-0,05	-0,26	0,42	-0,11	-0,14	D

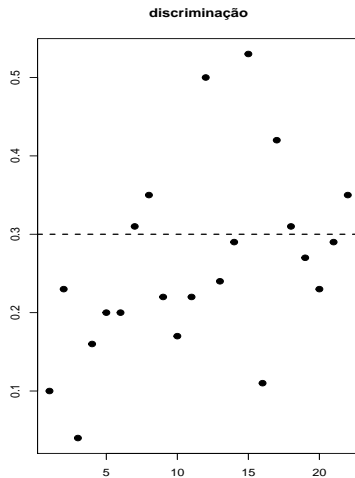
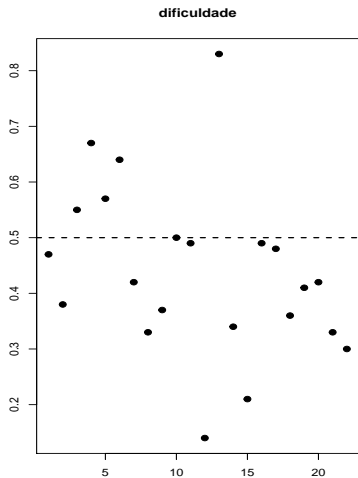
## Correlações bisseriais

	A	B	C	D	E	F (NA)	gabarito
i01	0,85	-0,30	-0,23	-0,05	-0,38	-0,09	A
i02	-0,23	-0,12	-0,33	0,77	-0,08	-0,15	D
i03	-0,48	-0,21	0,90	-0,19	-0,21	-0,07	C
i04	-0,26	-0,27	-0,10	-0,14	0,57	-0,05	E
i05	0,62	-0,05	-0,12	-0,23	-0,38	-0,06	A
i06	-0,15	-0,17	-0,11	0,50	-0,22	-0,07	D
i07	-0,13	-0,20	0,11	0,58	-0,43	-0,05	D
i08	0,06	-0,21	-0,29	-0,23	0,63	-0,05	E
i09	-0,34	-0,48	-0,12	-0,04	0,92	-0,07	E
i10	-0,24	-0,26	0,70	-0,18	-0,15	-0,07	C
i11	-0,30	-0,16	0,66	-0,10	-0,22	-0,07	C
i12	-0,10	-0,01	-0,09	0,31	-0,13	-0,08	B
i13	0,41	-0,09	-0,12	-0,18	-0,19	-0,07	A
i14	-0,26	0,01	-0,15	0,79	-0,35	-0,11	D
i15	0,47	-0,11	-0,23	-0,16	0,06	-0,08	A
i16	-0,17	0,84	-0,15	-0,22	-0,44	-0,09	B
i17	0,27	-0,17	-0,06	-0,10	0,07	-0,07	A
i18	-0,05	0,61	-0,13	-0,20	-0,23	-0,11	B
i19	0,68	-0,05	-0,23	-0,28	-0,15	-0,12	A
i20	-0,38	-0,21	0,78	-0,16	-0,11	-0,07	C
i21	0,87	-0,03	-0,22	-0,44	-0,21	-0,08	A
i22	-0,02	-0,07	-0,35	0,61	-0,14	-0,10	D

# Correlações biserial e ponto biserial dos itens



# Dificuldade e discriminação dos itens



## Porcentagem de escolha de cada categoria

	A	B	C	D	E	F (NA)	gabarito
i01	0,47	0,26	0,10	0,02	0,13	0,02	A
i02	0,10	0,09	0,21	0,36	0,19	0,06	D
i03	0,19	0,10	0,54	0,05	0,09	0,01	C
i04	0,08	0,12	0,03	0,09	0,67	0,01	E
i05	0,56	0,06	0,05	0,16	0,15	0,01	A
i06	0,06	0,15	0,04	0,63	0,10	0,01	D
i07	0,04	0,08	0,25	0,42	0,19	0,01	D
i08	0,18	0,17	0,18	0,14	0,33	0,01	E
i09	0,19	0,20	0,05	0,17	0,36	0,03	E
i10	0,19	0,11	0,50	0,09	0,10	0,01	C
i11	0,24	0,05	0,49	0,08	0,14	0,01	C
i12	0,14	0,14	0,05	0,56	0,09	0,01	B
i13	0,82	0,04	0,04	0,05	0,04	0,01	A
i14	0,13	0,09	0,10	0,33	0,33	0,02	D
i15	0,21	0,07	0,17	0,14	0,40	0,02	A
i16	0,08	0,48	0,10	0,09	0,23	0,02	B
i17	0,47	0,16	0,12	0,12	0,12	0,01	A
i18	0,12	0,34	0,18	0,22	0,10	0,04	B
i19	0,40	0,15	0,13	0,10	0,19	0,03	A
i20	0,16	0,10	0,41	0,21	0,11	0,01	C
i21	0,32	0,14	0,15	0,18	0,18	0,02	A
i22	0,13	0,20	0,18	0,29	0,17	0,03	D

# Análise dos itens por (e dos) grupos superior e inferior

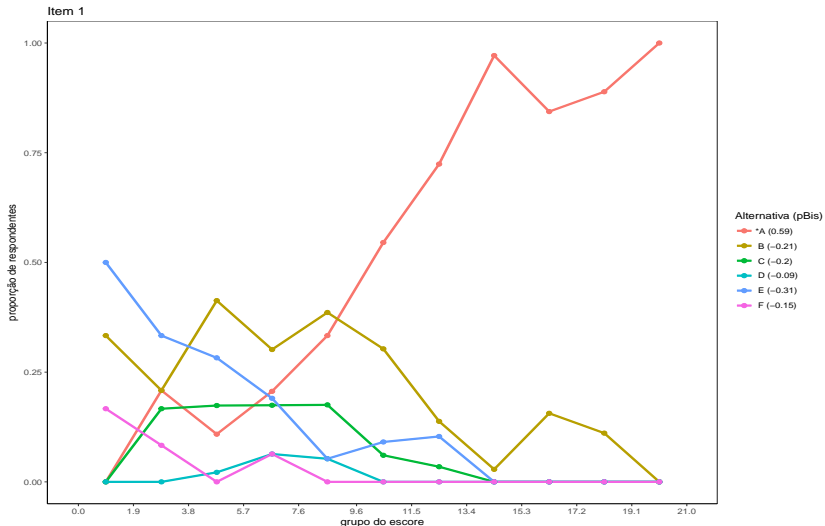
Item 1 - (gabarito) A (percentual de escolha)

	A	B	C	D	E	F
gSup	0,91	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
gInf	0,13	0,35	0,15	0,02	0,29	0,05

Item 12 - (gabarito) B (percentual de escolha)

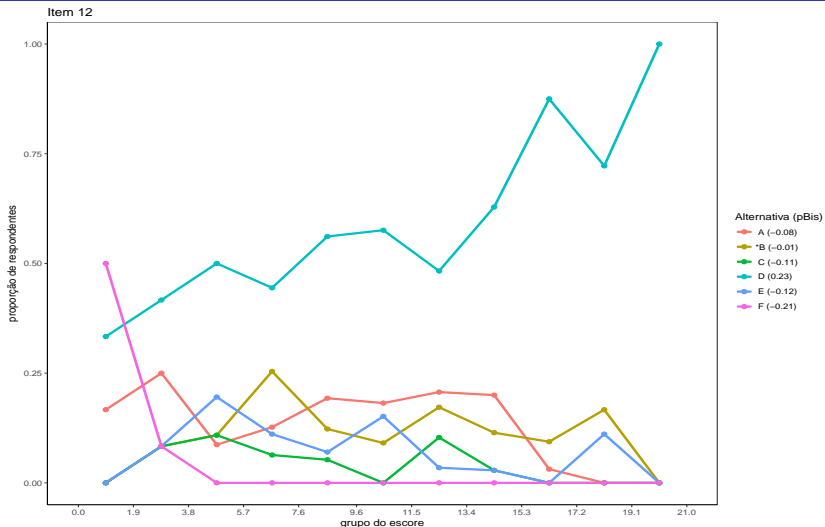
	A	B	C	D	E	F
gSup	0,09	0,12	0,01	0,75	0,03	0,00
gInf	0,15	0,12	0,10	0,43	0,15	0,05

# Probabilidades de escolha de cada categoria $\times$ score





# Probabilidades de escolha de cada categoria $\times$ score



- Andrade, D. F. (2005). Notas de aula do curso de verão sobre TRI. IME-USP
- Gulliksen, H. (1950). Theory of Mental Tests. New York: John Wiley and Sons.
- Lord, F.M., Novick, M.R. (1968). Statistical Theories of Mental Test Score. Reading: Addison-Wesley.
- Vianna, H.M. (1987). Testes em Educação. São Paulo: Ibrasa.