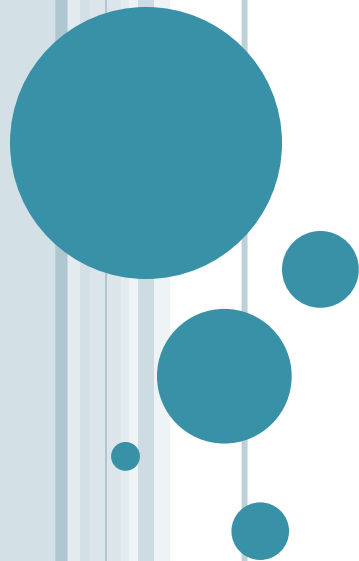


Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

# Modelo de Resposta Gradual da TRI

Doutoranda: Débora Spenassato  
debospenassato@gmail.com  
Orientador: Antonio C. Bornia



# TRI

- O que é?
- Aplicações
- Diferentes Modelos
- Tamanho da amostra e itens
- Quando usar itens politômicos ao invés de dicotômicos

Modelo utilizado no ENEM

$$p_{ij} = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_i)}}$$



# MODELO ORDINAL

- **Modelo de Resposta Gradual de Samejima** (1969) assume que as categorias de resposta de um item podem ser ordenadas entre si. Por exemplo,
  - **Manifeste-se sobre cada afirmação considerando a escala**
  - [1] Absolutamente não faz parte do seu estilo de vida
  - [2] Às vezes corresponde ao seu comportamento
  - [3] Quase sempre verdadeira no seu comportamento
  - [4] A afirmação é sempre verdadeira no seu dia-a-dia; faz parte do seu estilo de vida.



# TRI - Modelo de resposta gradual

As categorias de um item  $i$  são ordenadas da menor para a maior e denotadas por  $k$ . A probabilidade de um indivíduo  $j$  escolher *uma particular categoria ou outra mais alta* do item  $i$  pode ser dada por:

$$P_{i,k}^+(\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_{i,k})}},$$

$$b_{i1} \leq b_{i2} \leq \dots \leq b_{im_i}$$

onde:

- $i = 1, 2, \dots, I$  ( $I$  é o número de itens do questionário);
- $j = 1, 2, \dots, n$  ( $n$  é o tamanho da amostra);
- $k = 0, 1, \dots, m_i$ , ( $m_i + 1$ ) é o número de categorias do  $i$ -ésimo item;
- $\theta$  é o traço latente (satisfação do congressista);
- $a_i$  é o parâmetro de discriminação do item  $i$ ;
- $b_{i,k}$  é o parâmetro de dificuldade da  $k$ -ésima categoria do item  $i$ ;



# EXEMPLO

- Avaliação da satisfação dos participantes do Congresso Brasileiro de Custos de 2008 a 2011 utilizando o Modelo de Resposta Gradual da TRI



## OBJETIVO

- Avaliar o nível de satisfação dos congressistas que participaram do Congresso Brasileiro de Custos entre os anos de 2008 e 2011 e construir uma escala de satisfação utilizando o modelo de resposta gradual da Teoria da Resposta ao Item – TRI.

Público-alvo: professores, estudantes e profissionais da área.



# METODOLOGIA

- Amostra: 877 congressistas (2008 a 2011);

**Tabela 1 – Total de participantes do Congresso por ano e a porcentagem utilizada no estudo**

<b>Ano</b>	<b>Número de participantes</b>	<b>Amostra</b>	<b>%</b>
2008	401	121	30,175
2009	391	261	66,752
2010	389	239	61,440
2011	364	256	70,330
<b>Total</b>	<b>1545</b>	<b>877</b>	



- Questionário contendo 12 itens: instalações, atendimento/pessoal, estrutura e objetivos do Congresso.
- Para estimação dos parâmetros dos itens, as notas dadas foram categorizadas, conforme a seguir, devido à alta frequência de valores acima sete.
- 0,1,2,3,4,5 = 1 (insatisfeito ou pouco satisfeito);
- 6,7,8 = 2 (satisfeito);
- 9,10 = 3 (muito satisfeito).





- Estimação dos parâmetros - software Multilog
- A dimensionalidade do teste - software R ([www.rproject.org](http://www.rproject.org)) :
- pacotes “mirt” (CHALMERS, 2011) - análise fatorial com informação completa (*full information*) ;
- pacote “psych” (REVELLE, 2012) para análise de componentes principais com matriz de correlação policórica.



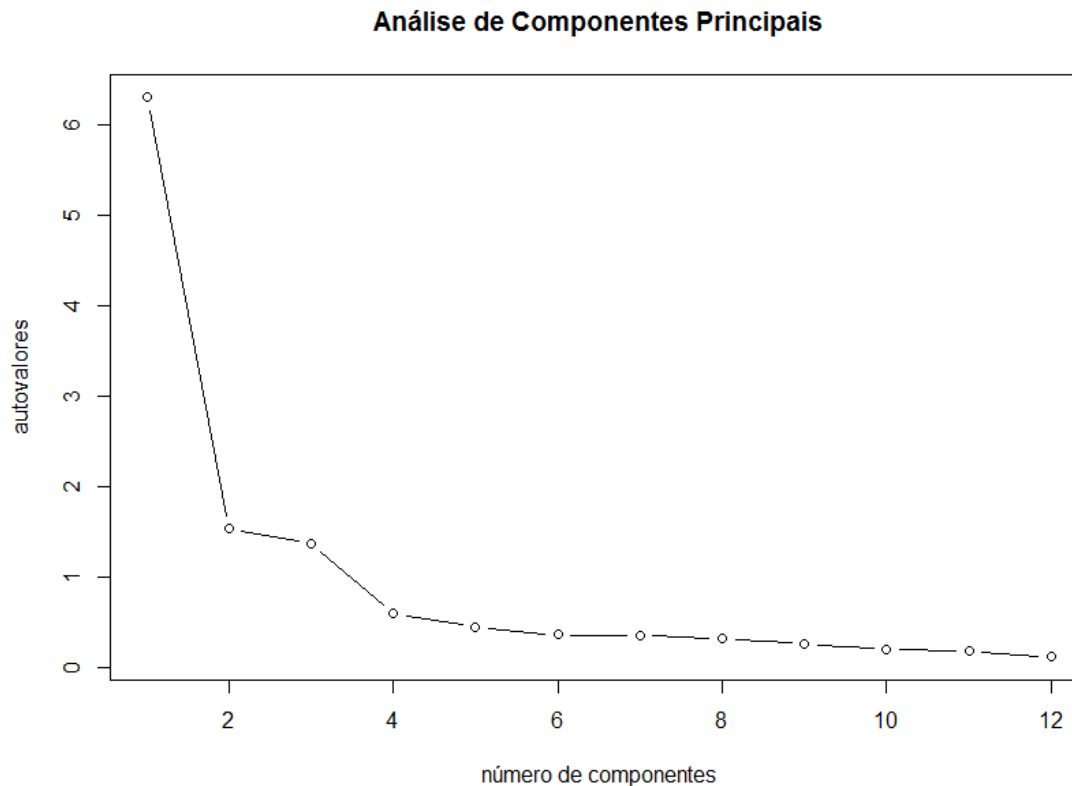
## RESULTADOS – 3 ETAPAS

- Estudo da dimensionalidade do teste;
- Estimação dos parâmetros dos itens e criação da escala de satisfação do congressista;
- Estimação do traço latente.



# DIMENSIONALIDADE DO TESTE

- A análise fatorial de informação completa - o primeiro fator foi responsável por explicar 50,6% da variância total.



**Figura 1 - Gráfico dos autovalores *versus* número de componentes utilizando matriz de correlação policórica**

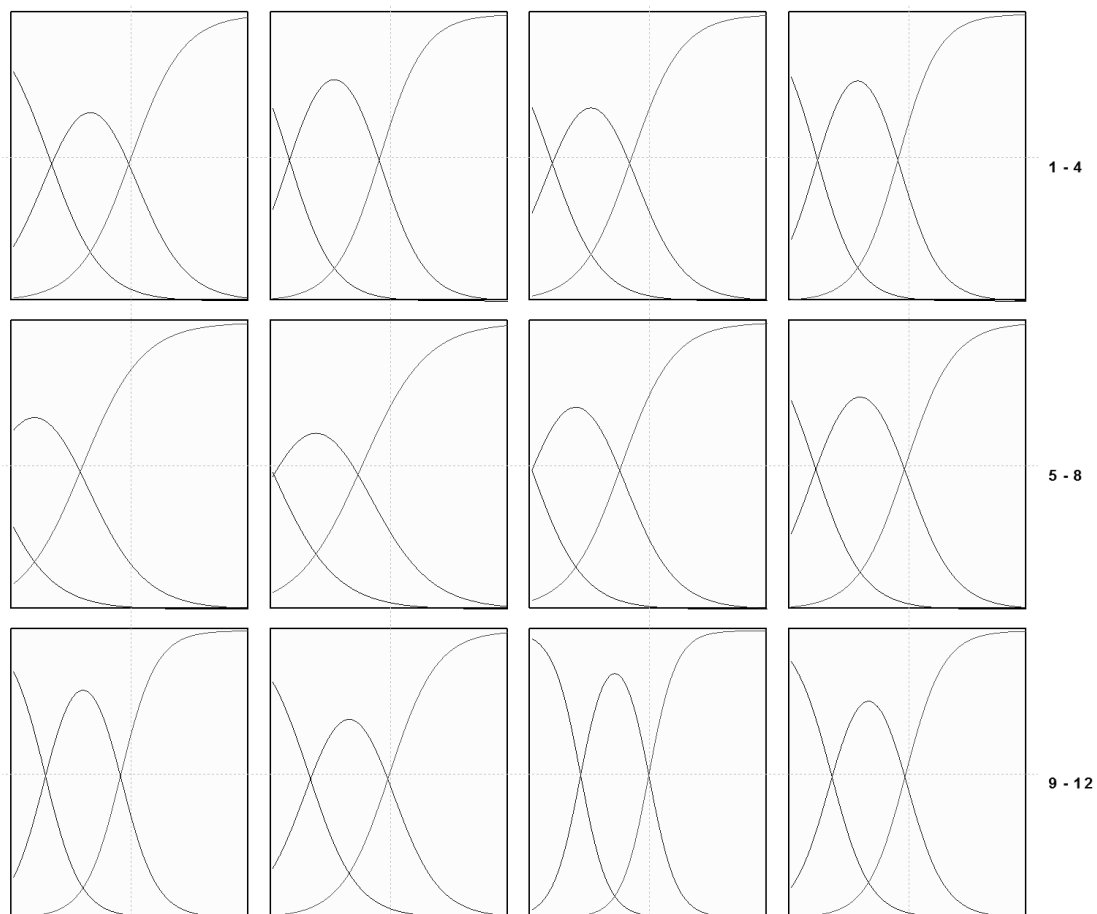


# ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS DOS ITENS

- **Tabela 2 – Valores estimados dos parâmetros de discriminação (*a*) e dificuldade (*b*) e respectivos erros-padrão**

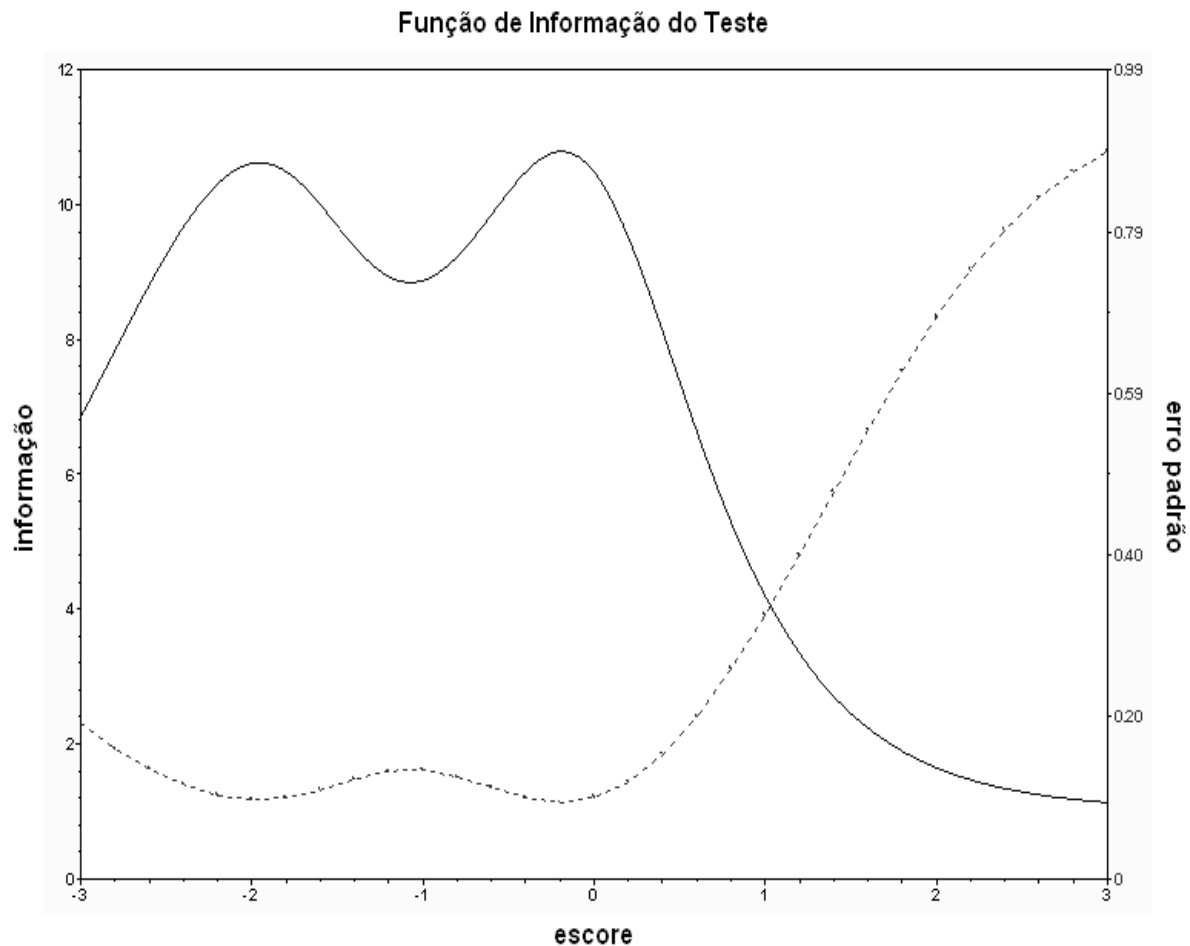
Item	<i>a</i>	<i>b2</i>	<i>b3</i>
1 - Qualidade das instalações	1,512 (0.14)	-2,087 (0.17)	-0,001 (0.07)
2 - Qualidade dos equipamentos	1,766 (0.15)	-2,592 (0.21)	-0,267 (0.06)
3 - Manutenção e limpeza	1,577 (0.14)	-2,534 (0.21)	-0,461 (0.08)
4 - Qualidade do material institucional	1,948 (0.17)	-2,348 (0.18)	-0,263 (0.06)
5 - Educação e simpatia	1,318 (0.15)	-3,692 (0.41)	-1,237 (0.12)
6 - Capacidade de esclarecer dúvidas e dar informações	1,222 (0.13)	-3,070 (0.31)	-0,727 (0.11)
7 - Operação dos equipamentos	1,513 (0.15)	-3,042 (0.28)	-0,723 (0.09)
8 - Conteúdo das palestras	1,643 (0.14)	-2,403 (0.19)	-0,087 (0.07)
9 - Organização	2,232 (0.19)	-2,195 (0.16)	-0,258 (0.06)
10 - Tempo	1,657 (0.14)	-2,079 (0.16)	-0,024 (0.07)
11 - As razões e expectativas apresentadas para o evento foram atendidas	2,889 (0.24)	-1,763 (0.10)	-0,017 (0.05)
12 - O conteúdo deste evento contribuirá no desenvolvimento de suas atividades profissionais	2,075 (0.16)	-1,980 (0.14)	-0,083 (0.06)





**Figura 2 – Gráfico das Curvas Características dos Itens do questionário**





**Figura 3 – Gráfico da Função de Informação do Teste (FIT)**

O ponto zero denota a média da satisfação dos congressistas, não é insatisfação com o CBC, pois a média das notas dadas aos 12 itens, pelos 877 participantes, é 8,52.



# CONSTRUÇÃO DA ESCALA DE SATISFAÇÃO E ESTIMAÇÃO DO TRAÇO LATENTE

- A partir dos critérios de ancoragem, conseguiu-se determinar quatro níveis âncoras:

ITEM	<i>b</i>	Traço latente					P(Z)-P(Y)	CATEG.ÂNCORA
		-3,5	-2,5	-1,5	-0,5	0,5		
1	<i>b</i> 2	0,106	0,349	<b>0,709</b>	0,917	0,980	0,360	SIM
	<i>b</i> 3	0,005	0,022	0,094	0,320	<b>0,681</b>	0,361	SIM
2	<i>b</i> 2	0,167	0,540	<b>0,873</b>	0,976	0,996	0,333	QUASE
	<i>b</i> 3	0,003	0,019	0,102	0,399	<b>0,795</b>	0,396	SIM
3	<i>b</i> 2	0,179	0,514	<b>0,836</b>	0,961	0,992	0,323	QUASE
	<i>b</i> 3	0,008	0,039	0,163	0,485	<b>0,820</b>	0,335	SIM
4	<i>b</i> 2	0,096	0,426	<b>0,839</b>	0,973	0,996	0,413	SIM
	<i>b</i> 3	0,002	0,013	0,082	0,387	<b>0,816</b>	0,429	SIM
5	<i>b</i> 2	0,563	<b>0,828</b>	0,947	0,985	0,996	0,265	NAO
	<i>b</i> 3	0,048	0,159	0,414	<b>0,725</b>	0,908	0,311	SIM
6	<i>b</i> 2	0,372	<b>0,667</b>	0,872	0,958	0,987	0,296	QUASE
	<i>b</i> 3	0,033	0,103	0,280	0,569	<b>0,818</b>	0,248	NAO
7	<i>b</i> 2	0,333	<b>0,694</b>	0,912	0,979	0,995	0,361	SIM
	<i>b</i> 3	0,015	0,064	0,236	0,584	<b>0,864</b>	0,281	NAO
8	<i>b</i> 2	0,142	0,460	<b>0,815</b>	0,958	0,992	0,355	SIM
	<i>b</i> 3	0,004	0,019	0,089	0,336	<b>0,724</b>	0,387	SIM
9	<i>b</i> 2	0,052	0,336	<b>0,825</b>	0,978	0,998	0,489	SIM
	<i>b</i> 3	0,001	0,007	0,059	0,368	<b>0,845</b>	0,476	SIM
10	<i>b</i> 2	0,087	0,332	<b>0,723</b>	0,932	0,986	0,391	SIM
	<i>b</i> 3	0,003	0,016	0,080	0,313	<b>0,705</b>	0,392	SIM
11	<i>b</i> 2	0,007	0,106	<b>0,681</b>	0,975	0,999	0,575	SIM
	<i>b</i> 3	0,000	0,001	0,014	0,199	<b>0,817</b>	0,618	SIM
12	<i>b</i> 2	0,041	0,254	<b>0,730</b>	0,956	0,994	0,477	SIM
	<i>b</i> 3	0,001	0,007	0,050	0,296	<b>0,770</b>	0,474	SIM

## INTERPRETAÇÃO DO QUADRO

- - **Nível -2,5:** continuam com alta probabilidade de responder a categoria 1 (insatisfeito ou pouco satisfeito) para os itens 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11 e 12. E, passa a responder a categoria 2 (satisfeito) para os itens 5, 6 e 7 (itens relacionados ao atendimento/pessoal).
- - **Nível -1,5:** alta probabilidade de responder a categoria 2 (satisfeito) para todos itens (instalações, atendimento/pessoal, estrutura e objetivos).
- - **Nível -0,5:** alta probabilidade de responder a categoria 3 (muito satisfeito) para o item 5 (educação e simpatia no atendimento).
- - **Nível 0,5:** alta probabilidade de responder a categoria 3 (muito satisfeito) para todos os itens do questionário.





## COM A CONSTRUÇÃO DA ESCALA, QUATRO NÍVEIS ÂNCORAS FORAM ENCONTRADOS:

- No **nível -2,5**, os congressistas passam a estar satisfeitos com a educação e simpatia no atendimento, com o esclarecimento de dúvidas e informações dadas aos participantes, além da operação dos equipamentos. No entanto, ainda possuem alta probabilidade de estarem insatisfeitos ou pouco satisfeitos com os demais quesitos abordados nos itens do questionário.
- No **nível -1,5**, os congressistas estão satisfeitos com todos os itens do questionário, ou seja, quanto ao atendimento/pessoal, quanto às instalações, estruturas e objetivos.
- No **nível -0,5**, os congressistas passam a estar muito satisfeitos com a educação e simpatia no atendimento.
- No **nível 0,5**, os congressistas estão muito satisfeitos com todos os itens do questionário, ou seja, com a qualidade das instalações, dos equipamentos e do material, com a limpeza e manutenção do local; com a educação, simpatia e operação dos equipamentos no atendimento, além do esclarecimento de dúvidas e informações; com a parte técnica e científica do Congresso como organização, tempo e conteúdos abordados nas palestras; e, por fim, no alcance das expectativas e contribuição para as atividades profissionais do participante.

- Com o passar dos anos, o grau de satisfação dos congressistas vem diminuindo.

**Tabela 3 – Média estimada da satisfação dos congressistas por ano**

<b>Ano</b>	<b>média</b>	<b>desvio</b>
<b>2008</b>	0,201	0,798
<b>2009</b>	0,120	0,755
<b>2010</b>	-0,087	0,929
<b>2011</b>	-0,272	0,893



Histograma – satisfação dos congressistas CBC 2008 a 2011

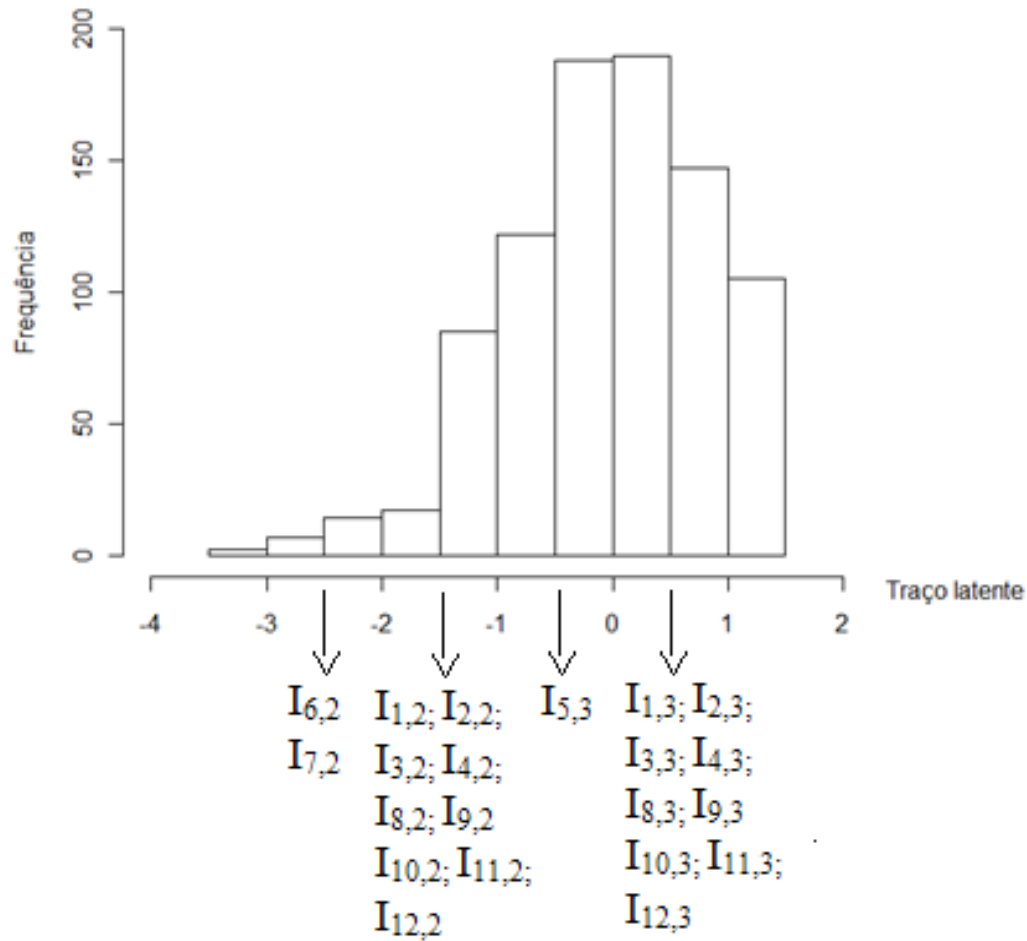
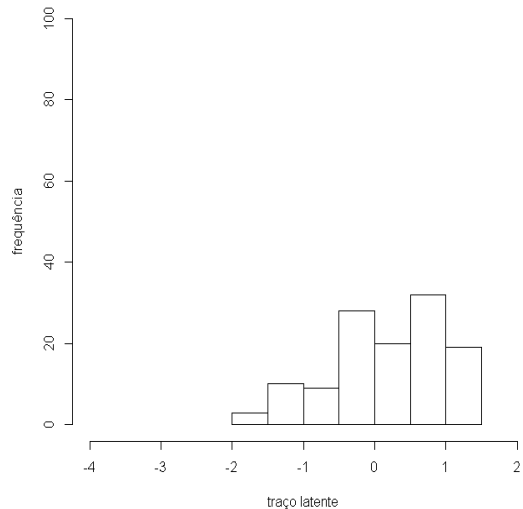
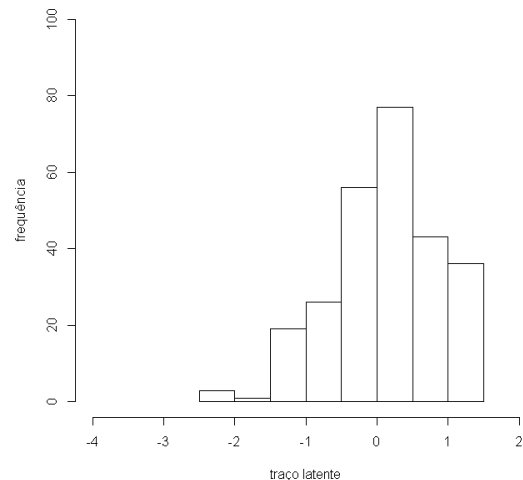


Figura 4 – Distribuição da satisfação dos congressistas nos quatro anos avaliados e posicionamento dos itens na escala

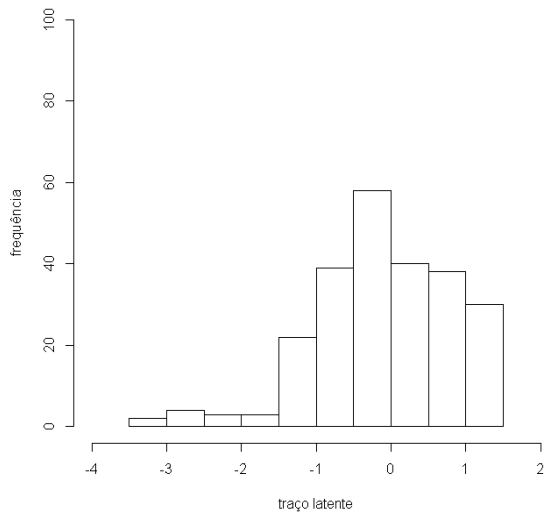




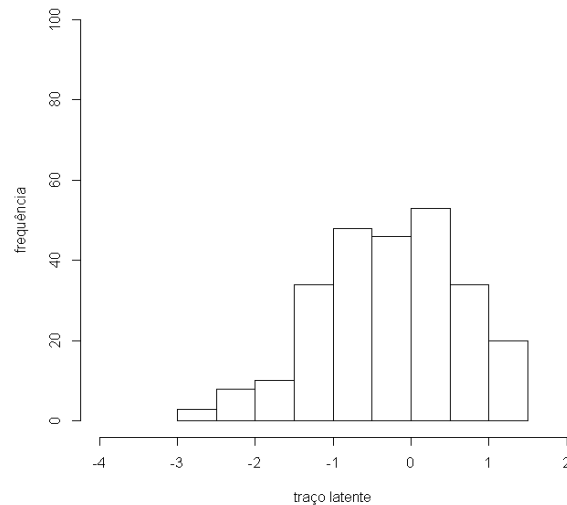
**Satisfação dos congressistas 2008**



**Satisfação dos congressistas 2009**



**Satisfação dos congressistas 2010**



**Satisfação dos congressistas 2011**



# CONCLUSÕES

- Objetivo ✓
- Criar escala e interpretar ✓
- Os itens do questionário apresentaram boa qualidade pela alta capacidade de discriminação.
- Embora a maioria dos congressistas estejam ao menos satisfeitos, o nível médio de satisfação dos congressistas vem diminuindo ao longo dos anos.



# REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; VALLE, R. C. *Teoria da resposta ao item: conceitos e aplicações*. Caxambu: Associação Brasileira de Estatística, 2000.
- BAKER, F. B. *The Basics of Item Response Theory*, 2 ed, University of Wisconsin: ERIC, 2001.
- BORNIA et al. *Satisfação do congressista em relação ao Congresso Brasileiro de Custos por meio da teoria da resposta ao item*. Anais de resumos, XVI Congresso Brasileiro de Custos, Fortaleza - CE, 03 a 05 de novembro de 2009.
- CHALMERS, P. Multidimensional Item Response Theory. Package: mirt, Version: 0.1-19, 09 agost. 2011.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. Disponível em: <[http://cbc2011.edugraf.ufsc.br/?page\\_id=41](http://cbc2011.edugraf.ufsc.br/?page_id=41)>. Acesso em: 25 dez. 2011.
- FORNELL, C. et al. The American customer satisfaction index: nature, purpose, and findings. *Journal of Marketing*, v. 60, n. 4, p. 07-18, 1996.
- KOTLER, P. *Administração de Marketing*, 10 ed., 7ª reimpressão, Tradução Bazán Tecnologia e Lingüística. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- MIGUEL, P. A. C.; SALOMI, G. E. Uma revisão dos modelos para medição da qualidade em serviços. *Revista Produção*, v. 14, n. 1, p. 12-30, 2004.
- PASQUALI, L.; PRIMI, R. Fundamentos da Teoria da Resposta ao Item –TRI. *Avaliação Psicológica*, v. 2, n. 2, p. 99-110, 2003.



- R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2009. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.rproject.org>>.
- RABELO, M. L. A Teoria de Resposta ao Item no Novo Enem. *Revista Explicando o Enem - Educar para as Competências*. São Paulo: Abril Educação, p. 65-67, 2009. Disponível em: <[www.ser.com.br/especiais/enem/Artigo\\_Mauro.pdf](http://www.ser.com.br/especiais/enem/Artigo_Mauro.pdf)>. Acesso em: 05 jul. 2010.
- RECKASE, M.D. Unifactor latent trait models applied to multifactor tests: results and implications. *Journal of Educational Statistics*, v. 4, n. 3, p. 207-230, 1979.
- Revelle, W. *Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research*. Package: psych ,Version 1.2.3, abril 2012.
- SAMEJIMA, F. Estimation of latent trait ability using a response pattern of graded scores. *Psychometrika Monograph Supplement*, n. 17, Richmond, VA: Psychometric Society, 1969.
- SPRENG, R. A.; MACKENZIE, S.B.; OLSHAVSKY, R.W. A reexamination of the determinations of consumer satisfaction. *Journal of Marketing*, v. 60, n. 3, p. 15-32, 1996.
- THISSEN, D.; CHEN, W-H.; BOCK, R. D. (2003). MULTILOG 7 for Windows: Multiple-category item analysis and test scoring using item response theory [Computer software]. Lincolnwood, IL: Scientific Software International, Inc.

