EC330
Tratamento da Informação

Da Teoria Clássica de Testes
Para a Teoria da Resposta ao Item

Prof. Dr. Maurício U. Kleinke

PECIM – PPG em Ensino de Ciências e Matemática

Grupo de Ensino e Avaliação

DFA/IFGW/Unicamp

Textos para discussão
Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Número 25

Da Teoria Clássica de Testes Para a Teoria da Resposta ao Item

Philip Ralph Fletcher

UNICAMP

IFGW
Instituto de Física Gleb Wataghin

Enxergando a curva logística

- Exemplos de algumas aplicações:
- Vestibular Unicamp
- Enem CN
- Enem Mat

Vestibular Unicamp

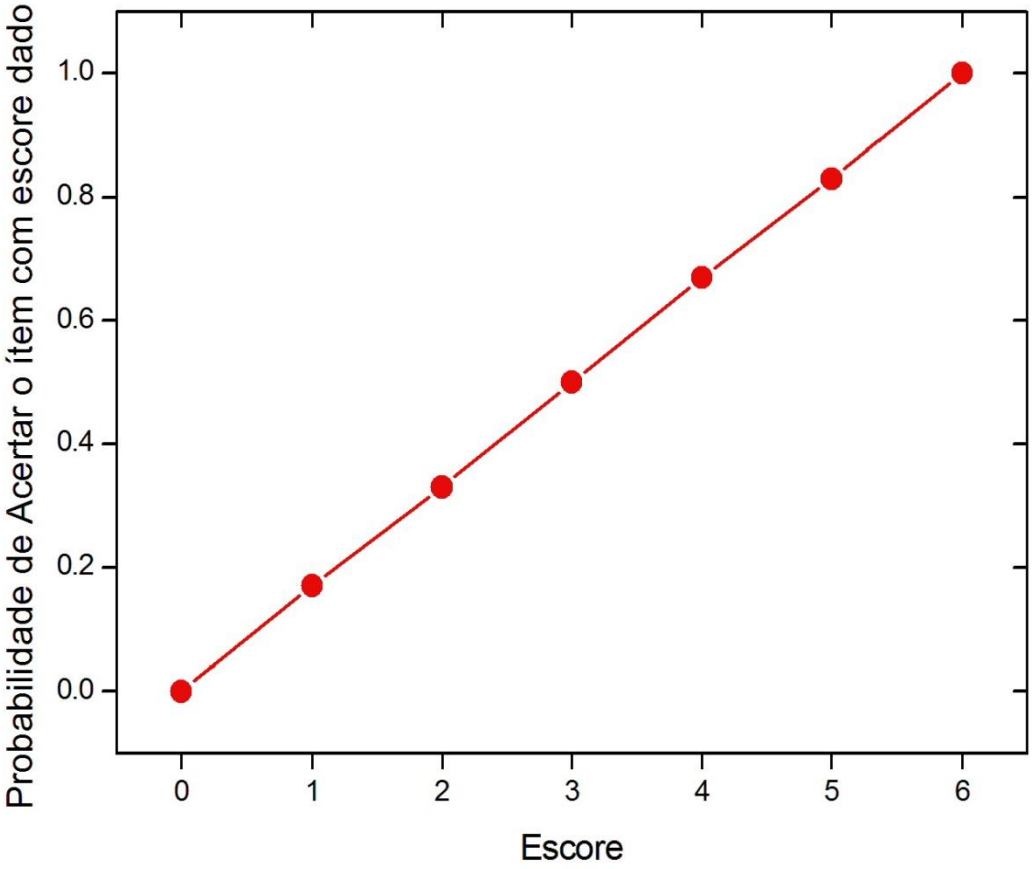
Exemplo de um teste

- Seis questões de matemática da prova da 1ª fase do vestibular 2011 (21 a 27).
- O escore final foi a soma das seis questões.
- Aprox. 53 mil respondentes.

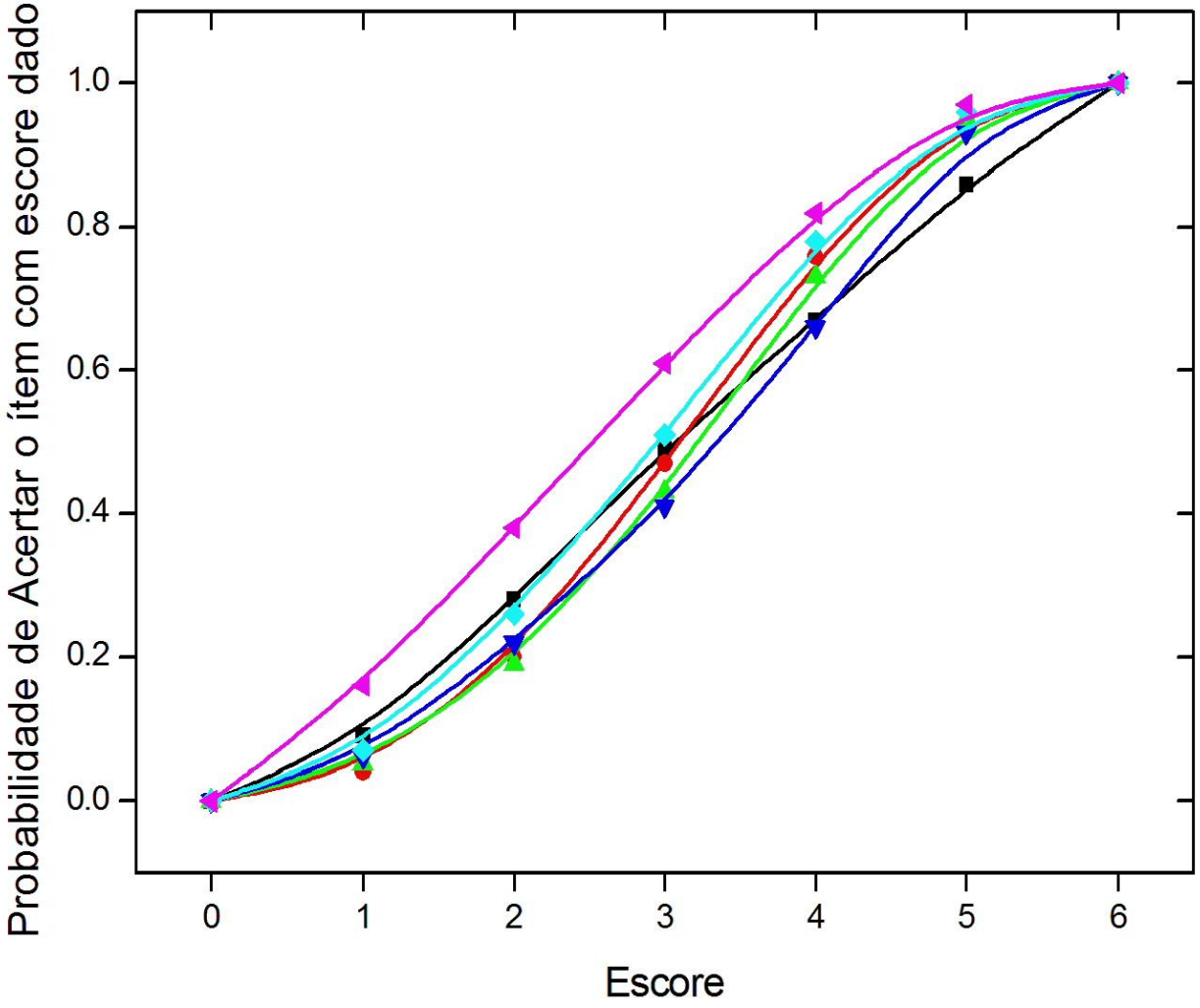
- A probabilidade de obter uma determinada nota em uma questão (item) é a mesma para cada escore final, 0, 1, 2, 3, ...6?

Resposta pela Teoria Clássica dos Testes

- Sim, para todas as questões a probabilidade é a mesma!

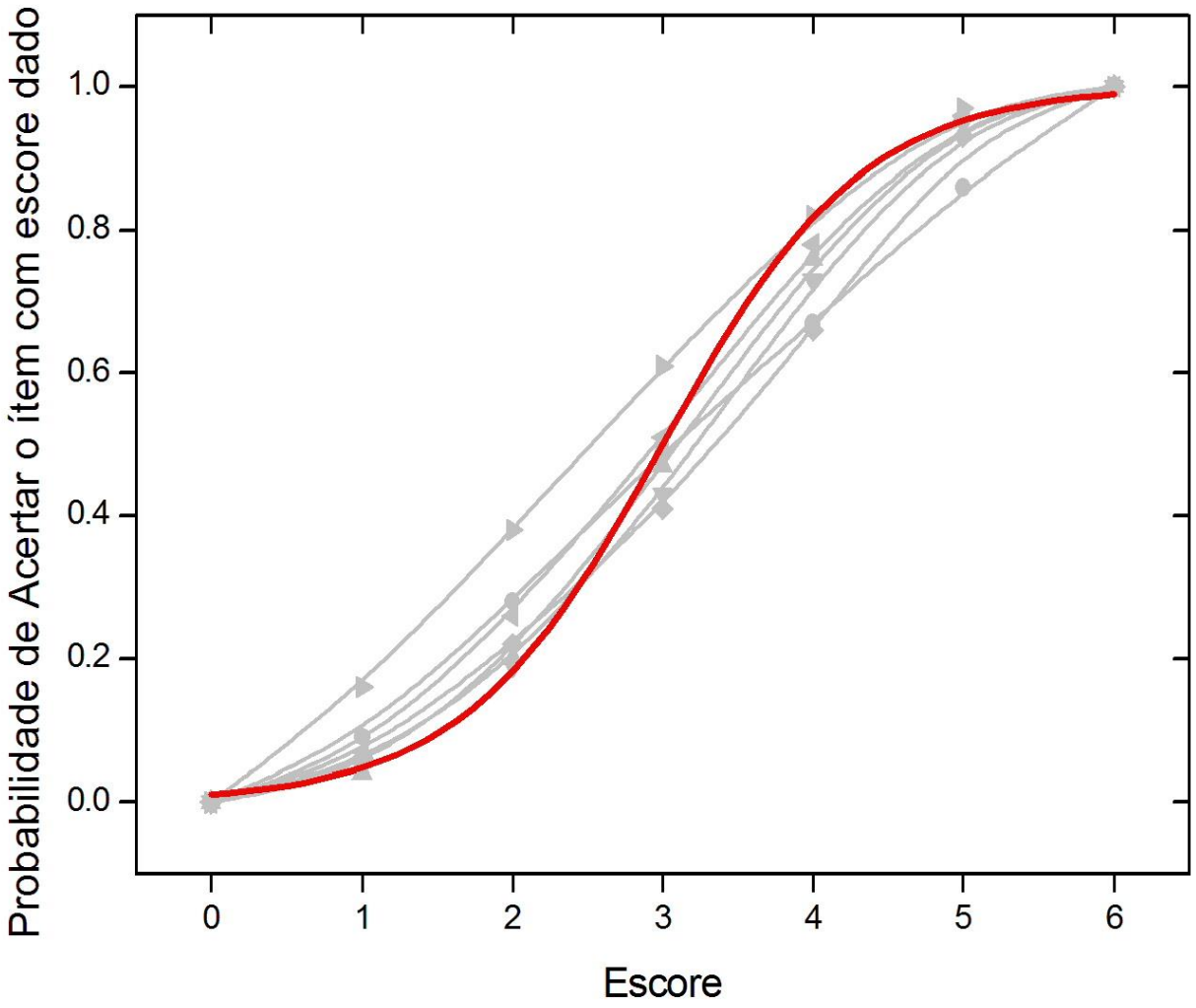


Mundo real, medida das seis questões



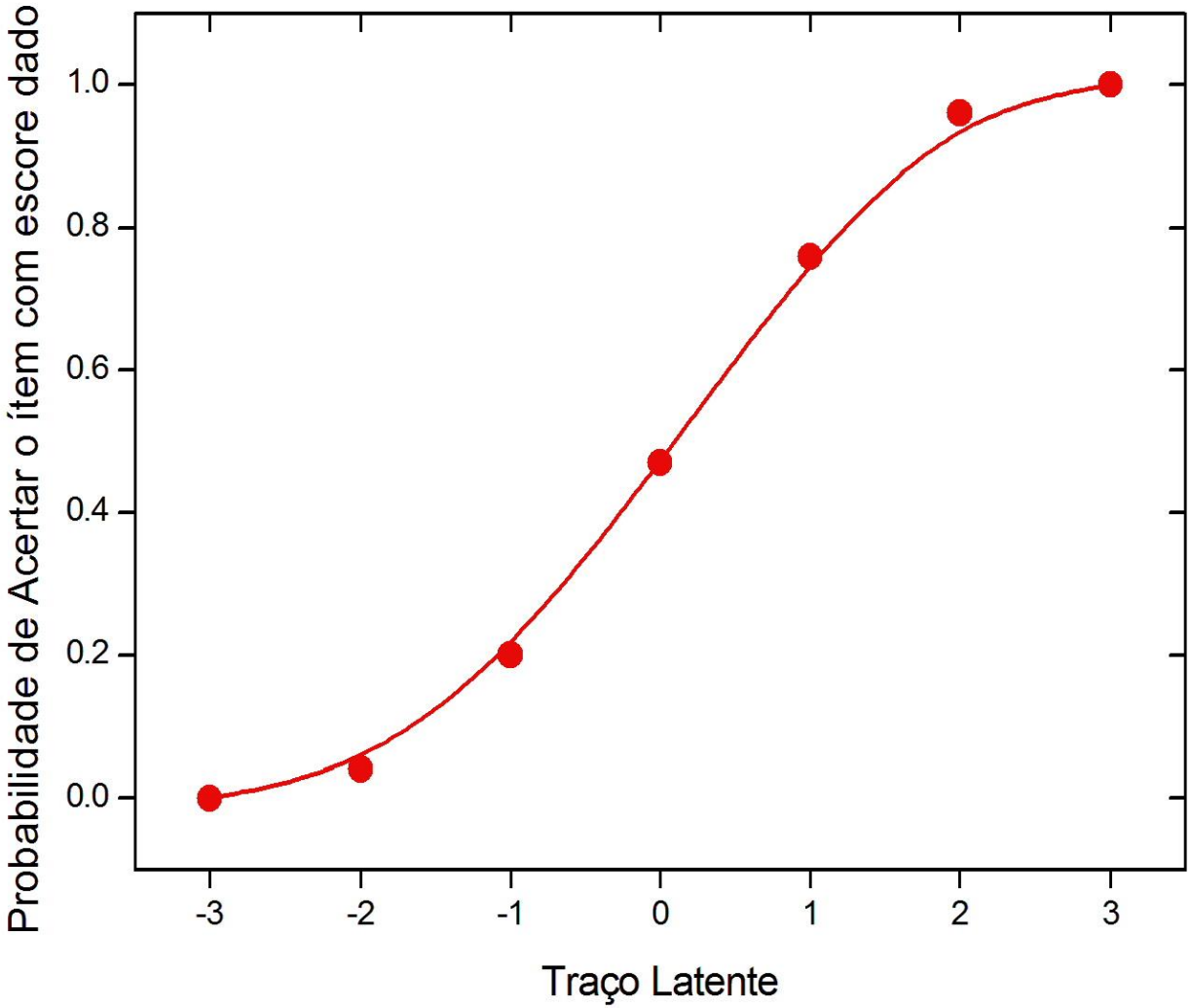
IFGW
Instituto de Física Gleb Wataghin

Teoria de Resposta ao Item



IFGW
Instituto de Física Gleb Wataghin

A interpretação muda!



Teoria da Resposta ao Item

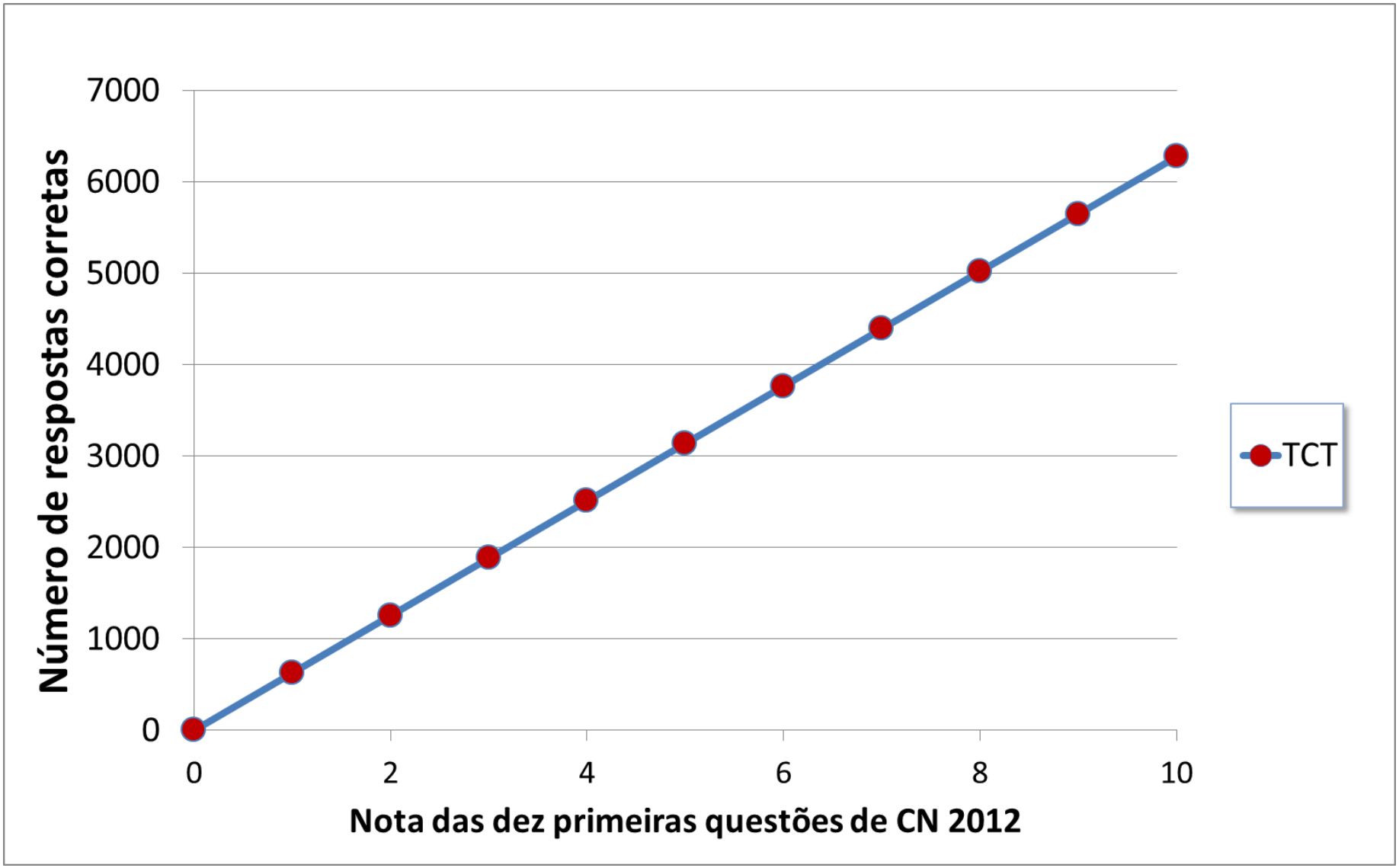
- Cada questão tem uma dificuldade variável, calculada por ajustes entre todos os candidatos e todas as questões.

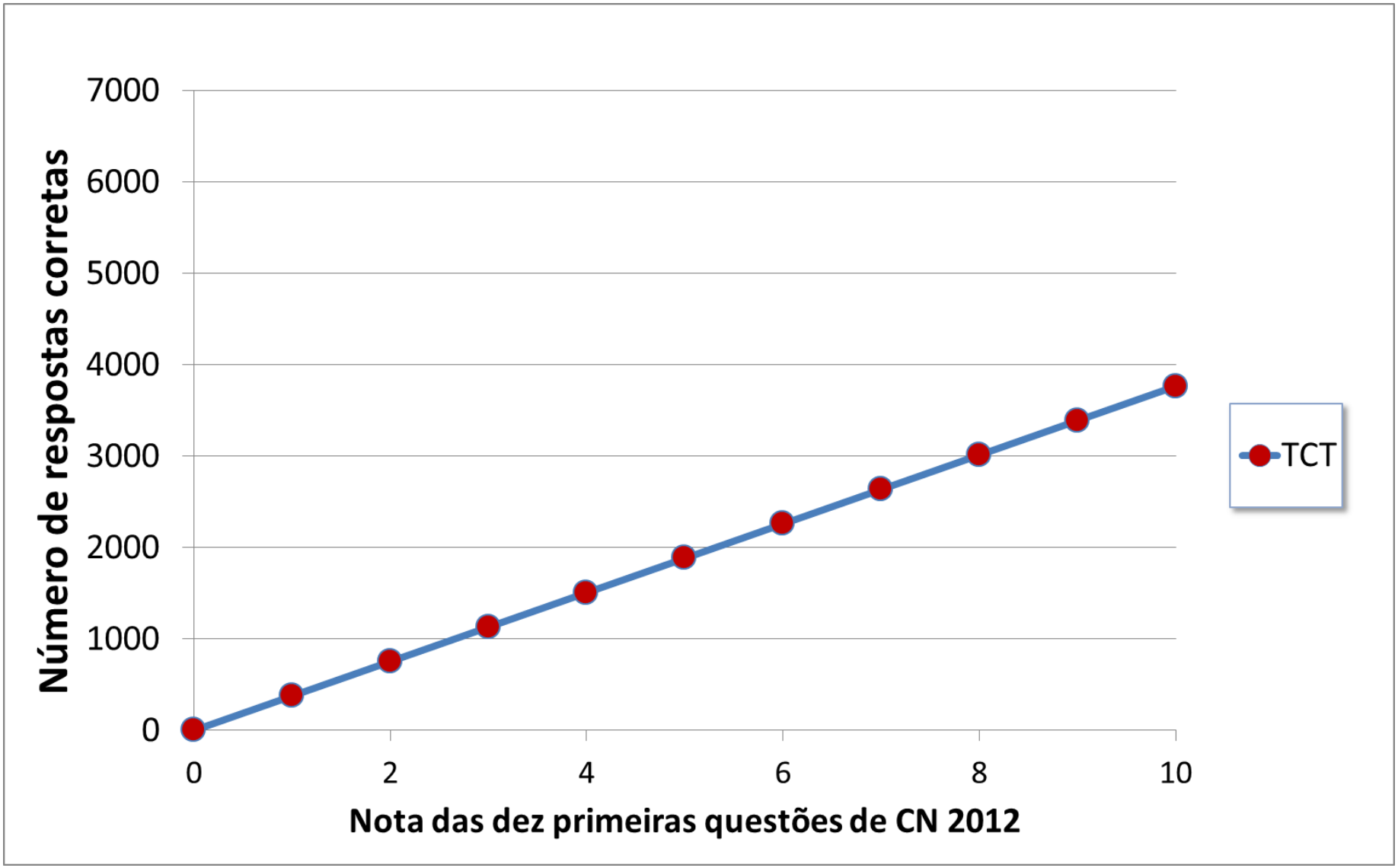
- Esses ajustes definem um valor de traço latente para cada questão, que indica o quanto de “algo” (conhecimento, habilidade, competência, sorte) cada candidato possui em relação ao conjunto completo de questões.

CN Enem 2012 Campinas

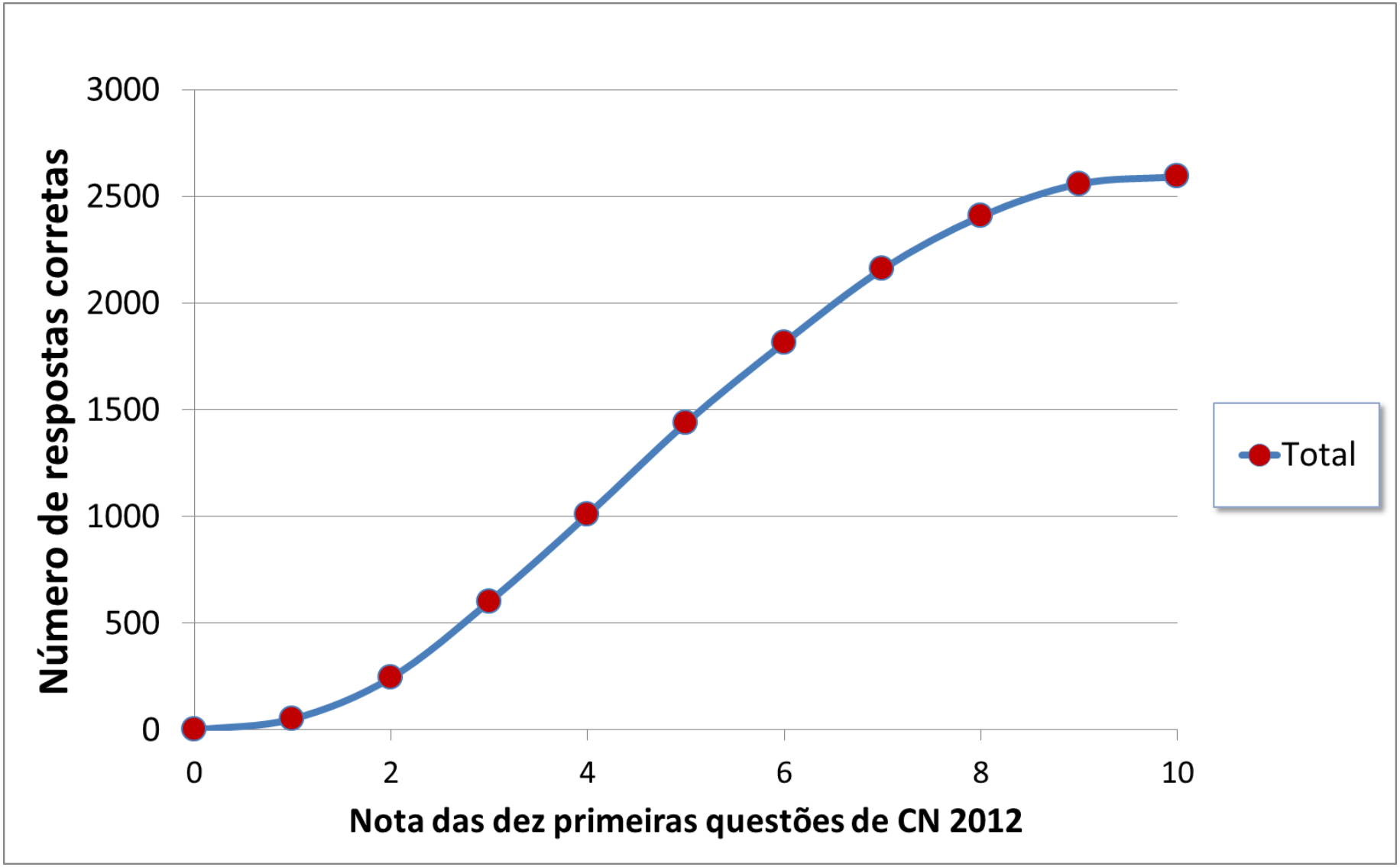
Outro exemplo: Enem

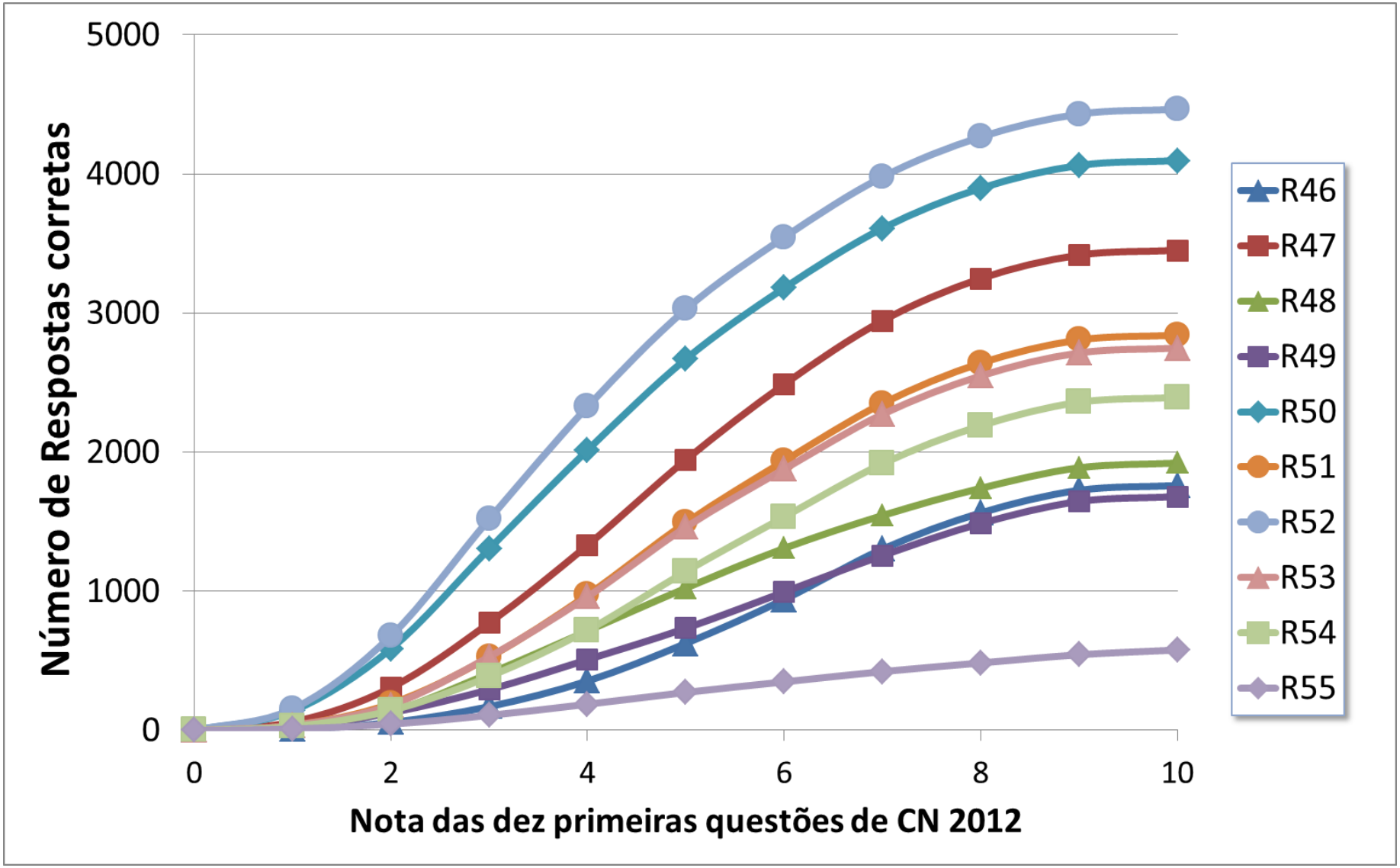
- As dez primeiras questões da prova (azul) de Ciências da Natureza de 2012;
- Foram recortadas todas as escolas do município de Campinas, SP, totalizando 6274 candidatos;
- Os acerto são independentes do escore total;

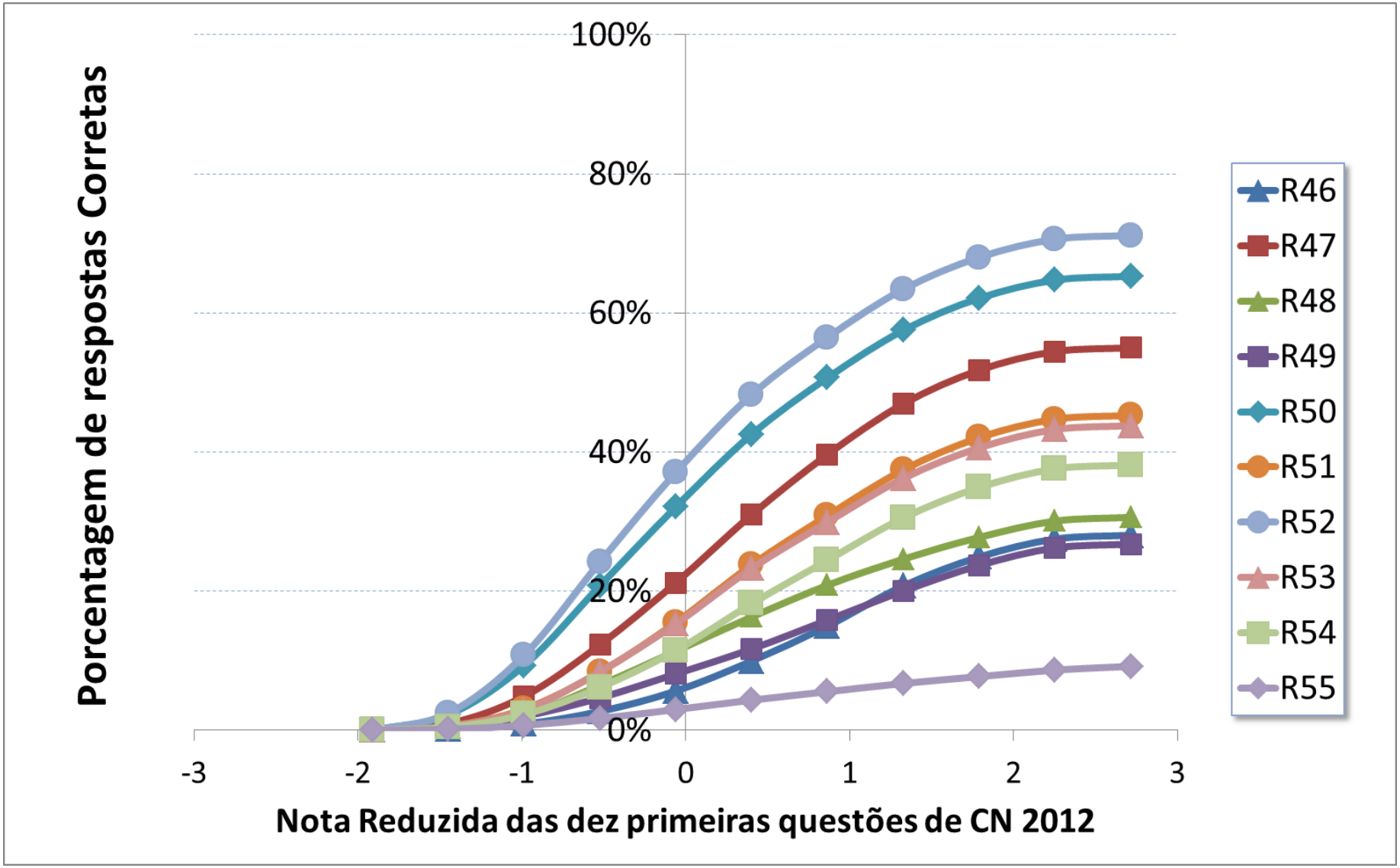

7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Número de respostas corretas
0
2
4
6
8
10
Nota das dez primeiras questões de CN 2012
TCT



Instituto de Física Gleb Wataghin


3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Número de respostas corretas
0
2
4
6
8
10
Nota das dez primeiras questões de CN 2012
Total


5000
4000
3000
2000
1000
0
Número de Respostas corretas
0
2
4
6
8
10
Nota das dez primeiras questões de CN 2012
R46
R47
R48
R49
R50
R51
R52
R53
R54
R55


Porcentagem de respostas Corretas
100%
80%
60%
40%
20%
0%
-3
-2
-1
0
1
2
3
Nota Reduzida das dez primeiras questões de CN 2012
R46
R47
R48
R49
R50
R51
R52
R53
R54
R55

Similaridade entre as Curvas

- Observa-se que todas as curvas (associadas às questões) apresentam um comportamento similar, uma curva que é conhecida como curva logística;
- Apresentamos duas curvas separadamente, relativas às questões 46 e 52:

Questão 46

QUESTÃO 46

Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de

- **A** garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
- **B** latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
- **C** sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
- **D** embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
- **E** garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.

Questão 52

QUESTÃO 52

Medidas de saneamento básico são fundamentais no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da população. Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças. Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

Relacionando os sintomas apresentados com as condições sanitárias da localidade, há indicações de que o paciente apresenta um caso de

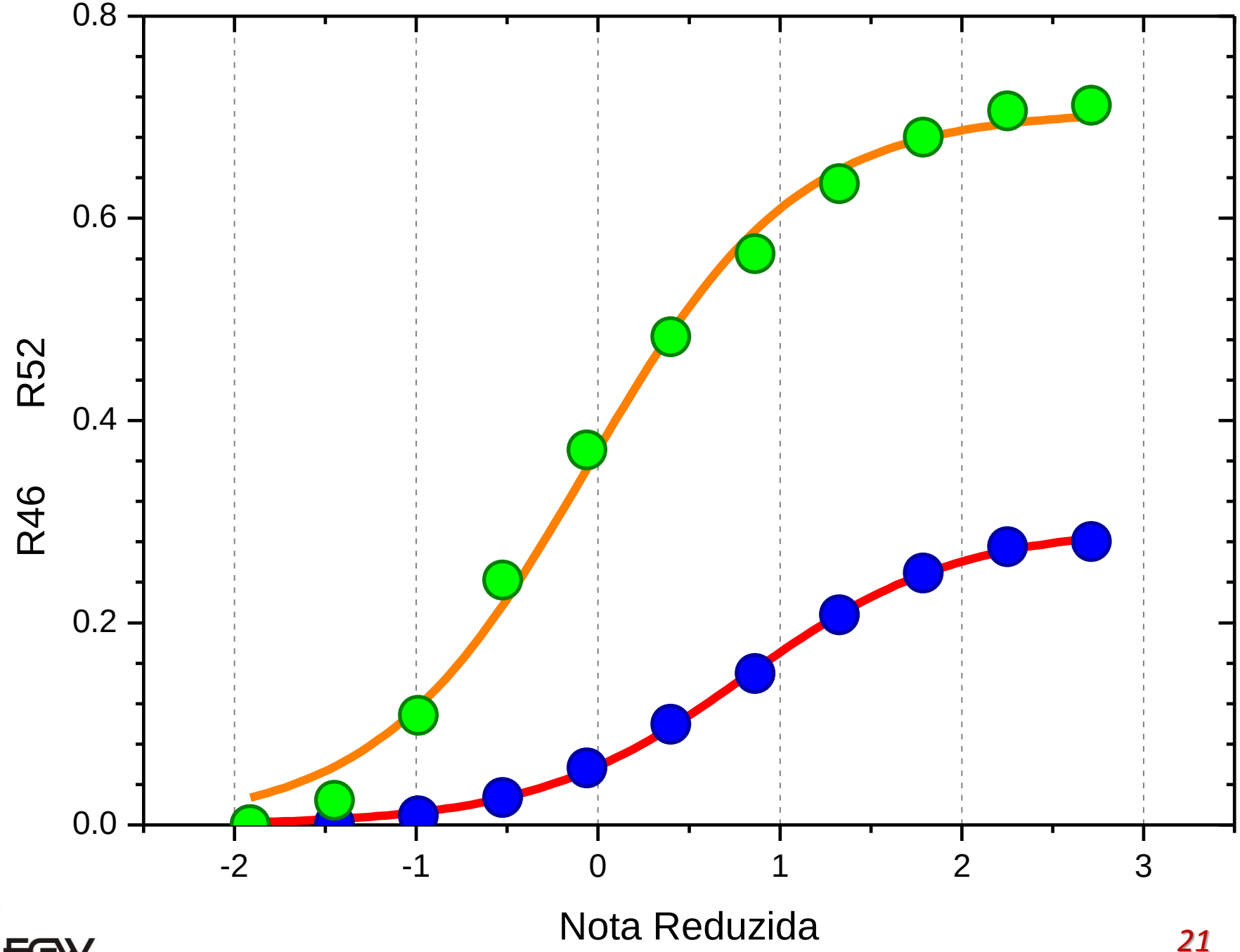
A difteria.

B botulismo.

C tuberculose.

D leptospirose.

E meningite meningocócica.


0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
R46
R52
-2
-1
0
1
2
3
Nota Reduzida

Ajustes

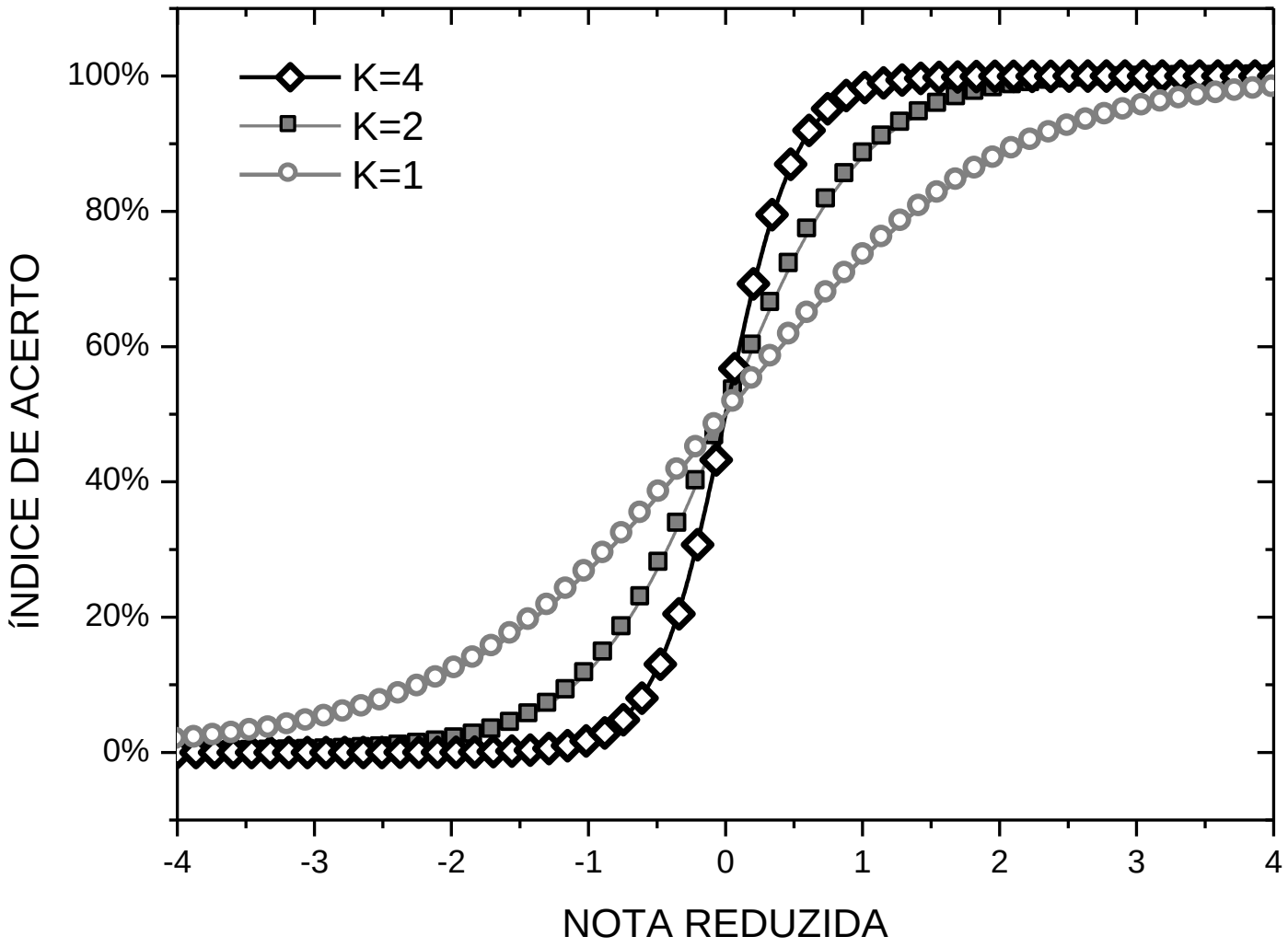
- Existem vários ajustes possíveis para a Teoria da Resposta ao Item;
- No nosso caso, utilizamos um ajuste muito simples, que se traduz em indicar a dificuldade, a discriminação e a intensidade do acerto;
- Não é o ajuste próprio do INEP/Enem, é similar;

Modelo para ajuste

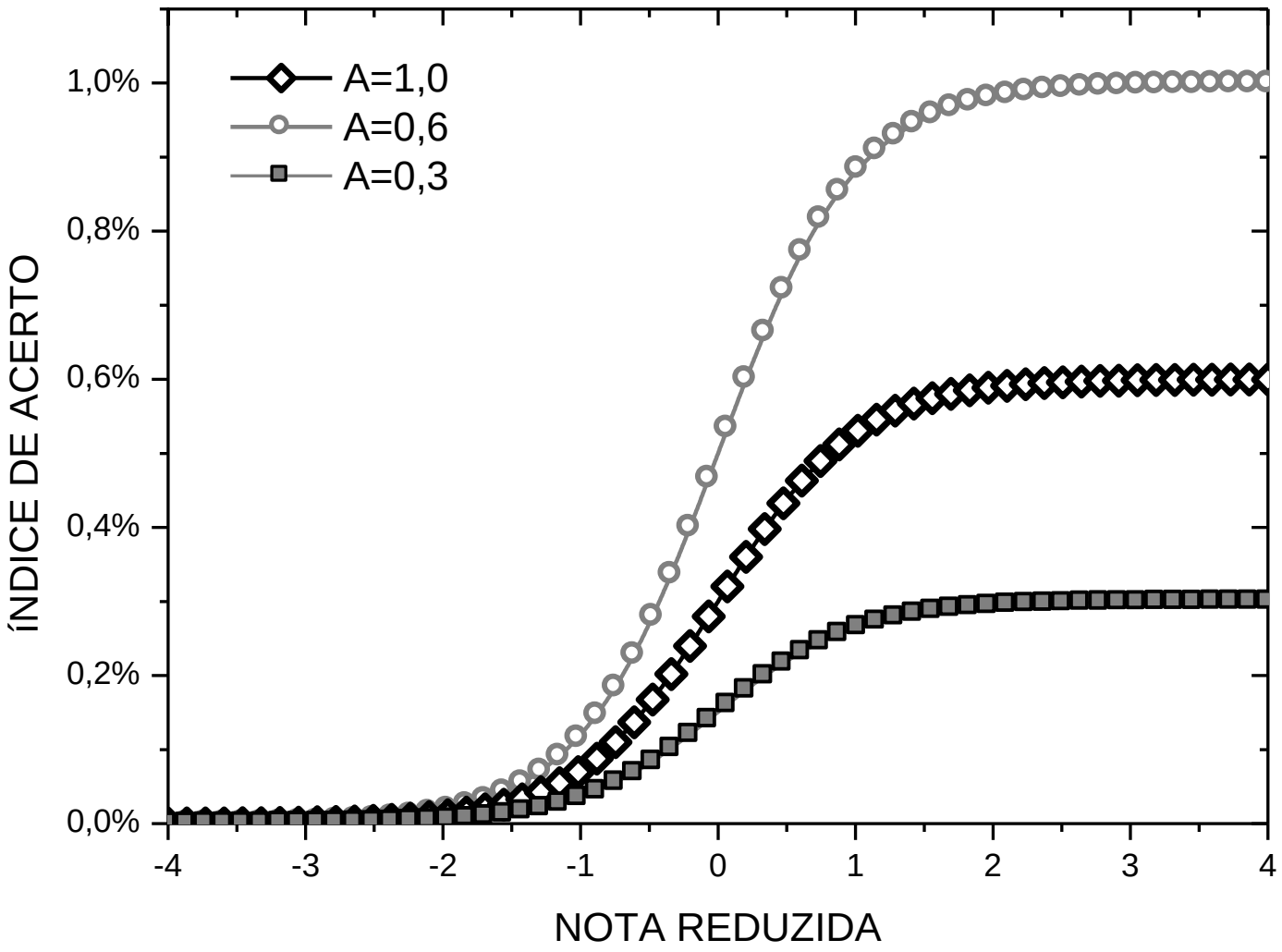
$$p = \frac{a}{(1 + e^{(-k(x - x_C))})}$$

- a: nível de acerto;
- k: discriminação;
- x_c : dificuldade do item/metade da altura da distribuição.

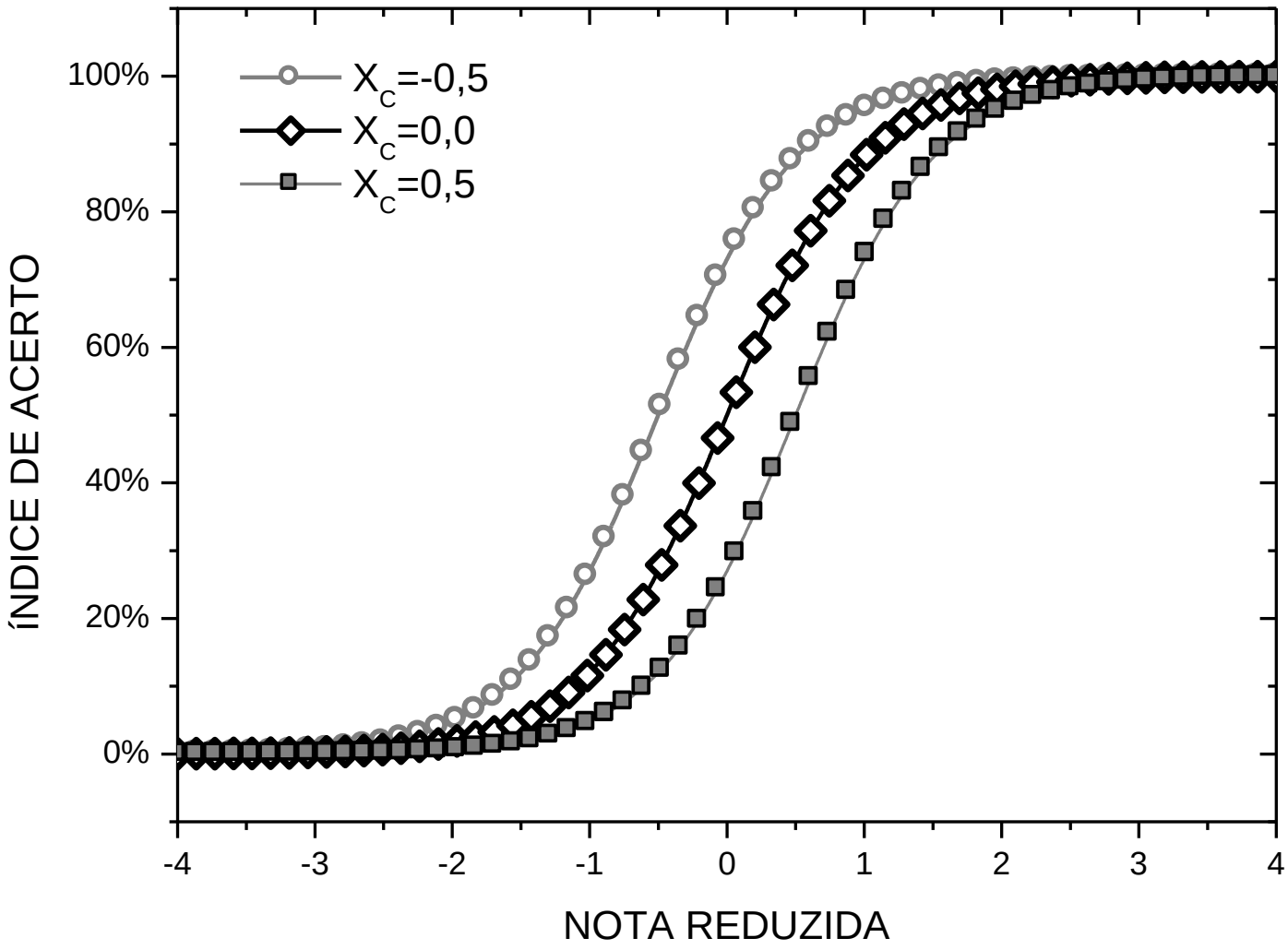
Efeito da discriminação



Efeito do nível de acerto

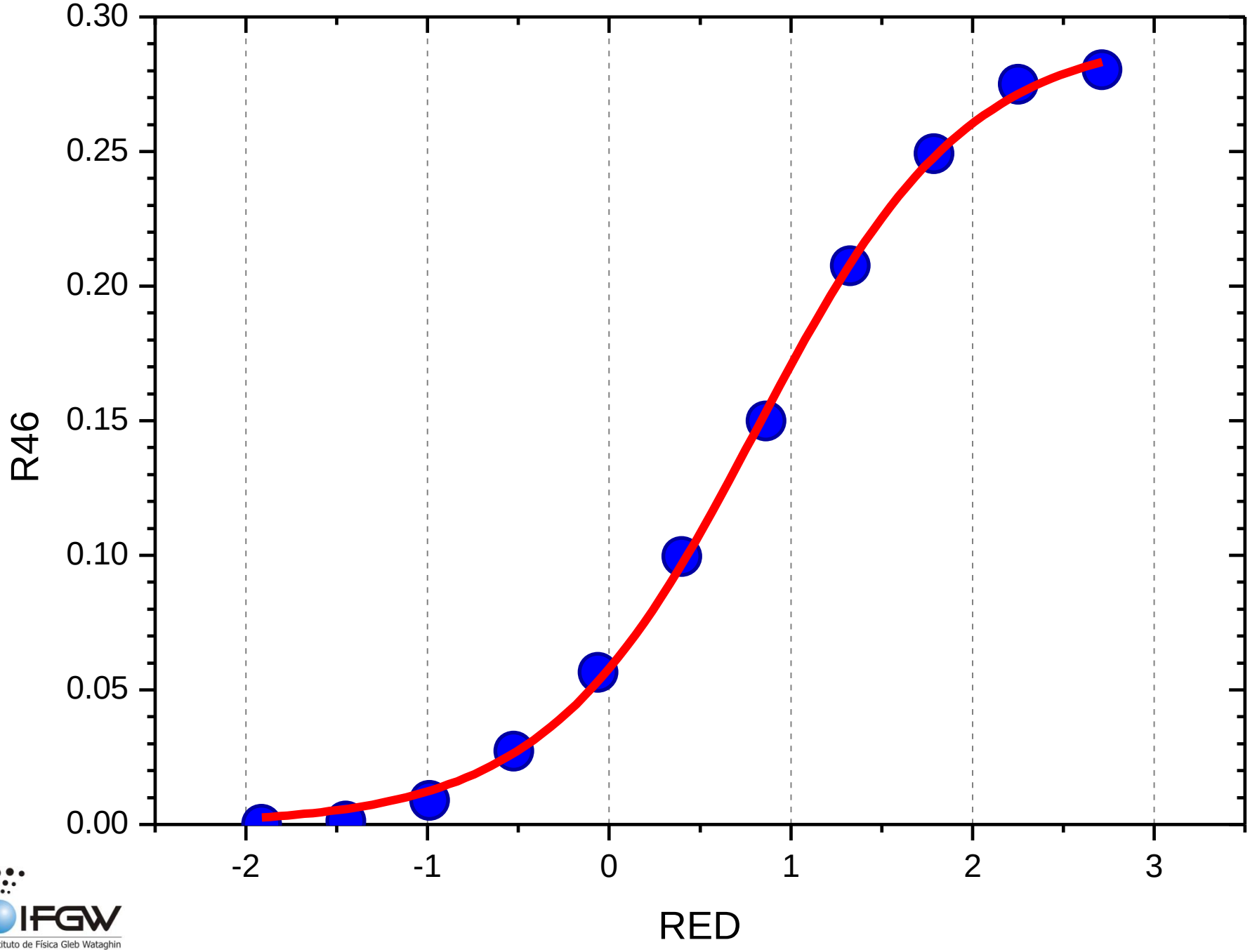


Efeito da Dificuldade do Item



Model	Slogistic1
Equation	y = a/(1 + exp(-k*(x-xc)))
Reduced Chi-Sqr	1.18577E-5
Adj. R-Square	0.99908

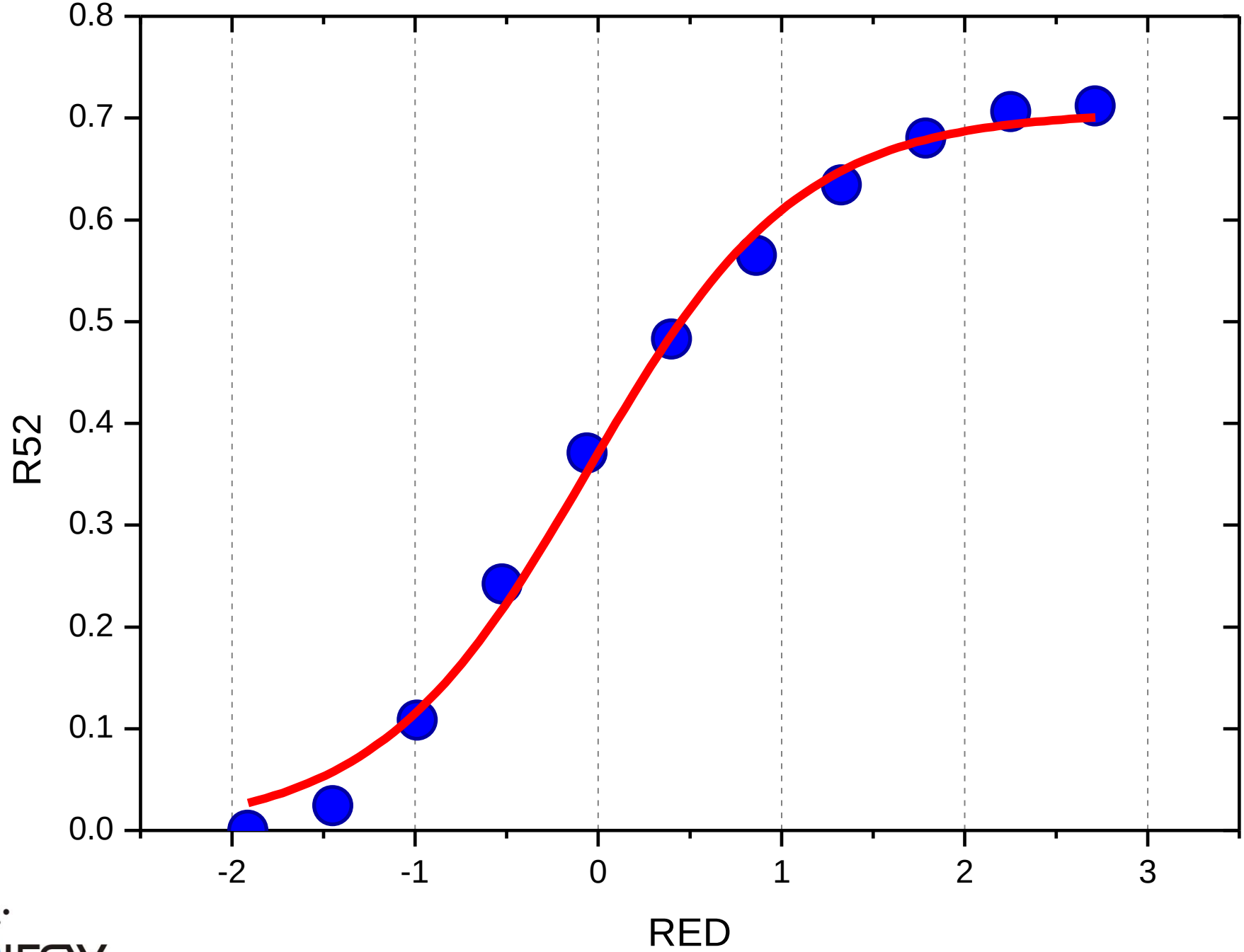
		Value	Standard Error
R46	a	0.29388	0.00384
R46	xc	0.81205	0.02636
R46	k	1.72785	0.05784



IFGW
Instituto de Física Gleb Wataghin

Model	Slogistic1
Equation	y = a/(1 + exp(-k*(x-xc)))
Reduced Chi-Sqr	4.86489E-4
Adj. R-Square	0.99367

		Value	Standard Error
R52	a	0.70616	0.01504
R52	xc	-0.05881	0.05358
R52	k	1.73884	0.13467

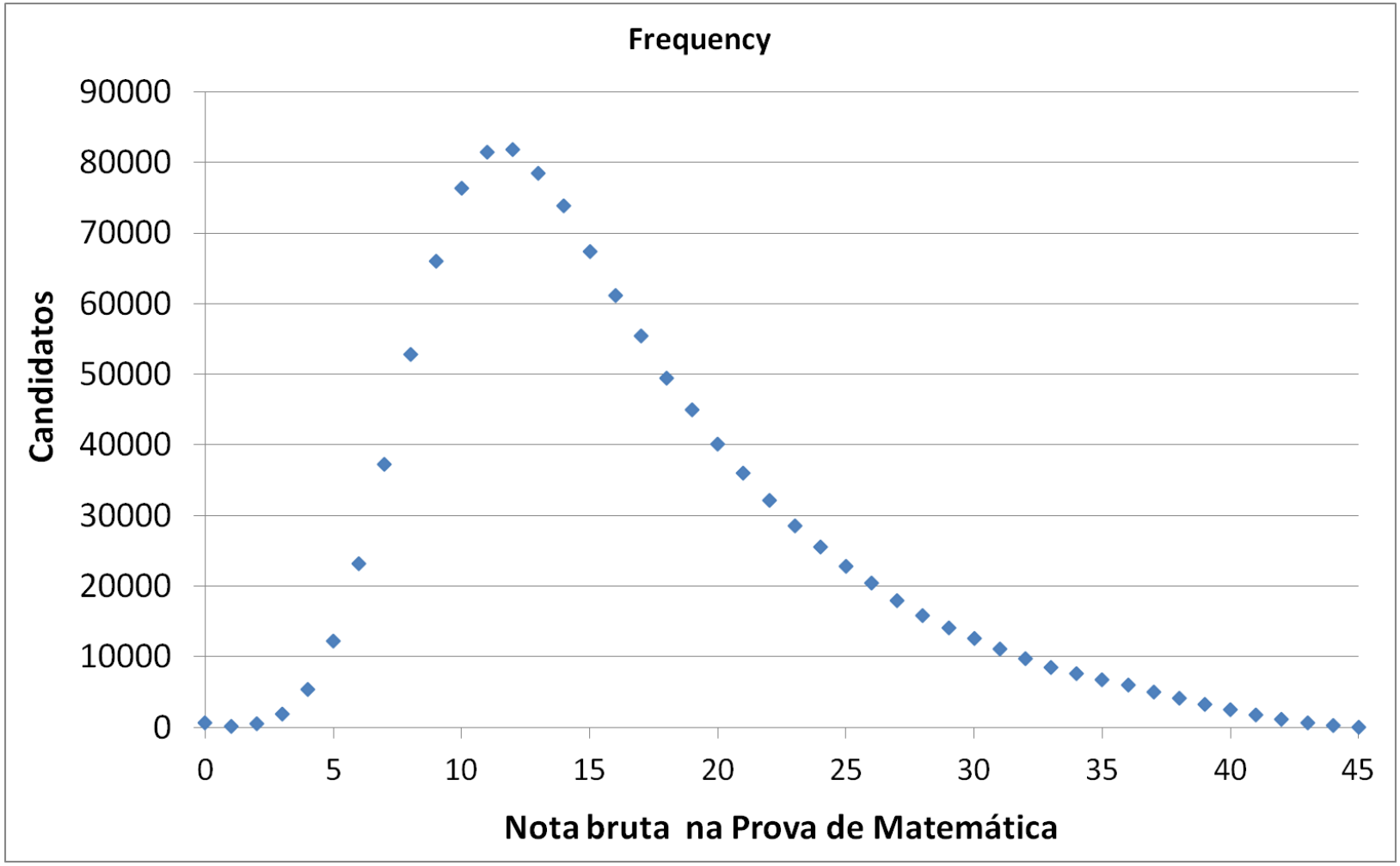


IFGW
Instituto de Física Gleb Wataghin

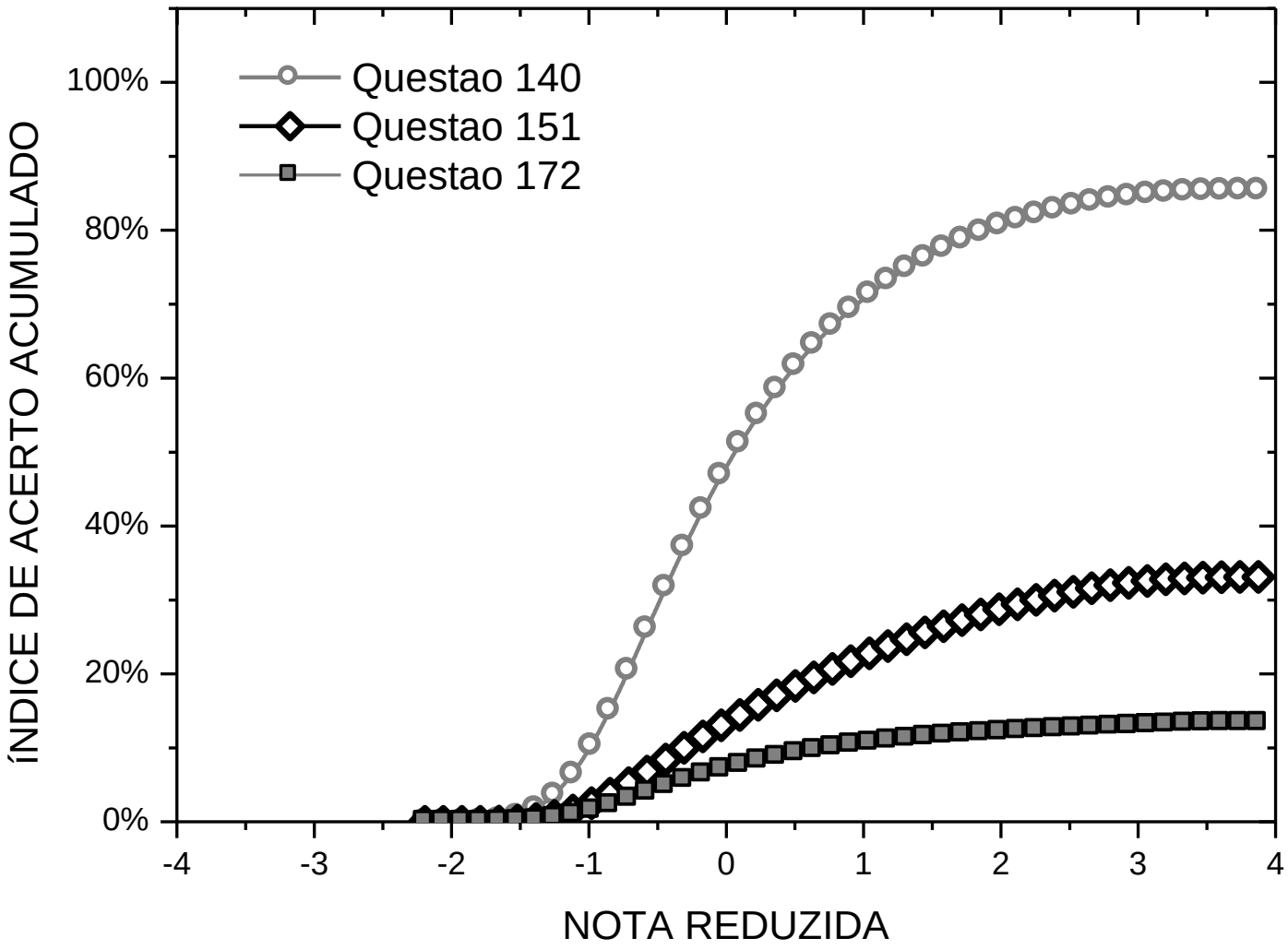
Prova de Matemática

Enem

- Três questões da prova (amarela) de Matemática de 2012;
- Foram recortadas todos os respondentes concluintes;
- 1.205.063 candidatos;
- A 1ª mais fácil (140), a 23ª (151)e a 45ª (mais difícil, 172).

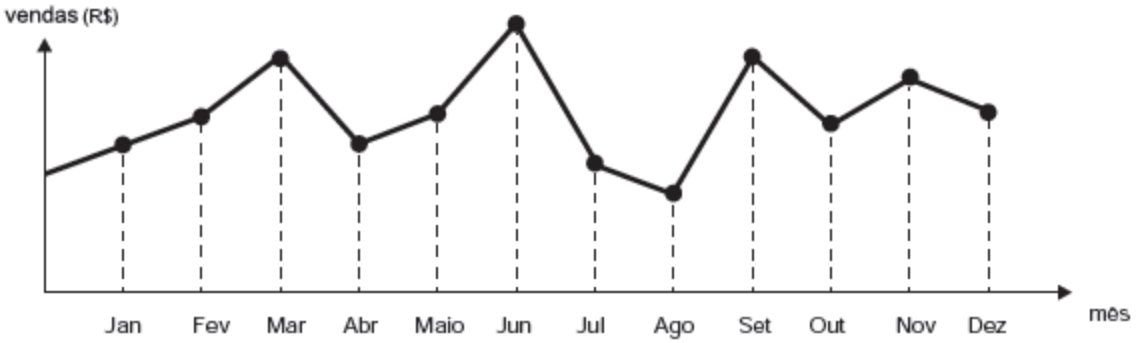

Frequency
Candidatos
90000
80000
70000
60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
Nota bruta na Prova de Matemática

Gráficos das questões



QUESTÃO 140

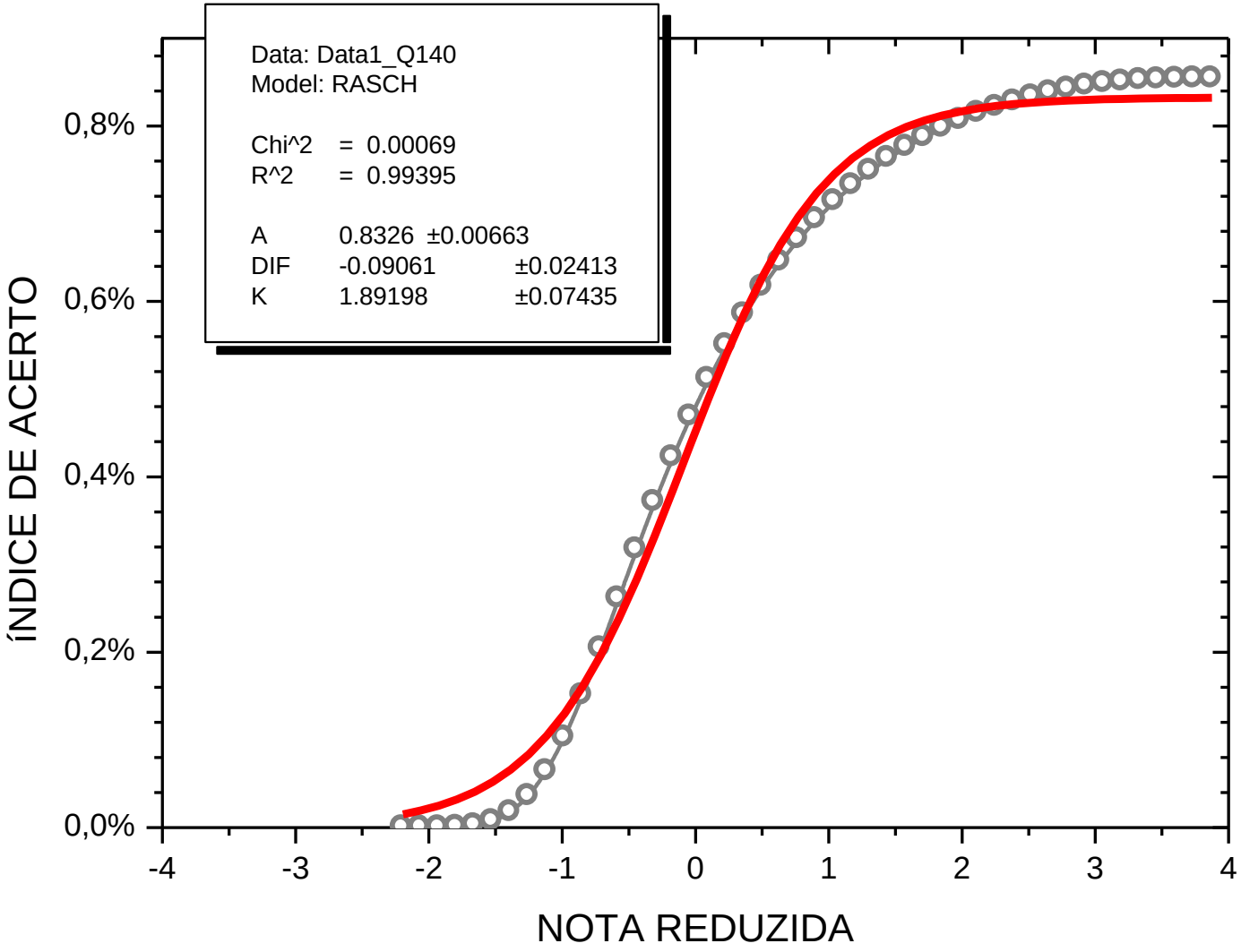
O dono de uma farmácia resolveu colocar à vista do público o gráfico mostrado a seguir, que apresenta a evolução do total de vendas (em Reais) de certo medicamento ao longo do ano de 2011.



De acordo com o gráfico, os meses em que ocorreram, respectivamente, a maior e a menor venda absolutas em 2011 foram

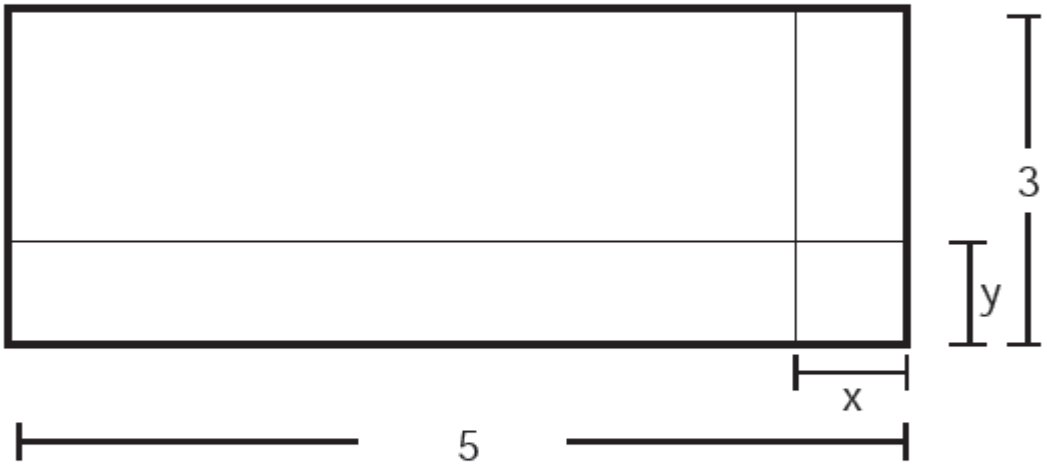
A) março e abril.
B) março e agosto.
C) agosto e setembro.
D) junho e setembro.
E) junho e agosto.

Questão 140


Data: Data1_Q140
Model: RASCH
Chi^2 = 0.00069
R^2 = 0.99395
A 0.8326 ±0.00663
DIF -0.09061 ±0.02413
K 1.89198 ±0.07435
0,8%
0,6%
0,4%
0,2%
0,0%
ÍNDICE DE ACERTO
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
NOTA REDUZIDA

QUESTÃO 151

Um forro retangular de tecido traz em sua etiqueta a informação de que encolherá após a primeira lavagem mantendo, entretanto, seu formato. A figura a seguir mostra as medidas originais do forro e o tamanho do encolhimento (x) no comprimento e (y) na largura. A expressão algébrica que representa a área do forro após ser lavado é (5 – x) (3 – y).



Nestas condições, a área perdida do forro, após a primeira lavagem, será expressa por

A) 2xy

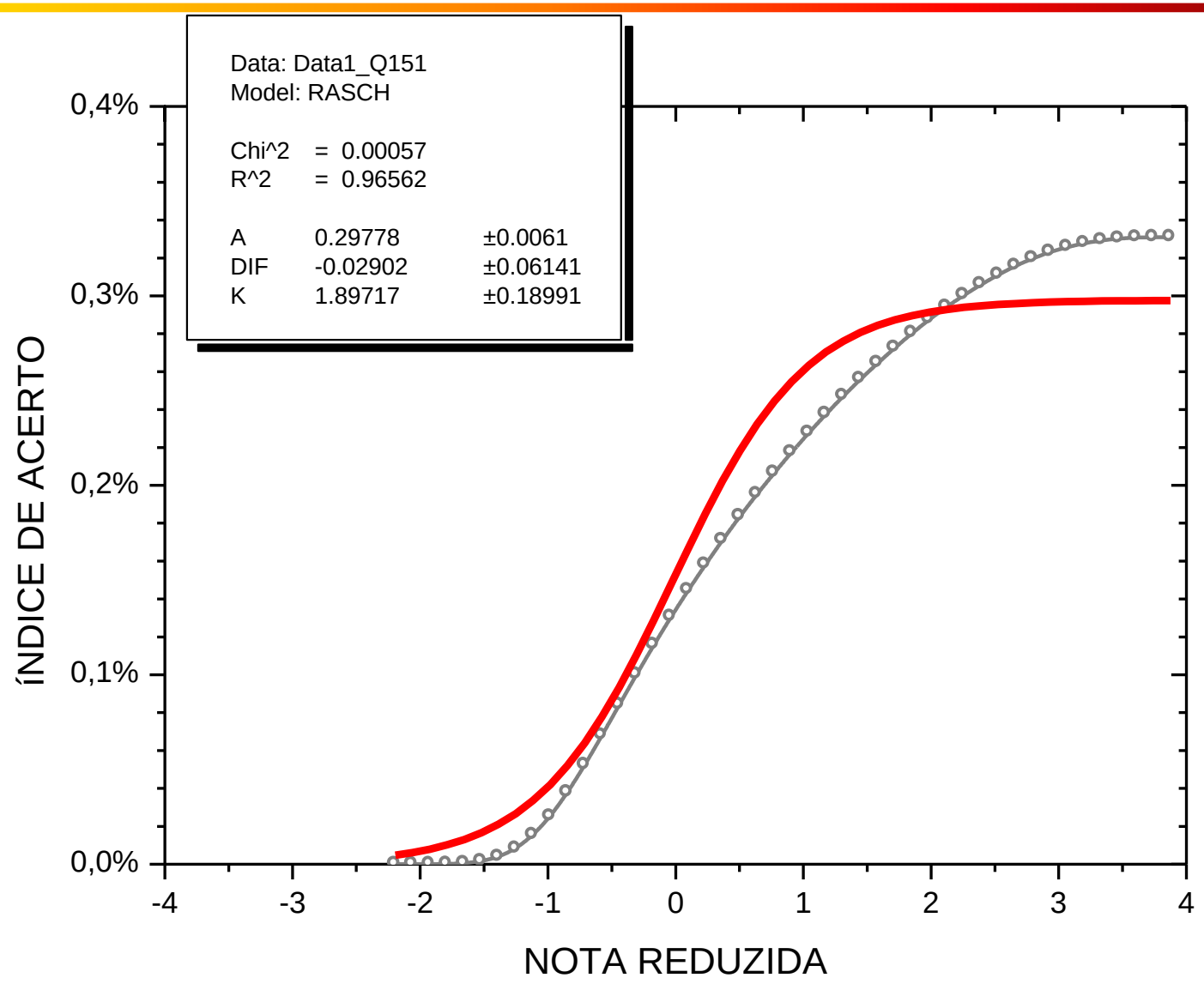
B) 15 – 3x

C) 15 – 5y

D) –5y – 3x

E) 5y + 3x – xy

Questão 151


Data: Data1_Q151
Model: RASCH
Chi^2 = 0.00057
R^2 = 0.96562
A 0.29778 ±0.0061
DIF -0.02902 ±0.06141
K 1.89717 ±0.18991
0,4%
0,3%
0,2%
0,1%
0,0%
ÍNDICE DE ACERTO
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
NOTA REDUZIDA

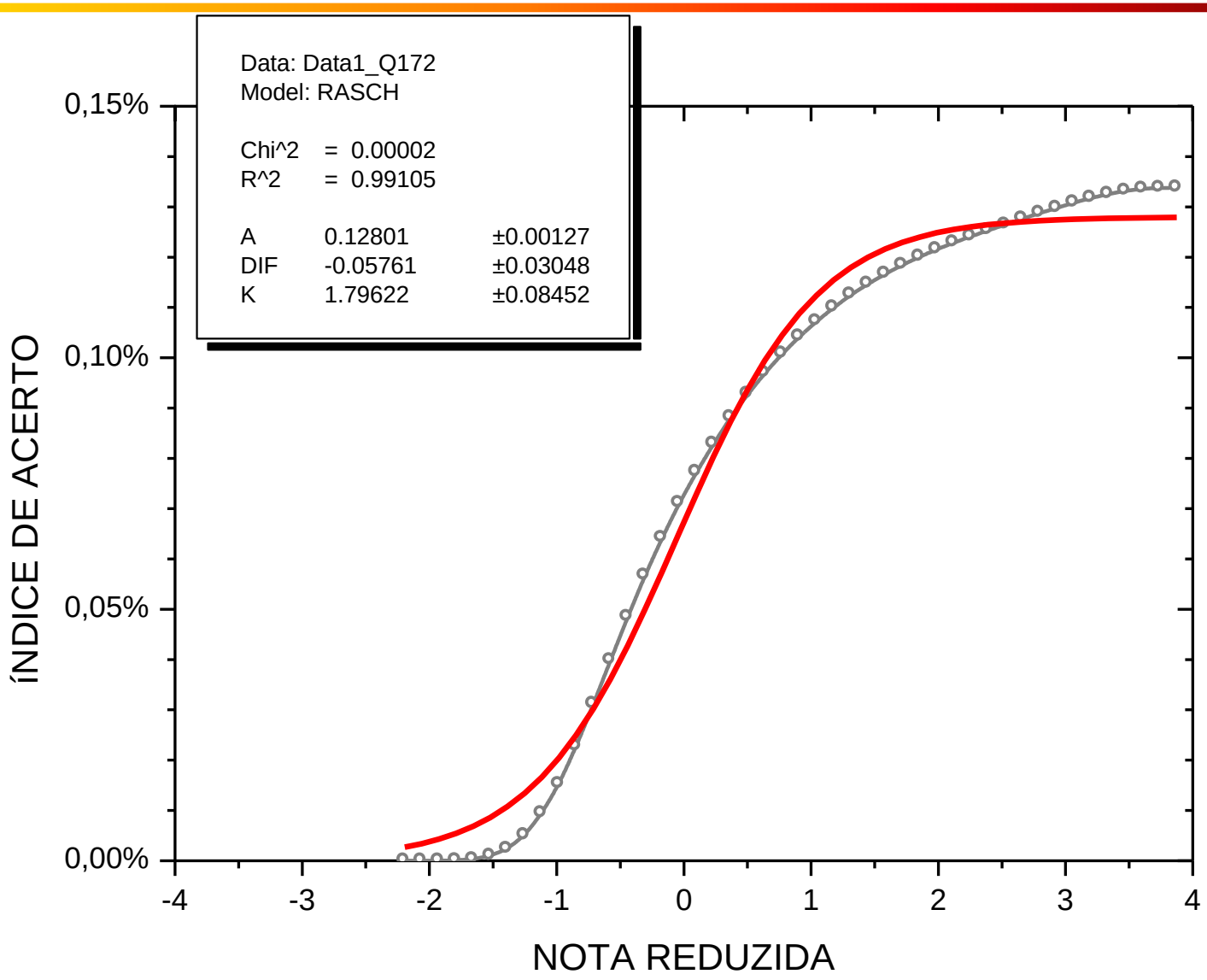
QUESTÃO 172

Um produtor de café irrigado em Minas Gerais recebeu um relatório de consultoria estatística, constando, entre outras informações, o desvio padrão das produções de uma safra dos talhões de sua propriedade. Os talhões têm a mesma área de 30 000 m^2 e o valor obtido para o desvio padrão foi de 90 kg/talhão. O produtor deve apresentar as informações sobre a produção e a variância dessas produções em sacas de 60 kg por hectare (10 000 m^2).

A variância das produções dos talhões expressa em $(\text{sacas/hectare})^2$ é

- **A** 20,25.
- **B** 4,50.
- **C** 0,71.
- **D** 0,50.
- **E** 0,25.

Questão 172


Data: Data1_Q172
Model: RASCH
Chi^2 = 0.00002
R^2 = 0.99105
A 0.12801 ±0.00127
DIF -0.05761 ±0.03048
K 1.79622 ±0.08452
0,15%
0,10%
0,05%
0,00%
ÍNDICE DE ACERTO
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
NOTA REDUZIDA

Sobre a TRI

- Combina o total de respostas com as respostas individuais;
- Permite comparar os resultados ano a ano (com algumas ressalvas);
- Apresenta uma alta correlação com a nota bruta ~ 94%;
- É uma caixa-preta para as pessoas que não estão diretamente envolvidas no processo, impossível de recalcular a nota.