

Nota Técnica do Índice Socioeconômico (ISE) dos Estudantes

SAESE 2024

O nível socioeconômico dos estudantes é um constructo latente, ou seja, ele não pode ser diretamente observado. Por essa razão, é preciso ter uma estratégia para levantar informações sobre características observáveis que revelem as condições dos estudantes e dos seus domicílios. No âmbito da avaliação educacional, a forma usual de coletar essas informações se dá por meio da inclusão de perguntas em questionários sobre aspectos econômicos, sociais e culturais do estudante e da sua família. As perguntas versam sobre a escolaridade dos pais ou responsáveis, sobre bens, serviços e características dos domicílios, bem como sobre o acesso a políticas de transferência de renda. Os itens individuais são combinados em uma medida que representa de forma sintética o constructo.

A presente nota técnica tem como objetivo descrever a metodologia que embasa a elaboração desta medida, nomeada aqui como Índice Socioeconômico dos Estudantes (ISE). Os dados são referentes à edição 2024 do Sistema de Avaliação da Educação Básica de Sergipe (SAESE 2024). Apresentamos os itens que foram utilizados para a construção do índice e, na sequência, descrevemos a metodologia aplicada em seu cálculo. A partir da medida criada, os estudantes foram agrupados em quatro níveis, de acordo com os quartis do índice, que refletem condições similares nos aspectos sociais e econômicos para os respondentes. Por fim, realizamos a validação da medida criada a partir de contrastes e correlações.

DADOS E METODOLOGIA

Os dados utilizados para a construção do ISE são provenientes de instrumentos aplicados aos estudantes de turmas do 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio. A Tabela a seguir apresenta os dados de participação por etapa.

Tabela 1: Participação dos Estudantes no Questionário Contextual por Etapa

Etapa	Previsto	Efetivo	Participação
5EF	22849	21080	92%
9EF	21996	20158	92%
3EM	18719	17284	92%
Total	63564	58522	92%

O ISE foi calculado com base nas respostas a 16 itens do questionário aplicado: RQ_005, RQ_006, RQ_007, RQ_008, RQ_009, RQ_010, RQ_011, RQ_012, RQ_013, RQ_014, RQ_015, RQ_016, RQ_017, RQ_018, RQ_019 e RQ_020. Para as análises, cada opção de resposta foi recodificada utilizando número inteiros e positivos de forma que: A = 1, B = 2, C = 3, D = 4 e assim sucessivamente.

Os dados foram submetidos às seguintes análises para testar a coerência dos itens: matriz de correlação, medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), teste de esfericidade de Bartlett, análise da dimensionalidade por componentes principais e análise da confiabilidade utilizando o alpha de Cronbach. Os resultados desses testes serviram de evidência da validade da estrutura interna e da unidimensionalidade do conjunto de itens relativos ao fator socioeconômico. Além disso, indicaram a viabilidade de utilização de modelos da Teoria de Resposta ao Item (TRI) para estimação dos parâmetros dos itens e criação de medida para os estudantes. Os resultados para cada um dos testes estatísticos realizados e uma breve análise se encontram no apêndice deste documento.

Para o cálculo do ISE, adotou-se o modelo de resposta graduada (GRM) de Samejima (1969), o qual

assume que as categorias de resposta do item estão ordenadas entre si. O *software* utilizado para o cálculo foi o “R”, especificamente a função “mirt”, da biblioteca “Mirt” Chalmers (2012). Cabe ressaltar que essa metodologia é a utilizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) na construção de medidas equivalentes com dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). As estimativas dos escores do ISE dos estudantes foram calculadas pelo método estimado *a posteriori* (Embretson e Reise, 2013), implementado pela função “fscores” Chalmers (2012), do *software* “R”. Os resultados obtidos estão apresentados no apêndice.

CONSTRUÇÃO DA ESCALA

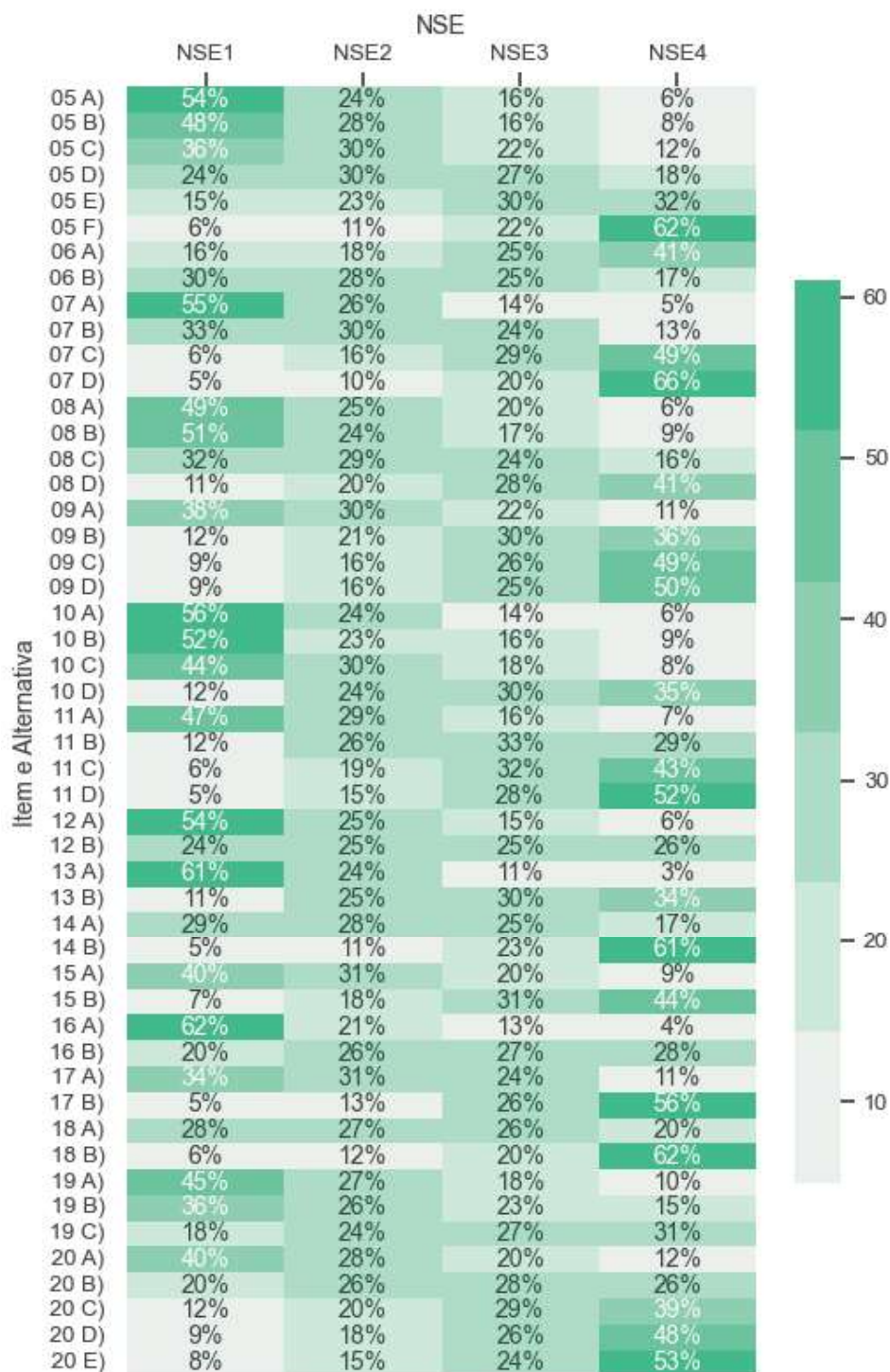
Para divulgação dos resultados, optou-se pela transformação linear utilizada no Saeb, de modo que o ISE dos estudantes do estado de Sergipe tivesse média 5 e desvio-padrão 1. Com o objetivo de possibilitar uma melhor caracterização e compreensão dos resultados, dividimos os estudantes em quartis, ou seja, cada Nível do Índice Socioeconômico (NSE) tem 25% do total dos alunos com índice calculado, de forma que o NSE 1 é equivalente ao 1º quartil dos dados (até 4,32), o NSE 2 é equivalente ao 2º quartil (entre 4,32 e 4,95), o NSE 3 é equivalente ao 3º quartil (entre 5 e 5,63) e o NSE 4 é equivalente ao 4º quartil (acima de 5,63). A Tabela abaixo apresenta o número e o percentual de estudantes em cada classe predefinida.

Tabela 2: Percentual de alunos por nível do ISE e etapa

Etapas	NSE1	NSE2	NSE3	NSE4	Nº Estudantes
5EF	19%	26%	28%	28%	21064
9EF	22%	25%	27%	26%	20142
3EM	36%	24%	20%	20%	17281
Total	25%	25%	25%	25%	58487

A Tabela a seguir traz a distribuição da frequência de resposta às alternativas de cada item do bloco do ISE por Nível do ISE. É esperado que os NSEs mais baixos concentrem mais estudantes nas alternativas associadas a um ISE mais baixo (NSE 1 ou 2) e nos NSEs mais altos, proporção maior de estudantes que marcaram alternativas associadas a um ISE mais elevado (NSE 3 ou 4). Com efeito, o padrão esperado é observado. A interpretação dos níveis também pode ser feita com base na tabela abaixo. Por exemplo, percebe-se que os estudantes de NSE 4 costumam ser aqueles que têm o principal responsável com nível de escolaridade elevado (faculdade completa, alternativa F do item 05), dispõem de 2 ou mais carros e 2 ou mais computadores – e assim por diante. Por outro lado, estudantes do NSE 1 costumam ser aqueles que têm o principal responsável com baixos níveis de escolaridade, não possuem veículo nem computadores em suas residências.

Gráfico 1: Heatmap das frequências de respostas por item, alternativa e NSE



VALIDAÇÃO DO ÍNDICE

Esta seção tem o objetivo de elencar as evidências empíricas da validade do ISE por meio da relação com variáveis derivadas do próprio questionário contextual e dos testes da mesma avaliação e com variáveis oriundas de outros levantamentos de dados.

O índice criado é primeiramente submetido a uma validação de critério considerando o desempenho, ou seja, ver se a relação entre medidas de proficiência e nível socioeconômico possuem a relação esperada. Dada a literatura pregressa, esperamos uma relação positiva entre medidas de nível socioeconômico e a proficiência dos estudantes. Apresentamos na tabela abaixo as médias de proficiência por disciplina, etapa e nível do ISE. É possível constatar que as médias de proficiência são significativamente maiores para níveis subsequentes do ISE.

Tabela 3: Média da proficiência por etapa, disciplina e nível socioeconômico

Etapa	NSE	Proficiência LP	Proficiência MT
5EF	1	184	189
	2	193	199
	3	200	205
	4	205	213
9EF	1	232	227
	2	236	232
	3	240	236
	4	246	244
3EM	1	254	246
	2	259	249
	3	261	253
	4	270	263

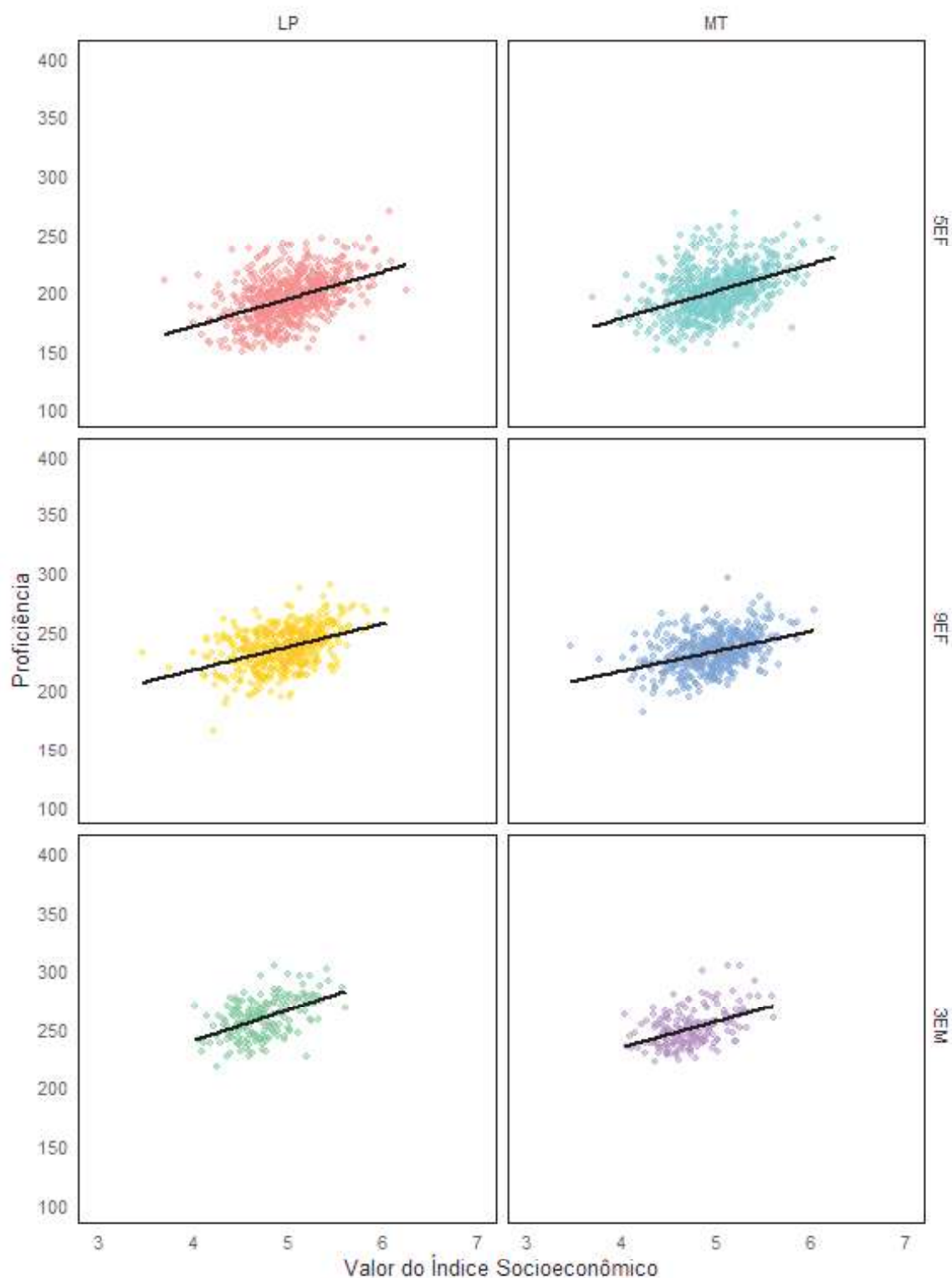
Para estabelecer de outra forma a relação entre ISE e desempenho, calculamos também o coeficiente de correlação linear de Pearson utilizando as médias das escolas (ISE médio, média de proficiência em LP e média de proficiência em MT); os valores do coeficiente estão na tabela a seguir.

Tabela: 4: Correlação entre o ISE e a proficiência dos estudantes por etapa

Etapa	Correlação LP	Correlação MT
5EF	0,44	0,43
9EF	0,41	0,39
3EM	0,49	0,45

Observa-se que a correlação entre o ISE e a proficiência dos estudantes, de modo geral, varia de positiva mediana-fraca a positiva mediana-fraca. Para representar de outra maneira a relação entre as médias das escolas, construímos o Gráfico 2, em que é possível visualizar a relação entre as médias de desempenho por disciplina e etapa, e o ISE médio das escolas. Cada ponto é o resultado de uma escola, e a reta é dada pela linha de regressão considerando as médias de desempenho em LP e MT para cada etapa uma função linear do ISE médio. Como é possível notar, a relação é a esperada, pois vemos que as médias de desempenho aumentam na medida em que o ISE médio aumenta.

Gráfico 2: Correlação entre a Proficiência e o ISE por etapa.

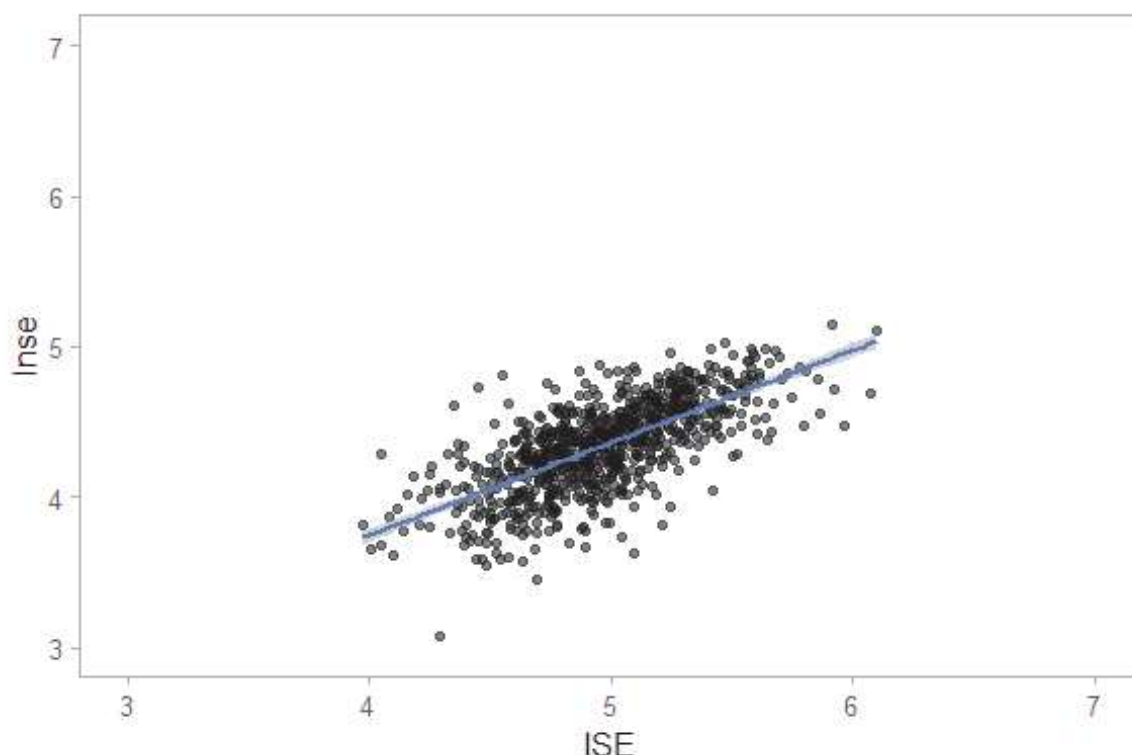


Outra forma de validação é encontrar relações entre índices diferentes que pretendem medir o mesmo constructo. Fizemos isso a partir do cruzamento dos dados do ISE com o Indicador de Nível Socioeconômico (Inse), construído pelo Inep a partir de dados do Saeb 2021. Foi avaliado o grau de relação do ISE com o Inse por meio do coeficiente de correlação de Pearson. Para realizar tal análise, os

dados foram agregados no nível da escola, uma vez que essa é a menor agregação que torna possível trabalhar conjuntamente com os dados das duas bases.

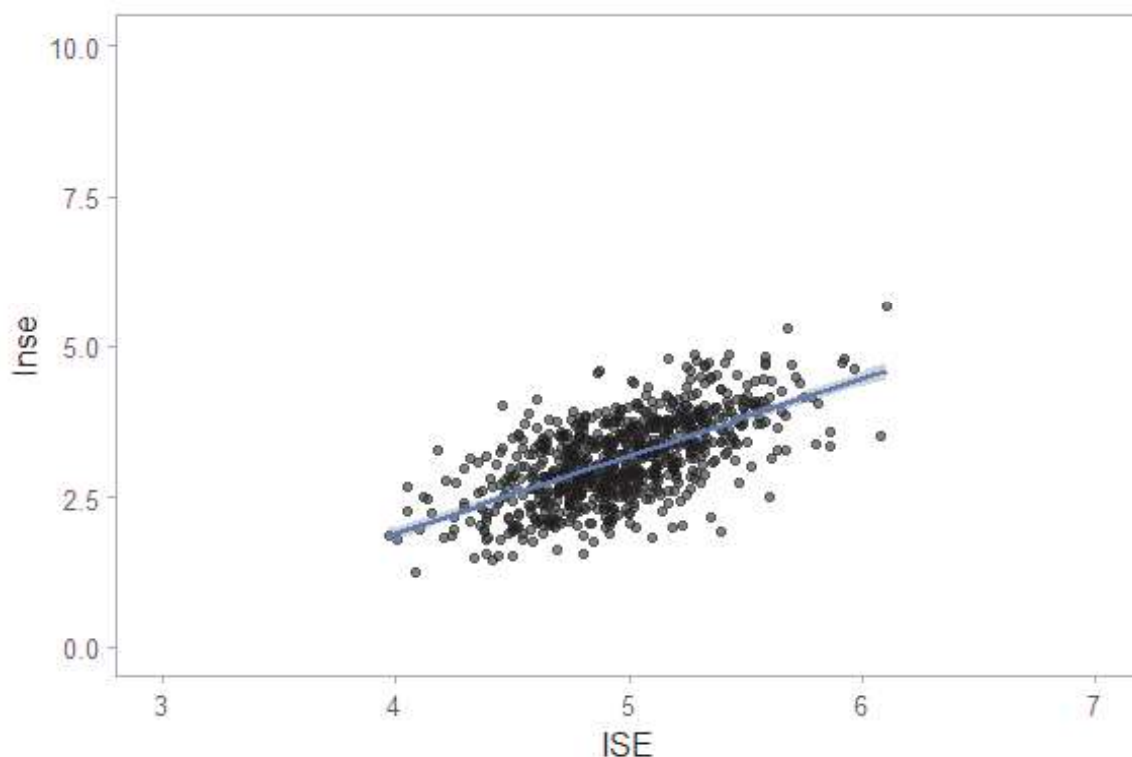
Das 907 escolas previstas em nossa avaliação, 905 tiveram pelo menos um estudante que respondeu o questionário contextual e, destas, 904 tiveram o ISE calculado. Contudo, optamos por considerar somente as escolas que tiveram 10 ou mais estudantes com índice calculado (mesmo critério do Inse do Inep), o que resultou em 890 escolas. Quando realizamos a junção desses dados com a base do Inse 2021, obtivemos 862 escolas com valores válidos em ambos os índices. O resultado obtido foi um coeficiente de 0,68, que, segundo Field (2012), considera uma correlação positiva mediana-forte. A seguir, apresentamos no Gráfico 3 a distribuição conjunta das medidas de nível socioeconômico, bem como a reta de regressão para demonstrar a correlação.

Gráfico 3: Dispersão e correlação entre o ISE e o Inse do INEP



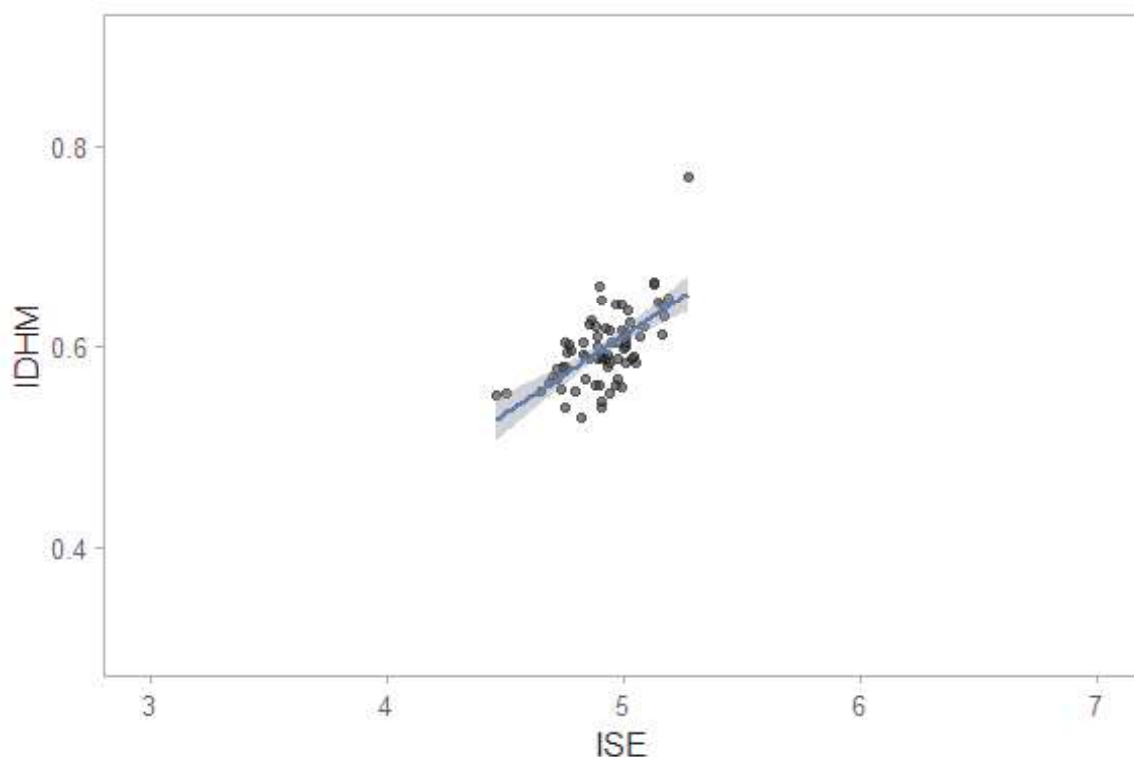
Cruzamos os dados de nossa avaliação também com o a base de Soares e Alves (2023), que calcularam um índice socioeconômico utilizando a TRI e uma estratégia de imputação de dados para preencher observações faltantes, fornecendo assim uma base mais completa. O índice é agregado por escola, e foi calculado para mais de 180 mil escolas brasileiras utilizando os questionários do Saeb e indicadores secundários. Este índice apresentou um coeficiente de correlação de 0,62 com o nosso ISE, representando uma magnitude positiva mediana-forte, segundo Field (2012).

Gráfico 4: Dispersão e correlação entre o ISE e o Inse de Soares e Alves (2023)



Em igual linha de raciocínio, calculamos a correlação do ISE agrupado por município com o Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios (IDH-M) de Sergipe, calculado a partir dos dados do Censo do IBGE de 2010 e publicado em 2012 (IBGE, 2012). Dos 75 municípios do estado de Sergipe, 75 tiveram o IDH-M e o ISE calculados. Obtivemos um coeficiente de correlação de Pearson de 0,63, representando uma correlação positiva mediana-forte. O cruzamento dos valores do ISE com os valores do IDH-M está representado no Gráfico abaixo.

Gráfico 5: Dispersão e correlação entre o ISE dos municípios e o IDHM



REFERÊNCIAS

SOARES, José Francisco; ALVES, Maria Teresa Gonzaga. UMA MEDIDA DO NÍVEL SOCIOECONÔMICO DAS ESCOLAS BRASILEIRAS UTILIZANDO INDICADORES PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS (A Measure of the Brazilian Schools' Socioeconomic Status Using Primary and Secondary Indicators). Available at SSRN 4325674, 2023.

CHALMERS, R. Philip. mirt: A multidimensional item response theory package for the R environment. *Journal of statistical Software*, v. 48, p. 1-29, 2012.

EMBRETSON, Susan E.; REISE, Steven P. *Item response theory*. Psychology Press, 2013.

FIELD, Andy; MILES, Jeremy; FIELD, Zoë. *Discovering statistics using R*. Sage publications, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Brasileiro de 2010*. Rio de Janeiro, 2012.

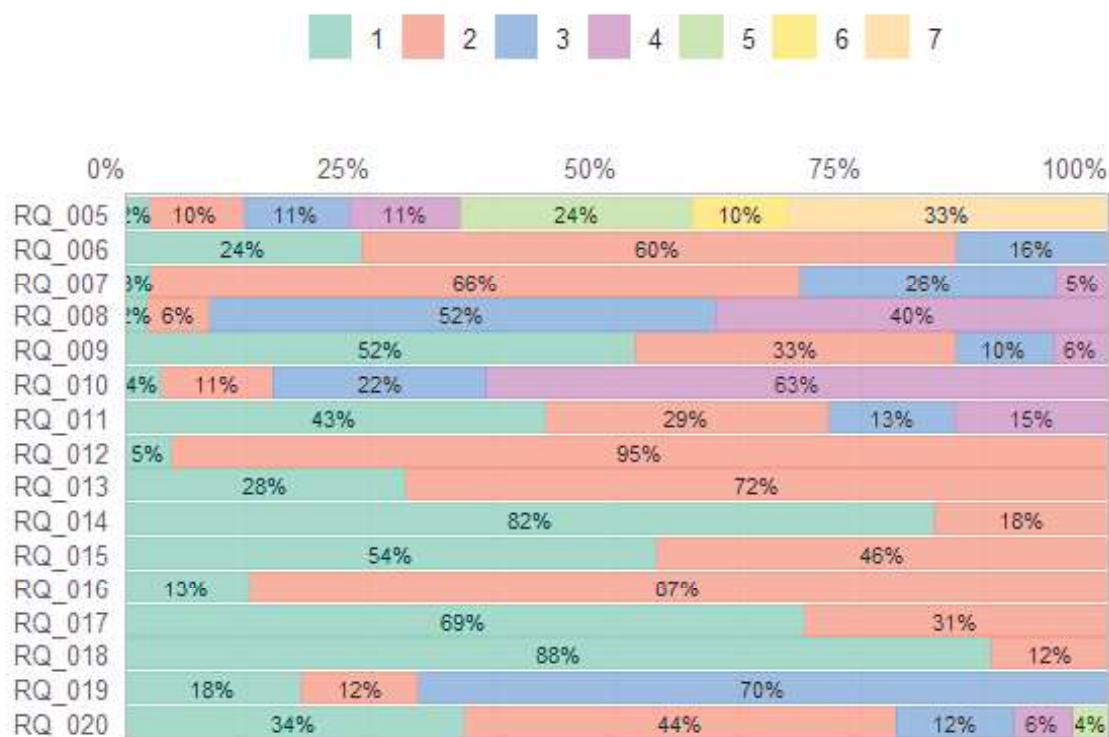
SAMEJIMA, F. Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores. *Psychometrika Monographs Supplement*, 4, 1969.

APÊNDICE

Nesta seção é apresentada a bateria de testes referentes à consistência interna do bloco.

Abaixo, apresentamos a distribuição de frequência das respostas aos itens do bloco do ISE. A análise das frequências é a primeira etapa do processo de construção da medida. Basicamente, observa-se se todas as alternativas apresentam marcação e trazem informação.

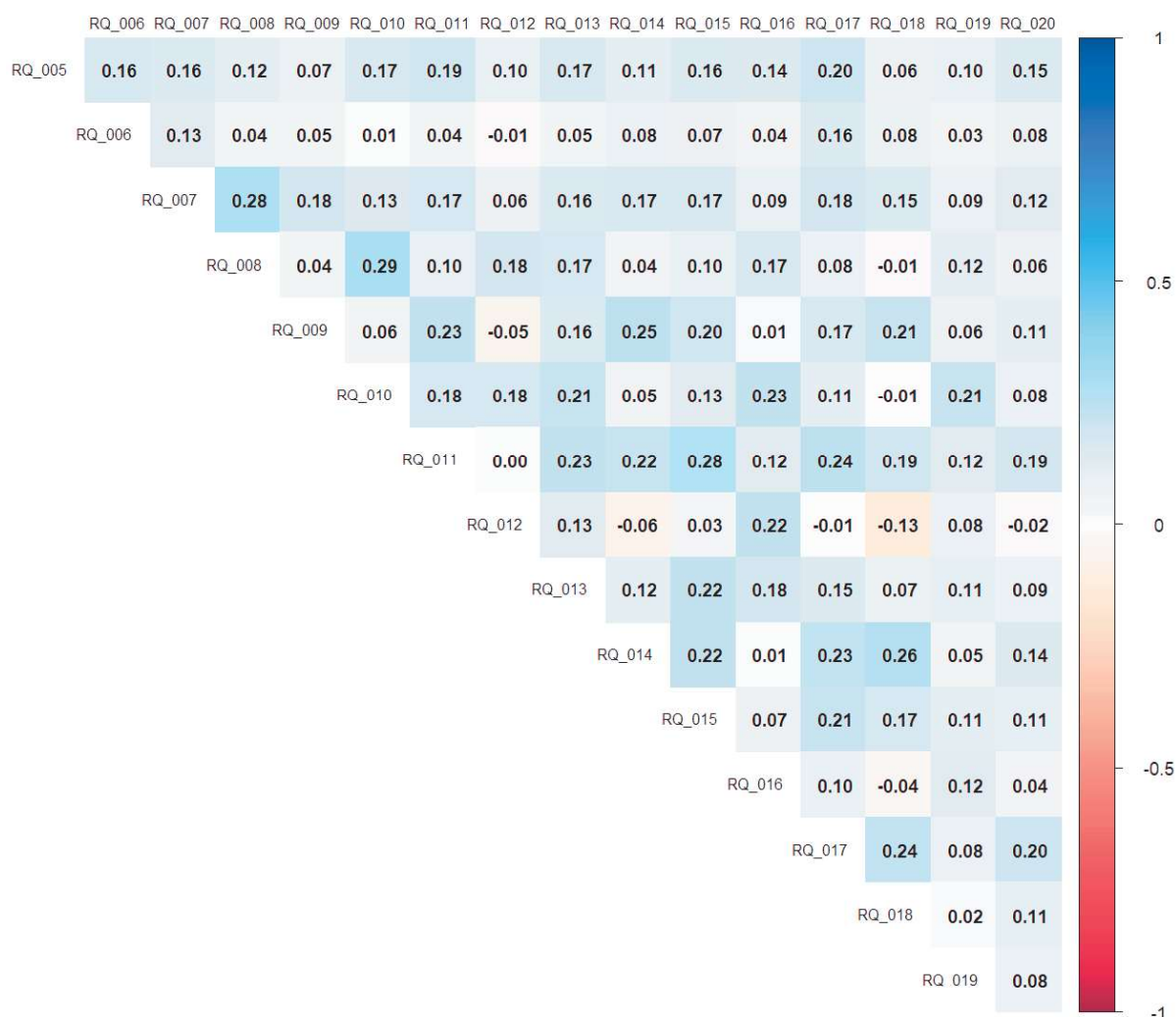
Gráfico 6: Frequência de resposta por item a alternativa



A fim de compreender melhor a estrutura dos dados e sintetizar as informações em uma única medida, o primeiro passo é tentar compreender a dimensionalidade da informação coletada. Resumimos as análises aos seus elementos mais essenciais, e apresentamos algumas informações em gráficos para melhor visualização.

Pela matriz de correlação, percebe-se que os itens apresentam, no geral, uma correlação positiva fraca entre si, com algumas ocasiões de correlação positiva mediana-fraca e de negativa fraca. Por outro lado, o determinante da matriz de correlação foi de 0,224, acima do mínimo de 0,00001.

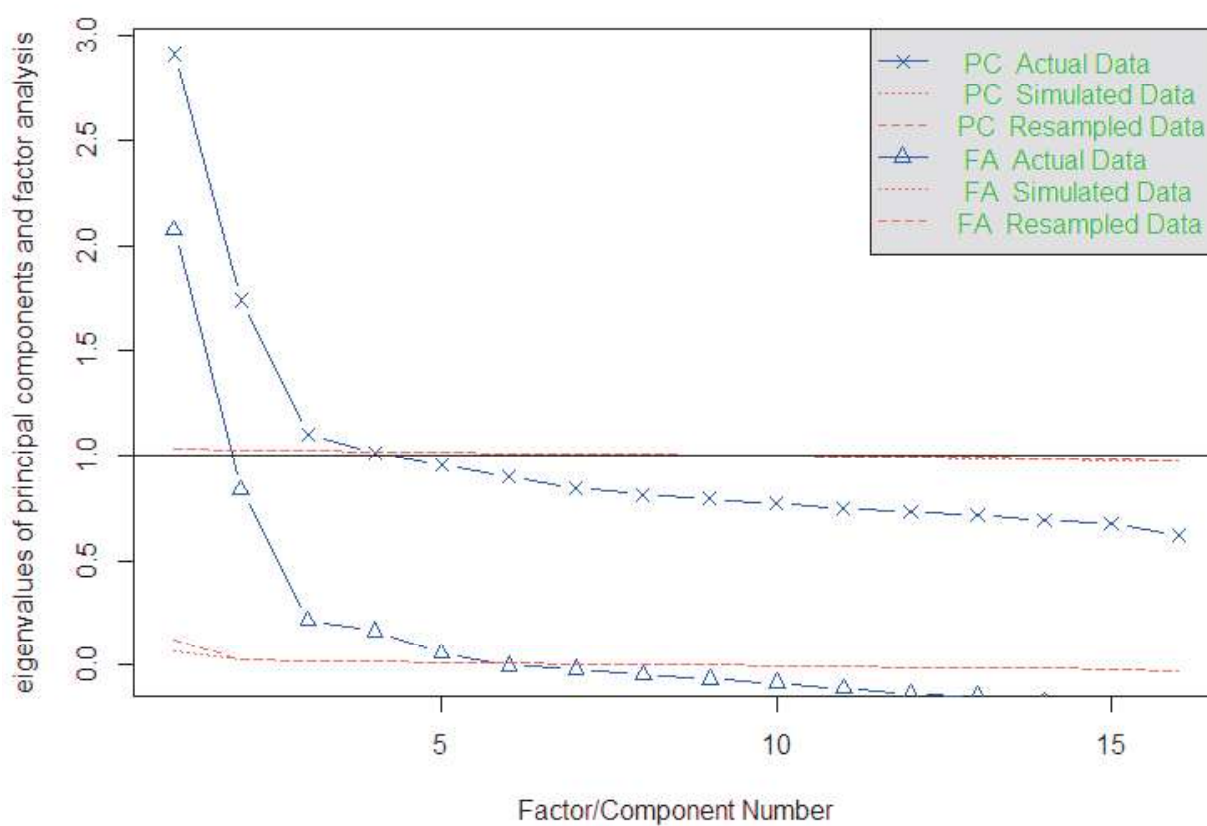
Gráfico 7: Matriz de correlação do bloco do ISE



Foi desempenhada também uma análise para a medida Kaiser-Meyer-Olkin, em que verificamos a adequação do tamanho da “amostra”, visto que o valor geral atingido é igual a 0,81, considerado (ótimo). Além da análise da medida KMO, realizamos também o teste de esfericidade de Bartlett, e o resultado indicou que as correlações entre os itens eram suficientemente grandes para a análise de componentes principais, com p-valor menor que 0,01.

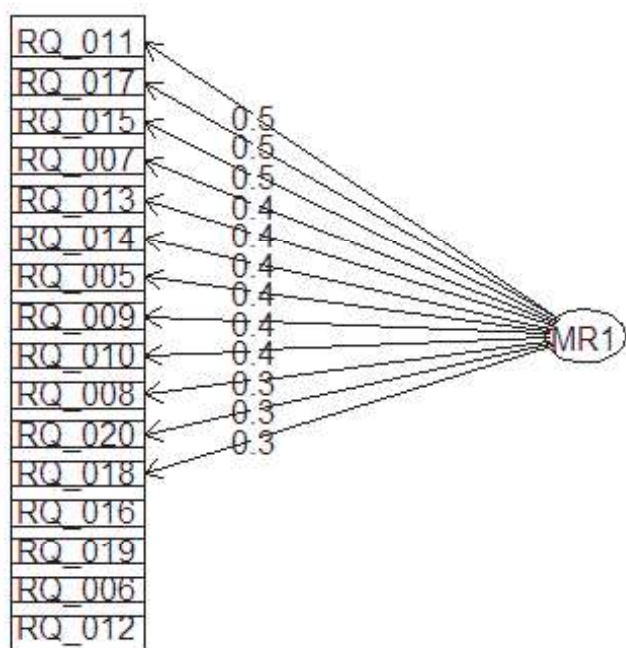
Uma análise de componentes principais (ACP) sem rotação e uma Análise Fatorial Confirmatória (AFC) foram realizadas nos 16 itens do bloco, e o resultado foi que o primeiro componente guarda 18% da variância (2,91/16). O diagrama de declividade da ACP é ligeiramente ambíguo: o ponto de inflexão mostra claramente a predominância de um fator, porém os autovalores acima de 1 justificariam a retenção de até 4. No entanto, a análise fatorial confirmatória aponta para a retenção de 1 fator, apresentando um Root Mean Squared Error de 0,067 - valor aceitável para o ajuste do modelo fatorial. O gráfico com o scree plot das análises fatorial e de componentes principais está na sequência.

Gráfico 8: Diagrama de declividade para análise fatorial e análise de componentes principais



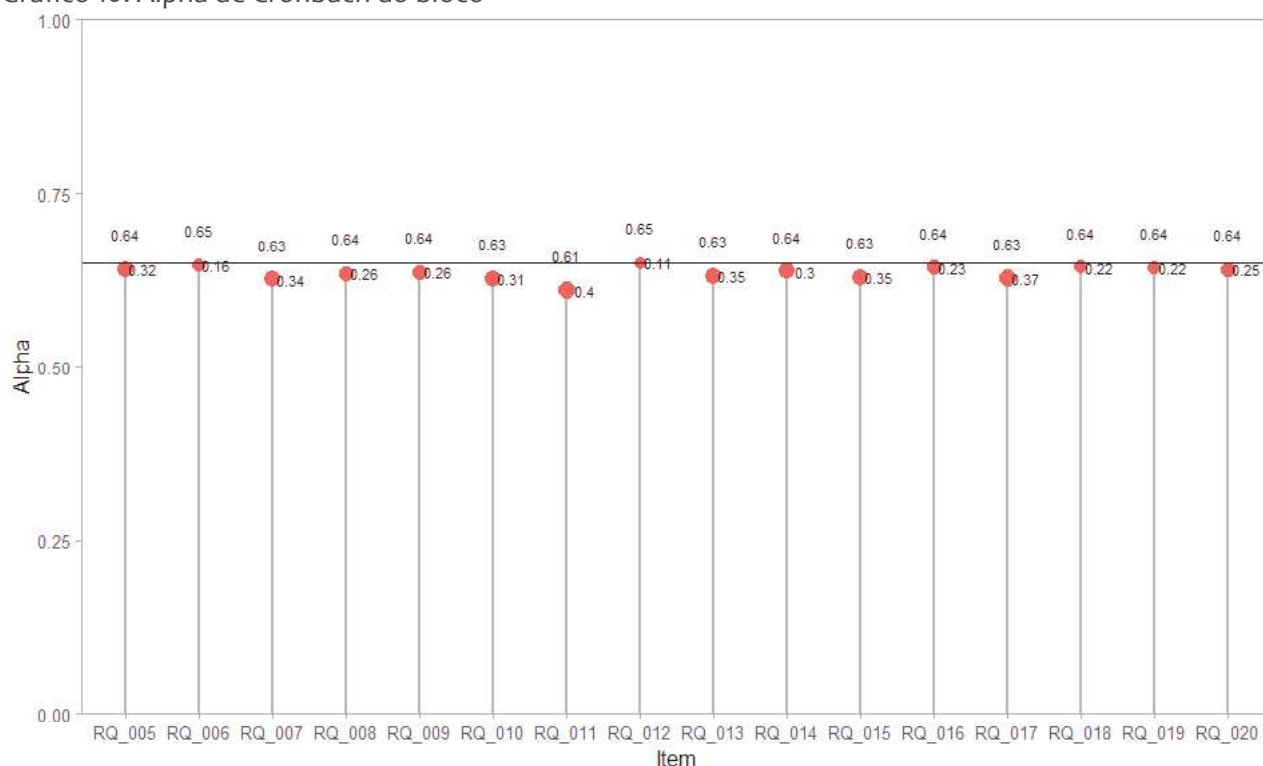
As cargas de cada item para o 1º fator estão explícitas no gráfico abaixo. Consideramos itens com carga menor que 0,30 apresentam uma carga fatorial fraca. No entanto, nenhum dos itens apresentou carga fatorial negativa.

Gráfico 9: Cargas fatoriais dos itens



Além da análise fatorial e de componentes, também realizamos uma análise de confiabilidade para saber se uma medida única a partir da agregação dos itens do bloco pode refletir consistentemente o constructo pretendido. A medida mais comum de confiabilidade é o alpha de Cronbach, geralmente se afirma que um valor de 0,7 e 0,8 é aceitável para constructos unidimensionais. Por definição, o ISE é um constructo multidimensional, englobando não apenas características econômicas e que dizem respeito à renda do domicílio dos estudantes, mas também fatores sociais e culturais. Portanto, consideramos um corte mais baixo, de 0,60. O alpha do bloco foi de 0,65, representando um constructo próximo do aceitável, do ponto de vista do indicador. No entanto, quando se leva em conta os critérios teóricos utilizados para a construção do bloco do ISE, este valor do Alpha de Cronbach não é crítico, e acreditamos que o índice representa de forma satisfatória o constructo desejado. As outras validações (cruzamento com a proficiência dos estudantes, com o Inse do Inep, Inse de Soares e Alves e com o IDH-M) trazem maior confiança e robustez ao ISE criado, de forma que utilizamos o Alpha de Cronbach como uma validação adicional. No gráfico a seguir, estão os valores para o alpha quando o respectivo item é deletado (altura do ponto, valor acima) e a correlação do item específico com os demais (diâmetro do ponto, valor ao lado). É interessante notar que o alpha não melhora com a retirada de nenhum item, o que aponta para a consistência do bloco. Os valores à direita dos pontos mostram que a correlação é positiva para todos os itens.

Gráfico 10: Alpha de Cronbach do bloco



Importante destacar que os parâmetros foram calibrados a partir de uma amostra nacional representativa, válida para todo o país. Essa padronização apresenta parâmetros mais robustos e possibilita a comparação do índice estadual ao longo do tempo. Não obstante, fizemos uma calibração simultânea da TRI apenas a título de validação dos itens e do comportamento das alternativas de forma graduada, utilizando o modelo de Samejima (1969).

A análise das probabilidades de resposta permite saber quais opções de fato trazem informação para o item, e consequentemente, para a medida a ser criada, e quais permitem tomar decisões sobre a agregação, ou não, de categorias de resposta. Outra questão que as curvas nos ajudam a avaliar é o “espaço” da medida em que cada categoria de resposta traz informação. O gráfico abaixo apresenta as probabilidades de seleção das opções de resposta para cada um dos itens do bloco, e o gráfico seguinte mostra quanta informação cada item traz ao índice criado.

Gráfico 11: Curvas de probabilidades das respostas

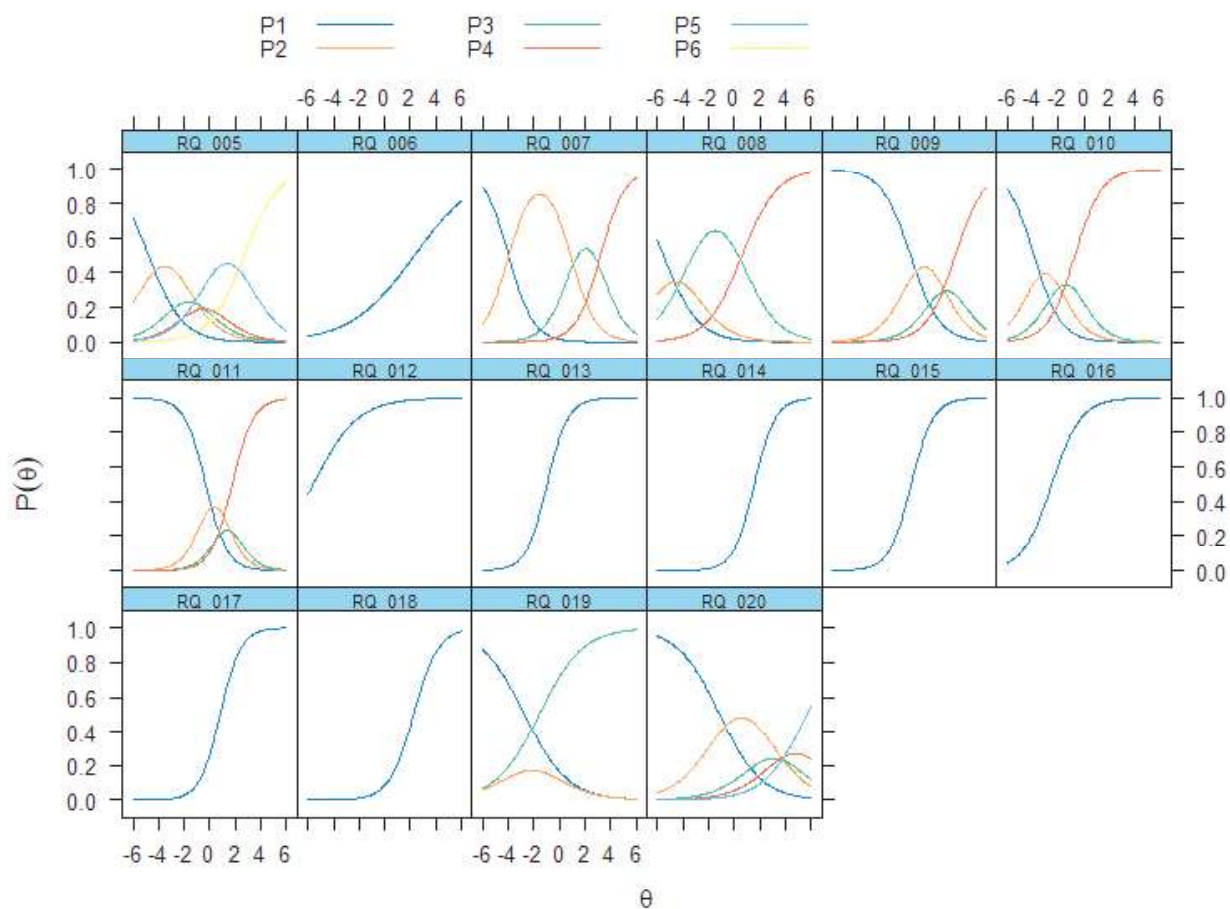


Gráfico 12: Curvas de informação dos itens

