

PROPOSTA DE SEGMENTAÇÃO DE UMA ESCALA DA TRI UTILIZANDO O NÍVEL SOCIOECONÔMICO¹²³

PROPOSAL FOR SEGMENTATION OF A SCALE BY IRT USING THE
SOCIOECONOMIC STATUS

PROPUESTA DE SEGMENTACIÓN DE UNA ESCALA DE LA TRI UTILIZANDO
EL NIVEL SOCIOECONÓMICO

M.^a Gabriela Thamara de Freitas Barros

Dr. Adriano Ferreti Borgatto

Dr. Adolfo Samuel de Oliveira

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de segmentação de escala para um indicador de nível socioeconômico (Inse) construído com base no modelo politômico de respostas graduais da Teoria de Resposta ao Item (TRI) e nos questionários dos estudantes da Aneb, da Anresc e do Enem 2013. Na medida proposta, foram utilizadas apenas as informações pertinentes para segmentação da escala, que são os valores do Inse divididos em pequenas faixas e as probabilidades de resposta por item/categorias do modelo. Para definir o número de agrupamentos foi considerado o coeficiente de aglomeração e o gráfico de dendrograma. Esses procedimentos metodológicos facilitaram a formação de grupos (níveis), que foram descritos segundo os itens/as categorias de cada nível. Além disso, foi possível relacionar a medida criada com os itens que definem o indicador, facilitando a compreensão

1 Este trabalho é uma versão revisada e ampliada de um dos tópicos da dissertação de mestrado defendida no Programa de Pós-graduação em Métodos e Gestão em Avaliação da Universidade Federal de Santa Catarina, intitulada "Procedimentos para a construção de indicadores por meio da teoria de resposta ao item: a criação de uma medida de nível socioeconômico familiar" (BARROS, 2016).

2 Agradecemos ao Adriano Souza Senkevics e à Valéria Maria Borges, pesquisadores do Inep, pela consultoria dada na elaboração do *abstract* e do *resumen*, respectivamente.

3 A pesquisa de mestrado foi financiada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, ao qual agradecemos pelo apoio.

do construto mensurado. Esses resultados evidenciaram as vantagens de construir uma escala empregando a TRI, bem como de segmentá-la.

Palavras chave: Teoria de Resposta ao Item; segmentação de escala; indicador de nível socioeconômico.

ABSTRACT

This work introduces a proposal of segmentation of a scale based on an Indicator of Socioeconomic Level (Inse), elaborated using the Item Response Theory (IRT) for polytomous response data and the student questionnaires of 2013 Aneb, Anresc and Enem evaluations, carried out by Inep. The proposed measure consisted of using only the information considered as important for the scale segmentation: the Inse values divided into small ranges and the response probabilities by item/category. Aiming to define the number of clusters, we took into consideration the clustering coefficient and the dendrogram plot. These methodological procedures were adopted to provide clues that could facilitate the formation of groups (levels), which, by their turn, were described from the items/categories of each level. In addition, we could associate the measure with the items that composed the indicator, making easier to understand the construct measured. These results pointed out the advantage of constructing a scale by using IRT, as well as segmenting it.

Keywords: Item Response Theory; segmentation of the scale; indicator of socioeconomic level.

RESUMEN

Este trabajo es una propuesta de segmentación de una escala basada en un indicador de nivel socioeconómico (Inse), que fue elaborado según el modelo politómico de respuestas graduales de la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI) y los cuestionarios de los estudiantes de Aneb, Anresc y Enem 2013, aplicados por el Inep. La medida propuesta buscó utilizar sólo las informaciones pertinentes para la segmentación de escala, que son los valores del Inse divididos en pequeñas franjas y las probabilidades de respuesta por ítem/categorías del modelo. Con la finalidad de definir el número de agrupaciones, fueron considerados el coeficiente de aglomeración y el gráfico de dendrograma. Esos procedimientos metodológicos fueron escogidos para obtener direccionamientos que faciliten la formación de grupos (niveles), los cuales fueron descriptos según los ítems/categorías de cada nivel. Además, fue

posible relacionar la medida creada con los ítems que definen el indicador, lo que facilitó la comprensión del constructo valorado. Esos resultados evidenciaron la ventaja de construir una escala empleando la TRI, así como de segmentarla.

Palabras clave: Teoría de la Respuesta al Ítem; segmentación de escala; indicador de nivel socioeconómico.

Introdução

Os indicadores educacionais, especialmente a partir do atual Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2014), tornaram-se um dos principais instrumentos de diagnóstico, monitoramento e avaliação do sistema de ensino brasileiro em seus diversos níveis de agregação, pois requerem a produção de informações sobre escolas e redes de ensino, considerando-se os três entes da federação.

No bojo desse movimento, a fim de contextualizar os resultados de suas avaliações e exames da educação básica, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), enquanto o maior responsável pela produção e divulgação de dados primários relacionados à educação escolar, construiu uma série de indicadores educacionais, dentre os quais se destacam os referentes à adequação da formação docente, às condições de trabalho e rotatividade dos professores, à complexidade da gestão escolar e ao nível socioeconômico das escolas (INEP, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2015). Acadêmicos do país também já vinham contribuindo com essa temática apresentando diversas propostas de indicadores sobre infraestrutura da escola e diversos outros fatores relacionados a ela (SOARES, 2005; BORTOLOTTI, 2012; NETO et al., 2013; ALVES; SOARES, 2013).

Muitos desses indicadores valeram-se da Teoria de Resposta ao Item (TRI) para construir suas escalas, com maior ou menor sucesso na comunicação de seus resultados em virtude da complexidade em traduzir um construto latente e abstrato em uma medida facilmente inteligível. De acordo com Jannuzzi (2001), a comunicabilidade é uma das propriedades desejáveis de um indicador, uma vez que o seu uso adequado e profícuo depende do nível de compreensão dos tomadores de decisão e dos implementadores de políticas e programas educacionais acerca do retrato que ele proporciona. Por esta razão,

mesmo que um indicador seja socialmente relevante, válido e fidedigno, se não for bem compreendido e utilizado corretamente pelos atores envolvidos na gestão educacional, ele acaba por não cumprir sua finalidade precípua.

Visando contribuir tanto com o aprimoramento da constituição da escala de um indicador de nível socioeconômico (Inse), construído com base no modelo politômico de respostas graduais da TRI, quanto com a sua comunicabilidade, é que se apresenta essa proposta de segmentação, pois, como destaca Franco (2004), a obtenção de medidas contextuais é um procedimento complexo e o campo das medidas sociais ainda tem o que se desenvolver no Brasil. Nesse sentido, essa tarefa é uma das mais importantes no campo educacional, pois, como ressalta o mesmo autor, não dá para formular políticas públicas sem considerar as medidas contextuais, razão pela qual, há, no País, uma série de medidas de acompanhamento do desenvolvimento socioeconômico que norteiam as políticas públicas, tais como o produto interno bruto (PIB), a renda *per capita*, o índice de desenvolvimento humano (IDH) e o Coeficiente de Gini.

No âmbito da educação, o nível socioeconômico familiar dos alunos já foi desenvolvido tanto por pesquisadores (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2004; SOARES, 2005; ALVES; SOARES, 2009; ALVES; SOARES; XAVIER, 2014; BARROS, 2016) quanto pelo Inep (2014d). De modo geral, esse construto é definido nesse trabalho como uma medida observada indiretamente e calculada operacionalmente pela agregação de informações sobre a educação, a ocupação e a riqueza ou rendimento dos alunos. Segundo Buchmann (2002), essa medida determina precisamente os resultados educacionais, motivo pelo qual investigar a forma como o aprendizado dos alunos se processa sem considerar o seu contexto socioeconômico e familiar pode levar a resultados imprecisos ou até equivocados.

Dentro desse quadro, a criação de indicadores é uma tarefa fundamental, embora seja difícil e muitas vezes exija a utilização de técnicas estatísticas avançadas, tal como a TRI, que é uma técnica bastante profícua, uma vez que possibilita medir o que não é diretamente observado e produzir uma escala interpretada e comparável entre as edições do indicador (ANDRADE; TAVARES; CUNHA, 2000). Nesse sentido, a TRI permite relacionar a medida calculada e os itens utilizados na criação do indicador, ou seja, possibilita interpretar qualitativamente a medida numérica criada.

No entanto, a descrição de cada valor do Inse, apesar de ser possível, não é viável, em virtude da quantidade de pontos de uma escala. Por essa razão, fazer cortes na escala numérica gerada (CIZEK, 2001; BEATON; ALLEN, 1992; HUYNH, 1998), criando grupos característicos, de forma que ocorra uma descrição para cada grupo, com base em um valor de referência, tende a ser a melhor opção para solucionar esse problema (KLEIN, 2009). A esse respeito, duas questões são colocadas: *i)* como segmentar os indivíduos em grupos na escala; e *ii)* como interpretar esses grupos.

Alves, Soares e Xavier (2014) classificaram as escolas em sete grupos (mais baixo, baixo, médio baixo, médio, médio alto, alto e mais alto) de acordo com o nível socioeconômico médio de seus alunos. Para o agrupamento, utilizaram a técnica de análise de conglomerados – método de agrupamento não hierárquico *k-means*. Entretanto, os autores utilizaram essa técnica apenas para fazer a classificação das escolas em grupos, mas não fizeram a interpretação dos grupos em relação ao nível socioeconômico.

Em geral, observa-se que os pesquisadores optam por dividir os indivíduos em grupos, mas muitos não sugerem uma interpretação qualitativa da medida produzida. Tal situação se intensifica quando se trabalha com modelos politômicos, dada a dificuldade de trabalhar com uma maior quantidade de parâmetros para interpretar.

Tendo em vista esses desafios a respeito de como dividir e interpretar escalas produzidas com base em modelos politômicos da TRI, decidiu-se, neste trabalho, apresentar, utilizando o Inse calculado por Barros (2016), uma proposta alternativa ao que, no geral, foi encontrado na literatura até o momento, no que se refere a segmentação e interpretação de escala. Considera-se que essa proposta contribuirá para a busca de um ponto ótimo para segmentar a escala em relação às características dos itens.

Método

O Inse calculado por Barros (2016) foi construído utilizando as respostas dos questionários contextuais dadas pelos alunos participantes do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) (composto pela Avaliação Nacional da Educação Básica – Aneb e pela Avaliação Nacional do Rendimento

Escolar – Anresc) e pelos concluintes do ensino médio que fizeram o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) em 2013. O estudo foi realizado utilizando inicialmente 24 itens a partir das respostas de 6.273.995 estudantes, sendo 2.524.125 do 5º ano do ensino fundamental do Saeb, 2.720.588 do 9º ano do ensino fundamental do Saeb, 150.429 da 3ª série do ensino médio do Saeb e 878.853 alunos do ensino médio do Enem. Procurou-se estudar um conjunto de modelos da TRI, de natureza politômica e dicotômica, a fim de utilizar aquele que melhor se ajustasse aos dados. Os testes mostraram que o modelo de respostas graduais (SAMEJIMA, 1969) foi o que melhor se ajustou aos dados, ensejando, assim, uma medida mais informativa para toda a escala, quando comparada com os demais modelos, e que possibilitou que os itens dos diferentes conjuntos de dados fossem calibrados em uma mesma escala.

A fim de explicitar o modelo de respostas graduais adotado, pode-se dizer que, no de Samejima (1969), as categorias do item são ordenadas, motivo pelo qual a probabilidade de um aluno j optar por uma categoria k , quando $k = 0, 1, 2, \dots$, é dada por:

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

e a probabilidade de um aluno j escolher a categoria k no item i é dada por:

$$P_{i,k}(\theta_j) = P_{i,k}^+(\theta_j) - P_{i,k+1}^+(\theta_j).$$

Nesse modelo, portanto, o parâmetro a_i representa a discriminação do item i e designa quanto cada item está relacionado com o construto nível socioeconômico; o parâmetro $b_{i,k}$ mensura o grau de dificuldade da categoria k do item i na escala do nível socioeconômico; e, por fim, os valores de θ_j são os valores do nível socioeconômico de cada aluno.

O Inse criado por Barros (2016) também verificou os pressupostos desse modelo, tais como a invariância e a unidimensionalidade, o que convergiu para um modelo final que utilizou dezessete itens (quadro 1). Além disso,

validou o Inse correlacionando-o com outras medidas similares, no que diz respeito a esse construto.

Quadro 1 – Itens e alternativas utilizadas na construção do indicador

Q02 – TV POR ASSINATURA EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, uma; 3 – Sim, duas; 4 – Sim, três ou mais

Q03 – VIDEOCASSETE E/OU DVD EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, um; 3 – Sim, dois; 4 – Sim, três ou mais

Q05 – INTERNET EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, uma; 3 – Sim, duas; 4 – Sim, três ou mais

Q06 – RÁDIO EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, um; 3 – Sim, dois; 4 – Sim, três ou mais

Q08 – TELEFONE CELULAR EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, um; 3 – Sim, dois; 4 – Sim, três ou mais

Q09 – ASPIRADOR EM PÓ EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, um ou mais

Q10 – GELADEIRA EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, uma; 3 – Sim, duas; 4 – Sim, três ou mais

Q11 – FREEZER (APARELHO INDEPENDENTE OU PARTE DA GELADEIRA) EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, um ou mais

Q12 – MÁQUINA DE LAVAR ROUPA EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, uma; 3 – Sim, duas ou mais

Q13 – AUTOMÓVEL EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, um; 3 – Sim, dois; 4 – Sim, três ou mais

Q14 – BANHEIRO EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, um; 3 – Sim, dois; 4 – Sim, três ou mais

Q15 – QUARTOS PARA DORMIR EM CASA

1 – Não tem; 2 – Sim, um; 3 – Sim, dois; 4 – Sim, três; 5 – Sim, quatro ou mais

Q19 – CONTRATA EMPREGADO(A) DOMÉSTICO(A) EM CASA

1 – Não; 2 – Sim, um ou mais

Q20 – RENDA MENSAL DA FAMÍLIA (CONSIDERANDO A RENDA DO ALUNO)

1 – Nenhuma renda; 2 – Até um SM; 3 – Mais de um até 1,5 SM; 4 – Mais de 1,5 até 3 SM; 5 – Mais de 3 até 7 SM; 6 – Mais de 7 até 9 SM; 7 – Mais de 9 até 12 SM; 8 – Acima de 12 SM

Q21– MÃE, OU A MULHER RESPONSÁVEL POR VOCÊ, SABE LER E ESCREVER

1 – Não; 2 – Sim

Q22– PAI, OU HOMEM RESPONSÁVEL POR VOCÊ, SABE LER E ESCREVER

1 – Não; 2 – Sim

Q25 – ATÉ QUE SÉRIE A MÃE, PAI OU RESPONSÁVEL ESTUDOU (MAIOR FORMAÇÃO)

1 – Nunca estudou; 2 – Ensino fundamental cursando ou completo; 3 – Ensino médio completo; 4 – Ensino superior completo

Fonte: Barros (2016).

Com base no que foi exposto e na capacidade da TRI poder relacionar a medida do Inse com os itens utilizados na sua criação, permitindo calcular a probabilidade de um aluno responder determinada categoria dado o seu nível socioeconômico familiar, optou-se por analisar os agrupamentos hierárquicos com base no método de Ward (1963), para segmentar as escalas. Essa técnica, segundo Hair et. al. (2005), é utilizada para classificar indivíduos em grupos de modo que cada um seja muito semelhante aos indivíduos do grupo a que pertence e diferente em relação aos indivíduos dos demais grupos. Para a análise, utilizou-se o *software* IBM Spss Statistics, na versão 23.

A medida proposta consiste em utilizar apenas as informações que realmente são importantes para segmentação, que são os valores de Inse divididos em pequenas faixas e as probabilidades de resposta por item/categorias do modelo. Com isso, a segmentação não dependerá mais do banco de dados utilizado e fica relacionada apenas às informações usadas na modelagem, o que acaba por facilitar, também, a criação de série histórica entre as edições do indicador.

Com o intuito de definir o número de agrupamentos, foi considerado o coeficiente de aglomeração e o gráfico de dendrograma. O coeficiente de aglomeração é utilizado para ajudar a identificar grandes aumentos relativos na homogeneidade dos agrupamentos, e o gráfico dendrograma,

para explicitar o nível de similaridade entre os valores de Inse (HAIR et al., 2005). A ideia é que essa metodologia forneça direcionamentos que facilitem a formação de grupos; porém, a referência será sempre a relação entre os itens e a medida.

Após a formação dos grupos definidos pelas faixas de Inse, foram calculadas as médias das probabilidades referentes a cada item/categoria em cada grupo, e, a partir dessa média, a categoria foi descrita na faixa em que ela apresentava a maior probabilidade. Optou-se por essa metodologia por considerar que, dentro do grupo, as probabilidades seriam bastante parecidas e evitaria-se, assim, a utilização de apenas um ponto para representar o todo.

Por fim, com base nas probabilidades médias, os grupos foram descritos de forma que cada um equivalesse a um nível, explicitando-se, assim, a ideia de ordem e hierarquia. Para a descrição da escala e posicionamento dos itens/categorias, foram utilizados três critérios, tal como descrito a seguir.

- Critério 1 – Probabilidades maiores ou iguais a 0,5.
- Critério 2 – Probabilidades maiores que 0,3 quando a probabilidade de alguma outra categoria do item estiver entre 0,5 e 0,6.
- Critério 3 – Quando nenhuma das situações anteriores ocorrer, verificar se a soma das probabilidades na junção de algumas categorias do item foi maior que 0,6.

Resultados

A escala proposta possui média 500 e desvio-padrão 100. Para aplicar a análise de agrupamentos hierárquicos, foram utilizados como variáveis de entrada os valores de Inse (de 100 a 900, com intervalos de 10 unidades, ou seja, 1/10 do desvio-padrão) e as probabilidades de resposta por item/categorias do modelo. Optou-se por utilizar intervalos de tamanho 10 a fim de conseguir separar de forma mais eficiente os grupos, para que a segmentação pudesse ser realizada. A seguir, na tabela 1, apresenta-se a estrutura da base de dados utilizada para a segmentação.

Tabela 1 Estrutura da base de dados para a segmentação

PROBABILIDADE CALCULADA PELO MODELO										
INSE	Q02_B1*	Q02_B2	Q02_B3	Q02_B4	Q03_B1	...	Q25_B1	Q25_B2	Q25_B3	Q25_B4
100	1,00	0,00	0,00	0,00	0,80	...	0,41	0,56	0,02	0,00
110	1,00	0,00	0,00	0,00	0,79	...	0,39	0,59	0,02	0,00
120	1,00	0,00	0,00	0,00	0,77	...	0,36	0,61	0,02	0,00
...
880	0,00	0,11	0,21	0,67	0,00	...	0,00	0,01	0,06	0,92
890	0,00	0,10	0,19	0,71	0,00	...	0,00	0,01	0,06	0,93
900	0,00	0,08	0,17	0,74	0,00	...	0,00	0,01	0,05	0,94

*Questão 2, para grau de dificuldade da categoria k=1 do modelo politômico da TRI.

Com base nos resultados dessa análise, utilizou-se o coeficiente de aglomeração como critério para selecionar o número de grupos (HAIR et. al., 2005) e o dendrograma para representar o procedimento de agrupamento no qual uma medida de distância é estabelecida para formação dos grupos (valores de Inse) (BARROS, 2016). As soluções de quatro, seis e sete agrupamentos foram consideradas para a interpretação dos resultados.

Quadro 2 Opções de agrupamentos por meio de métodos hierárquicos

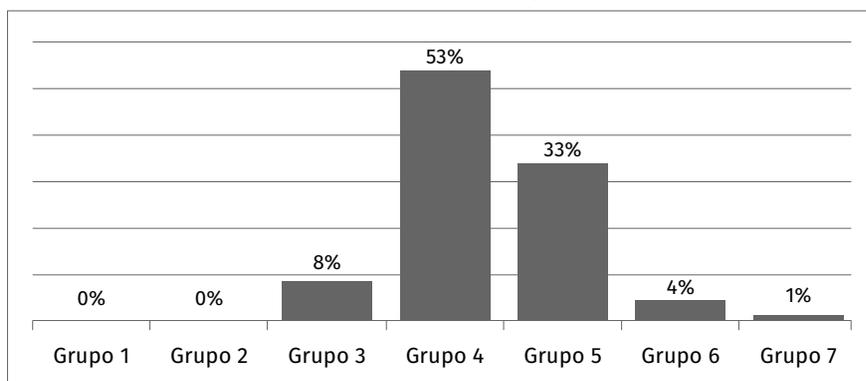
OPÇÃO COM 4 GRUPOS	OPÇÃO COM 6 GRUPOS	OPÇÃO COM 7 GRUPOS
1 – De 100 a 380	1 – De 100 a 180	1 – De 100 a 180
	2 – De 190 a 380	2 – De 190 a 260 3 – De 270 a 380
2 – De 390 a 520	3 – De 390 a 520	4 – De 390 a 520
3 – De 530 a 740	4 – De 530 a 650	5 – De 530 a 650
	5 – De 660 a 740	6 – De 660 a 740
4 – De 750 a 900	6 – De 750 a 900	7 – De 750 a 900

Fonte: Barros (2016).

Com base nesse resultado, optou-se por estudar primeiro a proposta mais abrangente, a de sete grupos. Em cada grupo, foi calculada a média das probabilidades nas faixas contempladas para cada item/categoria, e, segundo a probabilidade média, a categoria foi posicionada no grupo. Optou-se por essa metodologia porque, dentro do grupo, as probabilidades seriam bastante parecidas, o que evitaria, como ressaltado anteriormente, a utilização de apenas um ponto para representar o todo.

A escolha pela segmentação em sete grupos mostrou-se bastante apropriada no que se refere ao posicionamento de itens/categorias. Entretanto, observa-se que o grupo 4, que varia de 390 a 520, possui amplitude muito grande e, por incluir a média da distribuição, concentra um grande quantitativo de alunos. Dessa forma, seria interessante conseguir diferenciar melhor esses alunos de modo que um grande número deles não fique concentrado em um único grupo. Na figura 1, é apresentada a distribuição do Inse dos alunos considerando-se os sete grupos.

Figura 1 Distribuição do Inse dos alunos em sete grupos



Fonte: Barros (2016).

Com base no resultado apresentado, optou-se por aplicar o mesmo procedimento relativo aos agrupamentos hierárquicos, porém, considerando apenas os valores de Inse referentes aos grupos 4 e 5 separadamente e buscando uma proposta para diferenciar melhor os alunos pertencentes a esses dois grupos. Esse procedimento, não obstante, só é possível caso existam itens/categorias suficientes para separar esses dois grupos.

Na tabela 2, são apresentadas as probabilidades médias de respostas por item/categoria em cada grupo. Foram destacadas as células que obedeceram aos critérios estabelecidos ao final da proposta de segmentação. O critério 1 foi apresentado na cor cinza; o critério 2, na cor preta; o critério 3, na cor branca; e, quando nenhum desses critérios foi satisfeito, a célula não foi destacada.

Tabela 2 Probabilidade média por itens/categorias nos grupos

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4_1	Grupo 4_2	Grupo 5_1	Grupo 5_2	Grupo 6	Grupo 7
Q02 – TV POR ASSINATURA EM CASA									
1 – Não tem	1,00	1,00	0,98	0,93	0,79	0,48	0,24	0,09	0,01
2 – Sim, uma	0,00	0,00	0,02	0,07	0,20	0,48	0,66	0,65	0,27
3 – Sim, duas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,07	0,17	0,27
4 – Sim, três ou mais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,09	0,45
Q03 – VÍDEOCASSETE E/OU DVD EM CASA									
1 – Não tem	0,74	0,58	0,36	0,21	0,13	0,07	0,04	0,02	0,01
2 – Sim, um	0,25	0,41	0,59	0,70	0,71	0,65	0,54	0,41	0,20
3 – Sim, dois	0,01	0,02	0,04	0,08	0,13	0,23	0,32	0,40	0,41
4 – Sim, três ou mais	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,06	0,10	0,17	0,38
Q05 – INTERNET EM CASA									
1 – Não tem	0,99	0,97	0,81	0,48	0,20	0,05	0,01	0,00	0,00
2 – Sim, uma	0,01	0,03	0,19	0,52	0,78	0,87	0,77	0,48	0,10
3 – Sim, duas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,14	0,25	0,14
4 – Sim, três ou mais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,27	0,76
Q06 – RÁDIO EM CASA									
1 – Não tem	0,67	0,55	0,41	0,29	0,22	0,14	0,10	0,07	0,04
2 – Sim, um	0,30	0,40	0,51	0,58	0,61	0,59	0,55	0,49	0,35
3 – Sim, dois	0,02	0,04	0,07	0,10	0,14	0,20	0,25	0,30	0,37
4 – Sim, três ou mais	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,07	0,09	0,14	0,25

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4_1	Grupo 4_2	Grupo 5_1	Grupo 5_2	Grupo 6	Grupo 7
Q08 – TELEFONE CELULAR EM CASA									
1 – Não tem	0,35	0,19	0,08	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
2 – Sim, um	0,57	0,65	0,57	0,41	0,26	0,14	0,07	0,04	0,01
3 – Sim, dois	0,05	0,11	0,21	0,27	0,27	0,21	0,14	0,08	0,03
4 – Sim, três ou mais	0,03	0,06	0,15	0,28	0,45	0,65	0,79	0,88	0,96
Q09 – ASPIRADOR DE PÓ EM CASA									
1 – Não tem	1,00	1,00	0,99	0,96	0,89	0,67	0,41	0,19	0,04
2 – Sim, um ou mais	0,00	0,00	0,01	0,04	0,11	0,33	0,59	0,81	0,96
Q10 – GELADEIRA EM CASA									
1 – Não tem	0,34	0,17	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
2 – Sim, uma	0,66	0,83	0,92	0,94	0,92	0,85	0,74	0,56	0,26
3 – Sim, duas	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06	0,13	0,23	0,37	0,50
4 – Sim, três ou mais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,07	0,24
Q11 – FREEZER (APARELHO INDEPENDENTE OU PARTE DA GELADEIRA) EM CASA									
1 – Não tem	0,99	0,97	0,92	0,83	0,70	0,49	0,33	0,19	0,07
2 – Sim, um ou mais	0,01	0,03	0,08	0,17	0,30	0,51	0,67	0,81	0,94
Q12 – MÁQUINA DE LAVAR ROUPA EM CASA									
1 – Não tem	0,98	0,92	0,70	0,38	0,17	0,05	0,02	0,01	0,00
2 – Sim, uma	0,02	0,08	0,30	0,61	0,82	0,92	0,90	0,76	0,32
3 – Sim, duas ou mais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,09	0,24	0,68
Q13 – AUTOMÓVEL EM CASA									
1 – Não tem	0,99	0,98	0,90	0,73	0,50	0,22	0,10	0,04	0,01
2 – Sim, um	0,01	0,02	0,09	0,25	0,44	0,59	0,53	0,34	0,10
3 – Sim, dois	0,00	0,00	0,01	0,02	0,05	0,16	0,29	0,41	0,30
4 – Sim, três ou mais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,08	0,20	0,59

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4_1	Grupo 4_2	Grupo 5_1	Grupo 5_2	Grupo 6	Grupo 7
Q14 – BANHEIRO EM CASA									
1 – Não tem	0,67	0,31	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 – Sim, um	0,33	0,69	0,91	0,92	0,76	0,41	0,17	0,05	0,01
3 – Sim, dois	0,00	0,00	0,02	0,06	0,21	0,48	0,54	0,34	0,07
4 – Sim, três ou mais	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,11	0,29	0,60	0,93
Q15 – QUARTOS PARA DORMIR EM CASA									
1 – Não tem	0,20	0,09	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
2 – Sim, um	0,58	0,50	0,29	0,15	0,08	0,03	0,02	0,01	0,00
3 – Sim, dois	0,20	0,36	0,53	0,55	0,45	0,28	0,17	0,09	0,03
4 – Sim, três	0,02	0,05	0,13	0,25	0,39	0,51	0,53	0,44	0,21
5 – Sim, quatro ou mais	0,00	0,01	0,02	0,04	0,08	0,17	0,29	0,46	0,76
Q19 – CONTRATA EMPREGADO/A DOMÉSTICO/A EM CASA									
1 – Não	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,95	0,79	0,42	0,05
2 – Sim, um ou mais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,21	0,58	0,95
Q20 – RENDA MENSAL DA FAMÍLIA (CONSIDERANDO A RENDA DO ALUNO)									
1 – Nenhuma renda	0,89	0,51	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 – Até um S.M.	0,11	0,48	0,80	0,54	0,18	0,02	0,00	0,00	0,00
3 – Mais de um até 1,5 S.M.	0,00	0,01	0,08	0,30	0,30	0,08	0,01	0,00	0,00
4 – Mais de 1,5 até 3 S.M.	0,00	0,00	0,02	0,14	0,41	0,39	0,13	0,03	0,00
5 – Mais de 3 até 7 S.M.	0,00	0,00	0,00	0,02	0,10	0,40	0,48	0,21	0,02
6 – Mais de 7 até 9 S.M.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,16	0,15	0,02
7 – Mais de 9 até 12 S.M.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,11	0,19	0,05
8 – Acima de 12 S.M.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,42	0,91

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4_1	Grupo 4_2	Grupo 5_1	Grupo 5_2	Grupo 6	Grupo 7
Q21- MÃE, OU A MULHER RESPONSÁVEL POR VOCÊ, SABE LER E ESCREVER									
1 – Não	0,72	0,46	0,19	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
2 – Sim	0,28	0,54	0,81	0,93	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00
Q22- PAI, OU HOMEM RESPONSÁVEL POR VOCÊ, SABE LER E ESCREVER									
1 – Não	0,73	0,52	0,27	0,12	0,06	0,03	0,01	0,01	0,00
2 – Sim	0,27	0,48	0,73	0,88	0,94	0,97	0,99	0,99	1,00
Q25 – ATÉ QUE SÉRIE A MÃE, PAI OU RESPONSÁVEL ESTUDOU (MAIOR FORMAÇÃO)									
1 – Nunca estudou	0,32	0,17	0,07	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
2 – Ensino Fundamental cursando ou completo	0,64	0,76	0,73	0,60	0,44	0,26	0,15	0,08	0,03
3 – Ensino Médio Completo	0,03	0,07	0,16	0,28	0,37	0,42	0,37	0,27	0,11
4 – Ensino Superior Completo	0,01	0,01	0,04	0,09	0,17	0,32	0,48	0,65	0,86

Fonte: Barros (2016).

Observa-se que os dois grupos que foram segmentados novamente possuem alguns itens/categorias que permitiram a diferenciação dos alunos, viabilizando, assim, a melhoria da segmentação da escala. No entanto, para que tal processo fosse mais apurado, seria interessante incluir mais itens que pudessem diferenciar os alunos nas faixas de nível socioeconômico entre 390 e 650, correspondentes aos grupos 4 e 5, para, dessa maneira, caracterizar melhor a distinção entre esses grupos.

Os grupos tiveram sua escala descrita utilizando-se itens/categorias cujas células foram destacadas em cinza, preto e branco. Ao apresentar a escala, algumas categorias foram omitidas para simplificar a escrita, mas sem comprometê-la. Por exemplo, no primeiro grupo, o de menor nível socioeconômico, as famílias, em geral, não possuem renda e, por essa razão, apesar de apresentarem probabilidades mais altas de não contratarem serviço de empregado(a) mensalista e de não terem automóvel em casa, é desnecessário explicitar a baixa probabilidade de contratarem esse serviço

ou de possuírem esse bem. Da mesma forma, no último grupo, que é caracterizado pelos alunos de nível socioeconômico mais alto, é desnecessário dizer que os pais ou responsáveis sabem ler e escrever.

Outra alteração realizada ao descrever a escala, conforme ressaltado na sessão referente ao método, foi a troca do termo “grupos” por “níveis”. Isso porque a palavra grupo não sugere a ideia de ordenamento e hierarquia, ao passo que a palavra nível, ao explicitar essas ideias, se mostra mais coerente com o construto do indicador proposto e o modelo da TRI adotado. Não obstante, é importante destacar que esses nomes apenas correspondem a uma representação ordinal, o que indica que, na escala do Inse, o nível 1 é o mais baixo, e o nível 9, o mais alto. Além disso, é preciso advertir que não é possível, devido aos nomes atribuídos aos níveis, fazer equiparações com outras escalas, pois o significado de cada um deles decorre, necessariamente, do referencial teórico e metodológico adotado, o que significa dizer que os agrupamentos obtidos por cada referencial tendem a ser diferentes em relação aos demais. Para conhecer os níveis, é preciso remeter à descrição da escala, apresentada no quadro 3.

Quadro 3 Descrição dos níveis

NÍVEL 1 (GRUPO 1) – INSE DE 100 A 180

Esse grupo é composto pelos alunos com o menor nível socioeconômico familiar. De modo geral, esses alunos indicaram que a família não possui renda familiar. No que se refere à escolaridade, eles informaram que os pais ou responsáveis não sabem ler e escrever e que estes possuem ensino fundamental completo ou incompleto.

A casa que moram contém, em geral, um quarto para dormir, não possui banheiro e algumas famílias têm um telefone celular e uma geladeira.

NÍVEL 2 (GRUPO 2) – INSE DE 180 A 260

Nesse grupo algumas famílias não possuem renda e outras recebem até 1 salário mínimo. Boa parte dos pais ou responsáveis sabe ler e escrever e possui o ensino fundamental completo ou incompleto.

A casa que moram contém, em geral, um ou dois quartos para dormir e um banheiro. A família possui um telefone celular, uma geladeira e, em alguns casos, um rádio e um videocassete e/ou DVD.

NÍVEL 3 (GRUPO 3) – INSE DE 260 A 380

Em geral, a família possui renda familiar de até 1 salário mínimo. Os pais ou responsáveis sabem ler e escrever e têm ensino fundamental completo ou incompleto. A casa que moram contém, em geral, dois quartos para dormir e um banheiro. A família possui um telefone celular, uma geladeira e, em alguns casos, um rádio e um videocassete e/ou DVD.

NÍVEL 4 (GRUPO 4_1) – INSE DE 380 A 430

Em geral, a família possui renda familiar de até 1,5 salário mínimo. Os pais ou responsáveis sabem ler e escrever e têm ensino fundamental completo ou incompleto. A casa contém, em geral, dois quartos para dormir e um banheiro. A família possui em casa um rádio, um videocassete e/ou DVD, uma máquina de lavar roupa, uma geladeira e mais de um telefone celular. Além disso, algumas famílias têm internet em casa.

NÍVEL 5 (GRUPO 4_2) – INSE DE 430 A 520

A renda mensal da família é de 1 a 3 salários mínimos. Os pais ou os responsáveis sabem ler e escrever e possuem ensino fundamental incompleto ou já concluíram o ensino fundamental ou o ensino médio. A casa contém, em geral, dois ou três quartos para dormir e um banheiro. A família possui em casa um rádio, um videocassete e/ou DVD, internet, uma máquina de lavar roupa, uma geladeira e mais de um telefone celular. Além disso, algumas famílias possuem um automóvel.

NÍVEL 6 (GRUPO 5_1) – INSE DE 520 A 600

A renda mensal da família é de 1,5 a 7 salários mínimos. Os pais possuem ensino médio ou ensino superior completo. A casa contém, em geral, três quartos para dormir e um ou dois banheiros. A família possui três ou mais telefones celulares, um rádio, um videocassete e/ou DVD, internet, um automóvel, uma máquina de lavar roupa e uma geladeira. Algumas famílias possuem alguns bens e outras não, como: *freezer* (aparelho independente ou parte da geladeira) e TV por assinatura.

NÍVEL 7 (GRUPO 5_2) – INSE DE 600 A 650

A renda mensal da maior parte das famílias pertencentes a esse nível é de 3 a 7 salários mínimos, e da menor parte, de 7 a 9 salários mínimos. Os pais possuem ensino médio ou superior completos. A casa contém, em geral, três quartos para dormir e dois banheiros. A família possui três ou mais telefones celulares, um rádio, um ou dois videocassetes e/ou DVD, TV por assinatura, internet, um automóvel, uma máquina de lavar roupa e uma geladeira, *freezer* (aparelho independente ou parte da geladeira). Algumas famílias possuem aspirador de pó.

NÍVEL 8 (GRUPO 6) – INSE DE 650 A 740

A renda mensal das famílias é bastante variada. Algumas têm renda de 3 a 7 salários mínimos, umas de 7 a 12 e outras acima de 12. Os pais ou responsáveis possuem ensino superior completo.

A casa contém, em geral, três ou mais quartos para dormir e três ou mais banheiros. A família possui três ou mais telefones celulares, um ou dois rádios, um ou dois videocassetes e/ou DVD, TV por assinatura, internet, uma máquina de lavar roupa, uma ou duas geladeiras, *freezer* (aparelho independente ou parte da geladeira), aspirador de pó e um ou dois automóveis. Algumas famílias contratam o serviço de empregado(a) doméstico(a).

NÍVEL 9 (GRUPO 7) – INSE DE 740 A 900

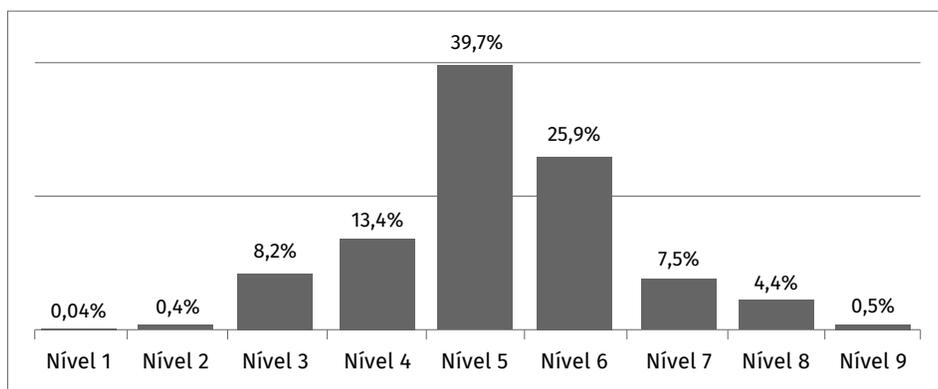
A renda mensal da família é maior que 12 salários mínimos. Os pais ou responsáveis possuem ensino superior completo.

A casa contém, em geral, quatro ou mais quartos para dormir e três ou mais banheiros. A família possui três ou mais telefones celulares, mais de um rádio, dois ou mais videocassetes e/ou DVD, TV por assinatura, internet, duas ou mais máquinas de lavar roupa, duas geladeiras, *freezer* (aparelho independente ou parte da geladeira), aspirador de pó e dois ou mais automóveis. Todas as famílias contratam o serviço de empregada doméstica.

Fonte: Barros (2016).

Na figura 2, é apresentada a distribuição do Inse dos alunos estudados, com base na definição dos nove níveis.

Figura 2 Distribuição por Inse dos alunos em nove níveis



Fonte: Barros (2016).

Ao analisar a figura 2 e o quadro 3, verifica-se que a escala do indicador é sensível para captar camadas da sociedade que possuem um nível socioeconômico muito baixo, isto é, aquelas que declararam que a família não possui renda familiar, que os pais ou responsáveis não sabem ler e escrever e que possuem ensino fundamental completo ou incompleto. O indicador também é sensível no que se refere às camadas da população com nível socioeconômico mais alto, diferenciando, por exemplo, os alunos com renda mensal familiar maior que 12 salários mínimos, cujos pais ou responsáveis possuem ensino superior completo, em relação aos demais.

Esses resultados evidenciam a vantagem de segmentar a escala utilizando os parâmetros do modelo, tanto porque se deixa de depender da base de dados existente, quanto porque se informa de maneira mais clara e precisa o que o indicador está realmente mensurando, ao relacionar os níveis com as descrições de itens/categorias nas diversas partes da escala.

Discussão

Esse trabalho é uma proposta de segmentação de grupos e construção de escala a partir de indicadores elaborados utilizando-se a TRI. Usou-se o Inse (BARROS, 2016), pois este está cada vez mais presente nas discussões no âmbito da educação, já que permite uma visão mais contextualizada da realidade em que o aluno está inserido e subsidia, com mais informações, a formulação e a implementação de políticas educacionais.

Buscou-se também estudar como os itens se relacionam com a medida criada neste trabalho. Para tanto, estimou-se o Inse de cada aluno e, a partir das relações entre os parâmetros dos itens e do construto nível socioeconômico, buscou-se a melhor forma de agrupar os alunos em faixas de nível socioeconômico, de modo que eles fossem semelhantes dentro das faixas e diferentes entre as faixas, constituindo-se, com a adoção dessa técnica, nove grupos de nível socioeconômico distintos.

Por fim, cada grupo recebeu um nível e foi descrito a partir dos itens/categorias que melhor designavam suas características. A possibilidade de relacionar a medida criada com os itens que definem o indicador é um dos grandes

diferenciais da TRI quando comparada com outras técnicas, pois contribui efetivamente para a compreensão e a comunicação do que a medida realmente expressa.

Diante do exposto, é preciso destacar ainda que no Inse criado pelo Inep (2014d), a segmentação foi usada somente para formação de grupos das escolas e não diretamente dos alunos. Para a interpretação da escala, o Inep (2014d) utilizou a metodologia proposta por Huynh (1998), que considera intervalos equidistantes e não busca um ponto ótimo para a segmentação da escala.

Por outro lado, a despeito da contribuição da proposta de segmentação de escala apresentada, acredita-se que trabalhos futuros possam ser desenvolvidos buscando-se empregar ou criar outras técnicas de segmentação e descrição de escala para modelos politômicos da TRI, capazes de aprimorar a inteligibilidade, a precisão e a comunicação da medida. Do mesmo modo, comparar a eficiência dos métodos existentes na literatura aparece, nesse cenário, como outra tarefa importante a ser desenvolvida pelos pesquisadores da área.

Referências

ALVES, M. T. G.; SOARES, J. F. Medidas de nível socioeconômico em pesquisas sociais: uma aplicação aos dados de uma pesquisa educacional. *Opinião Pública*, Campinas, vol. 15, n. 1, p. 1-30, 2009.

ALVES, M. T. G.; SOARES, J. F. Contexto escolar e indicadores educacionais: condições desiguais para a efetivação de uma política de avaliação educacional. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 177-194, 2013.

ALVES, M. T. G.; SOARES, J. F.; XAVIER, F. P. Índice socioeconômico das escolas de educação básica brasileiras. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 84, p. 671-703, 2014.

ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; VALLE, R. C. Teoria de Resposta ao Item: conceitos e aplicações. São Paulo: ABE – Associação Brasileira de Estatística, 2000.

BARROS, G. T. de. F. *Procedimentos para a construção de indicadores por meio da Teoria de Resposta ao Item: a criação de uma medida de nível socioeconômico familiar*. Florianópolis: Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. (Dissertação de mestrado profissional pelo Programa de Pós-Graduação em Métodos e Gestão em Avaliação).

BEATON, A. E.; ALLEN, N. L. Interpreting Scales through Scale Anchoring. *Journal of Educational Statistics*, v. 17, p. 191-204, 1992.

BORTOLOTTI, S.; VINCENZI L. et al. Avaliação do nível de satisfação de alunos de uma instituição de ensino superior: uma aplicação da teoria da resposta ao item. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 19, n. 2, p. 287-302, 2012.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 26 jun. 2014. Seção 1, p. 1. Edição Extra. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm>.

BUCHMANN, C. Measuring Family Background in International Studies of Education: Conceptual Issues and Methodological Challenges. In: PORTER, A. e GAMORAN, A. (Ed.). *Methodological Advances in Cross-National Surveys of Educational Achievement*. Washington, DC: National Academy Press, p.150-197, 2002.

CIZEK, G. J. *Setting Performance Standards: Theory and Applications*. New York: Routledge, 2001.

FRANCO, C. Quais as contribuições da avaliação para as políticas educacionais? In: BONAMINO, A; BESSA, N; FRANCO, C. *Avaliação da educação básica*. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio; São Paulo: Loyola, 2004.

HAIR JR., J. F. et al. *Análise multivariada de dados*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HUYNH, H. On score locations of binary and partial credit items and their applications to item mapping and criterion-referenced interpretation. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*. v. 23, n. 1, p. 35-56, 1998.

IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.

INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Indicador de adequação da formação do docente na educação básica. Brasília: Inep, 2014a.

INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Indicador para mensurar a complexidade da gestão nas escolas a partir dos dados do Censo Escolar da Educação Básica. Brasília: Inep, 2014b.

INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Indicador de Esforço Docente. Brasília: Inep, 2014c.

INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Indicador de Nível Socioeconômico das Escolas de Educação Básica (Inse) participantes da Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA). Brasília: Inep, 2014d.

INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Indicador de regularidade do docente da Educação Básica. Brasília: Inep, 2015.

JANNUZZI, P. M. *Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes e aplicações*. Campinas: Alínea/PUC Campinas, 2001.

KLEIN, R. Utilização da Teoria de Resposta ao Item no Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb). *Revista Meta: Avaliação*, v. 1, n. 2, p. 125-140, 2009.

NETO, J. J. S. et al. Uma escala para medir a infraestrutura escolar. *Est. Aval. Educ.*, São Paulo, v. 24, n. 54, p. 78-99, 2013.

SAMEJIMA F. A. *Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores*. Psychometric Monograph, n. 17, 1969.

SOARES, T. M. Utilização da Teoria de Resposta ao Item na Produção de Indicadores Sócio-Econômicos. *Pesquisa Operacional*, v. 25, n. 1, p. 83-112, 2005.

SOARES, T. M.; SOUZA, R. C.; PEREIRA, V. R. Métodos Alternativos ao Critério Brasil para Construção de Indicadores Sócio-Econômicos: Teoria da Resposta ao Item. In: XXXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2004, São João Del Rei. Anais, Rio de Janeiro: Sobrapo, 2004.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, v. 58, p. 236-244, 1963.

Gabriela Thamara de Freitas Barros

Mestrado profissional em Métodos e Gestão em Avaliação pela Universidade Federal de Santa Catarina

Pesquisadora do Inep

gabybarross@gmail.com

Adriano Ferreti Borgato

Doutor em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz

Professor da Universidade Federal de Santa Catarina

borgatto@inf.ufsc.br

Adolfo Samuel de Oliveira

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo

Pesquisador do Inep

adolfo77@yahoo.com.br