



## APLICAÇÃO DA TEORIA DE RESPOSTA AO ITEM (TRI) NA IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES QUANTITATIVOS DISCRIMINANTES PARA A PRÁTICA DE BENCHMARKING EMPRESARIAL

APPLICATION OF ITEM RESPONSE THEORY (IRT) IN THE IDENTIFICATION OF QUANTITATIVE DISCRIMINATING INDICATORS FOR THE PRACTICE OF BUSINESS BENCHMARKING

**Recebido em:** 31 mar. 2020

**Aprovado em:** 16 jun. 2020


**Versão do autor aceita publicada online:** 16 jun. 2020

**Publicado online:** 18 jun. 2021

### Como citar esse artigo - American Psychological Association (APA):

Baltazar, M. C. P., Albertin, M. R., & Pontes, H. L. J. (2021, out./dez.). Aplicação da Teoria de Resposta ao Item (TRI) na identificação de indicadores quantitativos discriminantes para a prática de benchmarking empresarial. *Exacta*. 19(4), 864-889.  
<https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.16849>.

---

Submeta seu artigo para este periódico 



Dados Crossmark

---



# APLICAÇÃO DA TEORIA DE RESPOSTA AO ITEM (TRI) NA IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES QUANTITATIVOS DISCRIMINANTES PARA A PRÁTICA DE BENCHMARKING EMPRESARIAL

## APPLICATION OF ITEM RESPONSE THEORY (IRT) IN THE IDENTIFICATION OF QUANTITATIVE DISCRIMINATING INDICATORS FOR THE PRACTICE OF BUSINESS BENCHMARKING

 Marcos Charles Pinheiro Baltazar<sup>1</sup>  
 Marcos Ronaldo Albertin<sup>2</sup>  
 Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes<sup>3</sup>

**Resumo:** O *benchmarking* como ferramenta gerencial se baseia em práticas e métricas. Entretanto, há variáveis latentes que não podem ser medidas diretamente. A Teoria de Resposta ao Item (TRI), técnica estatística muito explorada na área da saúde, é pouco explorada na área de gestão. Este trabalho busca aplicar a TRI para identificar um conjunto de indicadores que sejam discriminativos e possíveis de serem para a prática do *benchmarking* empresarial. Após analisar 31 indicadores de 203 empresas listadas na Bolsa de Valores de São Paulo, foi possível identificar 21 indicadores discriminantes distribuídos em 5 fatores. Concluiu-se que a TRI é uma técnica capaz de identificar indicadores discriminativos com baixo valor do *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA) e que traz novas interpretações de métricas já existentes - no caso específico métricas econômicas e financeiras - além de facilitar a compreensão de traços latentes.

**Palavras-chave:** Discriminação. Indicadores para benchmarking. Teoria de resposta ao item. Indicadores de desempenho financeiro.

**Abstract:** Benchmarking as a management tool is based on practices and metrics. However, there are latent variables that cannot be measured directly. The Item Response Theory (IRT), a statistical technique that is widely explored in the health area, is little explored in the management area. This work seeks to apply the IRT to identify a set of indicators that are discriminative and possible to be used in the practice of business benchmarking. After analysing 31 indicators of 203 companies listed on the São Paulo Stock Exchange, it was possible to identify 21 discriminating indicators divided into 5 factors. It was concluded that IRT is a technique capable of identifying discriminatory indicators with low value of the Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) and that it brings new interpretations of already existing metrics - in the case economic and financial metrics - in addition to facilitating the understanding latent traits.

**Keywords:** Discrimination. Benchmarking index. Item Response Theory. Financial Performance Indicator.

<sup>1</sup> Mestre  
Instituto Federal de Alagoas – IFAL.  
Maceió, Alagoas - Brasil.  
[marcos.charles@ifal.edu.br](mailto:marcos.charles@ifal.edu.br)

<sup>2</sup> Doutor  
Universidade Federal do Ceará – UFC.  
Fortaleza, Ceará – Brasil.  
[albertin@ot.ufc.br](mailto:albertin@ot.ufc.br)

<sup>3</sup> Doutor  
Universidade Federal do Ceará – UFC.  
Fortaleza, Ceará – Brasil.  
[hjaguaribe@ufc.br](mailto:hjaguaribe@ufc.br)

Recebido em: 31 mar. 2020  
Aprovado em: 16 jun. 2020



## 1 Introdução

*Benchmarking* é uma importante ferramenta gerencial que permite comparar o desempenho entre empresas. De acordo com Camp (2002), o processo de *benchmarking* é composto por duas partes: as práticas e as métricas. As práticas são métodos e processos utilizados no sistema produtivo. As métricas podem ser representadas através de indicadores que quantificam o resultado (desempenho) de uma atividade e que identificam as lacunas (Albertin, Kohl, & Elias, 2015). Esta pesquisa identifica indicadores econômicos empresariais amplamente disseminados, de domínio e acesso público, que possam ser relevantes para discriminar lacunas de desempenho empresarial na utilização de *benchmarking*.

A Teoria de Resposta ao Item (TRI) é utilizada para medir uma característica oculta que não pode ser medida diretamente, mas que é possível ser observada nas respostas de um teste (Pasquali, 2003). Historicamente, a TRI é utilizada para mensuração voltada à Psicologia (Bock, 1997; Bock & Aitkin, 1981; Kessler *et al.*, 2002; Yen, 1980), Medicina (Streiner & Norman, 2008; Trollip & Anderson, 1982) e Ciências Sociais e da Educação (Hambleton, Swaminathan, Cook, Eignor, & Gifford, 1978; Kolen, 1981; Linn, Levine, Hastings, & Wardrop, 1981). De acordo com a base Scopus, o *ranking* de publicações sobre TRI até 2020, por área, é liderado pela Psicologia (3.401), seguido das Ciências Sociais (2.684) e Medicina (2.491).

Na área de gestão, baseando-se em consultas na Scopus e ScienceDirect, esta técnica foi utilizada para: mensurar a qualidade (Alexandre, Andrade, Vasconcelos, & Araujo, 2002; Paas & Sijtsma, 2008), avaliar intangíveis (Vargas, Selig, Andrade, & Ribeiro, 2008), mensurar o desempenho de gestão ambiental e responsabilidade social (Nicolosi, Grassi, & Stanghellini, 2014; Trierweiller *et al.*, 2012; Trierweiller, Severo Peixe, Tezza, Bornia, & Campos, 2013), *benchmarking* de produtos e de *marketing* (Pacheco, de Andrade, & Bornia, 2015; Wang & Finn, 2013, 2014), *benchmarking* de setores (Albertin, Baltazar, Pontes, & Barroso, 2016; Reeves & Ford, 2004), mensurar a interação entre sistemas de informação e usuários (Rusch, Lowry, Mair, & Treiblmaier, 2017), rastreabilidade de produtos (Matzembacher, Carmo Stangherlin, Slongo, & Cataldi, 2018) e para mensurar a associação entre o nível financeiro e bem estar de trabalhadores independentes (Patel & Wolfe, 2019).

De forma comparativa, observa-se que a TRI é pouco explorada para mensuração de desempenho empresarial (*business performance*) e inexplorada para desempenho financeiro (*financial performance*). Assim, esta pesquisa inova ao utilizar a TRI para selecionar indicadores financeiros para a prática do *benchmarking*.

Duas hipóteses são testadas: (1) Será que a TRI é uma técnica que consegue extrair informações latentes de acordo com o desempenho financeiro das empresas? (2) É possível selecionar indicadores de acordo com o grau de discriminação deles?

O objetivo deste trabalho é explorar e indicar um grupo de indicadores quantitativos discriminativos financeiros capazes de serem utilizados na atividade empresarial de *benchmarking* a partir de dados obtidos de fontes secundários. Busca-se também identificar a aplicabilidade da Teoria de Resposta ao Item para selecionar indicadores baseado na discriminação destes itens.

Este artigo é organizado em 5 seções. A seção 2 apresenta o referencial teórico sobre a Teoria de Resposta ao Item e seu uso no *benchmarking* e análise fatorial. A seção 3 apresenta o método utilizado por este artigo. A seção 4 discute os resultados obtidos. A seção 5 apresenta a conclusão.

## 2 Referencial teórico

### 2.1 Teoria de resposta ao item e uso no benchmarking

Baker (2001) afirma que alguns atributos, embora possam ser facilmente descritos, não podem ser diretamente mensurados, visto que é um conceito e não uma dimensão física. Este atributo, embora seja um traço latente que não pode ser mensurado diretamente, pode ser observado nas respostas de um questionário (Wilson, 2004).

Dentre os vários modelos matemáticos há aqueles onde há mais de dois itens envolvendo um único grupo e com apenas uma habilidade medida. Dentre estes destacam-se o Modelo de Resposta Nominal (Bock, 1997) e o Modelo de Resposta Gradual (Samejima, 1969). Este último, diferente do primeiro, assume que as categorias são ordenadas entre si. Um caso particular do Modelo Resposta Gradual de Samejima é o Modelo de Escala Gradual também utilizado para respostas ordenadas (Andrich, 1978).

O Modelo de Escala Gradual considera que as respostas do item são categorizadas, ordenadas e igualmente espaçadas entre si. Neste caso, o modelo apresenta a seguinte fórmula (Samejima, 1969):

$$P_{i,k}(\theta_j) = \frac{1}{1+e^{-Dq(\theta_j-b_i+d_k)}} - \frac{1}{1+e^{-Dq(\theta_j-b_i+d_{k+1})}} \quad (1)$$

Sendo:  $i = 1, 2, 3, \dots, p$  (número de itens);  $j = 1, 2, 3, \dots, n$  (tamanho da amostra);  $k_i = 0, 1, 2, \dots, m_i$  representando as  $m_i + 1$  categorias de respostas do  $i$ -ésimo item;  $a_i$  é o parâmetro de discriminação do item  $i$ ;  $b_{iki}$  é o parâmetro que representa a dificuldade de estar na  $k_i$ -ésima categoria do item  $i$ , medido na mesma escala da maturidade;  $P_{i,k}^+$  é a probabilidade do indivíduo  $j$  escolher uma particular categoria do item  $i$ .

A existência de uma ordenação entre os níveis de dificuldade das categorias de determinado item é necessária, ou seja,  $b_{i,1} \leq b_{i,2} \leq \dots \leq b_{i,m_i}$ . A probabilidade do indivíduo  $j$  receber um escore  $k$  no item  $i$  é dada por:



$$P_{i,k}(\theta_j) = P_{i,k}^+(\theta_j) - P_{i,k+1}^+(\theta_j) \quad (2)$$

Samejima (1969), define também que:

$$P_{i,0}(\theta_j) = 1 \quad (3)$$

$$P_{i,m_i+1}^+(\theta_j) = 0 \quad (4)$$

$$P_{i,0}(\theta_j) = P_{i,0}^+(\theta_j) - P_{i,1}^+(\theta_j) = 1 - P_{i,1}^+(\theta_j) \quad (5)$$

$$P_{i,m}(\theta_j) = P_{i,m}^+(\theta_j) - P_{i,m+1}^+(\theta_j) = P_{i,m}^+(\theta_j) \quad (6)$$

Neste modelo, além do parâmetro de discriminação ou inclinação ( $a_i$ ), em um item com  $(m_i+1)$  categorias, é necessário estimar  $m_i$  valores de dificuldade.

Uma das primeiras pesquisas que aplicou a TRI na área de gestão visou analisar um construto construído para mensurar o nível de aplicação de práticas da Gestão pela Qualidade Total (GQT). Inicialmente composto por itens politômicos, os itens foram ressignificados para dicotômicos indicando se aplica ou não determinada prática da GQT. Os autores concluíram que a TRI é uma ferramenta útil para análise de práticas de GQT e de maturidade organizacional (Alexandre *et al.*, 2002).

Outro trabalho na área de gestão com a aplicação da TRI foi desenvolvido para avaliar a diferença da performance e o gerenciamento estratégico entre organizações de serviços sem fins lucrativos e com fins lucrativos (Reeves & Ford, 2004). Neste estudo foi aplicado a TRI, especificamente o modelo de Rasch (Baker, 2001; Rasch, 1960) para estimar a capacidade estratégica destas organizações. Foram utilizadas medidas qualitativas e quantitativas do *framework* desenvolvido por Miller e Firesen (1984). Os autores obtiveram um bom desempenho do modelo ao utilizar a TRI, com ajuste do modelo próximo do ideal.

Albertin *et al.* (2016) compararam o desempenho de 177 empresas brasileiras, associadas a 18 cadeias produtivas, baseando-se em 46 itens relativos às práticas de excelência em gestão. Aplicou-se o modelo de Samejima (Samejima, 1969) nos itens em escala de Likert. A aplicação da técnica se mostrou adequada para identificar o setor *benchmark* e a identificação das maiores dificuldades na aplicação das práticas logísticas nas empresas pesquisadas.

Pacheco, Andrade e Bornia (2015) propuseram um método que combina a TRI com as etapas do processo de *benchmarking* com a finalidade de medir a competitividade de produtos por meio de características latentes. Aplicaram este novo método em 1581 cursos e concluíram que com a aplicação

da TRI é possível construir escalas para identificar a importância dos itens - no caso as boas práticas - e a dificuldade de inserção desta prática em seus produtos.

## 2.2 Análise fatorial

Análise fatorial é uma técnica estatística que tem o propósito de definir estruturas não observáveis diretamente entre as variáveis analisadas (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2014). A análise fatorial é classificada como técnica multivariada na qual é possível trabalhar com diversas variáveis, ultrapassando, portanto, a limitação das técnicas univariadas.

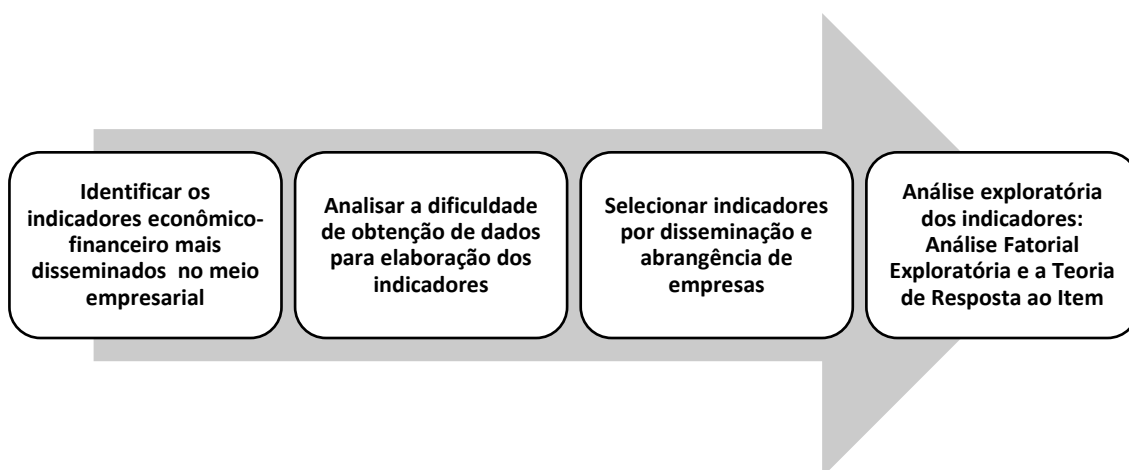
Um resultado primário da análise fatorial é definir um conjunto de variáveis que estão altamente relacionadas entre si formando os fatores (Hair *et al.*, 2014). A determinação da quantidade de fatores está ligada à quantidade de variação contabilizada por um fator. A esta quantidade de variação dá-se o nome de autovalor (originalmente *eigenvalues*).

## 3 Métodos

Esta seção descreve o método utilizado para a seleção de indicadores financeiros. Esta seção também detalha as etapas seguidas para a seleção dos indicadores e as técnicas estatísticas utilizadas para indicação dos indicadores mais discriminantes. A Figura 1 apresenta as principais etapas do método da pesquisa.

Figura 1

Principais etapas do método da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.



### 3.1 Identificação dos indicadores econômico-financeiro mais disseminados

Inicialmente, foram identificados os indicadores empresariais utilizados por: (a) revistas com publicações econômico-financeiras, (b) sistema de *benchmarking* europeu *Benchmarkingindex*<sup>®</sup>, (c) prêmios de qualidade nacionais e (d) organizações de apoio empresarial no Brasil.

### 3.2 Análise da dificuldade de obtenção de dados para elaboração dos indicadores

Nesta etapa, foram coletados os dados nos *sites* das empresas com ações vendidas na Bolsa de Valores de São Paulo e seus relatórios de administração. Esta atividade foi apropriada para identificar a possibilidade de obtenção dos indicadores mais disseminados (encontrados na etapa anterior) ou obtenção dos dados para composição dos indicadores.

### 3.3 Seleção dos indicadores por disseminação e abrangência de empresas

Nesta etapa, os indicadores foram uniformizados quanto ao nome, visto que, por serem de diferentes fontes – revistas, prêmios e órgão de apoio empresarial – espera-se haver nomes similares para o mesmo indicador. Em seguida, foram selecionados os indicadores abrangentes, ou seja, possibilidade de comparação entre mais de uma fonte dos indicadores, ou utilizado pelo *Benchmarkingindex*<sup>®</sup>.

Para identificar a facilidade de obtenção, optou-se por pesquisar os indicadores das empresas listadas na Bolsa de Valores de São Paulo, no ano de 2016. Participaram da amostra 203 empresas. O quantitativo de empresas por setor de atuação estão assim distribuídos: Transporte e Logística (46), Energia Elétrica (35), Construção Civil (15), Máquinas e Equipamentos (14), Comércio (13), Metalurgia e Siderurgia (12), Têxtil e Vestuário (11), Saneamento (9), Alimentos (8), Comunicação e Informática (6), Petroquímico e Borracha (4), Serviços Médicos (4), Telecomunicações (4), Farmacêutico e Higiene (4), Papel e celulose (4), Brinquedos e Lazer (3), Agricultura (2), Educação (2), Extração Mineral (2), Petróleo e Gás (2), Gráfica (1), Hospedagem (1), Bebidas e Fumo (1).

### 3.4 Análise exploratória dos indicadores

Os indicadores foram transformados em quartis, de maneira que o quarto quartil represente os 25% melhores desempenho do indicador, enquanto o primeiro quartil represente 25% dos piores desempenho daquele indicador.

Em seguida, foram realizados testes para identificar a adequabilidade da aplicação da análise fatorial. Foi verificado o valor da Medida de Adequação da Amostra (do inglês, *Measure of Sampling*

*Adequacy - MSA*), o qual deve apresentar valores superiores a 0,5, no geral e individualmente (Hair *et al.*, 2014, p. 91). Para isto, utilizou-se a função *kmo* do pacote *psych* (Revelle, 2018).

Para executar a exploração dos dados foram utilizadas duas técnicas estatísticas: a Análise Fatorial Exploratória e a Teoria de Resposta ao Item.

A primeira técnica foi utilizada para identificar a unidimensionalidade dos indicadores ou a quantidade de fatores. A unidimensionalidade é necessária para realizar a análise com a técnica TRI (McLeod, Swygert, & Thissen, 2001). Para determinar o número de fatores foi utilizado o pacote *psych*. Desenvolvido pela *Northwest Univeristy*, este pacote inclui funções para análise fatorial, análise de componentes principais, análise de cluster, análise de fatores entre outras (Revelle, 2018).

A segunda técnica, TRI, foi utilizada para mensurar os itens mais discriminantes de cada fator encontrado. Para isto, utilizou-se a função *mirt*, do pacote *mirt* (Chalmers, 2012) para aplicar o modelo de escala gradual (Samejima, 1969), conforme a Equação 1, descrita no Referencial Teórico.

#### 4 Resultados e discussão

Esta secção descreve os principais resultados encontrados na pesquisa e finaliza com a discussão destes resultados.

##### 4.1 Indicadores econômico-financeiros mais disseminados, de domínio e acesso público

As revistas utilizadas com publicações econômico-financeiras de maior circulação foram: Exame, Valor Econômico, Amanhã, Istoé Dinheiro, *AméricaEconómica*. Incluiu-se esta última por apresentar os indicadores de diversas companhias brasileiras.

**Exame.** Esta revista possui a edição anual “Melhores e Maiores” que inclui 3000 empresas. Esta edição contém várias categorias, como as maiores empresas privadas, maiores empresas estatais, empresas digitais, bancos, seguradoras, indústrias, comerciais, serviços e exportadores. A Exame utiliza vendas líquidas das demonstrações individuais para definir as maiores empresas.

Além disso, esta revista utiliza critérios para definir as melhores empresas. Para alcançar esse resultado, esta revista usa critérios e pesos: Rentabilidade do Patrimônio (30), Liquidez Corrente (25), Liderança de Mercado (20), Riqueza Criada (15) e Crescimento das Vendas (10).

**Valor Econômico.** Esta revista possui uma publicação com foco em economia, administração e negócios. A edição “Valor 1000” apresenta as mil melhores empresas por receita líquida.

Nesta edição, apresenta dez melhores empresas no ranking. Para defini-las, a revista usa os seguintes critérios e pesos: Receita Líquida (2), Lucro antes de juros, impostos, depreciação e amortização – EBITDA (2), Crescimento Sustentável (1), Rentabilidade (1), Margem de Atividade (1), Liquidez Corrente (1), Giro do Ativo (1) e Cobertura de Juros (1). Além disso, a revista seleciona melhor





os líderes do setor de negócios e usa critérios não-contábeis: Governança Corporativa, Envolvimento Social, Respeito ao Consumidor e ao Meio Ambiente.

IstoÉ Dinheiro. Esta revista possui uma edição especial chamada “As Melhores da Dinheiro”. Nesta edição, são mostradas as “Melhores da Dinheiro” e “1000 Melhores Empresas por Receita”. Para definir as melhores empresas, “Melhores da Dinheiro”, a revista definiu 5 critérios e pontos: Sustentabilidade Financeira (200), Recursos Humanos (75), Inovação e Qualidade (45), Responsabilidade Socioambiental (75) e Governança Corporativa (75)

Os prêmios nacionais encontrados foram: Delmiro Gouveia, MPE Brasil, Prêmio Nacional da Qualidade.

**Prêmio Nacional da Inovação.** O Prêmio Nacional de Inovação é realizado pela Confederação Nacional das Indústrias e pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), com o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Movimento Brasil Competitivo (MBC) e Ministério da Ciência, Tecnologia e inovação. O objetivo do prêmio é incentivar e reconhecer o esforço bem-sucedido em inovação e gestão da inovação das organizações brasileiras (“Prêmio Nacional de Inovação,” n.d.)

Este prêmio tem 2 categorias e 3 modalidades. A categoria Gestão da Inovação reconhece a organização que produz um ambiente empresarial para a geração de inovações (“Prêmio Nacional de Inovação”, [s.d.]). A outra categoria, Inovação, reconhece as inovações que contribuíram para o aumento de empresas competitivas e é dividida por: Inovação de Produto, Inovação em Processo, Inovação em Marketing e Inovação Organizacional. O prêmio das três modalidades é baseado na receita bruta anual: menor ou igual a 3,6 milhões, superior a 3,6 milhões e inferior a 300 milhões e superior a 300 milhões.

**Prêmio Brasil MPE.** Este prêmio foi desenvolvido para reconhecer as micro e pequenas empresas (MPE) que lideram seus setores. É realizado anualmente e seus dados são fornecidos por um questionário baseado no Modelo de Excelência da Gestão (MEG®), preparado e divulgado pela Fundação Nacional da Qualidade (FNQ®) (“Movimento Brasil Competitivo,” n.d.).

O questionário contém 4 grupos de questões: Parte I – Gestão da Companhia, Parte II - Características de Comportamento do Empreendedor; Parte III – Práticas de Responsabilidade Social Corporativa; Parte IV - Destaque Inovação.

As organizações de apoio empresarial identificados foram: Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) e Organização das Cooperativas Brasileiras do Estado do Ceará (OCB/CE).

Todos os indicadores foram compilados e podem ser visualizados no Apêndice A. Nas colunas estão as fontes: [BI] *Benchmarkingindex*® [a] Exame, [b] Valor, [c] Revista Amanhã, [d]

AméricaEconômica, [e] IstoÉ Dinheiro, [f] Delmiro Gouveia, [g] MPE Brasil, [h] Prêmio Nacional da Inovação, [i] Fundação Nacional da Qualidade (FNQ), [j] Sebrae, [k] Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC).

Após análise da disseminação e facilidade de obtenção dos indicadores, resultou o total de 31 indicadores bem disseminados e disponíveis para acesso secundário. Estes indicadores estão listados na Tabela 1.

#### 4.2 Teste dos indicadores

Mensurou-se o MSA para os 31 indicadores selecionados, que resultou em 0,81 geral. Os valores individuais são apresentados na Tabela 1. Assim, observa-se que a aplicação da análise fatorial é apropriada para estes indicadores.

#### 4.3 Determinação da quantidade de fatores

Avaliou-se a presença de fatores por meio do pacote *psych*. A função *fa.parallel* indica a presença de 5 fatores. Isto também é observado no gráfico *scree* (Figura 2) por apresentar 5 fatores com autovalores superiores a 1. As cargas fatoriais e a relação dos indicadores por fator são exibidas na Tabela 2. De forma complementar, outros índices estatísticos são exibidos no Apêndice B.

Observa-se na Tabela 2 que os agrupamentos dos indicadores apresentam comportamento lógico. O fator 1, por exemplo é composto por indicadores econômicos que mensuram a rentabilidade. O fator 2 é composto essencialmente por indicadores de endividamento. O fator 3 é composto por indicadores de liquidez e de caixa. O fator 4, é composto por indicadores financeiros de atividade e de custos e valor agregado. Por último, o fator 5 é essencialmente formado por indicadores de crescimento.



Tabela 1

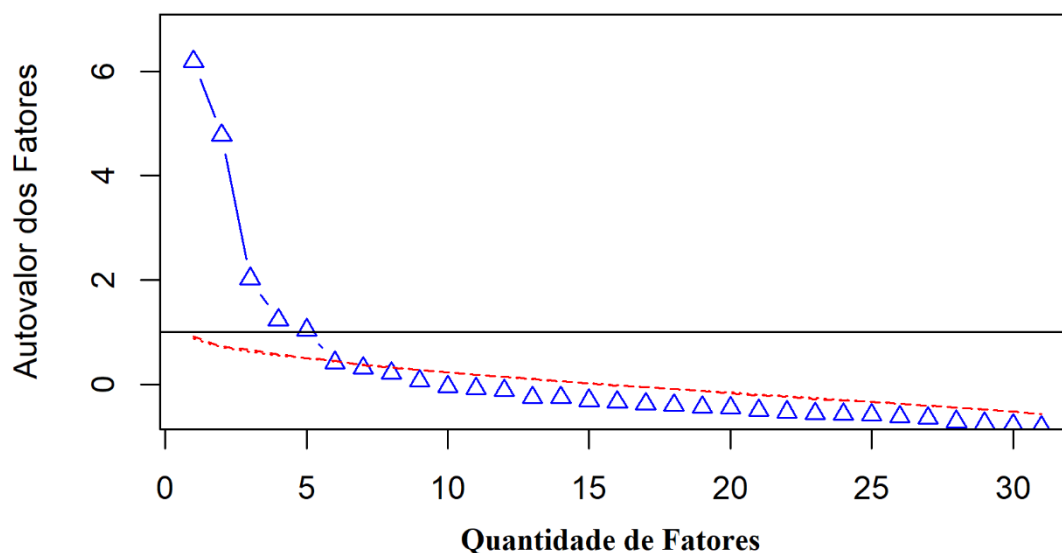
Indicadores selecionados de acordo com critério de disseminação e facilidade de obtenção

Código	MSA	Descrição do indicador
CCPESS	0,68	Aumento do custo de pessoal (%)
CEBIT	0,78	Aumento do lucro antes do imposto e taxas (%)
CEBITDA	0,81	Crescimento (ou variação) do EBITDA
CLUCRO	0,80	Variação de lucro (%)
CVENDAS	0,79	Crescimento das Vendas (%)
ECEBIT	0,80	Cobertura de juros (EBIT sobre juros)
ECEBITDA	0,81	Cobertura de juros (EBITDA sobre juros)
ECURHFA	0,52	Custos de Recursos Humanos / faturamento (%)
ECUVAFA	0,74	Valor agregado / faturamento (%)
EMEBITDA	0,84	Margem EBITDA (%)
EREBIT	0,86	Rentabilidade das Vendas (lucro antes dos impostos e taxas)
EROA	0,83	Rentabilidade do Ativo (%) (do inglês ROA)
EROCE	0,84	Rentabilidade do Capital Investido (%) (do inglês ROCE)
EROE	0,84	Rentabilidade do Patrimônio Líquido (%) (do inglês ROE)
ERONA	0,70	Rentabilidade do Ativo Líquido (%) (do inglês RONA)
EROTA	0,87	Rentabilidade do Ativo Total (%) (do inglês ROTA)
ERVEN	0,84	Rentabilidade das Vendas (lucro líquido)
FAPMPA	0,82	Prazo Médio de Pagamento (dias)
FAPMRE	0,75	Prazo Médio de Recebimentos (dias,*)
FEBITDA	0,77	EBITDA
FEGER	0,81	Endividamento geral (%)
FEGRAU	0,86	Grau de Endividamento
FELPRA	0,77	Endividamento de longo prazo (%)
FGVPG	0,74	Valor Ponderado de Grandeza
FLCOR	0,82	Liquidez Corrente
FLGER	0,74	Liquidez Geral (Exame)
FLIME	0,78	Índice de liquidez imediata (teste ácido) (%)
FRALFAT	0,75	Ativo líquido (caixa) / faturamento (%)
FRCCLI	0,83	Capital circulante líquido
FRCGIR	0,85	Capital de giro
FRGCTR	0,82	Giro de capital de trabalho ( <i>working capital turnover</i> )

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2

Gráfico Scree



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ainda conforme a Tabela 2, os indicadores EROCE, FEBITDA, EMEBITDA, FAPMPA, FRCGIR, FLGER apresentaram cargas fatoriais superiores a 0,3 em dois fatores. Assim, estes indicadores foram agrupados nos fatores que apresentaram maior valor. Este comportamento denota que uma parte da explicação do comportamento da variável provém de fatores, ou dimensões, diferentes.

Entretanto, os indicadores CCPESS e ERONA não puderam ser agrupados. Isto ocorreu por não apresentaram carga fatorial superior a 0.3 em nenhum dos fatores encontrados. Este comportamento inviabiliza as análises seguintes de discriminação dos indicadores por grupo, visto que não participam de nenhum grupo.

#### 4.4 Discriminação dos indicadores

Aplicando-se o Modelo de Escala Gradual (Samejima, 1969), foi calculado o parâmetro de discriminação dos indicadores. Nesta etapa, foram descartados da análise os indicadores CCPESS e ERONA que não obtiveram carga fatorial maior ou igual a 0,3 em nenhum fator, conforme visualizado na Tabela 2. Ressalta-se que os valores de discriminação foram calculados por fatores, de forma que os resultados são comparados por indicadores pertencentes ao mesmo fator.



**Tabela 2**

Cargas fatoriais superior a 0.3 para 5 fatores

Index	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5
ERVEN	<b>0,80</b>				
EREBIT	<b>0,71</b>				
EROCE	<b>0,66</b>	0,34			
EROTA	<b>0,74</b>				
EMEBITDA	<b>0,53</b>			0,41	
EROE	<b>0,72</b>				
ECEBIT	<b>0,76</b>				
ECEBITDA	<b>0,83</b>				
FEBITDA	0,35	<b>0,70</b>			
EROA		<b>0,34</b>			
FEGRAU		<b>0,76</b>			
FGVPG		<b>0,73</b>			
FEGER		<b>0,69</b>			
FELPRA		<b>0,54</b>			
FRCGIR		<b>0,44</b>	0,33		
FLGER		<b>0,57</b>		0,32	
FRCCLI			<b>0,95</b>		
FLCOR			<b>0,93</b>		
FLIME			<b>0,84</b>		
FRGCTR			<b>0,77</b>		
FRALFAT			<b>0,34</b>		
ECURHFA				<b>0,67</b>	
ECUVAFA				<b>0,39</b>	
FAPMPA			0,30	<b>0,62</b>	
FAPMRE				<b>0,66</b>	
CEBITDA					<b>0,79</b>
CLUCRO					<b>0,75</b>
CEBIT					<b>0,87</b>
CVENDAS					<b>0,48</b>
CCPESS					
ERONA					

Fonte: Elaborados pelos autores.

Os resultados da análise foram compilados por grupo e em ordem decrescente de nível de discriminação (ver Tabela 3). Estatísticas complementares estão disponíveis no Apêndice C.

A discriminação do item indica a capacidade de um determinado indicador de distinguir ou discriminar a habilidade de uma empresa ter melhor ou pior desempenho. Quanto maior a discriminação, maior será a capacidade de um determinado indicador de comparar empresas.

Tabela 3

Grupo, Indicadores e grau de discriminação do item

Grupo	Código	Indicadores	Discriminação
Rentabilidade	ERVEN	Rentabilidade das Vendas (lucro líquido)	5,3
	EROE	Rentabilidade do Patrimônio Líquido (%) (do inglês ROE)	3,8
	ECEBITDA	Cobertura de juros (EBITDA sobre juros)	3,0
	EREBIT	Rentabilidade das Vendas (lucro antes dos impostos e taxas)	3,0
	ECEBIT	Cobertura de juros (EBIT sobre juros)	2,9
	EROTA	Rentabilidade do Ativo Total (%) (do inglês ROTA)	2,7
	EROCE	Rentabilidade do Capital Investido (%) (do inglês ROCE)	2,4
	EMEBITDA	Margem EBITDA (%)	1,8
Endividamento	FEGER	Endividamento geral (%)	2,9
	FEGRAU	Grau de Endividamento	2,6
	FRCGIR	Capital de giro	1,6
	FELPRA	Endividamento de longo prazo (%)	1,1
	FLGER	Liquidez Geral (Exame)	0,9
	EROA	Rentabilidade do Ativo (%) (do inglês ROA)	-0,7
	FEBITDA	EBITDA	-2,8
	FGVPG	Valor Ponderado de Grandeza	-3,0
Liquidez e Caixa	FLCOR	Liquidez Corrente	9,8
	FLIME	Índice de liquidez imediata (teste ácido) (%)	4,7
	FRCCLI	Capital circulante líquido	4,5
	FRGCTR	Giro de capital de trabalho (working capital turnover)	1,8
	FRALFAT	Ativo líquido (caixa) / faturamento (%)	0,6
Atividades, Custo e Valor Agregado	FAPMRE	Prazo Médio de Recebimentos (dias,*)	2,9
	ECURHFA	Custos de Recursos Humanos / faturamento (%)	1,7
	ECUVAFA	Valor agregado / faturamento (%)	-1,6
	FAPMPA	Prazo Médio de Pagamento (dias)	-1,8
Crescimento	CEBIT	Aumento do lucro antes do imposto e taxas (%)	11,1
	CLUCRO	Variação de lucro (%)	3,0
	CEBITDA	Crescimento (ou variação) do EBITDA	3,0
	CVENDAS	Crescimento das Vendas (%)	1,2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se na Tabela 3 que os indicadores de Rentabilidade e os de Liquidez e Caixa apresentam alta discriminação, ou seja, estão fortemente associadas com um bom desempenho da empresa em outros indicadores do mesmo grupo. Forte destaque para ERVEN, EROE, FLCOR e FLIME. Enquanto os indicadores de Endividamento e de Atividades, Custos e Valor Agregado nem sempre estão fortemente associadas com bom desempenho em outros indicadores.

Os cinco indicadores que mais discriminam são: CEBIT (11,1), FLCOR (9,8), ERVEN (5,3), FLIME (4,7) e FRCCLI (4,5). Enquanto os indicadores menos discriminantes foram: FGVPG (-3,0), EBITDA (-2,8), FAPMPA (-1,8), ECUVAFA (-1,6) e EROA (-0,7).

Vale destacar que, embora parecido na formulação, os indicadores CEBIT (11,0), ECEBITDA (3,0), EREBIT (3,0), ECEBIT (2,9), CEBITDA (3,0) e FEBITDA (-2,8) apresentaram comportamento diferente



quanto à discriminação. Destes, o menos aconselhável é a utilização do FEBITDA devido ao seu baixo valor discriminativo.

Os indicadores ERVEN, FLCOR e CEBIT apresentaram valores considerados altos para estimação de discriminação do item. Esperava-se valores normalizados entre -3 a 3.

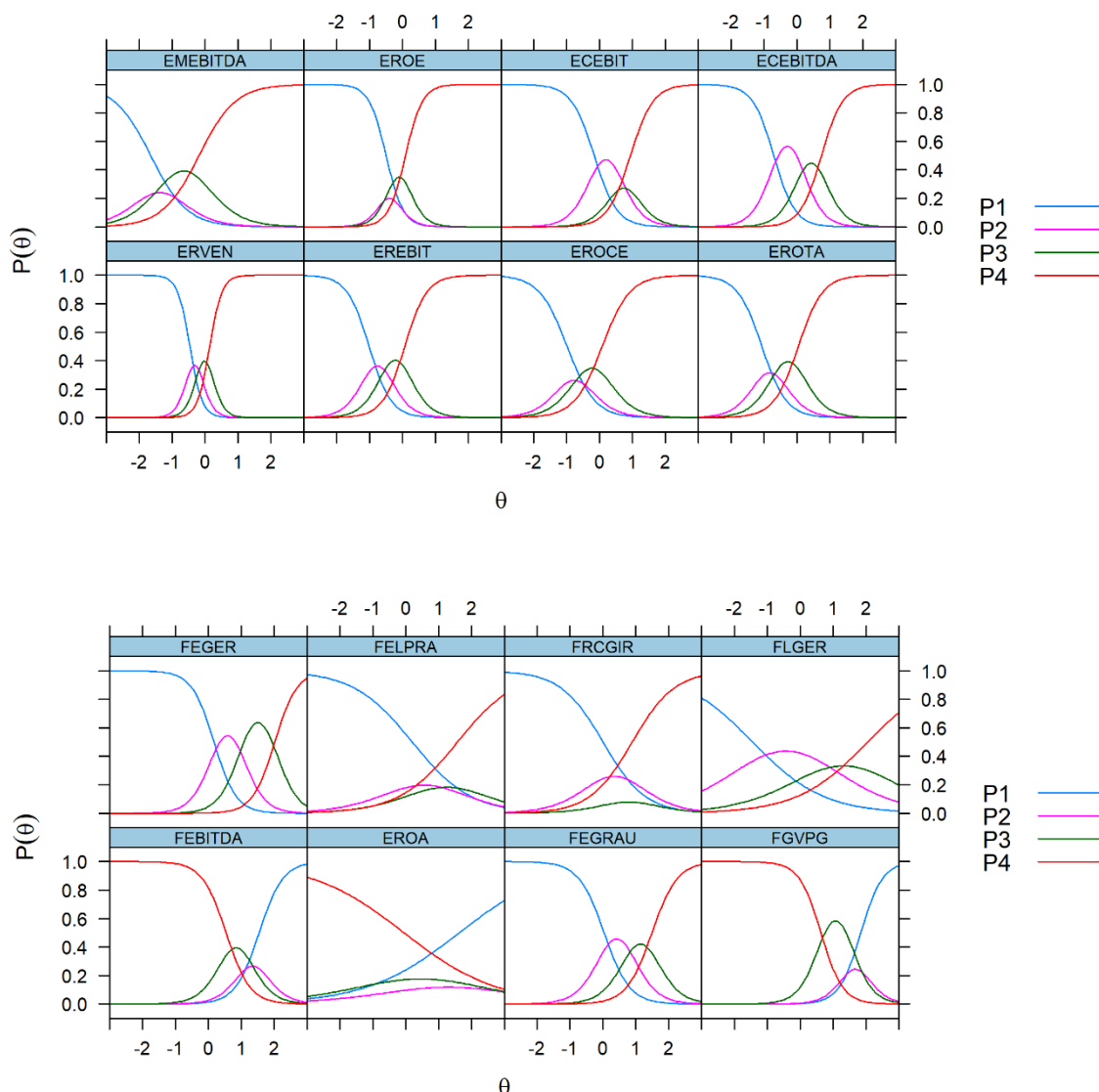
#### *4.5 Curva característica do item por grupos*

As curvas características do item (CCI) representam a probabilidade de 0 a 100% (eixo das ordenadas) das empresas terem desempenhos P1 (baixo) a P4(alto) para cada indicador analisado. A curva P1 representa a probabilidade de uma empresa ter desempenho ruim (quartil inferior). À medida que o seu desempenho comparativo aumenta na escala -3 a +3 (eixo das abscissas) a probabilidade de um péssimo desempenho P1 diminui. Em contrapartida, um melhor posicionamento na escala do eixo X, aumenta a probabilidade de desempenhos superiores (P2, P3 e P4) no indicador.

A Figura 3 apresenta as Curvas Características do Item dos indicadores de Rentabilidade (parte superior da figura) e indicadores de Endividamento (parte inferior da figura). Para os indicadores de Rentabilidade, observa-se que à medida que a maturidade da empresa cresce (de -3 para +3), diminui a probabilidade da empresa apresentar um desempenho ruim (P1). Em contrapartida, a probabilidade de apresentar um bom desempenho (P4) aumenta .

Figura 3

Curva característica do item para o grupo rentabilidade (superior) e endividamento (inferior)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se também o alto poder discriminativo dos indicadores deste fator, especialmente ERVEN (5,3) e EROE (3,8). Enquanto para o EMEBITDA (1,8), mesmo apresentando alta discriminação, é possível identificar maior probabilidade de estágio intermediários de desempenho (P2 e P3).

Quanto aos indicadores de Endividamento, na parte inferior da Figura 3, observa-se que FEGER (2,9) e FEGRAU (2,6) são indicadores com alto poder discriminante. Já os indicadores FEBITDA (-2,8), FGVPG (-3,0) e EROA (-0,7) apresentam comportamento contrário. Ou seja, empresas que tenham um bom desempenho nestes indicadores, podem ter desempenho (ou maturidade) variado em outros indicadores.





Na parte superior da Figura 4, observa-se os indicadores do grupo Liquidez e Caixa. Estes indicadores apresentam discriminação alta, como FLCOR (9,8) e FLIME (4,7). Em relação a maturidade empresarial, quanto maior a maturidade empresarial maiores a probabilidades da empresa apresentar um bom resultados nestes indicadores (P4).

Na parte intermediária da Figura 4, observa-se os indicadores do grupo Atividades, Custo e Valor Agregado. Neste grupo há indicadores com alta discriminação como o FAPMRE (2,9) e com baixo poder de discriminação FAPMPA(-1,8). Também observa-se com os indicadores FAPMPA (-1,8) e ECUVAFA (-1,6), quanto melhor o desempenho geral, maior a probabilidade de estar no P1.

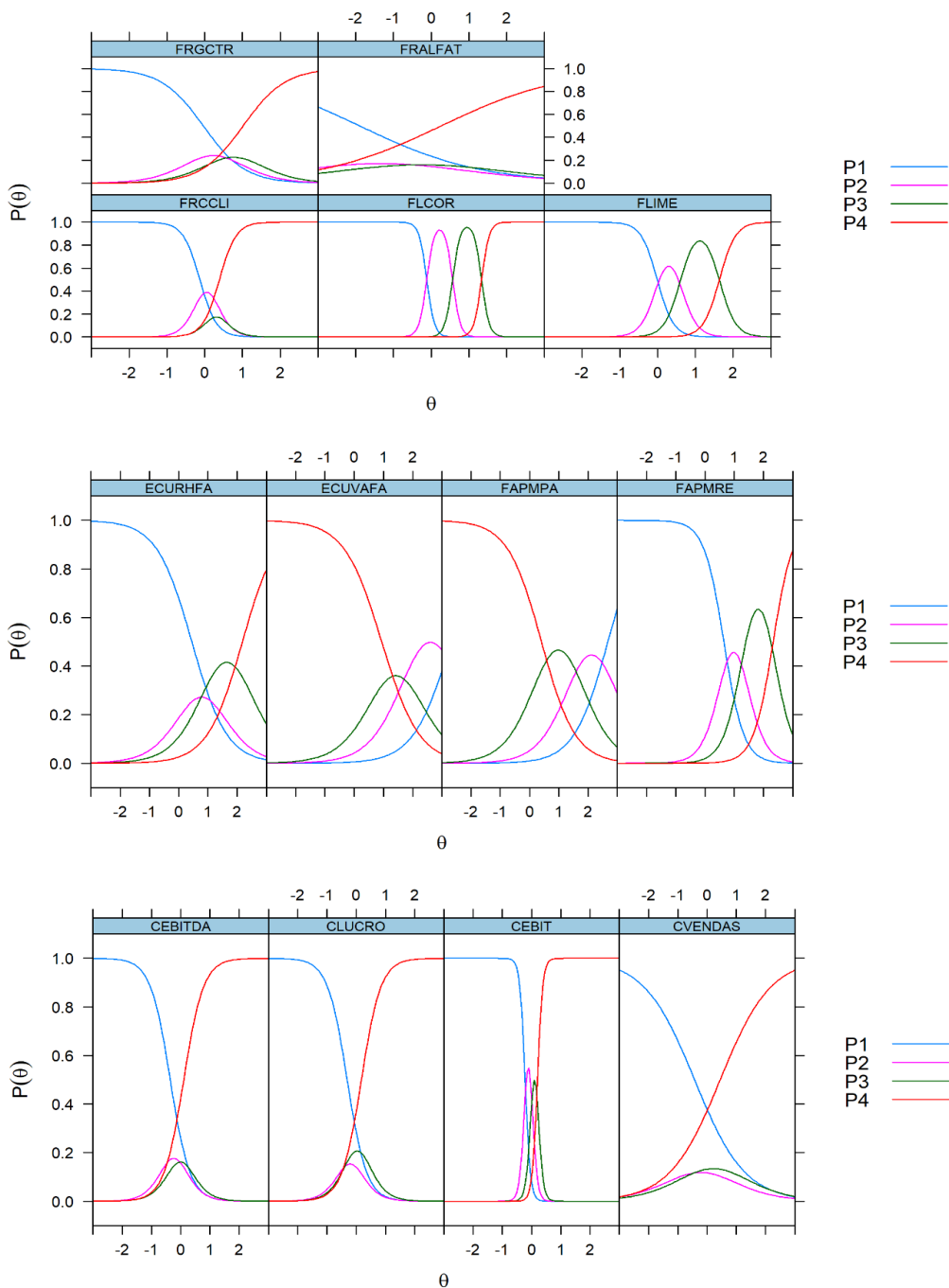
Na parte inferior da Figura 4, observa-se os indicadores presentes do grupo de Crescimento. Observa-se que o indicador CEBIT tem altíssima discriminação quando comparado com o desempenho dos demais indicadores de mesmo fator. De forma similar entre si estão os indicadores CLUCRO e CEBITDA, indicando que eles têm um comportamento parecido. E de forma menos acentuada, está o CVENDAS, indicando que é um indicador que comparado aos demais de mesmo fator, não apresenta uma boa ligação entre o desempenho neste indicador e o comportamento geral entre eles.

#### 4.6 Proposta de indicadores validados pela TRI

Após as análises, chega-se à lista dos indicadores selecionados a partir da aplicação da Teoria de Resposta ao Item (ver Tabela 4). Ressalta-se que estes indicadores apresentam: alta confiabilidade com MSA superior em 0,8; agrupados em fatores superiores a 0,3; e RMSEA igual ou inferior a 0,10. Assim, ao aplicar o processo de *benchmarking* financeiro nas organizações, orienta-se utilizar estes indicadores visto que: (a) são capazes de discriminar as melhores das piores organizações e (b) são os que apresentam maior confiança e com menores discrepâncias entre os indicadores analisados.

Figura 4

Curva característica do item para o grupo liquidez e caixa (superior), atividades, custo e valor agregado (intermediário) e crescimento (inferior)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se também, na Tabela 4 que um bom desempenho em alguns indicadores não expressa que a empresa tenha um bom desempenho de forma geral. Isto fica evidente pois, dos inicialmente 31 indicadores identificados na literatura, persistiram 21. Por exemplo, indicadores como Rentabilidade do Ativo (%) (do inglês ROA), EBITDA, Valor Ponderado de Grandeza, Valor agregado / faturamento (%) e



Prazo Médio de Pagamento (dias) não tem uma boa discriminação, ou seja, bons resultados nestes indicadores não tem uma boa relação com desempenho em outros indicadores.

**Tabela 4**

*Relação de indicadores validados pela teoria de resposta ao item*

Grupo	Código	Descrição
Rentabilidade	ECEBIT	Cobertura de juros (EBIT sobre juros)
	ECEBITDA	Cobertura de juros (EBITDA sobre juros)
	EMEBITDA	Margem EBITDA (%)
	EREBIT	Rentabilidade das Vendas (lucro antes dos impostos e taxas)
	EROCE	Rentabilidade do Capital Investido (%) (do inglês ROCE)
	EROE	Rentabilidade do Patrimônio Líquido (%) (do inglês ROE)
	EROTA	Rentabilidade do Ativo Total (%) (do inglês ROTA)
	ERVEN	Rentabilidade das Vendas (lucro líquido)
Atividades, Custo e Valor Agregado	FAPMRE	Prazo Médio de Recebimentos (dias,*)
Endividamento	FEGER	Endividamento geral (%)
	FEGRAU	Grau de Endividamento
	FELPRA	Endividamento de longo prazo (%)
	FLGER	Liquidez Geral (Exame)
	FRCGIR	Capital de giro
Liquidez e Caixa	FRALFAT	Ativo líquido (caixa) / faturamento (%)
	FRCCLI	Capital circulante líquido
	FRGCTR	Giro de capital de trabalho (working capital turnover)
Crescimento	CEBIT	Aumento do lucro antes do imposto e taxas (%)
	CEBITDA	Crescimento (ou variação) do EBITDA
	CLUCRO	Variação de lucro (%)
	CVENDAS	Crescimento das Vendas (%)

Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4.5 Discussão dos resultados

Como visto na Tabela 3, a utilização da TRI para identificar a discriminação de métricas (indicadores) foi bem-sucedida visto que foi possível posicioná-los numa mesma escala. Responde-se então a hipótese primeira que indagava: “Será que a TRI é uma técnica que consegue extrair informações latentes de acordo com o desempenho financeiro das empresas?”. Esta característica – posicionar indicadores numa mesma escala - também foi vista em *Trierweiler et al* (2013) ao comparar diferentes aspectos de divulgação de gestão ambiental, em *Albertin et al.* (2016) ao comparara cadeias produtivas e em *Vargas* (2008) ao analisar capital humano. Este último, inclusive aplicou o conceito de itens âncoras, que não foi utilizado nesta pesquisa.

Outra interpretação é constatação que a TRI pode ser usada para a selecionar indicadores financeiros discriminantes e facilitar a prática de *benchmarking* ao identificar lacunas de desempenho

das organizações (Albertin *et al.*, 2015; Camp, 2002). Responde-se assim, de forma positiva, a hipótese segunda que indagava: “É possível selecionar indicadores de acordo com o grau de discriminação deles?”.

Ainda em relação a Tabela 3, alguns indicadores parecem expressar melhor o comportamento de um fator (ou dimensão) do que outros, considerando o grau de discriminação mais alto. Como exemplo, temos o fator Rentabilidade, onde é preferível utilizar o indicador Rentabilidade das Vendas (5,3) do que utilizar a Margem EBITDA (1,8); ou ao analisar o fator Endividamento, onde é preferível utilizar Endividamento Geral (2,9) do que o EBITDA (-2,8); ou no fator Liquidez, onde é preferível usar Liquidez Corrente (9,8) à Caixa sobre Faturamento (0,6).

A presença de indicadores com variados graus de discriminação permite que uma organização possa criar modelos de acordo com a capacidade de discriminação destes indicadores. Nicolosi, Grassi e Stanghellini (2014), por exemplo, criaram um modelo baseado na TRI para mensurar responsabilidade social das organizações, e de forma análoga, também identificaram métricas que discriminam mais que outras. No caso específico, eles encontraram que a qualidade do produto discrimina mais do que governança corporativa.

Em outra abordagem, Pacheco, Andrade e Bornia (2015) utilizaram a discriminação como forma de identificar a importância de uma característica particular. E somente, em seguida, identificar a dificuldade de implementação desta característica. Esta segunda etapa não foi utilizada nesta pesquisa.

## 5 Conclusão

Esta pesquisa identificou 21 métricas econômicas e financeiras quantitativas bem disseminadas no ambiente empresarial brasileiro e capazes de discriminar entre organizações de desempenho superior das de desempenho inferior.

Como contribuição prática desta pesquisa, tem-se que a mensuração de desempenho precisa passar por critérios importantes – como discriminação – visto que indicadores similares também podem ter desempenho significativamente diferentes. O EBITDA e margem EBITDA são bons exemplos, pois embora sejam bem disseminados, apresentaram baixo poder de discriminação entre organizações.

Outra contribuição se refere aos 5 agrupamentos que a Análise Fatorial Exploratória identificou. Os 21 indicadores tiveram cargas fatoriais superiores a 0,30 e se agruparam logicamente em: (a) Rentabilidade, (b) Endividamento, (c) Liquidez e Caixa, (d) Atividades, Custo e Valor Agregado e (e) Crescimento. Entretanto, os indicadores Crescimento de Pessoal e Rentabilidade do Ativo Líquido (%) (do inglês RONA) não se adequaram a nenhum dos agrupamentos, o que foi previsto pela MSA. Assim, contribuiu-se para a teoria que o MSA é uma ótima técnica para prever problemas de adequação de



indicadores nos fatores e sugere-se realizar pesquisas para identificar o motivo da falta de agrupamento destes indicadores.

Como contribuição teórica, este trabalho inova ao aplicar a uma técnica bem disseminada em Educação e Psicologia na área de Gestão Organizacional, mais especificamente ao *Benchmarking*. Assim, esta pesquisa colabora para o entendimento que a Teoria de Resposta ao Item traz novas interpretações de métricas já existentes - no caso específico métricas econômicas e financeiras - além de facilitar a compreensão de traços latentes que não podem ser medidas diretamente.

### Referências

- Albertin, M. R., Baltazar, M. C. P., Pontes, H. L. J., & Barroso, K. M. (2016). Benchmarking de práticas de excelência através da teoria da resposta ao item. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia Da Fundace*, 7(2). <https://doi.org/10.13059/racef.v7i2.120>
- Albertin, M. R., Kohl, H., & Elias, S. J. B. (2015). *Manual do Benchmarking*. Fortaleza: Imprensa Universitária.
- Alexandre, J. W. C., Andrade, D. F. de, Vasconcelos, A. P. de, & Araujo, A. M. S. de. (2002). Uma proposta de análise de um construto para medição dos fatores críticos da gestão pela qualidade por intermédio da Teoria da Resposta ao Item. *Gestão & Produção*. scielo.
- Andrich, D. (1978). A rating formulation for ordered response categories. *Psychometrika*, 43(7), 561–573.
- Baker, F. B. (2001). *The Basics of Item Response Theory. Second Edition*. (C. Boston & L. Rudner, Eds.) (Second Edi). ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation.
- Bock, R. . (1997). A brief history of item theory response. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 16(4), 21–23.
- Bock, R. D., & Aitkin, M. (1981). Marginal maximum likelihood estimation of item parameters: Application of an EM algorithm. *Psychometrika*, 46(4), 443–459. <https://doi.org/10.1007/BF02293801>
- Camp, R. C. (2002). *Benchmarking: identificando, analisando e adaptando as melhores práticas de administração que levam à maximização de performance empresarial: o caminho da qualidade total*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Chalmers, R. P. (2012). mirt : A Multidimensional Item Response Theory Package for the R Environment. *Journal of Statistical Software*, 48(6). <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i06>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis: Pearson New International Edition*. (Pearson Education Limited, Ed.) (7th ed.). Atlas.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H., Cook, L. L., Eignor, D. R., & Gifford, J. A. (1978). Developments in Latent Trait Theory: Models, Technical Issues, and Applications. *Review of Educational Research*, 48(4), 467–510. <https://doi.org/10.3102/00346543048004467>

- Kessler, R. C., Andrews, G., Colpe, L. J., Hiripi, E., Mroczek, D. K., Normand, S.-L. T., ... Zaslavsky, A. M. (2002). Short screening scales to monitor population prevalences and trends in non-specific psychological distress. *Psychological Medicine*, 32(6), 959–976.  
<https://doi.org/10.1017/S0033291702006074>
- Kolen, M. J. (1981). Comparison of Traditional and Item Response Theory Methods for Equating Tests. *Journal of Educational Measurement*, 18(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1981.tb00838.x>
- Linn, R. L., Levine, M. V., Hastings, C. N., & Wardrop, J. L. (1981). Item Bias in a Test of Reading Comprehension. *Applied Psychological Measurement*, 5(2), 159–173.  
<https://doi.org/10.1177/014662168100500202>
- Matzembacher, D. E., Carmo Stangherlin, I. do, Slongo, L. A., & Cataldi, R. (2018). An integration of traceability elements and their impact in consumer's trust. *Food Control*, 92(May), 420–429.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.014>
- McLeod, L. D., Swygert, K. A., & Thissen, D. (2001). Factor analysis for items scored in two categories. In *Test scoring*. (pp. 189–216). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Miller, D., & Friesen, P. H. (1984). *Organizations: A Quantum View*. Prentice Hall.
- Movimento Brasil Competitivo. (n.d.). Retrieved November 20, 2014, from  
[http://www.mbc.org.br/mpe/arquivos/download/Questionario\\_MPE\\_2014.pdf](http://www.mbc.org.br/mpe/arquivos/download/Questionario_MPE_2014.pdf)
- Nicolosi, M., Grassi, S., & Stanghellini, E. (2014). Item response models to measure corporate social responsibility. *Applied Financial Economics*, 24(22), 1449–1464.  
<https://doi.org/10.1080/09603107.2014.925070>
- Paas, L. J., & Sijtsma, K. (2008). Nonparametric item response theory for investigating dimensionality of marketing scales: A SERVQUAL application. *Marketing Letters*, 19(2), 157–170.  
<https://doi.org/10.1007/s11002-007-9031-0>
- Pacheco, J., de Andrade, D., & Bornia, A. (2015). Benchmarking by Item Response Theory (BIRTH): A benchmarking method using IRT to build competitiveness scales for Brazilian technology higher education. *Benchmarking: An International Journal*, 22(5), 945–962. Retrieved from  
<http://search.proquest.com/docview/1709768373/>
- Pasquali, L. (2003). *Psicometria - Teoria dos Testes na Psicologia e na Educação*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Patel, P. C., & Wolfe, M. T. (2019). Money might not make you happy, but can happiness make you money? The value of leveraging subjective well-being to enhance financial well-being in self-employment. *Journal of Business Venturing Insights*, 12(June), e00134.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2019.e00134>
- Prêmio Nacional de Inovação. (n.d.). Retrieved February 4, 2019, from  
<http://www.premiodeinovacao.com.br>
- Rasch, G. (1960). *Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests*. Copenhagen: The Danish Institute of Educational Research.



- Reeves, T. C., & Ford, E. W. (2004). Strategic Management and Performance Differences. *Health Care Management Review*, 29(4), 298–308. <https://doi.org/10.1097/00004010-200410000-00006>
- Revelle, W. (2018). psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research. Evanston: Northwestern University. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=psych>
- Rusch, T., Lowry, P. B., Mair, P., & Treiblmaier, H. (2017). Breaking free from the limitations of classical test theory: Developing and measuring information systems scales using item response theory. *Information and Management*, 54(2), 189–203. <https://doi.org/10.1016/j.im.2016.06.005>
- Samejima, F. (1969). Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores. *Psychometrika*, 1(17), 1–100.
- Streiner, D. L., & Norman, G. R. (2008). *Health Measurement Scales: A practical guide to their development and use*. *Health Measurement Scales: A Practical Guide to their Development and Use*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199231881.001.0001>
- Trierweiler, A. C., Peixe, B. C. S., Tezza, R., Bornia, A. C., de Andrade, D. F., & Campos, L. M. de S. (2012). Environmental management performance for Brazilian industrials: measuring with the item response theory. *Work (Reading, Mass.)*, 41 Suppl 1, 2179–2186. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-1023-2179>
- Trierweiler, A. C., Severo Peixe, B. C., Tezza, R., Bornia, A. C., & Campos, L. M. S. (2013). Measuring environmental management disclosure in industries in Brazil with Item Response Theory. *Journal of Cleaner Production*, 47, 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.025>
- Trollip, S. R., & Anderson, R. I. (1982). An adaptive private pilot certification exam. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 53(10), 992–995. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0020442661&partnerID=40&md5=8b83fd42919a4a4467bbb0e4810c03e3>
- Vargas, V. do C. C. de, Selig, P. M., Andrade, D. F. de, & Ribeiro, J. L. D. (2008). Avaliação dos intangíveis: uma aplicação em capital humano. *Gestão & Produção*, 15(3), 619–634. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2008000300015>
- Wang, L., & Finn, A. (2013). Dual-faceted multidimensional IRT models with hierarchical structure. *Australasian Marketing Journal*, 21(2), 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2013.02.002>
- Wang, L., & Finn, A. (2014). A psychometric theory that measures up to marketing reality: An adapted Many Faceted IRT model. *Australasian Marketing Journal*, 22(2), 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2013.11.001>
- Wilson, M. (2004). *Constructing measures: An item response modeling approach*. *Constructing Measures: An Item Response Modeling Approach*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410611697>
- Yen, W. M. (1980). The Extent, Causes and Importance of Context Effects on Item Parameters for two Latent Trait Models. *Journal of Educational Measurement*, 17(4), 297–311. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1980.tb00833.x>

## Apêndice A

Indicadores e suas respectivas fontes de utilização

(continua)

Indicator	[B]	Magazines					Awards				Business Support	
		[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]	[j]	[k]
EBITDA		X	X		X		X			X		
Rentabilidade do Patrimônio Líquido (do inglês ROE)		X <sup>1</sup>	X	X	X	X	X			X		
Margem EBITDA					X	X						
Rentabilidade das Vendas (%)		X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X <sup>5</sup>		X	X	X <sup>6</sup>		X	
Rentabilidade das Vendas (lucro antes dos impostos e taxas)	1											
Return on Capital Employed	2											
Return On Net Assets	3											
Rentabilidade do Ativo Total (%) (do inglês ROTA)	4										X <sup>7</sup>	
Return on Assets					X							
% dos custos fixos / faturamento	5											
% dos custos de RH / faturamento	6											
% dos valor agregado / faturamento	7											
Valor econômico agregado (EVA)										X		
Ciclo financeiro										X		
Produtividade financeira											X	
Imobilização										X		
Gastos Gerais da MPE (%)											X	
Valor Ponderado de Grandeza				X								
Ponto de equilíbrio											X	
Contingenciamento de Compras (%)											X	
Taxa de inadimplência											X	
Capital de giro				X						X		
Capital circulante líquido		X										
Índice de liquidez											X	

<sup>1</sup> Rentabilidade.<sup>2</sup> Margem de vendas<sup>3</sup> Margem Líquida<sup>4</sup> Rentabilidade sobre Receita Líquida.<sup>5</sup> Margem de lucro.<sup>6</sup> Margem de Lucro.<sup>7</sup> Resultado operacional.



(continuação)

Liquidez Geral (Exame)		X							X		
Liquidez Corrente	8		X	X			X		X	X	
Índice de liquidez imediata (teste ácido)	9					X <sup>8</sup>					
Prazo Médio de Pagamento (dias)	10								X		
Prazo Médio de Recebimentos (dias,*)	11								X		X
Giro de capital de trabalho ( <i>working capital turnover</i> )	12										
% do ativo líquido / faturamento	13								X <sup>9</sup>		
Cobertura de juros (EBIT sobre juros)	14										
Cobertura de juros (EBITDA sobre juros)	-		X						X		
Grau de Endividamento	15		X <sup>10</sup>			X <sup>11</sup>			X		
Endividamento geral (%)		X		X							
Endividamento de longo prazo (%)		X									
Composição do endividamento									X		
Crescimento (ou variação) do EBITDA			X <sup>12</sup>		X						
% aumento do lucro antes do imposto	20										
Variação de lucro (%)			X		X						
Crescimento das Vendas	21	X	X	X <sup>13</sup>	X	X	X	X	X	X	
% aumento do custo de pessoal	22										
Lucro líquido por colaborador										X	
Total de peças (ou kg) por colaborador									X <sup>14</sup>	X	
Total de peças (ou kg) por período										X	
Consumo de água por faturamento										X	
Consumo de energia por faturamento										X	
Custo de produção										X	
Custo real do processo dividido pelo custeio ideal (baseado no custeio ABC)									X		
Valor Adicionado Bruto		X <sup>15</sup>					X			X	
Produtividade por área	16										
Lucro antes de Imposto por Empregado	17										

<sup>8</sup> Disponibilidade sobre empréstimos e financiamentos de curto prazo<sup>9</sup> Geração de caixa<sup>10</sup> Nível Endividamento Geral<sup>11</sup> Dívida total líquida sobre patrimônio líquido<sup>12</sup> Variação do EBITDA<sup>13</sup> Variação da Receita<sup>14</sup> Produção por pessoa da força de trabalho<sup>15</sup> Riqueza criada.

(conclusão)

Vendas e Prestação de Serviços por empregado	18						X		X	X	X
Valor Acrescentado Bruto por Empregado	19	X <sup>16</sup>									
Colaboradores envolvidos com Inovação (%)							X				
Redução de Custos em Decorrência de Inovações (%)							X			X <sup>17</sup>	
Orçamento realizado sobre orçamento previsto (%)								X			
Ideias Transformadas em Inovação em 5 anos (%)								X			
Crescimento de Mercado devido a Inovação em 5 anos								X			
Exportação do faturamento (%)	47	X		X							X
Vendas de Novos Produtos e Serviços (%)	48						X	X	X		
% de novos produtos e serviços no portfólio	49							X			
% faturamento sobre vendas online	50										
Time to market	51										

Fonte: Elaborado pelos autores.

## Apêndice B

### Índices estatísticos complementares

Índices estatísticos	Valores
Qui-quadrado	4371,52
RMSR	0,04
RMSR corrigido	0,05
TLI	0,73
RMSEA	0,11
Ajuste dos valores (fora das diagonais)	0,97
BIC	-661,26

Fonte: Elaborado pelos autores.

<sup>16</sup> Riqueza criada por empregado.

<sup>17</sup> Há indicador que retrata da redução dos gastos, mas não cita se decorrente de inovação.



## Apêndice C

### Estatísticas dos indicadores

Grupo	Código	Discriminação do item	$\chi^2$	Df	RMSEA	p-value
1	ERVEN	5,3	32,0	21	0,05	0,06
	EROE	3,8	51,2	23	0,08	0,00
	ECEBITDA	3,0	45,2	22	0,05	0,00
	EREBIT	3,0	38,8	23	0,06	0,02
	ECEBIT	2,9	48,5	19	0,09	0,00
	EROTA	2,7	50,3	27	0,07	0,00
	EROCE	2,4	40,0	30	0,04	0,11
	EMEBITDA	1,8	36,8	23	0,07	0,03
2	FEGER	2,9	14,0	16	0,00	0,60
	FEGRAU	2,6	28,0	22	0,04	0,18
	FRCGIR	1,6	20,5	15	0,04	0,15
	FELPRA	1,1	18,2	24	0,00	0,80
	FLGER	0,9	36,5	25	0,05	0,07
	EROA	-0,7	29,7	24	0,03	0,20
	FEBITDA	-2,8	33,4	28	0,03	0,22
	FGVPG	-3,0	24,7	17	0,05	0,10
3	FLCOR	9,8	43,7	7	0,17	0,00
	FLIME	4,7	26,6	7	0,12	0,00
	FRCCLI	4,5	16,1	10	0,06	0,10
	FRGCTR	1,8	57,6	19	0,10	0,00
	FRALFAT	0,6	66,2	21	0,10	0,00
4	FAPMRE	2,9	23,2	8	0,10	0,00
	ECURHFA	1,7	25,9	9	0,10	0,00
	ECUVAFA	-1,6	20,7	9	0,08	0,01
	FAPMPA	-1,8	22,9	12	0,07	0,03
5	CEBIT	11,1	14,7	9	0,06	0,10
	CLUCRO	3,0	30,5	13	0,08	0,00
	CEBITDA	3,0	25,6	13	0,07	0,02
	CVENDAS	1,2	17,7	14	0,04	0,22

Fonte: Elaborado pelos autores.