

## COMPLEX MOKKEN: uma abordagem estatística inovadora e pionera para a construção de escalas com amostras complexas?

### RESUMO

Mensurar variáveis latentes é uma etapa operacional imprescindível quando o pesquisador aplica técnicas estatísticas multivariadas, robustas e apropriadas às amostras probabilísticas de interesse. Neste artigo, o objetivo é identificar os estudos científicos, publicados em Revistas indexadas, Anais de congressos nacionais ou internacionais, Livros e Teses, que empregaram a ferramenta estatística *Complex Mokken* durante 2009 a 2025. Para tal propósito, optou-se pela metodologia da revisão sistemática. O rastreio ocorreu nos bancos de dados (e.g. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, Google Scholar, EduCapes, Câmara Brasileira do Livro, Google Books, Scielo e o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, com o uso dos descritores “Complex Mokken”, “Escala de Mokken com dados amostrais complexos” e seus termos equivalentes. Como resultado desta busca, há diversas publicações científicas valiosas. Enfim, no período mencionado, *Complex Mokken* tem se mostrado pionera, “made in Brazil”, autêntica, eficiente para grande volumes de dados e adequada, por exemplo, para a medição de vários construtos tanto em avaliações educacionais brasileiras de larga escala quanto em temáticas específicas na Gerontologia e na Psicologia.

### Palavras-chave:

Amostragem complexa; coeficientes de escalonabilidade; Teoria de Resposta ao Item não Paramétrica; Matemática Aplicada; Big Data.

### 1. INTRODUÇÃO

Como medir a temperatura corporal? A Qualidade de Vida? A proficiência em Matemática na Prova da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), na Olimpíada de Matemática dos Institutos Federais (OMIF) ou no vestibular dos Institutos Federais do Sul de Minas Gerais?

Na prática, exceto para a aferição da temperatura corporal, é proposto um conjunto de itens dicotômicos ou politônicos, desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, para mensurar os constructos de interesse. Na sequência, os pesquisadores empregam cuidadosamente técnicas estatísticas robustas multivariadas tais como: Teoria de Resposta ao Item (TRI; Esteves et al., 2024), Teoria Clássica dos Testes (TCT; Pasquali, 2017), a Análise Fatorial (AF) e a Teoria de Resposta ao Item não Paramétrica para a construção dessas escalas.

A Teoria de Resposta ao Item não Paramétrica (Mokken, 1971; Nascimento et al., 2025) é uma ferramenta estatística versátil que facilita o desenvolvimento de escalas de *Mokken*, mesmo que o conjunto de itens seja pequeno e existam poucos participantes na amostra (Sá et al., 2011).

Mas, esta técnica é apropriada para uma amostra complexa de alunos, por exemplo, oriundos de avaliações educacionais brasileiras em larga escala como SAEB, PISA, PeNSE, etc?

Na verdade, não é possível estimar corretamente os parâmetros de interesses nas condições acima. Em outras palavras, existe o efeito de conglomerado, da estratificação e dos pesos amostrais desiguais que devem ser incorporados nos cálculos estatísticos.

Assim, diante de uma lacuna na literatura internacional, Andrade (2012) apresentou *Complex Mokken*: a estimação dos coeficientes de escalonabilidade e dos respectivos erros-padrão, levando em consideração as características dos desenhos amostrais probabilísticos complexos na construção de Escalas de *Mokken*.

Consequentemente, houve um avanço pioneiro e audacioso na área da Psicometria e da Amostragem complexa: vários estudos foram desenvolvidos para a mensuração de inúmeros construtos de interesse com diversas amostras complexas.

Em suma, o objetivo deste artigo original é apresentar resumidamente uma revisão sistemática envolvendo a linha de pesquisa *Complex Mokken*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática na qual são apresentados os principais estudos científicos na área temática *Complex Mokken* que estão publicados em periódicos científicos, livros, teses e anais de congressos nacionais ou internacionais, durante 2009 a 2025.

Vale ressaltar que esta metodologia torna-se pertinente neste artigo, pois foram conduzidos vários rastreios e análises pelos seguintes aspectos: títulos, autoria, ano de publicação, resumos, meios de divulgação<sup>1</sup>, avaliação educacional de larga escala, desenhos amostrais complexos e construtos de interesse - nos bancos de dados (e.g. Google Scholar, EduCapes, Câmara Brasileira do Livro, Google Books, Scielo, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES), com o uso dos descritores “Complex Mokken”, “Escala de Mokken com dados amostrais complexos” e seus termos equivalentes.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão sistemática são algumas publicações científicas<sup>2</sup> que envolvem a linha de pesquisa *Complex Mokken* (Andrade, 2012). Neste sentido, estão organizadas pelo ano de publicação (2009 a 2025), meio de divulgação (artigo, livro, tese, anais de congressos internacionais<sup>3</sup> ou nacionais), tipo de desenho amostral e a avaliação educacional em larga escala de

---

<sup>1</sup> Apresentação ou Palestra.

<sup>2</sup> Estão listadas nas Referências deste manuscrito em virtude do número disponível de páginas.

<sup>3</sup> SPE na cidade de Évora em 2021. <http://www.spe2021.uevora.pt> › uploads › 2021/10

interesse (e.g. Saeb<sup>4</sup>, Prova Brasil<sup>5</sup> e PeNSE<sup>6</sup>).

Exceto os manuscritos publicados por Gutierrez<sup>7</sup> et al. (2009) e Sá et. al. (2011), os demais foram desenvolvidos com amostras complexas de alunos provenientes dessas avaliações educacionais brasileiras de larga escala, tendo como referência o construto capital econômico, mensurado com 12 itens dicotomizados do Questionário do estudante de cada pesquisa.

Para calcular as estimativas pontuais dos parâmetros de interesse e dos correspondentes erros padrão, incluindo as características dos planos amostrais complexos, foi utilizado o programa estatístico *Complex Mokken* (Andrade, 2012).

Em alguns artigos científicos foram empregadas as curvas “CCIs complex” que auxiliaram inicialmente na avaliação da qualidade de um conjunto de itens dicotomizados do capital econômico<sup>8</sup> (Andrade, 2017).

Ao dialogar com a literatura, é importante mencionar que as avaliações educacionais brasileiras de larga escala, mencionadas nesta revisão, são relevantes por dois motivos: *i*) grandes amostras complexas de alunos, matriculados em escolas públicas (urbanas), nas Unidades da Federação e no Distrito Federal. *ii*) suporte operacional (banco de dados) para que a técnica *Complex Mokken* se mostrasse eficiente e robusta.

Aliás, a avaliação educacional censitária Prova Brasil foi indispensável como um ponto de partida para os Estudos de Simulação, desenvolvidos na tese de Doutorado da autora de várias publicações científicas nesta temática.

#### 4. CONCLUSÃO

Em resposta à questão inicial, *Complex Mokken* é uma abordagem estatística inovadora, pioneira e eficiente - desenvolvida com métodos da computação de alto desempenho - robusta para grande volumes de dados e útil para a construção de escalas de *Mokken* com dados oriundos de amostras complexas, como pode ser observada nos estudos científicos selecionados para esta revisão.

De modo geral, o pesquisador precisa ter cautela ao analisar dados provenientes de desenhos amostrais complexos, pois se as características destes desenhos não forem incorporadas, por exemplo, na construção de escalas de *Mokken*, as conclusões podem ser errôneas.

Afinal, *Complex Mokken* pode ser útil na mensuração de outros construtos do interesse de outros pesquisadores tais como: autocuidado, proficiência em matemática, qualidade de vida, etc.

<sup>4</sup> <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb>

<sup>5</sup> <https://portal.mec.gov.br/prova-brasil>

<sup>6</sup> <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/justica-e-seguranca/9134-pesquisa-nacional-de-saude-do-escolar.html>

<sup>7</sup> Primeiro estudo brasileiro desenvolvido como referência para iniciar a temática da tese de Doutorado.

<sup>8</sup> Uma medida do nível socioeconômico (Thiry-Cherques, 2006).

## **AGRADECIMENTOS**

Meus agradecimentos aos Coordenadores da Licenciatura em Matemática, do Clube da Matemática no IF Sul de Minas Gerais (Inconfidentes) e à Comissão Científica do JOSIF 2025.

## **REFERÊNCIAS**

ANDRADE, M.S. Uma nova abordagem para a estimativa dos coeficientes de escalonabilidade associados à teoria de resposta ao item não paramétrica, **Tese de Doutorado**, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2012.

ANDRADE M, FERNANDES C, SILVA PLDN. Impacto da conglomeração na estimativa do coeficiente H da Escala de Mokken. **Estudos em Avaliação Educacional**, 24, 55, 336-356, 2013.

ANDRADE, M. **Escala de Mokken & amostragem complexa**. Letra Capital, 2016.

ANDRADE, M. **Mokken scale & complex sampling designs: insights**. Autografia, 2016.

ANDRADE, M. **Escala de Mokken, TCT ou TRI: qual é a melhor opção?** Autografia, 2017.

ANDRADE, M. **Complex Mokken: novas contribuições**. Autografia, 2018.

ANDRADE, M. **Complex Mokken: um diálogo simultâneo entre a estatística, a computação e a inteligência artificial?** In Almeida: Fronteiras da tecnologia: explorando o futuro da ciência e da inovação. Atena, 2025.

ESTEVES, G. et al. Avaliação dos Parâmetros dos Itens da Varieties of Sadistic Tendencies via TRI. **Revista Psicologia: Teoria e Prática**, 26, 2, 2024.

THIRY-CHERQUES, HR. Pierre Bourdieu: a teoria na prática. **Revista de Administração Pública**, 40, 27-53, 2006.

MOKKEN, RJ. **A theory and procedure of scale analysis**. Mouton: the Hague, 1971.

NASCIMENTO, M et al. Avaliação da percepção dos servidores sobre a gestão dos riscos nas Instituições Públicas de Ensino Superior no Estado do Pará-Brasil. **Administração Pública e Gestão Social**, 2025.

PASQUALI, L. **Psicométrica: teoria dos testes na Psicologia e Educação**. Vozes Limitada, 2017.

SÁ, SPC. et al. Uma proposta para a mensuração do autocuidado em idosos. **Cogitare Enfermagem**, 16, 4, 661-66, 2011.