



RIO

PUC

Dissertação de Mestrado

Modelo Probabilístico de Rasch para Melhoria do Sistema de Medição de Desempenho de Organização de Educação Profissional Multi-Institucional

Rodrigo Santos Pereira

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Centro Técnico Científico
Programa de Pós-graduação em Metrologia

Rio de Janeiro, 7 de outubro de 2025



Pontifícia
Universidade
Católica do
Rio de Janeiro

Dissertação de Mestrado

Modelo Probabilístico de Rasch para Melhoria do Sistema de Medição de Desempenho de Organização de Educação Profissional Multi-Institucional

Rodrigo Santos Pereira

Orientação: Professora Elisabeth Costa Monteiro, D.Sc.

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação) da PUC-Rio.

Rio de Janeiro, 7 de outubro de 2025



Pontifícia
Universidade
Católica do
Rio de Janeiro

Modelo Probabilístico de Rasch para Melhoria do Sistema de Medição de Desempenho de Organização de Educação Profissional Multi- Institucional

Rodrigo Santos Pereira

Dissertação apresentada como requisito parcial obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós graduação em Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação) da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão examinadora abaixo:

Professora Elisabeth Costa Monteiro, D.Sc.

Orientadora

Programa de Pós graduação em Metrologia – PUC-Rio

Professor Vinícius Carvalho Cardoso, D.Sc

Departamento de Engenharia Industrial - UFRJ

Professor Daniel Ramos Louzada, D.Sc

Programa de Pós graduação em Metrologia – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 7 de outubro de 2025



Pontifícia
Universidade
Católica do
Rio de Janeiro

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial, do trabalho é proibida sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Rodrigo Santos Pereira

Graduou-se em Tecnólogo em Tecnologia da Informação pelo Centro Universitário da Cidade (2005). Concluiu a Formação Pedagógica em Educação Profissional na Unisul (2008). É especialista em Gestão Estratégica da Informação (UFRJ, 2010), Gestão Empreendedora em Educação (UFF, 2012), Tecnologias Educacionais (PUC-Rio, 2014) e Ciência de Dados – Big Data (IGTI/XP Educação, 2019). Atua como Gerente de Planejamento e Avaliação da Educação e Cultura do SESI/SENAI-RJ, responsável pelas ações de planejamento e avaliação das ações educacionais e culturais da rede das instituições.

Ficha Catalográfica

Pereira, Rodrigo Santos

Modelo probabilístico de Rasch para melhoria do sistema de medição de desempenho de organização de educação profissional multi-institucional / Rodrigo Santos Pereira ; orientação: Elisabeth Costa Monteiro. – 2025.

149 f. : 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Centro Técnico Científico, Programa de Pós-Graduação em Metrologia, 2025.

Inclui bibliografia

1. Metrologia – Teses. 2. Metrologia. 3. Modelo Rasch. 4. Educação profissional. 5. Registros escolares. 6. Avaliação operacional. I. Monteiro, Elisabeth Costa. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Centro Técnico Científico. Programa de Pós-Graduação em Metrologia. III. Título.

CDD: 389.1

Agradecimentos

Agradeço aos Orixás, aos Santos Católicos e às Energias Astrais que me acompanham, pela força, equilíbrio e proteção em cada etapa desta caminhada.

Ao André, meu companheiro de vida, pela paciência nas ausências que este período exigiu e pelo apoio generoso e constante desde o início, assim como aos amigos que estiveram presentes com carinho e compreensão, mesmo quando não pude estar tão próximo. À Firjan SESI/SENAI, pelo incentivo e pelas oportunidades de aprendizado que tanto contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Resumo

Pereira, Rodrigo Santos; Monteiro, Elisabeth Costa (Orientadora). **Modelo probabilístico de Rasch para melhoria do sistema de medição de desempenho de organização de educação profissional multi-institucional**. Rio de Janeiro, 2025. 149p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Metrologia. Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Esta pesquisa aplicou o modelo Rasch para avaliar a qualidade e a consistência dos registros escolares no processo de matrícula em escolas de educação profissional. O estudo partiu do desdobramento de itens extraídos do sistema de gestão escolar da instituição, convertidos em elementos de um sistema de medição capaz de verificar a proficiência dos operadores. As análises revelaram diferentes níveis de dificuldade entre os itens, evidenciando que algumas tarefas do processo de matrícula são simples e rotineiras, enquanto outras exigem maior atenção técnica e interpretação das instruções ou orientações institucionais de preenchimento, resultando em variações no desempenho dos operadores. Foram observadas inconsistências que se explicam pela relação entre a complexidade das tarefas e as condições de execução em cada escola, mostrando que a mesma atividade pode ser realizada de forma estável em um contexto e apresentar maior variabilidade em outro. A verificação dos índices para validação do instrumento de medição confirmou sua robustez global, embora tenham surgido variações que refletem a segmentação das tarefas e a diversidade dos contextos operacionais. Apesar das diferenças observadas entre escolas, os resultados confirmam a consistência psicométrica do instrumento e destacam a relevância do modelo Rasch frente a métodos tradicionais, ao permitir uma leitura mais profunda e contextualizada sobre a qualidade dos registros. As recomendações práticas apontam para a necessidade de maior harmonização das regras e orientações de preenchimento, capacitação contínua e uso do modelo como ferramenta de monitoramento, de modo a fortalecer a confiabilidade e a precisão dos registros escolares.

Palavras-chaves

Metrologia; modelo Rasch; educação profissional; registros escolares; avaliação operacional.

Abstract

Pereira, Rodrigo Santos; Monteiro, Elisabeth Costa (Advisor). **Probabilistic Rasch model for improving the performance measurement system of a multi-institutional professional education organization**. Rio de Janeiro, 2025. 149p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Metrologia. Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This study applied the Rasch model to evaluate the quality and consistency of school records in the enrolment process within vocational education institutions. The research was based on the breakdown of items extracted from the institution's school management system, which were then converted into elements of a *measurement* system capable of assessing operators' proficiency. The analyses revealed different levels of item difficulty, showing that some enrolment tasks are simple and routine, while others require greater technical attention and interpretation of institutional instructions or guidelines for data entry, resulting in variations in operators' performance. Inconsistencies were observed, explained by the relationship between task complexity and the conditions of execution in each school, indicating that the same activity can be carried out stably in one context while presenting greater variability in another. The verification of indices for validating the *measurement* instrument confirmed its overall robustness, although variations emerged that reflect the segmentation of tasks and the diversity of operational contexts. Despite the differences observed between schools, the results confirm the psychometric consistency of the instrument and highlight the relevance of the Rasch model compared to traditional methods, as it enables a deeper and more contextualized reading of record quality. The practical recommendations point to the need for greater harmonization of rules and guidelines for data entry, continuous training, and the use of the model as a monitoring tool, in order to strengthen the reliability and accuracy of school records.

Keywords

Metrology; Rasch model; vocational education; school records; operational evaluation.

Sumário

1	Introdução	17
1.1	Objetivos da Dissertação	19
1.1.1	Objetivo Geral	20
1.1.2	Objetivos Específicos	20
2	Modelo Rasch	23
2.1	Fundamentos Teóricos e Pressupostos do Modelo Rasch	24
2.2	Princípio da Invariância	24
2.3	Unidimensionalidade	25
2.4	Independência Local	25
2.5	Probabilidade Logística e Simetria	26
2.6	Suficiência do Escore Total	26
2.7	Estrutura Matemática do Modelo e Interpretação dos Parâmetros	27
2.8	A Função Logística do Modelo Rasch.....	27
2.9	Interpretação dos Parâmetros.....	28
2.10	Representação Gráfica: Mapa de Itens e Pessoas	28
2.11	A Suficiência do Escore Total e sua Implicação Matemática	29
2.12	Extensão para Modelos Politômicos.....	29
2.13	Indicadores Psicométricos Utilizados na Pesquisa	29
2.13.1	<i>Measure</i>	30
2.13.2	<i>Infít</i> e <i>Outfit</i>	31
2.13.3	<i>Standard Error</i> (S.E.)	32
2.13.4	Índice de Separação e Confiabilidade.....	32
2.13.5	Mapa de Itens e Pessoas	33
2.13.6	Análise de Resíduos e Verificação de Unidimensionalidade	33
2.14	Critérios Adotados na Pesquisa	34
2.15	Aplicações do Modelo na Avaliação Institucional	35
2.16	Do Campo Educacional ao Campo Organizacional	35
2.17	Justificativa do Uso do Modelo nesta Dissertação	36

2.18	Limitações do Modelo Rasch: Condições Necessárias e Cuidados na Interpretação	37
2.19	Condições Necessárias para Aplicação do Modelo	38
2.20	Cuidados na Interpretação dos Resultados	38
3	Materiais e Métodos	40
4	Resultados.....	52
4.1	Mapa de Wright	52
4.2	Análise Individual dos Itens por Escolas.....	59
4.3	Identificação de Itens com <i>Overfit/Underfit</i> (<i>Zstd</i> e <i>MnSq</i>).....	68
4.4	Pessoas (Operadores): Análise de Consistência	94
4.5	Unidimensionalidade	117
4.6	Independência Local.....	118
4.7	Índice de Separação e Confiabilidade.....	121
4.8	Comparação dos Resultados Rasch e Análise da Estatística Descritiva..	124
5	Discussões dos Resultados, Recomendações e Trabalhos Futuros	128
5.1	Recomendações para a Prática Operacional	135
5.2	Sugestões para Pesquisas Futuras	136
	Referências	138
	Apêndice A Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores segundo o Modelo Rasch (<i>Infit</i> e <i>Outfit</i> , <i>Zstd</i> e <i>Mean-square</i>)	140
	Apêndice B Análise dos Resíduos por Operador e Item (<i>Observed</i> , <i>Expected</i> , <i>Residual</i> , <i>Standardized Residual</i> e <i>Measure Difference</i>) – Todas as Escolas	146

Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa de Wright para os 30 itens e 249 registros analisados	53
Figura 2 – Representação gráfica das respostas mais prováveis por nível de habilidade (Tabela 2.1 do <i>Bond&FoxSteps</i>).....	57
Figura 3 – Valores de <i>measure</i> para cada item obtido por cada uma das escolas e considerando todo o conjunto (desempenho geral).....	59
Figura 4 – Itens com maior variação dos valores de <i>measure</i> por escola e para o desempenho geral	60
Figura 5 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Escola A	70
Figura 6– Análise de <i>Infit Zstd</i> – Escola A	71
Figura 7 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Escola A	72
Figura 8 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Escola A.....	72
Figura 9 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Escola B	74
Figura 10 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Escola B.....	75
Figura 11 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Escola B.....	76
Figura 12 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Escola B.....	76
Figura 13 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Escola C	79
Figura 14 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Escola C.....	79
Figura 15 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Escola C.....	80
Figura 16 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Escola C.....	81
Figura 17 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Escola D	82
Figura 18 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Escola D	83
Figura 19 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Escola D.....	84
Figura 20 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Escola D.....	84
Figura 21 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Escola E.....	86
Figura 22 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Escola E.....	86
Figura 23 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Escola E	87
Figura 24 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Escola E	88
Figura 25 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Escola F	90
Figura 26 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Escola F	90
Figura 27 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Escola F	91

Figura 28 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Escola F	92
Figura 29 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Operadores da Escola A	95
Figura 30 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Operadores da Escola A	96
Figura 31 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Operadores da Escola A	96
Figura 32 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Operadores da Escola A.....	96
Figura 33 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Operadores da Escola B	102
Figura 34 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Operadores da Escola B	102
Figura 35 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Operadores da Escola B.....	102
Figura 36 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Operadores da Escola B.....	103
Figura 37 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Operadores da Escola C	105
Figura 38 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Operadores da Escola C	106
Figura 39 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Operadores da Escola C.....	106
Figura 40 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Operadores da Escola C.....	106
Figura 41 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Operadores da Escola D	109
Figura 42 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Operadores da Escola D	109
Figura 43 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Operadores da Escola D	109
Figura 44 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Operadores da Escola D.....	110
Figura 45 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Operadores da Escola E	112
Figura 46 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Operadores da Escola E.....	112
Figura 47 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Operadores da Escola E.....	112
Figura 48 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Operadores da Escola E	113
Figura 49 – Análise de <i>Infit Mean-square</i> – Operadores da Escola F.....	115
Figura 50 – Análise de <i>Infit Zstd</i> – Operadores da Escola F	115
Figura 51 – Análise de <i>Outfit Mean-square</i> – Operadores da Escola F	115
Figura 52 – Análise de <i>Outfit Zstd</i> – Operadores da Escola F	116
Figura 53 – Desempenho agregado das escolas com base no percentual de acertos (Total possível x Acertos realizados x % de Acertos).....	124

Lista de Quadros

Quadro 1 – Itens avaliados no sistema de medição, por tipo de registro e descrição das operações validadas.....	45
Quadro 2 – Itens do sistema de matrícula não incluídos na análise por não serem sujeitos à validação operacional.....	47

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Exemplo da Matriz de respostas dicotômicas dos registros de matrícula em relação a alguns itens avaliados no sistema de medição.....	44
Tabela 2 – Total de itens avaliados e não avaliados por tipo de registro	45
Tabela 3 – Valores de <i>measure</i> dos itens por escola, valor geral e amplitude de variação	61
Tabela 4 – <i>Infit Mean-square, Measure e Standard Error (S.E.)</i> dos Itens Registrados – Escola A. Em amarelo se encontram os itens com índices de ajuste adequados (resultados conforme esperado pelo modelo).....	71
Tabela 5 – <i>Infit Zstd, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola A	71
Tabela 6 – <i>Outfit Mean-square, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola A.....	72
Tabela 7 – <i>Outfit Zstd, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola A.....	73
Tabela 8 – <i>Infit Mean-square, Measure e S.E. dos Itens Registrados</i> – Escola B.....	74
Tabela 9 – <i>Infit Zstd, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola B.....	75
Tabela 10 – <i>Outfit Mean-square, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola B	76
Tabela 11 – <i>Outfit Zstd, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola B.....	77
Tabela 12 – <i>Infit Mean-square, Measure e S.E. dos Itens Registrados</i> – Escola C	79
Tabela 13 – <i>Infit Zstd, Measure e Score</i> dos Itens Registrados – Escola C	80
Tabela 14 – <i>Outfit Mean-square, Measure e Score</i> dos Itens Registrados – Escola C	80
Tabela 15 – <i>Outfit Zstd, Measure e Score</i> dos Itens Registrados – Escola C	81
Tabela 16 – <i>Infit Mean-square, Measure e S.E. dos Itens Registrados</i> – Escola D.....	83
Tabela 17 – <i>Infit Zstd, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola D.....	83

Tabela 18 – <i>Outfit Mean-square, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola D.....	84
Tabela 19 – <i>Outfit Zstd, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola D.....	85
Tabela 20 – <i>Infit Mean-square, Measure e S.E. dos Itens Registrados –</i> Escola E	86
Tabela 21 – <i>Infit Zstd, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola E.....	87
Tabela 22 – <i>Outfit Mean-square, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola E	87
Tabela 23 – <i>Outfit Zstd, Measure e S.E</i> dos Itens Registrados – Escola E.....	88
Tabela 24 – <i>Infit Mean-square, Measure e S.E. dos Itens Registrados –</i> Escola F	90
Tabela 25 – <i>Infit Zstd, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola F.....	91
Tabela 26 – <i>Outfit Mean-square, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola F	91
Tabela 27– <i>Outfit Zstd, Measure e S.E.</i> dos Itens Registrados – Escola F.....	92
Tabela 28 – Análise de Consistência dos Operadores segundo <i>Infit e Outfit</i> (<i>Zstd e Mean-square</i>) – Escola A. Os resultados com <i>misfit</i> se destacam pela inexistência da coloração de fundo em amarelo na tabela.	97
Tabela 29 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (<i>Infit e Outfit,</i> <i>Zstd e Mean-square</i>) – Escola A	97
Tabela 30 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (<i>Observed, Expected,</i> <i>Residual, Standardized Residual e Measure Difference</i>) – Escola A.....	98
Tabela 31– Análise de Consistência dos Operadores segundo <i>Infit e Outfit</i> (<i>Zstd e Mean-square</i>) – Escola B.....	103
Tabela 32 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (<i>Infit e Outfit,</i> <i>Zstd e Mean-square</i>) – Escola B	103
Tabela 33 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (<i>Observed, Expected,</i> <i>Residual, Standardized Residual e Measure Difference</i>) – Escola B.....	104
Tabela 34 – Análise de Consistência dos Operadores segundo <i>Infit e Outfit</i> (<i>Zstd e Mean-square</i>) – Escola C	107

Tabela 35 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (<i>Infit</i> e <i>Outfit</i> , <i>Zstd</i> e <i>Mean-square</i>) – Escola C	107
Tabela 36 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (<i>Observed</i> , <i>Expected</i> , <i>Residual</i> , <i>Standardized Residual</i> e <i>Measure Difference</i>) – Escola C	107
Tabela 37 – Análise de Consistência dos Operadores segundo <i>Infit</i> e <i>Outfit</i> (<i>Zstd</i> e <i>Mean-square</i>) – Escola D	110
Tabela 38 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (<i>Infit</i> e <i>Outfit</i> , <i>Zstd</i> e <i>Mean-square</i>) – Escola Niterói.....	110
Tabela 39 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (<i>Observed</i> , <i>Expected</i> , <i>Residual</i> , <i>Standardized Residual</i> e <i>Measure Difference</i>) – Escola D	110
Tabela 40 – Análise de Consistência dos Operadores segundo <i>Infit</i> e <i>Outfit</i> (<i>Zstd</i> e <i>Mean-square</i>) – Escola E	113
Tabela 41 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (<i>Infit</i> e <i>Outfit</i> , <i>Zstd</i> e <i>Mean-square</i>) – Escola E.....	113
Tabela 42 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (<i>Observed</i> , <i>Expected</i> , <i>Residual</i> , <i>Standardized Residual</i> e <i>Measure Difference</i>) – Escola E	113
Tabela 43 – Análise de Consistência dos Operadores segundo <i>Infit</i> e <i>Outfit</i> (<i>Zstd</i> e <i>Mean-square</i>) – Escola F.....	116
Tabela 44 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (<i>Infit</i> e <i>Outfit</i> , <i>Zstd</i> e <i>Mean-square</i>) – Escola F	116
Tabela 45 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (<i>Observed</i> , <i>Expected</i> , <i>Residual</i> , <i>Standardized Residual</i> e <i>Measure Difference</i>) – Escola F	116
Tabela 46 – Análise de Componentes Principais dos Resíduos (PCAR): variância bruta, variância explicada pelas medidas e contrastes residuais (conjunto consolidado – 6 escolas).....	118
Tabela 47 – Análise da Dependência Local: Correlações entre Resíduos dos Itens do resultado geral	119
Tabela 48 – Índice de Separação e Confiabilidade por Escola (Itens e Pessoas) – Análise dos Casos Não Extremos	122

Tabela 49 – Desempenho agregado das escolas segundo o percentual de acertos (Total possível, Acertos realizados e % de Acertos).....	124
Tabela 50 – Desempenho agregado por item: total possível, acertos realizados e percentual de acertos (%).....	125

Lista de Abreviatura e Siglas

Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
<i>Infit</i>	<i>Information-weighted fit</i>
MFRM	<i>Many-Facet Rasch Model</i>
MnSq	<i>Mean Square</i>
<i>Outfit</i>	<i>Outlier-sensitive fit</i>
PCA dos Resíduos	Análise de Componentes Principais dos Resíduos
PCA	Análise de Componentes Principais
PCM	<i>Partial Credit Model</i>
RSM	<i>Rating Scale Model</i>
S.E.	<i>Standard Error</i>
Sebrae	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
Senac	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
Senai	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Senar	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
Senat	Serviço Social de Aprendizagem do Transporte
Sesc	Serviço Social do Comércio
Sesi	Serviço Social da Indústria
Sest	Serviço Social de Transporte
ST. RES	Resíduo Padronizado
TCU	Tribunal de Contas da União
TRI	Teoria de Resposta ao Item
Zstd	<i>Z-Standard</i>

1 Introdução

Nos últimos anos, a educação profissional tem ganhado centralidade nas políticas públicas de desenvolvimento socioeconômico, especialmente em contextos de profundas transformações tecnológicas e estruturais no mundo do trabalho. No Brasil, a educação profissional é ofertada por uma ampla rede de instituições públicas e paraestatais, com destaque para as entidades que compõem o chamado Sistema S. Este sistema é formado por um conjunto de organizações vinculadas a setores produtivos específicos, criadas com a finalidade de promover a formação profissional, a assistência técnica e a promoção do bem-estar social dos trabalhadores. Dentre essas entidades, destacam-se o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), o Serviço Social da Indústria (Sesi), o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac), o Serviço Social do Comércio (Sesc), entre outras, como o Serviço Social de Transporte (Sest), Serviço Social de Aprendizagem do Transporte (Senat), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar). Cada uma dessas instituições atua conforme as necessidades formativas de seus respectivos setores, sendo o Senai e o Sesi os principais responsáveis pela formação técnica e promoção da educação básica e continuada no setor industrial brasileiro (Brasil, 2009).

Segundo o Tribunal de Contas da União (TCU) (Cavalcanti, 2012), o SENAI e as demais instituições do Sistema S são entidades classificadas como serviço social autônomo, sendo uma entidade paraestatal sem finalidade lucrativa, criada por lei que trabalha ao lado do Estado e recebendo a oficialização do Poder Público, que lhes fornece a autorização legal para que arrecade de forma compulsória recursos de parcela da sociedade e deles se utilizem para a manutenção de suas atividades: as denominadas contribuições parafiscais (previstas no art. 240 da Constituição Federal). Assim, por gerirem recursos públicos provenientes de contribuições parafiscais (compulsórias), as entidades do Sistema S prestam contas ao TCU e são submetidas à auditoria do TCU por ofício ou por demanda de terceiros. Ressalte-se, ainda, que o TCU procura, nas entidades do Sistema S, dar

ênfase à fiscalização de desempenho, com foco nos resultados: avaliação dos cursos oferecidos; avaliação de tendências do mercado de trabalho; grau de divulgação dos serviços junto aos potenciais usuários e implementação de indicadores de desempenho (Cavalcanti, 2012).

Diante do desafio de evidenciar seus resultados qualitativos e quantitativos bem como manter a pertinência dessa formação frente às rápidas mudanças tecnológicas e sociais, os sistemas de avaliação e medição de desempenho tornaram-se ferramentas indispensáveis para o planejamento, monitoramento e melhoria das ações educativas.

A avaliação da qualidade na execução dos processos escolares das instituições na educação profissional, contudo, enfrenta entraves quanto à validade, precisão e comparabilidade dos indicadores tradicionalmente utilizados. A maioria das abordagens que se propõe a realizar essa avaliação não consideram as propriedades psicométricas dos instrumentos nem a complexidade dos contextos educacionais (Hambelton; Swaminathan; Rogers, 1991). Além disso, esses métodos de medição não oferecem bases sólidas para inferências sobre a qualidade dos processos que permitam comparabilidade dos resultados da avaliação desses processos escolares realizados nas escolas das instituições.

Nesse contexto, torna-se relevante a busca por modelos avaliativos mais sofisticados, capazes de lidar com a variabilidade dos dados gerados pelos processos escolares. Entre esses modelos, destaca-se a proposta original de Georg Rasch (Rasch, 1960). Esse modelo permite construir escalas de medida intervalares a partir de dados qualitativos, oferecendo maior precisão, confiabilidade e capacidade de análise dos instrumentos avaliativos e dos respondentes (Bond; Fox, 2015). O modelo Rasch baseia-se no princípio de invariância: a medida de uma pessoa é independente dos itens aplicados, desde que calibrados em uma mesma escala. Essa propriedade torna o modelo especialmente útil em contextos institucionais que exigem comparabilidade entre escolas, operadores e instrumentos ao longo do tempo.

A utilização do modelo Rasch em avaliações institucionais e operacionais no campo da educação profissional ainda é incipiente no Brasil. Existem iniciativas específicas, como as realizadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) para a promoção de ações voltadas ao fortalecimento da cultura de avaliação educacional no país, como a “Escola de

Avaliação” lançada em 2010 no âmbito do Sistema de Avaliação da Educação Básica, que formou técnicos das secretarias estaduais em metodologias avaliativas — incluindo a aplicação de Teoria de Resposta ao Item (TRI) e o modelo Rasch (Brasil, 2025). Na literatura internacional, embora o Rasch venha sendo empregado em contextos educacionais (Andrich; Marais, 2019; Bond; Fox, 2015), sua aplicação direta a processos operacionais administrativos permanece incipiente, com poucos registros sistematizados. Essa lacuna evidencia a relevância do presente estudo, que contribui ao explorar o potencial do modelo Rasch como ferramenta de qualificação e monitoramento de processos escolares administrativos. Apesar da ampla utilização de sistemas informatizados no controle acadêmico, observa-se que há uma lacuna significativa na literatura nacional e internacional no que se refere à avaliação da qualidade dos processos administrativos escolares sob uma perspectiva metrológica. As buscas realizadas na literatura sobre a aplicação do modelo Rasch para validação de instrumentos indicam uma predominância de estudos voltados a provas, testes de desempenho e escalas aplicadas diretamente a estudantes. Tais investigações consolidam o modelo como referência para avaliação educacional em contextos de aprendizagem. No entanto, quando a pesquisa é direcionada a termos relacionados a processos administrativos e operacionais — como *school records*, *administrative processes* ou *enrollment systems* — não se encontram registros de aplicação do Rasch. Essa ausência aponta para uma lacuna importante na literatura, tanto nacional quanto internacional, no que se refere à avaliação da qualidade de registros escolares administrativos sob uma perspectiva metrológica. Essa lacuna representa tanto um desafio quanto uma oportunidade para aprimorar os sistemas de avaliação interna, especialmente em redes como o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, que operam com grande número de matrículas, diversidade de cursos e necessidades específicas de medição do desempenho escolar e institucional (Brasil, 2009; CNI, 2025).

1.1

Objetivos da Dissertação

Diante desses desafios, esta dissertação propõe o uso do modelo Rasch como ferramenta para aprimorar os sistemas de medição institucional no contexto de escolas de uma instituição de educação profissional. Parte-se da hipótese de que, ao

aplicar essa abordagem a um sistema informatizado de registros escolares, é possível obter medidas mais confiáveis, identificar padrões de incongruência e contribuir para a melhoria da gestão educacional. A análise se insere no esforço de desenvolvimento de instrumentos de medição voltados a processos escolares, especialmente em instituições que lidam com grande volume de matrículas, como as do Senai.

1.1.1

Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver e aplicar uma sistemática de avaliação baseada no modelo Rasch para caracterização metrológica da confiabilidade de sistemas de medição de desempenho escolar em instituições de educação profissional, com ênfase nas entidades do Sistema S, especialmente o Senai. Busca-se, com isso, oferecer subsídios para o aprimoramento dos registros institucionais e para a comparabilidade dos resultados obtidos em processos operacionais e administrativos associados à matrícula de estudantes, contribuindo para a melhoria contínua da gestão e da prestação de contas das ações de gratuidade educacional.

1.1.2

Objetivos Específicos

- Analisar o arcabouço normativo e regulatório no âmbito nacional e internacionais relacionados à avaliação da qualidade e à confiabilidade dos sistemas de medição utilizados em instituições de educação profissional, com ênfase nos processos administrativos e operacionais de registro escolar;
- Levantar e sistematizar a literatura teórica e aplicada sobre o modelo Rasch, com foco em sua utilização em contextos educacionais, administrativos e organizacionais, evidenciando sua aplicabilidade na avaliação de instrumentos e sistemas de medição nas Ciências Humanas e Sociais;
- Avaliar a qualidade psicométrica de um instrumento institucional de registro de matrículas, com base nos pressupostos do modelo Rasch, no contexto da educação profissional;

- Identificar itens e registros com comportamento inadequado (*misfit*), estimando a dificuldade relativa das tarefas e a habilidade dos operadores envolvidos;
- Estimar os índices de confiabilidade, separação e unidimensionalidade da escala, caracterizando o sistema de medição do ponto de vista metrológico;
- Verificar a presença de *overfit* e *underfit* tanto por item quanto por operador, e analisar sua relação com os contextos organizacionais das escolas avaliadas;
- Avaliar a adequação dos itens utilizados como representações operacionais do construto latente desejado (habilidade dos operadores em registrar corretamente as informações institucionais);
- Comparar os resultados obtidos pelo modelo Rasch com os métodos tradicionais de medição baseados em percentuais de acerto, discutindo suas limitações e potencialidades;
- Discutir a aplicabilidade do modelo Rasch como ferramenta de apoio à gestão educacional, especialmente no monitoramento e aprimoramento dos processos administrativos e operacionais de registro;
- Fornecer subsídios técnicos e metodológicos para o aperfeiçoamento dos sistemas institucionais de medição e para a melhoria contínua da gestão da gratuidade nas instituições do Sistema S.

A presente dissertação está organizada em seis seções, que abordam os fundamentos teóricos, metodológicos e empíricos relacionados à avaliação da confiabilidade de sistemas de medição institucional no âmbito da educação profissional, com base no modelo de Rasch. Cada seção descreve aspectos específicos dessa abordagem metrológica aplicável à análise de registros operacionais, com foco na melhoria da gestão e da qualidade dos dados educacionais.

A Seção 1 apresenta a contextualização do tema, destacando o papel da educação profissional no Brasil, a atuação das instituições do Sistema S — em especial o Senai — e os desafios associados à confiabilidade dos sistemas de medição de desempenho. Discute-se a importância da avaliação metrológica dos processos escolares e a lacuna existente na literatura sobre registros administrativos.

A Seção 2 explora os fundamentos teóricos e matemáticos do modelo Rasch, sua lógica probabilística, pressupostos, estrutura de parâmetros, indicadores psicométricos e potencial de aplicação em contextos institucionais, justifica ainda a escolha metodológica com base na literatura especializada.

A Seção 3 descreve o sistema de medição institucional adotado pelo Senai para registro de matrículas e carga horária, o instrumento analisado, os critérios de seleção dos itens e da amostra, o processo de codificação e transformação dos dados, e o software utilizado para aplicação do modelo.

A Seção 4 apresenta os resultados da aplicação do modelo Rasch à base de dados, incluindo diagnóstico dos itens, análise por escola, identificação de padrões de ajuste (*underfit* e *overfit*), confiabilidade e separação, análise da unidimensionalidade e mapa de habilidades dos operadores.

A Seção 5 discute os principais achados à luz da literatura, avalia as limitações e contribuições do modelo em relação às práticas tradicionais de medição e propõe implicações para a gestão dos processos institucionais. Aponta os ganhos da abordagem adotada para a análise de registros escolares e apresenta recomendações operacionais para as unidades escolares propondo o uso sistemático do modelo Rasch como ferramenta de apoio à gestão. Por fim, sugere caminhos para pesquisas futuras, incluindo a ampliação da amostra, a integração com outras áreas administrativas e o uso do modelo em outros sistemas de informação.

2 Modelo Rasch

A medição de atributos no campo das ciências sociais, especialmente na educação, envolve desafios metodológicos substanciais. Diferentemente das medições no campo das ciências naturais, que lidam com propriedades diretamente observáveis como massa, temperatura ou comprimento, na educação buscamos mensurar construtos latentes — habilidades, competências, atitudes — que não são diretamente observáveis, mas se manifestam por meio de comportamentos, respostas e desempenhos (Andrich; Marais, 2019).

No âmbito dos processos escolares, sobretudo na educação profissional, a necessidade de instrumentos de medição válidos e confiáveis não se restringe apenas à avaliação de aprendizagem dos estudantes, mas também se estende aos sistemas operacionais e administrativos, como os registros de matrículas, a gestão de carga horária e a execução dos planos de ensino. A efetividade desses processos depende diretamente da qualidade das informações produzidas e, portanto, da robustez dos sistemas de medição que os sustentam.

É nesse contexto que se insere o modelo Rasch, uma abordagem de medição que, ao transformar dados observados — normalmente respostas dicotômicas ou ordinais — em uma escala de intervalo, permite avaliar de forma precisa tanto os instrumentos quanto os processos que os geram. Diferente de modelos puramente estatísticos descritivos, o modelo Rasch é baseado em uma estrutura probabilística com propriedades matemáticas, oferecendo uma solução para o desafio de produzir medidas objetivas em contextos educacionais e sociais (Bond; Fox, 2015).

O princípio central do modelo reside na construção de uma régua comum, onde tanto as características dos indivíduos (habilidade, competência ou proficiência) quanto as dos itens (dificuldade ou exigência) são expressas na mesma métrica. Essa característica permite não apenas avaliar indivíduos, mas também qualificar os próprios instrumentos, diagnosticando falhas, incongruências e oportunidades de melhoria.

A presente pesquisa adota o modelo Rasch como referencial metodológico para a avaliação de um sistema institucional de gestão escolar, aplicado em uma rede de escolas de educação profissional, que além de outras funções realiza a medição das matrículas realizadas e cargas horárias ministradas em cada escola da instituição. Além de analisar a qualidade psicométrica do instrumento, busca-se também explorar o potencial do modelo Rasch como ferramenta de aprimoramento dos processos escolares, contribuindo para uma gestão educacional orientada por dados robustos e confiáveis.

Nas seções seguintes, serão apresentados os fundamentos teóricos do modelo Rasch, seus pressupostos matemáticos, os principais parâmetros utilizados na análise, os critérios de avaliação psicométrica e, por fim, as justificativas para sua adoção no contexto desta pesquisa.

2.1

Fundamentos Teóricos e Pressupostos do Modelo Rasch

O modelo Rasch se fundamenta na ideia de que é possível construir medições objetivas de características latentes — como habilidades, competências ou qualidade de processos — a partir de dados observacionais, como respostas a itens ou registros operacionais. Para que essa transformação seja válida, o modelo estabelece uma série de princípios teóricos e pressupostos fundamentais que garantem a robustez da medida e a sua aplicabilidade em contextos educacionais, sociais e organizacionais (Andrich; Marais, 2019; Bond; Fox, 2015).

Diferente de modelos puramente descritivos, o Rasch parte da concepção de que a mensuração deve ser independente dos instrumentos utilizados, desde que estes sejam devidamente calibrados. Essa premissa se aproxima das propriedades da medição nas ciências naturais e oferece no campo das ciências humanas e sociais, uma possibilidade de construção de escalas objetivas e replicáveis.

2.2

Princípio da Invariância

A invariância é um dos pilares centrais do modelo Rasch. Esse princípio assegura que as comparações entre indivíduos sejam independentes do conjunto

específico de itens utilizados, e que a calibração dos itens seja independente da amostra de pessoas avaliada. Em outras palavras, a medida da habilidade de uma pessoa deve ser a mesma, independentemente do subconjunto de itens aplicados, e a dificuldade de um item deve ser constante, independentemente das pessoas que o responderam (Andrich; Marais, 2019).

Essa propriedade é conhecida como objetividade específica (*specific objectivity*) e representa um avanço metodológico decisivo na mensuração de traços latentes. De acordo com Rasch, qualquer desvio dessa invariância indica problemas no instrumento, seja por inadequação dos itens, multidimensionalidade, dependência local ou má qualidade dos dados.

2.3

Unidimensionalidade

A unidimensionalidade pressupõe que todos os itens de um instrumento avaliem um único construto ou traço latente. Essa condição é indispensável para que as medidas obtidas tenham validade interpretativa. Quando este pressuposto é atendido, é possível afirmar que todas as variações nas respostas dos indivíduos são atribuíveis exclusivamente às diferenças em relação ao traço que se pretende medir (Bond; Fox, 2015).

O modelo Rasch oferece ferramentas para testar a unidimensionalidade, como a análise dos resíduos por meio de uma Análise de Componentes Principais dos Resíduos (PCAR). Caso sejam identificados padrões estruturados nos resíduos, isso pode indicar a presença de dimensões secundárias não modeladas, comprometendo a validade da medida.

2.4

Independência Local

A independência local é um desdobramento da unidimensionalidade e estabelece que, uma vez controlado o traço latente, as respostas aos diferentes itens devem ser estatisticamente independentes entre si. Isso significa que o erro associado a uma resposta não pode estar correlacionado ao erro de outra resposta (Andrich; Marais, 2019).

Quando este pressuposto é violado — por exemplo, se dois itens são semanticamente muito semelhantes, estão agrupados tematicamente ou se existe uma dependência contextual — os dados apresentam dependência local, o que inflaciona artificialmente as estimativas de confiabilidade e distorce as inferências sobre a medida.

2.5

Probabilidade Logística e Simetria

O modelo Rasch estabelece que a probabilidade de um indivíduo, com determinada habilidade (θ), ter sucesso em um item com determinada dificuldade (β), é uma função logística da diferença entre esses dois parâmetros:

Essa relação possui simetria: se a habilidade da pessoa for igual à dificuldade do item, a probabilidade de sucesso é 50 %. Se a habilidade exceder a dificuldade, a probabilidade aumenta; se for inferior, a probabilidade diminui. Esta estrutura matemática reflete diretamente os pressupostos de unidimensionalidade, invariância e independência local (Bond; Fox, 2015).

2.6

Suficiência do Escore Total

No modelo Rasch, o escore total (soma de acertos ou respostas afirmativas) é um estatístico suficiente para estimar a habilidade de uma pessoa. Isso significa que, para uma pessoa com determinado escore total, não importa quais itens foram acertados — a informação contida no padrão de respostas além do total não contribui para melhorar a estimativa de habilidade (Andrich; Marais, 2019). Essa propriedade não é garantida em modelos mais gerais da Teoria da Resposta ao Item (TRI), como os modelos 2PL e 3PL. Nestes, a estimativa de habilidade depende não apenas do número de acertos, mas também de quais itens foram respondidos corretamente, já que entram em jogo parâmetros adicionais, como a discriminação do item (2PL) e a probabilidade de acerto ao acaso (3PL). Embora tais modelos ofereçam maior flexibilidade estatística, sua complexidade traz desvantagens importantes: eles deixam de ser independentes da amostra de pessoas, exigem ajustes específicos para diferentes contextos e comprometem a comparabilidade dos

resultados. Em contrapartida, o modelo Rasch preserva a independência entre itens e pessoas, o que o aproxima da lógica dos instrumentos de medição das ciências naturais, nos quais o resultado obtido não depende da amostra utilizada, mas apenas do fenômeno mensurado (Bond; Fox, 2015).

2.7

Estrutura Matemática do Modelo e Interpretação dos Parâmetros

O modelo Rasch, em sua formulação matemática, estabelece uma relação probabilística entre dois parâmetros fundamentais: a habilidade da pessoa e a dificuldade do item. Sua premissa é que a probabilidade de uma pessoa ter sucesso em um item depende exclusivamente da diferença entre esses dois parâmetros. Este princípio fornece uma base matemática para transformar respostas observadas, tipicamente dicotômicas (certo/errado, presente/ausente), em uma escala de intervalo, cuja unidade de medida é denominada logit.

2.8

A Função Logística do Modelo Rasch

A equação central do modelo Rasch, na sua versão para itens dicotômicos, é expressa da seguinte forma:

$$P(X_{ni} = 1) = \frac{e^{(\theta_n - \beta_i)}}{1 + e^{(\theta_n - \beta_i)}}$$

Onde:

- $P(X_{ni} = 1)$ = probabilidade de o respondente n acertar (ou confirmar) o item i ;
- θ_n = parâmetro de habilidade da pessoa n ;
- β_i = parâmetro de dificuldade do item i ;
- e = base do logaritmo natural (aproximadamente 2,71828).

A diferença $(\theta_n - \beta_i)$ determina o valor da função logística. Quando a habilidade do indivíduo é igual à dificuldade do item, a probabilidade de sucesso é exatamente 50 %. Esse ponto marca o equilíbrio na escala logit.

Essa fórmula representa uma função simétrica em torno da diferença zero. À medida que a habilidade do indivíduo excede a dificuldade do item, a probabilidade de acerto se aproxima de 1. Inversamente, se a dificuldade do item excede a habilidade do indivíduo, a probabilidade se aproxima de 0 (Bond; Fox, 2015).

2.9

Interpretação dos Parâmetros

a) Parâmetro de dificuldade do item (β)

O parâmetro β_i representa a posição do item na escala logit. Itens mais difíceis estão posicionados em pontos mais altos da escala. Por exemplo, um item com $\beta=1,5$ exige uma habilidade superior a outro item com $\beta=-0,5$. A dificuldade é definida como o ponto na escala onde a probabilidade de sucesso do indivíduo é 50%.

b) Parâmetro de habilidade da pessoa (θ)

O parâmetro θ_n representa a posição da pessoa na mesma escala logit. Quanto maior o valor de θ , maior é a habilidade da pessoa no traço medido. Se $\theta_n = \beta_i$, então $P = 0,5$. Se θ_n excede β_i , a probabilidade de acerto cresce exponencialmente.

c) Interpretação dos logits

O logit é uma unidade de medida baseada na transformação logarítmica das *odds* (chances). Por exemplo, um aumento de 1 logit na habilidade significa que as chances de sucesso dobram, mantendo a dificuldade do item constante. Essa métrica permite transformar dados ordinais (como acertos e erros) em uma escala intervalar, o que é essencial para análises estatísticas rigorosas (Andrich; Marais, 2019).

2.10

Representação Gráfica: Mapa de Itens e Pessoas

Uma das características mais intuitivas do modelo Rasch é a possibilidade de representar graficamente, em uma única régua em logit, tanto as habilidades dos indivíduos quanto as dificuldades dos itens. Essa representação, conhecida como Mapa de Itens e Pessoas, permite visualizar se os itens estão bem distribuídos em relação às habilidades da população avaliada, evidenciando, por exemplo sobrecarga

de itens fáceis ou difíceis, lacunas na cobertura da escala ou potencial necessidade de desenvolvimento de novos itens.

2.11

A Suficiência do Escore Total e sua Implicação Matemática

Uma propriedade distintiva do modelo Rasch é que o escore total de um indivíduo — a soma dos acertos — é um estatístico suficiente para a estimativa de sua habilidade. Isso significa que, dados dois indivíduos com o mesmo número total de acertos, ambos terão a mesma estimativa de habilidade, independentemente de quais itens foram acertados. Esse princípio também não se verifica em modelos da TRI mais complexos, como os modelos 2PL e 3PL, onde outros parâmetros (discriminação e acerto casual) interferem (Bond; Fox, 2015).

2.12

Extensão para Modelos Politômicos

Embora este trabalho se concentre na aplicação do modelo Rasch dicotômico, é importante destacar que a lógica matemática do modelo se estende a situações com respostas politômicas (escalas de múltiplas categorias), por meio de variantes como o *Partial Credit Model* (PCM) e o *Rating Scale Model* (RSM) (Andrich, Marais, 2019). Além disso, existe ainda o Many-Facet Rasch Model (MFRM), que amplia a estrutura do modelo para incorporar múltiplas facetas de avaliação, como avaliadores, tarefas ou contextos específicos. Essa extensão permite analisar e controlar a influência de diferentes fontes de variabilidade, mantendo os princípios fundamentais do Rasch e garantindo estimativas comparáveis em situações avaliativas mais complexas. Esses modelos seguem os mesmos princípios fundamentais, adaptando a função logística para múltiplos limiares entre categorias de resposta ou múltiplas facetas de observação.

2.13

Indicadores Psicométricos Utilizados na Pesquisa

A aplicação do modelo Rasch permite não apenas a transformação de dados observacionais em medidas em escala de intervalo, mas também a avaliação da

qualidade psicométrica dos instrumentos utilizados. Para isso, o modelo oferece um conjunto de indicadores estatísticos que permitem avaliar o grau de adequação dos dados ao modelo teórico e, conseqüentemente, a validade das inferências produzidas.

Neste estudo, os principais indicadores utilizados foram os seguintes: *Infit*, *Outfit*, *Z-Standard* (*Zstd*), Índices de Separação, Confiabilidade, além da Análise de Resíduos, Mapa de Itens e Pessoas e Verificação de Unidimensionalidade.

2.13.1

Measure

No modelo Rasch, a estimativa de habilidade dos indivíduos e de dificuldade dos itens é expressa por meio de uma unidade denominada *measure*, que representa a posição relativa de cada elemento — pessoa ou item — em uma escala logit construída a partir da modelagem probabilística. Trata-se de um parâmetro central na aplicação do modelo, pois traduz, em termos quantitativos, o traço latente subjacente às respostas observadas, permitindo a comparação direta entre participantes e itens em uma mesma régua. Esse valor numérico, gerado a partir do padrão de respostas dos indivíduos e da calibragem dos itens, permite inferir, por exemplo, se determinada pessoa apresenta maior ou menor conformidade com o construto avaliado, ou se um item é mais ou menos exigente em relação aos demais. Quanto maior o valor de *measure* associado a uma pessoa, maior é sua probabilidade de sucesso nos itens avaliados; da mesma forma, quanto maior o valor de *measure* atribuído a um item, maior sua dificuldade, ou seja, maior o nível de habilidade necessário para que se atinja uma probabilidade de 50 % de acerto naquele item. Essa estrutura compartilhada de medição — na qual indivíduos e itens são posicionados em uma mesma escala — é uma das inovações conceituais mais relevantes do modelo Rasch e sustenta o princípio da objetividade específica. Em vez de produzir escores brutos que dependem diretamente dos itens aplicados, o modelo converte esses dados em medidas que podem ser interpretadas independentemente da amostra ou do instrumento, desde que devidamente calibrado. Conforme argumentam Bond e Fox, essa transformação possibilita a utilização dos dados em análises mais robustas, pois a escala logit possui propriedades de intervalo, diferentemente das escalas ordinais tradicionais derivadas de acertos e erros. A diferença entre dois valores de medida

pode ser interpretada como uma diferença constante na probabilidade de sucesso, o que habilita a aplicação de técnicas estatísticas baseadas em pressupostos métricos.

2.13.2

Infit e Outfit

Os índices *Information-weighted fit (Infit)* e *Outlier-sensitive fit (Outfit)* são estatísticas de ajuste que avaliam a compatibilidade das respostas observadas com aquelas esperadas pelo modelo Rasch.

- *Infit* é sensível a desvios em itens cujas dificuldades estão próximas da habilidade da pessoa. Trata-se de um indicador ponderado, que dá mais peso às respostas em itens que fornecem maior informação sobre o respondente.

- *Outfit* é sensível a desvios em itens muito fáceis ou muito difíceis em relação à habilidade da pessoa. É mais influenciado por respostas inesperadas em itens menos informativos.

Ambos os índices são expressos em duas formas:

- *Mean Square (MnSq)*: valores esperados próximos de 1. Valores entre 0,5 e 1,5 são considerados aceitáveis para fins de avaliação de grupos (Bond; Fox, 2015).

- *Z-Standard (Zstd)*: valor padronizado associado ao MnSq. Valores entre -2 e +2 indicam ajuste adequado. Valores fora desses intervalos podem sugerir *misfit (overfit ou underfit)*.

Interpretação dos desvios:

- *Overfit* ($MnSq < 0,5$ e $Zstd < -2$): respostas excessivamente previsíveis; pode indicar redundância no item ou excesso de consistência.

- *Underfit* ou *Misfit* ($MnSq > 1,5$ e $Zstd > 2$): respostas inconsistentes com o modelo; pode indicar itens mal formulados, erros no instrumento, preenchimento inadequado ou presença de múltiplas dimensões (Andrich; Marais, 2019).

Embora, no inglês, *under* signifique “abaixo” e *over* signifique “acima”, no contexto do modelo Rasch esses termos não se referem à posição numérica em gráficos ou à magnitude da medida, mas sim à quantidade de variação — erro ou inconsistência — observada em relação ao que o modelo espera. O *underfit* ocorre quando há mais variação do que o esperado, ou seja, respostas excessivamente imprevisíveis, com alto ruído, que indicam menor qualidade de ajuste, situação que pode ser causada por itens mal formulados, erros de preenchimento, má compreensão das instruções ou presença de múltiplas dimensões. Já o *overfit* ocorre quando há menos variação do que o esperado, isto é, respostas excessivamente consistentes ou previsíveis, que podem indicar redundância no item ou padronização mecânica nas respostas. Dessa forma, *underfit* e *overfit* devem ser interpretados como variação acima ou abaixo do nível ideal para o modelo, e não de forma literal como “abaixo” ou “acima” na escala de valores.

2.13.3

Standard Error (S.E.)

O *Standard Error* (S.E.) ou erro-padrão, representa a margem de incerteza associada à estimativa de medida de cada item ou operador. No contexto do modelo Rasch, ele indica a precisão da estimativa: quanto menor o valor do S.E., maior a confiança de que a medida obtida reflete de forma consistente a verdadeira dificuldade do item ou a habilidade do operador (Andrich; Marais, 2019; Bond; Fox, 2015).

2.13.4

Índice de Separação e Confiabilidade

O Índice de Separação avalia a capacidade da escala em distinguir níveis diferentes de habilidade entre os indivíduos (ou de dificuldade entre os itens). Ele é calculado tanto para pessoas quanto para itens. A separação de pessoas indica quantos grupos distintos de habilidade o instrumento consegue diferenciar e a separação de itens indica o quão bem os itens estão distribuídos ao longo da escala do traço latente. Quanto maior o valor da separação, melhor a precisão discriminativa do instrumento.

A Confiabilidade, no modelo Rasch, é diretamente derivada desse índice e expressa a proporção da variação observada que corresponde a diferenças reais (nas habilidades ou dificuldades) em vez de simples erro de medida. Em outras palavras, a separação indica a “nitidez” com que o instrumento distingue grupos ou itens, e a confiabilidade traduz o quanto essa distinção pode ser considerada consistente e reproduzível.

Valores de confiabilidade:

- Acima de 0,80 são considerados muito bons para tomada de decisão em grupos.
- Acima de 0,90 são desejáveis para avaliações de indivíduos.

2.13.5

Mapa de Itens e Pessoas

O Mapa de Itens e Pessoas (também chamado de *Person-Item Map* ou *Wright Map*) representa graficamente a distribuição dos itens e dos indivíduos em uma mesma escala logit.

Essa visualização permite:

- Avaliar se há equilíbrio entre as dificuldades dos itens e as habilidades dos participantes;
- Identificar lacunas na escala — por exemplo, ausência de itens em níveis de dificuldade muito altos ou muito baixos;
- Verificar a adequação do instrumento ao público avaliado.

2.13.6

Análise de Resíduos e Verificação de Unidimensionalidade

Conforme já mencionado, um dos pressupostos fundamentais no modelo Rasch é a unidimensionalidade, ou seja, a suposição de que todos os itens medem um único traço latente (como habilidade, proficiência ou desempenho em determinada tarefa). Para verificar se esse pressuposto é atendido, uma das estratégias centrais é a análise dos resíduos do modelo. Resíduos, nesse contexto,

representam a diferença entre o valor observado (resposta real do participante) e o valor esperado pelo modelo. Se o modelo Rasch estiver bem ajustado e a unidimensionalidade for válida, espera-se que esses resíduos se comportem como ruído aleatório, sem padrões sistemáticos. No entanto, padrões estruturados ou não aleatórios nos resíduos podem indicar problemas, como violação da unidimensionalidade: quando os resíduos revelam a existência de outras dimensões além da principal, sugerindo que diferentes subconjuntos de itens podem estar medindo construtos distintos e/ou dependência local entre itens: quando itens apresentam correlações residuais elevadas, ou seja, respondentes tendem a acertar ou errar determinados pares de itens de forma semelhante, independentemente da habilidade geral. Isso viola outro pressuposto do modelo: a independência local. A técnica mais comumente utilizada para investigar esses aspectos é a Análise de Componentes Principais dos Resíduos (PCA dos Resíduos). Essa técnica permite decompor os resíduos em componentes ou contrastes. Se o primeiro contraste extrair uma quantidade significativa de variância residual (por exemplo, mais de 2 unidades de *eigenvalue*), pode ser um indicativo da presença de uma segunda dimensão latente.

Além disso, a análise das correlações residuais entre pares de itens também é fundamental. Segundo Boone, Staver e Yale (2014), valores acima de 0,30 já devem ser tratados como sinais iniciais de dependência local, enquanto Bond e Fox (2015) ressaltam que correlações acima de 0,50 representam indícios fortes de problemas, seja de multidimensionalidade ou de compartilhamento de características comuns entre os itens. Dessa forma, os dois limiares podem ser compreendidos de maneira complementar: valores a partir de 0,30 servem como alerta para atenção analítica, e valores a partir de 0,50 apontam maior gravidade e necessidade de investigação mais aprofundada.

2.14

Critérios Adotados na Pesquisa

Conforme proposto na literatura usada como referência em Rasch *Measurement* (Andrich; Marais, 2019; Bond; Fox, 2015), foram estabelecidos os seguintes critérios operacionais de análise.

- *Infit* e *Outfit* MnSq: valores aceitáveis entre 0,5 e 1,5;
- Zstd: entre -2 e +2;
- Confiabilidade: mínima de 0,80 para pessoas e itens;
- Separação: ideal acima de 2,0;
- Correlações residuais: valores acima de 0,50 foram monitorados como indicativos de dependência local, enquanto valores abaixo de -0,50 foram observados como possíveis evidências de multidimensionalidade.

2.15

Aplicações do Modelo na Avaliação Institucional

Embora o modelo Rasch tenha sido originalmente desenvolvido para avaliar desempenhos em testes educacionais e psicológicos, sua aplicação demonstra potencial para expansão, abrangendo contextos institucionais, operacionais e administrativos. No âmbito da educação profissional, o modelo se apresenta como uma ferramenta promissora não apenas para avaliar o desempenho dos estudantes, mas também com possibilidade de contribuir para o aprimoramento da qualidade dos processos de gestão, monitoramento e controle de informações institucionais.

2.16

Do Campo Educacional ao Campo Organizacional

Nas aplicações tradicionais, o modelo Rasch é utilizado para avaliar a qualidade de instrumentos de mensuração de aprendizagem, escalas atitudinais e testes de proficiência. Entretanto, as mesmas propriedades que garantem robustez psicométrica na avaliação de desempenho — como invariância, objetividade específica e transformação para escala intervalar — indicam seu potencial para aplicação também em processos administrativos, especialmente aqueles baseados em registros operacionais, como matrículas, frequência e cumprimento de carga horária.

No contexto específico desta pesquisa, observa-se que o sistema de gestão escolar da instituição depende de registros preenchidos por diferentes agentes, em distintas unidades e contextos. A ausência de mecanismos que avaliem a confiabilidade desses registros, sobre os quais se baseiam as respectivas medições, pode comprometer o processo de monitoramento, gestão e tomada de decisão. O

modelo Rasch mostra-se promissor como solução metodológica para este desafio, permitindo avaliar a qualidade dos instrumentos de coleta de dados administrativos; a coerência dos registros feitos pelos operadores do sistema e a identificação de incongruências, padrões de erro e pontos de fragilidade na operação.

2.17

Justificativa do Uso do Modelo nesta Dissertação

A escolha do modelo Rasch como referencial metodológico nesta dissertação se fundamenta na busca por rigor na avaliação dos processos institucionais, especialmente no que se refere à qualidade dos sistemas de medição utilizados para o registro de matrículas e carga horária em uma rede de educação profissional. Trata-se de uma decisão sustentada tanto por critérios teóricos quanto práticos, alinhada à necessidade de produzir medidas objetivas, confiáveis e passíveis de serem interpretadas dentro de um modelo matemático consistente.

Do ponto de vista teórico, o modelo Rasch oferece uma abordagem que transcende a simples análise descritiva dos dados, permitindo a construção de escalas de medida que possuem propriedades fundamentais da mensuração, como a transformação de dados ordinais em escalas de intervalo, a suficiência do escore total e, sobretudo, a garantia da invariância das medidas — propriedade central que assegura que os parâmetros estimados sejam independentes da amostra e dos itens específicos utilizados, desde que calibrados na mesma escala (Andrich; Marais, 2019; Bond; Fox, 2015).

Essa característica torna o modelo particularmente adequado para contextos institucionais nos quais múltiplos operadores ou escolas executam processos semelhantes, mas que estão sujeitos a diferentes condições operacionais, interpretações ou níveis de rigor no preenchimento dos dados. Ao aplicar o modelo Rasch, é possível avaliar não apenas a consistência interna do sistema de medição, mas também a qualidade dos registros gerados, identificando padrões de ajuste e *misfit* tanto em itens quanto em operadores, bem como investigando a unidimensionalidade e a confiabilidade do processo de coleta de dados.

Outro aspecto decisivo para a adoção do modelo reside na sua capacidade de gerar diagnósticos objetivos sobre a adequação dos instrumentos institucionais. A análise dos parâmetros de dificuldade dos itens permite compreender quais registros

ou campos do sistema representam maiores desafios operacionais ou são mais propensos a inconsistências. Da mesma forma, a análise das medidas de habilidade dos operadores revela o grau de aderência desses profissionais às expectativas institucionais quanto ao rigor e à conformidade no preenchimento dos dados.

Adicionalmente, o modelo Rasch se alinha conceitualmente às premissas da metrologia, campo no qual esta pesquisa está situada. Assim como nas ciências exatas, onde se exige que um instrumento de medição seja calibrado, confiável e invariável frente a diferentes operadores e condições, a aplicação do modelo Rasch na educação permite tratar os registros administrativos com a mesma lógica, promovendo uma visão orientada para a qualidade e a rastreabilidade das informações. Destaca-se ainda se como diferencial decisivo do modelo Rasch a sua capacidade de assegurar comparabilidade dos resultados de medição ao longo do tempo e entre diferentes escolas da instituição. Essa propriedade é fundamental em contextos educacionais dinâmicos, nos quais as condições operacionais e os agentes responsáveis pelos registros podem variar, mas é desejável que as medidas permaneçam equivalentes e consistentes. Assim, o modelo possibilita análises longitudinais da evolução institucional e comparações transversais entre essas escolas, garantindo maior robustez às práticas de monitoramento e avaliação e fortalecendo a gestão baseada em evidências.

Portanto, a utilização do modelo Rasch nesta dissertação não se limita a uma escolha metodológica entre outras possíveis, mas configura uma estratégia coerente com os objetivos do trabalho, que busca não apenas avaliar a consistência de um sistema de medição institucional, mas também propor caminhos para seu aprimoramento contínuo, fortalecendo práticas de gestão baseadas em dados confiáveis, robustos e validados cientificamente.

2.18

Limitações do Modelo Rasch: Condições Necessárias e Cuidados na Interpretação

Embora o modelo Rasch ofereça vantagens teóricas e metodológicas substanciais no campo da medição, sua aplicação não é isenta de limitações e desafios. Como qualquer modelo estatístico, sua eficácia depende do atendimento a certos pressupostos, da qualidade dos dados e da adequação dos instrumentos

utilizados. Ignorar esses aspectos pode levar a interpretações equivocadas ou conclusões distorcidas.

2.19

Condições Necessárias para Aplicação do Modelo

A primeira condição indispensável para a correta aplicação do modelo Rasch é o atendimento dos seus pressupostos fundamentais, especialmente a unidimensionalidade, a independência local e a invariância das medidas. A violação desses pressupostos compromete diretamente a validade das inferências geradas.

Além disso, a adequação da amostra é um fator crítico. O modelo Rasch não exige amostras probabilísticas para estimar seus parâmetros, mas requer uma amostra suficientemente variada em termos do traço latente medido. Uma distribuição muito concentrada (por exemplo, todos os respondentes com habilidades muito semelhantes) reduz a precisão das estimativas tanto para pessoas quanto para itens.

Outro ponto relevante refere-se à qualidade do instrumento. O modelo não corrige falhas de construção dos itens. Se os itens forem mal definidos, ambíguos ou não representarem adequadamente o traço que se deseja medir, o modelo apenas revelará essas fragilidades, mas não as solucionará. A interpretação dos índices de ajuste e dos mapas de calibração depende diretamente da robustez conceitual e operacional dos instrumentos aplicados.

Adicionalmente, é necessário atentar-se para a presença de dados extremos — pessoas que acertam todos os itens ou erram todos. Esses casos geram estimativas indefinidas de habilidade e precisam ser tratados adequadamente, seja por meio de análises específicas, seja pela exclusão técnica quando justificada (Andrich; Marais, 2019).

2.20

Cuidados na Interpretação dos Resultados

Embora o modelo Rasch produza medidas em escala intervalar, é fundamental compreender que essas medidas são relativas ao conjunto de itens calibrados e à população utilizada no estudo. Portanto, a extrapolação dos resultados para contextos diferentes deve ser feita com cautela, especialmente

quando não há garantia de que o traço latente se manifesta da mesma forma em outros grupos ou ambientes institucionais.

Além disso, a interpretação dos índices de ajuste deve ser feita levando em consideração tanto os critérios estatísticos quanto o conhecimento substantivo do contexto. Um item que apresenta *misfit*, por exemplo, pode não necessariamente ser descartado. Em alguns casos, ele pode capturar uma característica relevante, mas periférica, do construto — ou ainda refletir uma especificidade operacional do processo analisado.

O próprio conceito de unidimensionalidade, embora matematicamente formalizado, é interpretado na prática como um fenômeno relativo e não absoluto. Isso significa que pequenas violações podem ser toleráveis, desde que não comprometam a validade substantiva da escala (Bond; Fox, 2015).

Por fim, é essencial compreender que o modelo Rasch não fornece respostas automáticas sobre a qualidade dos processos institucionais. Ele oferece, na verdade, uma estrutura de diagnóstico, cuja interpretação e aplicação dependem diretamente da competência técnica dos analistas e do conhecimento aprofundado sobre os processos avaliados.

3 Materiais e Métodos

O presente estudo tem como foco a avaliação de um sistema institucional de medição, utilizado no processo de registro, acompanhamento e consolidação das matrículas e das cargas horárias ministradas no âmbito da educação profissional do Senai no estado do Rio de Janeiro. Este sistema de medição é fundamental para garantir a rastreabilidade, a integridade e a consistência dos registros acadêmicos, funcionando como suporte direto tanto para a gestão escolar quanto para a prestação de contas aos órgãos de controle e à sociedade.

A avaliação desse sistema se faz necessária porque, embora ele esteja amplamente implantado nas escolas, sua efetividade como instrumento de medição — no sentido metrológico do termo — ainda não havia sido sistematicamente investigada. Avaliar esse sistema significa, portanto, verificar sua capacidade de produzir registros consistentes, confiáveis e aderentes aos padrões esperados de operação, além de identificar potenciais inconsistências ou fragilidades no processo de coleta, inserção e validação das informações.

O sistema é composto por um conjunto de formulários eletrônicos (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2023) que são preenchidos pelos operadores responsáveis — como atendentes, secretários escolares ou docentes — diretamente no sistema de gestão escolar do Senai. Esses formulários têm por objetivo registrar informações associadas às matrículas dos estudantes, à carga horária das atividades realizadas e à situação de cada matrícula quanto à sua finalização, seja por conclusão, seja por abandono.

O escopo do sistema abrange os registros provenientes das 27 escolas do Senai no estado do Rio de Janeiro, bem como sua integração com o sistema nacional de consolidação, que congrega os dados de todo o território brasileiro. Além de coletar e consolidar os dados, o sistema possui funcionalidades de validação automática, que verifica individualmente cada informação registrada por meio da aplicação de um conjunto de regras de consistência previamente definidas (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2023).

Esse mecanismo de validação permite a identificação de inconsistências no preenchimento dos formulários. As informações consideradas inconsistentes podem ser corrigidas pelos operadores até uma data limite estabelecida para submissão do arquivo no sistema. No entanto, o elevado nível de detalhamento exigido nas informações, combinado com a dimensão operacional do Senai — que envolve um grande número de escolas e matrículas, frequentemente inviabiliza a realização de uma ação corretiva completamente eficiente no prazo disponível. Como consequência, apenas as informações que não apresentam erros ou inconsistências nos registros são consideradas válidas e, portanto, computadas na medição oficial das matrículas e das cargas horárias ministradas pela instituição.

O formulário é dividido em três blocos, conforme os tipos de registro. O bloco ‘Matrículas’ tem 93 itens com informações sobre as matrículas iniciadas, em andamento e finalizadas em um determinado período. O bloco “Horas cursadas” possui 17 itens com informações sobre a quantidade de horas de aulas ministradas para as matrículas registradas no bloco “Matrículas”. Por sua vez, o bloco “Matrículas de Aprendizagem Profissional” é constituído por 16 itens com informações sobre os contratos especiais de trabalho de Aprendizagem Profissional das matrículas registradas no bloco “Matrículas”, cuja modalidade de ensino é a “Aprendizagem Industrial Básica”.

Cada informação solicitada no formulário para cada matrícula, refere-se a um campo a ser preenchido pelo operador. O software de consolidação utilizado possui implementada uma estratégia na qual para cada informação registrada existe uma regra de aceitação, que consiste no apontamento de eventuais inconsistências (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2023).

Todas as informações registradas no sistema de cada escola são submetidas mensalmente a um sistema nacional de consolidação que realiza a conformidade das informações enviadas conforme as regras previstas e resposta esperadas. No final deste processo de verificação de conformidade, o sistema exporta um relatório de críticas que identifica todos os registros com informações inconsistentes submetidos no período (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2023).

Tratando-se de um processo de medição, é indispensável considerar os múltiplos elementos que afetam a confiabilidade dos resultados obtidos (Gonçalves Júnior; Sousa, 2011). Além da adequação técnica do sistema de medição, que pressupõe sua calibração e funcionamento correto, o próprio procedimento de

medição pode ser uma fonte significativa de variações, sobretudo quando relacionado às condições sob as quais os operadores realizam os registros. A confiabilidade das informações depende, entre outros fatores, da adequada disponibilidade dos dados no momento do registro e do correto entendimento, por parte do operador, sobre os procedimentos e regras do sistema.

Adicionalmente, é importante reconhecer que fatores ambientais e ergonômicos podem impactar diretamente a execução do procedimento de registro. Por exemplo, operadores que atuam em ambientes com excesso de ruído, desorganização física, temperaturas desconfortáveis (muito quentes ou muito frias), iluminação inadequada ou alta demanda de tarefas simultâneas podem apresentar maior propensão a cometer erros, seja por fadiga, estresse, desconforto físico ou perda de foco. Essas condições, embora muitas vezes sejam tratadas como externas ao sistema, integram o conjunto de variáveis que compõem a incerteza do processo de medição, uma vez que afetam diretamente a qualidade da interação entre o operador e o sistema.

Para investigar os elementos críticos que impactam o resultado da medição de desempenho do instrumento de registro de matrículas empregou-se a Teoria de Medição de Georg Rasch, constituída por um modelo matemático que relaciona a dificuldade de um item com a habilidade de um respondente ao estímulo do item. Conforme já mencionado, a diferença entre essas medidas determina a probabilidade de sucesso do respondente ao item. O modelo dicotômico, o mais simples da família de modelos de Rasch, estima a probabilidade de um resultado binário (correto/incorreto) com base na habilidade do respondente e na dificuldade do item, codificando respostas corretas como 1 e incorretas como 0. O cálculo das porcentagens corretas para pessoas e itens fornece dados de nível ordinal, suficientes para estimar as medidas de habilidade da pessoa (β_n) e dificuldade do item (D_i). Essas estimativas, então, são representadas em *log odds* ou logits, já explicitadas na seção 2.

Considerando que um conhecimento pode ser entendido como um ou mais traços latentes (Pasquali; Primi, 2003), a aplicação do modelo Rasch neste estudo se fundamenta na análise dos registros operacionais produzidos no Sistema de Medição de Matrículas e Carga Horária da instituição. Esse sistema gera relatórios de validação, conhecidos como relatórios de críticas, que apontam eventuais

inconsistências nos registros realizados pelos operadores responsáveis pelo preenchimento dos formulários de matrícula.

Cada informação solicitada no sistema, representada por um campo específico dos formulários — como correta identificação do curso, código da turma, carga horária ministrada, status da matrícula (concluído ou abandonado), entre outros — foi modelada no Rasch como um item. Cada item representa, portanto, uma operação de registro que exige do operador o domínio adequado das regras operacionais do sistema e das orientações institucionais para sua realização correta.

No modelo, a cada item é atribuído um parâmetro de dificuldade, que expressa o grau relativo de exigência ou complexidade operacional associado à execução correta daquela tarefa específica. Não se atribui ao item uma habilidade, mas sim a sua dificuldade no contexto do conjunto de registros operacionais analisados. A habilidade é, por definição, uma característica associada ao operador, e é estimada após a análise geral dos padrões de respostas, em uma escala logit que reflete o nível de habilidade ou aderência do operador às exigências operacionais do sistema (Andrich; Marais, 2019; Bond; Fox, 2015).

As respostas observadas foram transformadas em uma matriz binária, na qual o valor 1 (um) indica que o registro foi realizado sem inconsistências, ou seja, corretamente, enquanto o valor 0 (zero) indica que o operador cometeu um erro no preenchimento daquela informação, conforme apontado no relatório de críticas do sistema. Importante ressaltar que, no modelo Rasch, o código 0 não significa ausência de habilidade, e 1 não significa presença absoluta da habilidade. Esses códigos representam, respectivamente, o erro (0) e o acerto (1) observados em uma situação específica de registro. A probabilidade de acerto está diretamente relacionada à diferença entre a habilidade estimada do operador e a dificuldade atribuída ao item. Quando a habilidade do operador é igual à dificuldade do item, há uma probabilidade de 50 % de acerto e 50 % de erro. À medida que a habilidade excede a dificuldade, a probabilidade de acerto aumenta, e quando a dificuldade supera a habilidade, a probabilidade de erro é maior (Bond; Fox, 2015).

A conversão dos dados em formato dicotômico foi realizada com base nos registros dos relatórios de críticas. Sempre que uma informação apresentou inconsistência, o sistema gerou uma marcação que foi codificada como 0 (erro). Na ausência de registros de inconsistências para aquele campo específico, foi atribuída a codificação 1 (acerto), considerando que o registro foi realizado corretamente.

Esse procedimento gerou uma matriz na qual cada linha corresponde a um registro de matrícula (associado ao operador que realizou o preenchimento) e cada coluna corresponde a um item do instrumento, representando uma tarefa específica de registro no sistema (Quadro 1). O conjunto das matrículas indicadas compõe a base de dados analisada para cada unidade escolar avaliada.

Dessa forma, o modelo Rasch permite não apenas avaliar a consistência dos registros individuais, mas também estimar a dificuldade relativa de cada item do processo de matrícula e o conhecimento operacional dos operadores, contribuindo para diagnósticos precisos sobre a qualidade do processo de medição institucional.

Cada linha da Tabela 1 representa um registro de matrícula (associado a um operador) e cada coluna corresponde a um item do sistema, representando uma informação específica a ser registrada. As respostas foram codificadas como 1 (acerto) quando não houve inconsistência no registro e 0 (erro) quando foi detectada uma inconsistência, de acordo com os relatórios de críticas gerados pelo sistema institucional de medição.

Tabela 1 – Exemplo da Matriz de respostas dicotômicas dos registros de matrícula em relação a alguns itens avaliados no sistema de medição

Matrícula	Item 274	Item 29	Item 30	Item 2006
E5OP5228	1	1	1	0
E6OP6245	1	1	0	1

Conforme já mencionado, o formulário para registro das informações é subdividido em 3 blocos de informações totalizando 126 itens classificados de acordo com o tipo de registro. Conforme apresentado na Tabela 2, que sintetiza o total de itens avaliados e não avaliados por tipo de registro, foram selecionados 30 itens para a análise (Quadro 1), por se tratar de informações essenciais ao processo de matrícula dos alunos e à correta classificação das modalidades de ensino, sendo, portanto, determinantes para o registro adequado das horas cursadas. Outros 96 itens (Quadro 2) foram excluídos da análise, por estarem relacionados a informações classificadas automaticamente pelo sistema, já protegidas contra alterações indevidas por regras internas da plataforma, ou por se tratar de campos opcionais, cuja ausência ou inconsistência não compromete o processo de medição do desempenho institucional. Esses itens, portanto, não impactam diretamente a confiabilidade do sistema de medição em foco neste estudo.

Tabela 2 – Total de itens avaliados e não avaliados por tipo de registro

Tipo de registro	Avaliados	Não avaliados	Total
Matrículas	25	68	93
Cargas horárias	1	16	17
Aprendizagem	4	12	16
Total Geral	30	96	126

O Quadro 1 relaciona cada item que corresponde a uma informação específica registrada no sistema institucional de matrículas. O parâmetro de dificuldade atribuído a cada item reflete o grau de exigência operacional para o correto preenchimento desse campo. A análise do modelo Rasch considera esses itens como operações críticas no processo de registro, cujas respostas observadas são codificadas como 1 (acerto, quando o preenchimento ocorre sem inconsistências) e 0 (erro, quando há inconsistência apontada nos relatórios de crítica do sistema).

Quadro 1 – Itens avaliados no sistema de medição, por tipo de registro e descrição das operações validadas

Código	Tipo de Registro	Descrição do Item	Conhecimento Necessário
26	Matrículas	Campo: DDI do Telefone Celular do Aluno - Valor do Campo com tamanho maior que o permitido	Identificar o tamanho e formato correto do campo de telefone celular
271	Matrículas	Campo: Nível da Escolaridade - Campo obrigatório não preenchido	Identificar e registrar o nível de escolaridade do aluno no ato de sua matrícula
272	Matrículas	Campo: Situação Ocupacional - Campo obrigatório não preenchido	Recordar a necessidade de solicitar ao aluno sua situação ocupacional no ato de sua matrícula
273	Matrículas	Campo: Tipo de Gratuidade da Matrícula na data da inscrição - Campo obrigatório não preenchido	Classificar e registrar o aluno conforme o tipo do seu financiamento do seu curso
274	Matrículas	Campo: Tipo Pessoa Física (Aluno) - Campo obrigatório não preenchido	Identificar a nacionalidade do aluno (Brasileiro ou Estrangeiro)
29	Matrículas	Campo: CNPJ do Responsável Financeiro - CNPJ inválido	Identificar o tamanho e formato correto do campo de um CNPJ
30	Matrículas	Campo: Data de Término Prevista - Data inválida	Reconhecer inconsistências na data final da turma
2006	Matrículas	Código do Curso no DR	Identificar o curso correto do aluno
2007	Matrículas	Tipo de Ação	Identificar se o curso foi realizado de forma presencial ou a distância
2023	Matrículas	CNPJ da Empresa Contratante do curso	Identificar o tamanho e formato correto do campo de um CNPJ
2028	Matrículas	Código do Aluno	Demonstrar capacidade de saber se um aluno já está

Código	Tipo de Registro	Descrição do Item	Conhecimento Necessário
			cadastrado antes de cadastrar novamente
2034	Matrículas	Tipo de Financiamento da Matrícula na data da inscrição	Reconhecer se tipo de financiamento do curso é compatível com o tipo do curso a ser realizado
2035	Matrículas	Data de Nascimento	Reconhecer se a idade do aluno do curso é compatível com o tipo do curso a ser realizado
2038	Matrículas	Data de Início da Matrícula	Reconhecer inconsistências na data de início da turma quanto ao formato e comparação com seu término
2040	Matrículas	Data de Término Prevista	Reconhecer inconsistências na data de término da turma quanto ao formato e comparação com seu início
2081	Matrículas	Operação de Transação	Identificar que não se deve alterar dados em anos já finalizados.
2091	Matrículas	Operação de Transação	Identificar que não se deve alterar dados em anos já finalizados.
2092	Matrículas	Operação de Transação	Identificar que não se deve alterar dados em anos já finalizados.
2917	Matrículas	CPF do Aluno	Demonstrar capacidade de saber se um aluno já está cadastrado antes de cadastrar novamente
2920	Matrículas	Código do Aluno	Demonstrar capacidade de saber se um aluno já está cadastrado antes de cadastrar novamente
2921	Matrículas	Código do Aluno	Demonstrar capacidade de saber se um aluno já está cadastrado antes de cadastrar novamente
2922	Matrículas	CPF do Aluno	Demonstrar capacidade de saber se um aluno já está cadastrado antes de cadastrar novamente
2930	Aprendizagem	[CHAVE] Código da Matrícula no sistema	Conhecer as regras para matrículas da aprendizagem profissional
2932	Matrículas	Tipo de Financiamento da Matrícula na data da inscrição	Identificar que não se deve alterar dados de financiamento após o curso iniciado.
2935	Matrículas	CPF do Aluno	Identificar no documento do aluno o CPF e informar no formato correto
2939	Matrículas	[CHAVE] Código da Matrícula	Demonstrar capacidade de saber se um aluno já está cadastrado antes de cadastrar novamente
3001	Cargas horárias	[CHAVE] Código da Matrícula no sistema	Identificar se a carga horária informada ainda está em andamento

Código	Tipo de Registro	Descrição do Item	Conhecimento Necessário
4509	Aprendizagem	[CHAVE] Código da Matrícula no sistema	Demonstrar capacidade de saber se um aluno já está cadastrado antes de cadastrar novamente na base nacional
4511	Aprendizagem	CNPJ da Empresa Contratante do aluno	Identificar o tamanho e formato correto do campo de um CNPJ
4521	Aprendizagem	Término da vigência do contrato de aprendizagem	Reconhecer inconsistências na data de término do contrato de aprendizagem quanto ao formato e comparação com seu início

O Quadro 2 relaciona os itens do sistema de registro de matrículas que foram descartados da análise, por se tratar de informações de preenchimento automático, protegidas por regras internas do sistema, ou classificadas como de preenchimento opcional. Esses itens, portanto, não geram inconsistências nem são passíveis de crítica ou validação manual pelos operadores. Sua exclusão não compromete a robustez da análise, uma vez que, segundo os critérios do modelo Rasch, a utilização de um conjunto mínimo de 20 itens, desde que atendidos os pressupostos de unidimensionalidade, independência local e adequação dos ajustes, é suficiente para garantir a qualidade da medição (Andrich; Marais, 2019).

Quadro 2 – Itens do sistema de matrícula não incluídos na análise por não serem sujeitos à validação operacional

Código	Questão validadora	Tipo de Registro
2000	Operação de Transação (inclusão, alteração ou exclusão)	Matrículas
2001	Operação de Transação (inclusão, alteração ou exclusão)	Matrículas
2002	Operação de Transação (inclusão, alteração ou exclusão)	Matrículas
2003	Unidade de Atendimento	Matrículas
2004	Unidade de Atendimento	Matrículas
2005	[CHAVE] Código da Matrícula	Matrículas
2008	Código de Ambiente	Matrículas
2009	Código de Situação da Matrícula	Matrículas
2010	Código de Tipo de Entrada da Matrícula	Matrículas
2011	Código de condição do Aluno	Matrículas
2016	Código de Tipo de Financiamento da Matrícula na data da inscrição	Matrículas
2017	Código de Tipo da Escola de Origem do Aluno na data da inscrição	Matrículas
2018	Código de Tipo de Vínculo com o PRONATEC	Matrículas
2020	Código de Nível da Escolaridade	Matrículas
2021	Código de Situação Ocupacional	Matrículas
2022	Tipo de Responsável Financeiro	Matrículas

Código	Questão validadora	Tipo de Registro
2029	Município de Execução da Ação	Matrículas
2031	[CHAVE] Código da Matrícula	Matrículas
2032	Condição do Aluno	Matrículas
2039	Data de Término Prevista	Matrículas
2041	Situação da Matrícula	Matrículas
2052	Certificação Intermediária 1	Matrículas
2053	Certificação Intermediária 2	Matrículas
2054	Certificação Intermediária 3	Matrículas
2055	Certificação Intermediária 4	Matrículas
2056	Certificação Intermediária 5	Matrículas
2057	Certificação Intermediária 6	Matrículas
2058	Data de Nascimento	Matrículas
2080	Operação de Transação	Matrículas
2082	Operação de Transação	Matrículas
2083	Operação de Transação	Matrículas
2090	Operação de Transação	Matrículas
2093	Operação de Transação	Matrículas
2801	Tipo de Responsável Financeiro	Matrículas
2802	CNPJ do Responsável Financeiro	Matrículas
2803	Endereço do Endereço da PF Responsável Financeiro	Matrículas
2804	Tipo de Responsável Financeiro	Matrículas
2805	CNPJ do Responsável Financeiro	Matrículas
2900	Necessidade Especial	Matrículas
2901	Raça do Aluno	Matrículas
2902	País de Nacionalidade do Aluno	Matrículas
2903	Município de Naturalidade do Aluno	Matrículas
2904	Estado Civil do Aluno	Matrículas
2905	Nível da Escolaridade	Matrículas
2906	CPF do Aluno	Matrículas
2907	Identidade – Órgão emissor	Matrículas
2908	Identidade – Número	Matrículas
2909	Nome do Aluno	Matrículas
2910	Nome do Aluno	Matrículas
2911	Nome do Aluno	Matrículas
2913	Nome da Mãe	Matrículas
2914	Nome da Mãe	Matrículas
2915	Nome da Mãe	Matrículas
2918	Endereço do Aluno	Matrículas
2923	Nome da Mãe	Matrículas
2931	Grupo Vulnerável	Matrículas
2933	Data de Término Prevista	Matrículas
2936	Ambiente	Matrículas
2937	Sigla do DR Parceiro	Matrículas
2942	Código do Aluno	Matrículas
2943	Registro Nacional de Estrangeiro (RNE)	Matrículas
2944	Código do Curso no DR	Matrículas

Código	Questão validadora	Tipo de Registro
2945	Tipo de Ação	Matrículas
2946	Tipo de Financiamento da Matrícula na data da inscrição	Matrículas
2947	Município de Execução da Ação	Matrículas
2948	País de Nacionalidade do Aluno	Matrículas
2949	Município de Naturalidade do Aluno	Matrículas
2950	Tipo Pessoa Física (Aluno)	Matrículas
2027	[CHAVE] Código da Matrícula no sistema	Cargas horárias
2036	[CHAVE] Código da Matrícula no sistema	Cargas horárias
2924	Hora-Aluno na Fase Escolar Presencial	Cargas horárias
2925	Hora-Aluno na Fase Escolar Presencial	Cargas horárias
2926	Hora-Aluno na Fase Escolar Presencial	Cargas horárias
2927	Hora-Aluno na Fase Escolar Presencial	Cargas horárias
2928	Hora-Aluno na Fase Escolar Presencial	Cargas horárias
2929	Hora-Aluno na Fase Escolar Presencial	Cargas horárias
3003	Carga Horária na Fase Escolar	Cargas horárias
3004	[CHAVE] Mês/Ano da Produção	Cargas horárias
3005	[CHAVE] Mês/Ano da Produção	Cargas horárias
3008	[CHAVE] Código da Matrícula no sistema	Cargas horárias
3009	[CHAVE] Código da Matrícula no sistema	Cargas horárias
3012	Carga Horária na Fase Escolar	Cargas horárias
3013	[CHAVE] Código da Matrícula no sistema	Cargas horárias
3014	Hora-Aluno na Fase Escolar Presencial	Cargas horárias
4510	[CHAVE] Código da Matrícula no sistema	Aprendizagem
4513	CNPJ da Empresa Contratante	Aprendizagem
4514	[CHAVE] Mês/Ano da Produção	Aprendizagem
4515	Operação de Transação	Aprendizagem
4516	Horas de Prática Profissional contratadas	Aprendizagem
4517	Horas de Prática Profissional contratadas	Aprendizagem
4518	Horas de Prática Profissional contratadas	Aprendizagem
4519	Horas de Prática Profissional realizadas	Aprendizagem
4520	[CHAVE] Código da Matrícula no sistema	Aprendizagem
4522	Início do contrato de aprendizagem	Aprendizagem
4523	CNPJ da Empresa Contratante	Aprendizagem
4524	UF da Inscrição Estadual da Empresa Contratante	Aprendizagem

Para a pesquisa foi empregada uma amostra de 249 matrículas iniciadas no mês de fevereiro do ano de 2024 de estudantes do ensino profissionalizante, de 6 escolas Senai do Rio de Janeiro. Por razões de sigilo e ética, evitando a exposição dos operadores envolvidos na pesquisa, na apresentação dos resultados, as escolas foram anonimizadas e identificadas apenas como Escola A, Escola B, Escola C, Escola D, Escola E e Escola F ao longo do texto. Conforme já mencionado, em relação ao conjunto de itens dos módulos dos formulários que compõem o sistema

de medição, foram analisados 30 itens, sendo 25 do bloco “matrículas”, 1 do bloco “horas cursadas” e 4 do bloco “matrículas de Aprendizagem Profissional”. Para aplicação do método Rasch foi utilizado o software *Bond&FoxSteps*, uma plataforma especializada em análise estatística baseada na Teoria de Resposta ao Item (Linacre; Wright, 2000). Desenvolvido para aplicação do modelo de Rasch, o *Bond&FoxSteps* permite estimar parâmetros de itens e pessoas, gerar mapas de medidas e avaliar o ajuste dos dados ao modelo. O software é amplamente utilizado em pesquisas educacionais e psicométricas, sendo distribuído gratuitamente sob licença acadêmica para fins de pesquisa e ensino (Linacre; Wright, 2000).

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, foi necessário realizar uma adaptação metodológica em relação ao estudo preliminar publicado anteriormente (Pereira; Monteiro, 2023). No estudo preliminar, o modelo Rasch foi aplicado utilizando o software Jamovi, uma plataforma estatística gratuita e aberta, que permite análises psicométricas sem restrições quanto ao número de pessoas ou de itens. Essa configuração possibilitou trabalhar com uma base de 2046 matrículas, distribuídas em três cursos, processadas por um único operador de uma unidade escolar do Senai/RJ, abrangendo um total de 119 itens do sistema de medição. Já na presente dissertação, optou-se pela utilização do software *Bond&Fox Steps*, reconhecido no meio acadêmico internacional pela aderência rigorosa ao modelo Rasch. Entretanto, sua versão gratuita apresenta uma limitação operacional: máximo de 250 pessoas e 50 itens por processamento. Com isso, a amostra analisada foi reconfigurada para 249 matrículas, 6 escolas, 6 operadores e 30 itens, restritos a um único tipo de curso (aprendizagem profissional). Apesar da redução no volume total de dados, essa adaptação metodológica ampliou a diversidade institucional e operacional da análise, permitindo comparações entre múltiplas escolas e operadores. Essa mudança trouxe maior riqueza de contextos e reforçou a robustez da investigação, uma vez que a literatura especializada indica que amostras com mais de 20 itens e cerca de 200 pessoas já são consideradas adequadas para análises confiáveis, desde que atendidos os pressupostos de unidimensionalidade, independência local e ajuste dos itens. Outro aspecto que reforça a continuidade entre o estudo preliminar e a presente dissertação é a escolha da modalidade analisada. Enquanto o primeiro estudo contemplou três tipos de curso, a dissertação concentrou-se especificamente na modalidade de Aprendizagem Profissional, que havia apresentado os resultados mais críticos no estudo preliminar. Essa decisão permitiu

aprofundar a análise justamente na modalidade mais problemática, potencializando a contribuição da pesquisa para a compreensão das fragilidades do sistema de registros escolares e para a proposição de melhorias direcionadas. Portanto, o estudo atual complementa o anterior: se o primeiro destacou a amplitude da base de dados, o segundo trouxe maior diversidade institucional, configurando um refinamento metodológico alinhado aos objetivos da pesquisa, especialmente no que se refere à avaliação dos processos de registro de matrículas no sistema.

Antes de apresentar os resultados das análises dos resultados obtidos pelo modelo Rasch, é importante contextualizar o conteúdo e o objetivo de cada item incluído no instrumento. Os itens foram construídos a partir de campos operacionais utilizados no registro de dados de matrículas, e cada um deles corresponde a uma microtarefa administrativa realizada pelos operadores no momento do preenchimento. Embora essas tarefas possam parecer simples, sua execução exige que o operador compreenda os procedimentos institucionais e as regras operacionais associadas, além de atenção e precisão no registro das informações. Cada item representa, portanto, uma ação que requer o correto entendimento dos critérios que definem quando determinada informação está completa, correta e condizente com os parâmetros do processo de matrícula da instituição.

Ao compreender a função e a lógica de cada campo do sistema, torna-se possível interpretar com maior profundidade os resultados psicométricos obtidos, reconhecendo os fatores que podem estar relacionados às dificuldades, aos erros recorrentes ou aos padrões de inconsistência observados nas análises que se seguem.

4 Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos por meio da aplicação do modelo Rasch ao sistema de medição de registros de matrícula nas escolas da rede Senai do Rio de Janeiro. Os resultados são organizados em três grandes blocos: análise dos itens, análise dos operadores (pessoas) e análise da estrutura da escala (unidimensionalidade, separação e confiabilidade). Além disso, é realizada uma comparação dos resultados obtidos com o modelo Rasch com aqueles gerados por métodos tradicionais baseados em percentuais de acerto. O objetivo central é avaliar a qualidade do sistema de medição, identificar padrões de erro e inconsistência, e fornecer subsídios para o aprimoramento dos processos institucionais de registro escolar.

Antes de apresentar separadamente os resultados das análises de itens, operadores e estrutura da escala, inicia-se este capítulo com a exibição do Mapa de Wright, que consolida graficamente os principais achados ao posicionar simultaneamente os itens e os operadores na mesma escala logit. Essa visualização integrada oferece uma primeira leitura da qualidade do instrumento e da adequação entre os níveis de habilidade observados e a distribuição das dificuldades dos itens, funcionando como ponto de partida para as análises subsequentes.

4.1 Mapa de Wright

A análise da distribuição dos operadores e dos itens na escala logit é apresentada no Mapa de Wright (Figura 1), que permite visualizar a relação entre o nível de habilidade dos operadores e o nível de dificuldade dos itens. Esse tipo de representação gráfica é uma ferramenta fundamental na aplicação do modelo Rasch, pois permite avaliar se os itens estão adequadamente distribuídos ao longo do traço latente, bem como verificar se a escala construída cobre satisfatoriamente os diferentes níveis de habilidade presentes na amostra (Bond; Fox, 2015). Considerando a natureza técnica desta pesquisa, optou-se por apresentar o Mapa de Wright na sua forma original, tal

como gerado pelo software Bond & Fox Steps. A decisão deve-se ao fato de que, ao refazer a representação gráfica, haveria o risco de perda da essência e da fidelidade da figura em relação à estrutura produzida pelo modelo.

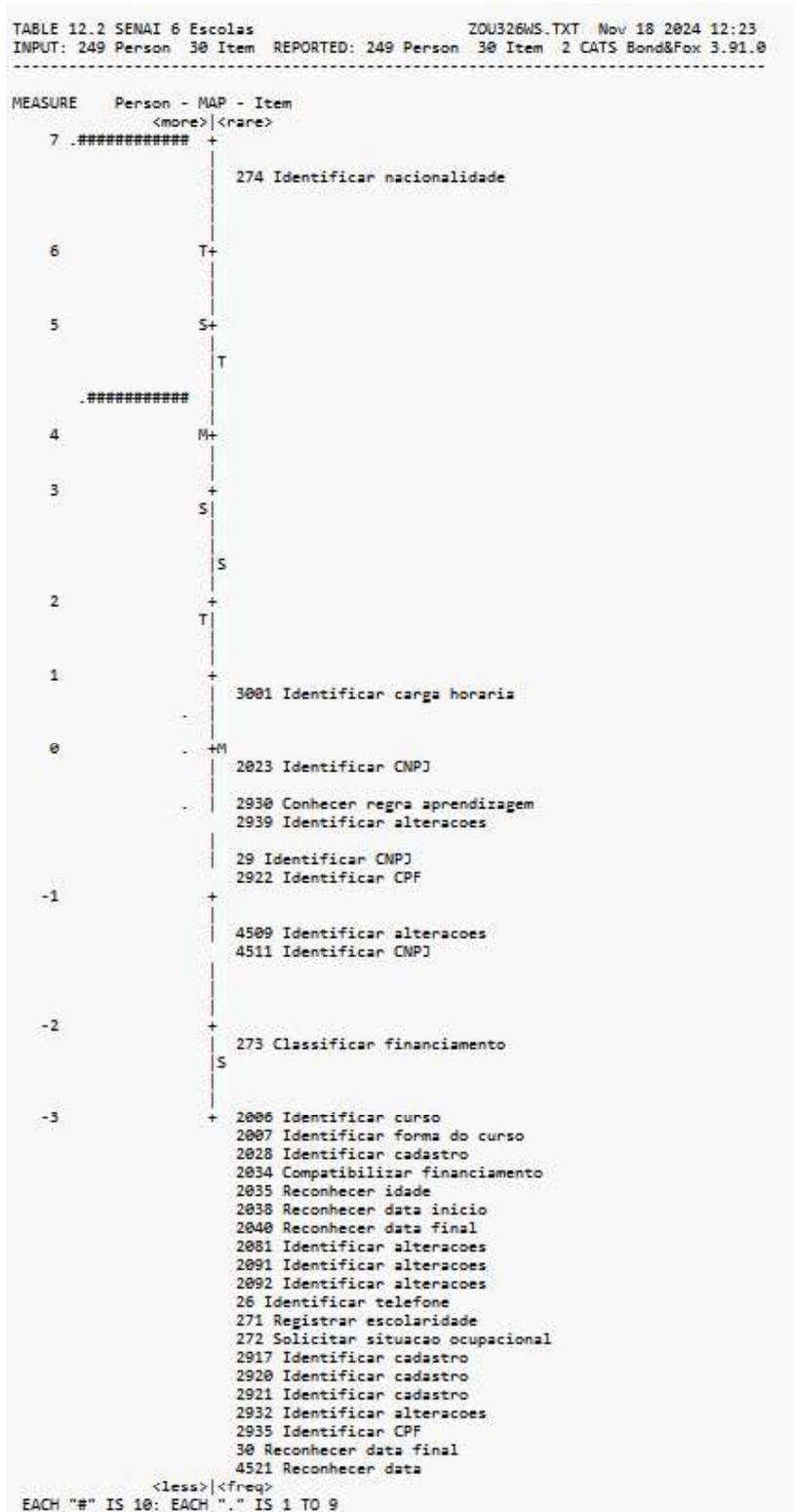


Figura 1 – Mapa de Wright para os 30 itens e 249 registros analisados

O mapa apresenta, na mesma escala logit, a distribuição das habilidades dos operadores – representando 10 pessoas pelo símbolo “#” e de 1 a 9 pessoas pelo símbolo “.” no lado esquerdo, e as dificuldades dos itens no lado direito, associados aos códigos dos itens e à descrição resumida da operação que cada um representa no sistema de registro de matrículas. Itens posicionados na parte superior do mapa indicam maior dificuldade relativa, enquanto itens na parte inferior são considerados mais fáceis no contexto do processo de medição. Da mesma forma, operadores posicionados no topo apresentam maior habilidade (em termos de consistência nos registros) e os que estão na base apresentam menor desempenho em relação aos requisitos operacionais. A escala logit à esquerda permite interpretar os níveis relativos de habilidade e dificuldade. No contexto desta pesquisa, cada operador está vinculado a uma única escola e é responsável pelo preenchimento dos registros de matrícula dos alunos dessa unidade. Assim, os dados analisados refletem o desempenho individual de operadores que, embora compartilhem os mesmos itens (isto é, realizam o preenchimento dos mesmos campos no sistema), atuam sobre conjuntos distintos de matrículas. Não há sobreposição de matrículas entre operadores. Essa estrutura permite associar as estimativas de habilidade dos operadores também à qualidade do processo de registro em cada escola, conferindo maior precisão à análise comparativa entre contextos de cada escola.

O Mapa de Wright (Figura 1) revela que os itens do instrumento apresentam uma distribuição razoável ao longo da escala de medida, embora não completamente homogênea. Observa-se que há um único item posicionado em uma faixa de alta dificuldade, localizado acima de 6 logits — o item 274, relacionado à identificação da nacionalidade do aluno. Este item se destaca por representar uma operação que, no contexto das escolas analisadas, apresenta elevado grau de dificuldade relativa. Por outro lado, a maior parte dos itens está concentrada na faixa inferior da escala, especialmente abaixo de -2 logits, indicando que essas operações são, no geral, menos complexas para os operadores e realizadas com maior facilidade. Ainda que exista essa concentração em uma faixa de menor dificuldade, a presença de itens em diferentes patamares da escala — incluindo alguns posicionados próximos à média e outros distribuídos entre os extremos — permite que o instrumento mantenha certo grau de sensibilidade para diferenciar operadores com diferentes níveis de domínio das rotinas de matrícula. Esse ponto, no entanto, será aprofundado nas análises por escolas apresentadas nas seções seguintes.

Realizando agora uma análise por dificuldades dos itens do Mapa de Wright:

Item 274 – Identificar nacionalidade aparece isolado no topo da escala (6,74 logits), confirmando que se trata do item mais difícil do instrumento, o que é coerente com os achados estatísticos que serão demonstrados nas análises a seguir (*underfit* severo e alta ocorrência de respostas inesperadas). Sua posição elevada no mapa indica que apenas operadores com medidas de habilidade muito altas têm chance real de acerto, ou que os acertos entre os demais ocorrem de forma improvável (por sorte, preenchimento assistido ou erro de sistema).

Em um segundo nível de dificuldade, destaca-se o item 3001 – Identificar carga horária, que apresenta um *measure* de 0,84 logits, posicionando-se na faixa intermediária da escala. Esse item, embora não seja o mais difícil do instrumento, está entre aqueles que exigem maior atenção dos operadores com um nível mais elevado de atenção, domínio técnico e entendimento adequado sobre o correto registro da carga horária vinculada às matrículas. Trata-se de uma operação que demanda precisão na associação entre os dados da matrícula e os registros das horas efetivamente ministradas, o que pode gerar desafios quando há divergências, atrasos na atualização ou inconsistências no fluxo de informações entre as etapas do processo.

Já os itens com medidas situadas na faixa intermediária baixa da escala, entre 0 e -1 logits, estão associados a tarefas operacionais que, embora não sejam as mais complexas do instrumento, ainda exigem atenção e domínio adequado por parte dos operadores. São eles: 2023 – Identificar CNPJ da empresa empregadora (-0,18), 2930 – Conhecer regras da aprendizagem profissional (-0,48), 2939 – Identificar alterações de cadastro (-0,48), 29 – Identificar CNPJ do responsável financeiro (-0,84) e 2922 – Identificar CPF (-0,84).

Esses itens foram, em sua maioria, respondidos corretamente pela maior parte dos operadores. No entanto, ainda apresentaram padrões de resposta inesperados em alguns contextos, especialmente em situações operacionais mais específicas que serão investigadas a seguir. A posição desses itens no mapa sugere que, embora não representem barreiras instrucionais severas, são sensíveis a falhas operacionais decorrentes de lacunas nos fluxos de informação, na interpretação das regras ou na atualização tempestiva dos registros.

Na faixa inferior da escala, destacam-se os itens 4509 – Identificar alterações (-1,33 logits), 4511 – Identificar CNPJ complementar (-1,33 logits) e 273 – Classificar financiamento (-2,10 logits). Esses itens são classificados como os de menor dificuldade no instrumento, indicando que as tarefas associadas a eles foram realizadas corretamente pela ampla maioria dos operadores, incluindo aqueles com níveis mais baixos de habilidade estimada. A posição desses itens no extremo inferior da régua de dificuldade sugere que se trata de operações bem consolidadas no fluxo de trabalho dos operadores, com baixo índice de erro e alta familiaridade. Funcionalmente, esses itens cumprem um papel importante na ancoragem da escala, servindo como referência para detectar padrões de incoerência, falhas isoladas ou eventuais desvios de comportamento nos registros, sobretudo quando aparecem erros por operadores cuja habilidade estimada é suficiente para realizá-los corretamente.

Por fim, observa-se um conjunto de 20 itens posicionados no extremo inferior da escala, todos com *measure* igual a -3,36 logits, o que indica que são tarefas de baixíssima dificuldade operacional no contexto analisado. São eles: 26 – Identificar telefone, 271 – Registrar escolaridade, 272 – Solicitar situação ocupacional, 30 – Reconhecer data final, 2006 – Identificar curso, 2007 – Identificar forma do curso, 2028 – Identificar cadastro, 2034 – Compatibilizar financiamento, 2035 – Reconhecer idade, 2038 – Reconhecer data início, 2036 – Reconhecer data final, 2040 – Reconhecer data, 2081 – Identificar alterações, 2091 – Identificar alterações, 2092 – Identificar alterações, 2917 – Identificar cadastro, 2920 – Identificar cadastro, 2921 – Identificar cadastro, 2932 – Identificar alterações, 2935 – Identificar alterações e 4521 – Reconhecer data. Esses itens foram realizados corretamente por praticamente todos os operadores, independentemente de seus níveis de habilidade estimados, o que evidencia que não oferecem qualquer poder discriminativo dentro da amostra analisada. Dessa forma, sua manutenção nas análises seguintes não agregaria informações relevantes, motivo pelo qual são excluídos das próximas etapas. A exclusão desses itens permite concentrar a análise nos elementos que efetivamente oferecem variações e contribuem para avaliar a consistência dos registros operacionais e o desempenho dos operadores frente às tarefas que exigem maior atenção ou domínio técnico.

Complementando as informações observadas no Mapa de Wright, a Figura 1 apresenta uma síntese visual da relação entre dificuldade dos itens e habilidade dos operadores. Enquanto o Mapa de Wright distribui graficamente operadores e itens

na mesma escala logit, permitindo observar a sobreposição entre ambos, a Figura 2 foca especificamente nos pontos de transição de cada item — isto é, situação em que a resposta mais provável deixa de ser “0” (erro) e passa a ser “1” (acerto), à medida que aumenta a habilidade do operador (Figura 2). Dessa forma, o resultado apresentado na Figura 2 não apenas confirma as tendências identificadas no Mapa de Wright (Figura 1), mas também oferece uma visualização direta e ordenada da hierarquia de dificuldade dos itens, evidenciando quais exigem maior habilidade para serem respondidos corretamente e quais tendem a maior probabilidade de acerto mesmo em níveis mais baixos de habilidade do respondente.

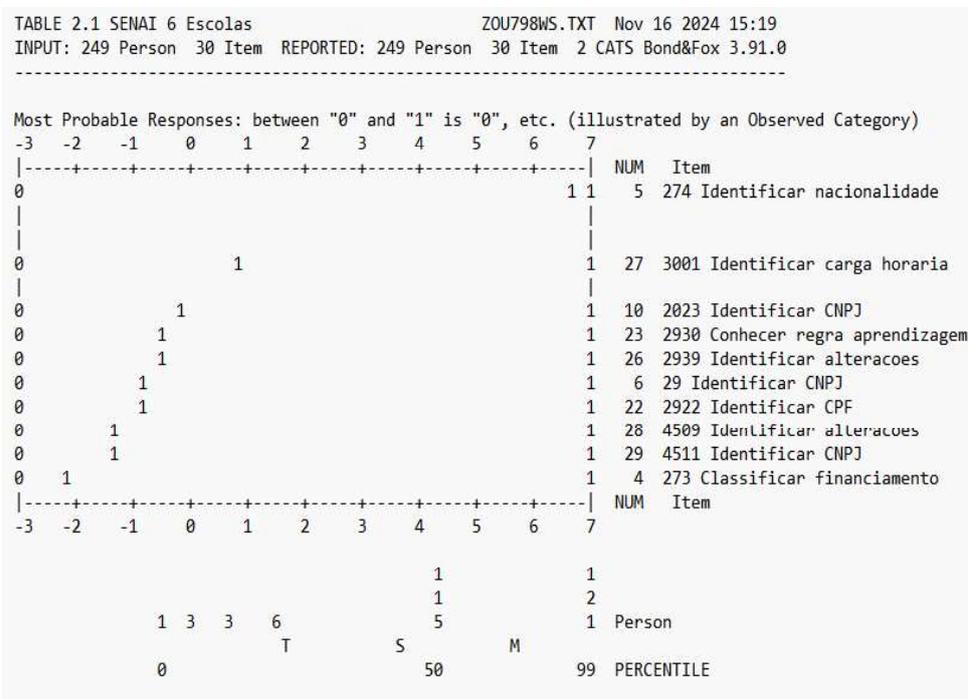


Figura 2 – Representação gráfica das respostas mais prováveis por nível de habilidade (Tabela 2.1 do *Bond&FoxSteps*)

Itens mais difíceis exigem maior habilidade para serem acertados, como é o caso do item 274 (Identificar nacionalidade), enquanto itens como o 273 (Classificar financiamento) são respondidos corretamente por operadores com níveis baixos de habilidade. A visualização permite avaliar a distribuição dos itens ao longo do traço latente e sua compatibilidade com o perfil dos respondentes.

A partir das estimativas de habilidade obtidas pelo modelo Rasch, foi possível classificar as 249 matrículas analisadas segundo o nível de proficiência dos operadores responsáveis pelo seu preenchimento. A análise concentrou-se especialmente em dois itens da escala: o item 274 (Identificar nacionalidade),

confirmando como o item mais desafiador, com estimativa de dificuldade próxima a 7 logits, e o item 3001 (Identificar carga horária), com dificuldade estimada em próxima de 1 logit.

Do total de registros, 121 matrículas (49 %) foram preenchidas por operadores cuja habilidade estimada foi igual ou superior a 7 logits, ou seja, operadores que ao realizar o preenchimento dessas 121 matrículas, apresentaram o desempenho mais elevado, suficiente para completar corretamente também o item mais difícil da escala. Esse grupo inclui registros em que os operadores alcançaram os níveis mais altos de proficiência observados na amostra, demonstrando capacidade de lidar com as exigências mais complexas do sistema de registro. Entretanto, é importante destacar que esse desempenho não se manteve de forma estável em todas as matrículas: nenhum dos seis operadores obteve desempenho máximo em todas as situações analisadas. Outras 115 matrículas (46 %) foram associadas a situações em que os operadores apresentaram habilidade estimada entre 2 e 7 logits. Ao preencher essas matrículas, esses profissionais demonstraram habilidade suficiente para completar corretamente o item 3001, mas não alcançaram aquela necessária para dominar o item mais exigente da escala. Embora ainda apresentem desempenho considerado adequado, há um limite na sua capacidade de lidar com registros mais complexos, o que pode requerer acompanhamento ou reforço em procedimentos específicos. Por fim, um grupo residual de 6 matrículas (2 %) foi preenchido por operadores nas condições de preenchimento apresentaram habilidade inferior a 2 logits, ou seja, abaixo do limiar esperado mesmo para completar corretamente o item 3001. Esses casos representam potenciais pontos críticos no sistema de medição, indicando maior risco de inconsistência nos registros e sugerindo necessidade de atenção específica, seja por meio de capacitação ou revisão dos processos adotados nessas escolas.

Esta análise do Mapa de Wright e de respostas mais prováveis por nível de habilidade foi conduzida com base na base geral consolidada das seis escolas, uma vez que o objetivo central desta etapa foi avaliar a qualidade psicométrica da escala como instrumento de medição, ou seja, verificar se o conjunto de itens apresenta capacidade adequada para diferenciar níveis de habilidade entre os operadores, independentemente do contexto específico de cada escola. Isso significa que, neste estágio da análise, o foco não está na avaliação do desempenho dos itens ou operadores por unidade escolar, mas sim na verificação das propriedades do

instrumento como um todo. Considerando que os itens são comuns a todas as escolas e foram aplicados de forma padronizada, a realização da análise agrupada é metodologicamente adequada para esse fim. Eventuais variações no impacto dos itens entre as escolas — como flutuações na dificuldade percebida ou diferenças nos padrões de resposta — são, por sua vez, objeto das análises específicas por unidade escolar, desenvolvidas nas etapas seguintes, assegurando que a interpretação dos resultados permaneça contextualizada e sensível às particularidades operacionais de cada escola.

4.2

Análise Individual dos Itens por Escolas

Iniciando a análise dos itens por escola, a Figura 3 apresenta a comparação dos valores de dificuldade (*measure*) dos itens entre as escolas (círculos coloridos) e o valor geral da amostra (representado por quadrados vermelhos). Nota-se que a maioria dos itens apresenta valores similares em todas as escolas, com pequenas variações, especialmente nos itens de menor dificuldade. Essa consistência entre os parâmetros sugere que a maioria dos itens funcionam de maneira semelhante nas diferentes escolas, refletindo uma uniformidade desejável para instrumentos utilizados em um sistema de medição padronizado como o do Senai. Essa propriedade fortalece a robustez do instrumento, conferindo comparabilidade entre os registros operacionais das escolas analisadas, exceto em 10 itens que analisaremos a seguir.

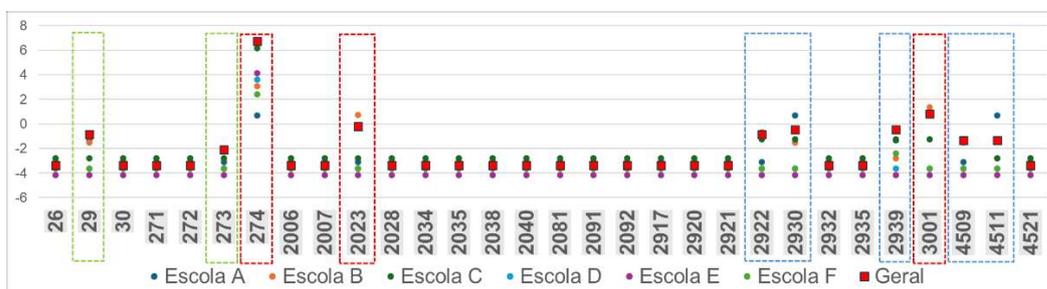


Figura 3 – Valores de *measure* para cada item obtido por cada uma das escolas e considerando todo o conjunto (desempenho geral)

Conforme apresentado na Figura 3, a maioria dos itens analisados demonstrou valores de dificuldade (*measure*) semelhantes para as diferentes escolas, indicando

consistência no comportamento dos itens para os diversos operadores e contextos. No entanto, alguns itens se destacaram por apresentar variações mais acentuadas entre as unidades escolares, o que pode sinalizar efeitos contextuais específicos, diferenças de interpretação ou dificuldades operacionais localizadas.

Para aprofundar essa análise e para melhor visualização, a Figura 4 apresenta a seleção dos resultados para os itens com maior variação dos valores de *measure* por escola e para o desempenho geral. Essa representação facilita a identificação de itens que apresentam maior sensibilidade ao contexto local, permitindo analisar o grau de consistência do instrumento em diferentes escolas. Itens que mantêm valores semelhantes em todas as escolas demonstram comportamento uniforme, enquanto aqueles com grandes variações sugerem necessidade de atenção, seja por problemas na interpretação, na operação ou na própria formulação do item que o torna mais susceptível a influências externas variáveis, associadas ao ambiente, contextuais ou pessoais.

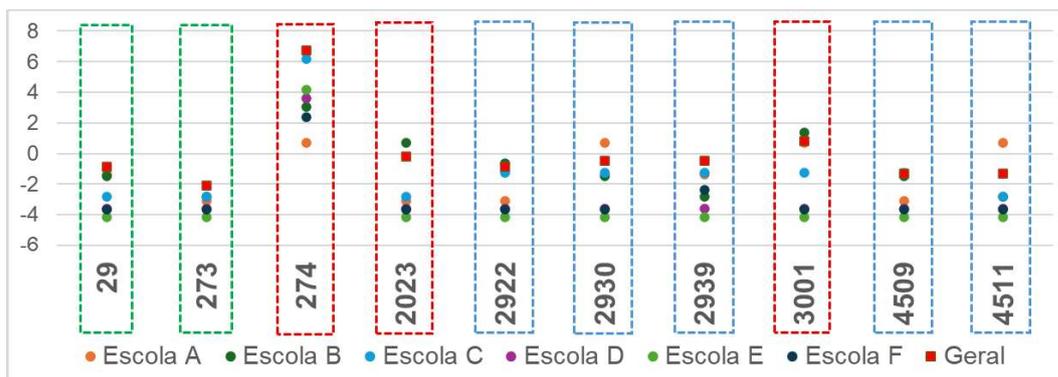


Figura 4 – Itens com maior variação dos valores de *measure* por escola e para o desempenho geral

O gráfico de dispersão dos valores de *measure* por item e por escola (Figura 3 e Figura 4) permite visualizar os níveis de estabilidade e variação na dificuldade percebida dos itens entre as diferentes escolas. Alguns itens se destacam por sua dispersão acentuada, evidenciada por pontos fora da média e com grande distância vertical entre si. É o caso dos itens 274, 2023 e 3001, que demonstraram ampla variação de *measures* entre as escolas, sugerindo instabilidade e possível influência de fatores contextuais no preenchimento. Esses itens destacados no gráfico com tracejados vermelho, chamam a atenção para sua sensibilidade a variações externas ou interpretações divergentes. Outros itens como 2922, 2930, 2939, 4509 e 4511,

destacados com tracejados azuis, apresentaram dispersão moderada e junto com os itens 29 e 273, tracejados em verde com variações pequenas, pode indicar a necessidade de revisão de conteúdo ou melhorias no contexto de aplicação.

Os demais itens presentes na Figura 3 (26, 30, 271, 272, 2006, 2007, 2028, 2034, 2035, 2038, 2040, 2081, 2091, 2092, 2917, 2920, 2921, 2932, 2935 e 4521) não foram destacados na análise detalhada, uma vez que não apresentaram variações nos valores de *measure* entre as escolas. A ausência de variação indica que esses itens se comportaram de maneira estável e consistente em todos os contextos analisados, o que já havia sido apontado anteriormente no Mapa de Wright. Dessa forma, sua exclusão da análise aprofundada neste ponto visa concentrar a investigação nos itens que apresentaram maior sensibilidade às diferenças operacionais entre as escolas, ou seja, naqueles em que se observaram diferenças que merecem atenção para fins de aprimoramento dos processos de registro e gestão das informações.

A Tabela 3 apresenta os valores de *measure* estimados para cada um dos itens selecionados para análise (Figura 4), considerando o resultado geral da amostra consolidada e os valores obtidos por cada uma das seis escolas avaliadas (Escola A, Escola B, Escola C, Escola D, Escola E e Escola F). A coluna “Geral” corresponde ao valor de *measure* calculado na análise agrupada das escolas, enquanto a coluna “Amplitude” indica a diferença entre o maior e o menor valor de *measure* encontrado para cada item entre as escolas, evidenciando o grau de variação da dificuldade do item nos diferentes contextos operacionais.

Tabela 3 – Valores de *measure* dos itens por escola, valor geral e amplitude de variação

Itens	Escola A	Escola B	Escola C	Escola D	Escola E	Escola F	Geral	Amplitude
274	0,68	3,07	6,18	3,62	4,15	2,4	6,74	6,06
3001	0,68	1,37	-1,24	-3,62	-4,15	-3,65	0,84	5,52
2930	0,68	-1,5	-1,24	-3,62	-4,15	-3,65	-0,48	4,83
2939	-1,36	-2,81	-1,24	-3,62	-4,15	-2,4	-0,48	3,67
2023	-3,1	0,73	-2,81	-3,62	-4,15	-3,65	-0,18	4,88
2922	-3,1	-0,66	-1,24	-3,62	-4,15	-3,65	-0,84	3,49
4511	0,68	-2,81	-2,81	-3,62	-4,15	-3,65	-1,33	4,83
29	-1,36	-1,5	-2,81	-3,62	-4,15	-3,65	-0,84	3,31
4509	-3,1	-1,5	-1,24	-3,62	-4,15	-3,65	-1,33	2,91
273	-3,1	-2,81	-2,81	-3,62	-4,15	-3,65	-2,1	2,05

Realizando a análise dos itens na ordem das maiores as menores amplitudes, começamos pela análise do item 274 – Identificar nacionalidade que aponta que ele apresenta a maior medida de dificuldade entre todos os itens avaliados. Esse item está posicionado na parte superior da escala logit, indicando que, no contexto das tarefas avaliadas, trata-se de uma operação que exige maior domínio ou atenção dos operadores. Observa-se, contudo na Figura 1– Mapa de Wright, que há um grupo de combinações operador/matricula cuja medida de habilidade é superior ou equivalente à dificuldade desse item, o que indica que, embora seja uma tarefa de alta dificuldade relativa, ela está dentro da faixa de capacidade demonstrada por parte das situações em que os operadores avaliados preenchem os dados de determinadas matrículas. O item em questão refere-se ao registro da nacionalidade do aluno no momento da matrícula — uma informação que, até recentemente, não fazia parte dos campos obrigatórios no sistema de gestão escolar. A obrigatoriedade de registro da nacionalidade foi introduzida apenas a partir de novembro de 2023, como diretriz do Senai Nacional voltada ao mapeamento de estudantes não nascidos no Brasil. O conjunto de dados analisado nesta pesquisa refere-se exclusivamente a matrículas realizadas após essa data, período no qual o preenchimento desse campo já era uma exigência formal incorporada ao sistema.

A análise dos valores de *measure* do item 3001 - Identificar carga horaria, que avalia o conhecimento em identificar a carga horária cursada pelos alunos, revelou uma considerável variação entre escolas, conforme verificando na Tabela 3, com amplitude superior a 5,5 logits. Enquanto em escolas, como Escola B, o item se apresenta como mais difícil (*measure* = 1,37), em outras, como Escola E e Escola F, ele assume valores negativos acentuados (*measure* = -4,15 e -3,65, respectivamente), o que indica que foi considerado substancialmente mais fácil por esses dois últimos operadores. No contexto geral, o *measure* do item está em 0,84, o que representa uma posição de dificuldade moderada. Essa grande amplitude de variação sugere instabilidade na forma como a tarefa foi interpretada e executada pelas diferentes escolas, apontando para diferenças nos procedimentos operacionais ou no entendimento institucional do que constitui o dado correto de carga horária.

O item 2930 - Conhecer regras de aprendizagem profissional, que avalia a habilidade de conhecer e aplicar corretamente as regras da aprendizagem profissional apresentou uma amplitude de 4,83 logits entre as escolas, conforme Tabela 3, indicando uma variação significativa na percepção de dificuldade da

tarefa pelos operadores. Em escolas como Escola A, o *measure* do item é relativamente positivo (0,68), sugerindo maior dificuldade, enquanto na Escola E e Escola F, o item foi percebido como substancialmente mais fácil (*measure* = -4,15 e -3,65, respectivamente). No cenário geral, o item está com *measure* de -0,48, indicando uma dificuldade levemente abaixo da média, mas mascarada por uma grande oscilação entre os contextos escolares. O conhecimento associado ao item envolve a compreensão e aplicação das regras legais e institucionais que regem a matrícula de aprendizes, incluindo a verificação de consistência entre as datas de início e término do contrato de trabalho, o prazo de vigência do curso, e a carga horária total prevista. Trata-se de uma tarefa que demanda não apenas domínio do sistema, mas também interpretação normativa e atenção a múltiplas variáveis, o que a torna naturalmente mais complexa do que campos operacionais diretos.

O item 2939 – Identificar alterações de cadastro, que avalia a capacidade dos operadores de identificar corretamente alterações e evitar a duplicação de cadastros no sistema, apresentou uma amplitude de 3,67 logits entre as escolas, conforme registrado na Tabela 3. Esse valor representa uma variação relevante na percepção da dificuldade associada a essa tarefa, indicando que ela não é executada de forma igualmente consistente em todos os contextos operacionais. Escolas como Escola A apresentam um *measure* relativamente mais alto (-1,36), refletindo maior dificuldade operacional no cumprimento dessa tarefa. Por outro lado, em escolas como Escola E (-4,15) e Escola F (-2,40), o item foi percebido como significativamente mais fácil. O *measure* geral do item é de -0,48, o que posiciona essa operação, em média, entre os itens de baixa dificuldade. No entanto, a variabilidade entre escolas sugere que essa média esconde comportamentos diferentes conforme o contexto institucional e operacional de cada unidade.

O conhecimento exigido no item 2939 consiste em verificar se o aluno já possui cadastro no sistema antes de criar um novo registro. Para isso, os operadores devem utilizar informações como nome completo, data de nascimento e CPF na busca. Embora tecnicamente simples, essa atividade é sensível a falhas operacionais, especialmente em situações nas quais ocorrem pequenas variações na grafia do nome — como abreviações, troca ou omissão de sobrenomes, uso de acentos ou erros de digitação — que dificultam o reconhecimento de cadastros já existentes. A análise evidencia que o CPF assume papel central na confiabilidade desse processo, visto que inconsistências ou erros de digitação em sua inserção

inicial podem comprometer a identificação de registros. Situações em que se utiliza o CPF do responsável, quando o aluno não possui documento próprio, tendem a aumentar o risco de duplicações e incongruências. A não identificação correta desses casos resulta na criação de cadastros redundantes, problema que geralmente só é detectado em etapas posteriores, como em auditorias internas, conferências ou mesmo pela sinalização do próprio aluno.

O item 2023 - Identificar CNPJ da empresa associada ao aluno, que avalia o conhecimento de identificar corretamente o CNPJ da empresa onde o aluno trabalha, apresentou uma amplitude de 4,88 logits entre escolas, o que aponta grande variação na percepção de dificuldade dessa tarefa, conforme Tabela 3. Na Escola B, por exemplo, o item foi considerado mais difícil (*measure* = 0,73), enquanto em escolas como Escola E e Escola F, os valores foram muito mais negativos (*measure* = -4,15 e -3,65), demonstrando uma execução mais automática ou menos desafiadora. O *measure* geral do item ficou em -0,18, posicionando-o próximo da média, mas com dispersão significativa que sugere instabilidade institucional no tratamento desse dado. Diferentemente do item 29, que trata do CNPJ da empresa financiadora do curso para o aluno — informação normalmente formalizada por meio de convênios ou parcerias —, o item 2023 envolve uma etapa mais subjetiva e operacional, pois se refere à empresa onde o aluno trabalha, independentemente de a mesma possuir ou não vínculo financeiro com a matrícula.

O item 2922 – Identificar CPF, que avalia a capacidade do operador de identificar corretamente o CPF do aluno que fora preenchido no momento da matrícula, apresentou uma amplitude de 3,49 logits entre as escolas, conforme indicado na Tabela 3. Essa amplitude reflete uma variação significativa na percepção da dificuldade dessa tarefa, embora não esteja entre as mais extremas do conjunto analisado.

O *measure* do item 2922 na Escola B foi relativamente mais alto (-0,66), indicando maior dificuldade operacional nesse contexto, enquanto em escolas como Escola E (-4,15) e Escola F (-3,65) o item foi percebido como substancialmente mais fácil. Na análise geral, o *measure* do item é de -0,84, o que o posiciona como um item de dificuldade moderadamente baixa no conjunto do instrumento.

O item 4511 – Identificar CNPJ de empresa da aprendizagem, que avalia a habilidade de identificar corretamente o CNPJ da empresa formadora no contexto da aprendizagem profissional, apresentou uma variação elevada entre as escolas, com

amplitude de 4,83 logits, conforme apresentado na Tabela 3. Esse resultado indica um grau expressivo de instabilidade na execução da tarefa entre os diferentes contextos escolares. O *measure* geral do item é negativo (-1,33), o que sugere que, no conjunto da amostra, se trata de uma tarefa de baixa dificuldade relativa. No entanto, a dispersão significativa dos *measures* entre as escolas chama a atenção e sugere desafios operacionais pontuais. A operação avaliada não envolve apenas o reconhecimento do formato e da estrutura do CNPJ, mas também a garantia de que a informação inserida no sistema esteja correta, sem inconsistências, e que corresponda exatamente à empresa formadora vinculada ao contrato de aprendizagem.

Diferentemente do item 2023, que trata da identificação do CNPJ de qualquer empresa contratante no processo de matrícula, o item 4511 é restrito ao contexto específico da aprendizagem profissional. Isso exige que o operador reconheça corretamente o vínculo institucional, compreenda as regras que distinguem empresas formadoras das demais e seja capaz de navegar por bases de dados que nem sempre são intuitivas ou homogêneas. Essa especificidade aproxima conceitualmente o item do conteúdo avaliado no item 2930 – Conhecer regras da aprendizagem, refletindo a interdependência entre o domínio das regras institucionais e os conhecimentos operacionais necessários para o correto preenchimento dos registros. Com base nos resultados de *measure* por escola por item, os dois itens 4511 e 2930 são coerentes quanto ao nível de dificuldade por escola, para todos, exceto Escola A, apresentando *measure* negativo. Para Escola B, de forma não esperada, o item 2023 mostrou-se mais difícil, com valor positivo de *measure*, enquanto os itens supostamente mais complexos (4511 e 2930) com valor negativo. Para Escola A estes dois itens apresentaram valor positivo de 0,68 logit, com o mais fácil teoricamente, acompanhando a expectativa com -3,1 logits.

O item 29 – Identificar CNPJ do Responsável Financeiro, que avalia a capacidade do operador de identificar corretamente o CNPJ da empresa responsável pelo financiamento do curso, apresentou uma amplitude de 3,31 logits entre as escolas, indicando uma variação significativa na percepção da dificuldade associada a essa tarefa. O *measure* geral do item é de -0,84, sinalizando que, em média, trata-se de uma tarefa considerada de baixa dificuldade dentro do conjunto do instrumento. Contudo, essa média oculta diferenças importantes entre os contextos operacionais das escolas. Nas escolas A e Escola B, os *measures* são relativamente mais baixos (-1,36 e -1,50, respectivamente), refletindo menor

dificuldade percebida na execução da tarefa. Por outro lado, nas escolas da Escola E (-4,15) e Escola F (-3,65), o item foi percebido como substancialmente mais fácil, o que pode estar associado tanto à maior familiaridade dos operadores com o processo quanto, eventualmente, a uma execução menos criteriosa da verificação desse dado.

Diferentemente do item 2023, que se refere à identificação do CNPJ da empresa onde o aluno trabalha, o item 29 trata da empresa que efetivamente financia o curso, ou seja, o responsável financeiro institucional. Essa informação geralmente está vinculada a contratos, convênios ou parcerias formais estabelecidas entre as empresas e o Senai, o que, em tese, deveria facilitar o preenchimento correto, dada a previsibilidade e o controle sobre esses dados.

O item 4509 – Identificar alterações de cadastro, que mede a capacidade de detectar cadastros duplicados, apresentou uma amplitude de 2,91 logits entre as escolas, conforme mostra a Tabela 3. Esse valor indica uma variação relevante na percepção e execução da tarefa pelos operadores, ainda que menos acentuada do que aquela observada em seu item análogo, o 2939. O *measure* geral de dificuldade do item é -1,33, o que o posiciona como um item de baixa dificuldade no conjunto analisado. Ao observar o resultado por escolas, verifica-se que em contextos como Escola B, o item apresentou *measure* mais elevado (*measure* = -1,24), indicando que a tarefa foi percebida como mais difícil pelos operadores locais. Já em escolas como Escola E, o item apresentou *measure* mais baixo (*measure* = -4,15), refletindo menor dificuldade operacional neste contexto específico.

O item 4509 mede essencialmente a mesma habilidade do item 2939, ou seja, a capacidade de evitar registros duplicados. No entanto, diferencia-se pelo momento em que essa validação ocorre: enquanto o item 2939 avalia a conferência no ato do cadastro inicial no sistema local, o 4509 corresponde à verificação realizada na fase de envio dos dados para a base nacional de cadastros. Esse momento é mais crítico, pois a identificação de inconsistências nessa etapa implica maior custo operacional, retrabalho e possíveis bloqueios no processamento do dado, tornando o impacto do erro mais severo. Assim, embora o *measure* do item 4509 não esteja entre os mais elevados em termos de dificuldade, sua relevância prática é ampliada pelo potencial impacto institucional do erro. Essa diferenciação permite observar que a análise de prioridades não deve se restringir apenas ao nível de dificuldade estatística dos itens, mas também considerar o efeito que

inconsistências em determinados campos podem gerar no fluxo operacional e na gestão da instituição.

O item 273 – Classificar financiamento, que avalia a capacidade dos operadores de classificar corretamente o tipo de financiamento da matrícula no momento do registro, apresentou uma amplitude de 2,05 logits na habilidade dos operadores entre as escolas, conforme mostra a Tabela 3. Embora essa amplitude seja menor que a observada em outros itens, ela ainda representa uma variação relevante na execução da tarefa entre as escolas analisadas. O *measure* geral de dificuldade do item é de -2,1, posicionando-o como um dos itens de menor dificuldade no instrumento, segundo a escala logit do modelo Rasch. Essa baixa dificuldade geral sugere que, para a maior parte das combinações operador/matrícula, trata-se de uma tarefa bem assimilada e com alta taxa de acerto. No entanto, ao observar os valores de habilidade média dos operadores nas escolas, percebe-se que, em escolas como Escola A (-3,10) e Escola E (-4,15), os operadores apresentam maior facilidade na execução dessa tarefa, indicando provável domínio consolidado, fluxos bem definidos ou alta familiaridade com o processo. Por outro lado, em escolas como Escola B (-2,81) e na média geral (-2,10), o desempenho é ligeiramente inferior, sugerindo que, embora a tarefa continue sendo relativamente fácil, há variações operacionais que merecem atenção.

O item demanda que o operador selecione corretamente entre as categorias de financiamento disponíveis: gratuidade regimental, vinculada às obrigações legais de oferta gratuita do Senai, ou cursos pagos, que podem ser financiados diretamente pelos alunos ou pelas empresas. Essa classificação, embora operacional, possui relevância estratégica e institucional, pois impacta diretamente na prestação de contas aos órgãos de controle e no cumprimento das metas legais de gratuidade, previstas no regulamento do Senai. A relativa facilidade do item indica que, em geral, os operadores estão familiarizados com os critérios e com a distinção entre as categorias de financiamento.

Concluída a análise comparativa dos valores de *measure* entre as escolas, a investigação avança agora para a verificação da qualidade de ajuste dos itens ao modelo Rasch, por meio da identificação de possíveis ocorrências de *overfit* e *underfit*. Esta etapa tem como objetivo identificar quais itens apresentam comportamento estatisticamente inesperado — seja por serem respondidos de maneira excessivamente previsível (*overfit*) ou por apresentarem padrões de

resposta inconsistentes em relação à habilidade estimada dos operadores (*underfit*). A análise é conduzida com base nos indicadores de *Infit* e *Outfit*, tanto nas estatísticas *Mean-square* quanto em suas versões padronizadas (*Zstd*), permitindo avaliar o grau de precisão com que cada item contribui para a construção da medida latente (*measure*).

Além do diagnóstico estatístico, a interpretação dos resultados considera a natureza operacional de cada item, articulando os achados psicométricos ao contexto prático de aplicação — como o momento específico do preenchimento, a complexidade normativa envolvida, possíveis ambiguidades na interpretação dos campos ou ainda limitações associadas aos próprios fluxos e processos do sistema. Dessa forma, o objetivo não se restringe a apontar quais itens apresentam *misfit*, mas também a compreender as causas subjacentes a esses desvios, permitindo análises qualitativas mais refinadas. Este aprofundamento contribui diretamente para o aprimoramento tanto do instrumento de medição quanto dos processos institucionais relacionados à coleta, registro e validação dos dados. Trata-se, portanto, de uma etapa essencial para assegurar a robustez, a consistência e a aplicabilidade do sistema de medição analisado.

4.3

Identificação de Itens com *Overfit/Underfit* (*Zstd* e *MnSq*)

No modelo Rasch, a análise de ajuste dos itens é fundamental para verificar a consistência das respostas em relação às expectativas do modelo. Dois tipos de desvios são avaliados: *underfit* e *overfit*. Conforme já mencionado anteriormente, embora no inglês, *under* signifique “abaixo” e *over* signifique “acima”, no contexto do modelo Rasch esses termos não se referem à posição numérica em gráficos ou à magnitude da medida, mas sim à quantidade de variação — erro ou inconsistência — observada em relação ao que o modelo espera.

O *underfit* ocorre quando há mais variação do que o esperado, ou seja, respostas excessivamente imprevisíveis e com alto ruído, o que indica menor qualidade de ajuste. Esse padrão pode resultar de erros operacionais, desatenção, má interpretação do campo, baixa familiaridade com o conteúdo do item, itens mal formulados ou presença de múltiplas dimensões. O *overfit*, por sua vez, ocorre quando há menos variação do que o esperado, isto é, respostas excessivamente

consistentes ou previsíveis, o que pode indicar redundância no item ou padronização mecânica nas respostas. Dessa forma, *underfit* e *overfit* devem ser interpretados como variações acima ou abaixo do nível ideal para o modelo, e não de forma literal como “abaixo” ou “acima” na escala de valores.

Na análise por meio do indicador Zstd (*Z-standardized*), considera-se *underfit* quando os valores são superiores a +2. Já na análise por *Mean-square* (MnSq), adota-se como critério de identificação valores superiores a 1,5 para *underfit* e inferiores a 0,5 para *overfit*. Diferentemente do Zstd, o MnSq não possui simetria em torno de zero e, portanto, seus limites não devem ser interpretados de forma análoga a valores positivos ou negativos do Zstd. Assim, os dois indicadores são complementares: o Zstd aponta desvios estatisticamente significativos, enquanto o MnSq expressa a magnitude desses desvios em relação ao modelo (Bond; Fox, 2015).

Vale destacar que, enquanto o Zstd é sensível ao tamanho da amostra e pode superestimar desvios em amostras grandes, o MnSq oferece uma interpretação mais robusta do ponto de vista da magnitude do desvio, sendo frequentemente priorizado para tomada de decisão sobre manutenção, revisão ou descarte de itens. Dessa forma, a análise dos itens a seguir considera conjuntamente ambos os indicadores (MnSq e Zstd), priorizando critérios estatísticos consolidados na literatura (Andrich; Marais, 2019; Bond; Fox, 2015;), bem como a interpretação qualitativa do papel de cada item no contexto operacional do sistema de registro analisado.

A seguir, são apresentados os resultados das análises de ajuste dos itens registrados para cada uma das escolas usando o mesmo padrão de apresentação. As informações apresentadas consideram os indicadores derivados do modelo de Rasch para *Infit* e *Outfit*, em suas duas formas de expressão: *Z-standardized* (Zstd) e *Mean-square* (MnSq). Essas medidas são fundamentais para avaliar a coerência das respostas observadas em relação ao que seria esperado pelo modelo, permitindo identificar itens com desempenho atípico — seja por excesso de previsibilidade (*overfit*) ou por inconsistência (*underfit*).

As análises foram organizadas separadamente por métrica e tipo de indicador (*Infit* e *Outfit*), com o objetivo de garantir melhor visualização e facilitar a interpretação dos resultados. Em cada gráfico, o eixo horizontal representa o valor da métrica analisada (Zstd ou MnSq), enquanto o eixo vertical representa a medida de dificuldade (*measure*) do item em escala logit. O diâmetro das bolhas corresponde ao *Standard Error* calculado em torno do valor de *measure*. As bolhas

de cor laranja indicam itens com comportamento considerado atípico (*underfit*), por apresentarem valores acima dos limites nas métricas de *infit* ou *outfit* (Zstd ou MnSq). Já as bolhas de cor verde sinalizam tendência a *overfit* (respostas excessivamente previsíveis, possivelmente redundantes), quando os valores das métricas de *infit* ou *outfit* são inferiores aos limites mínimos segundo Zstd ou MnSq. As bolhas em azul escuro indicam itens com ajuste adequado ao modelo, dentro dos intervalos esperados segundo Zstd ou MnSq.

As tabelas correspondentes apresentam os mesmos itens representados graficamente, incluindo seus respectivos valores de *Infit Mean-square*, *Infit Zstd*, *Outfit Mean-square* e *Outfit Zstd*, além da medida de dificuldade (*Measure*) e o S.E. observado. As linhas em destaque amarelo nas tabelas de 4 a 7 indicam os itens com índice de ajuste adequado, com respostas observadas compatíveis com as esperadas pelo modelo Rasch. Esses elementos foram utilizados para apoiar a análise dos dados registrados e identificar padrões críticos ou anômalos no processo de medição.

A seguir, são apresentadas as Figuras (Figura 5, Figura 6, Figura 7 e Figura 8), complementadas pelas Tabelas (Tabela 4, Tabela 5, Tabela 6 e Tabela 7)4 a 7, que trazem a análise dos indicadores de *Infit* e *Outfit*, considerando Zstd ou MnSq, para os itens registrados na Escola da Escola A.

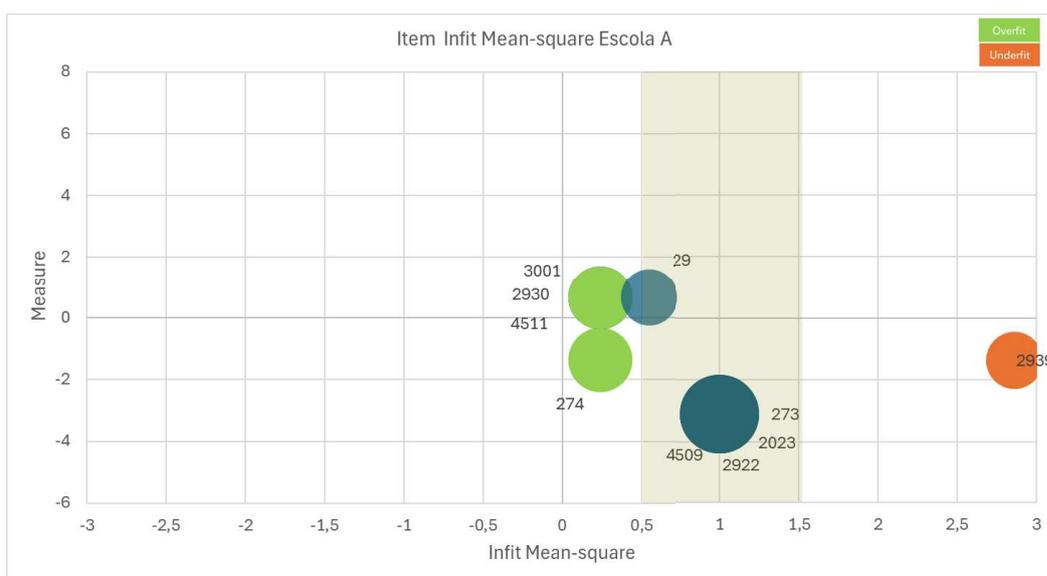


Figura 5 – Análise de *Infit Mean-square* – Escola A

Tabela 4 – *Infit Mean-square, Measure e Standard Error (S.E.)* dos Itens Registrados – Escola A. Em amarelo se encontram os itens com índices de ajuste adequados (resultados conforme esperado pelo modelo).

Item	<i>Infit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
274	0,24	-1,36	1,58
2930	0,24	0,68	1,58
3001	0,24	0,68	1,58
4511	0,24	0,68	1,58
29	0,55	0,68	1,41
273	1	-3,1	1,95
2023	1	-3,1	1,95
2922	1	-3,1	1,95
4509	1	-3,1	1,95
2939	2,86	-1,36	1,41

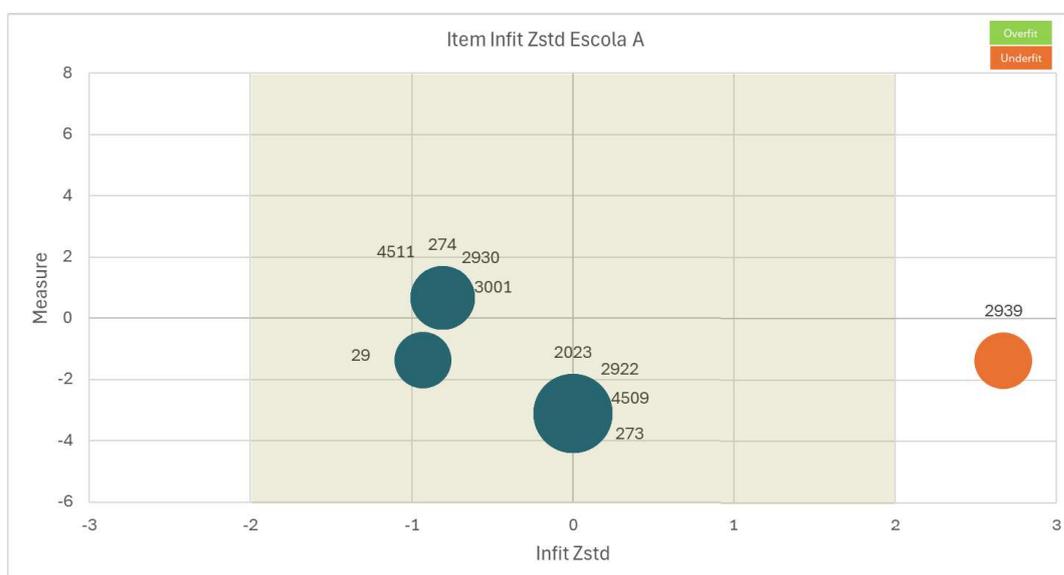


Figura 6– Análise de *Infit Zstd* – Escola A

Tabela 5 – *Infit Zstd, Measure e S.E.* dos Itens Registrados – Escola A

Item	<i>Infit Zstd</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
29	-0,93	-1,36	1,41
274	-0,81	0,68	1,58
2930	-0,81	0,68	1,58
3001	-0,81	0,68	1,58
4511	-0,81	0,68	1,58
273	0	-3,1	1,95
2023	0	-3,1	1,95
2922	0	-3,1	1,95
4509	0	-3,1	1,95
2939	2,67	-1,36	1,41

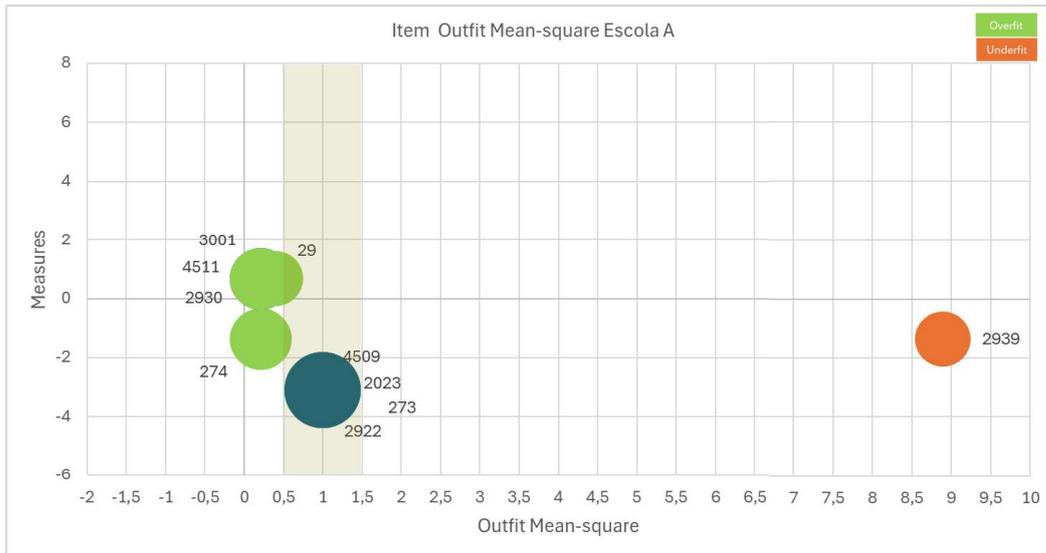


Figura 7 – Análise de *Outfit Mean-square* – Escola A

Tabela 6 – *Outfit Mean-square*, *Measure* e S.E. dos Itens Registrados – Escola A

Item	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	S.E.
274	0,21	-1,36	1,58
2930	0,21	0,68	1,58
3001	0,21	0,68	1,58
4511	0,21	0,68	1,58
29	0,4	0,68	1,41
273	1	-3,1	1,95
2023	1	-3,1	1,95
2922	1	-3,1	1,95
4509	1	-3,1	1,95
2939	8,89	-1,36	1,41

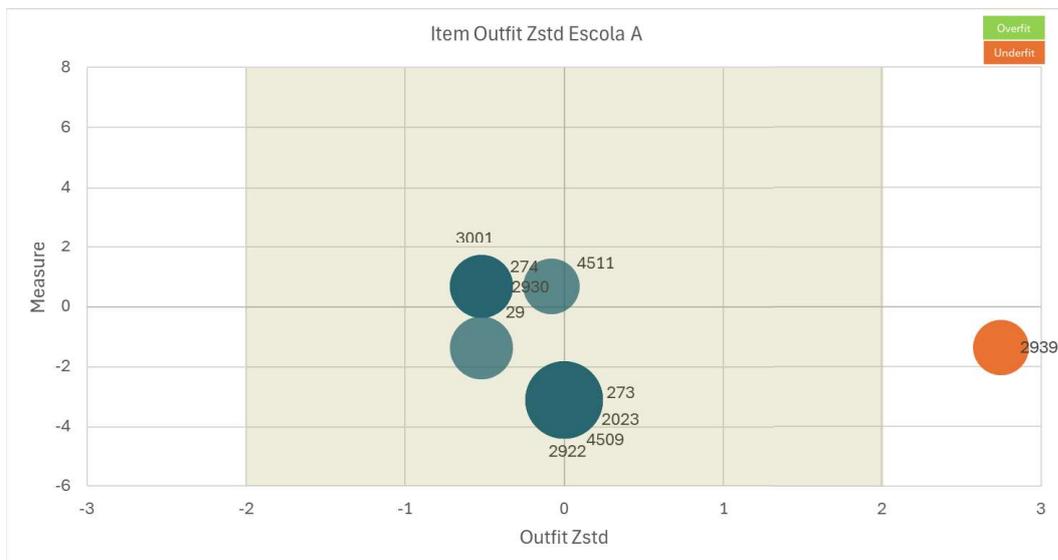


Figura 8 – Análise de *Outfit Zstd* – Escola A

Tabela 7 – *Outfit Zstd, Measure e S.E.* dos Itens Registrados – Escola A

Item	<i>Outfit Zstd</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
274	-0,52	-1,36	1,58
2930	-0,52	0,68	1,58
3001	-0,52	0,68	1,58
4511	-0,52	0,68	1,58
29	-0,08	0,68	1,41
273	0	-3,1	1,95
2023	0	-3,1	1,95
2922	0	-3,1	1,95
4509	0	-3,1	1,95
2939	2,75	-1,36	1,41

A análise dos indicadores de ajuste dos itens aplicados na unidade escolar da Escola A teve início pela verificação dos valores de *Infit Mean-square*, que mensuram a magnitude dos desvios entre os padrões de resposta observados e os esperados pelo modelo Rasch, com ênfase nos itens situados na zona de maior informação da escala — ou seja, aqueles cuja dificuldade se aproxima da habilidade dos respondentes. Como indica a Figura 5 e Tabela 4, a maioria dos itens encontra-se dentro da faixa considerada aceitável (entre 0,5 e 1,5), o que sugere um comportamento geral adequado em termos de precisão local. No entanto, destaca-se o item 2939, que apresenta um valor de *Infit MnSq* superior a 2,5, configurando um caso de *underfit* severo, ou seja, um padrão de respostas excessivamente errático, incompatível com o que seria esperado para sua posição na escala de dificuldade. Em contraste, observa-se também a presença de itens com valores de *Infit Mean-square* abaixo de 0,5, o que caracteriza *overfit* — situação em que os padrões de resposta se mostram excessivamente previsíveis. Nessa condição, os itens podem estar contribuindo pouco para a variabilidade da medida e, portanto, para a sensibilidade da escala. Itens como 3001, 2930, 4511 e 274 apresentam esse comportamento, com valores de *MnSq* que oscilam em torno de 0,3 a 0,4. Embora o *overfit* seja frequentemente considerado menos problemático do que o *underfit*, ele pode indicar redundância, baixa discriminação ou até formulação óbvia demais, especialmente se o item for muito fácil ou fortemente correlacionado com outros. Para a aplicação neste estudo, porém, significa que o respondente erra ou acerta o item de forma sistemática, conforme a dificuldade do item e sua habilidade caracterizada pelo modelo.

A análise do *Infit Zstd* (Figura 5 e Tabela 4), que traduz o desvio em termos de significância estatística, ajuda a relativizar esses achados. Muitos dos itens com *overfit* no MnSq permanecem dentro da faixa de Zstd entre -2 e +2, o que sinaliza que, estatisticamente, os desvios não são significativos, especialmente considerando o tamanho moderado da amostra. Ou seja, apesar de previsíveis, esses itens não causam distorção relevante na escala — embora seu papel na precisão da medida possa ser reavaliado.

Os gráficos de *Outfit Mean-square* e *Outfit Zstd* (Figura 6, Figura 7 e Tabela 5, Tabela 6) reforçam o diagnóstico do item 2939 como um caso crítico de *underfit* extremo, tanto em magnitude quanto em significância estatística, sugerindo que esse item é afetado por um ruído substancial no sistema de medição. Nenhum outro item apresenta desvios tão pronunciados nas medidas de *Outfit*.

A seguir, são apresentadas as Figuras (Figura 9, Figura 10, Figura 11 e Figura 12), complementadas pelas Tabelas (Tabela 8, Tabela 9, Tabela 10 e Tabela 11), que trazem a análise dos indicadores de *Infit* e *Outfit*, considerando Zstd ou MnSq, para os itens registrados na Escola B.

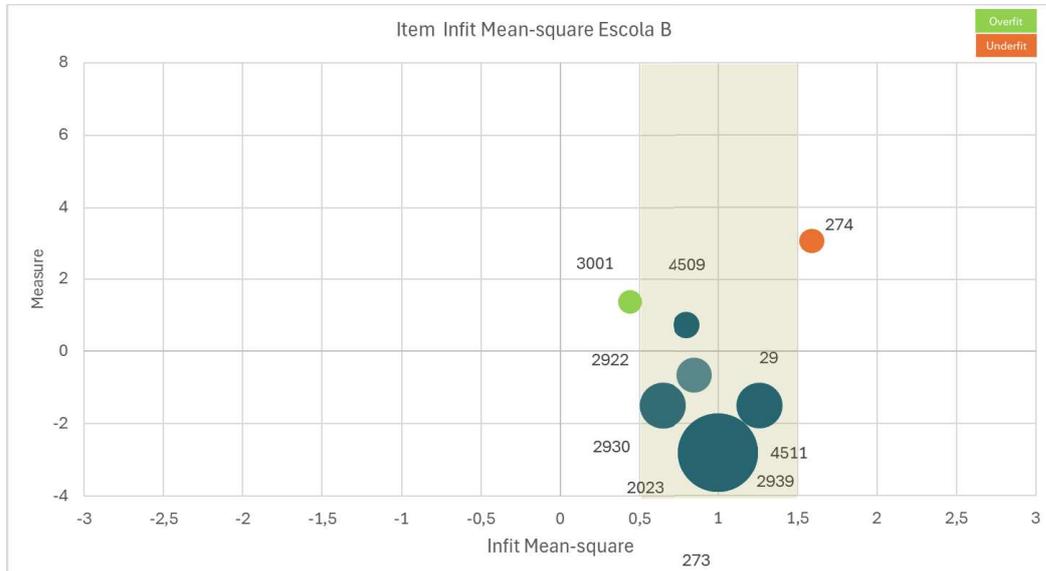


Figura 9 – Análise de *Infit Mean-square*– Escola B

Tabela 8 – *Infit Mean-square, Measure e S.E. dos Itens Registrados* – Escola B

Item	<i>Infit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
3001	0,44	1,37	0,55
2930	0,65	-1,5	1,06
4509	0,65	-1,5	1,06
2023	0,8	0,73	0,6

Item	Infit Mean-square	Measures	S.E.
2922	0,85	-0,66	0,8
273	1	-2,81	1,81
2939	1	-2,81	1,81
4511	1	-2,81	1,81
29	1,26	-1,5	1,06
274	1,59	3,07	0,56

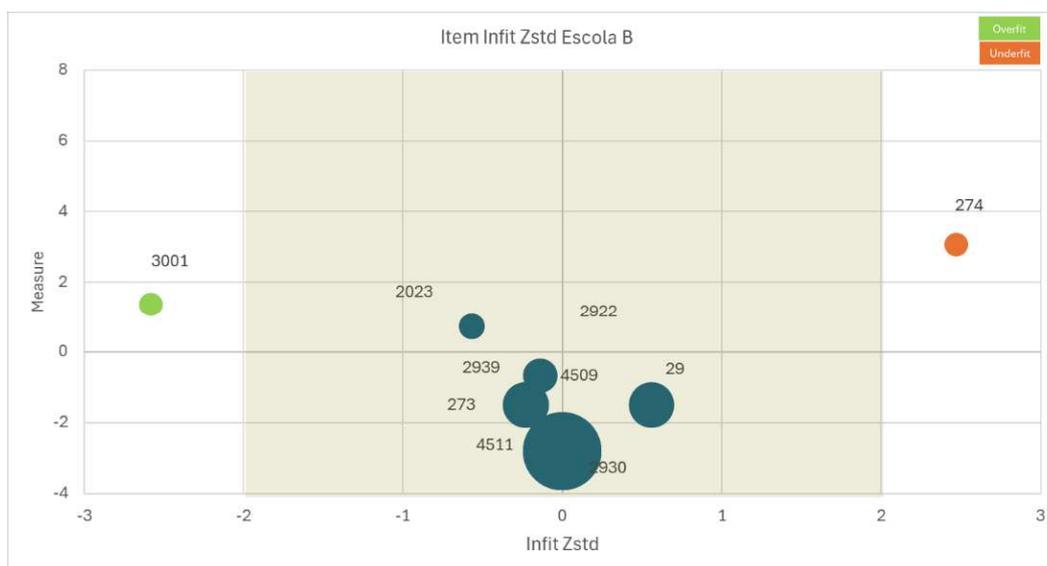


Figura 10 – Análise de *Infit Zstd* – Escola B

Tabela 9 – *Infit Zstd*, *Measure* e *S.E.* dos Itens Registrados – Escola B

Item	<i>Infit Zstd</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
3001	-2,58	1,37	0,55
2023	-0,57	0,73	0,6
2930	-0,23	-1,5	1,06
4509	-0,23	-1,5	1,06
2922	-0,14	-0,66	0,8
273	0	-2,81	1,81
2939	0	-2,81	1,81
4511	0	-2,81	1,81
29	0,56	-1,5	1,06
274	2,47	3,07	0,56

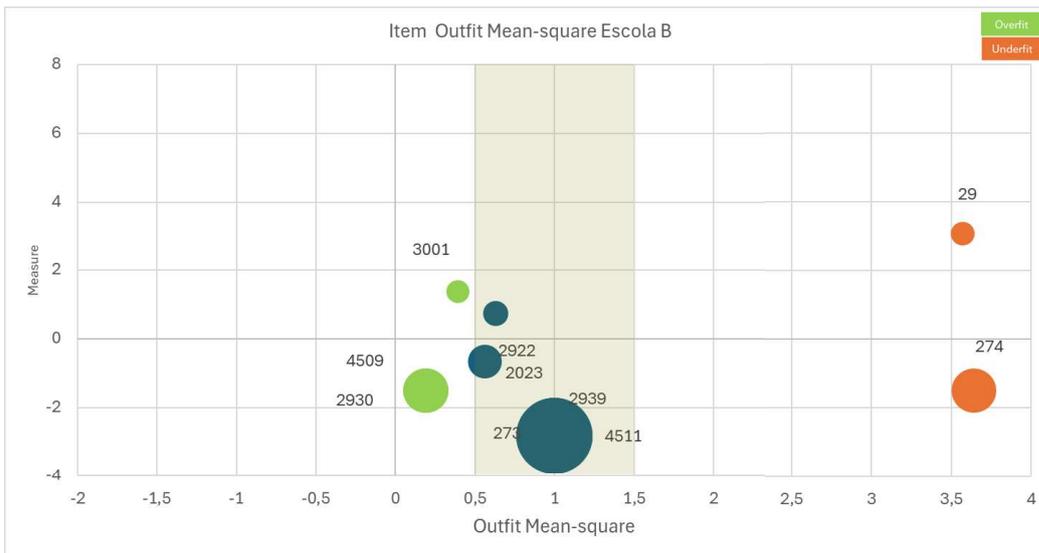


Figura 11 – Análise de *Outfit Mean-square*– Escola B

Tabela 10 – *Outfit Mean-square*, *Measure* e *S.E.* dos Itens Registrados – Escola B

Item	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
2930	0,19	-1,5	1,06
4509	0,19	-1,5	1,06
3001	0,39	1,37	0,55
2922	0,56	-0,66	0,8
2023	0,63	0,73	0,6
273	1	-2,81	1,81
2939	1	-2,81	1,81
4511	1	-2,81	1,81
274	3,57	3,07	0,56
29	3,64	-1,5	1,06

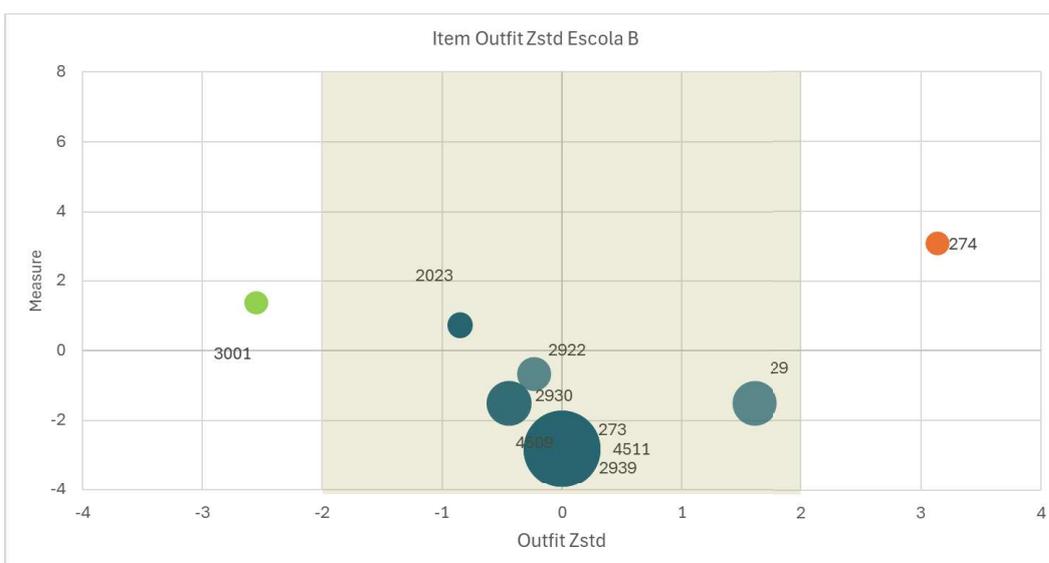


Figura 12 – Análise de *Outfit Zstd* – Escola B

Tabela 11 – *Outfit Zstd*, *Measure* e S.E. dos Itens Registrados – Escola B

Item	<i>Outfit Zstd</i>	<i>Measures</i>	S.E.
3001	-2,55	1,37	0,55
2023	-0,85	0,73	0,6
2930	-0,44	-1,5	1,06
4509	-0,44	-1,5	1,06
2922	-0,23	-0,66	0,8
273	0	-2,81	1,81
2939	0	-2,81	1,81
4511	0	-2,81	1,81
29	1,61	-1,5	1,06
274	3,14	3,07	0,56

A análise dos itens aplicados na unidade da Escola B iniciou-se pela inspeção do *Infit Mean-square* (Figura 9 e Tabela 8), que mede a magnitude dos desvios entre os padrões observados e os esperados pelo modelo Rasch, com foco nos itens situados no centro informativo da escala — onde há maior sobreposição entre habilidade e dificuldade. A maioria dos itens apresentou valores dentro da faixa aceitável (0,5 a 1,5), demonstrando ajuste satisfatório. O destaque negativo ficou para o item 274, com valor de *Infit MnSq* de 1,59, acima do limite superior de tolerância, o que caracteriza um *underfit* moderado, apontando para inconsistência no padrão de respostas associado a esse item.

Ao observar os casos de *overfit*, identificamos que o item 3001 apresentou um *Infit MnSq* de 0,44, ou seja, abaixo do limiar inferior de 0,5. Esse resultado sugere um comportamento excessivamente previsível por parte dos respondentes, ou seja, se o item se mostra difícil (*measure* de 1,37), o índice de acerto será menor, com sistemática correspondência à habilidade do respondente. Em contextos como o avaliado, essa previsibilidade pode indicar que o item oferece pouca informação discriminativa, o que limita sua utilidade para distinguir entre níveis de desempenho. Ainda assim, como trata-se de um desvio para baixo, o impacto de um *overfit* na qualidade da escala tende a ser muito menor do que no caso de *underfit*. O *Infit Zstd* (Figura 10 e Tabela 9), que analisa a significância estatística dos desvios, confirma essas tendências. O item 274 apresenta valor acima de +2,47, evidenciando que seu desvio é estatisticamente significativo, o que reforça a necessidade de revisão ou reavaliação da formulação desse item. O item 3001, assim como observado na análise MnSq indica *overfit*, também para Zstd apresentando um valor de -2,58, sugerindo que seu desvio é estatisticamente significativo. Os demais itens mantêm-se dentro da faixa esperada de

-2 a +2, indicando que os desvios observados não são significativos do ponto de vista estatístico. O *Outfit Mean-Square* (Figura 11 e Tabela 10) complementa a análise ao observar desvios em respostas atípicas, como acertos inesperados em itens difíceis ou erros em itens fáceis. Assim como observado nos resultados para *infit* (Figura 9, Figura 10 e Tabela 8, Tabela 9), o item 274 apresenta *underfit* com valor de 3,57, muito acima do limite de 1,5, evidenciando um padrão de resposta errático nas extremidades da escala. O item 29 também apresenta valor elevado (3,64), caracterizando outro caso de *underfit* importante, ainda que esse comportamento não tenha sido tão evidente nas estatísticas de *Infit*. Em contrapartida, os itens 3001, 2930 e 4509 apresentam valores de *Outfit MnSq* abaixo de 0,5, sugerindo *overfit*, ou seja, comportamento previsível demais. A estatística de *Outfit Zstd* (Figura 12 e Tabela 11) reforça essas evidências. O item 274 ultrapassa a faixa superior aceitável, com valor de +3,14, e o item 29 atinge +1,61, ambos indicando desvios estatisticamente significativos. No polo oposto, o item 3001 apresenta valor de -2,55, reforçando seu caráter excessivamente determinístico, o que limita sua função discriminativa.

A partir dessas análises combinadas, é possível destacar dois casos críticos de *underfit* relevante — os itens 274 e 29 — que apresentaram desvios significativos tanto em MnSq quanto em Zstd, em *Infit* e *Outfit*. Esses itens demonstraram comportamento inconsistente e podem comprometer a validade da medição local, sendo recomendável sua reavaliação. Paralelamente, os itens 3001, 2930 e 4509 revelaram indícios de *overfit*, com padrões de resposta excessivamente regulares.

A seguir, são apresentadas as Figuras (Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16), complementadas pelas Tabelas (Tabela 12, Tabela 13, Tabela 14, Tabela 15), que trazem a análise dos indicadores de *Infit* e *Outfit*, considerando Zstd ou MnSq, para os itens registrados na Escola da Escola C.

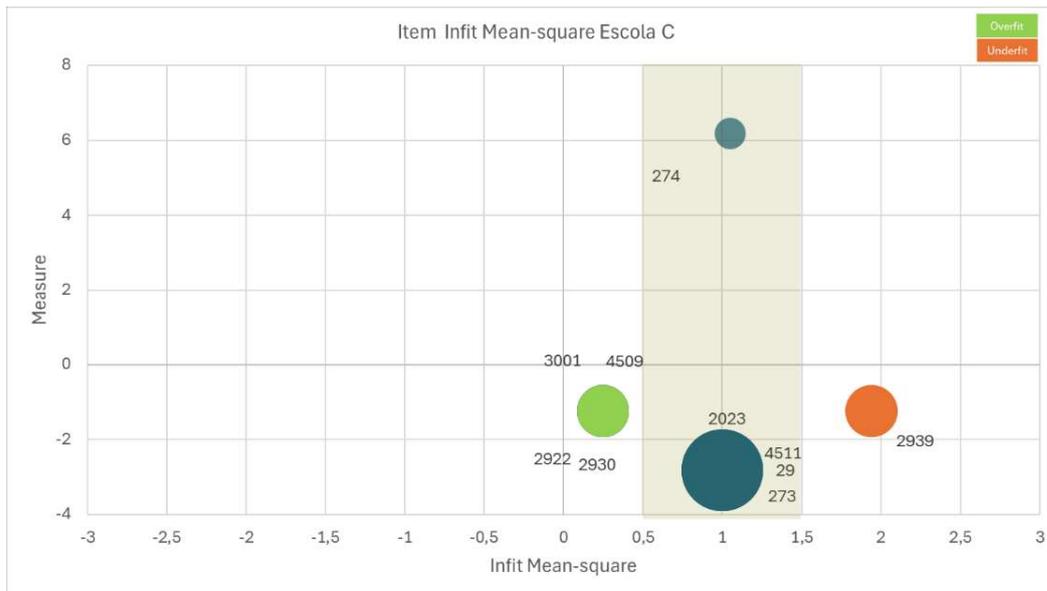


Figura 13 – Análise de *Infit Mean-square* – Escola C

Tabela 12 – *Infit Mean-square, Measure e S.E. dos Itens Registrados* – Escola C

Item	<i>Infit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E</i>
2922	0,25	-1,24	1,21
2930	0,25	-1,24	1,21
3001	0,25	-1,24	1,21
4509	0,25	-1,24	1,21
29	1	-2,81	1,91
273	1	-2,81	1,91
2023	1	-2,81	1,91
4511	1	-2,81	1,91
274	1,05	6,18	0,73
2939	1,94	-1,24	1,21

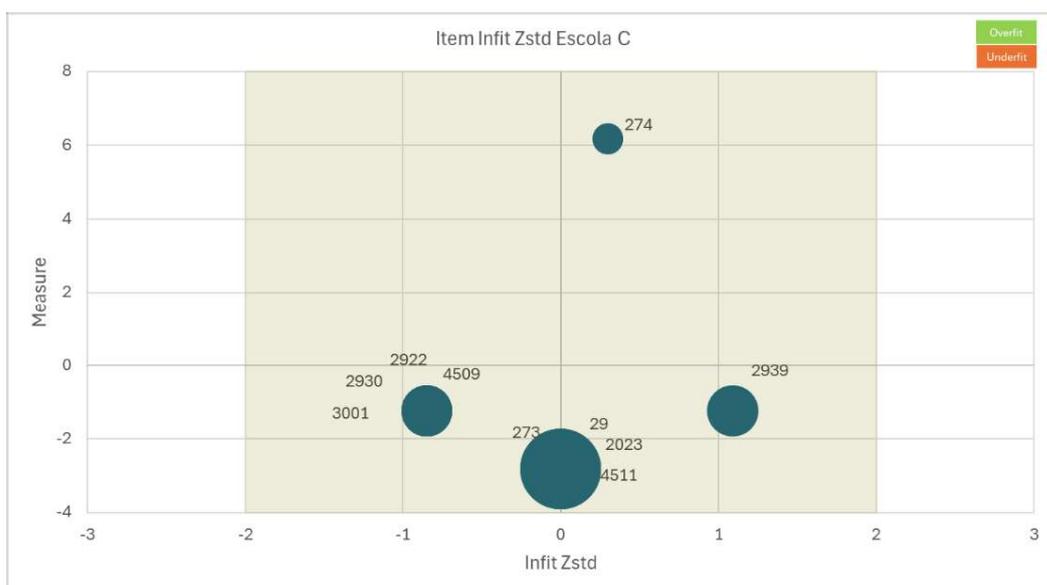
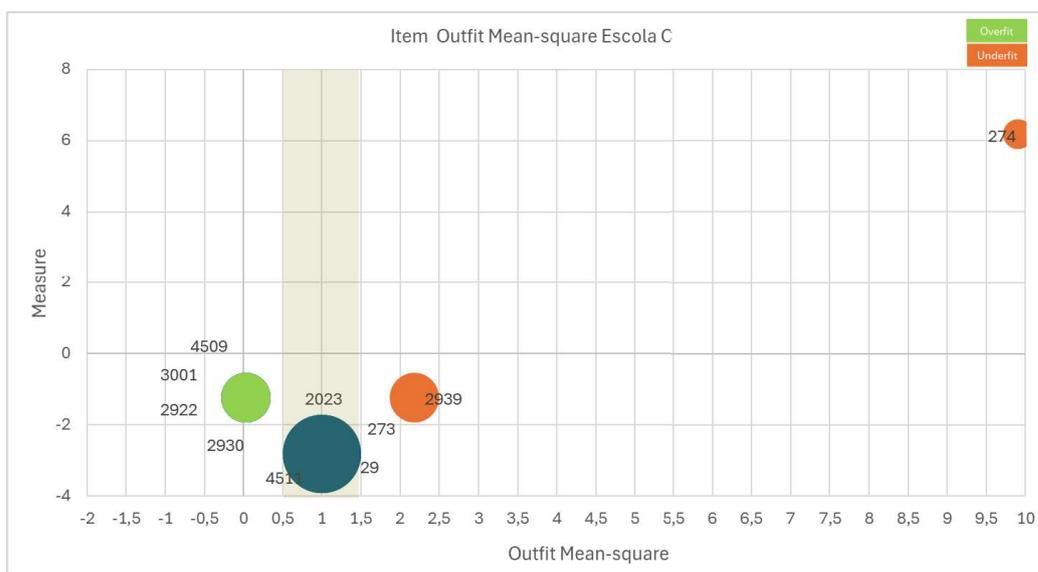


Figura 14 – Análise de *Infit Zstd* – Escola C

Tabela 13 – *Infit Zstd*, *Measure* e *Score* dos Itens Registrados – Escola C

Item	<i>Infit Zstd</i>	<i>Measures</i>	S.E
2922	-0,85	-1,24	1,21
2930	-0,85	-1,24	1,21
3001	-0,85	-1,24	1,21
4509	-0,85	-1,24	1,21
29	0	-2,81	1,91
273	0	-2,81	1,91
2023	0	-2,81	1,91
4511	0	-2,81	1,91
274	0,3	6,18	0,73
2939	1,09	-1,24	1,21

Figura 15 – Análise de *Outfit Mean-square* – Escola CTabela 14 – *Outfit Mean-square*, *Measure* e *Score* dos Itens Registrados – Escola C

Item	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	S.E
2922	0,03	-1,24	1,21
2930	0,03	-1,24	1,21
3001	0,03	-1,24	1,21
4509	0,03	-1,24	1,21
29	1	-2,81	1,91
273	1	-2,81	1,91
2023	1	-2,81	1,91
4511	1	-2,81	1,91
2939	2,18	-1,24	1,21
274	9,9	6,18	0,73

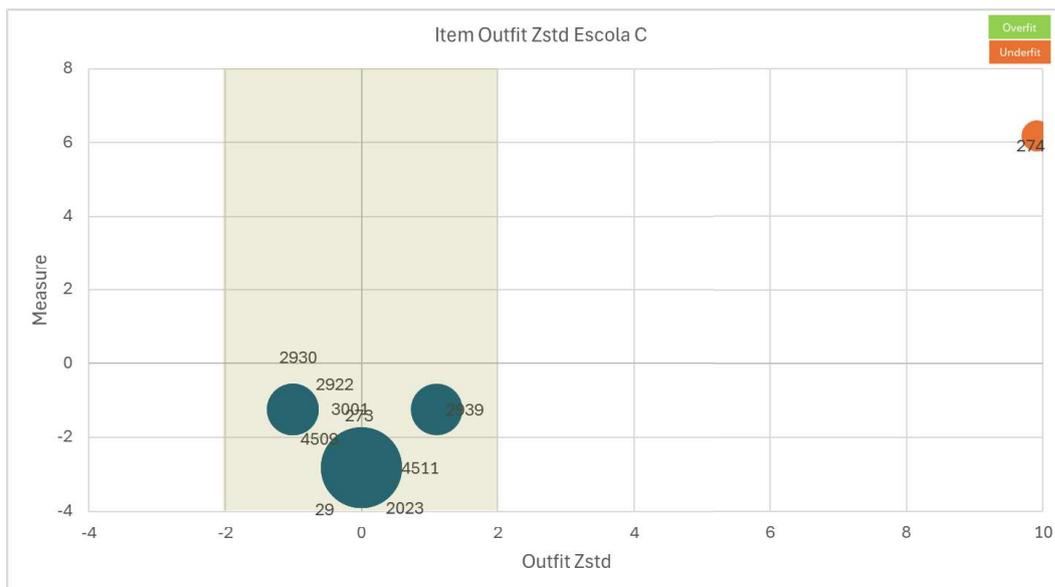


Figura 16 – Análise de *Outfit Zstd* – Escola C

Tabela 15 – *Outfit Zstd*, *Measure* e *Score* dos Itens Registrados – Escola C

Item	<i>Outfit Zstd</i>	<i>Measures</i>	S.E
2922	-1,01	-1,24	1,21
2930	-1,01	-1,24	1,21
3001	-1,01	-1,24	1,21
4509	-1,01	-1,24	1,21
29	0	-2,81	1,91
273	0	-2,81	1,91
2023	0	-2,81	1,91
4511	0	-2,81	1,91
2939	1,1	-1,24	1,21
274	9,91	6,18	0,73

A análise dos itens da Escola C a partir do *Infit Mean-square*, métrica que avalia desvios no centro da escala indica que a maioria dos itens apresentou valores dentro da faixa aceitável (entre 0,5 e 1,5), o que indica ajuste adequado ao modelo. O destaque negativo ficou com o item 2939 – Identificar alterações de cadastro, que apresentou um *Infit MnSq* de 1,94, caracterizando um caso de *underfit*, ou seja, comportamento inconsistente dos respondentes, mesmo quando o item deveria ter sido corretamente resolvido com base na habilidade estimada. Já o item 274 – Identificar nacionalidade, com *Infit MnSq* de 1,05, encontra-se dentro da margem de aceitação e, portanto, não apresenta *underfit*, nem mesmo estatisticamente significativo ($Zstd = 0,3$). Apesar disso, o item 274 merece atenção especial pelo seu valor extremamente alto de *Measure* = 6,18, indicando dificuldade muito elevada em comparação com os demais itens do formulário. Esse valor sugere

grande dificuldade para acertá-lo, e que apenas combinações operador/matrícula com níveis de habilidade muito altos foram capazes de resolvê-lo corretamente. Esse deslocamento pode comprometer sua utilidade para distinguir níveis intermediários de habilidade, reduzindo sua contribuição ao modelo. Já o item 2939, além do *Infit* MnSq elevado, apresenta também um valor de *Outfit* MnSq = 9,9, o que caracteriza *underfit* nas extremidades da escala, reforçando seu comportamento incompatível com o padrão esperado pelo modelo Rasch. Por outro lado, os resultados apresentados com *Zstd* não mostraram ser significativo este desvio de *underfit* para *Infit* e *Outfit* do item 2939.

Os itens 2922, 2930, 3001 e 4509 apresentaram valores de *Infit* e *Outfit* MnSq muito baixos (entre 0,03 e 0,25), caracterizando *overfit*. Esse tipo de desvio não compromete diretamente a validade do modelo.

Assim o item 274 como um item de dificuldade extrema, expressando *underfit* significativo na análise de *outfit*, o que indica impacto de elementos externos à habilidade do respondente afetando o resultado, apontando para a necessidade de análise ampla das condições para preenchimento do item com base na combinação operador/matrícula.

As Figuras (Figura 17, Figura 18, Figura 19 e Figura 20), complementadas pelas Tabelas (Tabela 16, Tabela 17, Tabela 18 e Tabela 19), a seguir, apresentam a análise dos índices de *Infit* e *Outfit*, considerando *Zstd* ou MnSq, para os itens registrados no contexto da Escola D.

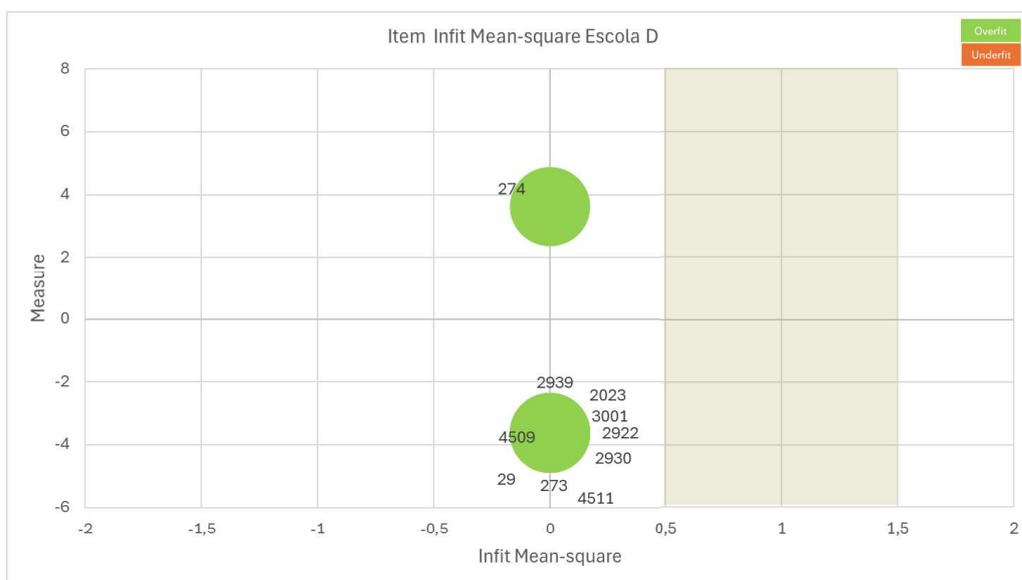
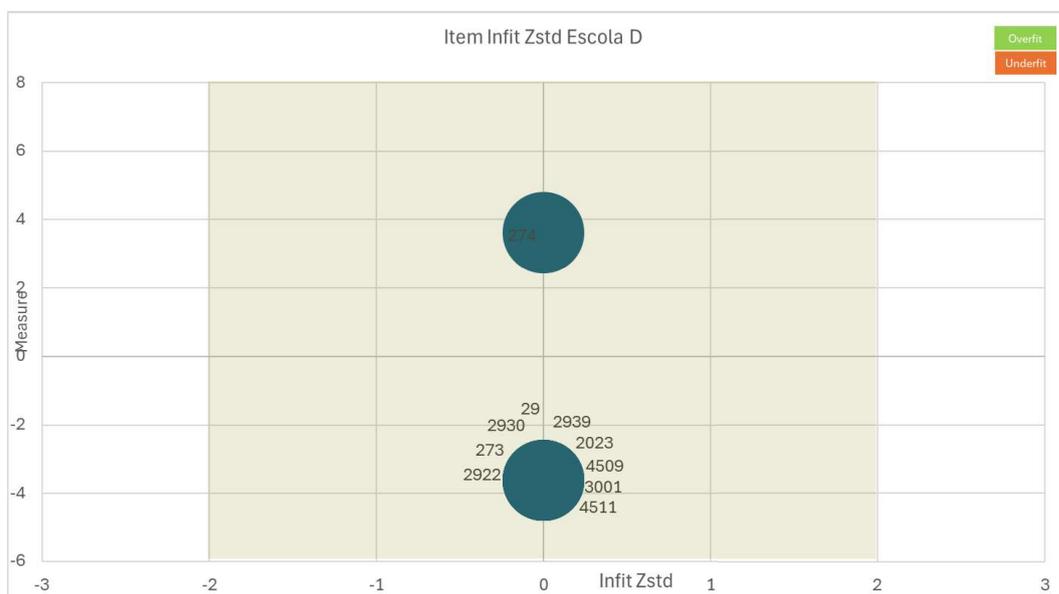


Figura 17 – Análise de *Infit Mean-square* – Escola D

Tabela 16 – *Infit Mean-square, Measure e S.E. dos Itens Registrados – Escola D*

Item	<i>Infit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
2922	0	-3,62	0,5
2930	0	-3,62	0,5
3001	0	-3,62	0,5
4509	0	-3,62	0,5
29	0	-3,62	0,5
273	0	-3,62	0,5
2023	0	-3,62	0,5
4511	0	-3,62	0,5
274	0	3,62	0,5
2939	0	-3,62	0,5

Figura 18 – Análise de *Infit Zstd – Escola D*Tabela 17 – *Infit Zstd, Measure e S.E. dos Itens Registrados – Escola D*

Item	<i>Infit Zstd</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
29	0	-3,62	0,5
273	0	-3,62	0,5
274	0	3,62	0,5
2023	0	-3,62	0,5
2922	0	-3,62	0,5
2930	0	-3,62	0,5
2939	0	-3,62	0,5
3001	0	-3,62	0,5
4509	0	-3,62	0,5
4511	0	-3,62	0,5

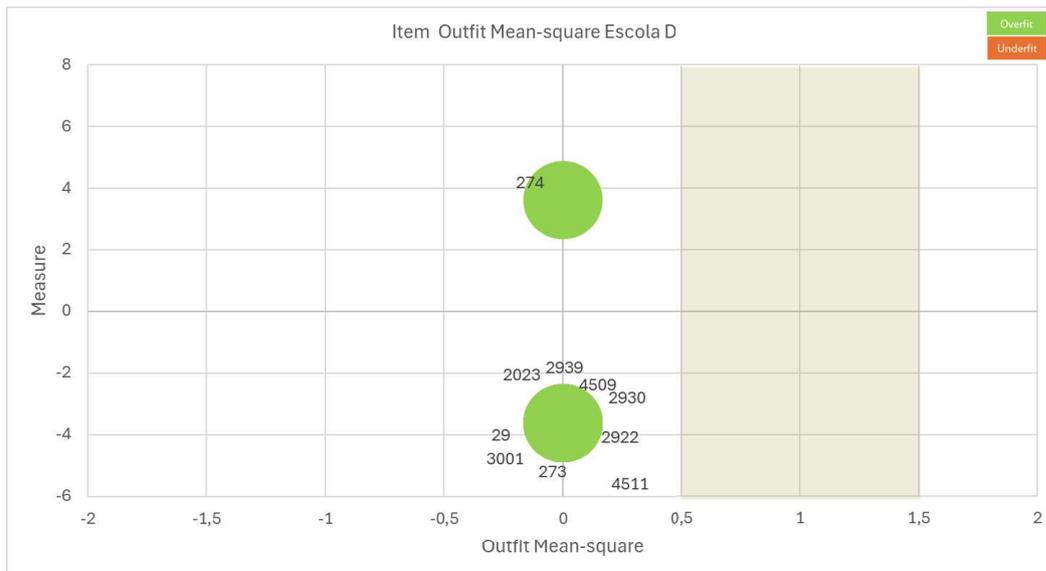


Figura 19 – Análise de *Outfit Mean-square* – Escola D

Tabela 18 – *Outfit Mean-square*, *Measures* e *S.E.* dos Itens Registrados – Escola D

Item	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
2922	0	-3,62	0,5
2930	0	-3,62	0,5
3001	0	-3,62	0,5
4509	0	-3,62	0,5
29	0	-3,62	0,5
273	0	-3,62	0,5
2023	0	-3,62	0,5
4511	0	-3,62	0,5
2939	0	-3,62	0,5
274	0	3,62	0,5

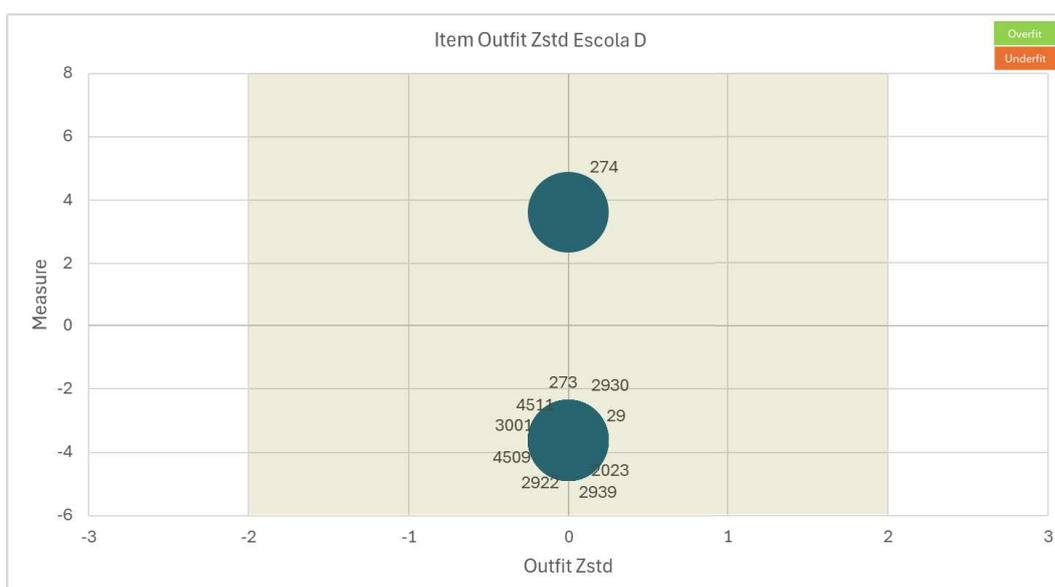


Figura 20 – Análise de *Outfit Zstd* – Escola D

Tabela 19 – *Outfit Zstd, Measure e S.E.* dos Itens Registrados – Escola D

Item	<i>Outfit Zstd</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
2922	0	-3,62	0,5
2930	0	-3,62	0,5
3001	0	-3,62	0,5
4509	0	-3,62	0,5
29	0	-3,62	0,5
273	0	-3,62	0,5
2023	0	-3,62	0,5
4511	0	-3,62	0,5
2939	0	-3,62	0,5
274	0	3,62	0,5

A análise dos itens da Escola D revela um cenário de ajuste estatístico altamente consistente, com todos os itens apresentando valores de *Infit* e *Outfit Zstd* igual a zero, ou seja, nenhuma evidência de desvio significativo entre as respostas observadas e o padrão esperado pelo modelo Rasch. Os resultados de *Infit* e *Outfit Mean-square* indicam todos os itens com *overfit*, mas com base no *Zstd*, não é significativo. Percebe-se pelos resultados de *measure* que os resultados são sistematicamente e igualmente bons, indicando baixíssimo nível de dificuldade para todos os itens, exceto para o 274, que de maneira também sistemática foi considerado difícil. Nesse caso de completo *overfit*, pode-se considerar que a combinação operador/matrícula mostrou-se com desempenho similar e previsível para todos os itens.

O item 247 não apresenta qualquer indício de *Underfit*, com *Infit* e ou *Outfit Zstd* = 0 e *Mean-square* = 0, revelando que seu comportamento se manteve inteiramente dentro do esperado pelo modelo, apesar de sua dificuldade. Embora desafiador, o item está medindo de forma coerente e probabilisticamente adequada à habilidade do respondente.

As Figuras (Figura 21, Figura 22, Figura 23 e Figura 24), complementadas pelas Tabelas (Tabela 20, Tabela 21, Tabela 22 e Tabela 23), a seguir, apresentam a análise dos índices de *Infit* e *Outfit*, considerando *Zstd* ou *MnSq*, para os itens registrados no contexto da Escola E.

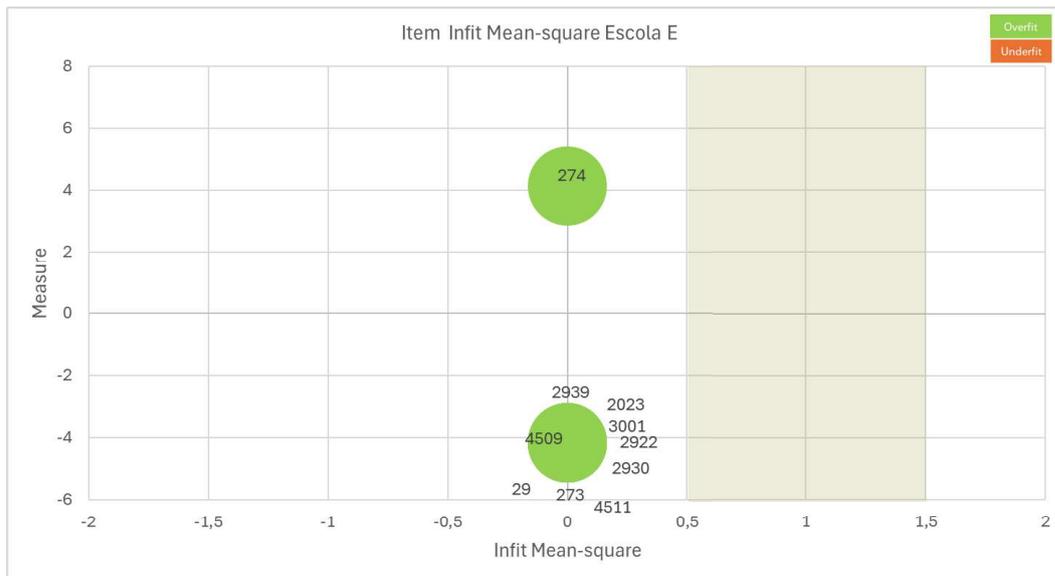


Figura 21 – Análise de *Infit Mean-square* – Escola E

Tabela 20 – *Infit Mean-square, Measure e S.E. dos Itens Registrados* – Escola E

Item	<i>Infit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
29	0	-4,15	0,5
273	0	-4,15	0,5
274	0	4,15	0,5
2023	0	-4,15	0,5
2922	0	-4,15	0,5
2930	0	-4,15	0,5
2939	0	-4,15	0,5
3001	0	-4,15	0,5
4509	0	-4,15	0,5
4511	0	-4,15	0,5

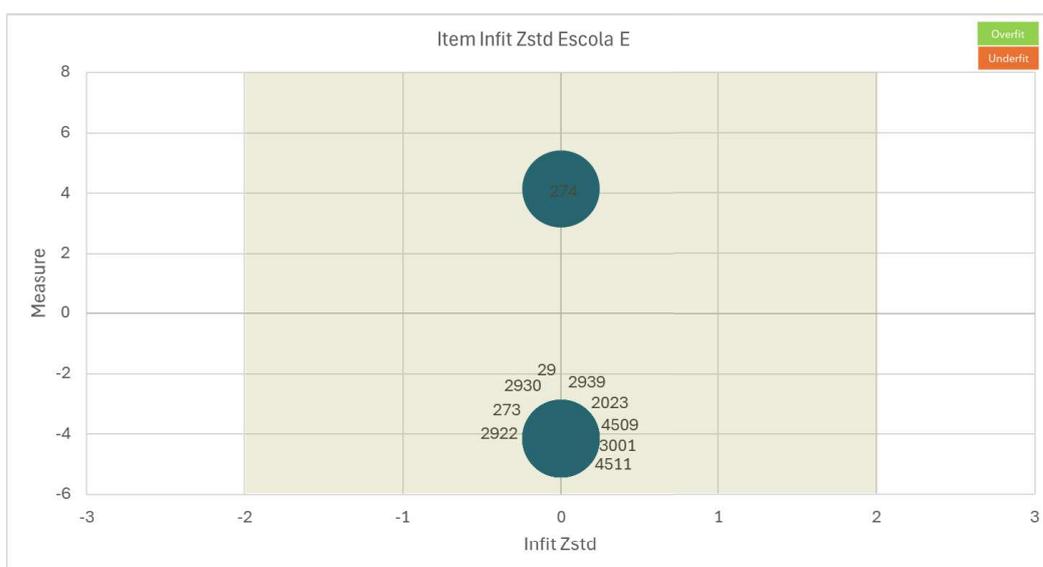
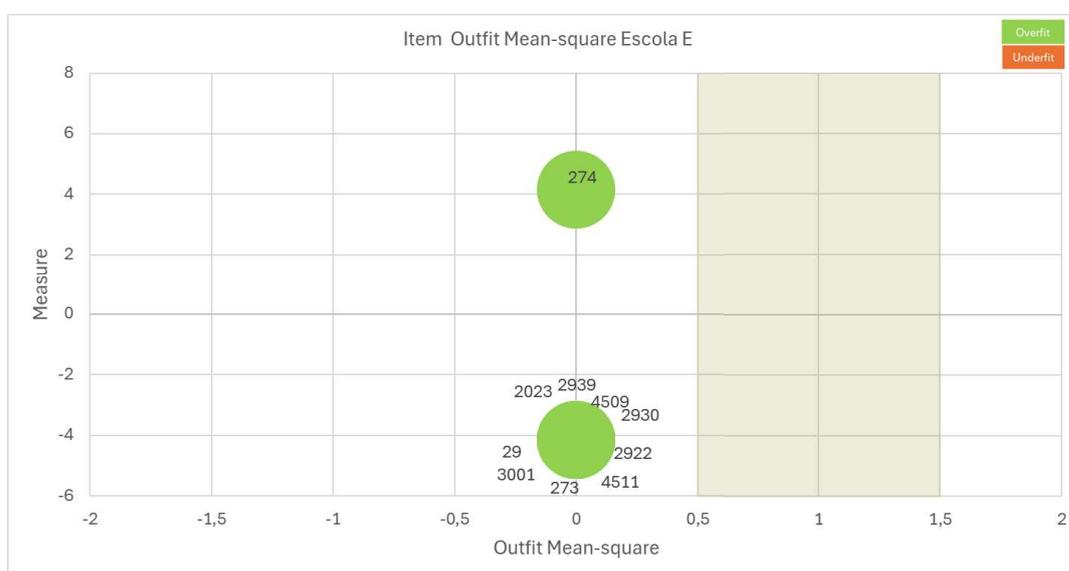


Figura 22 – Análise de *Infit Zstd* – Escola E

Tabela 21 – *Infit Zstd, Measure e S.E.* dos Itens Registrados – Escola E

Item	<i>Infit Zstd</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
29	0	-4,15	0,5
273	0	-4,15	0,5
274	0	4,15	0,5
2023	0	-4,15	0,5
2922	0	-4,15	0,5
2930	0	-4,15	0,5
2939	0	-4,15	0,5
3001	0	-4,15	0,5
4509	0	-4,15	0,5
4511	0	-4,15	0,5

Figura 23 – Análise de *Outfit Mean-square* – Escola ETabela 22 – *Outfit Mean-square, Measure e S.E.* dos Itens Registrados – Escola E

Item	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
29	0	-4,15	0,5
273	0	-4,15	0,5
274	0	4,15	0,5
2023	0	-4,15	0,5
2922	0	-4,15	0,5
2930	0	-4,15	0,5
2939	0	-4,15	0,5
3001	0	-4,15	0,5
4509	0	-4,15	0,5
4511	0	-4,15	0,5

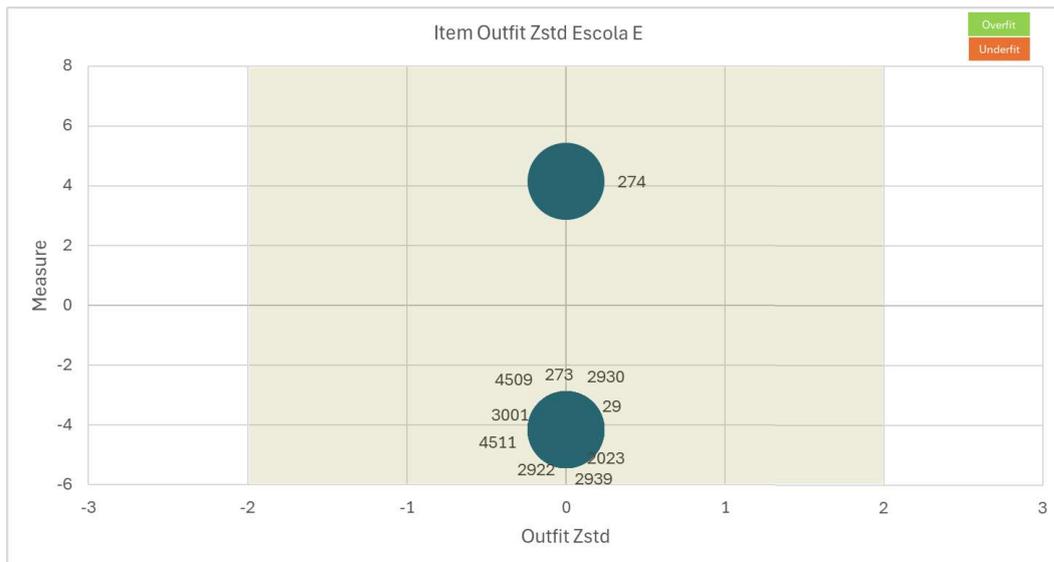


Figura 24 – Análise de *Outfit Zstd* – Escola E

Tabela 23 – *Outfit Zstd*, *Measure* e S.E dos Itens Registrados – Escola E

Item	<i>Outfit Zstd</i>	<i>Measures</i>	S.E.
29	0	-4,15	0,5
273	0	-4,15	0,5
274	0	4,15	0,5
2023	0	-4,15	0,5
2922	0	-4,15	0,5
2930	0	-4,15	0,5
2939	0	-4,15	0,5
3001	0	-4,15	0,5
4509	0	-4,15	0,5
4511	0	-4,15	0,5

Com base na análise dos gráficos e da tabela de resultados da Escola E, é possível observar um comportamento estatisticamente adequado da maioria dos itens avaliados pelo modelo Rasch. Os indicadores de *Infit* e *Outfit*, tanto nas versões *Zstd* quanto *Mean-square*, mostram-se, de forma geral, dentro da zona de ajuste esperada, o que indica consistência no padrão de respostas dos operadores frente aos itens avaliativos. No entanto, destaca-se o comportamento atípico do item 274 – Identificar nacionalidade, cuja medida (*Measure*) estimada foi de +4,15, valor extremamente elevado e isolado em relação aos demais itens da matriz de itens, cujos valores de medida situaram-se uniformemente em -4,15. Essa discrepância aponta para um desbalanceamento na dificuldade relativa desse item quando comparado ao conjunto da escala. Ainda que os indicadores de *Infit* e *Outfit Zstd* e *Mean-square* estejam todos dentro dos limites aceitáveis (com valores de 0 em *Zstd*

e próximos de 1 no *Mean-square*), a elevação da medida associada ao item sugere que ele pode estar funcionando de forma diferenciada – especialmente por ser o único item que não foi respondido corretamente pela maioria dos operadores, conforme indicado pelo escore significativamente mais baixo (*score* 2, em contraste com *scores* de 34 ou 35 nos demais itens).

Essa situação ilustra um aspecto importante da interpretação dos resultados no modelo Rasch: o bom ajuste estatístico não garante, por si só, que o item esteja bem calibrado em termos de dificuldade ou conteúdo. A análise combinada dos valores de medida e escore revela que o item 274, embora tecnicamente ajustado, encontra-se desalinhado em termos de dificuldade com os demais, sendo respondido corretamente por pouquíssimos operadores. Isso levanta hipóteses importantes a serem verificadas qualitativamente, como falhas no processo de formação dos operadores em relação a esse conteúdo específico, ausência de padronização nas instruções de preenchimento ou ainda dificuldades sistemáticas na identificação correta da nacionalidade dos alunos em situações práticas.

Além disso, os demais itens apresentaram valores de *Infit* e *Outfit Mean-square* próximos de zero – padrão que, segundo a literatura especializada (Andrich; Marais, 2019; Bond; Fox, 2015), pode ser interpretado como um leve *overfit*. Embora tecnicamente aceitável, o *overfit* indica que os padrões de resposta estão excessivamente previsíveis, o que pode refletir redundância ou pouca variabilidade na dificuldade entre os itens do conjunto. Esse achado, que se repete entre várias escolas analisadas, reforça a importância de uma revisão periódica da matriz de itens para garantir que continue sensível às variações reais de habilidade dos operadores. Por fim, a homogeneidade dos valores de medida da maioria dos itens da matriz na Escola E (-4,15), aliada aos altos escores obtidos pelos operadores nesses itens, pode sugerir um domínio completo dos conteúdos por parte da equipe da escola.

As Figuras (Figura 25, Figura 26, Figura 27 e Figura 28), complementadas pelas Tabelas (Tabela 24, Tabela 25, Tabela 26 e Tabela 27), a seguir, apresentam a análise dos índices de *Infit* e *Outfit*, considerando *Zstd* ou *MnSq*, para os itens registrados no contexto da Escola F.

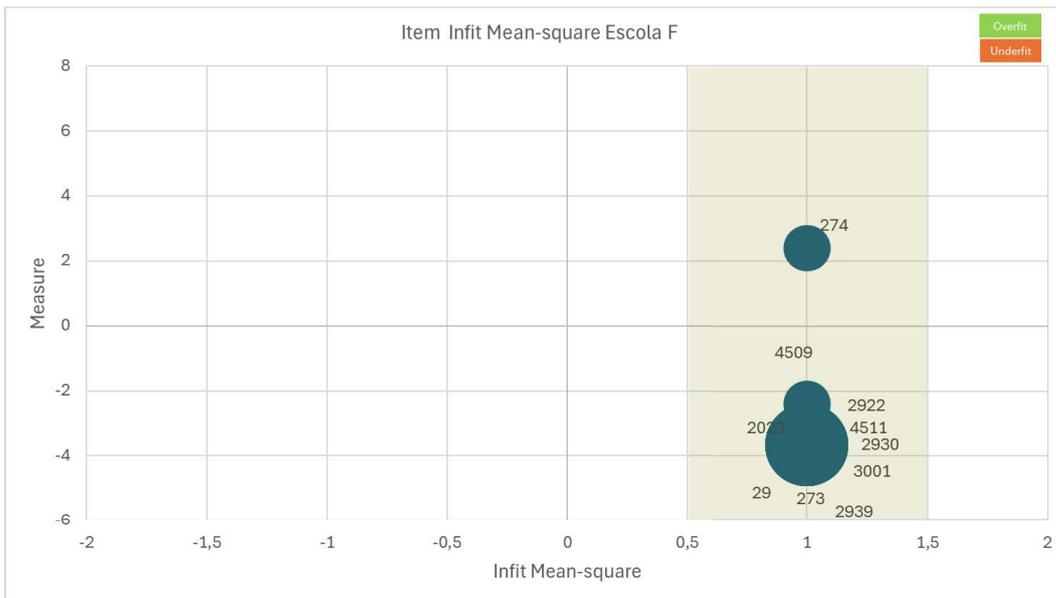


Figura 25 – Análise de *Infit Mean-square* – Escola F

Tabela 24 – *Infit Mean-square, Measure e S.E. dos Itens Registrados* – Escola F

Item	<i>Infit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>S.E.</i>
29	1	-3,65	1,84
273	1	-3,65	1,84
274	1	2,4	1,04
2023	1	-3,65	1,84
2922	1	-3,65	1,84
2930	1	-3,65	1,84
2939	1	-2,4	1,04
3001	1	-3,65	1,84
4509	1	-3,65	1,84
4511	1	-3,65	1,84

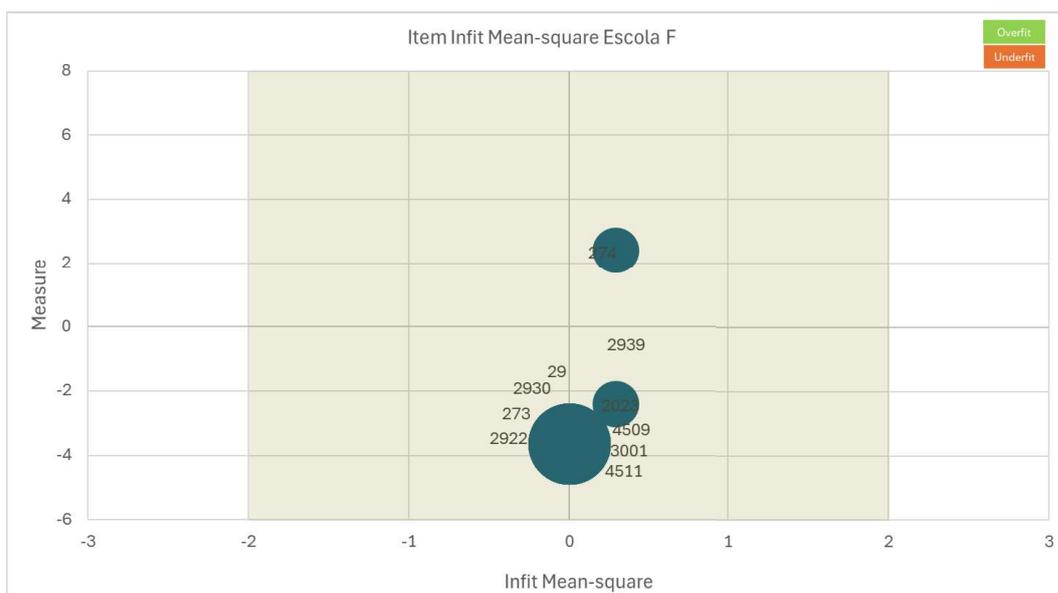
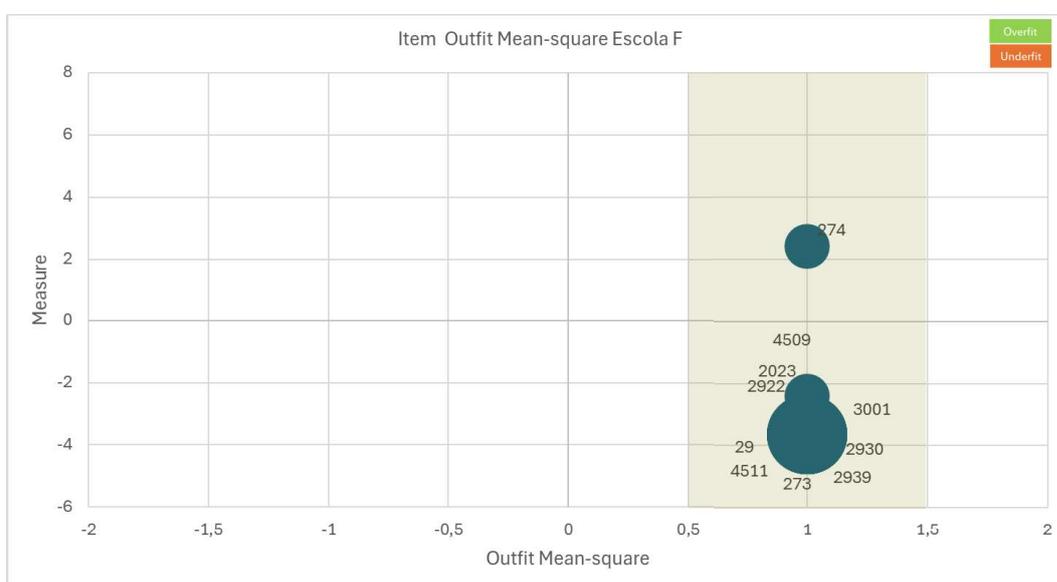


Figura 26 – Análise de *Infit Zstd* – Escola F

Tabela 25 – *Infit Zstd*, *Measure* e S.E. dos Itens Registrados – Escola F

Item	<i>Infit Zstd</i>	<i>Measures</i>	S.E.
29	0	-3,65	1,84
273	0	-3,65	1,84
2023	0	-3,65	1,84
2922	0	-3,65	1,84
2930	0	-3,65	1,84
3001	0	-3,65	1,84
4509	0	-3,65	1,84
4511	0	-3,65	1,84
274	0,29	2,4	1,04
2939	0,29	-2,4	1,04

Figura 27 – Análise de *Outfit Mean-square* – Escola FTabela 26 – *Outfit Mean-square*, *Measure* e S.E. dos Itens Registrados – Escola F

Item	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	S.E.
29	1	-3,65	1,84
273	1	-3,65	1,84
274	1	2,4	1,04
2023	1	-3,65	1,84
2922	1	-3,65	1,84
2930	1	-3,65	1,84
2939	1	-2,4	1,04
3001	1	-3,65	1,84
4509	1	-3,65	1,84
4511	1	-3,65	1,84

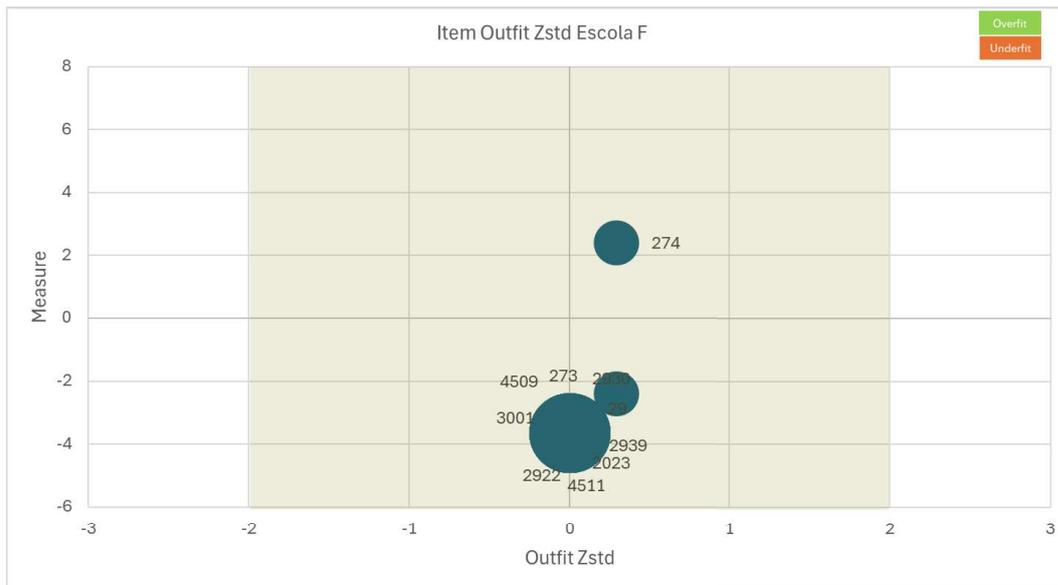


Figura 28 – Análise de *Outfit Zstd* – Escola F

Tabela 27– *Outfit Zstd*, *Measure* e S.E. dos Itens Registrados – Escola F

Item	<i>Outfit Zstd</i>	<i>Measures</i>	S.E.
29	0	-3,65	1,84
273	0	-3,65	1,84
2023	0	-3,65	1,84
2922	0	-3,65	1,84
2930	0	-3,65	1,84
3001	0	-3,65	1,84
4509	0	-3,65	1,84
4511	0	-3,65	1,84
274	0,29	2,4	1,04
2939	0,29	-2,4	1,04

A análise dos itens aplicados na Escola F, com base nos gráficos de ajuste e na tabela de medidas, revela um padrão geral de consistência estatística entre os indicadores do modelo Rasch. Todos os itens da matriz se encontram dentro da faixa de adequação recomendada para os índices de *Infit* e *Outfit*, tanto em suas versões *Mean-square* quanto *Zstd*, o que aponta para uma boa aderência dos dados ao modelo.

Apesar desse bom ajuste geral, é possível destacar dois comportamentos que merecem atenção. O primeiro refere-se ao item 274 – Identificar nacionalidade, que, embora apresente valores de *Infit* e *Outfit* próximos de 1 em ambas as métricas e, portanto, esteja tecnicamente ajustado, exibe uma *Measure* elevada de 2,4, posicionando-se como o item de maior dificuldade relativa na escala aplicada à

Escola F. O escore desse item confirma esse comportamento: apenas um operador acertou a tarefa, em contraste com os demais itens, que obtiveram escores máximos. Tal como observado em outras escolas, esse desvio não se configura como um *misfit* estatístico, mas sim como um sinal de desalinhamento no conteúdo ou na prática operacional relacionada ao preenchimento da nacionalidade no sistema. Esse resultado reforça a hipótese de que o item pode estar captando mais do que habilidade técnica — talvez questões relacionadas à interface do sistema ou mesmo falhas nas condições de acesso dos operadores à informação solicitada no item. O segundo ponto de destaque é o comportamento do item 2939 – Identificar alterações de cadastro, que apresenta um *Measure* negativo (-2,4), ou seja, é considerado um item fácil na escala, mas obteve um escore menor que os demais (*score* = 11). Isso significa que dois operadores erraram a tarefa, o que é atípico diante da facilidade esperada. Ainda assim, seus índices de *Infit* e *Outfit* se mantêm ajustados (todos iguais a 1 ou *Zstd* = 0,29), não configurando *misfit*, mas sugerindo a possibilidade de erro operacional pontual, desatenção ou falha de rotina — aspectos que podem ser mais bem compreendidos por meio de análise qualitativa local objetivando desenvolver a estratégia preventiva do engano no preenchimento.

A aplicação do modelo Rasch às escolas analisadas permitiu identificar com precisão os pontos fortes e frágeis do sistema de medição em uso. Os resultados evidenciam a robustez do modelo na detecção de desvios sutis e ajudam a entender como aspectos operacionais influenciam a qualidade dos dados coletados. A combinação de indicadores estatísticos (*Infit*, *Outfit*, *MnSq* e *Zstd*) com interpretação qualitativa dos contextos locais é essencial para promover uma avaliação válida e eficaz. Os achados reforçam a necessidade de revisar itens com *underfit* severo (especialmente o 2939 e o 29); reavaliar e solucionar as dificuldades associadas aos itens com *overfit* persistente, que por apresentarem previsibilidade de desempenho dos operadores serão possivelmente fáceis de serem ajustados (ex: 2922, 3001); revisar o item 274, não por desajuste estatístico, mas pelo seu nível de dificuldade excessivo.

A combinação entre análises quantitativas rigorosas e escuta qualificada das equipes locais é realizada mais à frente e será indispensável para aprimorar a confiabilidade e a validade do sistema de medição.

4.4

Pessoas (Operadores): Análise de Consistência

Concluída a análise de ajuste dos itens, o próximo passo é avaliar a consistência dos operadores no processo de registro e preenchimento dos dados, conforme os pressupostos do modelo Rasch. Assim como na avaliação dos itens, essa etapa visa identificar a qualidade do ajuste dos operadores ao modelo, verificando se seus padrões de resposta seguem as expectativas estatísticas da parametrização do modelo de Rasch.

O foco da análise recai sobre a identificação de eventuais padrões de *underfit* — quando as respostas dos operadores são mais inconsistentes e imprevisíveis do que o esperado — ou de *overfit* — quando os registros são excessivamente previsíveis ou repetitivos, podendo indicar desde respostas automáticas até ausência de variação real nas tarefas executadas. Para essa avaliação, são utilizados os mesmos critérios adotados na análise dos itens, baseados nos indicadores de *Infit* e *Outfit*, nas métricas de *Mean-square* (MnSq) e de *Z-standardized* (Zstd), seguindo as mesmas métricas de valores já utilizadas anteriormente para identificação de *underfit* ou *overfit*.

Para a análise individual das escolas, que se iniciará a seguir, é adotada uma abordagem que integra diferentes representações gráficas e tabulares, permitindo uma visão abrangente do desempenho e consistência dos operadores no preenchimento dos dados. Inicialmente, serão apresentadas as figuras que trazem a análise gráfica dos indicadores *Infit* e *Outfit* nas métricas de *Mean-square* (MnSq) e *Z-standardized* (Zstd). Esses gráficos possibilitam identificar visualmente padrões de bom ajuste, *overfit* (respostas excessivamente previsíveis) e *underfit* (respostas inconsistentes ou aleatórias), considerando a posição dos pontos em relação às faixas de adequação do modelo Rasch. A coloração de fundo evidencia a zona de ajuste esperado, enquanto a posição e o tamanho dos círculos representam a medida estimada e o número de ocorrências associadas a cada operador. Em seguida, a tabela de Análise de Consistência dos Operadores segundo *Infit* e *Outfit* consolida os valores observados nos quatro indicadores de ajuste (*Infit Zstd*, *Infit Mean-square*, *Outfit Zstd* e *Outfit Mean-square*), associando-os às respectivas medidas estimadas e à quantidade de operadores em cada ponto. Essa visão integrada permite identificar os dados que foram apresentados nos gráficos

anteriores e cruzar informações entre as métricas facilitando a detecção de operadores que se desviam dos padrões esperados, tanto por inconsistências quanto por excesso de previsibilidade nas respostas. A análise é complementada pela Tabela de Análise dos Resíduos por Operador e Item que apresenta de forma detalhada os resíduos por operador e item, contemplando dados observados e esperados, resíduos brutos e padronizados, além das diferenças de medida. Esse nível de detalhamento auxilia na identificação precisa de quais itens geraram discrepâncias significativas para cada operador, permitindo associar desvios a situações operacionais específicas.

Por fim, além da interpretação estatística, as conclusões apresentadas serão enriquecidas pelas informações qualitativas obtidas em conversas e investigações realizadas diretamente com os operadores da escola. Esses relatos, cuja identidade será preservada por questões de sigilo, oferecem subsídios para compreender de forma mais precisa o contexto possivelmente facilitadores ou indutores de inadequação do preenchimento, ajudando a identificar possíveis soluções operacionais que possam corrigir os padrões de *overfit* e *underfit* observados. A integração dessas perspectivas — quantitativa e qualitativa — permitirá uma análise mais completa, alinhando os resultados do modelo Rasch à realidade cotidiana das rotinas de registro e validação de dados na unidade.

As figuras (Figura 29, Figura 30, Figura 31 e Figura 32) e tabelas (Tabela 28, Tabela 29 e Tabela 30) apresentam os resultados da análise de consistência de respostas de operador para a **Escola A**.

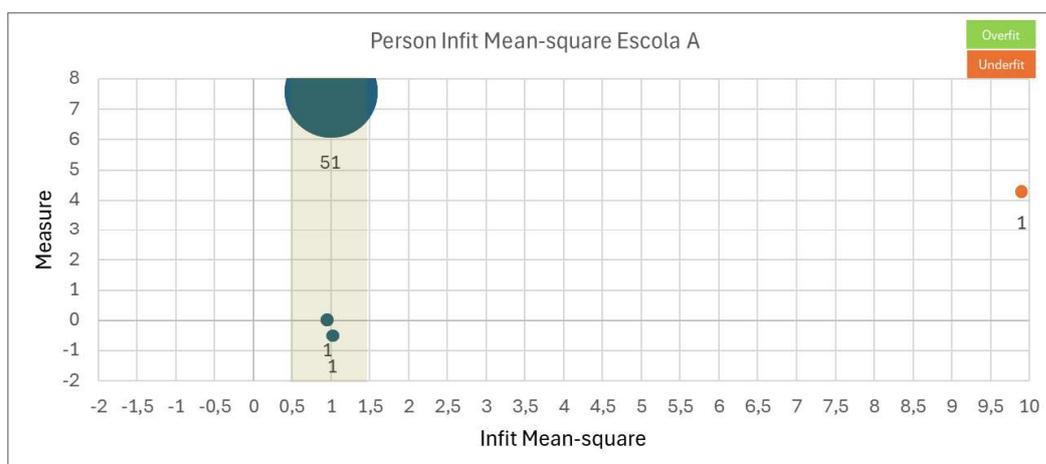


Figura 29 – Análise de *Infit Mean-square* – Operadores da Escola A

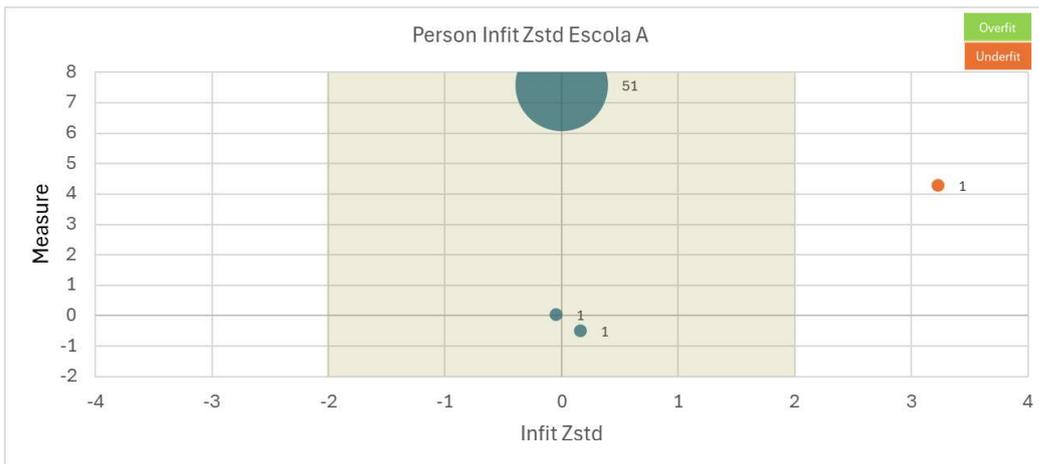


Figura 30 – Análise de *Infit Zstd* – Operadores da Escola A

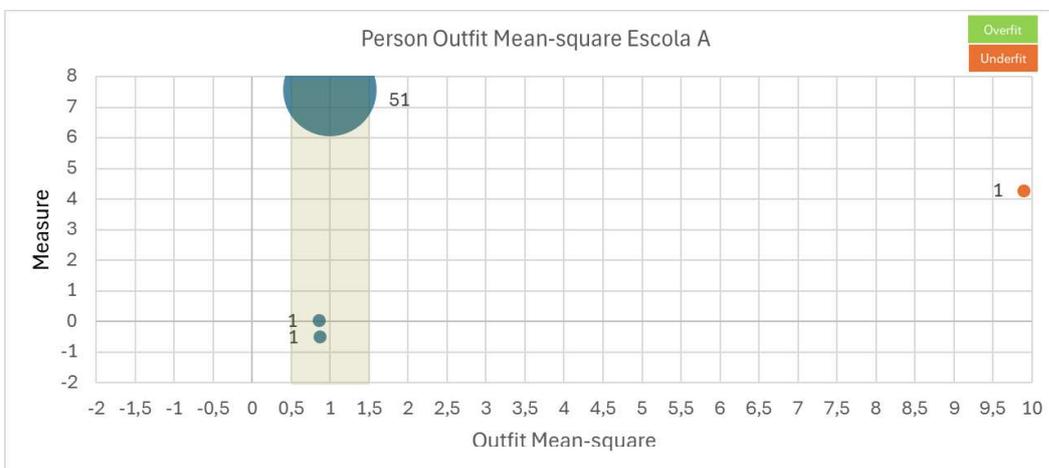


Figura 31 – Análise de *Outfit Mean-square* – Operadores da Escola A

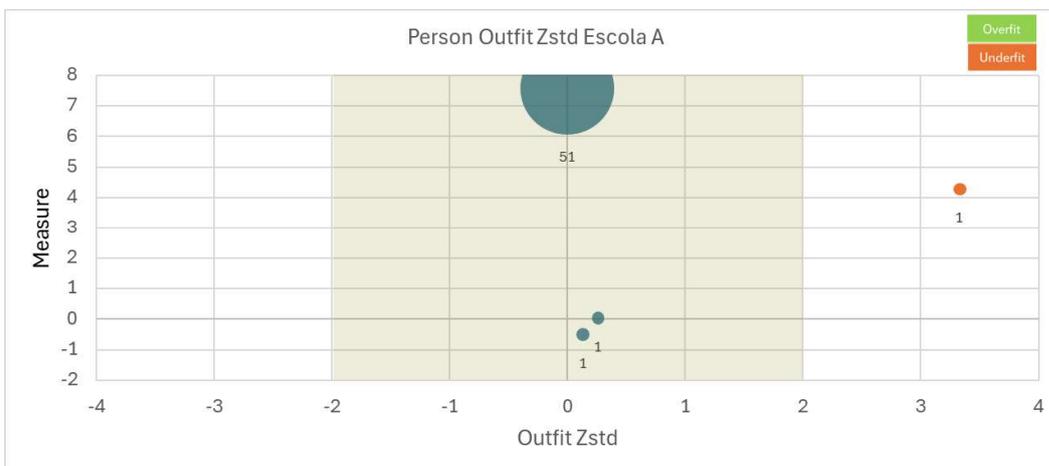


Figura 32 – Análise de *Outfit Zstd* – Operadores da Escola A

Tabela 28 – Análise de Consistência dos Operadores segundo *Infit* e *Outfit* (Zstd e *Mean-square*) – Escola A. Os resultados com *misfit* se destacam pela inexistência da coloração de fundo em amarelo na tabela

t Infit Zstd	Measures	Pessoas	t Outfit Zstd	Measures	Pessoas
-0,05	0,03	1	0	7,58	51
0	7,58	51	0,13	-0,5	1
0,16	-0,5	1	0,26	0,03	1
3,23	4,28	1	3,33	4,28	1

Infit Mean-square	Measures	Pessoas	Outfit Mean-square	Measures	Pessoas
0,95	0,03	1	0,86	0,03	1
1	7,58	51	0,87	-0,5	1
1,02	-0,5	1	1	7,58	51
9,9	4,28	1	9,9	4,28	1

Na Tabela 29, é possível identificar os operadores que apresentam padrões de *underfit* ou *overfit* a partir dos indicadores de *Infit* e *Outfit*, nas métricas de Zstd e *Mean-square*. Essa identificação permite, em um segundo momento, relacionar esses resultados com as informações detalhadas na Tabela 30, a fim de investigar as possíveis causas das inconsistências observadas. A ênfase da análise será dada aos casos de *underfit*, pois indicam respostas inesperadas e inconsistentes com o modelo, refletindo erros, ruídos ou falta de padronização no processo — aspectos que podem comprometer a qualidade dos dados. Já o *overfit*, indica respostas excessivamente previsíveis, apontando para um comportamento uniforme em resposta ao seu estímulo, com dificuldade do operador em itens identificados como mais difíceis e, assim, possibilitando a elaboração de estratégias preventivas eficazes.

A versão completa desta tabela, contendo todos os operadores e escolas, é apresentada no Apêndice A.

Tabela 29 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (*Infit* e *Outfit*, Zstd e *Mean-square*) – Escola A

Entry Measures	t Infit Zstd	Infit Mean-square	t Outfit Zstd	Outfit Mean-square	S.E.	Labels	Operador	Escola
1	-0,5	0,16	1,02	0,13	0,71	E1OP1001	OP1	Escola A
2	0,03	-0,05	0,95	0,26	0,75	E1OP1002	OP1	Escola A
3	4,28	3,23	9,9	3,33	2,57	E1OP1003	OP1	Escola A

A Tabela 30, representa a resposta que o modelo Rasch prevê como a mais provável para cada operador em relação a um item, com base na relação entre a habilidade estimada do operador (*measure* da pessoa) e a dificuldade estimada do item (*measure* do item). Quando a habilidade do operador é significativamente superior à dificuldade do item, o modelo espera um acerto (valor 1). Quando a habilidade é inferior à dificuldade, espera-se um erro (valor 0). Esse valor previsto funciona como um “cenário base” para avaliação das respostas reais. A comparação entre a resposta observada (*Observed*) e a resposta mais provável (*Most Expected Response*) é fundamental para entender a origem dos resíduos apresentados na tabela. Diferenças recorrentes entre o observado e o esperado podem indicar padrões de *underfit* (respostas inconsistentes ou aleatórias) ou *overfit* (respostas excessivamente previsíveis), auxiliando na identificação de comportamentos que fogem ao padrão esperado pelo modelo.

Tabela 30 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (*Observed, Expected, Residual, Standardized Residual e Measure Difference*) – Escola A

<i>Data</i>	<i>Observed</i>	<i>Expected</i>	<i>Residual</i>	<i>ST. RES.</i>	<i>Item</i>	<i>Person</i>	<i>Item</i>	<i>Person</i>	<i>Escola</i>
0	0	.69	-.69	-1.51	29	1	4511 Identificar CNPJ	E1OP1001	Escola A
0	0	.58	-.58	-1.19	6	1	29 Identificar CNPJ	E1OP1001	Escola A
1	1	.42	.58	1.17	10	1	2023 Identificar CNPJ	E1OP1001	Escola A
1	1	.49	.51	1.01	26	1	2939 Identificar alterações	E1OP1001	Escola A
0	0	.79	-.79	-1.97	29	2	4511 Identificar CNPJ	E1OP1002	Escola A
0	0	.62	-.62	-1.29	23	2	2930 Conhecer regra aprendizagem	E1OP1002	Escola A
1	1	.55	.45	.90	10	2	2023 Identificar CNPJ	E1OP1002	Escola A
1	1	.62	.38	.78	26	2	2939 Identificar alterações	E1OP1002	Escola A
0	0	.99	-.99	-10.79	26	3	2939 Identificar alterações	E1OP1003	Escola A
1	1	.08	.92	3.43	5	3	274 Identificar nacionalidade	E1OP1003	Escola A

Na Tabela 30, a coluna *Observed* apresenta a resposta do operador (0 errado e 1 certo), a coluna *Expected (Most Expected Responses)* indica a probabilidade calculada pelo modelo Rasch de que um operador acerte determinado item, considerando a diferença entre sua habilidade estimada (*measure* da pessoa) e a dificuldade estimada do item (*measure* do item). Quando essa probabilidade está próxima de 1 (por exemplo, 0,99), o modelo “espera” praticamente um acerto; quando está próxima de 0 (por exemplo, 0,08), espera-se quase com certeza um erro; e valores intermediários indicam situações em que o acerto ou erro são mais incertos.

A interpretação desses desvios é fortalecida pela análise do Resíduo Padronizado (ST. RES.), que representa a magnitude da diferença entre a resposta observada e a probabilidade prevista pelo modelo, ajustada pela variabilidade esperada. De acordo com a literatura (Bond; Fox, 2015; Boone; Staver; Yale, 2014), a identificação de inconsistências na Tabela 30 deve se basear principalmente nesse indicador. Valores de ST. RES. superiores a +2,0 ou inferiores a -2,0 indicam desvios estatisticamente significativos entre o resultado observado e o previsto. Valores positivos elevados de ST.RES indicam acertos inesperados, enquanto valores negativos elevados indicam erros inesperados. Tais desvios podem estar associados a padrões de *underfit* (respostas inconsistentes) ou *overfit* (respostas excessivamente previsíveis).

Podemos observar isso em alguns casos da Tabela 30:

- Exemplo 1 – Caso previsível de acerto: na linha em que o operador E1OP1003 respondeu ao item 274 – Identificar nacionalidade, o valor *Expected* é 0,08, indicando que o modelo esperava um erro (baixa probabilidade de acerto). No entanto, o operador respondeu corretamente (*Observed* = 1), gerando um Residual positivo (+0,92) e um *Standardized Residual* alto (+3,43), sugerindo que este acerto foi atípico para o padrão previsto.
- Exemplo 2 – Caso previsível de erro: na linha referente ao operador E1OP1003 no item 2939 – Identificar alterações, o *Expected* é 0,99, ou seja, o modelo praticamente “garantia” que o operador acertaria. No entanto, a resposta foi incorreta (*Observed* = 0), o que gerou um Residual

muito negativo (-0,99) e um *Standardized Residual* extremamente elevado (-10,79), caracterizando um desvio crítico.

- Exemplo 3 – Situação intermediária: no caso do operador E1OP1001 no item 29 – Identificar CNPJ, o *Expected* é 0,58, indicando que havia cerca de 58 % de probabilidade de acerto. O operador respondeu incorretamente (*Observed* = 0), gerando um Residual de -0,58, mas com *Standardized Residual* moderado (-1,19), que, embora fora do centro, não é tão extremo quanto os exemplos anteriores.

A Tabela de Análise dos Resíduos por Operador e Item foi apresentada de forma completa apenas para a Escola A, com o objetivo de ilustrar de maneira detalhada o conceito e o procedimento adotados na verificação de inconsistências pelo modelo Rasch. Essa apresentação integral permite ao leitor compreender a lógica de comparação entre as respostas observadas (*Observed*), as probabilidades previstas (*Expected*), os resíduos brutos (Residual), os resíduos padronizados (ST. RES.). Para as demais escolas, visando maior objetividade na exposição dos resultados, serão apresentadas apenas as situações em que o resíduo padronizado (ST. RES.) indicar *underfit* ou *overfit* — ou seja, valores acima de +2,0 ou abaixo de -2,0. Dessa forma, o foco recairá sobre os casos mais relevantes para interpretação e tomada de decisão, sem perder de vista a comparabilidade entre as escolas. Os dados completos de todas as escolas, incluindo todas as observações da análise de resíduos por operador e item, estarão disponíveis no Apêndice B, permitindo a consulta integral para fins de transparência e aprofundamento técnico.

A análise dos operadores da Escola A conforme gráficos (Figura 30, Figura 31, Figura 32 e Figura 33) de *Infit* e *Outfit* (*Mean-square* e *Zstd*) que a maior parte dos registros — representada pelo ponto com 51 ocorrências — está situada dentro da faixa de ajuste ideal (*Mean-square* entre 0,5 e 1,5 e *Zstd* entre -2 e +2), evidenciando consistência nas respostas e alinhamento ao esperado pelo modelo Rasch. Entretanto, analisando a Tabela 30, especificamente nos casos em que o resíduo padronizado (ST. RES.) apresenta valores superiores a +2,0, é possível identificar a Pessoa E1OP1003 como um ponto de atenção. Essa pessoa apresentou dois registros com ST. RES. elevado, indicando acertos inesperados de acordo com os parâmetros de análise definidos anteriormente. Esse resultado sugere que, para

esses itens, o desempenho observado foi significativamente diferente do previsto pelo modelo Rasch, o que pode refletir respostas não alinhadas ao padrão estatístico esperado, seja por influência de fatores contextuais, procedimentos operacionais específicos ou eventuais interpretações equivocadas das tarefas. O primeiro caso ocorreu no item 274 – Identificar nacionalidade, considerado de alta dificuldade e para o qual o modelo previa erro, mas o operador apresentou um acerto inesperado. Já no item 2939 – Identificar alterações, classificado como de menor dificuldade, o modelo previa acerto, porém o operador errou a tarefa. Esses resultados suscitam questionamentos sobre as circunstâncias operacionais que podem ter levado a esse padrão discrepante.

Para entender o contexto operacional foram obtidas informações a partir de conversas com o operador responsável pelos registros na Escola A. Por questões éticas e de sigilo, a identidade desse profissional será preservada. A partir desse diálogo, foi possível compreender junto ao operador responsável as inconsistências observadas. Escola A atende majoritariamente cursos corporativos dentro de empresas e foras de suas instalações, e os processos de matrícula nestas escolas externas não são realizados diretamente no sistema, mas por meio de fichas físicas preenchidas no local e lançadas posteriormente na sede. Esse procedimento pode introduzir erros de transcrição, atrasos no lançamento ou omissões parciais de dados, impactando diretamente a consistência das respostas e, por consequência, os indicadores de ajuste psicométrico. No caso da Pessoa E1OP1003, esse contexto ajuda a compreender a ocorrência simultânea de um acerto inesperado em um item de alta dificuldade (274 – Identificar nacionalidade) e um erro inesperado em um item de baixa dificuldade (2939 – Identificar alterações). Essas respostas contraditórias certamente tiveram origem em falhas de conferência no momento da transcrição, preenchimento incompleto ou incorreto das fichas, ou até na inserção apressada de dados sem a devida verificação. Somado a isso, a alta rotatividade de operadores a cada dois anos compromete o domínio e a padronização das rotinas de matrícula, especialmente quando parte dos registros analisados pertence a operadores com pouco tempo de atuação ou número reduzido de registros.

As figuras (Figura 33, Figura 34, Figura 35 e Figura 36) e tabelas (Tabela 31, Tabela 32 e Tabela 33) apresentam os resultados da análise de consistência de respostas de operador para a **Escola B**.

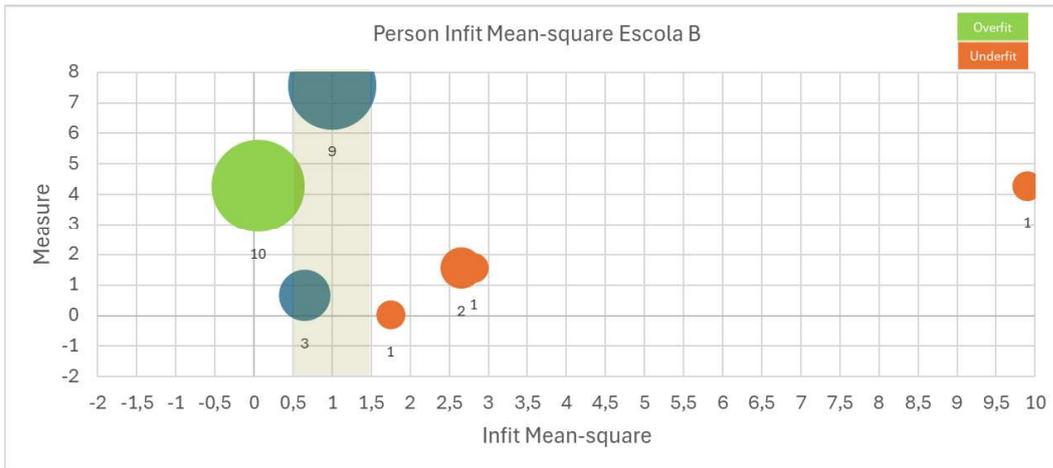


Figura 33 – Análise de *Infit Mean-square* – Operadores da Escola B

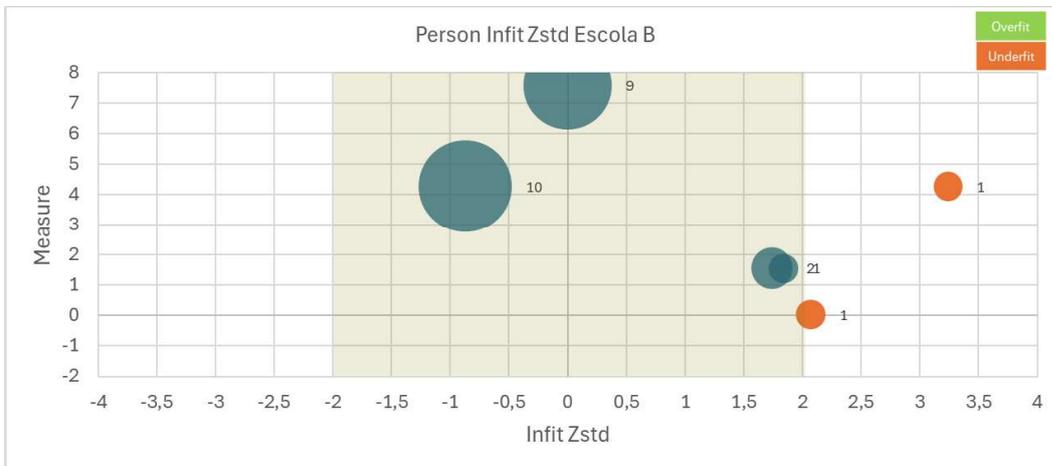


Figura 34 – Análise de *Infit Zstd* – Operadores da Escola B

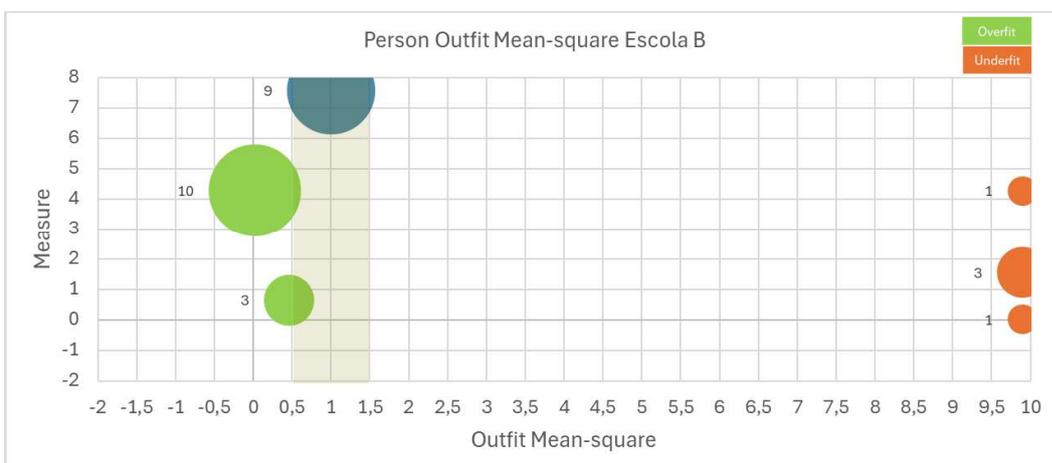


Figura 35 – Análise de *Outfit Mean-square* – Operadores da Escola B

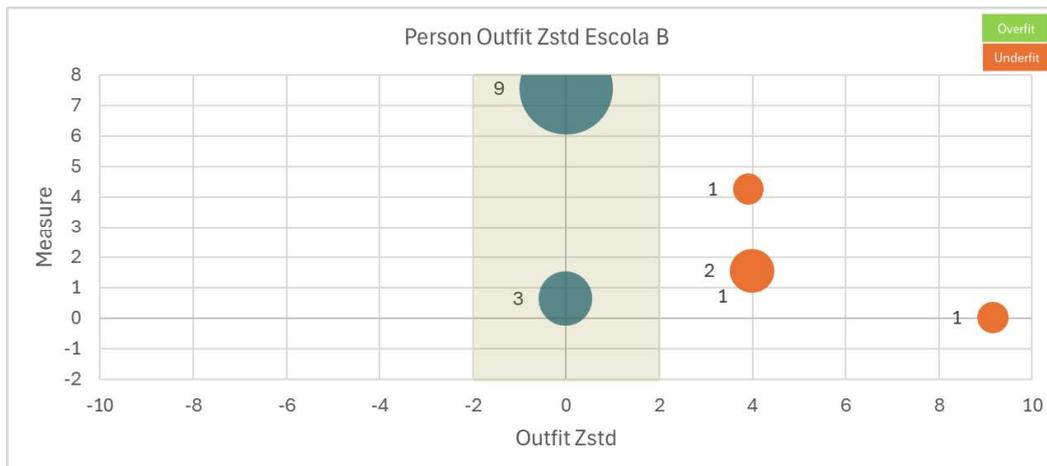


Figura 36 – Análise de *Outfit Zstd* – Operadores da Escola B

Tabela 31– Análise de Consistência dos Operadores segundo *Infit* e *Outfit* (Zstd e *Mean-square*) – Escola B

t <i>Infit Zstd</i>	Measures	Pessoas	t <i>Outfit Zstd</i>	Measures	Pessoas
-0,87	4,28	10	-1,11		10
-0,7		3	-0,01	0,66	3
0	7,58	9	0	7,58	9
1,74	1,56	2	3,91	4,28	1
1,84	1,56	1	3,99	1,56	2
2,07	0,03	1	4,05	1,56	1
3,24	4,28	1	9,16	0,03	1

<i>Infit Mean-square</i>	Measures	Pessoas	<i>Outfit Mean-square</i>	Measures	Pessoas
0,05	4,28	10	0,02	4,28	10
0,65	0,66	3	0,46	0,66	3
1	7,58	9	1	7,58	9
1,75	0,03	1	9,9	0,03	1
2,65	1,56	2	9,9	1,56	3
2,81	1,56	1	9,9	4,28	1
9,9	4,28	1	0,02	4,28	10

Tabela 32 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (*Infit* e *Outfit*, Zstd e *Mean-square*) – Escola B

Entry	Measures	t <i>Infit Zstd</i>	<i>Infit Mean-square</i>	t <i>Outfit Zstd</i>	<i>Outfit Mean-square</i>	S.E.	Labels	Operador
57	1,56	1,74	2,65	3,99	9,9	1,09	E2OP2057	OP2
59	1,56	1,74	2,65	3,99	9,9	1,09	E2OP2059	OP2
60	0,03	2,07	1,75	9,16	9,9	0,75	E2OP2060	OP2
61	1,56	1,84	2,81	4,05	9,9	1,09	E2OP2061	OP2
62	4,28	3,24	9,9	3,91	9,9	2,57	E2OP2062	OP2

Tabela 33 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (*Observed, Expected, Residual, Standardized Residual e Measure Difference*) – Escola B

<i>Data</i>	<i>Observed</i>	<i>Expected</i>	<i>Residual</i>	<i>ST. RES.</i>	<i>Item</i>	<i>Person</i>	<i>Item</i>	<i>Person</i>
1	1	.01	.99	13.38	5	57	274 Identificar nacionalidade	E2OP2057
0	0	.85	-.85	-2.39	10	57	2023 Identificar CNPJ	E2OP2057
1	1	.01	.99	13.38	5	59	274 Identificar nacionalidade	E2OP2059
0	0	.85	-.85	-2.39	10	59	2023 Identificar CNPJ	E2OP2059
1	1	.00	1.00	28.72	5	60	274 Identificar nacionalidade	E2OP2060
1	1	.01	.99	13.38	5	61	274 Identificar nacionalidade	E2OP2061
0	0	.92	-.92	-3.32	22	61	2922 Identificar CPF	E2OP2061
0	0	.99	-.99	-12.95	6	62	29 Identificar CNPJ	E2OP2062
1	1	.08	.92	3.43	5	62	274 Identificar nacionalidade	E2OP2062

A análise dos operadores da Escola B, conforme os gráficos (Figura 33, Figura 34, Figura 35, Figura 36 e Tabela 31) de *Infit* e *Outfit* (*Mean-square* e *Zstd*), mostra que parte significativa dos registros se encontra dentro da faixa de ajuste ideal (*Mean-square* entre 0,5 e 1,5 e *Zstd* entre -2 e +2), evidenciando consistência nas respostas de diversos operadores e alinhamento geral com as expectativas do modelo Rasch. No entanto, a leitura combinada com a

Tabela 32 e Tabela 33 – revela casos específicos que merecem atenção, especialmente quando o resíduo padronizado (ST. RES.) ultrapassa +2,0 ou -2,0, indicando desvios estatisticamente significativos entre o desempenho observado e o previsto pelo modelo. Nessa escola, chamam atenção os registros identificados pelos *labels* E2OP2057, E2OP2059, E2OP2060, E2OP2061 e E2OP2062, todos apresentando ST. RES. elevado. Esses resultados indicam que, naquele momento específico, estas matrículas realizadas por este operador apresentaram respostas discrepantes em relação ao padrão esperado pelo modelo Rasch. Entre os casos mais evidentes, observa-se o caso do item 274 – Identificar nacionalidade, considerado de alta dificuldade e para o qual a probabilidade de acerto prevista era muito baixa, resultando em acertos inesperados em várias dessas matrículas. Em contrapartida, também houve erros inesperados em itens de baixa dificuldade e alta previsibilidade de acerto, como o item 29 – Identificar CNPJ, o que caracteriza *underfit*.

Esse diagnóstico é coerente com o contexto institucional da escola, conforme relato obtido em conversa privada com o operador responsável, cuja identidade também será preservada por questões de sigilo ético. A partir dessas conversas foi identificado que no caso do item 274, embora o campo para preenchimento de

informação sobre a nacionalidade seja formalmente obrigatório no sistema, observou-se que essa informação nem sempre está disponível no momento inicial da matrícula, sendo muitas vezes coletada apenas em etapas posteriores do atendimento. Além disso, a introdução relativamente recente desse requisito no fluxo operacional não foi acompanhada, à época, por uma padronização clara nas comunicações institucionais. Essa lacuna pode ter gerado interpretações distintas sobre o momento e a obrigatoriedade do registro, contribuindo para a inconsistência nos dados e para a elevação do nível de dificuldade percebido pelos operadores. Na Escola B, a situação se agravou pela ausência de um fluxo formalizado para a obtenção prévia dessa informação.

Já em relação ao item 29 – Identificar CNPJ, o operador aponta uma disparidade operacional importante. Em outras escolas da rede, a informação sobre o CNPJ do responsável financeiro encontra-se integrada a sistemas auxiliares ou é previamente conhecida, tornando o preenchimento mais simples e confiável. No entanto, na Escola B, identificou-se que a definição de quem figura como responsável financeiro nem sempre é clara, especialmente em casos de contratos com múltiplas empresas envolvidas, alterações recentes nos dados cadastrais ou ausência de confirmação formal no ato da matrícula. Soma-se a isso a possibilidade de confusão por parte dos operadores entre a empresa empregadora do aluno e aquela que efetivamente assume a responsabilidade financeira pelo pagamento do curso, o que pode comprometer a consistência dos registros. O resultado disso é um comportamento estatístico instável.

As figuras (Figura 37, Figura 38, Figura 39 e Figura 40) e tabelas (Tabela 34, Tabela 35 e Tabela 36) apresentam os resultados da análise de consistência de respostas de operador para a **Escola C**.

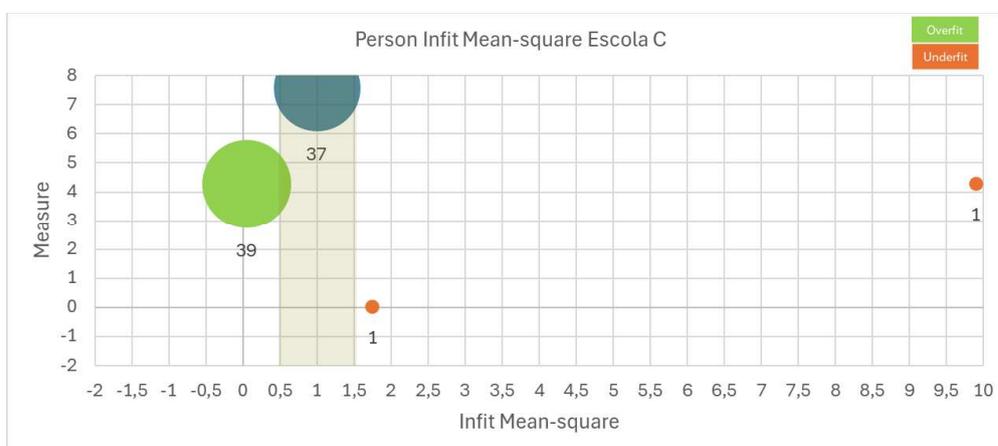


Figura 37 – Análise de *Infit Mean-square* – Operadores da Escola C

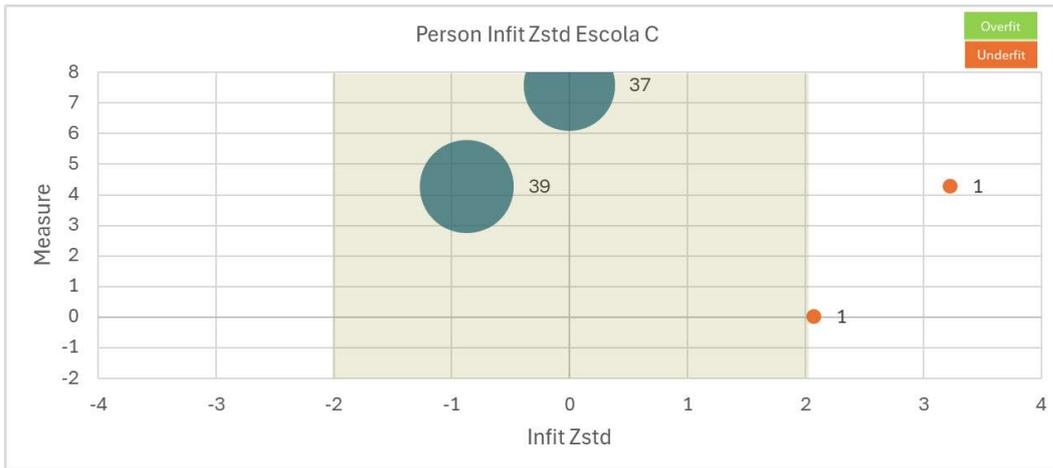


Figura 38 – Análise de *Infit Zstd* – Operadores da Escola C

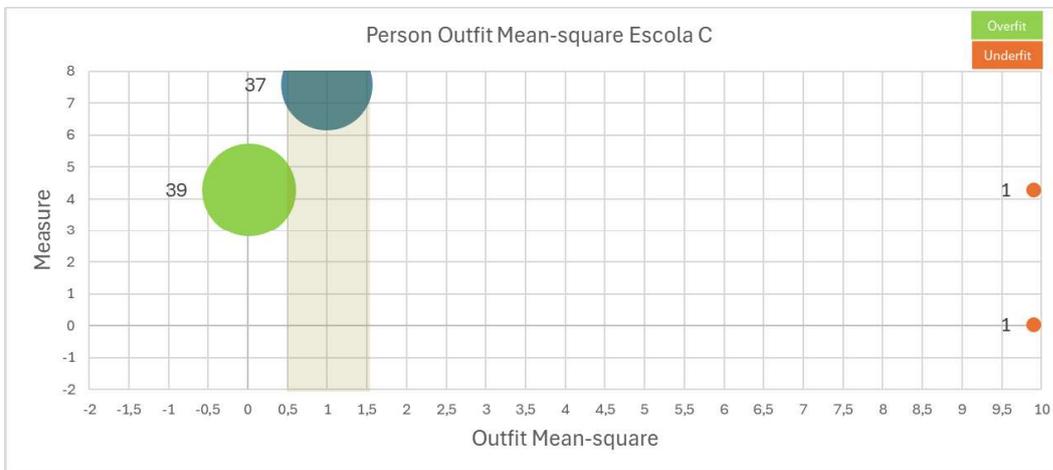


Figura 39 – Análise de *Outfit Mean-square* – Operadores da Escola C

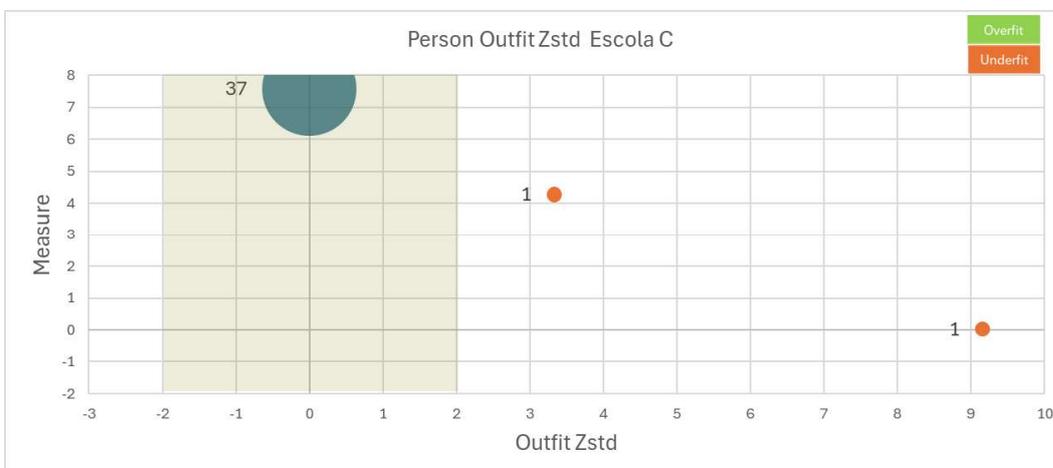


Figura 40 – Análise de *Outfit Zstd* – Operadores da Escola C

Tabela 34 – Análise de Consistência dos Operadores segundo *Infit* e *Outfit* (Zstd e *Mean-square*) – Escola C

<i>t Infit Zstd</i>	<i>Measures</i>	<i>Pessoas</i>	<i>t Outfit Zstd</i>	<i>Measures</i>	<i>Pessoas</i>
-0,87	4,28	39	-1,11		39
0	7,58	37	0	7,58	37
2,07	0,03	1	3,33	4,28	1
3,23	4,28	1	9,16	0,03	1

<i>Infit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>Pessoas</i>	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>Measures</i>	<i>Pessoas</i>
0,05	4,28	39	0,02	4,28	39
1	7,58	37	1	7,58	37
1,75	0,03	1	9,9	0,03	1
9,9	4,28	1	9,9	4,28	1

Tabela 35 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (*Infit* e *Outfit*, Zstd e *Mean-square*) – Escola C

<i>Entry</i>	<i>Measures</i>	<i>t Infit Zstd</i>	<i>Infit Mean-square</i>	<i>t Outfit Zstd</i>	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>S.E.</i>	<i>Labels</i>	<i>Operador</i>
82	4,28	3,23	9,9	3,33	9,9	2,57	E3OP3082	OP3
83	0,03	2,07	1,75	9,16	9,9	0,75	E3OP3083	OP3

Tabela 36 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (*Observed*, *Expected*, *Residual*, *Standardized Residual* e *Measure Difference*) – Escola C

<i>Data</i>	<i>Observed</i>	<i>Expceted</i>	<i>Residual</i>	<i>ST. RES.</i>	<i>Measdiff</i>	<i>Item</i>	<i>Person</i>	<i>Item</i>	<i>Person</i>
0	0	.99	-.99	-10.79	4.76	26	82	2939 Identificar alterações	E3OP3082
1	1	.08	.92	3.43	-2.47	5	82	274 Identificar nacionalidade	E3OP3082
1	1	.00	1.00	28.72	-6.72	5	83	274 Identificar nacionalidade	E3OP3083
0	0	.79	-.79	-1.97	1.36	28	83	4509 Identificar alterações	E3OP3083
0	0	.71	-.71	-1.55	.87	22	83	2922 Identificar CPF	E3OP3083
0	0	.62	-.62	-1.29	.51	23	83	2930 Conhecer regra aprendizagem	E3OP3083
1	1	.55	.45	.90	.21	10	83	2023 Identificar CNPJ	E3OP3083
1	1	.62	.38	.78	.51	26	83	2939 Identificar alterações	E3OP3083
0	0	.31	-.31	-.67	-.81	27	83	3001 Identificar carga horaria	E3OP3083

A análise dos operadores da Escola C, com base nos gráficos (Figura 37, Figura 38, Figura 39, Figura 40 e Tabela 34) de *Infit* e *Outfit* (*Mean-square* e Zstd), revela que a maior parte dos registros — representada por dois grandes agrupamentos de operadores (37 e 39 ocorrências) — encontra-se dentro da faixa de ajuste ideal (*Mean-square* entre 0,5 e 1,5 e Zstd entre -2 e +2), evidenciando consistência nas respostas e alinhamento com as expectativas do modelo Rasch.

Entretanto, a Tabela 35 identifica dois registros de matrícula (E3OP3082 e E3OP3083) associados ao mesmo operador que apresentam valores de *Infit* e *Outfit* com MnSq muito acima de 1,5 e Zstd superiores a +2, caracterizando *underfit* severo.

A análise detalhada na Tabela 36 mostra que, para a matrícula E3OP3082, o resíduo padronizado (ST. RES.) foi elevado no item 274 – Identificar nacionalidade (3,43), indicando um acerto inesperado para um item considerado difícil, e extremamente elevado para o item 2939 – Identificar alterações (-10,79), indicando um erro inesperado para um item de baixa dificuldade. Já na matrícula E3OP3083, observam-se valores ainda mais extremos: 28,72 no item 274 – Identificar nacionalidade (acerto inesperado) e -12,95 no item 2922 – Identificar CPF (erro inesperado), além de inconsistências em outros itens, como 4509 – Identificar alterações e 2939 – Identificar alterações.

O operador da Escola C apontou que o padrão de respostas contraditórias — acertar itens difíceis e errar itens fáceis — pode estar relacionado a fatores contextuais ou operacionais no momento do registro da matrícula, como preenchimento apressado ou desatenção durante a execução, confusão na identificação das tarefas correspondentes aos itens, registro realizado por terceiros ou com base em informações incompletas e até mesmo o uso de dados provisórios ou incorretos para a conclusão do processo. Esse contexto foi reforçado a partir de conversa com outros operadores da unidade, que relataram que existem momentos de pico de demanda ou acúmulo de funções administrativas, o que pode comprometer a atenção aos detalhes e a consistência no registro das informações, contribuindo para os desvios identificados na análise.

As figuras (Figura 41, Figura 42, Figura 43 e Figura 44) e tabelas (Tabela 37, Tabela 38 e Tabela 39) apresentam os resultados da análise de consistência de respostas de operador para a **Escola D**.

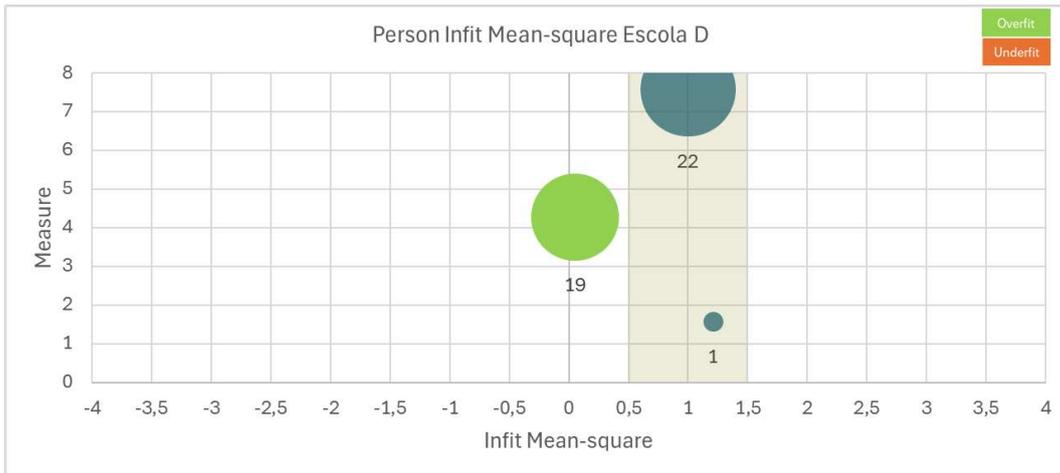


Figura 41 – Análise de *Infit Mean-square* – Operadores da Escola D

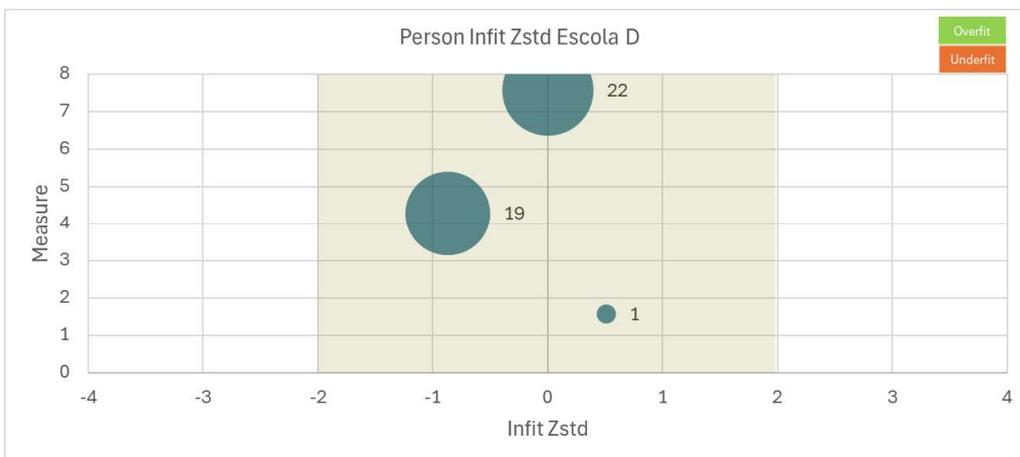


Figura 42 – Análise de *Infit Zstd* – Operadores da Escola D

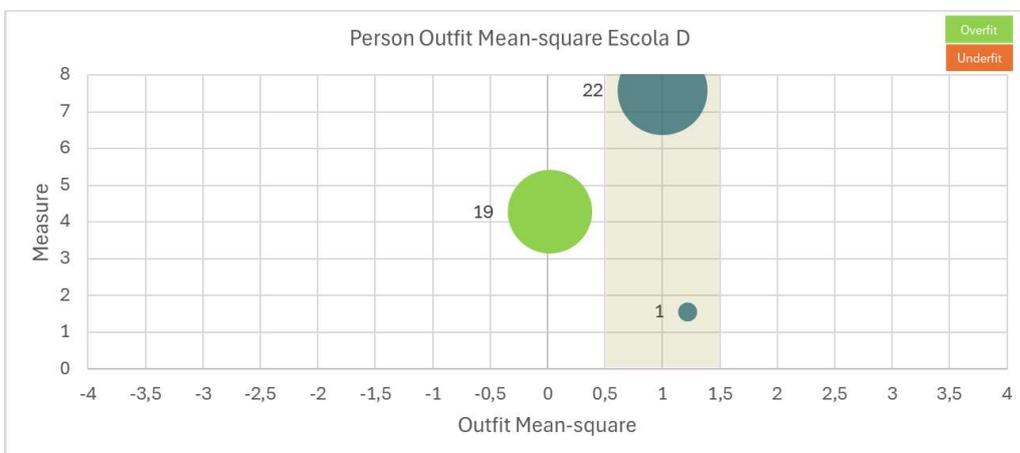


Figura 43 – Análise de *Outfit Mean-square* – Operadores da Escola D

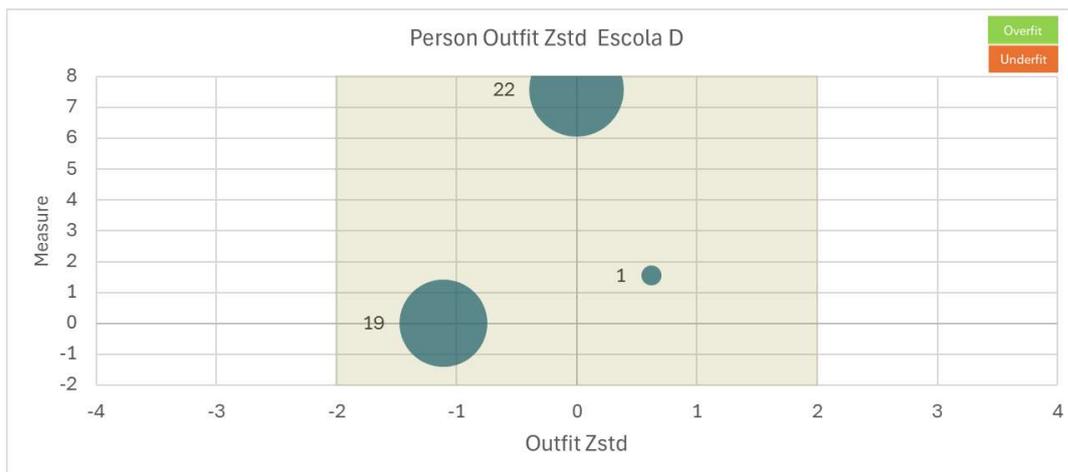


Figura 44 – Análise de *Outfit Zstd* – Operadores da Escola D

Tabela 37 – Análise de Consistência dos Operadores segundo *Infit* e *Outfit* (Zstd e *Mean-square*) – Escola D

t <i>Infit</i> Zstd	Measures	Pessoas	t <i>Outfit</i> Zstd	Measures	Pessoas
-0,87	4,28	19	-1,11		19
0	7,58	22	0	7,58	22
0,51	1,56	1	0,62	1,56	1

<i>Infit</i> Mean-square	Measures	Pessoas	<i>Outfit</i> Mean-square	Measures	Pessoas
0,05	4,28	19	0,02	4,28	19
1	7,58	22	1	7,58	22
1,21	1,56	1	1,22	1,56	1

Tabela 38 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (*Infit* e *Outfit*, Zstd e *Mean-square*) – Escola Niterói

Entry	Measures	t <i>Infit</i> Zstd	<i>Infit</i> Mean-square	t <i>Outfit</i> Zstd	<i>Outfit</i> Mean-square	S.E.	Labels
160	1,56	0,51	1,21	0,62	1,22	1,09	E4OP4160

Tabela 39 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (*Observed*, *Expected*, *Residual*, *Standardized Residual* e *Measure Difference*) – Escola D

Data	Observed	Expected	Residual	ST. RES.	Measdiff	Item	Person	Item	Person	Escola
0	0	.92	-.92	-3.32	2.40	6	160	²⁹ Identificar CNPJ	E4OP4160	Escola D

A análise dos operadores da Escola D, conforme os gráficos (Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44 e Tabela 37) de *Infit* e *Outfit* (*Mean-square* e Zstd), evidencia que todos os registros se encontram dentro ou próximos da faixa de ajuste ideal definida pelo modelo Rasch (*Mean-square* entre 0,5 e 1,5 e Zstd entre -2 e +2), não havendo ocorrência de casos de *underfit*. Essa característica diferencia a

escola das demais analisadas, nas quais a atenção principal foi voltada para desvios do tipo *underfit*, por apresentarem maior potencial de comprometimento da validade da medida. Entretanto, visando manter a consistência metodológica entre as escolas, optou-se por investigar os casos de *overfit* observados. Embora o *overfit*, caracterizado por respostas excessivamente previsíveis, costume indicar baixa variabilidade nas respostas e possível redundância nos itens, ele também pode fornecer indícios de padrões operacionais específicos ou de baixa discriminação entre níveis de habilidade. Nas Tabela 38 e Tabela 39, observa-se que o registro associado à matrícula E4OP4160 apresentou valores de resíduo padronizado (ST. RES.) bem negativo para o item 29 – Identificar CNPJ, o que indica acertos consistentes e alinhados às expectativas do modelo, mas com baixa capacidade de diferenciar o desempenho do operador em relação aos demais. Apesar de não configurar inconsistência crítica, essa situação merece registro por refletir um padrão de resposta que, embora correto, contribui pouco para a precisão do instrumento de avaliação.

Em um diagnóstico elaborado também a partir de conversa com o operador da escola, que acrescentou elementos importantes para compreender o cenário. Segundo o relato, até o ano anterior a unidade da Escola D era responsável também pelo atendimento aos municípios do entorno, o que exigia esforços adicionais de coordenação, logística e flexibilidade nos registros de matrícula. A ausência de desvios mesmo nesse contexto reforça a maturidade técnica da equipe. Além disso, a cultura de cooperação e treinamento entre colegas parece ter contribuído para a homogeneidade dos resultados, tornando a Escola D uma referência de estabilidade no uso do sistema de gestão de matrículas. Os dados indicam que os processos estão bem internalizados, supervisionados e aplicados com rigor técnico, tornando a unidade uma fonte segura e consistente de dados para as análises do modelo Rasch.

As figuras (Figura 45, Figura 46, Figura 47 e Figura 48) e tabelas (Tabela 40, Tabela 41 e Tabela 42) apresentam os resultados da análise de consistência de respostas de operador para a **Escola E**.

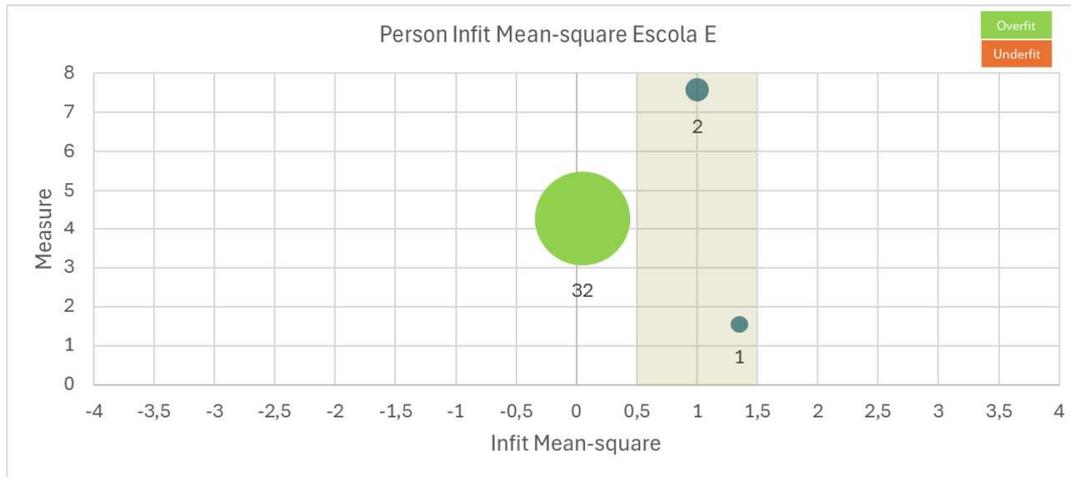


Figura 45 – Análise de *Infit Mean-square* – Operadores da Escola E

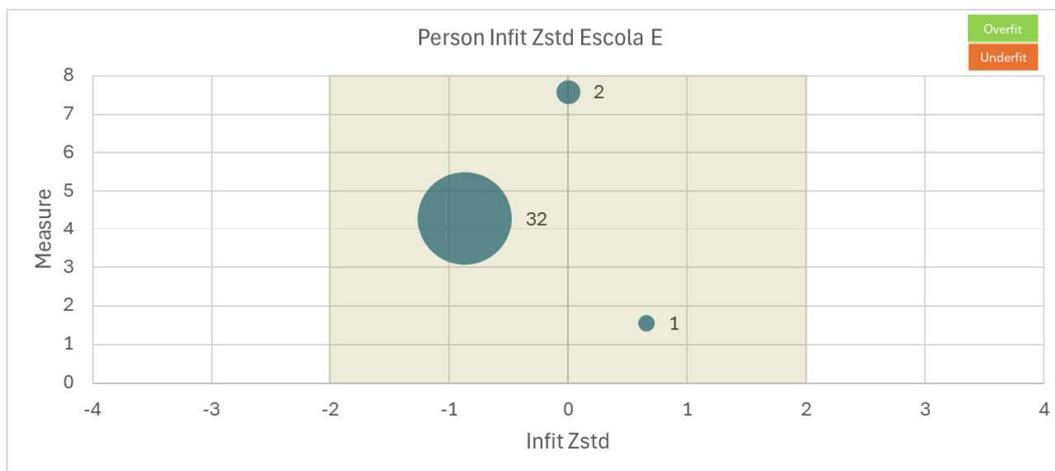


Figura 46 – Análise de *Infit Zstd* – Operadores da Escola E

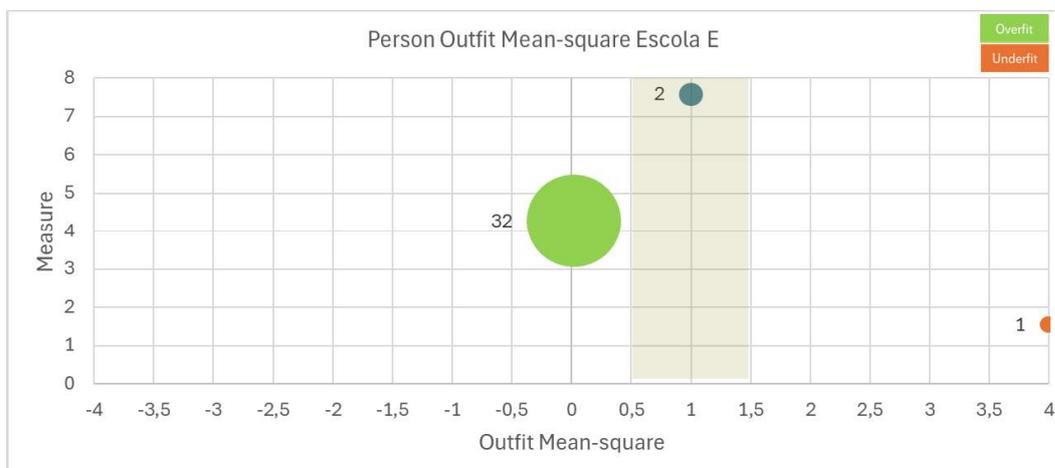


Figura 47 – Análise de *Outfit Mean-square* – Operadores da Escola E

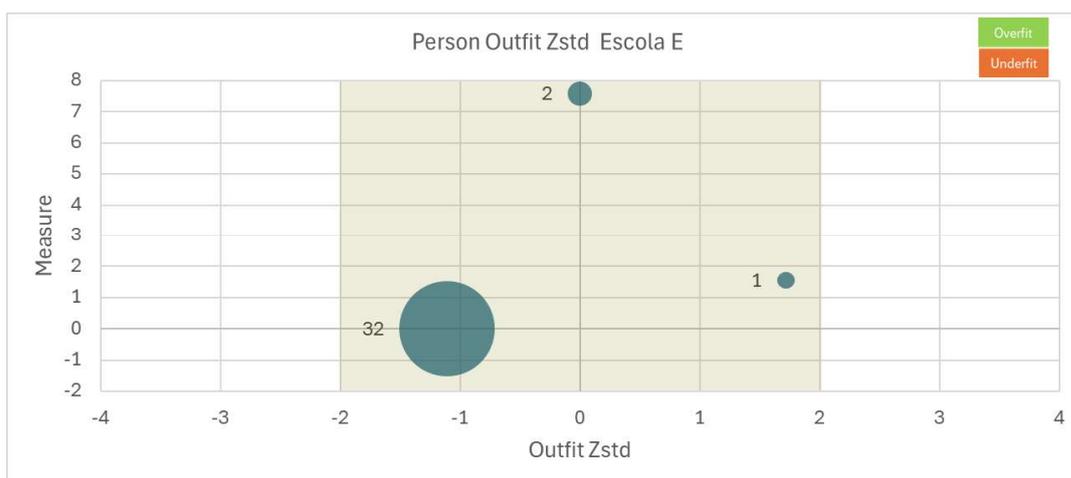


Figura 48 – Análise de *Outfit Zstd* – Operadores da Escola E

Tabela 40 – Análise de Consistência dos Operadores segundo *Infit* e *Outfit* (*Zstd* e *Mean-square*) – Escola E

t Infit Zstd	Measures	Pessoas	t Outfit Zstd	Measures	Pessoas
-0,87	4,28	32	-1,11		32
0	7,58	2	0	7,58	2
0,66	1,56	1	1,72	1,56	1

Infit Mean-square	Measures	Pessoas	Outfit Mean-square	Measures	Pessoas
0,05	4,28	32	0,02	4,28	32
1	7,58	2	1	7,58	2
1,35	1,56	1	3,99	1,56	1

Tabela 41 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (*Infit* e *Outfit*, *Zstd* e *Mean-square*) – Escola E

Data	Observed	Expected	Residual	ST. RES.	Item	Person	Item	Person
0	0	.97	-.97	-6.22	4	236	273 Classificar financiamento	E5OP5236

Tabela 42 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (*Observed*, *Expected*, *Residual*, *Standardized Residual* e *Measure Difference*) – Escola E

Data	Observed	Expected	Residual	ST. RES.	Measdiff	Item	Person	Item	Person	Escola
0	0	.97	-.97	-6.22	3.66	4	236	273 Classificar financiamento	E5OP5236	Escola E

A análise das figuras (Figura 45, Figura 46, Figura 47 e Figura 48) e Tabela 40 aponta que a Escola E apresenta uma característica semelhante à observada na Escola D: não foram identificados casos de *underfit* entre os operadores, havendo apenas registros de *overfit*. Essa situação difere das análises anteriores, que focavam prioritariamente no *underfit* por sua relevância na identificação de

inconsistências operacionais. No entanto, optou-se por realizar a análise mesmo assim, a fim de não deixar a escola sem avaliação e para registrar o padrão observado.

O caso identificado nas Tabela 41 e Tabela 42 — referente à matrícula E5OP5236 — apresenta respostas excessivamente previsíveis, sem desvios significativos em relação ao esperado pelo modelo Rasch, mas que ainda assim revelam padrões de registro que merecem acompanhamento. De acordo com informações obtidas em conversa com o operador da escola, os processos de matrícula na Escola E seguem um fluxo consolidado, com forte padronização e supervisão interna, o que pode explicar a ausência de inconsistências e o predomínio de resultados homogêneos. Essa padronização, embora positiva para a consistência dos dados, também pode reduzir a variabilidade natural das respostas, aproximando-as do padrão ideal do modelo e resultando em indicadores de *overfit*.

A Escola E, assim como a Escola D, caracteriza-se por ser uma das escolas mais consolidadas da rede, tanto em estrutura quanto em equipe. Com um histórico de estabilidade na equipe técnica e de atendimento, a unidade opera com grande volume de registros e atende especialmente às demandas das indústrias do distrito industrial da Escola E, o que configura um perfil técnico-operacional bastante exigente. O perfil industrial da escola pode explicar parte da homogeneidade dos resultados. Em um ambiente com clientes empresariais regulares e processos padronizados, é possível que os operadores lidem com rotinas mais previsíveis, o que tende a produzir respostas mais ajustadas. Além disso, a estabilidade da equipe possibilita a formação contínua e o compartilhamento de conhecimento entre colegas, reforçando a precisão nas tarefas.

As figuras (Figura 49, Figura 50, Figura 51 e Figura 52) e tabelas (Tabela 43, Tabela 44 e Tabela 45) apresentam os resultados da análise de consistência de respostas de operador para a **Escola F**.

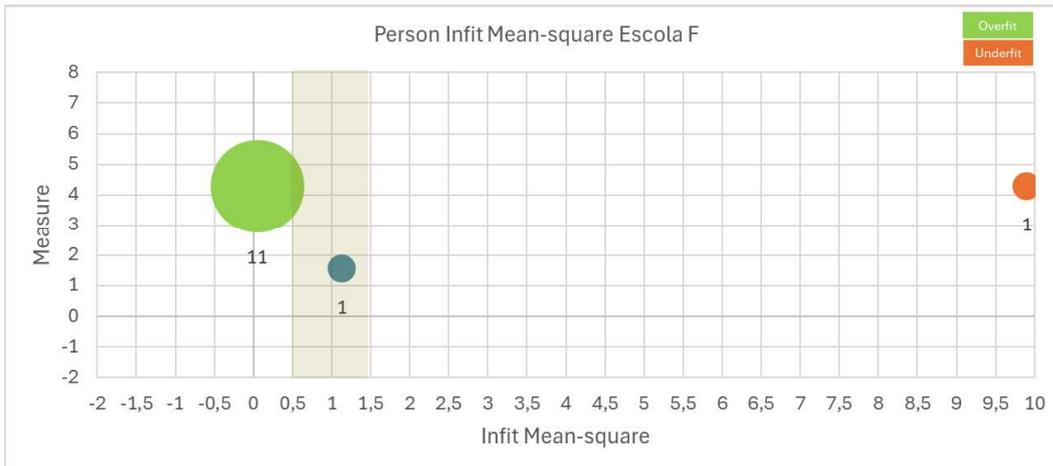


Figura 49 – Análise de *Infit Mean-square* – Operadores da Escola F

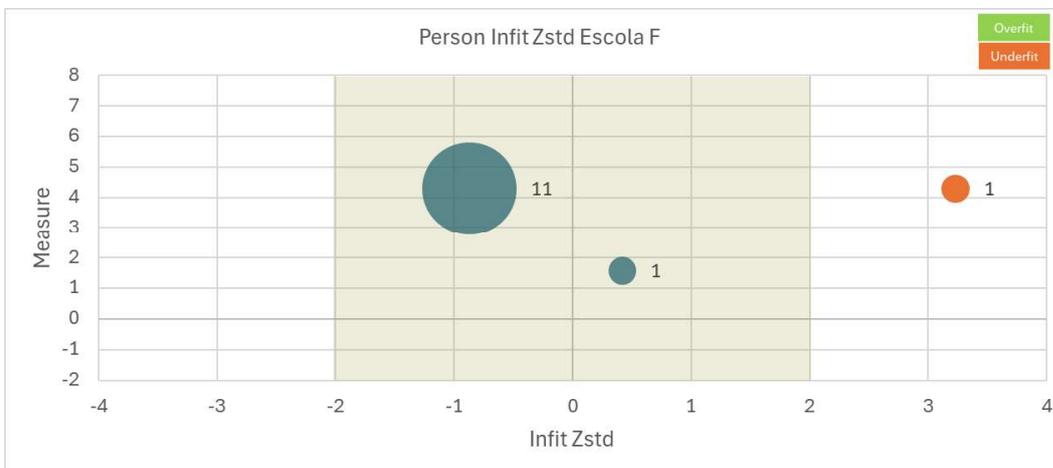


Figura 50 – Análise de *Infit Zstd* – Operadores da Escola F

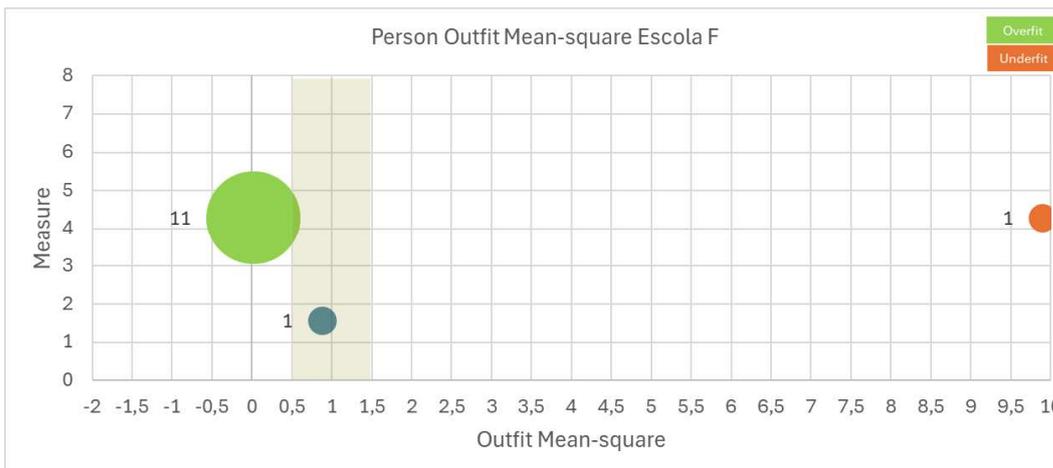


Figura 51 – Análise de *Outfit Mean-square* – Operadores da Escola F

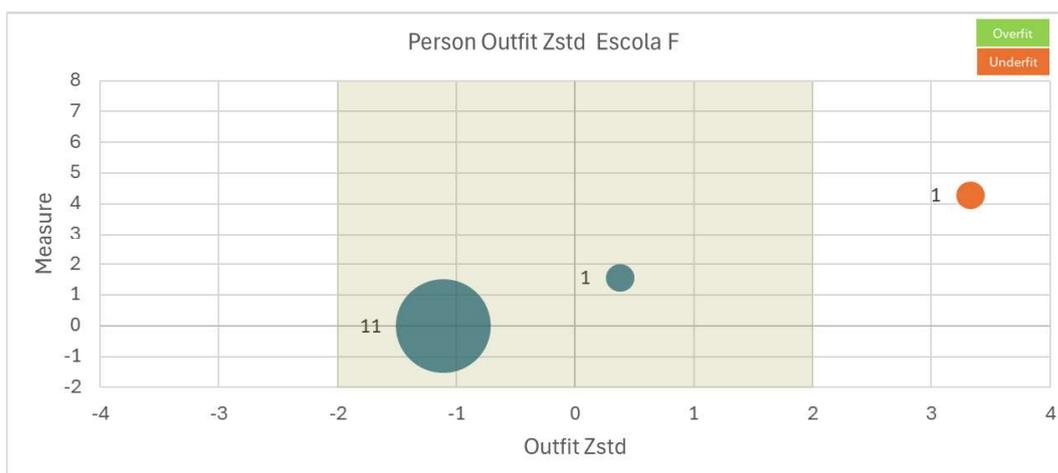


Figura 52 – Análise de *Outfit Zstd* – Operadores da Escola F

Tabela 43 – Análise de Consistência dos Operadores segundo *Infit* e *Outfit* (*Zstd* e *Mean-square*) – Escola F

t <i>Infit Zstd</i>	Measures	Pessoas	t <i>Outfit Zstd</i>	Measures	Pessoas
-0,87	4,28	11	-1,11	4,28	11
0,42	1,56	1	0,38	1,56	1
3,23	4,28	1	3,33	4,28	1

<i>Infit Mean-square</i>	Measures	Pessoas	<i>Outfit Mean-square</i>	Measures	Pessoas
0,05	4,28	11	0,02	4,28	11
1,13	1,56	1	0,88	1,56	1
9,9	4,28	1	9,9	4,28	1

Tabela 44 – Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores (*Infit* e *Outfit*, *Zstd* e *Mean-square*) – Escola F

Entry	Measures	t <i>Infit Zstd</i>	<i>Infit Mean-square</i>	t <i>Outfit Zstd</i>	<i>Outfit Mean-square</i>	S.E.	Labels	Operador
249	4,28	3,23	9,9	3,33	9,9	2,57	E6OP6249	OP6

Tabela 45 – Análise dos Resíduos por Operador e Item (*Observed*, *Expected*, *Residual*, *Standardized Residual* e *Measure Difference*) – Escola F

Data	Observed	Expected	Residual	ST. RES.	Measdiff	Item	Person	Item	Person	Escola
0	0	.99	-.99	-10.79	4.76	26	249	2939 Identificar alterações	E6OP6249	Escola F
1	1	.08	.92	3.43	-2.47	5	249	274 Identificar nacionalidade	E6OP6249	Escola F

A análise das figuras (Figura 49, Figura 50, Figura 51 e Figura 52) e da Tabela 43 com os resultados da Escola F revela a presença de um caso de *underfit* severo (*Infit* e *Outfit Mean-square* = 9,9; *Zstd* acima de +3), associado à matrícula

E6OP6249, o que indica respostas altamente inconsistentes com o modelo Rasch. Essa inconsistência fica mais evidente ao observar as Tabela 44 e Tabela 45, na qual se verifica um padrão contraditório: no item 2939 – Identificar alterações, classificado como fácil (alta probabilidade de acerto), o operador errou; já no item 274 – Identificar nacionalidade, considerado difícil (alta probabilidade de erro), o operador acertou. Esse comportamento sugere problemas operacionais no momento do registro da matrícula, como desatenção, confusão na identificação das tarefas ou até mesmo uso de informações provisórias ou incorretas para concluir o lançamento.

Por fim, também em conversas com o operador da Escola F, ele relatou que o volume elevado de matrículas a serem processadas em curto espaço de tempo, aliado à necessidade de desempenhar simultaneamente outras funções administrativas, pode gerar momentos de sobrecarga nos quais a atenção aos detalhes diminui. Ele explicou que a escola da Escola F, embora tradicional, enfrenta alta rotatividade na equipe de atendimento, muitas vezes impactada por mudanças na gestão e reestruturações internas. Além disso, destacou que o atendimento da escola é compartilhado com outras atividades, o que significa que os operadores não atuam exclusivamente na rotina educacional, mas acumulam tarefas administrativas de diferentes naturezas. Essa condição de multifuncionalidade, segundo o operador, afeta diretamente a atenção, o foco e a continuidade do aprendizado dos processos específicos de registro e operação no sistema, favorecendo a ocorrência de lapsos ou erros operacionais que acabam se manifestando no modelo como *underfit*.

4.5

Unidimensionalidade

O modelo Rasch parte do pressuposto de que todos os itens analisados mensuram um único construto latente — neste caso, a proficiência dos operadores no processo de registro de dados escolares. Esse princípio, denominado unidimensionalidade, garante que a medida construída seja válida e interprete corretamente aquilo que se propõe avaliar. Para verificar esse pressuposto, empregou-se a Análise de Componentes Principais dos Resíduos (PCAR), a partir da saída “Table 23.0” do *Bond&FoxSteps* (Tabela 46). Nessa abordagem, após a retirada da dimensão principal (medidas Rasch), examinam-se a variância residual e o *eigenvalue* do

primeiro contraste; valores reduzidos sugerem ausência de uma segunda dimensão latente relevante.

Tabela 46 – Análise de Componentes Principais dos Resíduos (PCAR): variância bruta, variância explicada pelas medidas e contrastes residuais (conjunto consolidado – 6 escolas)

Componente / Métrica	Eigenvalue (unid. item)	Observado (%)	Esperado (%)
Total raw variance in observations	43,9887	100,0%	100,0%
Raw variance explained by measures	33,9887	77,3%	74,9%
Raw variance explained by persons	6,7609	15,4%	14,9%
Raw variance explained by items	27,2277	61,9%	60,0%
Raw unexplained variance (total)	10,0000	22,7%	25,1%
Unexplained variance in 1st contrast	2,9858	6,8%	29,9%
Unexplained variance in 2nd contrast	2,0478	4,7%	20,5%
Unexplained variance in 3rd contrast	1,4964	3,4%	15,0%
Unexplained variance in 4th contrast	1,0154	2,3%	10,2%
Unexplained variance in 5th contrast	1,0062	2,3%	10,1%

Fonte: Bond&FoxSteps 3.91, saída “Table 23.0”; elaboração do autor.

A Tabela 46 mostra que a variância bruta total foi de 43,9887 (100,0%). A medida Rasch explicou 33,9887 (77,3%) — valor próximo ao esperado de 74,9% —, sendo 15,4% de variação entre pessoas e 61,9% entre itens. O resíduo foi de 10,0000 (22,7%). Na PCAR, o 1º contraste residual apresentou eigenvalue = 2,9858 (aprox. 3 itens equivalentes) e 6,8% da variância total, o que corresponde a 29,9% do resíduo (pois $6,8/22,7 \approx 0,299$). Os contrastes seguintes foram menores (4,7%, 3,4%, 2,3% e 2,3% do total).

Esse padrão — muita variância explicada pela medida (77,3%) e primeiro contraste pequeno (≈ 3 itens; 6,8% do total) — é compatível com unidimensionalidade predominante do instrumento.

4.6

Independência Local

A análise da independência local constitui uma etapa essencial na verificação da adequação do modelo Rasch, pois está diretamente relacionada ao pressuposto de que, uma vez controlado o traço latente, as respostas aos itens devem ser estatisticamente independentes entre si. Em outras palavras, o desempenho em um item não deve influenciar o desempenho em outro, a menos que ambos sejam

explicados pela mesma habilidade latente. Quando essa condição não é atendida, ocorre a chamada dependência local, que pode inflacionar os índices de confiabilidade e comprometer a validade da medida, já que os itens passam a compartilhar variância não explicada pelo construto central.

Nesse contexto, a identificação de correlações residuais elevadas entre pares de itens é uma evidência de possível dependência local. Valores acima de 0,50, conforme proposto por Bond e Fox (2015), indicam que os respondentes podem tender a acertar ou errar determinados itens em conjunto devido a fatores externos à habilidade medida, como semelhança semântica, redundância de conteúdo ou influência do contexto da tarefa.

A Tabela 47 apresenta os pares de itens que registraram as maiores e menores correlações residuais no conjunto analisado. Conforme proposto por Bond e Fox (2015), valores acima de 0,50 indicam possível dependência local entre itens, sugerindo que os respondentes tendem a acertá-los ou errá-los em conjunto por fatores externos à habilidade medida

Tabela 47 – Análise da Dependência Local: Correlações entre Resíduos dos Itens do resultado geral

<i>Correlation</i>	<i>Entry Letter 1</i>	<i>Entry Number 1</i>	<i>Item (text) 1</i>	<i>Entry Letter 2</i>	<i>Entry Number 2</i>	<i>Item (text) 2</i>
0,59	c	2930	Conhecer regra aprendizagem	a	4509	Identificar alterações
0,56	B	2023	Identificar CNPJ	d	3001	Identificar carga horaria
0,56	b	2922	Identificar CPF	a	4509	Identificar alterações
0,52	c	2930	Conhecer regra aprendizagem	D	4511	Identificar CNPJ

A Tabela 46 apresenta as correlações residuais entre pares de itens, permitindo identificar possíveis violações aos pressupostos de independência local do modelo Rasch. No conjunto analisado, foram observados 4 pares de itens com correlações positivas acima de 0,50, o que sugere dependência local. Nesses casos, os respondentes tenderam a acertar ou errar os itens de forma semelhante, possivelmente porque compartilham o mesmo contexto operacional ou exigem um tipo específico de conhecimento repetido em mais de uma tarefa.

Antes de detalhar cada par de itens, é importante destacar que a análise das correlações residuais positivas busca identificar possíveis situações de dependência local. Esse fenômeno ocorre quando dois ou mais itens compartilham elementos

comuns — seja em termos de conteúdo, de procedimento operacional ou de contexto de aplicação — que fazem com que as respostas apresentem um padrão de associação além do traço latente principal medido pelo modelo Rasch. Dessa maneira, torna-se possível compreender como determinados itens, ainda que distintos, podem estar ligados por práticas semelhantes de registro, por rotinas administrativas interdependentes ou por exigências normativas comuns no processo de matrícula.

Item 2930 – Conhecer regras de aprendizagem profissional × Item 4509 – Identificar alterações (correlação 0,59) – Essa correlação indica que operadores que demonstram maior domínio das regras de aprendizagem profissional também tendem a apresentar melhor desempenho na identificação de alterações cadastrais. Conforme apontado pelos próprios operadores, a existência (ou ausência) de uma gestão estruturada dos contratos faz toda a diferença: quando o operador domina os procedimentos contratuais, ele tende a lidar de maneira mais consistente tanto com a aplicação das regras de aprendizagem quanto com as correções necessárias em cadastros, já que muitos contratos podem ser inicialmente registrados com informações incompletas ou inconsistentes.

Item 2023 – Identificar CNPJ × Item 3001 – Identificar carga horária (correlação 0,56) – Essa correlação pode estar relacionada à simultaneidade das tarefas no fluxo de matrícula. Frequentemente, o operador precisa lançar o CNPJ da empresa e, na mesma operação, registrar informações relativas ao curso vinculado, incluindo a carga horária. Quando os dados da empresa ou do contrato chegam desorganizados, essa inconsistência se propaga até o registro da carga horária, reforçando a ligação entre as duas tarefas. Além disso, conforme relatado pelos operadores, a pressão de tempo e o acúmulo de funções contribuem para esse padrão: aqueles mais criteriosos tendem a identificar inconsistências em ambos os registros, enquanto os que atuam de forma mais mecânica reproduzem os dados recebidos sem questionamento.

Item 2922 – Identificar CPF × Item 4509 – Identificar alterações (correlação 0,56) – A correlação entre esses itens decorre do fato de que inconsistências no registro do CPF são uma das principais causas de alterações posteriores nos cadastros. Operadores mais atentos à validação correta do CPF demonstram também maior consistência no tratamento das alterações, apresentando um padrão de resposta semelhante em ambos os itens. Por outro lado, falhas no registro inicial

do CPF tendem a se refletir em maior necessidade de ajustes futuros, reforçando a ligação entre as duas tarefas e explicando a associação encontrada.

Item 2930 – Conhecer regras de aprendizagem profissional × Item 4511 – Identificar CNPJ de empresa de aprendizagem (correlação 0,52) – A associação entre esses itens decorre de sua vinculação direta ao contexto da aprendizagem profissional. Operadores que dominam as regras contratuais desse tipo de curso tendem também a apresentar maior precisão na identificação dos CNPJs das empresas envolvidas, já que ambos os processos fazem parte da mesma lógica administrativa. Em escolas com tradição consolidada em programas de aprendizagem profissional, esse conhecimento aparece mais estruturado, favorecendo a consistência das respostas em ambos os itens.

De forma geral, os resultados indicam que, embora o instrumento se sustente majoritariamente dentro do pressuposto da unidimensionalidade, há evidências pontuais de dependência local. Essas situações refletem tanto as inter-relações entre tarefas operacionais do processo de matrícula quanto a segmentação de habilidades observada nas diferentes etapas do registro escolar. Ressalta-se que tais achados não invalidam a estrutura do instrumento, mas apontam aspectos a serem monitorados em futuras aplicações, seja pela revisão da redação de determinados itens, seja pelo acompanhamento mais próximo das rotinas de registro em cada unidade.

4.7

Índice de Separação e Confiabilidade

A análise dos indicadores de índice de separação e confiabilidade, tanto para itens quanto para pessoas, tem um papel fundamental na avaliação da precisão e robustez do modelo Rasch aplicado. Esses indicadores permitem verificar se o instrumento utilizado é suficientemente sensível para distinguir níveis distintos de dificuldade entre os itens e níveis diferentes de habilidade entre os operadores. O índice de separação dos itens mede a capacidade do modelo de hierarquizar os itens em termos de dificuldade, enquanto o índice de separação das pessoas indica o quanto o instrumento consegue diferenciar os operadores em relação às suas habilidades. A confiabilidade, por sua vez, pode ser entendida como uma função estatística equivalente à consistência interna. Quanto maior o valor, mais confiável

é a distinção que o modelo faz entre os níveis de dificuldade dos itens ou entre as habilidades dos operadores.

A Tabela 48, a seguir, apresenta os índices de separação e confiabilidade calculados tanto para itens quanto para pessoas, considerando cada escola individualmente e o modelo geral consolidado. Cabe destacar que esta análise considera exclusivamente os casos não extremos, ou seja, aqueles operadores e itens que não apresentam acertos ou erros perfeitos, os quais seriam estatisticamente não informativos para o cálculo desses índices. A partir desses resultados, torna-se possível avaliar não apenas a qualidade psicométrica do instrumento aplicado, mas também as limitações decorrentes da estrutura das amostras e do contexto operacional de cada escola.

Tabela 48 – Índice de Separação e Confiabilidade por Escola (Itens e Pessoas) – Análise dos Casos Não Extremos

Escola	Indicador	Item	Pessoa
Escola A	Índice de separação	0,00	1,05
	Confiabilidade	0,00	0,51
Escola B	Índice de separação	1,68	0,00
	Confiabilidade	0,74	0,00
Escola C	Índice de separação	2,21	0,00
	Confiabilidade	0,83	0,00
Escola F	Índice de separação	2,07	0,00
	Confiabilidade	0,81	0,00
Escola D	Índice de separação	0,00	0,00
	Confiabilidade	0,00	0,00
Escola E	Índice de separação	0,00	0,00
	Confiabilidade	0,00	0,00
Geral	Índice de separação	3,50	0,00
	Confiabilidade	0,91	0,00

A análise dos índices de separação e confiabilidade, considerando apenas os casos não extremos (isto é, excluindo respostas perfeitas ou nulas que podem distorcer os resultados), revelou variações importantes entre as escolas. Em relação aos itens, Escola C (2,21; 0,83) e Escola F (2,07; 0,81) apresentaram índices satisfatórios, indicando que o instrumento foi capaz de diferenciar adequadamente os níveis de dificuldade das tarefas nessas escolas. Escola B também mostrou resultados aceitáveis (1,68; 0,74), ainda que abaixo do ideal. Por outro lado, na Escola A, Escola D e Escola E, os valores foram nulos (0,00), sugerindo ausência

de variabilidade estatisticamente detectável, possivelmente associada à homogeneidade das respostas ou ao número reduzido de operadores.

No que se refere às pessoas (operadores), os resultados foram baixos em praticamente todas as escolas. A única exceção parcial foi Escola A, que apresentou separação 1,05 e confiabilidade 0,51 — valores limítrofes, podendo ser considerados minimamente aceitáveis. No entanto, para esta escola, a escala não conseguiu distinguir níveis de habilidade entre os operadores em cada unidade. Por outro lado, quando analisado o resultado geral consolidado, o índice de separação dos itens alcançou 3,50 e a confiabilidade 0,91, confirmando que o instrumento demonstra robustez psicométrica quando considerado no conjunto total da amostra.

Em síntese, os resultados encontrados estão em consonância com a o que apontam Bond e Fox (2015) e Andrich e Marais (2019), índices de separação de itens acima de 2,0, acompanhados de confiabilidade superior a 0,80, indicam que o instrumento é capaz de hierarquizar os itens de maneira estável e distinguir diferentes níveis de habilidade de forma confiável. Essa condição foi observada em algumas escolas, como Escola C e Escola F, sugerindo que, nesses contextos, o conjunto de itens foi suficientemente sensível para captar variações no desempenho dos operadores. Por outro lado, em escolas que apresentaram índices nulos ou muito baixos, como Escola A, Escola D e Escola E, os resultados indicam ausência de variabilidade suficiente entre os operadores, o que pode estar associado à homogeneidade das equipes, ao baixo número de participantes na amostra analisada ou a rotinas operacionais excessivamente padronizadas. No que se refere às pessoas (operadores), a baixa separação e confiabilidade encontrada na maioria das escolas, com exceção da Escola A, também está alinhada ao que descrevem Andrich e Marais (2019): em contextos de amostras reduzidas ou grupos muito homogêneos, é esperado que os índices de pessoas fiquem abaixo do ideal, limitando a precisão para diferenciar indivíduos, mas sem invalidar o instrumento como medida. Assim, os resultados sugerem que o modelo Rasch aplicado mostra boa capacidade de discriminação em contextos em que existe diversidade de perfis entre os operadores, mas revela restrições em ambientes nos quais predomina a homogeneidade de práticas e de rotinas administrativas. Dado que para cada Escola, um único operador preenche dados para todas as matrículas da Escola, que corresponde às pessoas, pode-se esperar uma maior homogeneidade da habilidade para cada matrícula cujos dados são preenchidos.

4.8

Comparação dos Resultados Rasch e Análise da Estatística Descritiva

Antes da adoção do modelo Rasch nesta pesquisa, uma das práticas utilizadas para mensurar o desempenho da medição do instrumento nas escolas consistia no cálculo do percentual de acertos em relação ao total de respostas esperadas no processo de registro. Esse indicador, embora ofereça uma visão geral sobre a proporção de informações registradas corretamente, apresenta limitações importantes quando considerado isoladamente. A Figura 53 e a Tabela 49, apresentadas a seguir, sintetizam o desempenho agregado das seis escolas participantes com base nesse critério descritivo. Os resultados sugerem desempenhos homogêneos e bastante elevados entre todas as escolas, com percentuais de acerto superiores a 96 %. Em uma análise superficial, tais números poderiam indicar um domínio generalizado das tarefas por parte dos operadores, minimizando a percepção de diferenças relevantes entre escolas.

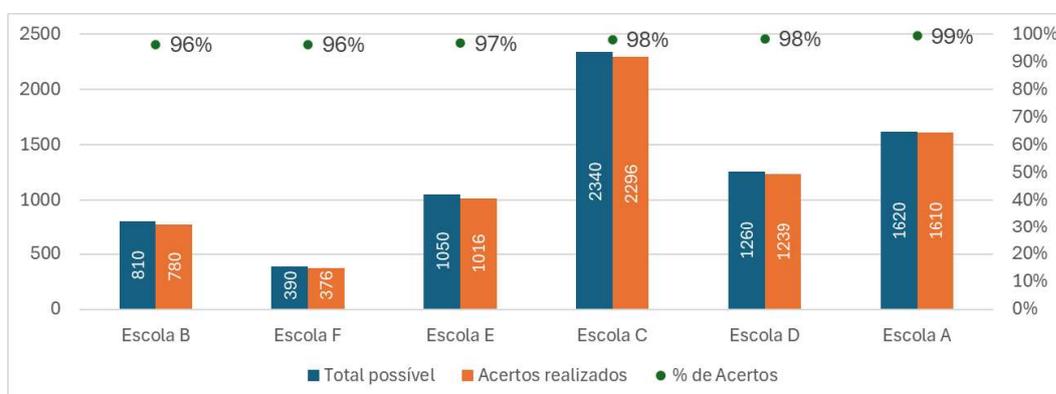


Figura 53 – Desempenho agregado das escolas com base no percentual de acertos (Total possível x Acertos realizados x % de Acertos)

Tabela 49 – Desempenho agregado das escolas segundo o percentual de acertos (Total possível, Acertos realizados e % de Acertos)

Escolas	Total possível	Acertos realizados	% de Acertos
Escola B	810	780	96 %
Escola F	390	376	96 %
Escola E	1050	1016	97 %
Escola C	2340	2296	98 %
Escola D	1260	1239	98 %
Escola A	1620	1610	99 %
Total Geral	7470	7317	98 %

Entretanto, essa abordagem apresenta fragilidades que restringem sua capacidade de avaliação. Primeiramente, o método não considera a dificuldade relativa dos itens: acertos em tarefas simples e complexas possuem o mesmo peso, o que pode mascarar desigualdades reais no desempenho. Além disso, não distingue padrões de consistência de resposta, pois operadores que acertam de forma aleatória ou instável são contabilizados da mesma forma que aqueles que apresentam desempenho consistente. Por fim, esse indicador não permite inferências sobre a habilidade latente, uma vez que se limita à contagem empírica dos acertos, sem modelar o traço subjacente de habilidade dos operadores.

A Tabela 50 aprofunda a análise ao apresentar, além do número total de acertos e do percentual correspondente, as medidas (*measures*) estimadas pelo modelo Rasch para cada item. Essa inclusão permite evidenciar uma limitação crucial do método tradicional: dois itens com percentuais de acertos semelhantes podem apresentar medidas bastante distintas em logits, o que significa que a sua dificuldade relativa não é equivalente.

Tabela 50 – Desempenho agregado por item: total possível, acertos realizados e percentual de acertos (%)

Itens	Total possível	Acertos realizados	% de Acertos	Measures
274	249	130	52 %	6,74
3001	249	239	96 %	0,84
2023	249	244	98 %	-0,18
2930	249	245	98 %	-0,48
2939	249	245	98 %	-0,48
29	249	246	99 %	-0,84
2922	249	246	99 %	-0,84
4509	249	247	99 %	-1,33
4511	249	247	99 %	-1,33
273	249	248	100 %	-2,1
26	249	249	100 %	-3,36
30	249	249	100 %	-3,36
271	249	249	100 %	-3,36
272	249	249	100 %	-3,36
2006	249	249	100 %	-3,36
2007	249	249	100 %	-3,36
2028	249	249	100 %	-3,36
2034	249	249	100 %	-3,36
2035	249	249	100 %	-3,36
2038	249	249	100 %	-3,36
2040	249	249	100 %	-3,36
2081	249	249	100 %	-3,36

Itens	Total possível	Acertos realizados	% de Acertos	Measures
2091	249	249	100 %	-3,36
2092	249	249	100 %	-3,36
2917	249	249	100 %	-3,36
2920	249	249	100 %	-3,36
2921	249	249	100 %	-3,36
2932	249	249	100 %	-3,36
2935	249	249	100 %	-3,36
4521	249	249	100 %	-3,36

Por exemplo, o item 2023 – Identificar CNPJ (98 % de acertos) apresenta medida de -0,18 logits, enquanto o item 2930 – Conhecer regras de aprendizagem profissional (também com 98 % de acertos) apresenta medida de -0,48 logits. Embora ambos apresentem o mesmo percentual, o Rasch demonstra que o segundo item é relativamente mais fácil, pois a sua medida está localizada em posição inferior na escala do traço latente.

Essa diferença torna-se ainda mais expressiva quando se observa o item 274 – Identificar nacionalidade, que apresentou apenas 52 % de acertos, com medida de +6,74 logits — evidenciando ser o item mais difícil do instrumento. O contraste entre esse item e outros com percentuais próximos de 100 % (como 30, 271, 272, entre outros, todos com medida de -3,36 logits) reforça como o modelo Rasch permite uma interpretação mais refinada sobre a dificuldade relativa dos itens.

Dessa forma, a comparação entre o método tradicional de análise por percentuais de acertos e o modelo Rasch permite afirmar que este último oferece ganhos significativos de precisão e profundidade na interpretação dos resultados. Enquanto os percentuais apresentam um panorama descritivo, porém limitado e muitas vezes homogêneo, o Rasch possibilita distinguir itens em diferentes níveis de dificuldade e revelar padrões de desempenho que não seriam visíveis em análises convencionais. Essa diferenciação mostra-se particularmente relevante ao evidenciar que itens com o mesmo percentual de acertos podem ocupar posições distintas na escala de dificuldade, trazendo maior clareza sobre quais tarefas realmente demandam maior proficiência dos operadores. Além disso, o modelo dialoga com as análises anteriores de unidimensionalidade, dependência local e índices de separação e confiabilidade, confirmando a consistência do instrumento como medida única, mas também revelando limitações relacionadas à interdependência de alguns itens e à concentração de dificuldade em tarefas

específicas. Em conjunto, esses achados reforçam a pertinência da utilização do modelo Rasch nesta pesquisa, que se mostrou mais adequado para compreender as nuances do processo de registro escolar, articulando rigor psicométrico e interpretação contextual.

O fechamento desta seção, portanto, consolida a contribuição do Rasch como instrumento capaz de superar as restrições das abordagens tradicionais, fornecendo uma visão mais detalhada, consistente e alinhada com a realidade operacional das escolas analisadas.

5

Discussões dos Resultados, Recomendações e Trabalhos Futuros

Nesta seção, todas as evidências analisadas anteriormente são retomadas de forma integrada, buscando compreender o que os resultados revelam sobre o instrumento aplicado e sobre o processo de registro escolar nas diferentes escolas. A proposta é avançar da descrição técnica para a interpretação dos achados, discutindo suas implicações práticas, os limites identificados e as contribuições do modelo Rasch para qualificar a avaliação da proficiência dos operadores.

A análise dos itens a partir do Mapa de Wright evidenciou diferentes níveis de dificuldade no instrumento, confirmando que nem todas as tarefas do processo de matrícula apresentam a mesma complexidade para os operadores. O item mais difícil foi o 274 – Identificar nacionalidade, posicionado isoladamente no topo da escala (6,74 logits). Sua elevada dificuldade está relacionada não apenas à natureza documental da tarefa, mas também a fatores contextuais. Trata-se de um campo introduzido recentemente no fluxo de matrícula, sem ampla orientação institucional padronizada. Assim, em muitas escolas os operadores relataram dúvidas sobre as regras de preenchimento e interpretações divergentes quanto à forma de registrar essa informação. Além disso, a informação da nacionalidade do aluno nem sempre está disponível no momento inicial do atendimento, o que aumenta a chance de registros incompletos ou inconsistentes. Essa combinação explica a alta taxa de *underfit* observada e a frequência de respostas inesperadas, revelando um descompasso entre a exigência do sistema e as condições reais de coleta do dado.

Em um segundo nível de dificuldade, o item 3001 – Identificar carga horária (0,84 logits) destacou-se como tarefa de atenção intermediária. Embora não esteja entre os mais difíceis, exige precisão técnica para vincular corretamente os dados da matrícula, a respectivas expectativas de horas a ser cursadas e posteriormente às horas efetivamente ministradas. Em algumas escolas, a dificuldade foi potencializada por problemas no processo de atualização automática de presença e por divergências entre registros de turma e contratos, que levaram operadores a se

depararem com inconsistências. Nesses casos, o desempenho esteve diretamente associado ao grau de criticidade aplicado na revisão dos dados, sendo mais difícil quando os operadores adotaram postura analítica e mais fácil quando apenas reproduziram informações do sistema.

Na faixa intermediária baixa da escala, situaram-se itens como 2023 – Identificar CNPJ da empresa do aluno (-0,18), 2930 – Conhecer regras da aprendizagem profissional (-0,48), 2939 – Identificar alterações de cadastro (-0,48), 29 – Identificar CNPJ do responsável financeiro (-0,84) e 2922 – Identificar CPF (-0,84). Embora não tenham se mostrado barreiras instrucionais severas, esses itens apresentaram variação de dificuldade entre escolas, refletindo diferenças na maturidade dos processos e no rigor de conferência dos dados. O item 2930, por exemplo, mostrou-se mais difícil em escolas com menor suporte institucional para interpretar as regras da aprendizagem, enquanto em contextos mais estruturados tornou-se uma tarefa rotineira. Já os itens de CNPJ (2023 e 29) revelaram heterogeneidade ligada à disponibilidade e clareza das informações fornecidas pelos alunos ou empresas, e o item 2922 refletiu o impacto da recente mudança institucional que passou a exigir o CPF próprio de todos os alunos. Na faixa de menor dificuldade, destacaram-se 4509 – Identificar alterações (-1,33), 4511 – Identificar CNPJ de empresa de aprendizagem (-1,33) e 273 – Classificar financiamento (-2,10). Essas tarefas, embora apresentem variação de contexto, foram resolvidas corretamente pela maior parte dos operadores, o que indica consolidação nos fluxos operacionais. O item 4509, por exemplo, manteve baixo *measure* porque os protocolos de alteração de cadastro estão em escolas bem definidos, ainda que possam variar em sua aplicação entre escolas.

Por fim, 20 itens se concentraram no extremo inferior da escala (-3,36 logits), relacionados a tarefas rotineiras e altamente padronizadas, como Identificar telefone (26), Registrar escolaridade (271), Solicitar situação ocupacional (272), além de diversos registros de data e cadastros automáticos. Esses itens, realizados corretamente por praticamente todos os operadores, não oferecem capacidade discriminativa, razão pela qual foram excluídos das análises posteriores. Sua exclusão permitiu concentrar a investigação nos itens de maior relevância para avaliar a consistência dos registros e a proficiência dos operadores. Esse panorama confirma que a maior dificuldade do instrumento está associada a itens recentemente implementados ou menos padronizados (como nacionalidade e regras

de aprendizagem), enquanto as tarefas rotineiras e automatizadas permanecem ancoradas como operações de baixa complexidade. Dessa forma, os resultados reforçam a importância de considerar tanto a natureza técnica dos itens quanto o contexto organizacional e normativo em que são aplicados, como defendem Bond e Fox (2015).

A análise individual dos itens por escola permitiu evidenciar como o contexto operacional específico de cada unidade influencia a proficiência dos operadores e o padrão de desempenho observado. Embora o instrumento seja único e padronizado, as condições locais — relacionadas à organização dos fluxos de trabalho, suporte institucional e complexidade da demanda — impactaram diretamente a forma como determinados itens foram respondidos.

Na Escola da Escola A, observou-se um desempenho relativamente homogêneo em grande parte dos itens, mas com a presença de casos de *underfit* severo, como no item “Identificar CPF”, em que alguns registros destoaram da consistência esperada. Essa discrepância reflete a dificuldade em lidar com dados fornecidos de forma incompleta pelos alunos e a sobrecarga de tarefas nos momentos de maior demanda, o que aumenta a probabilidade de erros operacionais.

Na Escola da Escola B, observou-se maior sensibilidade em itens de caráter normativo e documental, como “Conhecer regras da aprendizagem profissional” e “Identificar alterações”. Esses itens apresentaram maior dispersão, o que reflete a necessidade de maior suporte institucional no entendimento dos procedimentos regulatórios e na conferência rigorosa das informações. Apesar disso, itens básicos e automatizados apresentaram bom desempenho, sugerindo que a equipe domina adequadamente as operações de rotina.

Na Escola C, os resultados se destacaram pela consistência em itens rotineiros, mas também pela sensibilidade a itens de maior complexidade normativa, como “Conhecer regras da aprendizagem profissional”. Operadores relataram insegurança em relação à interpretação das normas contratuais, o que ajuda a explicar a maior dispersão de respostas nesse item, mesmo em um contexto de bons índices de confiabilidade geral.

Na Escola D, a homogeneidade das respostas reduziu a capacidade discriminativa do modelo, com índices nulos de separação de itens e pessoas. Esse quadro indica que, embora os registros tenham sido majoritariamente consistentes, o baixo número de operadores e a ausência de variabilidade significativa entre eles

limitaram a possibilidade de diferenciar níveis de habilidade. Em termos práticos, os itens não se mostraram desafiadores nesse contexto, mas a interpretação dos resultados precisa ser relativizada pela pouca diversidade amostral.

Na Escola E, assim como na Escola D, verificou-se baixa variabilidade entre os operadores, o que reduziu a capacidade do modelo em identificar nuances de desempenho. Ainda assim, o item “Identificar nacionalidade” destacou-se como um dos mais problemáticos, com alta taxa de erro e respostas inesperadas, associadas à falta de padronização do processo de coleta desse dado no fluxo de matrícula.

Por fim, na Escola F, o desempenho foi mais equilibrado, com bons índices de separação e confiabilidade, permitindo observar com clareza os itens que demandam maior atenção. Aqui, o item “Identificar carga horária” surgiu como ponto crítico, refletindo dificuldades em articular corretamente os dados de matrícula com a estrutura curricular. Esse achado está em consonância com relatos de operadores sobre divergências frequentes entre registros de contrato e carga horária real das turmas.

De forma geral, a análise por escolas reforça que os itens mais complexos — sobretudo aqueles que envolvem regras de aprendizagem, carga horária e nacionalidade — são sensíveis ao grau de organização interna de cada unidade e ao nível de suporte oferecido aos operadores. Já os itens rotineiros e automatizados mostraram desempenho estável, independentemente do contexto. Esses resultados indicam que a interpretação dos indicadores não deve se limitar aos números, mas precisa ser articulada às condições locais de trabalho e às especificidades operacionais de cada escola, em consonância com as recomendações de Bond e Fox (2015).

A análise das pessoas (operadores) por meio dos indicadores de *Infit* e *Outfit* aprofundou a compreensão dos resultados ao deslocar o foco dos itens para o desempenho individual em cada escola. Esse exame permitiu identificar como fatores externos ao traço latente — isto é, à proficiência em registrar corretamente as informações — interferem no padrão de respostas, gerando situações de *overfit* e *underfit* que variam conforme o contexto de cada unidade. Os casos de *underfit* entre operadores evidenciam respostas inconsistentes, geralmente associadas a situações em que o mesmo item é tratado de forma diferente dependendo da rotina de trabalho. Por exemplo, um item considerado fácil, como “Identificar CPF” (2922), manteve sua baixa dificuldade no conjunto geral, mas em escolas com

registros mais fragmentados ou ausência de suporte tecnológico apresentou maior índice de erros, resultando em *underfit*. Isso demonstra que a dificuldade não está no item em si, mas nas condições de execução da tarefa em cada realidade. Já os casos de *overfit* foram mais frequentes entre operadores que apresentaram acertos perfeitos ou padrões excessivamente previsíveis, mesmo em itens de maior complexidade. Em alguns casos, isso pode indicar operadores altamente experientes ou que contam com processos mais estruturados; em outros, pode refletir situações de preenchimento assistido, em que o sistema ou colegas fornecem o suporte necessário, reduzindo a variabilidade esperada no desempenho individual.

A principal evidência revelada por essa análise é que o mesmo item pode se comportar de maneira diferente em contextos distintos, permanecendo fácil ou difícil em termos absolutos, mas provocando padrões de ajuste discrepantes (*overfit* ou *underfit*) conforme o ambiente operacional. Isso reforça a ideia de que as estatísticas de ajuste não devem ser lidas isoladamente, mas interpretadas à luz das práticas de cada escola, considerando fatores como a divisão de tarefas, a existência (ou ausência) de padronização de fluxos e o suporte disponível.

A verificação da unidimensionalidade e da dependência local no instrumento aplicado permitiu avaliar se todos os itens estavam de fato mensurando o mesmo construto — a proficiência dos operadores nos registros escolares — e se cada item contribuía de forma independente para a medida. Os resultados confirmaram a unidimensionalidade global do instrumento, validando a premissa central do modelo Rasch de que se trata de uma escala única e coerente. No entanto, a análise das correlações residuais entre os itens revelou alguns pontos de atenção. Foram identificados quatro pares de itens com correlações positivas acima de 0,50, sugerindo dependência local. Essas associações se explicam por compartilharem o mesmo contexto operacional ou exigirem habilidades semelhantes, como nos casos entre “Conhecer regras de aprendizagem” e “Identificar alterações” ou “Identificar CNPJ” e “Identificar carga horária”. Nessas situações, os operadores tendem a acertar ou errar os itens em conjunto, não apenas por sua habilidade geral, mas também por fatores específicos do fluxo de matrícula. Por outro lado, foram observados cinco pares de itens com correlações negativas abaixo de -0,50, indicando possíveis tensões de multidimensionalidade. Esses contrastes ocorreram especialmente em itens que mobilizam habilidades de naturezas distintas — por exemplo, “Identificar nacionalidade”, que envolve uma conferência documental

complexa e menos automatizada, versus “Conhecer regras de aprendizagem”, que exige domínio normativo e contratual. Essa oposição reforça que, embora o instrumento seja globalmente unidimensional, algumas tarefas são tão diferentes em conteúdo e contexto que geram padrões opostos de resposta. É importante ressaltar que esses achados não invalidam a validade do modelo Rasch aplicado. Ao contrário, eles refletem a diversidade de práticas operacionais existentes entre as escolas e a divisão de responsabilidades entre os operadores. Em alguns casos, como relatado nos contextos das escolas, tarefas documentais ficam a cargo de determinados grupos, enquanto o acompanhamento de regras e contratos é responsabilidade de outros. Essa segmentação operacional ajuda a explicar os padrões de dependência local e as correlações negativas encontradas. De forma geral, a análise confirma que o instrumento mede um único construto central, mas com pontos específicos de sobreposição ou oposição entre itens que refletem a própria estrutura dos processos de matrícula. Como destacam Bond e Fox (2015) e Andrich e Marais (2019), tais ocorrências são comuns em instrumentos aplicados em contextos reais de trabalho e devem ser interpretadas como oportunidades de refinamento contínuo, seja pela revisão dos itens, seja pela qualificação dos operadores em tarefas críticas.

A análise dos índices de separação e confiabilidade trouxe evidências relevantes sobre a precisão psicométrica do instrumento. Considerando apenas os casos não extremos, observou-se que os valores de separação e confiabilidade variaram entre as escolas, refletindo diferenças no tamanho das amostras, no grau de variabilidade das respostas e nas condições operacionais de cada unidade.

No caso dos itens, algumas escolas, como Escola C (índice de separação = 2,21; confiabilidade = 0,83) e Escola F (2,07; 0,81), apresentaram resultados satisfatórios, indicando que o instrumento conseguiu hierarquizar os itens de acordo com a dificuldade e distinguir níveis distintos de desempenho dos operadores. Esses valores se alinham ao patamar recomendado pela literatura, que considera confiabilidade acima de 0,80 adequada para decisões em grupos (Bond; Fox, 2015). Já em escolas como Escola A, Escola D e Escola E, os valores de separação e confiabilidade dos itens foram nulos, revelando que a homogeneidade das respostas ou o número reduzido de pessoas (matrículas cujos dados foram preenchidos) comprometeram a variabilidade necessária para que os índices se consolidassem. No caso das pessoas (operadores), os resultados foram, em geral, mais modestos.

Em quase todas as escolas, a separação e a confiabilidade ficaram abaixo dos níveis de referência, com exceção da Escola A, que alcançou índice de separação de 1,05 e confiabilidade de 0,51 — limítrofe para interpretação como aceitável. Esses achados sugerem que, embora o instrumento seja capaz de diferenciar graus de dificuldade entre os itens, sua sensibilidade para distinguir níveis de habilidade entre os operadores ainda encontra limitações, especialmente em contextos mais homogêneos.

Apesar dessas variações, os resultados confirmam a consistência psicométrica do instrumento em termos globais. O modelo Rasch demonstrou-se robusto para captar diferenças reais nas tarefas de registro, mesmo que a precisão da separação varie conforme o contexto escolar. Como ressaltam Andrich e Marais (2019), a utilidade prática da medida Rasch não depende apenas de altos índices estatísticos, mas também da capacidade do instrumento de gerar informações consistentes e interpretáveis sobre o fenômeno estudado. Nesse sentido, os resultados obtidos reforçam que o instrumento é adequado para medir a proficiência dos operadores, ainda que apresente maior poder discriminativo em contextos com maior diversidade de práticas e respostas.

A comparação entre o modelo Rasch e o método tradicional de cálculo do percentual de acertos mostrou-se fundamental para evidenciar as vantagens da abordagem adotada nesta pesquisa. O indicador clássico, baseado apenas na razão entre respostas corretas e total de respostas esperadas, apontava percentuais elevados e aparentemente homogêneos entre as escolas — todos acima de 96 %. Em uma leitura superficial, esses números poderiam sugerir que os operadores dominam de forma generalizada as tarefas de registro. No entanto, essa métrica se revelou limitada porque não distingue a dificuldade relativa dos itens nem a consistência dos padrões de resposta. Acertos em tarefas simples e complexas possuem o mesmo peso, operadores que acertam de forma estável ou por acaso são avaliados igualmente, e não há possibilidade de inferir sobre a habilidade latente subjacente ao desempenho. Dessa forma, o percentual de acertos produz apenas uma fotografia descritiva, insuficiente para captar nuances importantes do processo operacional. O modelo Rasch, ao contrário, permitiu revelar camadas mais profundas de interpretação. Ele possibilitou hierarquizar itens por dificuldade, identificar operadores com padrões de resposta consistentes ou incoerentes, verificar dependência local entre itens e analisar a unidimensionalidade do

instrumento. Esses achados mostraram que, embora o desempenho geral fosse elevado, havia itens muito mais desafiadores — como a identificação da nacionalidade (Item 274) — e outros muito fáceis, sem poder discriminativo. Também foi possível identificar fragilidades ligadas ao contexto operacional de cada escola, o que jamais seria capturado pelo método tradicional.

Assim, a comparação reforça a relevância da aplicação do Rasch neste estudo. Mais do que oferecer uma avaliação quantitativa simples, o modelo permitiu compreender a qualidade dos registros de maneira contextualizada e fundamentada, distinguindo entre erros decorrentes da habilidade do operador e falhas relacionadas a fatores externos, como fluxos de informação ou gestão contratual. Conforme ressaltam Bond e Fox (2015), o valor do Rasch está em transformar medidas aparentemente homogêneas em diagnósticos interpretativos consistentes, capazes de orientar ações de melhoria.

5.1

Recomendações para a Prática Operacional

Os resultados desta pesquisa oferecem subsídios importantes para o aprimoramento dos processos de registro escolar e da gestão operacional das escolas analisadas. A aplicação do modelo Rasch evidenciou que as dificuldades enfrentadas pelos operadores não decorrem exclusivamente de limitações individuais, mas também de fatores estruturais e organizacionais. Assim, as recomendações que seguem buscam articular os achados estatísticos às práticas operacionais, de modo a fortalecer tanto a qualidade das informações registradas quanto a consistência dos procedimentos adotados.

Recomenda-se atenção especial aos itens de maior dificuldade e maior ocorrência de *underfit*, como a identificação da nacionalidade (Item 274) e o registro da carga horária (Item 3001). Esses campos exigem padronização normativa mais clara e orientações institucionais detalhadas, de forma a reduzir dúvidas interpretativas e minimizar a variabilidade entre escolas. A elaboração de guias operacionais, fluxogramas de decisão e materiais de treinamento específicos pode contribuir para alinhar as práticas e melhorar a consistência dos registros.

No que diz respeito à variabilidade entre escolas, os resultados reforçam a importância do suporte institucional contínuo. Escolas com maior homogeneidade

de operadores apresentaram índices mais baixos de separação e confiabilidade, limitando a capacidade de diferenciar níveis de proficiência. Nesses casos, recomenda-se a promoção de ações de capacitação regulares, capazes de diversificar habilidades e reduzir a dependência de procedimentos automáticos. Além disso, deve-se estimular a troca de práticas bem-sucedidas entre escolas, de modo que experiências de escolas mais consolidadas (como Escola C e Escola F) possam servir de referência para outras. A análise também indicou que itens rotineiros e automatizados, embora apresentem baixa dificuldade e *overfit*, cumprem papel importante na ancoragem da escala. Recomenda-se mantê-los como parte do sistema, mas sem sobrecarregar a avaliação do desempenho, reconhecendo que seu poder discriminativo é limitado. Nessas situações, pode-se priorizar o monitoramento de erros isolados, que funcionam como sinais de falhas pontuais no processo, mais do que como indicadores de proficiência.

Por fim, recomenda-se que a avaliação operacional baseada no modelo Rasch seja incorporada como ferramenta de monitoramento contínuo, não apenas para diagnóstico estatístico, mas como instrumento de gestão institucional complementando os indicadores tradicionais. Enquanto os percentuais de acerto fornecem uma visão geral, o Rasch permite diagnosticar pontos críticos e identificar fragilidades específicas, oferecendo subsídios mais sólidos para a gestão. A combinação das duas abordagens pode fortalecer tanto a confiabilidade estatística quanto a aplicabilidade prática dos resultados.

Em síntese, os achados desta pesquisa reforçam que a qualidade dos registros escolares depende da interação entre proficiência individual, clareza normativa e organização dos fluxos de trabalho. O modelo Rasch mostrou-se eficaz para revelar essas camadas de análise, e sua adoção como prática de gestão tem o potencial de aprimorar significativamente a precisão, a padronização e a confiabilidade dos registros nas escolas de educação profissional.

5.2

Sugestões para Pesquisas Futuras

Os resultados desta pesquisa abrem um campo promissor para a continuidade e o aprofundamento da aplicação do modelo Rasch em contextos operacionais e administrativos no âmbito educacional. Uma primeira linha de investigação diz

respeito à ampliação do escopo de análise para além do processo de matrícula, incorporando outros fluxos como o controle de frequência, a emissão de certificados, o acompanhamento de evasões e até processos de natureza administrativa e financeira. Todos esses registros dependem de consistência, padronização e confiabilidade, e poderiam se beneficiar de métricas psicométricas capazes de diferenciar erros aleatórios de falhas estruturais.

Outra frente relevante refere-se à ampliação da amostra, seja pelo aumento do número de unidades escolares analisadas, pela inclusão de diferentes regiões ou pela incorporação de segmentos distintos da rede de ensino profissional. Essa diversificação permitiria testar a robustez dos resultados obtidos, avaliar a generalização dos padrões identificados e compreender como variáveis contextuais — organizacionais, regionais ou regulatórias — impactam a proficiência dos operadores e a qualidade dos registros.

Também se destaca como agenda de pesquisa a realização de estudos longitudinais, capazes de acompanhar a evolução do desempenho dos operadores ao longo do tempo, especialmente após a implementação de ações de intervenção. Esse tipo de análise possibilitaria verificar, de forma concreta, os efeitos de programas de capacitação, mudanças nos sistemas de informação e ajustes nos fluxos de trabalho sobre a melhoria da consistência e da confiabilidade dos registros.

Adicionalmente, sugere-se integrar o modelo Rasch a outras metodologias de avaliação, como análise de processos, auditorias operacionais e sistemas tradicionais de monitoramento institucional. A combinação de abordagens estatísticas com análises qualitativas e procedimentais permitiria construir modelos híbridos mais robustos e interpretativos, capazes de gerar diagnósticos ainda mais precisos para a gestão escolar.

Por fim, uma perspectiva inovadora consiste em aproximar os sistemas de informação da lógica do modelo Rasch, incorporando em tempo real indicadores de consistência, dificuldade e qualidade dos registros. Tal integração permitiria aos gestores e operadores não apenas acompanhar o desempenho operacional de forma dinâmica, mas também adotar decisões mais rápidas e baseadas em evidências, fortalecendo a governança institucional.

Referências

ANDRICH, David; MARAIS, Ida. **A Course in Rasch Measurement Theory: Measuring in the Educational, Social and Health Sciences**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2019.

BOND, Trevor G.; FOX, Cristine M. **Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences**. 3rd. ed. New York: Routledge, 2015.

BOONE, Willian J.; STAVER, John R.; YALE, Melissa S. **Rasch Analysis in the Human Sciences**. New York: Springer, 2014.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Inep promove curso para expandir a cultura de avaliação educacional. **Notícias SAEB**, Brasília, 30 jun. 2025.-Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/saeb/inep-promove-curso-para-expandir-a-cultura-de-avaliacao-educacional>. Acesso em: 8 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Sistema S**. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/escola-de-gestores-da-educacao-basica/304-programas-e-acoes-1921564125/catalogo-nacional-de-cursos-tecnicos-281062090/12355-sistema-l>. Acesso em: 24 ago. 2025.

CAVALCANTI, Augusto Sherman. **O TCU e as Entidades do Sistema S**. Brasília: TCU, 2012. Disponível em <https://portal.tcu.gov.br/data/files/61/35/C0/5D/4C75D410F10055D41A2818A8/2511473.PDF>. Acesso em: 11 out. 2025.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Ampliar a oferta da educação profissional alinhada às demandas do setor produtivo**. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/mapa-estrategico-da-industria/prestacao-de-contas/educacao/educacao-profissional/> Acesso em: 28 ago. 2025.

GONÇALVES JÚNIOR, Armando Albertazzi; SOUSA, André Roberto de. **Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial**. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 2011

HAMBELTON, Ronald K.; SWAMINATHAN, Hariharan; ROGERS, H. Jane. **Fundamentals of Item Response Theory**. Newbury Park: Sage Publications, 1991.

LINACRE, John M.; WRIGHT, B. D. **Bond & FoxSteps for Windows: Rasch measurement**. Chicago: MESA Press, 2000.

PASQUALI, Luiz; PRIMI, Ricardo. Fundamentos da Teoria da Resposta ao Item (TRI). **Avaliação Psicológica**, Porto Alegre, v.2, n. 2, p. 99-110, dez. 2003. Disponível em: https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712003000200002. Acesso em: 2 ago. 2025.

PEREIRA, Rodrigo Santos; MONTEIRO, Elisabeth Costa. Método Rasch para melhoria de sistemas de medição de desempenho em educação profissional. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 2023, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2023. Disponível em: https://metrologia2023.org.br/?page_id=6770. Acesso em: 5 jul. 2025.

RASCH, Georg. **Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests in Studies in Mathematical Psychology I**. Denmark: Danmarks pædagogiske Institut, 1960.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Regras V5.4 – Respostas**. Brasília: SENAI, 2023.

Apêndice A
Medidas e Indicadores de Ajuste dos Operadores segundo
o Modelo Rasch (*Infit e Outfit, Zstd e Mean-square*)

<i>Entry</i>	<i>Measures</i>	<i>t Infit Zstd</i>	<i>Infit Mean-square</i>	<i>t Outfit Zstd</i>	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>S.E.</i>	<i>Labels</i>	<i>Operador</i>	<i>Escola</i>
1	-0,5	0,16	1,02	0,13	0,87	0,71	E1OP1001	OP1	Escola A
2	0,03	-0,05	0,95	0,26	0,86	0,75	E1OP1002	OP1	Escola A
3	4,28	3,23	9,9	3,33	9,9	2,57	E1OP1003	OP1	Escola A
4	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1004	OP1	Escola A
5	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1005	OP1	Escola A
6	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1006	OP1	Escola A
7	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1007	OP1	Escola A
8	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1008	OP1	Escola A
9	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1009	OP1	Escola A
10	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1010	OP1	Escola A
11	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1011	OP1	Escola A
12	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1012	OP1	Escola A
13	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1013	OP1	Escola A
14	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1014	OP1	Escola A
15	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1015	OP1	Escola A
16	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1016	OP1	Escola A
17	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1017	OP1	Escola A
18	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1018	OP1	Escola A
19	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1019	OP1	Escola A
20	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1020	OP1	Escola A
21	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1021	OP1	Escola A
22	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1022	OP1	Escola A
23	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1023	OP1	Escola A
24	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1024	OP1	Escola A
25	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1025	OP1	Escola A
26	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1026	OP1	Escola A
27	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1027	OP1	Escola A
28	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1028	OP1	Escola A
29	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1029	OP1	Escola A
30	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1030	OP1	Escola A
31	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1031	OP1	Escola A
32	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1032	OP1	Escola A
33	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1033	OP1	Escola A
34	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1034	OP1	Escola A
35	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1035	OP1	Escola A

<i>Entry</i>	<i>Measures</i>	<i>t Infit Zstd</i>	<i>Infit Mean-square</i>	<i>t Outfit Zstd</i>	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>S.E.</i>	<i>Labels</i>	<i>Operador</i>	<i>Escola</i>
36	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1036	OP1	Escola A
37	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1037	OP1	Escola A
38	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1038	OP1	Escola A
39	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1039	OP1	Escola A
40	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1040	OP1	Escola A
41	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1041	OP1	Escola A
42	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1042	OP1	Escola A
43	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1043	OP1	Escola A
44	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1044	OP1	Escola A
45	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1045	OP1	Escola A
46	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1046	OP1	Escola A
47	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1047	OP1	Escola A
48	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1048	OP1	Escola A
49	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1049	OP1	Escola A
50	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1050	OP1	Escola A
51	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1051	OP1	Escola A
52	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1052	OP1	Escola A
53	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1053	OP1	Escola A
54	7,58	0	1	0	1	2,16	E1OP1054	OP1	Escola A
55	0,66	-0,7	0,65	-0,01	0,46	0,85	E2OP2055	OP2	Escola B
56	0,66	-0,7	0,65	-0,01	0,46	0,85	E2OP2056	OP2	Escola B
57	1,56	1,74	2,65	3,99	9,9	1,09	E2OP2057	OP2	Escola B
58	0,66	-0,7	0,65	-0,01	0,46	0,85	E2OP2058	OP2	Escola B
59	1,56	1,74	2,65	3,99	9,9	1,09	E2OP2059	OP2	Escola B
60	0,03	2,07	1,75	9,16	9,9	0,75	E2OP2060	OP2	Escola B
61	1,56	1,84	2,81	4,05	9,9	1,09	E2OP2061	OP2	Escola B
62	4,28	3,24	9,9	3,91	9,9	2,57	E2OP2062	OP2	Escola B
63	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E2OP2063	OP2	Escola B
64	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E2OP2064	OP2	Escola B
65	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E2OP2065	OP2	Escola B
66	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E2OP2066	OP2	Escola B
67	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E2OP2067	OP2	Escola B
68	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E2OP2068	OP2	Escola B
69	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E2OP2069	OP2	Escola B
70	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E2OP2070	OP2	Escola B
71	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E2OP2071	OP2	Escola B
72	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E2OP2072	OP2	Escola B
73	7,58	0	1	0	1	2,16	E2OP2073	OP2	Escola B
74	7,58	0	1	0	1	2,16	E2OP2074	OP2	Escola B
75	7,58	0	1	0	1	2,16	E2OP2075	OP2	Escola B
76	7,58	0	1	0	1	2,16	E2OP2076	OP2	Escola B
77	7,58	0	1	0	1	2,16	E2OP2077	OP2	Escola B
78	7,58	0	1	0	1	2,16	E2OP2078	OP2	Escola B
79	7,58	0	1	0	1	2,16	E2OP2079	OP2	Escola B

<i>Entry</i>	<i>Measures</i>	<i>t Infit Zstd</i>	<i>Infit Mean-square</i>	<i>t Outfit Zstd</i>	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>S.E.</i>	<i>Labels</i>	<i>Operador</i>	<i>Escola</i>
80	7,58	0	1	0	1	2,16	E2OP2080	OP2	Escola B
81	7,58	0	1	0	1	2,16	E2OP2081	OP2	Escola B
82	4,28	3,23	9,9	3,33	9,9	2,57	E3OP3082	OP3	Escola C
83	0,03	2,07	1,75	9,16	9,9	0,75	E3OP3083	OP3	Escola C
84	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3084	OP3	Escola C
85	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3085	OP3	Escola C
86	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3086	OP3	Escola C
87	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3087	OP3	Escola C
88	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3088	OP3	Escola C
89	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3089	OP3	Escola C
90	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3090	OP3	Escola C
91	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3091	OP3	Escola C
92	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3092	OP3	Escola C
93	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3093	OP3	Escola C
94	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3094	OP3	Escola C
95	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3095	OP3	Escola C
96	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3096	OP3	Escola C
97	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3097	OP3	Escola C
98	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3098	OP3	Escola C
99	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3099	OP3	Escola C
100	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3100	OP3	Escola C
101	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3101	OP3	Escola C
102	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3102	OP3	Escola C
103	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3103	OP3	Escola C
104	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3104	OP3	Escola C
105	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3105	OP3	Escola C
106	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3106	OP3	Escola C
107	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3107	OP3	Escola C
108	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3108	OP3	Escola C
109	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3109	OP3	Escola C
110	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3110	OP3	Escola C
111	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3111	OP3	Escola C
112	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3112	OP3	Escola C
113	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3113	OP3	Escola C
114	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3114	OP3	Escola C
115	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3115	OP3	Escola C
116	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3116	OP3	Escola C
117	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3117	OP3	Escola C
118	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3118	OP3	Escola C
119	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3119	OP3	Escola C
120	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3120	OP3	Escola C
121	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3121	OP3	Escola C
122	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3122	OP3	Escola C
123	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3123	OP3	Escola C

<i>Entry</i>	<i>Measures</i>	<i>t Infit Zstd</i>	<i>Infit Mean-square</i>	<i>t Outfit Zstd</i>	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>S.E.</i>	<i>Labels</i>	<i>Operador</i>	<i>Escola</i>
124	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3124	OP3	Escola C
125	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3125	OP3	Escola C
126	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3126	OP3	Escola C
127	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3127	OP3	Escola C
128	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3128	OP3	Escola C
129	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3129	OP3	Escola C
130	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3130	OP3	Escola C
131	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3131	OP3	Escola C
132	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3132	OP3	Escola C
133	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3133	OP3	Escola C
134	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3134	OP3	Escola C
135	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3135	OP3	Escola C
136	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3136	OP3	Escola C
137	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3137	OP3	Escola C
138	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3138	OP3	Escola C
139	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3139	OP3	Escola C
140	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3140	OP3	Escola C
141	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3141	OP3	Escola C
142	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3142	OP3	Escola C
143	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3143	OP3	Escola C
144	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3144	OP3	Escola C
145	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3145	OP3	Escola C
146	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3146	OP3	Escola C
147	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3147	OP3	Escola C
148	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3148	OP3	Escola C
149	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3149	OP3	Escola C
150	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3150	OP3	Escola C
151	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3151	OP3	Escola C
152	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3152	OP3	Escola C
153	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3153	OP3	Escola C
154	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3154	OP3	Escola C
155	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3155	OP3	Escola C
156	7,58	0	1	0	1	2,16	E3OP3156	OP3	Escola C
157	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3157	OP3	Escola C
158	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3158	OP3	Escola C
159	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E3OP3159	OP3	Escola C
160	1,56	0,51	1,21	0,62	1,22	1,09	E4OP4160	OP4	Escola D
161	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4161	OP4	Escola D
162	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4162	OP4	Escola D
163	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4163	OP4	Escola D
164	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4164	OP4	Escola D
165	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4165	OP4	Escola D
166	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4166	OP4	Escola D
167	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4167	OP4	Escola D

<i>Entry</i>	<i>Measures</i>	<i>t Infit Zstd</i>	<i>Infit Mean-square</i>	<i>t Outfit Zstd</i>	<i>Outfit Mean-square</i>	<i>S.E.</i>	<i>Labels</i>	<i>Operador</i>	<i>Escola</i>
168	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4168	OP4	Escola D
169	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4169	OP4	Escola D
170	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4170	OP4	Escola D
171	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4171	OP4	Escola D
172	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4172	OP4	Escola D
173	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4173	OP4	Escola D
174	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4174	OP4	Escola D
175	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4175	OP4	Escola D
176	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4176	OP4	Escola D
177	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4177	OP4	Escola D
178	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4178	OP4	Escola D
179	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E4OP4179	OP4	Escola D
180	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4180	OP4	Escola D
181	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4181	OP4	Escola D
182	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4182	OP4	Escola D
183	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4183	OP4	Escola D
184	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4184	OP4	Escola D
185	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4185	OP4	Escola D
186	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4186	OP4	Escola D
187	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4187	OP4	Escola D
188	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4188	OP4	Escola D
189	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4189	OP4	Escola D
190	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4190	OP4	Escola D
191	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4191	OP4	Escola D
192	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4192	OP4	Escola D
193	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4193	OP4	Escola D
194	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4194	OP4	Escola D
195	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4195	OP4	Escola D
196	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4196	OP4	Escola D
197	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4197	OP4	Escola D
198	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4198	OP4	Escola D
199	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4199	OP4	Escola D
200	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4200	OP4	Escola D
201	7,58	0	1	0	1	2,16	E4OP4201	OP4	Escola D
202	7,58	0	1	0	1	2,16	E5OP5202	OP5	Escola E
203	7,58	0	1	0	1	2,16	E5OP5203	OP5	Escola E
204	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5204	OP5	Escola E
205	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5205	OP5	Escola E
206	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5206	OP5	Escola E
207	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5207	OP5	Escola E
208	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5208	OP5	Escola E
209	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5209	OP5	Escola E
210	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5210	OP5	Escola E
211	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5211	OP5	Escola E

Entry	Measures	t Infit Zstd	Infit Mean-square	t Outfit Zstd	Outfit Mean-square	S.E.	Labels	Operador	Escola
212	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5212	OP5	Escola E
213	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5213	OP5	Escola E
214	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5214	OP5	Escola E
215	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5215	OP5	Escola E
216	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5216	OP5	Escola E
217	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5217	OP5	Escola E
218	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5218	OP5	Escola E
219	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5219	OP5	Escola E
220	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5220	OP5	Escola E
221	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5221	OP5	Escola E
222	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5222	OP5	Escola E
223	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5223	OP5	Escola E
224	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5224	OP5	Escola E
225	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5225	OP5	Escola E
226	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5226	OP5	Escola E
227	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5227	OP5	Escola E
228	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5228	OP5	Escola E
229	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5229	OP5	Escola E
230	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5230	OP5	Escola E
231	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5231	OP5	Escola E
232	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5232	OP5	Escola E
233	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5233	OP5	Escola E
234	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5234	OP5	Escola E
235	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E5OP5235	OP5	Escola E
236	1,56	0,66	1,35	1,72	3,99	1,09	E5OP5236	OP5	Escola E
237	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6237	OP6	Escola F
238	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6238	OP6	Escola F
239	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6239	OP6	Escola F
240	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6240	OP6	Escola F
241	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6241	OP6	Escola F
242	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6242	OP6	Escola F
243	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6243	OP6	Escola F
244	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6244	OP6	Escola F
245	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6245	OP6	Escola F
246	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6246	OP6	Escola F
247	4,28	-0,87	0,05	-1,11	0,02	2,57	E6OP6247	OP6	Escola F
248	1,56	0,42	1,13	0,38	0,88	1,09	E6OP6248	OP6	Escola F
249	4,28	3,23	9,9	3,33	9,9	2,57	E6OP6249	OP6	Escola F

Apêndice B
Análise dos Resíduos por Operador e Item (Observed, Expected, Residual, Standardized Residual e Measure Difference) – Todas as Escolas

Data	Observed	Expected	Residual	St. Res.	Meas-Diff	Item	Person	Item	Person	Escola
0	0	.69	-.69	-1.51	.82	29	1	4511 Identificar CNPJ	E1OP1001	Escola A
0	0	.58	-.58	-1.19	.34	6	1	29 Identificar CNPJ	E1OP1001	Escola A
1	1	.42	.58	1.17	-.32	10	1	2023 Identificar CNPJ	E1OP1001	Escola A
1	1	.49	.51	1.01	-.02	26	1	2939 Identificar alteracoes	E1OP1001	Escola A
0	0	.79	-.79	-1.97	1.36	29	2	4511 Identificar CNPJ	E1OP1002	Escola A
0	0	.62	-.62	-1.29	.51	23	2	2930 Conhecer regra aprendizagem	E1OP1002	Escola A
1	1	.55	.45	.90	.21	10	2	2023 Identificar CNPJ	E1OP1002	Escola A
1	1	.62	.38	.78	.51	26	2	2939 Identificar alteracoes	E1OP1002	Escola A
0	0	.99	-.99	-10.79	4.76	26	3	2939 Identificar alteracoes	E1OP1003	Escola A
1	1	.08	.92	3.43	-2.47	5	3	274 Identificar nacionalidade	E1OP1003	Escola A
0	0	.70	-.70	-1.52	.84	10	55	2023 Identificar CNPJ	E2OP2055	Escola B
0	0	.46	-.46	-.91	-.18	27	55	3001 Identificar carga horaria	E2OP2055	Escola B
0	0	.70	-.70	-1.52	.84	10	56	2023 Identificar CNPJ	E2OP2056	Escola B
0	0	.46	-.46	-.91	-.18	27	56	3001 Identificar carga horaria	E2OP2056	Escola B
1	1	.01	.99	13.38	-5.19	5	57	274 Identificar nacionalidade	E2OP2057	Escola B
0	0	.85	-.85	-2.39	1.74	10	57	2023 Identificar CNPJ	E2OP2057	Escola B
0	0	.67	-.67	-1.43	.72	27	57	3001 Identificar carga horaria	E2OP2057	Escola B
0	0	.70	-.70	-1.52	.84	10	58	2023 Identificar CNPJ	E2OP2058	Escola B
0	0	.46	-.46	-.91	-.18	27	58	3001 Identificar carga horaria	E2OP2058	Escola B
1	1	.01	.99	13.38	-5.19	5	59	274 Identificar nacionalidade	E2OP2059	Escola B
0	0	.85	-.85	-2.39	1.74	10	59	2023 Identificar CNPJ	E2OP2059	Escola B

Data	Observed	Expected	Residual	St. Res.	Meas-Diff	Item	Person	Item	Person	Escola
0	0	.67	-.67	-1.43	.72	27	59	3001 Identificar carga horaria	E2OP2059	Escola B
1	1	.00	1.00	28.72	-6.72	5	60	274 Identificar nacionalidade	E2OP2060	Escola B
0	0	.79	-.79	-1.97	1.36	28	60	4509 Identificar alteracoes	E2OP2060	Escola B
0	0	.71	-.71	-1.55	.87	22	60	2922 Identificar CPF	E2OP2060	Escola B
0	0	.62	-.62	-1.29	.51	23	60	2930 Conhecer regra aprendizagem	E2OP2060	Escola B
1	1	.55	.45	.90	.21	10	60	2023 Identificar CNPJ	E2OP2060	Escola B
1	1	.62	.38	.78	.51	26	60	2939 Identificar alteracoes	E2OP2060	Escola B
1	1	.01	.99	13.38	-5.19	5	61	274 Identificar nacionalidade	E2OP2061	Escola B
0	0	.92	-.92	-3.32	2.40	22	61	2922 Identificar CPF	E2OP2061	Escola B
0	0	.67	-.67	-1.43	.72	27	61	3001 Identificar carga horaria	E2OP2061	Escola B
0	0	.99	-.99	-12.95	5.12	6	62	29 Identificar CNPJ	E2OP2062	Escola B
1	1	.08	.92	3.43	-2.47	5	62	274 Identificar nacionalidade	E2OP2062	Escola B
0	0	.99	-.99	-10.79	4.76	26	82	2939 Identificar alteracoes	E3OP3082	Escola C
1	1	.08	.92	3.43	-2.47	5	82	274 Identificar nacionalidade	E3OP3082	Escola C
1	1	.00	1.00	28.72	-6.72	5	83	274 Identificar nacionalidade	E3OP3083	Escola C
0	0	.79	-.79	-1.97	1.36	28	83	4509 Identificar alteracoes	E3OP3083	Escola C
0	0	.71	-.71	-1.55	.87	22	83	2922 Identificar CPF	E3OP3083	Escola C
0	0	.62	-.62	-1.29	.51	23	83	2930 Conhecer regra aprendizagem	E3OP3083	Escola C
1	1	.55	.45	.90	.21	10	83	2023 Identificar CNPJ	E3OP3083	Escola C
1	1	.62	.38	.78	.51	26	83	2939 Identificar alteracoes	E3OP3083	Escola C
0	0	.31	-.31	-.67	-.81	27	83	3001 Identificar carga horaria	E3OP3083	Escola C
0	0	.92	-.92	-3.32	2.40	6	160	29 Identificar CNPJ	E4OP4160	Escola D
1	1	.67	.33	.70	.72	27	160	3001 Identificar carga horaria	E4OP4160	Escola D
0	0	.97	-.97	-6.22	3.66	4	236	273 Classificar financiamento	E5OP5236	Escola E
1	1	.67	.33	.70	.72	27	236	3001 Identificar carga horaria	E5OP5236	Escola E
0	0	.88	-.88	-2.77	2.04	26	248	2939 Identificar alteracoes	E6OP6248	Escola F
1	1	.67	.33	.70	.72	27	248	3001 Identificar carga horaria	E6OP6248	Escola F

Data	Observed	Expected	Residual	St. Res.	Meas-Diff	Item	Person	Item	Person	Escola
0	0	.99	-.99	-10.79	4.76	26	249	2939 Identificar alteracoes	E6OP6249	Escola F
1	1	.08	.92	3.43	-2.47	5	249	274 Identificar nacionalidade	E6OP6249	Escola F