



<https://doi.org/10.18222/eae.v36.11835>

INDICADOR DE INFRAESTRUTURA ESCOLAR PARA ESCOLAS BRASILEIRAS

 VICTOR GABRIEL ALCANTARA¹

¹ Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, Brasil; victorgalcantara@usp.br

RESUMO

Este artigo compara metodologias empregadas para a construção do indicador de infraestrutura para as escolas brasileiras, com foco no ensino médio. Com isso, visa a fornecer operacionalizações para esse constructo e traçar um panorama da infraestrutura das escolas brasileiras nas últimas décadas. Para tanto, foram utilizados os dados administrativos do Censo Escolar, verificando a comparabilidade dos itens para analisar a distribuição no sistema ao longo do tempo (1997-2023). Embora tenha sido observada a melhoria da infraestrutura das escolas nas últimas décadas, ainda há uma variabilidade expressiva que marca a heterogeneidade e endossa a relevância do estabelecimento de indicadores sintéticos de infraestrutura que sejam capazes de compor e induzir políticas públicas.

PALAVRAS-CHAVE RECURSOS PÚBLICOS PARA EDUCAÇÃO •
POLÍTICAS PÚBLICAS EM EDUCAÇÃO • OPORTUNIDADES EDUCACIONAIS •
EDUCAÇÃO BÁSICA.

COMO CITAR:

Alcantara, V. G. (2025). Indicador de infraestrutura escolar para escolas brasileiras.
Estudos em Avaliação Educacional, 36, Artigo e11835.
<https://doi.org/10.18222/eae.v36.11835>

INDICADOR DE INFRAESTRUTURA ESCOLAR PARA LAS ESCUELAS BRASILEÑAS

RESUMEN

Este artículo compara las metodologías utilizadas para la construcción de un indicador de infraestructura para las escuelas brasileñas, con especial atención en la educación secundaria. Con esto, busca proporcionar operacionalizaciones para este constructo y ofrecer una visión general de la infraestructura de las escuelas brasileñas en las últimas décadas. Para ello, fueron utilizados los datos administrativos del Censo Escolar, verificando la comparabilidad de los ítems para analizar la distribución dentro del sistema a lo largo del tiempo (1997-2023). Sin embargo, así hayan sido observadas mejoras en la infraestructura de las escuelas en las últimas décadas, aún existe una variabilidad significativa que manifiesta la heterogeneidad y subraya la importancia de establecer indicadores sintéticos de infraestructura que sean capaces de componer e inducir las políticas públicas.

PALABRAS CLAVE RECURSOS PÚBLICOS PARA LA EDUCACIÓN • POLÍTICAS PÚBLICAS EN EDUCACIÓN • OPORTUNIDADES EDUCACIONALES • EDUCACIÓN BÁSICA.

SCHOOL INFRASTRUCTURE INDICATOR FOR BRAZILIAN SCHOOLS

ABSTRACT

This article compares methodologies employed in the construction of a school infrastructure indicator for Brazilian schools, focusing on secondary education. The objective is to provide operationalizations for this construct and to outline an overview of the infrastructure of Brazilian schools over the past decades. For this purpose, administrative data from the School Census were used, assessing the comparability of items to analyze the distribution in the system over time (1997-2023). Although improvements in school infrastructure have been observed in recent decades, there remains significant variability, which highlights heterogeneity and underscores the importance of establishing synthetic infrastructure indicators capable of informing and guiding public policy.

KEYWORDS PUBLIC RESOURCES FOR EDUCATION • PUBLIC POLICIES IN EDUCATION • EDUCATIONAL OPPORTUNITIES • BASIC EDUCATION.

Recebido em: 17 FEVEREIRO 2025

Aprovado para publicação em: 28 JULHO 2025



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da licença Creative Commons do tipo BY.

INTRODUÇÃO

A infraestrutura das escolas é uma das dimensões fundamentais na discussão sobre oportunidades educacionais. Os recursos físicos e materiais são bases para o funcionamento das escolas e para o processo de ensino-aprendizado, estando preconizados na Constituição Federal (1988) e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n. 9.394, 1996), a LDB. No entanto, em países marcados por desigualdades regionais significativas, como o Brasil, a distribuição e a disponibilidade desses recursos são extremamente heterogêneas, colocando em questão a equidade na qualidade da educação ofertada.

Com a reforma do ensino médio, sancionada pela Lei n. 13.415 (2017), a questão sobre a infraestrutura das escolas tornou-se ainda mais relevante, dado o impacto dos recursos materiais na diversificação curricular e na oferta de itinerários formativos técnico-profissionalizantes. Além disso, os recursos físicos e materiais da escola, como laboratórios, bibliotecas e espaços poliesportivos, são também importantes para a oferta de educação integral de qualidade, conforme visa a Meta 6 do Plano Nacional de Educação (Lei n. 13.005, 2014).

Contudo, apesar da relevância da infraestrutura escolar, ainda não há um indicador consolidado que sintetize essas informações de maneira padronizada. Nas últimas décadas, o Brasil avançou na consolidação de indicadores educacionais sintéticos, como o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), além de medidas relacionadas à adequação e ao esforço docente, à complexidade da gestão escolar e ao nível socioeconômico das escolas e dos alunos. No entanto os dados sobre infraestrutura escolar, amplamente coletados pelo Censo Escolar, ainda carecem de uma sistematização que permita sua utilização como ferramenta de análise e de monitoramento. Este artigo contribui nessa direção, com a discussão de metodologias para a construção de indicadores de infraestrutura para escolas brasileiras, com foco nas que oferecem a etapa do ensino médio.

A ausência de um indicador institucionalizado não significa que não tenha havido esforços na literatura. Um estudo pioneiro foi o de Castro e Fletcher (1986), que analisou uma amostra de 600 escolas em todo o Brasil para mapear as condições da rede física escolar, a disponibilidade de equipamentos pedagógicos e o funcionamento dos estabelecimentos. A questão central do estudo – “O que vem a ser a escola pública de primeiro grau frequentada pelos brasileiros em 1985?” – evidenciou disparidades estruturais que, desde então, continuaram sendo um desafio para a educação brasileira. Décadas depois, Sátyro e Soares (2007) retomaram essa preocupação, propondo um indicador baseado em análise fatorial para sintetizar as informações sobre infraestrutura escolar a partir do Censo Escolar. Por meio do indicador, eles destacaram a persistente desigualdade entre escolas urbanas e rurais.

Posteriormente, Soares Neto et al. (2013) avançaram ao utilizar a Teoria da Resposta ao Item (TRI), criando um indicador unidimensional mais sensível às variações de infraestrutura. Em uma abordagem distinta, Vasconcelos et al. (2021) propuseram um modelo de subíndices, permitindo a análise da infraestrutura escolar em diferentes dimensões, como serviços básicos, equipamentos pedagógicos e acessibilidade. Esses esforços demonstram avanços metodológicos significativos, mas a falta de um consenso sobre a melhor estratégia de síntese e a ausência de um indicador institucionalizado ainda limitam a capacidade de monitoramento e a formulação de políticas voltadas à equidade na distribuição de recursos.

Entre os desafios para a construção de um indicador sintético de infraestrutura, estão a diferença nas necessidades que cada tipo de oferta impõe e as múltiplas dimensões que compõem a infraestrutura escolar. Enquanto na educação infantil os jogos pedagógicos e os brinquedos são priorizados entre os materiais pedagógicos, no ensino médio os laboratórios e as bibliotecas ocupam maior centralidade e ganham destaque na composição da infraestrutura das escolas. Por essa razão, parte expressiva da literatura se concentra no ensino fundamental, que ocupa a maior fração de tempo da escolarização básica.

Diante desse contexto, considerando a relevância e a falta de uma síntese sobre o constructo, o presente artigo propõe caminhos metodológicos para a operacionalização de um indicador de infraestrutura escolar (IIE), com foco no ensino médio. Além disso, traça um panorama das condições da infraestrutura escolar no Brasil entre 1997 e 2023, de acordo com a disponibilidade de itens comparáveis no tempo. Dado que estados e municípios vêm desenvolvendo seus próprios indicadores educacionais e que o Ideb está em revisão, este estudo contribui para a formulação de métricas que auxiliem na avaliação da infraestrutura escolar como elemento essencial na qualidade da educação básica.

Para tanto, o artigo está organizado em quatro seções, além da introdução. A primeira trata-se de uma revisão bibliográfica, com a contextualização da discussão sobre a importância das escolas e de seus recursos, bem como um levantamento dos empreendimentos metodológicos para compreender e sintetizar as informações sobre os recursos materiais das escolas. A segunda descreve os materiais utilizados no desenvolvimento do trabalho. A terceira apresenta os métodos explorados na literatura e suas aplicações com os dados do Censo Escolar de 2023 (o mais recente e completo disponível no momento de submissão deste artigo). Por fim, a quarta seção tece considerações finais sobre o trabalho empreendido e os resultados documentados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A importância das escolas e de seus recursos

Na discussão histórica sobre oportunidades educacionais, pelo menos desde os relatórios de Coleman et al. (1966), nos Estados Unidos, e de Plowden (1967), na Inglaterra, há evidências sistematizadas de que as escolas e seus recursos explicam muito pouco a variação do desempenho escolar. O Relatório Coleman, especialmente, gerou discussões sobre desempenho escolar e efeito-escola que perduram ainda hoje na literatura especializada, sendo considerado um marco para o debate (Mosteller & Moynihan, 1972). No mesmo período, na França, as teorias da reprodução dominaram a discussão, mostrando que os resultados educacionais eram fortemente condicionados pela hierarquia social da origem (Nogueira, 1990). Embora sob diferentes abordagens teóricas, esses estudos evidenciaram que a origem socioeconômica tem maior efeito sobre os resultados educacionais do que os recursos/insumos imputados nas escolas; um resultado contrário às teses sobre a modernização e indesejável para sociedades democráticas que prezam pela igualdade de condições e oportunidades.

O debate sobre a relevância dos insumos e infraestrutura das escolas para a melhoria do sistema educacional foi acalorado com as publicações do economista Erik Hanushek (2003), que apontou, com dados dos Estados Unidos e de outros países desenvolvidos, para o fracasso das políticas educacionais baseadas no modelo de *input-output* (imputação de insumos visando a resultados educacionais). O autor verificou a queda nos escores das avaliações educacionais em detrimento do aumento do produto interno bruto (PIB) gasto com educação, concluindo que não haveria associação entre investimento e melhoria nos resultados educacionais (Hanushek, 2003). Embora Soares e Sátyro (2008) tenham observado o mesmo com dados do Brasil entre 1997 e 2005, pesquisas mais recentes, cobrindo o período entre 2007 e 2017, contrariam essas evidências, indicando a melhoria nos indicadores educacionais durante o período de ampliação no investimento (Alves & Ferrão, 2019; Vasconcelos et al., 2021).

Apesar de a discussão internacional ter sido dominada pela hipótese de que os recursos, os insumos e as escolas importam pouco para os resultados educacionais, outros estudos sobre o caso brasileiro apontam para evidências robustas na direção contrária, reconhecendo a relevância da infraestrutura e dos recursos das escolas (Sátyro & Soares, 2007; Soares, 2004; Soares & Candian, 2007). Uma crítica direcionada à constatação do baixo efeito das escolas é o viés criado pela condição socioeconômica dos países onde as pesquisas que estabeleceram essa hipótese foram realizadas. Nos Estados Unidos e na Inglaterra, por exemplo, há uma menor disparidade na distribuição dos recursos e, portanto, maior homogeneidade

entre as escolas, diferentemente do que é observado em países subdesenvolvidos. Para esses casos, o que explica a maior variabilidade de desempenho escolar são as características *dentre* as escolas – especialmente a origem socioeconômica dos alunos –, e não as características *entre* as escolas, tais como os recursos materiais.

No Brasil, as pesquisas que utilizaram modelos hierárquicos para examinar o efeito-escola revelaram que o nível de agregação das escolas contribui para explicar frações expressivas de 15% a 20% da variância no desempenho escolar (Alves & Franco, 2008; Alves & Soares, 2007; Soares, 2004). Soares e Candian (2007) indicaram que, no Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), as escolas públicas explicam 11,4% e as escolas privadas 17,2% da variação do desempenho em matemática, e, no Programme for International Student Assessment (Pisa), esses percentuais são de 22,6% e 8,9%, respectivamente. Na mesma direção, os autores argumentam que esses resultados decorrem da maior variabilidade na distribuição de recursos entre as escolas brasileiras, condicionada por tipos de administração e características socioeconômicas, diferentemente do que é observado nos países desenvolvidos. Ou seja, a desigualdade na distribuição de recursos materiais entre escolas brasileiras faz com que os resultados educacionais dos alunos sejam associados também à escola em que estão matriculados, o que torna a infraestrutura escolar uma dimensão importante a ser considerada.

A constatação sobre o alto efeito das escolas está em consonância com estudos sobre o *quasi-mercado* escolar (Costa & Koslinski, 2011) e a *geografia de oportunidades* (Ribeiro & Koslinski, 2009), que identificaram uma hierarquia de prestígio e qualidade entre as escolas públicas brasileiras. As famílias, ao se mobilizarem para garantir a vaga aos seus filhos em escolas de maior prestígio e com mais recursos, asseguram o privilégio de distinção com relação aos demais e transmitem aos seus herdeiros os privilégios da origem social. Assim, ter informações sintéticas e robustas sobre a infraestrutura escolar, bem como sobre o contexto socioeconômico das escolas, dos alunos e das famílias, contribui não apenas para a descrição do sistema, mas também para a verificação dos fatores associados ao efeito da escola e à eficácia escolar, em especial em países como o Brasil, que guardam padrões extremados de desigualdades.

Infraestrutura das escolas no Brasil

O conceito de *infraestrutura escolar* abrange a dimensão material e física das escolas que compõem o sistema educacional, tais como os equipamentos pedagógicos, os laboratórios, os equipamentos de tecnologia, os espaços poliesportivos, etc. Segundo Garcia (2014, p. 145), trata-se de “instalações, equipamentos e serviços necessários para garantir o funcionamento da escola e auxiliar no aprendizado do aluno”. Essa é uma dimensão investigada pela literatura brasileira pelo menos desde a

década de 1980, quando Castro e Fletcher (1986) publicaram um estudo analisando a situação física da rede escolar com uma amostra de 600 escolas. Contudo, como destacam Sátyro e Soares (2007), desde a publicação de Castro e Fletcher (1986), o esforço para compreender as condições materiais de infraestrutura tem sido esporádico e insuficiente.

Apesar de não haver uma discussão bem estabelecida e um indicador sintético institucionalizado, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) fornece, via recenseamento da educação básica, um amplo leque de informações administrativas que cobrem características detalhadas das escolas desde 1997. Com esses dados, algumas pesquisas que podem ser encontradas na literatura avançaram na investigação sobre as condições e a variabilidade da infraestrutura escolar no sistema educacional brasileiro.

Utilizando os dados dos censos escolares de 1997 a 2005, Sátyro e Soares (2007) fizeram um importante balanço da literatura e analisaram a infraestrutura das escolas brasileiras de ensino fundamental. Nesse estudo, os autores apontaram a necessidade de um indicador sintético em face da extensão de recursos levantados pelo questionário do Censo Escolar. Para lidar com o problema, propuseram um caminho metodológico que orientou estudos posteriores. Em primeiro lugar, sugeriram o acompanhamento de recursos básicos, como água, eletricidade e saneamento. Além disso, para dar conta da riqueza das informações, indicaram também a construção de um indicador sintético baseado em análise fatorial. Com a análise dos recursos básicos, os autores assinalaram que, já em 1997, quase todas as escolas urbanas tinham o acesso garantido. O problema, contudo, eram as escolas rurais, cuja cobertura ainda era baixa. Entre essas, havia 20% sem acesso à água, 28,9% sem acesso à energia e 15,7% sem acesso ao esgotamento sanitário. Uma fração expressiva das escolas – 7,8% (15.306) – não tinha acesso a nenhum dos recursos básicos. O quadro melhorou até 2005, mas não cumpriu a cobertura universal para as escolas rurais.

Sátyro e Soares (2007) também analisaram a associação entre o indicador sintético construído e o desempenho educacional dos alunos. Os autores observaram que não teve um efeito significativo nos indicadores educacionais de desempenho e fluxo dos alunos, embora tenha havido uma melhora na infraestrutura ao longo desse período. Isto é, a qualidade da educação permaneceu baixa. Os autores destacaram, por um lado, disparidades marcantes entre as escolas estaduais e privadas em comparação com as municipais, indicando haver uma variabilidade considerável na infraestrutura escolar, a depender da rede de ensino e do tipo de administração, característica essa que marca o sistema educacional brasileiro. Por outro lado, ressaltaram também a semelhança intrigante entre as escolas estaduais e privadas,

colocando questões sobre outros fatores que possam ser mais explicativos do diferencial no desempenho dos alunos, tais como o contexto socioeconômico.

Soares Neto et al. (2013) também avançaram com a proposta de um indicador sintético utilizando um grupo de itens dicotômicos do Censo Escolar de 2013, pautado no método da Teoria da Resposta ao Item. Na operacionalização do constructo, eles avançaram ao identificar limitações na abrangência de itens, devido a questões técnicas, e ao constatar a necessidade de distinguir itens que se adequem melhor às diferentes etapas de ensino (infantil, fundamental e médio). Tendo definido os 22 itens dicotômicos do questionário, utilizaram um modelo logístico adequado com a estimação de dois parâmetros: o de discriminação e o de dificuldade. Segundo os autores, a construção do indicador pela TRI possibilita a elaboração de uma escala de interpretação usual e intuitiva, o que destaca esse método em relação a outros possíveis. Com esses parâmetros, os pesquisadores construíram um indicador unidimensional e classificaram as escolas em quatro níveis (elementar, básica, adequada e avançada), identificando que 44% das escolas se concentravam no nível elementar, contando apenas com recursos básicos, como água, sanitário, energia elétrica, esgoto e cozinha.

Um estudo mais recente de Vasconcelos et al. (2021) propõe uma operacionalização mais simples ao utilizar a técnica de subíndices, com base em itens reportados nos censos escolares de 2007 e 2017, considerando as seguintes dimensões: i) infraestrutura de serviços básicos; ii) infraestrutura física; iii) disponibilidade de equipamentos; e iv) capacitação de discentes. Cada subíndice foi calculado por média aritmética e pode também ser interpretado como a proporção de posse de itens pela escola. A partir de cada subíndice, os autores calcularam um índice sintético e unidimensional – o índice de infraestrutura escolar final –, tendo como produto um indicador sintético que varia de 0 (ausência de todos os itens) a 1 (presença de todos os itens). Com o indicador, os autores notaram um aprimoramento na infraestrutura escolar entre 2007 e 2017, chamando a atenção para a aplicação mais eficiente de recursos em 2017, que, diferente do observado por Soares e Sátyro (2008), teve efeito sobre o desempenho escolar dos alunos. Além disso, Vasconcelos et al. (2021) evidenciaram também uma queda de 48% na variação do coeficiente de 2007 a 2017, o que indica redução das desigualdades na distribuição dos recursos no período observado.

Esses estudos estabeleceram avanços importantes na discussão e operacionalização do IIE. Contudo, como foi possível notar, não há ainda um consenso sobre a metodologia a ser empregada, assim como não existe um indicador institucionalizado. Nesse sentido, além de uma atualização para essa literatura, este artigo oferece um importante panorama comparativo dos métodos para o estabelecimento de um indicador sintético robusto e, com isso, objetiva contribuir para a consolidação

de um indicador nacional comum para essa dimensão do sistema. Na próxima seção, serão descritos os dados utilizados para a operacionalização do indicador e, nas seguintes, os métodos aplicados e os resultados analisados.

METODOLOGIA

Dados

Os dados do Censo Escolar, disponibilizados pelo Inep, autarquia do Ministério da Educação, compõem o material empírico para a construção do indicador de infraestrutura das escolas. Trata-se de dados oriundos de um levantamento de caráter administrativo, que coleta anualmente informações descritivas do sistema e das escolas. A resposta ao Censo é obrigatória, regulamentada por instrumentos normativos que instituem prazos, responsáveis e procedimentos. Essa qualidade do levantamento garante uma cobertura confiável e ampla das informações, critérios fundamentais para o uso para fins de pesquisa. Uma limitação intrínseca a esse dado, porém, é indicar somente se a escola possui ou não determinados recursos. Não há informações mais detalhadas sobre a qualidade, quantidade e a disponibilidade por aluno, o que permitiria uma descrição mais precisa.

O Censo Escolar passou por reformulações ao longo do tempo. Os microdados mais longevos disponíveis remontam ao ano de 1995, em meio a um contexto com marcos legais importantes para a educação brasileira. Até 1996, estão disponíveis informações gerais sobre localização, condição de funcionamento, oferta de vagas, matrículas e docentes. A partir de 1997, após a instituição da nova LDB (Lei n. 9.394, 1996), o Censo passou a contar com informações sobre a infraestrutura física das escolas. Não houve determinação normativa explícita nessa lei acerca do acompanhamento das condições infraestruturais do sistema e levantamento dessas informações via recenseamento. Havia apenas o art. 25, no Capítulo II (Da Educação Básica), que dispunha como “objetivo permanente das autoridades responsáveis alcançar relação adequada entre o número de alunos e o professor, a carga horária e as condições materiais do estabelecimento” (Lei n. 9.394, 1996). A determinação normativa aparece mais detalhadamente na lei que instituiu o PNE, em 2001 (Lei n. 10.172, 2001), com o estabelecimento de metas e objetivos a serem alcançados referentes à infraestrutura e a padrões mínimos para a liberação do funcionamento de estabelecimentos de ensino.

Uma consequência das mudanças no Censo são as restrições nas condições de comparação. Não são todos os itens que permaneceram, e diversos outros foram sendo implementados nos recenseamentos entre 1995 e 2023. As características de infraestrutura das escolas passaram a compor o questionário apenas em 1997, com poucas informações, tais como a presença de biblioteca, laboratórios de ciência e

informática, água potável, energia elétrica, rede de esgoto, etc. No decorrer do tempo, foram adicionadas novas informações e, a partir de 2007, os dados passaram a ser mais detalhados e padronizados, por razões que fogem ao escopo deste artigo. Nos próximos tópicos, o recorte temporal será condicionado pelas informações disponíveis e pelos propósitos da investigação.

Para a operacionalização do indicador, seguindo diferentes metodologias, foram utilizados 70 itens da base do Censo Escolar de 2023. Além disso foi implementado um filtro para escolas que indicavam estar em atividade (funcionamento = 1), com mais de 10 matrículas e com oferta do ensino médio. Das 224.649 escolas, restaram 29.715, base utilizada para a construção do indicador. A Tabela 1 descreve as escolas, segundo a dependência administrativa e localização. Como o ensino médio é de responsabilidade dos estados, a maioria das escolas é estadual (67,8%).

TABELA 1

Escolas que compõem o estudo, segundo a dependência administrativa e localização, Brasil, 2023

DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	URBANA	RURAL	TOTAL
Federal	1,8%	0,3%	2,1%
	522	92	614
Estadual	57,7%	10,1%	67,8%
	17.155	2.999	20.154
Municipal	0,4%	0,4%	0,8%
	127	107	234
Privada	28,7%	0,6%	29,3%
	8.525	188	8.713
Total	88,6%	11,4%	100,0%
	26.329	3.386	29.715

Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira [Inep], 2024).

Métodos

Há avanços e limitações que podem ser encontrados nos métodos empregados pela literatura sobre infraestrutura escolar. Nos primeiros estudos, Soares e Sátyro (2008) já identificaram o principal dilema no desafio de mensurar a infraestrutura das escolas: Observar características específicas por determinados itens ou características gerais por indicadores sintéticos? Utilizar mais de um indicador para descrever as diferentes dimensões da infraestrutura escolar, ou sintetizar as dimensões em um único indicador? Pelo que tem sido explorado, a solução depende dos interesses e objetivos de pesquisa ou de finalidade analítica da política educacional.

A operacionalização da primeira necessidade, de observar características específicas, é mais simples e foi bem encaminhada por Vasconcelos et al. (2021). Além de analisar os itens individualmente, é possível agrupá-los em subíndices e medir a proporção de posse entre as escolas. A limitação no uso de médias aritméticas, contudo, é o fato de que todos os itens considerados passam a ter o mesmo peso. Tal limitação pode ser contornada pela imputação de pesos arbitrários, mas também é superada pelo método da TRI, tal como explorado por Soares Neto et al. (2013), uma vez que esta considera os parâmetros de discriminação e dificuldade dos itens na composição dos indicadores. Diante dessa necessidade, portanto, há duas possibilidades: subíndices não ponderados, em que todos os itens considerados têm o mesmo peso; e subíndices ponderados, em que os itens recebem pesos diferentes de modo arbitrário ou considerando critérios estatísticos, tais como os graus de discriminação e dificuldade calculados pela TRI.

A operacionalização da segunda necessidade, de sintetizar múltiplas dimensões em uma unidade comum, não é trivial. Soares e Sátyro (2008) propuseram uma análise fatorial e demonstraram sua eficácia em análises empíricas. Contudo, assim como a análise de componentes principais, esse método tem como consequência a perda de informações originais dos dados, uma vez que a seleção de um único fator ou componente exclui a variância original retida nos demais. Como alternativa, outras estratégias metodológicas têm sido utilizadas na literatura. Vasconcelos et al. (2021) propuseram o uso de média simples de subíndices compostos de itens comuns, e Soares Neto et al. (2013) sugeriram o uso da TRI, que, embora tenha a mesma implicação operacional da perda de informações originais, é tida como mais robusta por adicionar informações paramétricas aos itens considerados.

Entre as alternativas desenvolvidas na literatura, portanto, as propostas de Vasconcelos et al. (2021) e Soares Neto et al. (2013) oferecem caminhos robustos e adequados ao contexto educacional. A metodologia de construção por média simples facilita a interpretação do indicador final, contribuindo para a absorção por atores escolares pouco familiarizados com metodologias de cálculo; uma virtude a ser seguida no contexto das políticas educacionais (Soares, 2007). Os parâmetros dos itens gerados pela TRI, por sua vez, contribuem na concepção conceitual, operacional e metodológica do indicador. Além disso, o caráter inferencial do constructo possibilita a elaboração de uma escala probabilística de interpretação, gerando sentido pedagógico ao valor computado. Com isso, utilizarei os caminhos delineados por esses autores para explorar a infraestrutura das escolas brasileiras, oferecendo um panorama do sistema ao longo do tempo, especialmente para as escolas que ofertam o ensino médio.

O estudo foi todo desenvolvido pelo *software* R (R Core Team, 2024), no ambiente de trabalho oferecido pelo RStudio/Posit, cujo acesso livre e gratuito tem

possibilitado o avanço na transparência dos procedimentos técnicos e na replicação pelos pares. Os códigos podem ser acessados mediante contato com o autor.

O INDICADOR POR SUBÍNDICES E MÉDIA ARITMÉTICA

O agrupamento dos recursos em subíndices será o caminho operacional para a aplicação de técnicas de construção de indicadores sintéticos nesta seção. Para a operacionalização, foram selecionadas 70 variáveis dicotômicas do tipo possui (1) e não possui (0), relacionadas aos itens de infraestrutura escolar, utilizando o Censo Escolar de 2023. As variáveis foram agrupadas em 8 subíndices, que são indicadores médios construídos pela proporção de posse dos itens (ver composição dos subíndices na Tabela A1 do Apêndice). Os subíndices variam de 0 a 1 e representam a proporção de itens de infraestrutura que a escola possui. Por exemplo, o subíndice “recursos básicos” é uma composição dos itens (1) água, (2) alimentação, (3) energia, (4) esgoto e (5) coleta de lixo. As escolas que apresentam todos os itens têm o valor total igual a 1, enquanto aquelas que dispõem apenas de água têm o valor de 1/5 (0,2).

Formalmente, a construção de cada indicador médio pode ser expressa por:

$$\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^k x_i$$

x_i = variável dicotômica correspondendo a ter ou não determinado item (0-1);
 n = quantidade de itens considerados.

As medidas centrais dos subíndices indicadas na Tabela 2 ilustram como a infraestrutura ainda é um problema para a educação brasileira. Embora os recursos básicos tenham sido universalizados, ainda há uma série de itens cuja distribuição é desigual. Os subíndices mais baixos são aqueles relativos à acessibilidade (0,33) e às dependências educacionais (0,36), com menos de 2/5 dos recursos, em média. Pela Tabela A1 do Apêndice, é possível verificar que itens como laboratórios específicos para a educação profissional (5,5%), laboratórios de ciência (50%) e de informática (70%), recursos de acessibilidade, como sinalizações sonora (4,9%) e tátil (9,7%), e recursos tecnológicos, como *tablet* (29%), lousa digital (30%) e computador portátil (63%) ainda não estão universalizados entre escolas brasileiras.

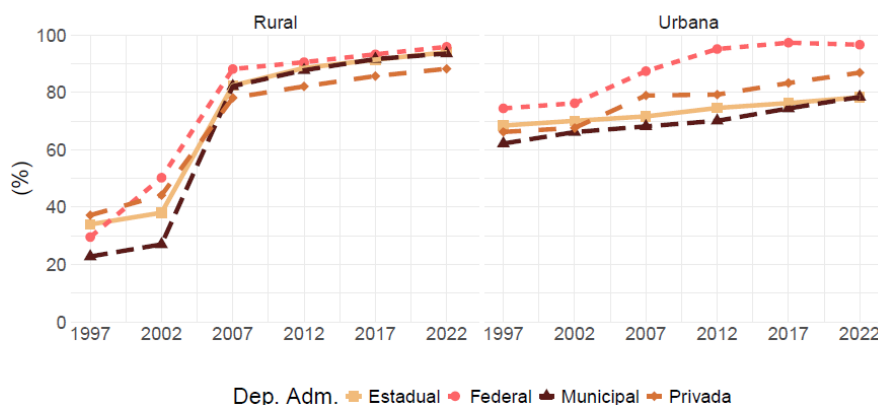
TABELA 2
Estatísticas descritivas dos subíndices do Censo Escolar de 2023

VARIÁVEL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	1ºQ	MEDIANA	3ºQ	MAX
Recursos básicos	0,93	0,10	0,80	1,00	1,00	1,00
Dependências físicas	0,70	0,17	0,58	0,75	0,83	1,00
Dependências educacionais	0,36	0,17	0,27	0,33	0,47	1,00
Acessibilidade	0,33	0,22	0,20	0,30	0,50	1,00
Equip. técnico-administrativo	0,73	0,24	0,60	0,80	1,00	1,00
Equip. técnico para alunos	0,62	0,20	0,50	0,63	0,75	1,00
Internet	0,73	0,18	0,60	0,80	0,80	1,00
Materiais pedagógicos	0,45	0,24	0,30	0,50	0,60	1,00

Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2024).

Os subíndices são alternativas para a descrição de dimensões próprias da infraestrutura das escolas, assim como para a análise da distribuição de itens específicos. Podemos, por exemplo, construir subíndices com itens comparáveis ao longo do tempo para estudar a distribuição de recursos associados a determinadas dimensões. A Figura 1 ilustra esse exercício com o subíndice “recursos educacionais” para escolas que oferecem ensino fundamental ou médio, com itens comparáveis ao longo do tempo (biblioteca e laboratórios de ciências e informática), condicionados pela localização e dependência administrativa. A tendência ilustra a melhoria na infraestrutura em termos de recursos educacionais no período de 1997 e 2022. O sistema foi mais nivelado no âmbito da disparidade, segundo a localização, com o aumento expressivo desses recursos entre as escolas rurais, tal como observado por Sátyro e Soares (2007) para o período de 1997 e 2005.

FIGURA 1
Percentual do subíndice “recursos educacionais” por localização e dependência administrativa das escolas, Brasil, 1997-2022



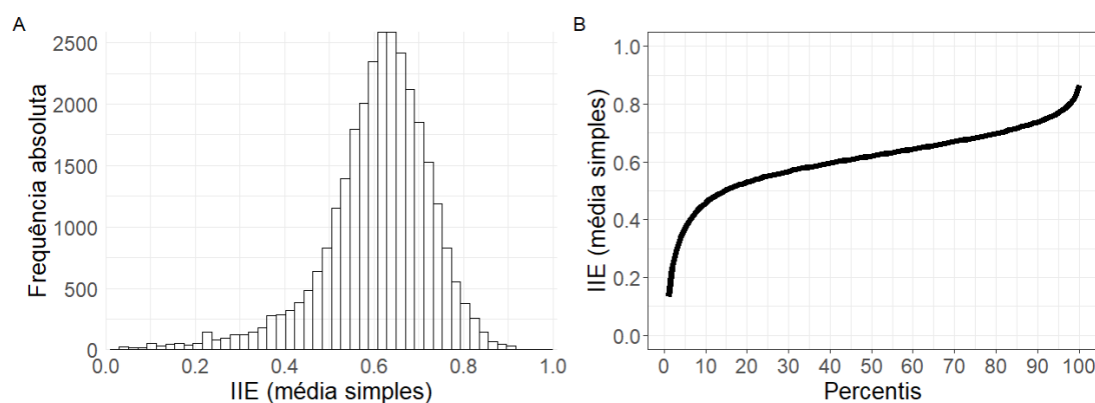
Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2006a, 2006b, 2022a, 2022b, 2022c, 2023).

Além dos subíndices específicos, a alternativa metodológica de Vasconcelos et al. (2021) viabiliza também a construção de um indicador sintético de todos os recursos: o indicador médio de infraestrutura escolar, computado pela média global dos itens que compõem os subíndices. Como já mencionado, por se tratar de uma média de itens dicotômicos, o IIE pode ser interpretado também como a proporção de posse de itens por escola, variando entre 0 (escolas que não têm nenhum dos recursos) e 1 (escolas que têm todos os recursos). A principal vantagem desse indicador é a maior facilidade no cálculo e na interpretação. Por outro lado, a principal desvantagem é que ele sintetiza itens de diferentes qualidades em uma única dimensão e com os mesmos valores, o que o torna insensível às diferenças entre os itens.

A Figura 2, item A, representa a distribuição do IIE com dados de 2023, considerando todos os 70 itens. Observa-se que há uma semelhança com a distribuição normal, com uma assimetria pela concentração maior dos casos à direita, entre os valores 0,5 e 0,7. A Figura 2, item B, representa a curva de incidência do IIE, calculada pela média das escolas agregadas em faixas de percentis. Por ela é possível observar que a maioria das escolas tem entre 50% e 75% dos itens considerados, havendo dois extremos na distribuição: 15% de escolas que carecem da maioria dos recursos (com menos de 50%) e 10%, no extremo superior, que ostentam a posse de recursos diversos (com mais de 75%).

FIGURA 2

Distribuição do IIE calculado por média simples, Brasil, 2023



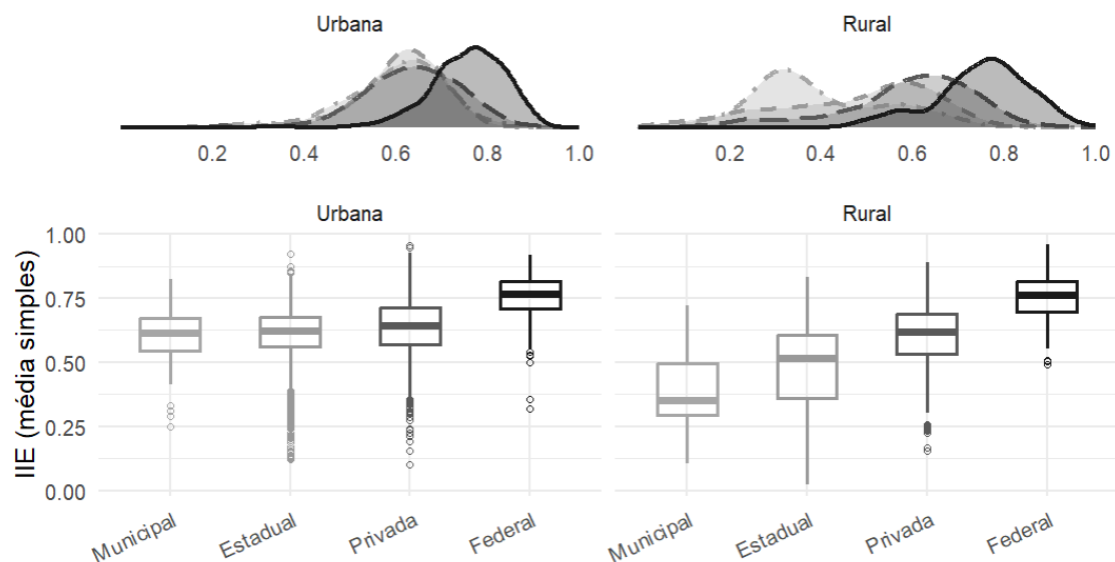
Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2024).

A Figura 3 ilustra a distribuição do IIE de acordo com a dependência administrativa e a localização das escolas. Conforme esperado, as escolas federais e privadas, assim como as que recebem estudantes com maior nível socioeconômico, são as que têm mais recursos de infraestrutura (o IIE apresenta uma correlação

de Pearson de 0,38 com o indicador de nível socioeconômico [Inse] das escolas). Persiste também a diferença na distribuição de recursos entre escolas estaduais e municipais localizadas em áreas urbanas e rurais, estas últimas tendo acesso a significativamente menos investimentos. Entre as escolas localizadas em áreas rurais, é perceptível a cisão entre municipais e federais. As 100 escolas municipais rurais com oferta de ensino médio têm, em média, 40% dos 70 itens de infraestrutura coletados no Censo Escolar; enquanto as federais rurais, 75% em média. Embora tenha sido observada melhoria na distribuição de recursos básicos para as escolas rurais desde 1997, há uma série de outros que ainda não chegaram nessas localidades.

FIGURA 3

Distribuição do IIE por média simples segundo a dependência administrativa e localização, Brasil, 2023



Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2024).

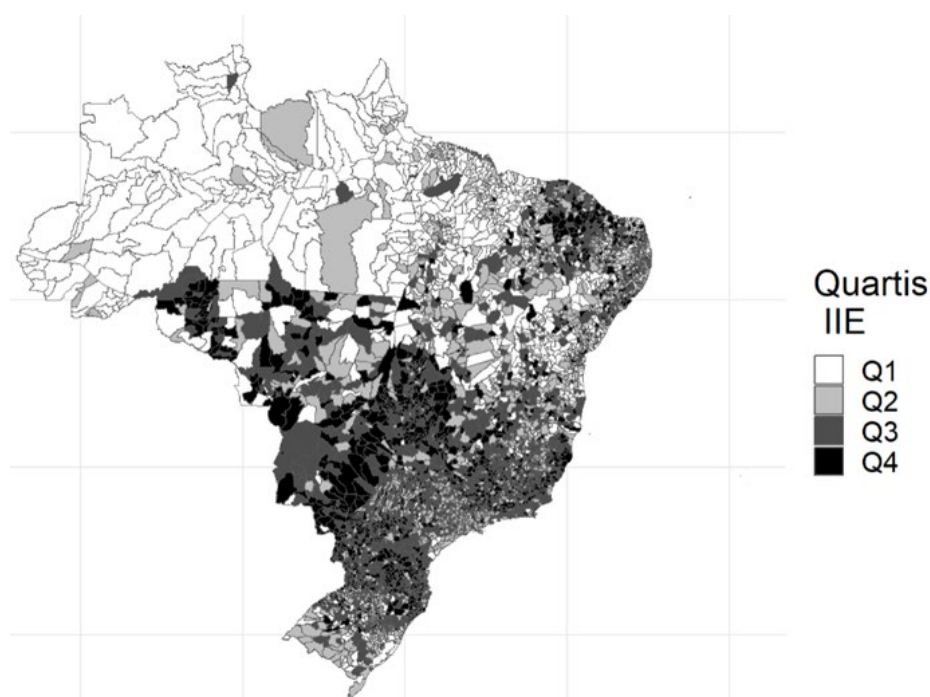
A Figura 4 ilustra o IIE por município, tendo por referência a posição dos municípios entre os quartis da distribuição do indicador. O primeiro quartil (Q1) representa os municípios que estão no grupo dos 25% com menor IIE, enquanto o último quartil (Q4) engloba os que estão na outra ponta dos 25% com maior IIE. A média do IIE para cada grupo definido pelos quartis da distribuição é 0,47 para Q1, 0,59 para Q2, 0,64 para Q3 e 0,70 para Q4. A principal evidência destacada no mapa é a desigualdade regional na posse de recursos de infraestrutura; Norte e Nordeste são os locais que mais carecem desses investimentos.

A distribuição desproporcional de recursos nas escolas é muito significativa para o sistema educacional brasileiro, que guarda fossos de desigualdades nas experiências e trajetórias dos estudantes. Conforme ilustrado, a posse de recursos varia

significativamente em função da dependência administrativa, da localização e do nível socioeconômico dos estudantes que as escolas atendem. Assim, esses fatores interagem e condicionam o acesso às oportunidades educacionais no Brasil. Essas evidências puderam ser observadas devido à robustez do indicador segundo a metodologia proposta por Vasconcelos et al. (2021). Ainda com as limitações apontadas, essa alternativa de operacionalização se demonstrou precisa pelas análises empregadas, sendo capaz de identificar a heterogeneidade na distribuição dos recursos entre as escolas brasileiras.

FIGURA 4

Cartograma dos quartis da distribuição do IIE por município, Brasil, 2023



Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2024) e dados geoespaciais disponibilizados pelo pacote "geobr" no R (Pereira & Gonçalves, 2019).

No tópico a seguir, demonstro a construção do indicador pela análise de componentes principais (ACP).

O INDICADOR PELA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

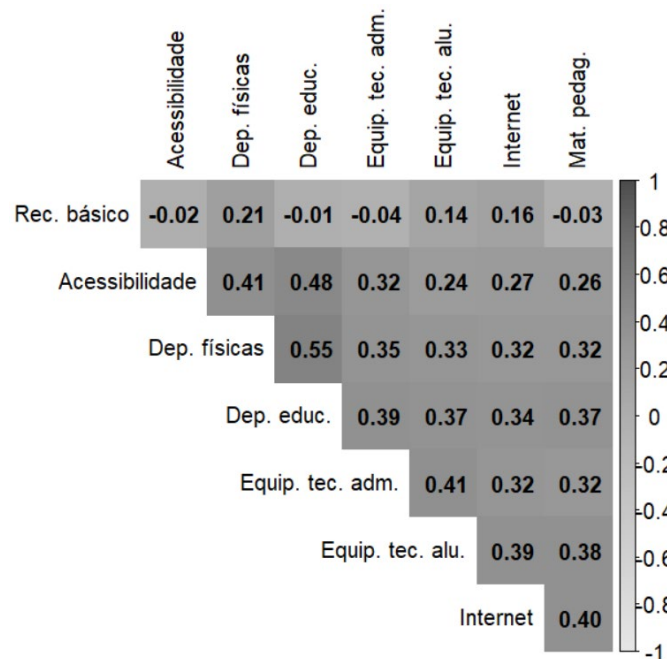
A análise de componentes principais, assim como a análise fatorial, é uma técnica estatística utilizada para explorar a estrutura subjacente dos dados e identificar padrões ou relações entre as variáveis observadas, a partir da estrutura de correlação dos itens (Figura 5). Desenvolvida por Pearson (1901) e Hotelling (1933), a ACP possibilita a síntese de um conjunto de variáveis correlacionadas em componentes principais, que são funções lineares das variáveis originais. O objetivo

é reduzir variáveis correlacionadas a poucos componentes, retendo o máximo de informação dos dados originais. É um método muito utilizado para a construção de índices sintéticos com variáveis multicolineares. As principais vantagens do uso da ACP para a construção do indicador de infraestrutura escolar são a sensibilidade ao peso de cada subíndice na construção do indicador e a possibilidade de reter um indicador multidimensional, com as informações sintetizadas em mais de uma componente principal.

A aplicação da ACP exige a verificação de pressupostos importantes. Em primeiro lugar, por se tratar de um recurso dedicado à dimensionalidade dos dados, é fundamental que a base de referência tenha uma dimensão relativamente grande (número de variáveis e de casos) para ser sintetizada em componentes principais. Em segundo lugar, por ser um recurso dedicado à classificação de variáveis em componentes pela relação linear que elas têm (isto é, pela covariância), é fundamental que tenham variação e covariação suficientes para agrupá-las. Quanto melhor forem cumpridos os pressupostos, maior é a eficiência do método.

O primeiro pressuposto (dimensões) é garantido com a base do Censo Escolar, uma vez que compõe o universo de 29 mil escolas e 8 subíndices. Já o segundo pressuposto (multicolinearidade) não é bem garantido, pois os subíndices possuem correlação média entre si. Pela matriz de correlações representada (Figura 5), é possível observar que há alguns subíndices correlacionados, como os de dependências físicas e educacionais (correlação de Pearson = 0,58), mas outros têm correlação baixa para a aplicação do método, especialmente o subíndice de recursos básicos.

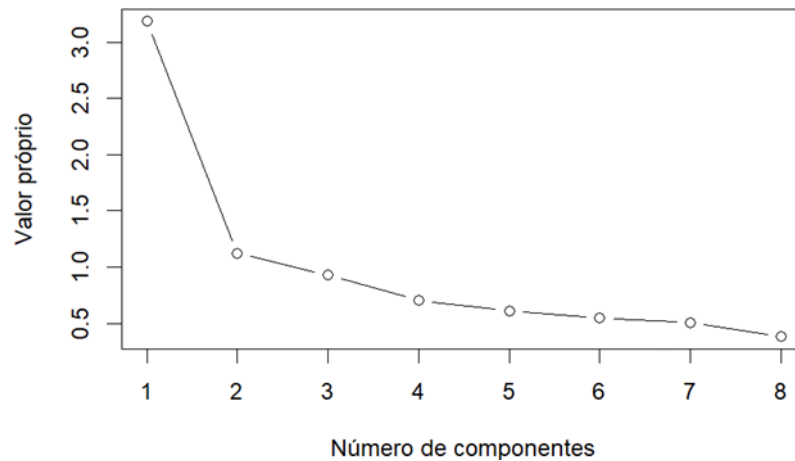
Isso indica que o método pode não ser muito eficaz para a composição de um indicador final ou múltiplo, uma vez que as componentes principais dependem da relação linear entre as variáveis. Utilizei também uma medida de correlação geral, *mean of sampling adequacy* (MSA), para verificar a multicolinearidade das variáveis, mas o resultado indicou o mesmo observado na matriz de correlação: a correlação geral foi de 0,81, o que representa um nível médio para a construção das componentes. Embora o critério não seja bem atendido, optei por prosseguir para fins de comparação com os outros métodos implementados.

FIGURA 5**Matriz de correlações entre os subíndices**

Fonte: Elaboração do autor.

Para verificar a quantidade de componentes a ser construída e considerada, seguindo o dilema de reter o mínimo de componentes e o máximo da variação original dos dados, utilizamos dois critérios: o critério Kaiser e o gráfico de autovalores (ou valores próprios), comumente chamado de gráfico do “cotovelo” (Figura 6). O critério Kaiser sugere usar as componentes que contêm mais informação do que cada variável original, o que significa que o valor próprio (ou autovalor) da componente deve ser maior que 1. O critério do gráfico de autovalores sugere usar as componentes cuja contribuição mensurada pelo valor próprio se distingue das demais – significa que devem estar antes do ponto de inflexão (onde dobra o “cotovelo”), marcando a diferença as entre componentes que retêm mais informações e as que retêm menos. Pelo critério Kaiser, seria possível abranger as duas primeiras componentes, pois são as que têm valor próprio maior que 1. Pelo critério do “cotovelo”, apenas a primeira se destaca.

Considerando ambos os critérios, o mais adequado seria utilizar apenas a primeira componente, pois é a que mais contribui para a explicação da variação dos dados originais, com valor próprio igual a 3,18. Porém ela retém cerca de 40% da variância original dos dados, o que faz com que percamos mais da metade da informação original. Seguindo o dilema fundamental (mínimo de componentes e máximo de variação original), optei por guardar duas componentes, visando a reter mais da variância original (cerca de 75%) e explorar um indicador bidimensional.

FIGURA 6**Relação entre valor próprio e número de componentes pelo “gráfico do cotovelo”**

Fonte: Elaboração do autor.

Após esse processo, calculei o quanto da variação original de cada subíndice é compartilhado (comunalidade). Observei que uma proporção significativa da variância original dos recursos básicos foi retida nas componentes, e uma proporção mediana dos demais, entre 0,40 e 0,60. Em seguida, computei as componentes principais. Para interpretar os valores, observei a composição de cada uma para analisar o quanto cada variável contribui para a componente. A Tabela 3 descreve os resultados obtidos pela análise. As colunas com as componentes correspondem às duas principais encontradas pelo estudo. Os valores nas células da tabela são os “loadings”, que representam a correlação linear entre cada variável original e as componentes. Quanto maior o valor absoluto do *loading*, maior é a contribuição da variável para a componente correspondente. Por exemplo, a segunda componente principal guarda correlação linear forte com recursos básicos (0,94), portanto rotulei como *recursos básicos*. Já a outra guarda associações com todos os demais subíndices, o que denominei como *demais recursos da escola*.

TABELA 3**Composição das componentes principais**

INFRAESTRUTURA ESCOLAR	COMUNALIDADE	CP1	CP2
		DEMAIS RECURSOS	RECURSOS BÁSICOS
Recursos básicos	0,89	0,13	0,93
Dep. físicas	0,54	0,72	0,17
Dep. educacionais	0,60	0,76	-0,18
Acessibilidade	0,45	0,63	-0,24

(continua)

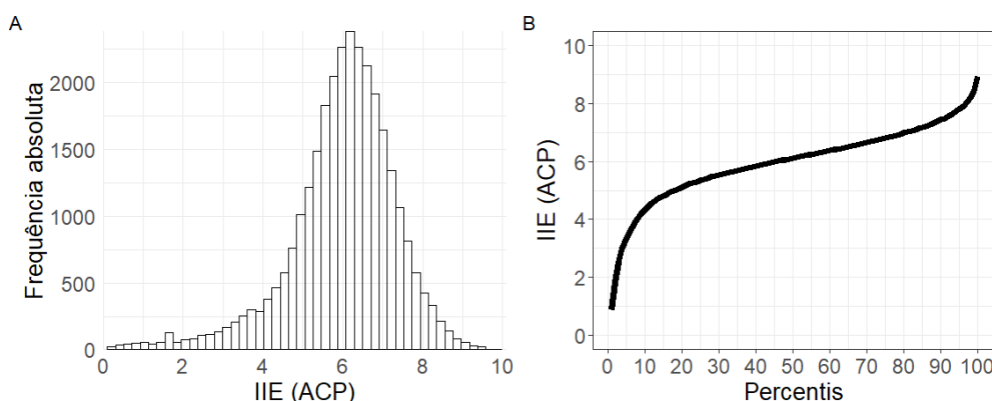
(continuação)

INFRAESTRUTURA ESCOLAR	COMUNALIDADE	CP1	CP2
		DEMAIS RECURSOS	RECURSOS BÁSICOS
Equip. técn. adm.	0,47	0,66	-0,20
Equip. técn. alunos	0,47	0,66	0,16
Acesso à internet	0,47	0,64	0,23
Materiais pedagógicos	0,42	0,64	-0,13
Proporção da variância retida		0,40	0,14
Variância retida acumulada		0,40	0,54

Fonte: Elaboração do autor.

Cada uma das componentes diz respeito a alguma dimensão da infraestrutura escolar. A primeira componente é a mais explicativa e retém toda a informação original sobre recursos e equipamentos básicos. Como pode ser observado na Figura 5, ela sintetiza todos os subíndices correlacionados. Já a segunda componente guarda a informação sobre os recursos básicos, contendo o único subíndice não correlacionado aos demais. Esse exercício é interessante, pois, considerando que os recursos básicos já estão universalizados entre escolas que ofertam o ensino médio, podemos focar especificamente a dimensão dos demais recursos. A Figura 7 representa a distribuição do IIE calculado pela ACP, com padrões semelhantes ao observado com aquele calculado pela média simples. Contudo, pelo fato de serem considerados os pesos da relação linear no cálculo da componente principal, o IIE possibilita observar com maior precisão que a associação com o Inse das escolas é ainda maior (0,41) do que o mensurado com média simples (0,38). A Figura 8 ilustra também o mesmo padrão observado na Figura 3.

FIGURA 7
Distribuição do IIE calculado por ACP, Brasil, 2023

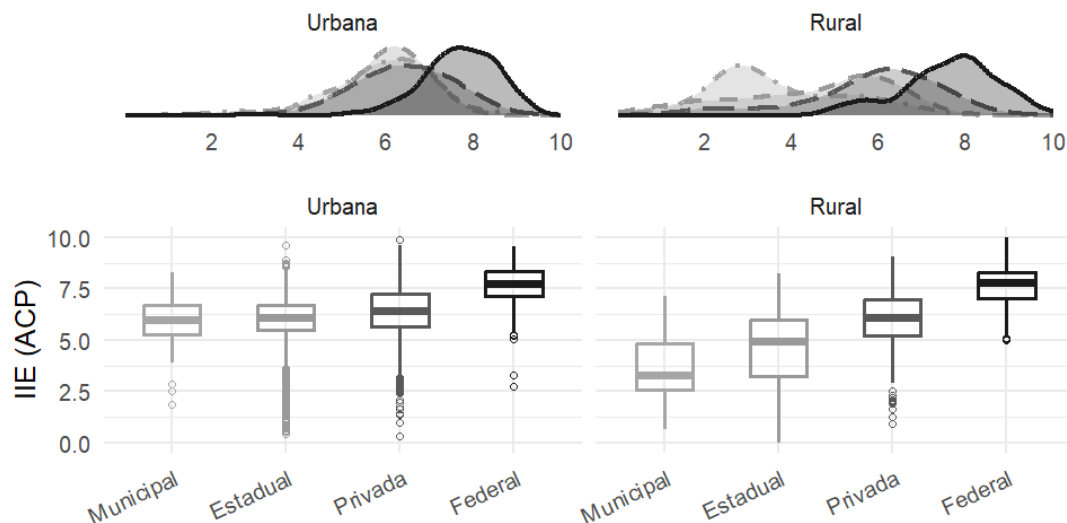


Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2024).

Nota: A escala foi convertida para 0-10 para facilitar a interpretação e comparação com o indicador calculado pelos outros métodos.

FIGURA 8

Distribuição do IIE por média simples, segundo a dependência administrativa e localização, Brasil, 2023



Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2024).

Nota: A escala foi convertida para 0-10 para facilitar a interpretação e comparação com o indicador calculado pelos outros métodos.

No tópico a seguir, a construção do indicador pela TRI é demonstrada.

O INDICADOR PELA TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM

A TRI compõe uma família de modelos estatísticos desenvolvidos pela psicometria para a mensuração de variáveis latentes – isto é, aquelas que não podem ser observadas diretamente. Embora tenha sido desenvolvida no início dos anos 1950 por Frederic M. Lord (1951), foi estabelecida no campo da avaliação educacional na década de 1980 com o trabalho de Rasch (1980), com modelos específicos para a mensuração do desempenho em avaliações educacionais (Hambleton et al., 1991). No Brasil, as principais avaliações educacionais (Saeb e Exame Nacional do Ensino Médio [Enem]) aferem o desempenho utilizando esse método, que também é referência na construção do Inse das escolas (Soares & Alves, 2023; Soares, 2005).

Diversas vantagens explicam o domínio da TRI nas medidas socioeducacionais, tais como: i) análise da contribuição de cada item para o constructo latente, pela capacidade de discriminar indivíduos e a dificuldade dos itens; ii) facilidade na interpretação da escala; e iii) tratamento de dados faltantes (Soares, 2005). No âmbito da mensuração da infraestrutura escolar, tal como proposto por Soares Neto et al. (2013), é uma alternativa robusta e usual. Diferentemente dos indicadores médios, a TRI permite explorar técnicas mais sofisticadas para promover melhor compreensão da contribuição dos itens na construção do indicador.

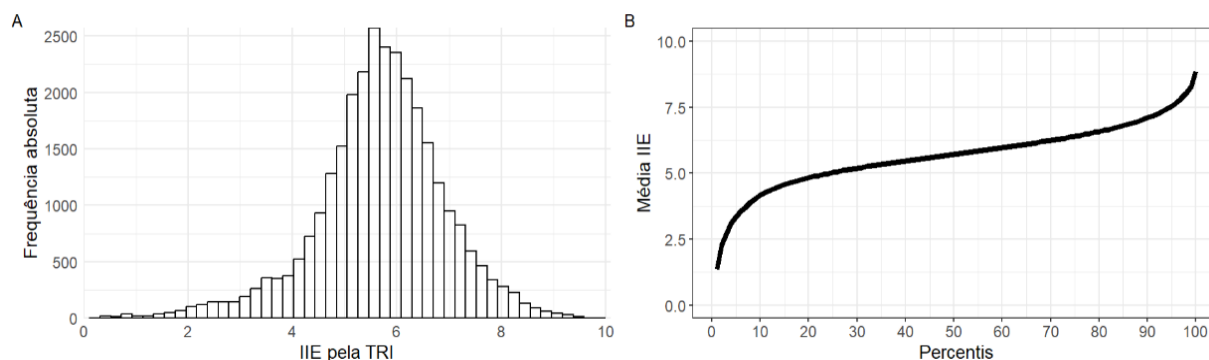
Para a operacionalização e comparação, utilizei a mesma base de dados com 70 itens dicotômicos do Censo Escolar de 2023. Com esses dados, apliquei o modelo logístico de dois parâmetros (discriminação e dificuldade)¹ para o cálculo de uma medida unidimensional sintética, que expressa a relação entre os itens e a variável latente θ (infraestrutura das escolas). Nesse modelo, a curva característica do item é fundamental para o cálculo e a interpretação, apresentada pela relação entre a probabilidade de um indivíduo (neste caso, escolas) responder corretamente a um item (possuir determinado recurso) e seu nível de habilidade latente (neste caso, infraestrutura).² O parâmetro de discriminação (a) indica o quanto o item é capaz de distinguir entre os indivíduos e é dado pelo ângulo da curva característica do item. O parâmetro de dificuldade (b) indica o nível de habilidade latente necessário para que um indivíduo tenha probabilidade de 0,5 para acertar e é dado pelo valor latente (θ), em que a probabilidade é 0,5. A Tabela A1 (Apêndice) apresenta os valores dos parâmetros para cada item. De fato, observa-se que os recursos mais escassos entre as escolas são aqueles que têm maiores índices de discriminação e dificuldade, portanto contribuem mais para o indicador construído pela TRI.

A Figura 9 representa a distribuição do IIE calculado pela TRI, com padrões semelhantes ao observado com os calculados por média simples e ACP. Contudo, pelo fato de os parâmetros de discriminação e dificuldade dos itens serem considerados, esse indicador possibilita observar com maior precisão que a associação com o Inse das escolas é ainda maior (0,49) do que aquela mensurada com média simples (0,38) e com ACP (0,41), segundo a Figura 10. Isso se deve ao fato de que, ao ponderar os itens pelos parâmetros de discriminação e dificuldade, o indicador final distingue com maior precisão os casos de escolas que têm melhor infraestrutura daquelas que acumulam recursos escassos. Uma vez que são as escolas inseridas em contextos de maior nível socioeconômico aquelas que têm maior poder de acessar tais recursos, o indicador capta melhor a correlação.

1 Utilizei o pacote Multidimensional Item Response Theory (mirt) disponível no repositório do The Comprehensive R Archive Network (Cran) para o *software* R, de autoria de Chalmers (2012).

2 A curva característica de cada item pode ser solicitada ao autor ou replicada do trabalho pelo código disponibilizado.

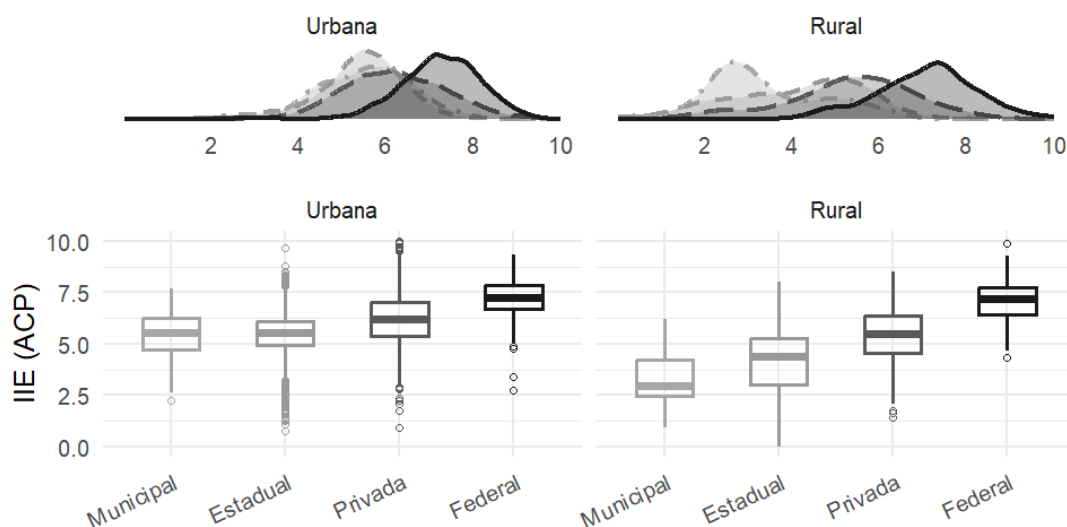
FIGURA 9
Distribuição do IIE calculado pela TRI, Brasil, 2023



Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2024).

Nota: A escala foi convertida para 0-10 para facilitar a interpretação e comparação com o indicador calculado pelos outros métodos.

FIGURA 10
Distribuição do IIE por média simples, segundo a dependência administrativa e localização, Brasil, 2023



Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2024).

Nota: A escala foi convertida para 0-10 para facilitar a interpretação e comparação com o indicador calculado pelos outros métodos.

A TRI se destaca entre os métodos explorados por permitir a estimação de parâmetros que ajustam a dificuldade e discriminação dos itens, oferecendo um indicador mais sensível à heterogeneidade do sistema educacional. A heterogeneidade captada com esse indicador suscita questões sobre os fatores associados à diferenciação entre as escolas em termos de recursos, tais como o nível socioeconômico, a capacitação do quadro de docentes e o desempenho escolar dos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando a Década da Educação no Brasil foi instaurada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1996, o PNE, instituído em 2001 em forma de lei por determinação da LDB, tratou de regulamentar as metas e objetivos para o decênio 2001-2010. Entre diretrizes e metas estabelecidas no PNE, estava a urgência na implementação de condições básicas de infraestrutura, estabelecendo como meta a elaboração de padrões mínimos para o funcionamento dos estabelecimentos de ensino.

Em 1997, apenas 35% das escolas tinham água potável, 58% energia elétrica, e 20% sistema de esgoto. O quadro era melhor para as que ofertavam o ensino médio, com os recursos básicos quase universalizados (94% dispunham de água, e 99% de energia), com exceção da rede de esgoto, com 33% de escolas sem o acesso a esse recurso. Conforme demonstrado, essa realidade tem sido alterada com a ampliação da infraestrutura voltada à educação básica, regulamentada pelas normativas instituídas no final da década de 1990 e início dos anos 2000. Entre 1997 e 2022, houve uma expansão na distribuição de recursos básicos e educacionais para as escolas, conforme ilustra a Tabela 4. Esgoto, água e banheiro foram os mais ampliados (com aumento de 75 p.p., 63 p.p. e 52 p.p., respectivamente). Entre os recursos educacionais, a biblioteca teve o maior incremento (com aumento de 39 p.p.). O quadro é significativamente diferente para as escolas que ofertam o ensino médio, que contavam com mais recursos em 1997, conforme ilustra a Tabela 5.

TABELA 4
Distribuição de recursos básicos e educacionais, 1997-2022, Brasil

ANO	RECURSOS BÁSICOS				RECURSOS EDUCACIONAIS				N. DE ESCOLAS
	Banheiro	Água	Energia	Esgoto	Biblioteca	Lab. info.	Lab. ciên.	Quadra	
1997	0,8%	35,0%	58,0%	19,8%	20,0%	4,2%	6,9%	15,9%	197.747
2002	3,2%	46,2%	73,5%	26,5%	31,0%	12,4%	8,3%	23,8%	175.395
2007	10,6%	99,2%	88,4%	91,5%	36,4%	23,8%	9,3%	28,7%	160.769
2012	24,7%	94,9%	93,4%	92,9%	49,8%	51,5%	12,8%	35,0%	152.228
2017	41,0%	96,0%	96,5%	94,1%	55,8%	48,4%	13,4%	42,5%	139.105
2022	53,1%	97,7%	97,7%	95,0%	59,0%	38,4%	15,7%	47,1%	130.918

Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2024).

TABELA 5

Distribuição de recursos básicos e educacionais entre escolas que oferecem ensino médio, 1997-2022, Brasil

ANO	RECURSOS BÁSICOS				RECURSOS EDUCACIONAIS				N. DE ESCOLAS
	Banheiro	Água	Energia	Esgoto	Biblioteca	Lab. info.	Lab. ciên.	Quadra	
1997									12.812
	2,9%	93,9%	99,1%	67,3%	84,1%	28,6%	55,6%	75,2%	
2002	10,4%	92,1%	99,7%	65,4%	85,3%	54,1%	45,5%	75,2%	20.555
2007	24,1%	99,3%	100,0%	98,4%	83,6%	71,9%	42,5%	72,8%	24.366
2012	45,5%	99,8%	99,9%	99,5%	89,2%	89,5%	50,8%	75,8%	27.190
2017	62,2%	99,6%	99,8%	99,1%	88,0%	79,9%	45,4%	76,9%	28.558
2022	73,1%	99,6%	99,6%	98,8%	88,0%	69,7%	48,3%	77,2%	29.413

Fonte: Elaboração do autor com dados do Censo Escolar (Inep, 2024).

No PNE atual (2014-2024), cujo ciclo está se encerrando, a oferta de educação em tempo integral no ensino médio tem sido uma estratégia central para garantir a ampliação das oportunidades de aprendizado e o desenvolvimento integral dos estudantes. A Meta 6 estabelece como objetivo oferecer educação em tempo integral em pelo menos 50% das escolas públicas, atendendo a 25% dos alunos da educação básica. Essa política visa não apenas a aumentar o tempo de permanência dos alunos na escola, mas também a proporcionar uma formação multidimensional, que englobe atividades pedagógicas, culturais e esportivas.

Entretanto a implementação da educação em tempo integral exige uma infraestrutura escolar adequada. A estratégia 6.2 do PNE reforça a necessidade de construção e adaptação de escolas para atendimento em tempo integral, priorizando comunidades vulneráveis. Além disso, a estratégia 6.3 destaca a importância da reestruturação das escolas, incluindo a instalação de laboratórios, bibliotecas, espaços culturais, quadras poliesportivas, refeitórios e outros equipamentos essenciais.

Nesse contexto, a infraestrutura escolar torna-se um elemento fundamental para garantir que as escolas tenham condições de oferecer um aprendizado diversificado. A qualidade dos espaços disponíveis influencia diretamente na capacidade das instituições de ensino de promover atividades complementares ao currículo tradicional, impactando a formação dos estudantes de maneira mais abrangente. A ausência de espaços adequados pode comprometer a implementação efetiva da educação em tempo integral, tornando-a meramente uma ampliação da carga horária, sem a devida reestruturação curricular e pedagógica.

A reforma do ensino médio, sancionada pela Lei n. 13.415 de 2017, reforça a necessidade de infraestrutura adequada para viabilizar a diversificação curricular

e a oferta de itinerários formativos técnico-profissionalizantes. Diante desse cenário, a construção de um indicador de infraestrutura escolar para o ensino médio torna-se fundamental para a avaliação e o monitoramento das condições materiais das instituições e sua capacidade de oferecer uma educação integral e técnico-profissional de qualidade.

Ainda que a infraestrutura tenha melhorado ao longo do tempo, os indicadores explorados pela literatura e desenvolvidos aqui são eficazes em demonstrar que persistem a heterogeneidade e a desigualdade na distribuição dos recursos entre escolas brasileiras. Com isso, este artigo demonstra a relevância dessa dimensão, como tem sido apontado pela literatura de referência. Além de um panorama sobre o problema, o artigo avança em comparar os métodos empregados, indicando suas qualidades e limitações.

Após as considerações sobre a construção do IIE segundo diferentes métodos, o leitor deve se questionar: Afinal, como construir um indicador sintético de infraestrutura escolar? A resposta, indicada anteriormente, é que depende do interesse sobre o indicador, que envolve as combinações de etapas, modalidades e dimensões de infraestrutura. O método das médias simples é mais intuitivo e capaz de captar diferenças entre as escolas, podendo ser usual para pesquisadores que buscam compreender a posse de recursos indiscriminadamente ou inserindo ponderações arbitrárias. O método da análise fatorial exploratória (AFE) por componentes principais tem o cálculo menos intuitivo, mas é igualmente capaz de captar as diferenças entre as escolas. Já o método da TRI, conforme amplamente discutido pela literatura sobre educação, combina a intuição com a sensibilidade em captar diferenças. Por se tratar de um método bem estabelecido na área, esse parece ser o caminho mais adequado para a consolidação de um indicador institucional de infraestrutura escolar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao MBA da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), pela bolsa de estudos. Ao professor e colega José Dias (Iscte – Instituto Universitário de Lisboa), pelo carinho e atenção em me ensinar os primeiros passos na análise de dados. Aos professores e colegas Flávio Carvalhaes (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ), Adriano Senkevics (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea), e Rogério Barbosa (Instituto de Estudos Sociais e Políticos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – IESP-UERJ), por me ensinarem que é possível fazer uma ciência socialmente relevante.

REFERÊNCIAS

- Alves, M. T. G., & Ferrão, M. E. (2019). Uma década da Prova Brasil: Evolução do desempenho e da aprovação. *Estudos em Avaliação Educacional*, 30(75), 688-720. <https://doi.org/10.18222/eaev0ix.6298>
- Alves, M. T. G., & Franco, C. (2008). A pesquisa em eficácia escolar no Brasil: Evidências sobre o efeito das escolas e fatores associados a eficácia escolar. In N. Brooke, & J. F. Soares (Orgs.), *Pesquisa em eficácia escolar: Origens e trajetórias*. Editora UFMG.
- Alves, M. T. G., & Soares, J. F. (2007). As pesquisas sobre o efeito das escolas: Contribuições metodológicas para a sociologia da educação. *Sociedade e Estado*, 22(2), 435-473. <https://doi.org/10.1590/S0102-69922007000200008>
- Castro, C. de M., & Fletcher, P. R. (1986). *A escola que os brasileiros frequentaram em 1985*. Ipea; Iplan.
- Chalmers, R. P. (2012). mirt: A multidimensional Item Response Theory package for the R environment. *Journal of Statistical Software*, 48(6), 1-29. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i06>
- Coleman, J. S., Campbell, E. Q., Hobson, C. J., McPartland, J., Mood, A. M., Weinfeld, F. D., & York, R. L. (1966). *Equality of educational opportunity*. U.S. Government Printing Office. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED012275.pdf>
- Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. (1988). Brasília, DF. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
- Costa, M. da, & Koslinski, M. C. (2011). Quase-mercado oculto: Disputa por escolas “comuns” no Rio de Janeiro. *Cadernos de Pesquisa*, 41(142), 246-266. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742011000100013>
- Garcia, P. S. (2014). Um estudo de caso analisando a infraestrutura das escolas de ensino fundamental. *Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional*, 9(23), 137-159.
- Hambleton, R. K., Swaminathan, H., & Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of Item Response Theory*. Sage Publications.
- Hanushek, E. A. (2003). The failure of input-based schooling policies. *The Economic Journal*, 113(485), F64-F98. <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00099>
- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24(6), 417-441. <https://doi.org/10.1037/h0071325>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). (2006a). *Microdados do Censo Escolar da Educação Básica 1997: Estabelecimentos de Ensino da Educação Básica*. Inep; MEC. Recuperado em 25 de outubro de 2025, de <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). (2006b). *Microdados do Censo Escolar da Educação Básica 2002: Estabelecimentos de Ensino da Educação Básica*. Inep; MEC. Recuperado em 25 de outubro de 2025, de <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). (2022a). *Microdados do Censo Escolar da Educação Básica 2007*. Inep; MEC. Recuperado em 25 de outubro de 2025, de <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). (2022b). *Microdados do Censo Escolar da Educação Básica 2012*. Inep; MEC. Recuperado em 25 de outubro de 2025, de <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>

- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). (2022c). *Microdados do Censo Escolar da Educação Básica 2017*. Inep; MEC. Recuperado em 25 de outubro de 2025, de <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). (2023). *Censo Escolar da Educação Básica 2022: Notas estatísticas*. Inep; MEC. https://download.inep.gov.br/areas_de_atuacao/notas_estatisticas_censo_da_educacao_basica_2022.pdf
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). (2024). *Censo Escolar da Educação Básica 2023: Notas estatísticas*. Inep; MEC. https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_estatisticas_censo_da_educacao_basica_2023.pdf
- Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. (1996). Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm
- Lei n. 10.172, de 9 de janeiro de 2001. (2001). Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Brasília, DF. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10172.htm
- Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014. (2014). Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Brasília, DF. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm
- Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. (2017). Altera as Leis n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, aprovada pelo Decreto-Lei n. 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei n. 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei n. 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília, DF. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm
- Lord, F. M. (1951). *A theory of test scores and their relation to the trait measured* [Ph.D. Thesis, Princeton University]. Wiley Online Library. <https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.1951.tb00922.x>
- Mosteller, F., & Moynihan, D. P. (1972). A pathbreaking report further studies of the Coleman Report. In F. Mosteller, & D. P. Moynihan (Eds.), *On equality of educational opportunity* (pp. 3-69). Random House.
- Nogueira, M. A. (1990). A sociologia da educação do final dos anos 60 / início dos anos 70: O nascimento do paradigma da reprodução. *Em Aberto*, 9(46), 49-58. <https://emaberto.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2095>
- Pearson, K. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 2(11), 559-572. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>
- Pereira, R. H. M., & Gonçalves, C. N. (2019). geobr: Loads Shapefiles of Official Spatial Data Sets of Brazil. *GitHub*. Recuperado em 29 de outubro de 2025, de <https://github.com/ipeaGIT/geobr>
- Plowden, B. (1967). *Children and their primary school: A report of the Central Advisory Council for Education (England)*. H. M. Stationery Office.
- R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing* [Software for statistical computing and graphics]. R Foundation for Statistical Computing. Recuperado em 17 de setembro de 2025, de <https://www.R-project.org/>

- Rasch, G. (1980). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. The University of Chicago Press. <https://archive.org/details/probabilisticmod0000rasc/page/n5/mode/2up>
- Ribeiro, L. C. de Q., & Koslinski, M. C. (2009). Efeito metrópole e acesso às oportunidades educacionais. *Eure*, 35(106), 101-129. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612009000300006>
- Sátyro, N., & Soares, S. S. D. (2007). *A infra-estrutura das escolas brasileiras de ensino fundamental: Um estudo com base nos censos escolares de 1997 a 2005* [Texto para Discussão, 1267]. Ipea. <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1752>
- Soares, J. F. (2004). O efeito da escola no desempenho cognitivo de seus alunos. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 2(2), 83-104. <https://doi.org/10.15366/reice2004.2.2.006>
- Soares, J. F. (2007). *Estatísticas educacionais, avaliação da educação básica e posicionamento do Brasil no cenário internacional*. FGV.
- Soares, J. F., & Alves, M. T. G. (2023). Uma medida do nível socioeconômico das escolas brasileiras utilizando indicadores primários e secundários. *Opinião Pública*, 29(3), 575-605. <https://doi.org/10.1590/1807-01912023293575>
- Soares, J. F., & Candian, J. F. (2007). O efeito da escola básica brasileira: As evidências do Pisa e do Saeb. *Revista Contemporânea de Educação*, 2(4), 163-182. <https://doi.org/10.20500/rce.v2i4.1522>
- Soares Neto, J. J., Jesus, G. R. de, Karino, C. A., & Andrade, D. F. de. (2013). Uma escala para medir a infraestrutura escolar. *Estudos em Avaliação Educacional*, 24(54), 78-99. <https://doi.org/10.18222/ea245420131903>
- Soares, S. S. D., & Sátyro, N. (2008). *O impacto da infra-estrutura escolar na taxa de distorção idade-série das escolas brasileiras de ensino fundamental – 1998 a 2005* [Texto para Discussão, 1338]. Ipea. <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1504>
- Soares, T. M. (2005). Utilização da Teoria da Resposta ao Item na produção de indicadores sócio-econômicos. *Pesquisa Operacional*, 25(1), 83-112. <https://doi.org/10.1590/S0101-74382005000100006>
- Vasconcelos, J. C., Lima, P. V. P. S., Rocha, L. A., & Khan, A. S. (2021). Infraestrutura escolar e investimentos públicos em educação no Brasil: A importância para o desempenho educacional. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 29(113), 874-898. <https://doi.org/10.1590/s0104-40362020002802245>

APÊNDICE

TABELA A1

Frequência relativa e índices de discriminação (A) e de dificuldade (B) para os 70 itens de infraestrutura escolar, Censo Escolar, Brasil, 2023

SUBÍNDICES	ITENS	%	(A)	(B)
Recursos básicos	IN_AGUA	99,5	3,51	2,52
	IN_ENERGIA	99,7	0,00	0,00
	IN_ESGOTO	98,9	2,93	2,95
	IN_LIXO_SERVICO_COLETA	95,4	3,00	4,21
	IN_ALIMENTACAO	73,1	10,00	6,28

(continua)

(continuação)

SUBÍNDICES	ITENS	%	(A)	(B)
Dependências físicas	IN_ALMOXARIFADO	64,0	4,74	6,54
	IN_AREA_VERDE	42,4	5,88	7,19
	IN_BANHEIRO	98,9	3,36	3,13
	IN_BANHEIRO_FUNCIONARIOS	74,6	5,58	6,21
	IN_BANHEIRO_CHUVEIRO	48,4	5,16	7,03
	IN_COZINHA	91,1	7,08	5,50
	IN_DESPENSA	68,2	6,91	6,48
	IN_PATIO_COBERTO	67,3	5,88	6,47
	IN_SALA_DIRETORIA	93,2	4,01	4,83
	IN_SALA_PROFESSOR	93,0	2,95	4,61
	IN_SALA_REPOUSO_ALUNO	2,9	3,76	9,74
	IN_SECRETARIA	94,0	3,63	4,63
Dependências educacionais	IN_AUDITORIO	31,9	4,75	7,57
	IN_BIBLIOTECA	70,6	5,66	6,35
	IN_BIBLIOTECA_SALA_LEITURA	87,7	3,64	5,29
	IN_LABORATORIO_Ciencias	49,7	4,36	7,00
	IN_LABORATORIO_INFORMATICA	69,7	5,36	6,37
	IN_LABORATORIO_EDUC_PROF	5,53	5,86	8,87
	IN_PISCINA	5,9	4,36	9,08
	IN_QUADRA_ESPORTES	78,0	4,03	5,94
	IN_QUADRA_ESPORTES_COBERTA	63,2	4,37	6,55
	IN_SALA_ATELIE_ARTES	10,9	4,49	8,59
	IN_SALA_MUSICA_CORAL	6,2	2,55	9,45
	IN_SALA_ESTUDIO_DANCA	4,8	2,37	9,72
	IN_SALA_MULTIUso	16,1	4,28	8,29
	IN_SALA_ESTUDIO_GRAVACAO	1,3	4,83	10,00
	IN_SALA_LEITURA	38,1	6,18	7,30
Acessibilidade	IN_ACESSIBILIDADE_CORRIMAO	46,4	4,38	7,10
	IN_ACESSIBILIDADE_ELEVADOR	12,3	4,19	8,54
	IN_ACESSIBILIDADE_PISOS_TATEIS	18,9	4,80	8,08
	IN_ACESSIBILIDADE_VAO_LIVRE	45,7	5,10	7,11
	IN_ACESSIBILIDADE_RAMPAS	66,1	5,47	6,50
	IN_ACESSIBILIDADE_SINAL_SONORO	4,9	4,99	9,10
	IN_ACESSIBILIDADE_SINAL_TATIL	9,7	4,27	8,72
	IN_ACESSIBILIDADE_SINAL_VISUAL	16,5	4,08	8,29
	IN_SALA_ATENDIMENTO_ESPECIAL	35,0	6,73	7,37
	IN_BANHEIRO_PNE	74,5	4,97	6,17

(continua)

(continuação)

SUBÍNDICES	ITENS	%	(A)	(B)
Recursos técnico-administrativos	IN_COMPUTADOR	96,0	1,65	3,61
	IN_EQUIP_COPIADORA	59,1	5,92	6,72
	IN_EQUIP_IMPRESSORA	80,9	6,16	6,00
	IN_EQUIP_IMPRESSORA_MULT	86,8	4,39	5,48
	IN_EQUIP_SCANNER	43,9	5,04	7,17
Recursos técnicos para alunos	IN_EQUIP_DVD	44,7	7,22	7,10
	IN_EQUIP_SOM	80,8	5,57	5,95
	IN_EQUIP_TV	89,2	5,49	5,47
	IN_EQUIP_MULTIMIDIA	82,4	5,73	5,89
	IN_EQUIP_LOUSA_DIGITAL	30,0	6,17	7,54
	IN_DESKTOP_ALUNO	81,0	6,36	6,01
	IN_COMP_PORTATIL_ALUNO	62,7	5,98	6,62
	IN_TABLET_ALUNO	29,0	6,55	7,56
Internet	IN_INTERNET	98,2	1,44	2,65
	IN_INTERNET_ALUNOS	78,1	5,53	6,07
	IN_INTERNET_ADMINISTRATIVO	96,7	3,51	4,07
	IN_INTERNET_APRENDIZAGEM	81,8	4,63	5,81
	IN_INTERNET_COMUNIDADE	8,7	6,03	8,55
Materiais pedagógicos	IN_MATERIAL_PED_MULTIMIDIA	57,2	5,10	6,77
	IN_MATERIAL_PED_CIENTIFICO	48,7	4,60	7,03
	IN_MATERIAL_PED_DIFUSAO	68,8	4,57	6,36
	IN_MATERIAL_PED_MUSICAL	38,8	5,69	7,30
	IN_MATERIAL_PED_JOGOS	73,2	4,84	6,21
	IN_MATERIAL_PED_ARTISTICAS	52,1	4,86	6,92
	IN_MATERIAL_PED_DESPORTIVA	82,7	3,56	5,63
	IN_MATERIAL_PED_INDIGENA	3,2	7,93	9,07
	IN_MATERIAL_PED_ETNICO	19,4	6,10	7,93
	IN_MATERIAL_PED_CAMPO	10,9	7,28	8,28

Fonte: Elaboração do autor.

Nota: Os parâmetros de discriminação (a) e de dificuldade (b) estão em escala de desvio padrão.