

<https://doi.org/10.18222/ea.v34.10152>

INFRAESTRUTURA DAS ESCOLAS PÚBLICAS DO PARANÁ: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE FATORIAL

 DANIEL BRITO ALVES^I

 MARCOS DE OLIVEIRA GARCIAS^{II}

 SAMUEL ALEX COELHO CAMPOS^{III}

^I Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba-SP, Brasil; danielbritoalves@hotmail.com

^{II} Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, Brasil; marcos.o.garcias@gmail.com

^{III} Universidade Federal Fluminense (UFF), Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil; s.alex.coelho@gmail.com

RESUMO

Verificou-se de que forma está distribuída a infraestrutura nas escolas públicas de ensinos fundamental e/ou médio do Paraná e quais aspectos precisam de maior atenção dos formuladores de políticas públicas, uma vez que a infraestrutura escolar pode influenciar no desempenho dos alunos e, por conseguinte, no capital humano e no crescimento econômico. Utilizaram-se microdados do Censo Escolar de 2017 e 2019 e empregou-se a Análise Fatorial. Diante dos resultados, recomenda-se a implementação de políticas que visem a melhorias nas estruturas de apoio, atividades extraclasse e aparelhamento eletrônico. Constatou-se que escolas rurais ainda requerem maior atenção das políticas públicas e que, entre as mesorregiões, o Sudeste Paranaense carece de maior atenção quanto à infraestrutura de suas escolas.

PALAVRAS-CHAVE INFRAESTRUTURA • ESCOLAS • ANÁLISE FATORIAL.

COMO CITAR:

Alves, D. B., Garcias, M. de O., & Campos, S. A. C. (2023). Infraestrutura das escolas públicas do Paraná: Uma aplicação da Análise Fatorial. *Estudos em Avaliação Educacional*, 34, Artigo e10152. <https://doi.org/10.18222/ea.v34.10152>

INFRAESTRUTURA DE ESCUELAS PÚBLICAS EN PARANÁ: UNA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS FACTORIAL

RESUMEN

Se verificó cómo se distribuye la infraestructura en las escuelas públicas de educación básica o media en Paraná y qué aspectos necesitan una mayor atención de los formuladores de políticas públicas, ya que la infraestructura escolar puede influir en el desempeño de los estudiantes y, por consiguiente, en el capital humano y el crecimiento económico. Se utilizaron microdatos del Censo Escolar de los años de 2017 y 2019 y se utilizó el Análisis Factorial. En vista de los resultados, se recomienda la implantación de políticas que se destinan a mejorar las estructuras de apoyo, las actividades extracurriculares y los equipos electrónicos. Se constató que las escuelas rurales aún requieren mayor atención de las políticas públicas y que, entre las mesorregiones, hay indicios de que el Sureste de Paraná necesita más atención en lo que se refiere a la infraestructura de sus escuelas.

PALABRAS CLAVE INFRAESTRUTURA • ESCUELAS • ANÁLISIS FACTORIAL.

INFRASTRUCTURE OF PUBLIC SCHOOLS IN PARANÁ: AN APPLICATION OF FACTOR ANALYSIS

ABSTRACT

In this paper we investigated how school infrastructure is distributed in the public elementary and/or secondary schools of Paraná and which aspects need greater attention from public policy makers, since school infrastructure can influence student performance and, therefore, affect human capital and economic growth. We used microdata from the School Census for the years 2017 and 2019 as well as Factor Analysis. The results show that policies aimed at improving support structures, extracurricular activities and electronic equipment are needed. Despite their infrastructure development, rural schools still require greater attention from public policy makers. It seems that among the mesoregions, the Southeast of Paraná needs more support for school infrastructure.

KEYWORDS INFRASTRUCTURE • SCHOOLS • FACTOR ANALYSIS.

Recebido em: 14 MARÇO 2023

Aprovado para publicação em: 28 ABRIL 2023



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

INTRODUÇÃO

Diversos estudos apontam a infraestrutura escolar como um componente fundamental capaz de influenciar o desempenho dos alunos (Barbosa & Fernandes, 2001; Albernaz et al., 2002; Soares, 2004; Franco et al., 2007; Luz, 2006; Alves & Xavier, 2018). No Brasil, de acordo com Alves e Xavier (2018, p. 710), “a importância da infraestrutura é reconhecida na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e nos planos nacionais da educação”. Segundo os autores, a LDB estabelece que a educação tenha padrões mínimos de qualidade e os planos nacionais de educação detalham esses padrões, definem prazos e enfatizam a importância da infraestrutura escolar para todas as etapas da educação básica.

Nesse sentido, Sá e Werle (2017, p. 403) consideram a questão da infraestrutura um campo de estudos promissor, que merece atenção dos pesquisadores no que diz respeito à “criação de linhas de pesquisa que tematizem infraestrutura em diferentes dimensões em suas relações com currículo, bem-estar docente, acolhida discente, etc.”. Alves et al. (2019), por sua vez, apontam as potencialidades de se construir indicadores de infraestrutura escolar em função dos dados públicos disponíveis. Os autores mencionam, entretanto, a dificuldade de se determinar os fatores necessários para analisar um conceito complexo como esse.

De acordo com Caleiro (2010), os benefícios da educação são individuais, por influenciarem a produtividade e a redução da desigualdade, por exemplo, e sociais, por contribuírem para a diminuição da pobreza e o aumento da competitividade econômica. A estreita ligação entre educação e economia é evidenciada por Mincer (1958), Schultz (1973a, 1973b) e Becker (1993). Esses autores são os principais responsáveis pela formulação da chamada Teoria do Capital Humano (TCH), que aponta a relação positiva entre educação (capital humano) e crescimento econômico.

Durante suas pesquisas, Schultz (1973b) notou que os conceitos utilizados para analisar capital e trabalho não eram apropriados para explicar os acréscimos na produção. Os fatores tradicionais da produção, por si só, já não explicavam o crescimento econômico. A resposta, segundo Schultz (1973b), estaria na melhoria dos fatores mecânicos e também humanos. O autor considerava que parte significativa da eficácia da produção estaria relacionada à educação formal, expandindo-se na experiência profissional.

Os trabalhadores com níveis mais altos de escolaridade tendiam a apresentar maior produtividade e recebiam maiores salários. Assim, Schultz (1973b) considerou que a educação seria um investimento em capital humano, que poderia ser avaliado pelas suas taxas de retorno positivas. O autor percebeu que o investimento em capital humano consistia em uma influência no crescimento econômico e definiu que “o investimento básico no capital humano é a educação” (Schultz, 1973b, p. 10).

O presente estudo buscou analisar a infraestrutura das escolas públicas do Paraná, o que, segundo o exposto, pode influenciar o desempenho dos alunos e, por conseguinte, o capital humano e o crescimento econômico. Realizou-se uma revisão de literatura na qual a maioria dos trabalhos analisou o Brasil. A contribuição do desse artigo é realizar uma análise regional, especificamente para o estado do Paraná, sendo possível, assim, verificar com mais detalhes as peculiaridades desse estado.

Optou-se pelo Paraná devido à discrepância de resultados educacionais nesse estado apontada por Kametani (2017) e Torres e Garcias (2020). Uma vez que a infraestrutura escolar pode influenciar nos resultados educacionais, essa heterogeneidade de rendimento escolar pode estar associada a diferenças de infraestrutura das escolas. Sendo assim, é importante verificar questões como: de que forma está distribuída a infraestrutura escolar no Paraná?; quais aspectos da infraestrutura escolar e quais regiões precisam de maior atenção dos formuladores de políticas públicas?

Dessa forma, procurou-se levantar os aspectos de infraestrutura escolar que oferecem as melhores condições, bem como aqueles que precisam de maior atenção dos formuladores de políticas públicas nas diferentes regiões do estado. Ademais, apresentou-se a evolução de cada aspecto no período estudado, além da distribuição espacial dos escores de infraestrutura. Para isso foram utilizados os microdados do Censo Escolar de 2017 e 2019, considerando as escolas públicas que ofereciam o ensino fundamental e/ou ensino médio. Como metodologia, empregou-se a Análise Fatorial, que permitiu realizar uma análise do perfil geral das escolas.

O artigo contém esta introdução e, posteriormente, uma revisão de literatura sobre trabalhos que também trataram de infraestrutura escolar. Em seguida são abordados dados e metodologia, acompanhados por resultados e discussão. Por fim, apresentam-se as conclusões.

REVISÃO DE LITERATURA

Controlando as demais características do aluno,¹ Barbosa e Fernandes (2001) estimaram regressões hierárquicas e constataram efeito significativo da infraestrutura escolar sobre os resultados em matemática dos alunos da 4ª série, com base em dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) de 1997 da região Sudeste. Aplicando uma função de produção educacional aos dados do Saeb para os alunos da 8ª série do Brasil, Albernaz, Ferreira e Franco (2002) verificaram que a infraestrutura escolar impacta os resultados dos alunos. Utilizando dados da Avaliação de

1 O apêndice B contém uma tabela que sumariza a revisão de literatura.

Desempenho: Fatores Associados ao Desempenho Escolar, de 2000-2001, para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e empregando a regressão linear, Luz (2006) verificou que quanto melhor a infraestrutura escolar, maior a chance de o aluno obter melhor desempenho.

Tais trabalhos detectaram empiricamente efeito significativo da infraestrutura escolar sobre o rendimento dos alunos. Assim sendo, o presente estudo buscou analisar a infraestrutura das escolas públicas do Paraná, o que, como visto, pode influenciar o desempenho dos alunos. A seguir foram listados alguns trabalhos com análises semelhantes.

No estudo de Oliveira e Laros (2007), o objetivo foi representar características das escolas de ensino fundamental do Brasil por meio de um pequeno número de dimensões. Os autores utilizaram dados do Censo Escolar de 2002 e aplicaram a Análise de Componentes Principais (ACP). Após a aplicação da técnica para redução dos dados, os autores chegaram a três componentes: i) infraestrutura escolar e tecnológica (engloba média de computadores por aluno, impressora, quadra de esportes, merenda escolar e laboratórios); ii) infraestrutura básica e alimentar (inclui energia pública, coleta pública de lixo, sanitários, água pública, geladeira, freezer, cozinha, refeitório e depósito de alimentos); e iii) condições favoráveis de ensino (abrange a inadequação da idade dos alunos que cursam o ensino fundamental, horário de aulas e tamanho médio da turma). Os autores verificaram que as escolas que contemplam o componente “infraestrutura escolar e tecnológica” são, geralmente, urbanas e que grande parte das escolas brasileiras não dispõe de todos os recursos do componente “infraestrutura básica e alimentar”.

Soares et al. (2013) desenvolveram uma escala de infraestrutura escolar para o Brasil com base nos dados do Censo Escolar de 2011. Como metodologia, empregaram a Teoria da Resposta ao Item (TRI). As variáveis utilizadas indicavam a existência de água, sanitários, cozinha, esgoto, energia elétrica, televisão, aparelho DVD, sala de diretoria, computadores, impressora, internet, sala de professores, laboratório de informática, copiadora, biblioteca, quadra esportiva, sanitários para deficiente físico, dependências para deficiente físico, laboratório de ciências e sala de atendimento especial. Os autores dividiram as escolas em quatro categorias: elementar, básica, adequada e avançada. Entre os resultados, constataram que as regiões com as maiores porcentagens de escolas no nível elementar foram Norte e Nordeste. Em relação à dependência administrativa, as escolas federais têm maior porcentagem de escolas no nível avançado quando comparadas às escolas estaduais, municipais e privadas. Além disso, as escolas rurais estavam em maior proporção na categoria elementar se comparadas às escolas urbanas.

Pieri e Santos (2014) desenvolveram índices de infraestrutura escolar e de formação de professores utilizando dados para o Brasil do Censo Escolar de 2007 e

2012. Como metodologia, empregaram a Análise Fatorial. Entre as variáveis utilizadas para a construção do índice de infraestrutura escolar, constam água, esgoto, energia elétrica (a forma de abastecimento de água e de energia elétrica não foi considerada), quadra, biblioteca ou sala de leitura, sanitários, televisão, aparelho DVD, copiadora, impressora, cozinha, sala de diretoria, sala de professores, laboratório de ciências e computadores. Os autores verificaram a evolução do índice no período analisado e observaram que escolas rurais e municipais, apesar de evolução significativa no período analisado, apresentaram médias menores para o índice de infraestrutura escolar.

O trabalho de Alves e Xavier (2018) teve como objetivo desenvolver indicadores de infraestrutura escolar para escolas do ensino fundamental do Brasil com base nos dados de 2013 e 2015 do Censo Escolar e do Saeb. A Teoria da Resposta ao Item foi empregada como metodologia. Foram consideradas variáveis como água, energia, esgoto, banheiros, cozinha, refeitório, sala de diretoria, sala de professores, secretaria, telhado, parede, piso, biblioteca, pátio, laboratórios, computador, auditório, internet, televisão, aparelho DVD, aparelho de som e aparelho multimídia. Os autores apontaram que as escolas do Norte e Nordeste, rurais e municipais, tendem a apresentar as menores médias nos indicadores de infraestrutura.

Duarte et al. (2019) verificaram as condições da infraestrutura escolar brasileira utilizando dados do Censo Escolar de 2013. Como metodologia, empregaram a Análise Fatorial e a Análise de *Clusters*. Entre as variáveis utilizadas estão copiadora e/ou impressora, dependência administrativa, água, sanitários, tratamento de resíduos, energia elétrica, som e/ou multimídia, televisão, aparelho DVD, computador para aluno e/ou internet banda larga, biblioteca ou sala de leitura e laboratórios. Os autores constataram que as regiões Norte e Nordeste e as escolas rurais concentravam as maiores proporções de escolas no agrupamento precário. Além disso, escolas do agrupamento precário tendiam a uma proporção maior de alunos pobres.

No trabalho de Soares (2020), o objetivo foi verificar a diferença de infraestrutura das escolas urbanas e rurais localizadas na microrregião de Itapetininga (SP). Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e documental que utilizou dados do Censo Escolar de 2012 e 2018. Entre as variáveis utilizadas estão água, energia elétrica, esgoto, coleta de lixo, biblioteca, laboratórios, sala de professores, sanitários, impressora, copiadora, antena parabólica, internet e computadores. Constatou-se, a partir dos resultados, que as escolas rurais tendem a apresentar infraestruturas mais precárias em comparação às escolas urbanas.

Destaca-se, a partir dos resultados dos trabalhos da revisão de literatura, que as escolas das regiões Norte e Nordeste, as escolas municipais e as do meio rural tendem a apresentar as piores infraestruturas. A maioria desses trabalhos realizou a análise para o Brasil. O presente estudo opta por uma análise regional,

especificamente para o estado do Paraná, permitindo verificar com mais detalhes a heterogeneidade de infraestrutura escolar nesse estado.

As metodologias que se destacaram na revisão de literatura foram a Teoria da Resposta ao Item e a Análise Fatorial. No presente trabalho, utilizou-se a Análise Fatorial, que permite estimar e analisar as várias dimensões da infraestrutura escolar. Alves et al. (2019) citam a dificuldade de determinar os fatores necessários para analisar um conceito complexo como esse. Dessa forma, entende-se que esse estudo contribui para a diminuição de tal dificuldade. Além dos escores de infraestrutura, o trabalho avança no sentido de apresentar a distribuição geográfica da infraestrutura escolar, com o propósito de verificar possíveis concentrações e padrões visuais.

DADOS E METODOLOGIA

Dados

A Tabela 1 apresenta as variáveis utilizadas para a construção do escore de infraestrutura escolar, com base nos microdados do Censo Escolar de 2017 e 2019 (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – Inep, 2018, 2020) e as respectivas frequências de presença nas escolas. A codificação de cada variável com duas alternativas (1 para sim e 0 para não) foi empregada para a utilização da Análise Fatorial. Para que fosse possível a comparação dos resultados de 2017 e 2019, os dados foram empilhados. As variáveis utilizadas aqui são similares às empregadas por Oliveira e Laros (2007), Soares et al. (2013), Pieri e Santos (2014), Alves e Xavier (2018), Duarte et al. (2019) e Soares (2020).

TABELA 1

Variáveis utilizadas na construção do escore de infraestrutura escolar e respectivas frequências de presença nas escolas públicas de ensinos fundamental e/ou médio do Paraná

ENUNCIADO DA VARIÁVEL	FREQUÊNCIA (SIM)	
	2017	2019
Abastecimento de água	99,9%	99,9%
Abastecimento de energia elétrica	99,9%	99,8%
Esgoto sanitário	99,6%	99,9%
Auditório	9,4%	10,4%
Banheiro	97,4%	99,9%
Biblioteca	71,2%	69,1%
Cozinha	98,2%	98,8%

(continua)

(continuação)

ENUNCIADO DA VARIÁVEL	FREQUÊNCIA (SIM)	
	2017	2019
Despensa	71,3%	77,8%
Laboratório de ciências	27,2%	29,4%
Laboratório de informática	69,0%	63,2%
Quadra de esportes	73,6%	76,0%
Refeitório	50,5%	55,2%
Sala de Leitura	8,4%	11,3%
Sala de professores	87,5%	90,1%
Sala de secretaria	83,1%	87,8%
Computador	96,6%	96,7%
DVD/Blu-ray	83,2%	70,9%
Aparelho de som	85,9%	88,4%
Televisão	93,7%	93,3%
Internet	93,8%	94,8%
Observações	5.314	5.241

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do Censo Escolar.

Nota: As variáveis consideradas têm duas alternativas de resposta: sim (1) e não (0).

Análise Fatorial

Segundo Hair et al. (2009), a Análise Fatorial pode ser utilizada para verificar se a informação contida em um grande número de variáveis pode ser resumida em um conjunto menor de fatores. Para tanto, um dos métodos de extração dos fatores comumente utilizado é a Análise de Componentes Principais (ACP). Os autores consideram esse método adequado quando a prioridade é a redução dos dados, buscando explicar, por meio do número mínimo de fatores, a maior porção possível da variância total contida nas variáveis originais.

Assim, a ACP converte “um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais” (Hongyu et al., 2016, p. 83). Segundo Wehrens (2011), a primeira componente principal apresenta a maior quantidade de variância dos dados originais, a segunda componente principal apresenta a maior quantidade da variância restante e assim sucessivamente, até a última componente principal.

Dessa forma, se as variáveis originais têm certo grau de correlação, é possível utilizar a ACP para “explicar a maior parte das informações do conjunto original de dados com um número relativamente pequeno de dimensões” (Lattin et al., 2011, p. 67). Portanto, no presente trabalho, utilizaram-se a Análise Fatorial e o método da ACP para a extração dos fatores.

Geralmente, antes de efetuar a Análise Fatorial, realizam-se testes para verificar se tal análise é adequada aos dados. Um dos testes é o de Kaiser-Meyer-Olkin (conhecido como KMO), obtido a partir da fórmula a seguir:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ij}^2} \quad (1)$$

Em que:

r_{ij} é o coeficiente de correlação simples entre variáveis; e

a_{ij} é o coeficiente de correlação parcial.

Segundo Fávero et al. (2009, p. 41), “A estatística KMO, cujos valores variam entre 0 e 1, avalia a adequação da amostra quanto ao grau de correlação parcial entre as variáveis, que deve ser pequeno”. Quanto maior o valor obtido, mais adequada a utilização da técnica. De maneira similar, pode-se obter a Medida de Adequação da Amostra (MSA – *Measure of Sampling Adequacy*) para cada variável:

$$MSA = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} a_{ij}^2} \quad (2)$$

Segundo Hair et al. (2009), valores acima de 0,5, tanto para o KMO como para a MSA, indicam adequação da aplicação da técnica. Outra forma de averiguar a adequação é o teste de esfericidade de Bartlett, que testa a hipótese nula de que a matriz de correlação é igual à matriz identidade. Se a hipótese nula não for rejeitada, as inter-relações entre as variáveis são iguais a 0 e a utilização da técnica não é adequada.

Averiguada a adequação da Análise Fatorial, pode-se utilizar a ACP como método de extração dos fatores. Os componentes principais podem ser obtidos a partir da matriz de covariância das variáveis originais. Entretanto, se as variáveis apresentarem unidades de medida diferentes, os componentes principais serão influenciados por essas diferenças de escala. Portanto, recomenda-se padronizar as variáveis originais para que apresentem média zero e variância um.

Então, pode-se calcular a matriz de covariância das variáveis padronizadas. Percebe-se que a matriz de covariância das variáveis padronizadas é igual à matriz de correlação das variáveis originais. Dessa forma, “para determinar os componentes principais normalmente partimos da matriz de correlação” (Varela, 2008, p. 5). A variância total é dada pela soma dos valores da diagonal principal. No caso da matriz de correlação, a variância total será igual ao número de variáveis em questão. A matriz de correlação de p variáveis originais pode ser representada por:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r(X_1X_2) & r(X_1X_3) & \cdots & r(X_1X_p) \\ r(X_2X_1) & 1 & r(X_2X_3) & \cdots & r(X_2X_p) \\ r(X_3X_1) & r(X_3X_2) & 1 & \cdots & r(X_3X_p) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r(X_pX_1) & r(X_pX_2) & r(X_pX_3) & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Em que:

X_1, X_2, \dots, X_p são as p variáveis originais.

A partir da matriz apresentada, pode-se resolver sua equação característica:²

$$\det[R - \lambda I] = 0 \quad (4)$$

Se R é uma matriz não singular, a equação característica terá p raízes características, chamadas de autovalores. Para cada autovalor λ_i , teremos um autovetor \tilde{w}_i :

$$\tilde{w}_i = \begin{bmatrix} w_{i1} \\ w_{i2} \\ \vdots \\ w_{ip} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, p \quad (5)$$

A partir de então, as p componentes principais (CP) são, conforme Moroco (2003), combinações lineares das p variáveis originais, tais que:

$$\begin{aligned} c_1 &= w_{11}X_1 + w_{12}X_2 + \dots + w_{1p}X_p \\ c_2 &= w_{21}X_1 + w_{22}X_2 + \dots + w_{2p}X_p \\ &\vdots \\ c_p &= w_{p1}X_1 + w_{p2}X_2 + \dots + w_{pp}X_p \end{aligned} \quad (6)$$

Em que:

c_p é a p -ésima componente principal;

w_{ij} é o coeficiente da variável j na componente principal i , referente ao autovetor \tilde{w}_i , em que $i = 1, 2, \dots, p$ e $j = 1, 2, \dots, p$; e

X_1, X_2, \dots, X_p são as p variáveis originais.

Os coeficientes são calculados de forma que a primeira CP apresente a maior proporção da variância explicada das variáveis originais, a segunda CP apresente a maior proporção da variância não explicada pela primeira componente principal e assim sucessivamente, até a última CP. Outra questão é que as CPs não são

2 No presente trabalho, utilizou-se o método da decomposição dos autovetores da matriz de correlação ou covariância. Mais detalhes desse método podem ser consultados em Hoffmann (2016). Um método alternativo é a decomposição em valores singulares (SVD), que pode ser encontrado em Wehrens (2011).

correlacionadas entre si. Além disso, a variância de cada CP é igual ao seu respectivo autovalor, λ .

Extraídos os fatores pelo método da ACP, a etapa seguinte da análise é a decisão de quantos fatores serão mantidos. Essa decisão é realizada utilizando, entre outros,³ o critério da raiz latente, também conhecido como critério de Kaiser: como cada variável original contribui com 1 no valor da variância total (considerando a utilização da matriz de correlação), fatores com autovalores menores que 1 são descartados, mantendo-se na análise somente os fatores com autovalores maiores que 1.

Após definido o número de fatores a serem mantidos, realiza-se a análise das cargas fatoriais de cada variável original em cada um dos fatores.⁴ Dessa forma, é possível verificar quais variáveis são mais representativas em cada um dos fatores e atribuir-lhes um sentido. Para facilitar a análise das cargas fatoriais, é possível aplicar uma rotação de fatores com o propósito de “tornar o número de cargas elevadas o menor possível” (Hair et al., 2009, p. 117). Um dos métodos de rotação é o Varimax, método ortogonal no qual os fatores se mantêm não correlacionados entre si. Métodos de rotação ortogonal são “preferidos quando o objetivo da pesquisa é redução de dados a um número menor de variáveis” (Hair et al., 2009, p. 120). Ainda segundo Hair et al. (2009), cargas fatoriais maiores que 0,5 em módulo são, geralmente, consideradas significativas na interpretação de um determinado fator em uma amostra de pelo menos 120 observações.

Posteriormente, pode-se obter os escores para cada observação. Os escores obtidos da Análise Fatorial possuem média 0 e desvio padrão 1, podendo apresentar valores negativos. Para facilitar a interpretação dos escores, utilizou-se, a exemplo de Lemos (2001), a seguinte fórmula para transformar os escores em uma escala de 0 a 1:

$$EF_{ij} = (E_{ij} - E_{j_min}) / (E_{j_max} - E_{j_min}) \quad (7)$$

Em que:

EF_{ij} é o escore final da i -ésima observação no j -ésimo fator;

E_{ij} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) da i -ésima observação no j -ésimo fator;

E_{j_min} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) mínimo observado no j -ésimo fator; e

E_{j_max} é o escore (obtido da Análise Fatorial, antes da transformação) máximo observado no j -ésimo fator.

3 Outros critérios para a escolha de quantos fatores devem ser mantidos na análise podem ser encontrados em Hair et al. (2009).

4 Segundo Hair et al. (2009), as cargas fatoriais são as correlações entre os fatores e as variáveis originais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, aplicaram-se testes para verificar se o emprego da Análise Fatorial seria adequado. O valor obtido para o KMO foi 0,8330. Segundo Hair et al. (2009) e Fávero et al. (2009), esse valor indica que a aplicação da Análise Fatorial é adequada aos dados. Além disso, pela significância do teste de esfericidade de Bartlett ($< 0,01$), rejeitou-se a hipótese nula de que a matriz de correlação é igual à matriz identidade, também indicando que a Análise Fatorial é adequada aos dados.

Também se calculou a Medida de Adequação da Amostra para cada variável de infraestrutura escolar. Todas as variáveis apresentaram valores da MSA adequados para aplicação da Análise Fatorial – maiores que 0,5, de acordo com Hair et al. (2009). Os valores da MSA se encontram nos apêndices.

Dessa forma, aplicou-se a Análise Fatorial para obter os autovalores descritos na Tabela 2. Seguindo a metodologia, os sete primeiros fatores foram utilizados, por apresentarem autovalores maiores que 1.

TABELA 2
Autovalores dos fatores de infraestrutura escolar

FATOR	AUTOVALOR	% DA VARIÂNCIA	% DA VARIÂNCIA ACUMULADA
1	3,96	19,78	19,78
2	1,55	7,77	27,55
3	1,29	6,43	33,98
4	1,16	5,81	39,79
5	1,13	5,64	45,43
6	1,06	5,29	50,71
7	1,01	5,04	55,75
8	0,94	4,69	60,44
9	0,90	4,51	64,95
10	0,83	4,17	69,12
11	0,82	4,08	73,19
12	0,75	3,77	76,97
13	0,75	3,76	80,72
14	0,70	3,51	84,24
15	0,66	3,28	87,51
16	0,61	3,03	90,54
17	0,59	2,93	93,47
18	0,54	2,71	96,18
19	0,49	2,45	98,62
20	0,28	1,38	100,00

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

A rotação Varimax foi utilizada para a análise dos sete fatores mantidos. A Tabela 3 apresenta os fatores, as variáveis e as cargas fatoriais rotacionadas. O nome⁵ de cada fator foi inserido de acordo com a interpretação das variáveis em termos de cargas fatoriais – maiores que 0,5, conforme Hair et al. (2009).

TABELA 3
Cargas fatoriais (rotacionadas) dos fatores de infraestrutura escolar

VARIÁVEIS	FATORES						
	1 Estrutura administrativa	2 Atividades extraclasse	3 Aparelhamento eletrônico	4 Estruturas de apoio	5 Alimentação/ higiene	6 Água/ energia	7 Esgoto
Sala de professores	0,697	0,231	0,045	0,112	0,061	0,033	0,036
Sala de secretaria	0,671	0,287	0,008	0,108	0,127	-0,01	-0,009
Computador	0,749	0,005	0,282	-0,007	-0,07	0,106	-0,006
Internet	0,808	0,09	0,231	0,016	-0,067	0,093	0,026
Laboratório de informática	0,245	0,62	0,157	-0,051	-0,043	0,014	-0,004
Laboratório de ciências	0,036	0,773	-0,013	0,032	0,018	0,025	0,012
Quadra de esportes	0,392	0,538	0,073	0,084	0,047	0,018	0,034
Biblioteca	0,343	0,647	0,028	-0,125	0,06	-0,045	-0,032
Televisão	0,238	0,112	0,675	0,001	0,02	0,069	-0,051
DVD/Blu-ray	-0,05	0,041	0,807	0,007	0,01	-0,013	0,014
Aparelho de som	0,269	0,029	0,578	0,075	0,031	-0,018	0,053
Sala de leitura	0,053	-0,2	0,038	0,708	-0,094	0,059	0,108
Refeitório	0,183	0,084	0,021	0,624	0,11	-0,072	-0,133
Auditório	-0,126	0,41	0,049	0,52	-0,023	0,065	0,032
Cozinha	0,004	-0,028	0,025	-0,025	0,751	-0,033	-0,128
Banheiro	-0,017	0,028	0,026	-0,012	0,641	0,127	0,183
Dispensa	0,363	0,098	-0,011	0,296	0,517	-0,109	-0,037
Abast. de água	-0,011	0,058	-0,102	0,022	-0,047	0,772	0,031
Abast. de energia elétrica	0,138	-0,029	0,136	-0,023	0,106	0,65	-0,061
Esgoto sanitário	0,046	0,014	0,015	-0,016	0,036	-0,037	0,956

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Realizada a análise das cargas fatoriais, calcularam-se os escores de cada escola para cada um dos sete fatores. Posteriormente os escores foram transformados

5 De acordo com Alves e Xavier (2018), os limites do conceito de infraestrutura escolar não são consensuais. Para esses autores, o pesquisador possui, frequentemente, a tarefa de atribuir o significado e determinar como esse conceito pode ser empiricamente utilizado.

em uma escala de 0 a 1, evitando valores negativos, conforme indicado na seção Dados e metodologia deste artigo. A Tabela 4 apresenta as estatísticas descritivas dos escores de infraestrutura escolar.

TABELA 4
Estatísticas descritivas dos escores fatoriais de infraestrutura escolar

FATORES	OBSERVAÇÕES		MÉDIA			DESVIO PADRÃO		MÍNIMO		MÁXIMO	
	2017	2019	2017	2019	Variação	2017	2019	2017	2019	2017	2019
1. Estrutura administrativa	5.314	5.241	0,7196	0,7383	2,60%	0,1473	0,1409	0,0211	0	1	0,9873
2. Atividades extraclasse	5.314	5.241	0,5030	0,4948	-1,63%	0,1645	0,1774	0	0,0938	0,9418	1
3. Aparelho eletrônico	5.314	5.241	0,5533	0,5321	-3,83%	0,1070	0,1114	0,0188	0	1	0,9426
4. Estruturas de apoio	5.314	5.241	0,2974	0,3239	8,91%	0,1670	0,1797	0,0098	0	1	0,9834
5. Alimentação/higiene	5.314	5.241	0,8454	0,8579	1,48%	0,0818	0,0508	0	0,1405	1	0,9672
6. Água/energia	5.314	5.241	0,9694	0,9695	0,01%	0,0243	0,0254	0,4050	0	1	0,9921
7. Esgoto	5.314	5.241	0,9087	0,9119	0,35%	0,0520	0,0344	0	0,0632	1	1

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Observa-se que os fatores com escores que apresentaram as maiores médias foram os mesmos em 2017 e 2019: água/energia, esgoto, alimentação/higiene e estrutura administrativa. Portanto, as escolas públicas do Paraná apresentam, em média, condições mais favoráveis de infraestrutura nesses aspectos em comparação a outras características/fatores em estudo.

Por outro lado, os fatores com escores que registraram as menores médias, tanto em 2017 como em 2019, foram atividades extraclasse, aparelhamento eletrônico e estruturas de apoio. É possível deduzir que as escolas públicas do Paraná têm certo déficit nesses atributos em comparação a outras características/fatores em questão.

Além disso, de 2017 a 2019, houve uma redução na média dos escores de aparelhamento eletrônico (3,83%) e atividades extraclasse (1,63%), o que parece indicar um declínio nessas características. Em contrapartida, a maior variação positiva em termos de média foi observada no fator estruturas de apoio (8,91%), seguido do fator estrutura administrativa (2,60%), uma indicação, portanto, de que as escolas públicas do Paraná apresentaram avanços nessas duas condições no período analisado.

Dessa forma, recomendam-se políticas que visem a melhorias nas questões de estruturas de apoio, atividades extraclasse e aparelhamento eletrônico. Sobretudo nos dois últimos aspectos mencionados, pois mostraram redução da média no período analisado.

A Tabela 5 traz as médias dos escores de infraestrutura escolar de 2019 por dependência administrativa e localização, especificamente, seguidas da variação percentual das médias de 2017 para 2019. Destaca-se que em 2019 as escolas federais

e estaduais apresentaram as menores médias em três dos sete fatores, enquanto as municipais, em somente um.

TABELA 5

Média dos escores de infraestrutura escolar de 2019 e variação percentual entre as médias de 2017 e 2019, segundo dependência administrativa e localização

FATORES	DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA			LOCALIZAÇÃO	
	FEDERAL	ESTADUAL	MUNICIPAL	URBANA	RURAL
1. Estrutura administrativa	0,7076	0,7576	0,7252	0,7704	0,6305
	1,24%	1,28%	3,55%	1,91%	4,40%
2. Atividades extraclasse	0,6975	0,622	0,404	0,5181	0,4162
	3,79%	0,46%	-4,19%	-2,32%	0,12%
3. Aparelhamento eletrônico	0,5271	0,528	0,535	0,5349	0,5226
	-1,45%	-4,14%	-3,65%	-4,39%	-2,11%
4. Estruturas de apoio	0,496	0,2947	0,3426	0,336	0,2833
	1,48%	3,83%	12,45%	8,65%	9,14%
5. Alimentação/ higiene	0,7309	0,8603	0,8575	0,8576	0,8589
	-0,71%	1,75%	1,31%	1,45%	1,58%
6. Água/energia	0,9802	0,9687	0,9701	0,9703	0,9671
	0,09%	-0,11%	0,10%	0,03%	-0,08%
7. Esgoto	0,9389	0,9102	0,9128	0,9122	0,9106
	0,79%	0,26%	0,42%	0,30%	0,52%

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: As menores médias de cada fator em 2019 estão destacadas em negrito.

É possível observar, com base nos dados da Tabela 5, que as escolas municipais, de 2017 para 2019, apresentaram a maior variação percentual das médias em três características (estrutura administrativa, estrutura de apoio e água/energia), enquanto as escolas federais, em duas (atividades extraclasse e esgoto) e as escolas estaduais, em uma (alimentação e higiene). A análise de Pieri e Santos (2014), que abrange todo o Brasil em um período anterior, 2007 e 2012, encontrou médias mais baixas para as escolas municipais. Entretanto, os resultados observados pelos autores mostram, por um lado, tendência de queda nos indicadores das escolas federais e, por outro, um aumento nos indicadores das escolas estaduais e, sobretudo, das municipais. Essa constatação demonstra uma tendência de convergência em relação aos resultados encontrados no presente estudo.

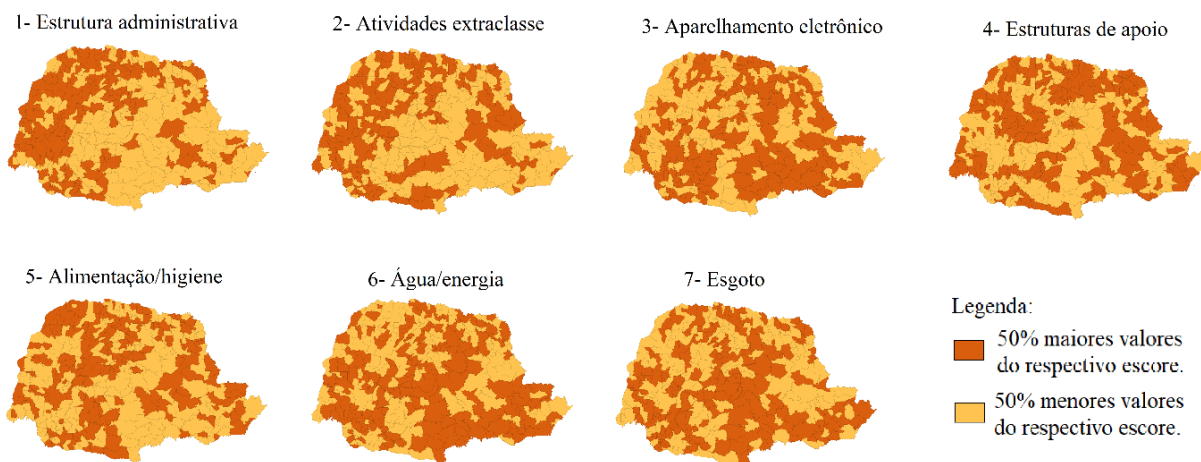
As escolas rurais apresentaram as menores médias de 2019 em seis das sete características, quando comparadas às escolas urbanas, o que corrobora os trabalhos de Pieri e Santos (2014) e Alves e Xavier (2018). Apesar disso, o presente estudo verificou, de 2017 para 2019, que as escolas rurais registraram as maiores variações positivas nas médias de cinco escores fatoriais, o que indica maior evolução em cinco

das sete características, quando comparadas às escolas urbanas. A mesma tendência foi verificada no trabalho de Pieri e Santos (2014). Sendo assim, apesar da evolução em sua infraestrutura, as escolas rurais do Paraná, por apresentarem as menores médias em seis das sete características em 2019, ainda requerem maior atenção dos formuladores de políticas públicas, quando comparadas às escolas urbanas.

A Figura 1 mostra a distribuição espacial por município dos escores de infraestrutura escolar de 2019. Quanto mais escura a cor, maior o escore do respectivo município. Observa-se que os municípios do oeste do estado do Paraná apresentaram maiores médias de estrutura administrativa e de atividades extraclasse, quando comparados aos demais municípios. Dessa forma, os municípios do centro e do leste do estado do Paraná devem se atentar para a infraestrutura administrativa e de atividades extraclasse. As imagens das demais características/fatores, a princípio, não indicaram um padrão visual de relação, o que pode indicar inexistência de concentração geográfica desses recursos.

FIGURA 1

Distribuição espacial por município dos escores de infraestrutura escolar (média por município) - 2019



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

A Tabela 6 apresenta a média dos escores de infraestrutura escolar por mesorregião do estado do Paraná em 2019, seguida pela respectiva variação percentual das médias de 2017 e 2019. As duas maiores médias e variações seguem em *itálico*, enquanto as duas menores médias e variações estão em **negrito**. O destaque permite verificar em quais características cada mesorregião evoluiu ou regrediu e, também, quais características estão relativamente adequadas ou, em vez disso, deficitárias.

TABELA 6

Média dos escores de infraestrutura escolar de 2019 e variação percentual entre as médias de 2017 e 2019 por mesorregião do estado do Paraná

FATORES	MESORREGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ									
	Noroeste	Centro- -Occidental	Norte Central	Norte Pioneiro	Centro- -Oriental	Oeste	Sudoeste	Centro- -Sul	Sudeste	Metr. de Curitiba
1. Estrutura administrativa	0,7841	0,7653	0,7533	0,7476	0,7536	0,7751	0,7661	0,7171	0,6264	0,7158
	1,62%	2,52%	1,73%	2,96%	3,86%	2,07%	2,66%	1,70%	1,52%	3,76%
2. Atividades extraclasse	0,5117	0,4951	0,501	0,4727	0,4877	0,5279	0,489	0,4678	0,4474	0,5016
	-2,85%	-2,63%	-4,40%	-1,71%	0,49%	-1,42%	-1,91%	0,01%	0,46%	-1,17%
3. Aparelhamento eletrônico	0,5104	0,5199	0,524	0,5437	0,5381	0,5264	0,5452	0,5389	0,5644	0,5278
	-0,67%	-5,34%	-4,30%	-2,27%	-3,01%	-5,26%	-4,95%	-2,17%	-1,32%	-3,69%
4. Estruturas de apoio	0,3258	0,336	0,3755	0,348	0,338	0,2927	0,2995	0,3126	0,2802	0,3163
	5,49%	6,10%	15,68%	5,95%	1,35%	7,99%	13,24%	16,27%	6,44%	6,80%
5. Alimentação/higiene	0,8619	0,8663	0,8598	0,8579	0,861	0,8603	0,8579	0,8585	0,8563	0,8524
	1,41%	1,11%	0,97%	0,81%	0,91%	1,41%	1,97%	0,90%	0,28%	2,75%
6. Água/energia	0,9694	0,9701	0,9703	0,9699	0,9695	0,9702	0,9705	0,9688	0,9698	0,9685
	0,07%	0,06%	0,15%	-0,02%	-0,01%	0,06%	0,08%	0,34%	0,06%	-0,26%
7. Esgoto	0,9113	0,9111	0,9112	0,9112	0,9096	0,9129	0,9142	0,91	0,9102	0,9133
	0,39%	0,01%	0,07%	1,90%	-0,22%	0,31%	0,36%	-0,15%	-0,39%	0,73%

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Cabe salientar que a mesorregião Sudeste Paranaense se destacou por apresentar as piores médias em quatro fatores. Além disso, todas as mesorregiões tiveram decréscimo no fator aparelhamento eletrônico.

CONCLUSÕES

O tipo de infraestrutura das escolas pode influenciar o desempenho dos alunos e, conseqüentemente, o capital humano e o crescimento econômico. Dessa forma, o presente artigo analisou a infraestrutura das escolas públicas do Paraná para responder às seguintes questões: de que forma está distribuída a infraestrutura escolar no Paraná?; quais aspectos da infraestrutura escolar e quais regiões precisam de maior atenção dos formuladores de políticas públicas? Foram utilizados os microdados do Censo Escolar de 2017 e 2019 e consideraram-se as escolas com oferecimento do ensino fundamental e/ou ensino médio. Como metodologia, empregou-se a Análise Fatorial, por meio da qual 20 variáveis foram reduzidas em sete fatores/características escolares. Assim, pôde-se realizar uma análise do perfil geral das escolas.

Diante dos resultados, recomenda-se a implementação de políticas que visem a melhorias nas questões de estruturas de apoio, atividades extraclasse e aparelhamento eletrônico, sobretudo os dois últimos aspectos, pois apresentaram redução na média no período analisado. Quanto à dependência administrativa, as escolas

municipais se destacaram pela melhoria em infraestrutura em relação às escolas estaduais e federais. As escolas rurais, apesar da evolução de infraestrutura, ainda requerem maior atenção das políticas públicas em relação às escolas urbanas.

Apresentou-se a distribuição geográfica da infraestrutura escolar, o que pode ampliar, para além da simples análise dos escores, o debate acerca desse tema. Os municípios do centro e do leste do estado do Paraná devem se atentar para a infraestrutura administrativa e as atividades extraclasse. Em relação aos outros aspectos escolares, não houve padrão visual de distribuição espacial, o que pode apontar a inexistência de concentração geográfica desses recursos. Entre as mesorregiões, o Sudeste Paranaense parece carecer de maiores políticas de melhoria da infraestrutura escolar.

De maneira geral, os resultados apontam para a existência de heterogeneidade nas estruturas escolares no estado do Paraná. Assim, é importante a implementação de políticas regionais que se atentem às especificidades de cada local. Nesse sentido, foi apresentada a situação de cada mesorregião no que diz respeito aos escores de infraestrutura.

Sugere-se a realização de uma Análise Exploratória de Dados Espaciais para confirmar possíveis tendências na distribuição espacial dos escores de infraestrutura escolar. Ademais, as análises realizadas neste trabalho podem servir de exemplo e aplicadas em estudos voltados para outras regiões do Brasil.

REFERÊNCIAS

- Albernaz, A., Ferreira, F. H. G., & Franco, C. (2002). Qualidade e equidade na educação fundamental brasileira. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 32(3), 453-476.
- Alves, M. T. G., & Xavier, F. P. (2018). Indicadores multidimensionais para avaliação da infraestrutura escolar: O ensino fundamental. *Cadernos de Pesquisa*, 48(169), 708-746. <https://doi.org/10.1590/198053145455>
- Alves, M. T. G., Xavier, F. P., & Paula, T. S. (2019). Modelo conceitual para avaliação da infraestrutura escolar no ensino fundamental. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 100(255), 297-330. <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.100i255.3866>
- Barbosa, M. E. F., & Fernandes, C. (2001). A escola brasileira faz diferença? Uma investigação dos efeitos da escola na proficiência em matemática dos alunos da 4ª série. In C. Franco (Org.), *Avaliação, ciclos e promoção na educação* (pp. 121-153). Artmed.
- Becker, G. S. (1993). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education* (3th ed.). The University of Chicago Press.
- Caleiro, A. (2010). *Educação e desenvolvimento: Que tipo de relação existe?* Departamento de Economia. Universidade de Évora.
- Duarte, M. R. T., Gomes, C. A. T., & Gotelib, L. G. O. (2019). Condições de infraestrutura das escolas brasileiras: Uma escola pobre para os pobres? *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas*, 27(70), 1-35. <https://epaa.asu.edu/index.php/epaa/article/view/3536/2265>
- Fávero, L. P., Belfiore, P., Silva, F. L., & Chan, B. L. (2009). *Análise de dados: Modelagem multivariada para tomada de decisões*. Elsevier.

- Franco, C., Sztajn, P., & Ortigão, M. I. (2007). Mathematics teachers, reform, and equity: Results from the Brazilian National Assessment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(4), 393-419.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman.
- Hoffmann, R. (2016). *Análise estatística de relações lineares e não lineares*. Esalq-USP.
- Hongyu, K., Sandanielo, V. L. M., & Oliveira, G., Jr. (2016). Análise de componentes principais: Resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S Engineering and Science*, 5(1), 83-90. <https://doi.org/10.18607/ES201653398>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). (2018). *Microdados do Censo da Educação Básica 2017*. Brasília, DF. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). (2020). *Microdados do Censo da Educação Básica 2019*. Brasília, DF. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>
- Kametani, M. Y. (2017). *Uma análise sob o índice de desenvolvimento da educação básica: IDEB nos municípios do estado do Paraná* [Monografia]. Universidade Federal do Paraná. <http://hdl.handle.net/1884/55657>
- Lattin, J. M., Carroll, J. D., & Green, P. E. (2011). *Análise multivariada de dados* (Avritscher, Trad.). Cengage Learning.
- Lemos, J. J. S. (2001). Níveis de degradação no Nordeste brasileiro. *Revista Econômica do Nordeste*, 32(3), 406-429. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/32894>
- Luz, L. S. (2006). Os determinantes do desempenho escolar: A estratificação educacional e o efeito valor adicionado. In *Anais do 15º Encontro Nacional de Estudos Populacionais da Abep*. Abep.
- Mincer, J. (1958). Investment in human capital and personal income distribution. *The Journal of Political Economy*, 66(4), 281-302.
- Moroco, J. (2003). *Análise estatística, com utilização do SPSS*. ReportNumber.
- Oliveira, M. R., & Laros, J. A. (2007). Construtos mensurados no censo escolar 2002 – ensino fundamental. *REICE – Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 5(2), 217-231. <https://www.redalyc.org/pdf/551/55150215.pdf>
- Pieri, R. G., & Santos, A. A. (2014). *Uma proposta para o Índice de infraestrutura escolar e o Índice de formação de professores* (Textos para discussão, n. 38). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.
- Sá, J. S., & Werle, F. O. C. (2017). Infraestrutura escolar e espaço físico em educação: O estado da arte. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 386-413. <https://doi.org/10.1590/198053143735>
- Schultz, T. W. (1973a). *O capital humano: Investimentos em educação e pesquisa* (M. A. de M. Matos, Trad.). Zahar.
- Schultz, T. W. (1973b). *O valor econômico da educação* (2a ed., P. S. Werneck, Trad., C. A. Pajuaba, Rev. Téc.). Zahar.
- Soares, C. M. (2020). *Escolas municipais urbanas e “rurais”: Uma análise sobre a infraestrutura escolar na microrregião de Itapetininga/SP (2012 e 2018)* [Monografia de especialização]. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24451>
- Soares, J. F. (2004). Qualidade e equidade na educação básica brasileira: A evidência do SAEB-2001. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 12(38), 1-24.

- Soares, J. J., Neto, 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>
- Torres, C. A. R., & Garcias, M. O. (2020). Heterogeneidade do impacto do trabalho infantil no rendimento escolar do Paraná. *Estudos em Avaliação Educacional*, 31(78), 626-650. [https://doi.org/10.18222/ea.v31i78.7705](https://doi.org/10.18222/ea245420131903)
- Varella, C. A. A. (2008). *Análise de componentes principais*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Wehrens, R. (2011). *Chemometrics with R: Multivariate data analysis in the natural sciences and life sciences*. Springer Science & Business Media.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Medida de Adequação da Amostra (MSA - *Measure of Sampling Adequacy*) para as variáveis de infraestrutura escolar

VARIÁVEL	MSA
Abastecimento de água	0,56
Abastecimento de energia elétrica	0,86
Esgoto sanitário	0,71
Sala de professores	0,90
Laboratório de informática	0,88
Laboratório de ciências	0,78
Quadra de esportes	0,93
Cozinha	0,59
Biblioteca	0,85
Sala de leitura	0,51
Banheiro	0,66
Sala de secretaria	0,89
Refeitório	0,81
Despensa	0,85
Auditório	0,76
Televisão	0,85
DVD/Blu-ray	0,71
Aparelho de som	0,88
Computador	0,78
Internet	0,79

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

APÊNDICE B**Sumário da revisão de literatura**

TRABALHOS QUE ESTIMARAM O IMPACTO DA INFRAESTRUTURA ESCOLAR NO RENDIMENTO DOS ALUNOS				
Autor (ano)	Objetivo	Dados e metodologia	Variáveis	Principais resultados
Barbosa e Fernandes (2001)	Verificar fatores que explicam a proficiência em Matemática.	Saeb-1997; alunos da 4ª série da região Sudeste; regressão hierárquica.	Nível socioeconômico do aluno, motivação dos alunos, relação casa-escola, condições físicas da escola e atributos associados aos professores.	Motivação dos alunos, relação casa-escola, condições físicas da escola e atributos associados aos professores são importantes influenciadores dos resultados escolares.
Albernaz, Ferreira e Franco (2002)	Estimar função de produção educacional para o ensino fundamental do Brasil.	Saeb-1999; regressão hierárquica.	Nível socioeconômico do aluno, estrutura física da escola, sexo do aluno, escolaridade dos professores, repetência do aluno, cor/raça do aluno.	Escolaridade dos professores e a estrutura física da escola afetam o rendimento dos estudantes.
Luz (2010)	Analisar os determinantes da proficiência de alunos da rede pública e urbana de ensino no Norte, Nordeste e Centro-Oeste.	Avaliação de desempenho: fatores associados ao desempenho escolar (2000-2001) para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste; regressão linear.	Sexo e cor/raça do aluno, se o aluno repetiu de ano e se trabalha, escolaridade da mãe, estrutura do domicílio e posse de bens duráveis, estrutura física da escola.	Quanto melhor a infraestrutura escolar, maior a chance de o aluno obter melhor desempenho.
TRABALHOS QUE CONSTRUÍRAM INDICADORES DE INFRAESTRUTURA ESCOLAR				
Autor (ano)	Objetivo	Dados e metodologia	Variáveis	Principais resultados
Oliveira e Laros (2007)	Representar características das escolas de ensino fundamental do Brasil através de um pequeno número de dimensões.	Censo Escolar (2002); Análise de Componentes Principais (ACP).	Computadores por aluno, impressora, quadra de esportes, merenda escolar, laboratórios, energia pública, coleta pública de lixo, sanitários, água pública, geladeira, freezer, cozinha, refeitório, depósito de alimentos, inadequação da idade dos alunos que cursam o ensino fundamental, horário de frequência às aulas e o tamanho médio da turma.	Três componentes: i) infraestrutura escolar e tecnológica; ii) infraestrutura básica e alimentar; e iii) condições favoráveis de ensino.

(continua)

(continuação)

TRABALHOS QUE CONSTRUÍRAM INDICADORES DE INFRAESTRUTURA ESCOLAR				
Autor (ano)	Objetivo	Dados e metodologia	Variáveis	Principais resultados
Soares et al. (2013)	Desenvolver uma escala de infraestrutura escolar para o Brasil.	Censo Escolar (2011); Teoria da Resposta ao Item (TRI).	Água, sanitário, cozinha, esgoto, energia elétrica, televisão, DVD, sala de diretoria, computadores, impressora, internet, sala de professores, laboratório de informática, copiadora, biblioteca, quadra esportiva, sanitário para deficiente físico, dependências para deficiente físico, laboratório de ciências e sala de atendimento especial.	Dividiram as escolas em quatro categorias: elementar, básica, adequada e avançada. Regiões com maiores percentuais de escolas no nível elementar foram o Norte e o Nordeste. Escolas federais possuem a maior porcentagem de escolas no nível avançado. Maior percentual de escolas rurais está na categoria elementar.
Pieri e Santos (2014)	Desenvolver índices de infraestrutura escolar e de formação de professores para o Brasil.	Censo Escolar (2007 e 2012); Análise Fatorial.	Água, esgoto, energia elétrica, quadra, biblioteca ou sala de leitura, sanitário, televisão, DVD, copiadora, impressora, cozinha, sala de diretoria, sala de professores, laboratório de ciências e computadores.	Escolas rurais e municipais apresentaram médias menores para o índice de infraestrutura escolar, apesar de evoluírem significativamente no período analisado.
Alves e Xavier (2018)	Desenvolver indicadores de infraestrutura escolar para escolas do ensino fundamental do Brasil.	Censo Escolar e do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) (2013 e 2015); Teoria da Resposta ao Item (TRI).	Água, energia, esgoto, banheiro, cozinha, refeitório, sala de diretoria, sala de professor, secretaria, telhado, parede, piso, biblioteca, pátio, laboratórios, computador, auditório, internet, televisão, DVD, som e aparelho multimídia.	Escolas do Norte e Nordeste, rurais e municipais tenderam a apresentar menores médias dos indicadores de infraestrutura.
Duarte, Gomes e Gotelieb (2019)	Verificar as condições da infraestrutura escolar brasileira.	Censo Escolar (2013); Análise Fatorial e Análise de <i>Clusters</i> .	Copiadora e/ou impressora, dependências administrativas, água, sanitários, tratamento de resíduos, energia elétrica, som e/ou multimídia, televisão, DVD, computador para aluno e/ou internet banda larga, biblioteca ou sala de leitura e laboratórios.	Regiões Norte e Nordeste e a localização rural concentram maior proporção de escolas do agrupamento precário. Escolas do agrupamento precário apresentam maior proporção de alunos pobres.
Soares (2020)	Verificar se existia diferença na infraestrutura das escolas urbanas e rurais, localizadas na microrregião de Itapetininga (SP).	Censo Escolar (2012 e 2018); pesquisa foi bibliográfica e documental.	Água, energia elétrica, esgoto, coleta de lixo, biblioteca, laboratórios, sala de professores, sanitário, impressora, copiadora, antena parabólica, internet e computadores.	Escolas rurais tenderam a apresentar infraestruturas mais precárias, em comparação às escolas urbanas.

Fonte: Elaboração própria a partir da revisão de literatura.