

ELABORAÇÃO DE UM ÍNDICE DE INFRAESTRUTURA PARA ESCOLAS PÚBLICAS DE ENSINO FUNDAMENTAL NO PIAUÍ: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Development of an Infrastructure Index for Public Elementary Schools in Piauí: An Application of Principal Component Analysis

Rodrigo Gustavo de Souza¹
Clemilton Gomes de Sousa²
José de Ribamar Sá Silva³

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo elaborar um índice que mensure a infraestrutura das escolas públicas do estado do Piauí que ofertam os anos iniciais do ensino fundamental. Na construção do referido índice foi aplicado o método de Análise de Componentes Principais (ACP), agregando um conjunto de itens com base nos dados do Censo Escolar de 2015. Os resultados do Índice de Infraestrutura Escolar (IIE) revelam que o Distrito Federal possui as escolas com melhor infraestrutura do país, enquanto os estados da região Norte têm as escolas com a pior infraestrutura. Foi possível perceber também uma forte discrepância entre os índices das escolas públicas urbanas e rurais do Piauí. Os elementos empíricos desta pesquisa sinalizam que a precária infraestrutura das escolas piauienses da zona rural vai desde uma estrutura física comprometida e se estende à ausência de serviços básicos, como a falta de esgoto, coleta de lixo e abastecimento de água.

Palavras-chave: Infraestrutura escolar. Análise de Componentes Principais. Piauí.

ABSTRACT

This article aims to develop an index that measures the infrastructure of public schools in the state of Piauí that offer the initial years of elementary school. In the construction of this index, the Principal Component Analysis method was applied, aggregating a set of items based on data from the 2015 School Census. The results of the School Infrastructure Index show that the Federal District has the schools with the best infrastructure in the country, while the states of the North region have the schools with the worst infrastructure. It was also possible to perceive a strong discrepancy between the indices of urban and rural public schools in Piauí. The empirical elements of this research indicate that the precarious infrastructure of Piauí schools in rural areas ranges from a compromised physical structure and extends to the absence of basic services, such as lack of sewage, garbage collection and water supply.

¹ Professor Adjunto do Departamento de Economia e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico (PPGDSE/ UFMA). L. Doutor em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ), possui mestrado e graduação em Economia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: rodrigo.gustavo@ufma.br

² Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico da Universidade Federal do Maranhão (PPGDSE/UFMA). E-mail: clemiltongomess@gmail.com

³ Professor do Departamento de Economia, Universidade Federal do Maranhão e dos programas de pós-graduação PPG Políticas Públicas e PPG Desenvolvimento Socioeconômico. Doutor em Políticas Públicas, pela Universidade Federal do Maranhão. E-mail: jose.sa@ufma.br

Keywords: School infrastructure. Principal Component Analysis. Piauí.

JEL: Q48; O13; O39.

1 INTRODUÇÃO

A consolidação dos processos de avaliação educacional tem levado ao aprofundamento de estudos sobre os fatores que possam explicar o desempenho escolar dos alunos nos exames padronizados. Compreender esses fatores é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas efetivas na área da educação (Barbosa; Fernandes, 2001; Jesus; Laros, 2004).

O Relatório Coleman, publicado em 1966, é considerado um dos primeiros trabalhos na literatura científica a tratar de fatores associados ao desempenho escolar dos estudantes. Os resultados que ele trouxe evidenciaram que o nível socioeconômico dos alunos era o fator que melhor se associava ao desempenho escolar deles.

Os estudos de Hanushek (1979), por sua vez, consideraram a conjunção de variáveis socioeconômicas e variáveis diretamente associadas às escolas. Tal autor aplicou a função de produção da Ciência Econômica ao contexto educacional, considerando os determinantes do desempenho escolar como insumos (ou entradas), e, como produto, o desempenho acadêmico. Nesse contexto, a infraestrutura das escolas é um dos insumos escolares que vem chamando a atenção na literatura da economia da educação.

No Brasil, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) disponibiliza diversos dados e indicadores relacionados à educação. No entanto, não há um indicador específico que mensure a infraestrutura das escolas. Alguns autores, como Menezes *et al.* (2021) e Almeida (2021), já elaboraram índices de infraestrutura escolar para determinados estados e diferentes etapas de ensino, aplicando métodos estatísticos distintos.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo elaborar um índice que mensure a infraestrutura das escolas públicas do estado do Piauí que ofertam os anos iniciais do ensino fundamental, tendo em vista que não existe um estudo específico sobre o referido estado. Para a construção do referido índice, são utilizados dados do Censo Escolar de 2015 e aplicado o método de Análise de Componentes Principais

(ACP), uma vez que este possibilita a construção de indicadores a partir da agregação de um conjunto de variáveis.

Além desta Introdução, o artigo está estruturado em mais quatro seções. A segunda seção apresenta os aspectos teóricos e empíricos da literatura acerca dos fatores associados ao desempenho escolar e da infraestrutura escolar. A terceira seção detalha a metodologia empregada na construção do Índice de Infraestrutura Escolar (*IIE*). A quarta seção é dedicada à apresentação dos resultados do índice de infraestrutura escolar, acompanhada de uma análise comparativa entre os estados brasileiros e os municípios piauienses. A quinta seção, por seu turno, traz as considerações finais.

2 DESEMPENHO ESCOLAR E INFRAESTRUTURA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

Os fatores que interferem no desempenho escolar vêm sendo estudados há mais de cinco décadas no panorama internacional. O marco inicial frequentemente apontado é o chamado Relatório Coleman, documento que analisou as causas para as diferenças de desempenho entre as escolas norte-americanas (Coleman *et al.*, 1966).

A referida pesquisa demonstrou que as diferenças de desempenho dos alunos eram explicadas, em maior proporção, pelas variáveis socioeconômicas do que por variáveis intraescolares (Coleman *et al.*, 1966; Assunção; Araújo; Almeida, 2019).

Na sequência, foi desenvolvida outra linha de investigação em educação, conhecida como pesquisa sobre eficácia escolar. Essa abordagem busca explicar o efeito da escola no aprendizado e no desenvolvimento dos alunos, a partir de trabalhos de autores como Hanushek (1970), Bloom (1976), Brookover (1978), Rutter *et al.* (1979) e Willms (1992).

A linha de pesquisa sobre eficácia escolar apresenta estudos puramente pedagógicos. Conforme Brooke e Soares (2008, p. 10), a escola eficaz "é aquela que ensina bem os conteúdos curriculares e se preocupa com o aluno de maneira global, com a formação de valores, ética e cidadania e a criação de oportunidades".

De acordo com Hanushek (1987), diversas pesquisas vêm utilizando a função de produção da Ciência Econômica aplicada à educação, como as de Bowles (1970), Hanushek (1987), Hanushek e Woessmann (2011). Para Bowles (1970, p. 12), "uma

função de produção educacional é a relação entre as entradas (insumos) da escola e dos estudantes e uma medida de saída (desempenho acadêmico)”.

Com base nos estudos de Hanushek (1979) e Hanushek e Woessmann (2011), a função de produção educacional pode ser representada pela Equação 1:

$$Y_{it} = f(A_{i,t}, B_{i,t}, C_{i,t}, D_{i,t}, \varepsilon) \quad (1)$$

Onde:

Y_{it} : Representa o vetor do produto educacional, o qual está a função dos insumos educacionais pelos vetores $A_{i,t}$, $B_{i,t}$, $C_{i,t}$ e ε ;

$A_{i,t}$: As características individuais dos alunos (etnia e gênero) no período t ;

$B_{i,t}$: Variáveis socioeconômicas e background familiar para o período t ;

$C_{i,t}$: Características dos docentes, como salário e experiência para o período t ;

$D_{i,t}$: Características escolares, a infraestrutura básica, o volume de livros didáticos disponíveis, número de bibliotecas, entre outros para o período t ;

ε : Fatores não mensuráveis que contribuem para geração do produto educacional no tempo t , ou seja, é o termo de erro aleatório.

Empregando a função de produção ao contexto educacional, pode-se considerar os determinantes do desempenho escolar como insumos ou entradas, e como produto do processo de ensino aprendizagem, o próprio desempenho acadêmico.

2.1 Infraestrutura Escolar

A infraestrutura escolar constitui uma variável que possui impacto sobre o rendimento escolar. No entanto, Garcia (2015) elucida que isso não acontece em países desenvolvidos, sendo traço predominante daqueles em desenvolvimento.

Segundo a UNESCO (2019), a infraestrutura escolar é uma prioridade na área educacional no Brasil, haja vista que o país é signatário da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, aprovada no Fórum Mundial de Educação, que enfatiza a importância de os governos se comprometerem com a construção e a melhoria das instalações físicas das escolas, tornando-as apropriadas para crianças, sensíveis às deficiências e ao gênero, de modo a promover ambientes de aprendizagem seguros e inclusivos para todos (UNESCO, 2019).

No contexto educacional brasileiro, o INEP disponibiliza diversos dados e indicadores sobre a educação básica. Entretanto, ainda não existe um indicador oficial

específico para avaliar a infraestrutura das escolas públicas. Por essa razão, alguns pesquisadores, como Menezes *et al.* (2021) e Siqueira (2019), desenvolveram índices próprios para medir a infraestrutura escolar em diferentes estados e etapas de ensino, utilizando métodos estatísticos distintos.

A UNESCO (2019) também elaborou um indicador de infraestrutura das escolas brasileiras de ensino fundamental, com ênfase nos estabelecimentos de ensino públicos. Os dados utilizados na pesquisa foram extraídos do Censo Escolar e do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), referentes aos anos de 2013, 2015 e 2017, produzidos pelo INEP. A metodologia empregada para estimar os indicadores de qualidade da infraestrutura baseou-se em modelos da Teoria da Resposta ao Item (TRI), adequados às variáveis com respostas binárias e graduadas, modelo de dois parâmetros e modelo de Samejima (1969), respectivamente.

Além da iniciativa da UNESCO, outros estudos nacionais também buscaram mensurar a infraestrutura escolar por meio de diferentes abordagens estatísticas. O estudo de Siqueira (2019) utilizou a técnica de análise fatorial para construir um índice de infraestrutura das escolas dos municípios do Rio Grande do Sul, com base nos dados do Censo Escolar. Menezes *et al.* (2021), por sua vez, aplicaram a Análise de Componente Principal (ACP) para estimar o Índice de Qualidade da Infraestrutura Escolar da rede estadual urbana do mesmo estado.

3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta, de forma detalhada, a metodologia adotada para a construção de um índice destinado a mensurar a infraestrutura das escolas públicas do Estado do Piauí que ofertam os anos iniciais do ensino fundamental, utilizando-se da técnica estatística de ACP.

3.1 Análise de Componentes Principais

A ACP tem como finalidade identificar componentes que expliquem, com o menor número possível de variáveis, o máximo possível da variação total dos dados, ou, simplesmente, diminuir o número de dimensões de um conjunto de dados (Hongyu; Sandanielo; Junior, 2016).

Algebricamente, os componentes principais representam combinações lineares das p variáveis aleatórias iniciais. A ACP transforma as variáveis originais em componentes, com a menor perda possível de informação (Hongyu; Sandanielo;

Junior, 2016).

Neste trabalho, a medida da infraestrutura escolar foi obtida com base nos dados do Censo Escolar, agregando um conjunto de itens em um único indicador. Para a construção do Índice de Infraestrutura Escolar foi utilizado dados de todas as escolas públicas brasileiras que ofertavam os anos iniciais do ensino fundamental em 2015, a fim de obter os índices das escolas do Piauí e realizar um comparativo com os demais estados do país.

Foram feitas filtragens nessa base de dados, inicialmente por meio da variável “Situação de Funcionamento”, considerando apenas as escolas “Em Atividade”. Após essa filtragem, a base foi reduzida de 237.879 escolas para 188.689.

Em seguida, foi aplicado um filtro na variável “Dependência Administrativa”, com a finalidade de considerar apenas escolas públicas, totalizando 148.203 escolas da rede pública de ensino. Por último, o filtro “Etapa de Ensino” foi utilizado para obter a quantidade de escolas que ofertavam os anos iniciais do ensino fundamental, restando então 97.352 escolas.

Posteriormente, as questões que possuíam apenas duas opções de respostas foram transformadas em variáveis binárias, representando a ausência (0) ou a presença (1) de um atributo considerado desejável (de forma que 1 representa uma condição mais favorável do que 0).

Para caracterizar a infraestrutura das escolas, foram empregados vinte e seis itens, divididos em quatro fatores estruturais: serviços básicos; infraestrutura predial; equipamentos de apoio pedagógico; e adequação a necessidades especiais definidas com base na matriz de especificação da infraestrutura escolar proposta por Castro (2018), com adaptações pertinentes ao escopo deste estudo, que se restringe às escolas públicas que ofertam os anos iniciais do ensino fundamental, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Matriz de especificação da infraestrutura escolar

Variáveis do Censo Escolar	Definição do conceito (Referencial Teórico)
Serviços básicos	
Abastecimento de água Abastecimento de energia elétrica Água filtrada Esgoto sanitário Coleta de lixo	Conexão da infraestrutura das escolas com serviços públicos básicos (eletricidade, água potável, sanitários, esgoto, sanitário dentro ou fora do prédio escolar etc.) (Sátyro; Soares, 2007; Duarte; Gargiulo; Moreno, 2011).
Infraestrutura predial	
Quadra esportiva Sala para leitura Biblioteca Laboratório de ciências Laboratório de informática Sala da diretoria Sala de professores Cozinha Banheiro	Áreas acadêmicas e pedagógicas (Duarte; Gargiulo; Moreno, 2011). Dependências/benfeitorias (Sátyro; Soares, 2007). Disponibilidade de espaços educativos e de atividades recreativas, desportivas e áreas de usos múltiplos (ginásio, auditório, quadra) (Duarte; Gargiulo; Moreno, 2011; Sá; Werle, 2017). Recursos escolares (Fletcher, 1998). Qualidade da infraestrutura escolar básica e do espaço físico (EI/EF) (Mota, 2012). Infraestrutura, gestão escolar e desempenho em leitura e matemática (Lima, 2012). Recursos tecno-pedagógicos (Jesus; Laros, 2004). Áreas acadêmicas e pedagógicas (Duarte; Gargiulo; Moreno, 2011). Dependências/benfeitorias (Sátyro; Soares, 2007).
Infraestrutura para equipamentos de apoio pedagógico	
Projeter multimídia TV DVD Computador Acesso à internet Impressora Copiadora Antena parabólica Banda Larga	Infraestrutura tecnológica (Sá; Werle, 2017). Inserção de novas práticas pedagógicas (Allan, 2011; Assis, 2011; Czeszak, 2011; Menezes, 2011).
Infraestrutura adequada às necessidades especiais	
Sala para atendimento especial Banheiro para Portadores Necessidade Especiais (PNE) Dependências PNE	Espaços e objetos adaptados (Lopes; Capellini, 2015). Infraestrutura física adequada e ambientes seguros e inclusivos (Marco de Ação da Educação 2030). Educação especial pela ótica da inclusão educacional (Marcóccia, 2011).

Fonte: adaptado de Castro (2018).

As 26 variáveis utilizadas na construção do índice foram codificadas em formato binário, conforme previamente descrito, possibilitando a aplicação da técnica de *ACP*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o auxílio do software R, foi possível calcular a correlação entre as 26 variáveis analisadas, conforme apresentado no Quadro 2. A correlação, também

conhecida como coeficiente de correlação de Pearson, mede o grau de associação linear entre duas variáveis aleatórias X e Y, assumindo valores entre -1 e 1.

De acordo com Dancey e Reidy (2006), a força das correlações pode ser interpretada a partir dos valores do coeficiente de correlação de Pearson. Os autores propõem a seguinte classificação: valores entre $0 < |r| < 0,3$ indicam uma correlação desprezível ou fraca; entre $0,3 \leq |r| < 0,5$, a correlação é considerada fraca; valores entre $0,5 \leq |r| < 0,7$ indicam uma correlação moderada; entre $0,7 \leq |r| < 0,9$, a correlação é forte; e, por fim, quando $0,9 \leq |r| \leq 1$, trata-se de uma correlação muito forte ou perfeita.

Essa classificação permite compreender não apenas a presença de uma associação estatística entre as variáveis, mas também a intensidade dessa relação, contribuindo para uma análise mais precisa e fundamentada dos dados (Dancey; Reidy, 2006).

A correlação entre as variáveis computador e impressora foi de 0,73, indicando, portanto, uma forte associação linear, o que é esperado dado que a maioria das impressoras depende de um computador. Também foi observada uma correlação forte entre as variáveis TV e aparelho de DVD, com coeficiente de 0,84.

Quadro 2 - Coeficiente de Correlação de Person entre as variáveis do estudo

	Água filtrada	Abastecimento de energia elétrica	Abastecimento de água	Esgoto sanitário	Coleta de lixo	Biblioteca	Cozinha	Laboratório de ciências	Laboratório de informática	Quadra esportiva	Sala da diretoria	Sala para leitura	Sala de professores	Sala para atendimento especial	Banheiro	DVD	TV	Projektor multimídia	Impressora	Antena parabólica	Copiadora	Acesso à internet	Banda Larga	Computador	Dependências PNE	Banheiro para Portadores Necessidade Especiais (PNE)
Água filtrada	1	0,25	0,15	0,14	0,11	0,01	0,14	0,04	0,09	0,04	0,1	0,1	0,08	0,04	0,19	0,14	0,15	0,09	0,12	0,07	0,07	0,1	0,1	0,13	0,05	0,07
Abastecimento de energia elétrica	0,25	1	0,33	0,19	0,35	0,19	0,31	0,07	0,28	0,2	0,29	0,13	0,25	0,17	0,48	0,41	0,44	0,3	0,36	0,15	0,24	0,32	0,26	0,42	0,17	0,2
Abastecimento de água	0,15	0,33	1	0,53	0,65	0,35	0,2	0,16	0,45	0,39	0,48	0,23	0,47	0,34	0,36	0,42	0,44	0,5	0,45	0,2	0,39	0,56	0,52	0,48	0,33	0,37
Esgoto sanitário	0,14	0,19	0,53	1	0,51	0,33	0,12	0,19	0,39	0,41	0,41	0,25	0,45	0,31	0,25	0,31	0,32	0,43	0,36	0,14	0,35	0,49	0,5	0,36	0,28	0,31
Coleta de lixo	0,11	0,35	0,65	0,51	1	0,43	0,23	0,19	0,54	0,47	0,56	0,29	0,57	0,41	0,44	0,53	0,55	0,62	0,56	0,24	0,48	0,69	0,6	0,62	0,39	0,44
Biblioteca	0,01	0,19	0,35	0,33	0,43	1	0,15	0,27	0,45	0,44	0,44	0,04	0,52	0,35	0,27	0,33	0,34	0,46	0,36	0,24	0,38	0,46	0,4	0,38	0,35	0,38
Cozinha	0,14	0,31	0,2	0,12	0,23	0,15	1	0,05	0,21	0,15	0,23	0,1	0,2	0,12	0,41	0,3	0,32	0,21	0,27	0,12	0,18	0,22	0,18	0,31	0,12	0,15
Laboratório de ciências	0,04	0,07	0,16	0,19	0,19	0,27	0,05	1	0,22	0,28	0,19	0,11	0,23	0,2	0,1	0,12	0,13	0,21	0,15	0,09	0,19	0,2	0,21	0,15	0,2	0,21
Laboratório de informática	0,09	0,28	0,45	0,39	0,54	0,45	0,21	0,22	1	0,47	0,49	0,28	0,53	0,41	0,36	0,45	0,46	0,57	0,53	0,27	0,43	0,59	0,52	0,59	0,38	0,43
Quadra esportiva	0,04	0,2	0,39	0,41	0,47	0,44	0,15	0,28	0,47	1	0,45	0,25	0,54	0,39	0,27	0,34	0,35	0,48	0,39	0,22	0,38	0,5	0,46	0,4	0,35	0,38
Sala da diretoria	0,1	0,29	0,48	0,41	0,56	0,44	0,23	0,19	0,49	0,45	1	0,27	0,57	0,36	0,39	0,46	0,47	0,53	0,49	0,27	0,44	0,55	0,49	0,53	0,35	0,4
Sala para leitura	0,1	0,13	0,23	0,25	0,29	0,04	0,1	0,11	0,28	0,25	0,27	1	0,3	0,22	0,18	0,22	0,22	0,29	0,24	0,11	0,22	0,27	0,25	0,25	0,2	0,22
Sala de professores	0,08	0,25	0,47	0,45	0,57	0,52	0,2	0,23	0,53	0,54	0,57	0,3	1	0,42	0,35	0,42	0,44	0,57	0,47	0,27	0,45	0,59	0,52	0,5	0,38	0,45
Sala para atendimento especial	0,04	0,17	0,34	0,31	0,41	0,35	0,12	0,2	0,41	0,39	0,36	0,22	0,42	1	0,22	0,28	0,29	0,42	0,33	0,16	0,32	0,42	0,39	0,34	0,4	0,44
Banheiro	0,19	0,48	0,36	0,25	0,44	0,27	0,41	0,1	0,36	0,27	0,39	0,18	0,35	0,22	1	0,46	0,49	0,39	0,43	0,19	0,31	0,4	0,33	0,49	0,23	0,27
DVD	0,14	0,41	0,42	0,31	0,53	0,33	0,3	0,12	0,45	0,34	0,46	0,22	0,42	0,28	0,46	1	0,84	0,52	0,61	0,31	0,44	0,51	0,42	0,63	0,28	0,32
TV	0,15	0,44	0,44	0,32	0,55	0,34	0,32	0,13	0,46	0,35	0,47	0,22	0,44	0,29	0,49	0,84	1	0,54	0,62	0,32	0,44	0,53	0,43	0,66	0,29	0,33
Projektor multimídia	0,09	0,3	0,5	0,43	0,62	0,46	0,21	0,21	0,57	0,48	0,53	0,29	0,57	0,42	0,39	0,52	0,54	1	0,57	0,31	0,51	0,65	0,56	0,61	0,4	0,45
Impressora	0,12	0,36	0,45	0,36	0,56	0,36	0,27	0,15	0,53	0,39	0,49	0,24	0,47	0,33	0,43	0,61	0,62	0,57	1	0,3	0,48	0,58	0,47	0,73	0,3	0,36
Antena parabólica	0,07	0,15	0,2	0,14	0,24	0,24	0,12	0,09	0,27	0,22	0,27	0,11	0,27	0,16	0,19	0,31	0,32	0,31	0,3	1	0,26	0,28	0,22	0,3	0,16	0,17
Copiadora	0,07	0,24	0,39	0,35	0,48	0,38	0,18	0,19	0,43	0,38	0,44	0,22	0,45	0,32	0,31	0,44	0,44	0,51	0,48	0,26	1	0,48	0,43	0,47	0,3	0,34
Acesso à internet	0,1	0,32	0,56	0,49	0,69	0,46	0,22	0,2	0,59	0,5	0,55	0,27	0,59	0,42	0,4	0,51	0,53	0,65	0,58	0,28	0,48	1	0,8	0,66	0,39	0,45
Banda Larga	0,1	0,26	0,52	0,5	0,6	0,4	0,18	0,21	0,52	0,46	0,49	0,25	0,52	0,39	0,33	0,42	0,43	0,56	0,47	0,22	0,43	0,8	1	0,53	0,36	0,41
Computador	0,13	0,42	0,48	0,36	0,62	0,38	0,31	0,15	0,59	0,4	0,53	0,25	0,5	0,34	0,49	0,63	0,66	0,61	0,73	0,3	0,47	0,66	0,53	1	0,32	0,38
Dependências PNE	0,05	0,17	0,33	0,28	0,39	0,35	0,12	0,2	0,38	0,35	0,35	0,2	0,38	0,4	0,23	0,28	0,29	0,4	0,3	0,16	0,3	0,39	0,36	0,32	1	0,61
Banheiro para Portadores Necessidade Especiais (PNE)	0,07	0,2	0,37	0,31	0,44	0,38	0,15	0,21	0,43	0,38	0,4	0,22	0,45	0,44	0,27	0,32	0,33	0,45	0,36	0,17	0,34	0,45	0,41	0,38	0,61	1

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do INEP (2016).

Para verificar a adequação da base de dados à aplicação da *ACP*, foram empregados o índice KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin*) e o teste de esfericidade de Bartlett. O índice KMO mede a proporção de variância comum entre as variáveis, sendo valores próximos de 1 indicativos de melhor adequação, e 0,50 o limite mínimo recomendado para a aplicação da técnica (Hair Jr. *et al.*, 2014; Organisation for Economic Co-Operation and Development, 2008).

O teste de Bartlett, por sua vez, avalia se a matriz de correlação difere significativamente de uma matriz identidade, o que confirmaria a existência de correlações suficientes para a redução de dimensionalidade; para tal, o valor de significância (p-valor) deve ser inferior a 0,05 (Hair Jr. *et al.*, 2014; Organisation for Economic Co-Operation and Development, 2008). No presente estudo, ambos os critérios foram atendidos, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados dos testes de *KMO* e de *Bartlett*

Medida <i>Kaiser-Meyer-Olkin</i> de adequação de amostragem	0,96
Significância do Teste de esfericidade de <i>Bartlett</i>	0,000

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do INEP (2016).

Aplicando a *ACP* ao conjunto de dados, foram geradas 26 dimensões ou componentes principais. Cada uma dessas dimensões possui um autovalor, bem como a respectiva variância explicada, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Autovalores e percentuais de variância explicada pelas componentes principais da ACP

Componente	Autovalores	% Variância	% Cumulativa
1	10,280	39,54	39,54
2	1,852	7,12	46,66
3	1,136	4,37	51,04
4	1,075	4,14	55,17
5	0,956	3,68	58,85
6	0,905	3,48	62,33
7	0,888	3,42	65,75
8	0,780	3,00	68,75
9	0,690	2,65	71,40
10	0,656	2,53	73,93
11	0,644	2,48	76,40
12	0,617	2,37	78,78
13	0,594	2,29	81,06
14	0,542	2,09	83,15
15	0,510	1,96	85,11
16	0,483	1,86	86,97
17	0,479	1,84	88,81
18	0,450	1,73	90,54
19	0,416	1,60	92,14
20	0,401	1,54	93,68
21	0,383	1,47	95,15
22	0,371	1,43	96,58
23	0,308	1,18	97,76
24	0,253	0,97	98,74
25	0,170	0,65	99,39
26	0,159	0,61	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do INEP (2016).

Nesse contexto, para definir quais componentes seriam mantidas na análise, adotou-se o método de Kaiser, que considera significativas apenas aquelas com autovalores superiores a 1 (Hair *et al.*, 2014). Com base nesse critério, foram selecionadas 4 das 26 componentes principais.

Com as quatro componentes principais selecionadas, cada variável do conjunto de dados apresenta um autovetor correspondente na respectiva dimensão (Tabela 3).

Esses autovetores, também chamados de coeficientes das componentes, indicam a contribuição de cada variável para a formação de cada componente principal.

Tabela 3 - Autovetores/Coefficientes das Componentes Principais Selecionadas

Variáveis	CP1	CP2	CP3	CP4
Água filtrada	0,05	0,26	0,50	0,02
Abastecimento de energia elétrica	0,15	0,36	0,16	0,19
Abastecimento de água	0,22	0,02	0,21	0,21
Esgoto sanitário	0,19	0,14	0,27	0,31
Coleta de lixo	0,25	0,01	0,08	0,16
Biblioteca	0,19	0,19	0,24	0,16
Cozinha	0,11	0,32	0,08	0,34
Laboratório de ciências	0,09	0,24	0,11	0,26
Laboratório de informática	0,23	0,06	0,04	0,01
Quadra esportiva	0,20	0,21	0,02	0,01
Sala da diretoria	0,23	0,03	0,01	0,04
Sala para leitura	0,12	0,03	0,36	0,13
Sala de professores	0,23	0,15	0,00	0,02
Sala para atendimento especial	0,17	0,22	0,10	0,22
Banheiro	0,18	0,31	0,09	0,21
DVD	0,22	0,29	0,20	0,00
TV	0,23	0,30	0,19	0,00
Projektor multimídia	0,20	0,15	0,12	0,08
Impressora	0,23	0,17	0,16	0,08
Antena parabólica	0,12	0,06	0,41	0,03
Copiadora	0,20	0,03	0,16	0,07
Acesso à internet	0,26	0,05	0,02	0,20
Banda Larga	0,23	0,11	0,10	0,23
Computador	0,25	0,19	0,12	0,07
Dependências PNE	0,17	0,23	0,15	0,45
Banheiro para Portadores				
Necessidade Especiais (PNE)	0,19	0,21	0,15	0,40

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do INEP (2016).

De acordo com os resultados da *ACP*, a primeira componente tem variância igual a 39,54%, ou seja, esta componente explica mais de 39,54% da variabilidade do conjunto de dados. A correlação apresentada a seguir é uma forma de observar o

poder de explicação de determinada variável em uma componente na qual se encontra. A Tabela 4 apresenta, de forma detalhada, as correlações.

Tabela 4 - Coeficiente de correlação entre as variáveis de estudo e as CPs selecionadas

Variáveis	CP1	CP2	CP3	CP4
Água filtrada	0,17	0,35	0,56	0,05
Abastecimento de energia elétrica	0,47	0,49	0,18	0,21
Abastecimento de água	0,69	0,03	0,23	0,21
Esgoto sanitário	0,59	0,20	0,30	0,31
Coleta de lixo	0,81	0,02	0,08	0,16
Biblioteca	0,59	0,26	0,25	0,18
Cozinha	0,35	0,43	0,10	0,37
Laboratório de ciências	0,29	0,33	0,11	0,28
Laboratório de informática	0,73	0,09	0,05	0,02
Quadra esportiva	0,63	0,29	0,01	0,02
Sala da diretoria	0,72	0,05	0,01	0,04
Sala para leitura	0,37	0,06	0,37	0,15
Sala de professores	0,74	0,21	0,00	0,02
Sala para atendimento especial	0,55	0,31	0,09	0,22
Banheiro	0,57	0,42	0,11	0,23
DVD	0,71	0,39	0,22	0,01
TV	0,73	0,40	0,21	0,01
Projetor multimídia	0,78	0,06	0,08	0,07
Impressora	0,74	0,22	0,18	0,09
Antena parabólica	0,38	0,10	0,41	0,01
Copiadora	0,64	0,03	0,16	0,07
Acesso à internet	0,82	0,08	0,02	0,21
Banda Larga	0,74	0,16	0,11	0,24
Computador	0,79	0,25	0,14	0,08
Dependências PNE	0,53	0,33	0,13	0,45
Banheiro para Portadores Necessidade Especiais (PNE)	0,60	0,30	0,13	0,40

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do INEP (2016).

Ao realizar uma análise preliminar da correlação entre as componentes principais e as variáveis originais, percebe-se que a primeira componente principal é fortemente influenciada pelas variáveis “acesso à internet” e a “coleta de lixo” (Tabela 4). Os coeficientes associados a essas variáveis variam entre 0,26 e 0,27, atuando como pesos na formação da referida componente (Tabela 4).

Com base no método proposto por Ribeiro e Dias (2006), que segue os critérios definidos por Azzoni e Latif (1995), calcularam-se os pesos das variáveis. Nesse método, cada peso é obtido multiplicando-se o quadrado do coeficiente C_{ij} (autovetor)

pela porcentagem de variância total explicada pela componente P_j . Em outras palavras, o peso expressa a importância relativa de cada variável dentro de cada componente principal. Assim, a Equação 2 foi aplicada para determinar esses valores.

$$IV_i = \frac{C_{i1}^2 P_1}{(P_1+P_2+P_3+P_4)} + \frac{C_{i2}^2 P_2}{(P_1+P_2+P_3+P_4)} + \frac{C_{i3}^2 P_3}{(P_1+P_2+P_3+P_4)} + \frac{C_{i4}^2 P_4}{(P_1+P_2+P_3+P_4)} \quad (2)$$

Onde, IV_i representa o peso da variável i no índice; C_{ij} é o coeficiente da variável i no componente j ; e P_j é a parcela da variância explicada pela componente j . Após o cálculo, os pesos atribuídos às variáveis são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Pesos das variáveis do Índice de Infraestrutura Escolar

Água filtrada	0,020
Abastecimento de energia elétrica	0,024
Abastecimento de água	0,034
Esgoto sanitário	0,020
Coleta de lixo	0,054
Biblioteca	0,026
Cozinha	0,020
Laboratório de ciências	0,016
Laboratório de informática	0,062
Quadra esportiva	0,044
Sala da diretoria	0,067
Sala para leitura	0,018
Sala de professores	0,056
Sala para atendimento especial	0,025
Banheiro	0,028
DVD	0,038
TV	0,040
Projeter multimídia	0,032
Impressora	0,039
Antena parabólica	0,022
Copiadora	0,038
Acesso à internet	0,053
Banda Larga	0,037
Computador	0,044
Dependências PNE	0,024
Banheiro para Portadores Necessidade Especiais (PNE)	0,026

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do INEP (2016).

Com os pesos das variáveis definidos, procede-se ao cálculo do IIE , que sintetiza as condições de infraestrutura das escolas a partir das variáveis selecionadas na ACP . Esse índice é mensurado por meio da Equação 3.

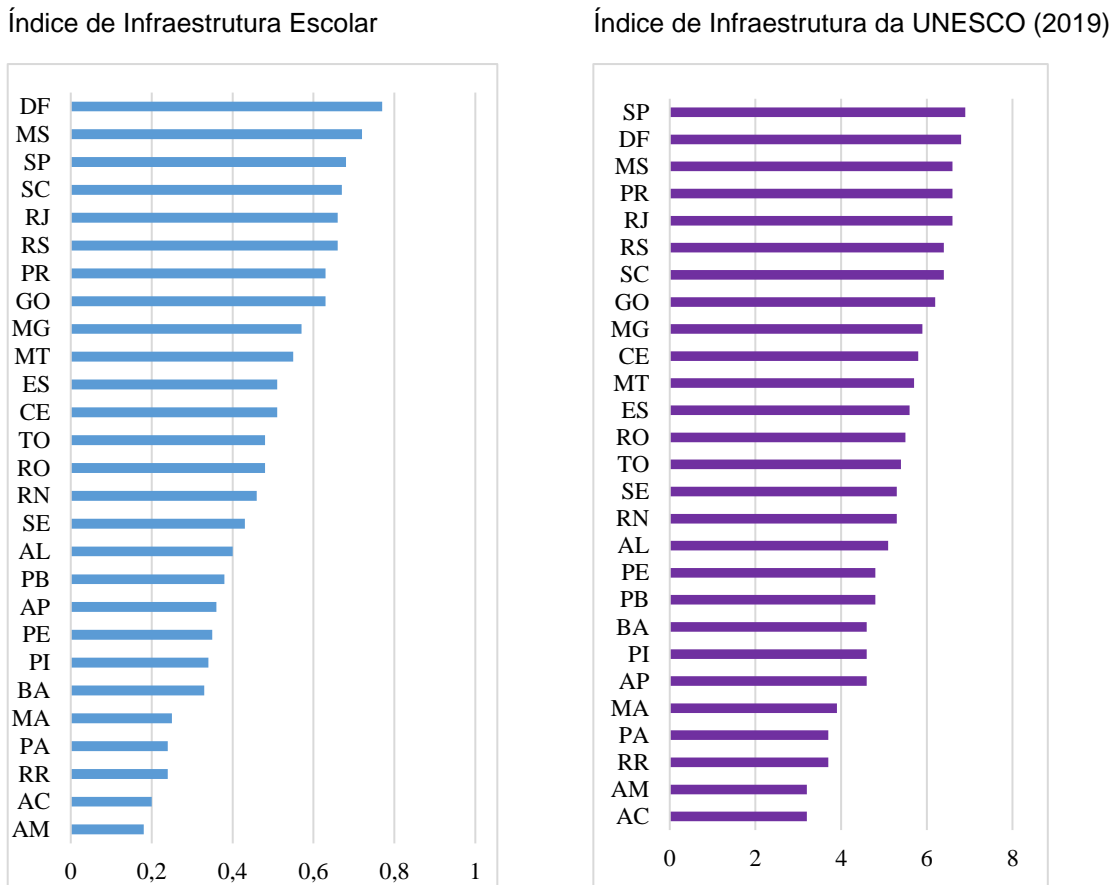
$$IIE = \sum_{i=1}^{26} IV_i \times Vi \quad (3)$$

Dessa forma, o cálculo final do *IIE* é realizado combinando-se o peso atribuído a cada variável IV_i com o valor assumido pela respectiva variável Vi , conforme metodologia proposta por Ribeiro e Dias (2006). Aplicando os pesos, obtém-se a seguinte equação do *IIE* desmembrada, com seus respectivos pesos:

$$\begin{aligned} IIE = & 0,020V_1 + 0,024V_2 + 0,034V_3 + 0,020V_4 + 0,054V_5 + 0,026V_6 + \\ & 0,020V_7 + 0,016V_8 + 0,062V_9 + 0,044V_{10} + 0,067V_{11} + 0,018V_{12} + 0,056V_{13} + \\ & 0,025V_{14} + 0,028V_{15} + 0,038V_{16} + 0,040V_{17} + 0,032V_{18} + 0,039V_{19} + 0,022V_{20} + \\ & 0,038V_{21} + 0,053V_{22} + 0,037V_{23} + 0,044V_{24} + 0,024V_{25} + 0,026V_{26} \quad (4) \end{aligned}$$

Após o cálculo do *IIE*, realizou-se a comparação desse índice com o Índice de Infraestrutura das escolas brasileiras, elaborado pela UNESCO (2019), por unidade federativa. O Gráfico 1 apresenta os respectivos índices referentes ao ano de 2015, evidenciando certa similaridade entre os resultados, que seguem a mesma tendência. Observa-se que as escolas com melhor infraestrutura do país estão localizadas no Distrito Federal, Mato Grosso do Sul e São Paulo, enquanto os estados de Roraima, Acre e Amazonas ocupam as últimas posições.

Gráfico 1 – Índices de Infraestrutura Escolar da rede pública nos anos iniciais do ensino fundamental por unidade federativa do Brasil em 2015



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do INEP (2016) e UNESCO (2019).

O estado do Piauí apresentou um índice inferior à média nacional, ocupando a 21ª posição entre as unidades federativas do Brasil em ambos os índices — o índice elaborado neste artigo e o Índice de Infraestrutura da UNESCO (2019). A proximidade entre os resultados reflete uma mesma tendência: unidades federativas que se destacam positivamente em um dos índices costumam também ocupar posições elevadas no outro, enquanto aquelas com resultados menos favoráveis tendem a figurar nas últimas posições em ambos. Assim, observa-se que o IIE foi capaz de mensurar a infraestrutura das escolas públicas que ofertam os anos iniciais do ensino fundamental, apresentando correlação muito forte ($r = 0,983$) com o índice elaborado pela UNESCO (2019).

Os resultados revelam que as escolas municipais e estaduais das regiões Sudeste e Sul apresentam, de maneira consistente, médias mais elevadas em comparação às escolas congêneres situadas nas regiões Norte e Nordeste. O Centro-

Oeste, embora supere os índices observados no Norte e no Nordeste, apresenta desempenho consideravelmente inferior ao registrado nas regiões de melhor resultado, mantendo-se em posição intermediária no *ranking* nacional. Esse padrão de desigualdade regional corrobora evidências já documentadas na literatura educacional (Gomes; Duarte, 2017; Cerqueira; Saywer, 2007; Soares Neto *et al.*, 2013a, 2013b).

Ao comparar o percentual de escolas públicas do Brasil e do estado do Piauí quanto à disponibilidade dos itens que compõem a infraestrutura escolar, verificou-se que o estado apresentou índices inferiores à média nacional na maioria dos aspectos avaliados. Destaca-se, em especial, o percentual extremamente baixo de escolas com laboratório de ciências, que no Piauí não chega a 1%.

O Piauí apresenta desempenho superior ao restante do Brasil apenas em aspectos relacionados a serviços básicos, como acesso à água filtrada e à energia elétrica, e à infraestrutura física, especificamente quanto à presença de cozinha e sala da diretoria.

No contexto educacional do Piauí, identificou-se uma acentuada diferença entre os índices das escolas públicas urbanas e rurais, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Média do Índice de Infraestrutura das escolas públicas do estado do Piauí

Tipo de escola	Índice de Infraestrutura Escolar
Escolas públicas da zona urbana	0,67
Escolas públicas da zona rural	0,27
Escolas públicas municipais	0,34
Escolas públicas estaduais	0,68

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do INEP (2016).

O índice de infraestrutura das escolas urbanas (0,67) é mais que o dobro do observado nas escolas rurais (0,29). Verifica-se, ainda, que as escolas rurais representam a maioria na etapa de ensino analisada, totalizando 2.516 unidades, frente a 833 escolas localizadas em áreas urbanas. Os dados do Censo Escolar evidenciam que, em todos os aspectos avaliados, a infraestrutura das escolas rurais é inferior à das escolas urbanas.

Historicamente, as escolas do campo enfrentam grandes desafios, especialmente no que se refere à infraestrutura e à escassez de recursos. No estado

do Piauí, por exemplo, apenas duas escolas da zona rural possuíam laboratório de ciências, enquanto, na zona urbana, esse número chegava a 28. Esses dados evidenciam a profunda desigualdade estrutural existente entre as escolas rurais e urbanas.

Essa realidade se repete em todo o país. Segundo Ramos, Pereira Junior e Oliveira (2018), as escolas rurais encontram-se em uma situação preocupante, caracterizada pela precariedade de sua infraestrutura. Essa carência compromete a oferta de uma educação de qualidade, pois é comum que escolas localizadas em áreas rurais não disponham de sala de direção, sala de professores, laboratórios, banheiros e cozinhas, elementos essenciais para garantir um ambiente adequado ao trabalho docente e ao aprendizado dos alunos.

No Piauí, a rede municipal concentra a maior parte das escolas que oferecem os anos iniciais do ensino fundamental. A análise do Índice de Infraestrutura Escolar (IIE) revela que as escolas da rede estadual apresentam condições significativamente melhores que as da rede municipal. Enquanto a média do IIE da rede estadual foi de 0,68, a da rede municipal atingiu apenas 0,34, evidenciando uma disparidade expressiva entre as duas redes de ensino.

Entre os municípios piauienses, destacam-se Guadalupe, Miguel Leão, Água Branca, Teresina - capital do estado - e Francisco Macedo, cujas redes municipais registram os maiores índices de infraestrutura, reunindo as escolas em melhores condições no Piauí (Tabela 7).

Tabela 7 - Municípios com Maiores e menores Índices de Infraestrutura Escolar do estado do Piauí

Guadalupe	0,67	Curral Novo do Piauí	0,09
Miguel Leão	0,63	Pavussu	0,11
Água Branca	0,61	Gilbués	0,12
Teresina	0,61	Murici dos Portelas	0,12
Francisco Macedo	0,60	Patos do Piauí	0,13
Marcos Parente	0,60	Sebastião Barros	0,13
Agricolândia	0,58	Ribeiro Gonçalves	0,14
Ipiranga do Piauí	0,58	Brejo do Piauí	0,15
Vila Nova do Piauí	0,57	Barreiras do Piauí	0,15
Valença do Piauí	0,57	Vera Mendes	0,15

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados do INEP (2016).

Já os municípios de Curral Novo do Piauí, Pavussu, Gilbués, Murici dos Portelas e Patos do Piauí figuram entre aqueles com piores condições de infraestrutura. No total, cerca de 74% dos municípios piauienses apresentam IIE abaixo da média nacional (0,44).

Entre as dez escolas com maiores IIE do Piauí, seis estão situadas em Teresina, evidenciando a concentração de melhores condições na capital. Destaca-se que a escola pública com a mais alta infraestrutura do estado é o CETI Professor Darcy Araújo, também localizado em Teresina, com índice de 0,89. A rede municipal da capital ainda ocupa a sexta posição no *ranking* estadual de infraestrutura.

Constatou-se que um percentual elevado das escolas municipais do Piauí carece de requisitos básicos de infraestrutura: 71% não dispõem de sala de professores e 88,9% não possuem biblioteca. Além disso, é pouco expressivo o número de instituições com acessibilidade adequada para Pessoas com Necessidades Especiais (PNE), posto que apenas 13,68% contam com dependências adaptadas.

Apesar dos avanços trazidos por legislações como a Lei nº 10.098/2000, que estabelece normas gerais de acessibilidade, e a Lei Brasileira de Inclusão (nº 13.146/2015), voltada à garantia do direito à educação inclusiva, muitas escolas ainda apresentam barreiras físicas que comprometem a mobilidade de pessoas com deficiência. Tais obstáculos revelam o despreparo estrutural para acolhê-las adequadamente, em contraste com as garantias previstas em lei (Gurgel, 2019).

Além disso, observou-se que apenas 6,55% das escolas municipais possuem acesso a rede de esgoto sanitário, revelando uma carência significativa desse serviço essencial. Segundo Castanhetti (2017), a coleta e o tratamento adequados de esgoto são fundamentais para proteger a saúde pública, preservar os recursos naturais e reduzir a poluição. A ausência desse serviço favorece a proliferação de doenças de veiculação hídrica, como diarreia infecciosa, hepatite A e cólera, que comprometem o bem-estar da população e geram custos adicionais ao sistema de saúde e ao tratamento da água para consumo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A infraestrutura escolar é apontada por diversos autores como um fator que exerce impacto significativo sobre o rendimento dos alunos, especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil. O objetivo deste ensaio foi elaborar um índice para mensurar a infraestrutura das escolas públicas do estado do Piauí que ofertam os anos iniciais do ensino fundamental.

Na construção do referido índice foi aplicado o método de *ACP*, agregando um conjunto de itens. A *ACP* foi utilizada para reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados, descartando os componentes com variância pouco expressiva e mantendo apenas aqueles com variância mais elevada. Para caracterizar a infraestrutura das escolas, foram empregadas vinte e seis variáveis binárias extraídas do Censo Escolar de 2015.

Os resultados do IIE revelam que o Distrito Federal apresenta as escolas com melhor infraestrutura do país, enquanto os estados da região Norte concentram aquelas com os piores índices. No Nordeste, o Ceará registra a média mais alta. O Piauí ocupa uma posição desfavorável, com índice de 0,34, abaixo da média nacional de 0,44, situando-se no 21º lugar entre as unidades federativas. Observa-se ainda uma acentuada discrepância entre os índices das escolas públicas urbanas e rurais do estado.

Os dados desta pesquisa indicam que a infraestrutura precária das escolas da zona rural abrange desde problemas na estrutura física até a ausência de serviços essenciais, como rede de esgoto, coleta de lixo e abastecimento de água.

No contexto desta pesquisa, entende-se por tecnologias educacionais os recursos tecnológicos utilizados para apoiar o processo de ensino e aprendizagem, como televisão, computador, projetor e acesso à Internet. Esses recursos, no entanto, não estão presentes na maioria das escolas da zona rural, o que priva os alunos de importantes oportunidades de aprendizado mediado por tecnologia.

A partir do índice de infraestrutura, observa-se também que as escolas municipais do Piauí apresentam condições inferiores às da rede estadual. No comparativo entre os municípios, Curral Novo do Piauí apresenta a pior infraestrutura escolar do estado, enquanto Guadalupe ocupa a primeira posição. Entre as dez escolas com maiores IIE, seis estão localizadas em Teresina.

Dessa forma, a metodologia adotada permitiu a elaboração de um índice capaz de mensurar a infraestrutura das escolas públicas em diferentes escalas nacional, estadual e municipal, possibilitando análises comparativas.

O índice desenvolvido demonstrou consistência e confiabilidade, pois, ao ser comparado com o índice divulgado pela UNESCO (2019), apresentou resultados semelhantes, evidenciando sua capacidade de se aproximar da realidade da infraestrutura escolar no país. Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se investigar o impacto da infraestrutura escolar sobre indicadores educacionais, como o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), que combina dados de rendimento escolar e de desempenho em avaliações padronizadas para monitorar a evolução da educação básica no Brasil.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. A. **Índice de infraestrutura escolar das escolas estaduais de ensino médio de Roraima e o desafio da implementação do Novo Ensino Médio**. 2021. Monografia (Aperfeiçoamento/Especialização em Estatísticas e Avaliação Educacional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, 2021.

ASSUNÇÃO, M. V. D. DE, ARAÚJO, A. G. DE, & ALMEIDA, M. R. DE. (2019). O background familiar e sua influência no acesso ao Ensino Técnico Profissional. **Revista De Administração Pública**, v. 53, n. 3, p. 542–559.

AZZONI, C. R.; LATIF, Z. A. Indicador de movimentação econômica (IMEC-FIPE). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, 17., 1995, Salvador. **Anais...** p. 53–69.

BARBOSA, M. E. F.; FERNANDES, C. A escola brasileira faz diferença? Uma investigação dos efeitos da escola na proficiência em matemática dos alunos da 4º série. In: FRANCO, C. (Ed.). **Avaliação, ciclos e promoção na educação**. Porto Alegre: Artimed, 2001. p.155 -172.

BLOOM, B. S. **Human characteristics and school learning**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1976.

BOWLES, S. Towards and educational production function. In: Hansen, W. Lee (Ed). Education, income, and human capital. New York: **National Bureau of Economic Research**, p. 9-70, 1970. Disponível em: <http://www.nber.org>. Acesso em: 28 nov. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **Microdados do Censo Escolar da Educação Básica 2015**. Brasília, DF: INEP, 2016. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/microdados>. Acesso em: 28 nov. 2021.

BROOKOVER, W. B. *et al.* Elementary school social climate and school achievement. **American Educational Research Journal**, v. 15, n. 2, p. 301-318, 1978.

CASTRO, E. S. **Análise da validade dos indicadores de infraestrutura escola brasileira**. Estudo em andamento, na composição da tese. 2018.

CASTANHETTI, F. J. **A falta de sistemas de tratamento de esgoto doméstico em zona rural e suas consequências**. 2017. 32 f. Monografia (Pós-graduação em Direito Ambiental) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Iraí, 2017.

CERQUEIRA, C. A.; SAWER, D. R. O. T. Tipologia dos estabelecimentos escolares brasileiros. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 53-67, jan./jun. 2007.

COLEMAN, J. S. *et al.* **Equality of educational opportunity**. Washington: Office of Education/US Department of Health, Education, and Welfare, 1966.

DANCEY, C. & REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre, Artmed, 2006.

GARCIA, P. S. Contribuições para a melhoria das escolas: o caso das escolas eficazes. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, n. 30, oct./dic. 2015. Disponível em: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2015/04/escolas-eficazes.html>. Acesso em: 02 jan. 2022.

GOMES, C. A. T.; DUARTE, M. R. T. School infrastructure and socioeconomic status in Brazil. **Sociology and Anthropology**, v. 5, n. 7, p. 522-532, 2017. Disponível em: <http://www.hrpub.org>. Acesso em: 3 ago. 2022.

GURGEL, K. F. M. B. Reflexões com base no estudo de uma escola estadual no município de Manaus-AM: acessibilidade no ambiente escolar. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 6., 2019, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/62406>. Acesso em: 26 nov. 2022.

HAIR JR, J. *et al.* **Multivariate Data analysis**. Harlow: Pearson Education Limited, 2014.

HANUSHEK, E. A. Conceptual and Empirical Issues in the estimation of educational production functions. **The Journal of Human Resources**, v. 14, n. 3, p. 351-388, 1979.

_____. Educational production functions. **Economics of education research and studies**, p. 33-42, 1987.

_____. **The value of teachers in teaching**. Santa Monica: Rand Corporation, 1970.

HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, Ludger. The economics of international differences in educational achievement. In: HANUSHEK, E.; MACHIN, S.; WOESSMANN, L. (Ed.) **Handbook of the economics of education**. Oxford (UK): Elsevier Science, v.3, p.89-200, 2011.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; DE OLIVEIRA JUNIOR, G.J. Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S Engineering and Science**, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2016.

JESUS, G. R.; LAROS, J. A. Eficácia escolar: regressão multinível com dados de avaliação em larga escala. **Rev. Avaliação Psicológica**, v. 3, n.2, p.93-106, 2004.

MENEZES *et al.* **Índice de Qualidade da Infraestrutura Escolar: atualização do Censo Escolar e inclusão do questionário do SAEB** - Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2021.

MOSTELLER, F.; MOYNIHAN, D. P. Um relatório inovador. In: BROOKE, N.; SOARES, J. F. (Org.). **Pesquisa em eficácia escolar: origem e trajetórias**. Tradução: Viamundi Idiomas e Traduções; Cleusa Aguiar Brooke; Rômulo Monte-Alto. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. cap. 3, p. 33-49.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide**. Paris: OECD, 2008.

RAMOS, Michael Daian Pacheco; PEREIRA JUNIOR, Edmilson Antonio; OLIVEIRA, Dalila Andrade. Infraestrutura das escolas rurais de Educação Básica: desigualdades em relação ao meio urbano. **Nodos y Nudos**, v. 6, n. 45, p. 1-20, 2019.

RIBEIRO, V. S. ;DIAS, J. Índice de Atividade Econômica: Construção e Testes de Previsão dos Modelos de Filtro de Kalman e Box-Jenkins. **EconomiA**, v.7, n.3, p. 453-483, 2006.

RUTTER, M.; MAUGHAN, B.; MORTIMORE, P.; OUSTON, J.; SMITH, A. **Fifteen thousand hours: secondary schools and their effects on children**. London: Open Books, 1979.

SIQUEIRA, W. L. Índice de condições de infraestrutura escolar e socioeconômicas dos municípios do estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL (ANPEC SUL), 22., 2019, Maringá. **Anais...** Maringá: ANPEC, 2019.

SOARES, J. F. **O efeito da escola no desempenho cognitivo de seus alunos**. In: Souza, A. M. (org.) **Dimensões da avaliação educacional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

SOARES NETO, J. A infraestrutura das escolas públicas brasileiras de pequeno porte. **Revista do Serviço Público** - RSP, Brasília, v. 64, n. 3, p. 377-391, Brasília, 2013a.

WILLMS, J. D. **Monitoring school performance**: a guide for educators. London: The Falmer Press, 1992.