

EFICIÊNCIA DOS INVESTIMENTOS EM EDUCAÇÃO BÁSICA: ESTUDO DE CASO EM LIMEIRA/SP

Johan Hendrik Poker Junior¹
Pedro Felipe Jacyntho dos Santos²

Resumo: Este estudo avalia a eficiência dos investimentos nas escolas municipais de Limeira/SP em 2019 (pré-pandemia) e 2021 (com retorno presencial das aulas), com ênfase nos resultados e nos fatores associados ao desempenho. A partir do método de Análise Envoltória de Dados em duas etapas, identifica-se que, em 2019, a eficiência média foi mais elevada e homogênea, enquanto em 2021 houve queda da média e aumento da dispersão entre escolas, sinalizando impactos desiguais da Covid-19 sobre a conversão de recursos em resultados educacionais. Entre os determinantes, destacam-se efeitos positivos da assiduidade familiar e da lotação adequada por sala e, no período pós-pandemia, ganho de relevância do bem-estar psicológico. Por outro lado, fatores demográficos (regionalidade/cultura local e diversidade étnica) mostraram associação negativa após a crise, sugerindo que desigualdades estruturais condicionam a eficiência relativa. Como contribuição prática, o estudo oferece evidências para orientar a alocação de recursos e o monitoramento de desempenho por secretarias de educação e órgãos de controle, reforçando que eficiência não depende apenas do volume orçamentário, mas também de condições escolares e contextuais do ensino. A abordagem é replicável em outros municípios para comparações e apoio à tomada de decisão baseada em evidências.

Palavras-chave: eficiência; educação; Análise Multivariada; orçamento público; gestão.

INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos públicos municipais, especialmente no campo da educação básica, é tema de constantes debates nas áreas de administração e contabilidade pública. Os municípios brasileiros, por determinação constitucional, são responsáveis pela oferta do ensino fundamental, o que faz com que a eficiência do gasto nesse setor seja uma questão estratégica tanto para a sociedade quanto para os órgãos de controle, que podem assumir um papel de fiscalizador e de avaliador da eficiência, visando a maximização dos resultados a partir dos recursos destinados³.

Sendo assim, a eficiência - entendida como a relação entre insumos empregados e resultados obtidos - constitui o núcleo analítico deste trabalho. No caso da educação básica, a análise deve considerar o Índice de

¹ Bacharel em Estatística pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Mestre e Doutor em Administração Pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), Pós-doutorado pelo CTI "Renato Archer". Professor Livre-Docente da Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Coordenador do Laboratório de Finanças e Contabilidade (LABFIC) do Centro de Pesquisa em Administração (CEPAD). Leciona Administração Financeira I e II para o Bacharelado em Administração e Finanças Corporativas no Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA-FCA).

² Pedro Felipe Santos, doutorando em Administração pela Unicamp (com período sanduíche em Aveiro/Portugal), com titulação de Mestrado em Administração também pela Unicamp, concluído em 2023. Graduado em Bacharel em Administração Pública, pela Unicamp; em Ciências Contábeis, pelo Centro Universitário "Dr. Edmundo Ulson" - UNAR; e em Gestão Financeira, pela FHO Uniararas.

³ GROSSI, Giuseppe et al. Changing the boundaries of public sector auditing. Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management, 35 (4): 417-430., 2023.

Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB (Decreto nº 6.094/2007)⁴ como referência de qualidade e de desempenho e sua qualidade referente aos recursos públicos empregados, embora também seja relevante a obtenção de dados para uma análise mais regionalizada.

Com isso, a ausência de critérios consistentes na alocação de recursos compromete a eficiência e dificulta a obtenção de resultados consistentes e sustentáveis⁵, principalmente perante crises, como foi a pandemia de covid-19, que gerou uma insatisfação coletiva⁶, e ampliou as desigualdades⁷. A consolidação de uma cultura de investimentos orientada por indicadores, portanto, constitui um caminho para estruturar modelos de gestão pública capacitadas, por meio de variáveis psicológicas, demográficas, de efeito comunitário e sustentáveis.

A partir desse contexto, este artigo aplica testes de hipóteses sobre o impacto de variáveis de controle na eficiência dos gastos públicos em educação básica, tomando como estudo de caso o município de Limeira/SP, entre 2019 e 2021. A justificativa do município recai sobre a trajetória consolidada da cidade em investimentos educacionais e na disponibilidade de dados consistentes⁸.

Desse modo, este trabalho responde a essas problemáticas por meio da análise empírica, investigando o impacto de variáveis de controle na eficiência dos investimentos em educação básica, por meio da *Data Envelopment Analysis* – DEA, ou Análise Envoltória de Dados em duas etapas. A investigação contempla dois momentos distintos - o período anterior à pandemia (2019) e o período pós-retorno das aulas presenciais (2021) - permitindo avaliar diferenças de eficiência associadas às mudanças contextuais e oferecer subsídios metodológicos e práticos para a gestão pública municipal.

O objetivo geral é contribuir para que Limeira - e, por extensão, outros municípios - alcance maior eficiência e melhore seus indicadores de desempenho educacional. Como objetivos específicos, busca-se propor uma cultura de avaliação de desempenho baseada na eficiência por DEA em duas etapas. Replicado em diferentes municípios, esse método pode permitir comparações intermunicipais, fomentar políticas públicas mais eficazes e reforçar o papel estratégico do controle interno na promoção de uma educação pública de qualidade.

4 BRASIL. Decreto nº 6.094, de 24 de abril de 2007. Dispõe sobre a implementação do Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação. Diário Oficial da União, Brasília, 25 abr. 2007.

5 DE WITTE, Kristof; LÓPEZ-TORRES, Laura. Efficiency in education: a review of literature and a way forward. Journal of the Operational Research Society, v. 68, n. 4, p. 339-363, 2017.

6 ABUMALLOH, RABAB A.; ASADI, SHAHLA; NILASHI; MEHRBAKHSH ET AL. The impact of coronavirus pandemic (COVID-19) on education: The role of virtual and remote laboratories in education. Technology in Society. Volume 67, 2021.

7 LYTRAS, Miltiadis D. et al. Translating knowledge into innovation capability: an exploratory study investigating the perceptions on distance learning in higher education during the COVID-19 pandemic – the case of Mexico. Journal of Innovation & Knowledge, v. 7, n. 4 p., 2022.

8 BAENINGER, Rosana; ETULAIN, Carlos José; BÓGUS, Lúcia Maria Machado; et al. Região de Limeira: transformações sociais, espaciais e ambientais. Campinas: NEPO/UNICAMP, 2012.

1. EFICIÊNCIA EM ORÇAMENTOS PÚBLICOS MUNICIPAIS

1.1. O CONTEXTO DA EFICIÊNCIA NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E NA EDUCAÇÃO

A análise de eficiência no setor público tem suas origens nos trabalhos clássicos que desenvolveram o método DEA, inicialmente proposto como técnica não paramétrica para medir a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão.⁹ Desde o final da década de 1970, a ferramenta foi aplicada para avaliar instituições de ensino, consolidando-se como um instrumento capaz de comparar desempenho entre organizações públicas a partir da relação entre insumos e produtos.

A ampliação do debate sobre eficiência na educação veio com o destaque de que fatores externos às escolas, interpretados como variáveis contextuais, precisam ser incorporados na avaliação¹⁰. Essa perspectiva é reforçada por estudos que relacionam a governança pública à qualidade da alocação de recursos, mostrando que decisões administrativas e institucionais influenciam diretamente o desempenho dos serviços¹¹.

A busca por eficiência nos orçamentos municipais não deve restringir-se à redução de custos, mas sim orientar-se para a qualidade dos investimentos, de modo a gerar impacto positivo sobre os resultados sociais. Essa é a lógica apresentada por análises que destacam o papel dos governos locais na indução de políticas mais sustentáveis e eficientes, ao considerar simultaneamente desempenho econômico e variáveis ambientais e sociais¹². Nesse sentido, a mensuração da eficiência deixa de ser apenas um exercício técnico e passa a integrar o processo de governança orçamentária¹³.

Esse avanço permite uma construção de métricas de desempenho e benchmarking, propondo modelos que permitem avaliar simultaneamente múltiplas dimensões da eficiência¹⁴. Essas contribuições passam a dialogar com a ideia de que os municípios, ao aplicarem metodologias robustas, podem iden-

9 CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision-making units. European Journal of Operational Research, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

10 DE WITTE, Kristof; LÓPEZ-TORRES, Laura. Efficiency in education: a review of literature and a way forward. Journal of the Operational Research Society, v. 68, n. 4, p. 339-363, 2017.

11 SANTOS, Rodolfo R; ROVER, André J. Influência da governança pública na eficiência da alocação dos recursos públicos. Revista de Administração Pública, v. 52, n. 2, p. 234-260, 2018.

12 ZENG, Siyuan et al. Efficiency and cointegration in green growth for local governments. Journal of Cleaner Production, v. 278, 123-145, 2021.

13 HO, Alfred Tat-Kei. Performance budget management and citizen participation in local governments. Public Administration Review, v. 78, n. 4, p. 546-556, 2018.

14 RELLA, Angela; VITOLLA, Filippo. Efficiency metrics for performance measurement: a review in higher education of main methods and determinants. International Journal of Productivity and Performance Management, v. 74, n. 3, 2025.

tificar padrões de desempenho, comparar resultados entre unidades e adotar práticas de gestão pública mais adequadas. Nesse movimento, novos indicadores foram incorporados à agenda de avaliação, fortalecendo a cultura de monitoramento baseada em evidências e ampliando o potencial de aperfeiçoamento institucional¹⁵.

1.2. EFICIÊNCIA E SEUS DETERMINANTES: UMA ABORDAGEM EM DUAS ETAPAS

O DEA consolidou-se como uma das metodologias mais utilizadas para medir a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Units – DMUs*), desde sua formulação clássica por Charnes, Cooper e Rhodes no final da década de 1970¹⁶. Originalmente aplicado em áreas como educação, o método permite que diferentes entidades sejam avaliadas quanto à eficiência técnica na relação entre insumos e produtos, não se limitando a municípios ou países, mas também podendo ser adaptado para escolas, hospitais ou demais organizações públicas em contextos específicos¹⁷.

Apesar de sua robustez como técnica não paramétrica, o DEA pode ser complementado com uma segunda etapa de análise, para definir parâmetros, a fim de qualificar e relacionar as variáveis que impactam o desempenho à eficiência. Nesse ponto, o orçamento de desempenho destaca que é vantajoso integrar múltiplas dimensões analíticas e incorporar fatores institucionais e de governança, configurando um processo de gestão orçamentária orientado por desempenho³. A incorporação de modelos multicritério tem sido especialmente útil para lidar com a complexidade de variáveis externas, permitindo avaliações mais consistentes em ambientes de decisão pública¹⁸.

Entre as técnicas estatísticas aplicadas à segunda etapa, a Análise de Regressão Tobit stepwise demonstra capacidade de identificar fatores significativos que afetam estatisticamente a eficiência, por conta da natureza de suas variáveis¹⁹. Essa integração tem implicações para a administração pública, já que órgãos de controle e controladorias municipais, estaduais e federais podem utilizar a dupla abordagem como ferramenta de avaliação técnica, possibilitan-

15 ZOFIO, José L.; et al. Benchmarking performance through efficiency analysis trees: improvement strategies for Colombian higher education institutions. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 92, 101845, 2024.

16 CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

17 HO, A. T. From performance budgeting to performance budget management: Theory and practice. *Public Administration Review*, v. 78, n. 5, p. 748-758, 2018.

18 NEPUMOCENO, T. et al. Multicriteria panel-data directional distances and the efficiency measurement of multidimensional higher education systems. *Omega*, v. 125, 2024.

19 DI, F (2018). Empirical Research on the Influencing Factors of the Conversion Efficiency of Scientific and Technological Achievements in Colleges and Universities Based on Tobit Model. *Journal of Educational Sciences: Theory & Practice*.

do a identificação de quais unidades são mais ou menos eficientes, e também das variáveis explicativas que condicionam esse desempenho²⁰.

Tal perspectiva reforça a relevância de análises que transcendam o caráter meramente contábil e contribuam para uma governança pública baseada em evidências, em sintonia com agendas de sustentabilidade e accountability defendidas por instituições de auditoria e avaliação de políticas públicas.

2. EFICIÊNCIA EM EDUCAÇÃO BÁSICA MUNICIPAL

2.1. CONJUNTO DE VARIÁVEIS QUE IMPACTAM A QUALIDADE DA EDUCAÇÃO

É comum em estudos sobre eficiência de indicadores que se distinga as variáveis latentes, que representam os constructos teóricos, de natureza não diretamente mensurável, que buscam representar dimensões amplas do fenômeno em análise; e observadas, de origem empírica associadas a essas dimensões²¹.

No campo da educação básica municipal, as variáveis latentes identificadas na literatura, baseando no estudo de De Witte e Lopez-Torres (2017), adaptado ao contexto brasileiro, são agrupadas em quatro dimensões²². A primeira corresponde às variáveis psicológicas, associadas ao engajamento dos estudantes, sua motivação e ao bem-estar no ambiente escolar. A segunda abrange as variáveis demográficas, relacionadas a fatores de regionalidade, diversidade cultural, etnia e acessibilidade. Em seguida, estão as variáveis de efeitos comunitários, que refletem elementos do entorno social e familiar, como assiduidade, criminalidade local e localização da escola em relação ao território. Por fim, há as variáveis sustentáveis²³, que englobam aspectos ligados à infraestrutura, materiais pedagógicos, alimentação escolar e valorização docente.

Cada variável latente é um constructo, e pode ser operacionalizada por meio de um conjunto de variáveis observadas, de ordem empírica ao cotidiano da educação. No grupo psicológico²⁴, por exemplo, incluem-se indicadores de aspirações educacionais, histórico de desempenho e autorrealização. No grupo

20 LUHTALA, M.; RÖNKKÖ, J. Debate: Supreme audit institutions aiding governments to drive and steer sustainable development. *Public Money & Management*, v. 45, n. 7, p. 651-653, 2025.

21 SILVA, Pedro M.; MOUTINHO, Victor F. Do labour productivity, capital productivity and Education influence the technical efficiency of entrepreneurial outcomes? *Journal of International Entrepreneurship*, 2024.

22 DE WITTE, Kristof; LÓPEZ-TORRES, Laura. Efficiency in education: a review of literature and a way forward. *Journal of the Operational Research Society*, v. 68, n. 4, p. 339-363, 2017.

23 ZENG, Siyuan et al. Efficiency and cointegration in green growth for local governments. *Journal of Cleaner Production*, v. 278, 123-145, 2021.

24 KHATRI, Puja; DUGGAL, Harshleen Kaur; LIM, Weng Marc; THOMAS, Asha; SHIVA, Atul. Student well-being in higher education: Scale development and validation with implications for management education. *The International Journal of Management Education*, v. 22, 100933, 2024.

demográfico²⁵, podem ser observadas medidas de acessibilidade, presença de diversidade étnica e estilo de vida local. Já no grupo comunitário²⁶, são considerados indicadores como densidade populacional, frequência familiar às atividades escolares, oferta de transporte e taxas de criminalidade. No grupo sustentável²⁷, os indicadores observados incluem a razão alunos por sala, presença de bibliotecas e laboratórios, existência de materiais pedagógicos e fornecimento de alimentação escolar².

Essa distinção entre latentes e observadas permite estruturar modelos de análise em que constructos abstratos, como motivação ou condições comunitárias, sejam representados por variáveis mensuráveis, facilitando a comparação entre municípios e a identificação de relações entre fatores sociais e desempenho educacional.

2.2. INFLUÊNCIA EM PERÍODOS DE CRISES, COMO O COVID-19

As análises de eficiência em educação precisam considerar que períodos de crise podem alterar a relação entre insumos e produtos. Algumas mudanças econômicas, institucionais e sociais influenciam tanto a fronteira de eficiência quanto os escores atribuídos às unidades avaliadas. Em contextos de universidades espanholas, por exemplo, a crise econômica de 2008 impactou o desempenho relativo das instituições, exigindo que os modelos de eficiência incorporassem o choque externo como variável explicativa²⁸. De forma complementar, alguns determinantes externos - como financiamento público, incentivos institucionais e contextos macroeconômicos - explicam parte relevante da variação de eficiência em instituições de ensino superior, reforçando a necessidade de controlar fatores de crise nas avaliações comparativas²⁹.

Observando o contexto brasileiro, a interpretação de indicadores educacionais sem considerar o contexto em que os estudantes e escolas estão inseridos pode induzir a conclusões equivocadas, uma vez que condições socioeconômicas e territoriais influenciam diretamente os resultados³⁰, como por exemplo os efeitos da pandemia de Covid-19. O fechamento das escolas e a migração abrupta para modalidades remotas afetaram estudantes, professores e gestores,

25 BADRUDDIN, Aisha. Impact of demographic profile on sustainability learning: A management education students' survey. *The International Journal of Management Education*, v. 22, 100984, 2024.

26 BIRD, Kelli A.; CASTLEMAN, Benjamin L.; SONG, Yifeng. Are algorithms biased in education? Exploring racial bias in predicting community college student success. *Journal of Policy Analysis and Management*, v. 44, p. 379–402, 2025.

27 ZENG, Siyuan et al. Efficiency and cointegration in green growth for local governments. *Journal of Cleaner Production*, v. 278, 123-145, 2021.

28 MARTÍNEZ-CAMPILLO, Almudena et al. The impact of the economic crisis on the (in)efficiency of public higher education institutions in Southern Europe: The case of Spanish universities. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 71, 100736, 2020.

29 WOLSCZAK-DERLACZ, Joanna. An evaluation and explanation of (in)efficiency in higher education institutions in Europe and the U.S. with the application of two-stage semi-parametric DEA. *Research Policy*, v. 46, n. 9, p. 1595-1605, 2017.

30 ALVES, Maria T. G.; SOARES, José F. Contexto escolar e indicadores educacionais: condições desiguais para a efetivação de uma política de avaliação educacional. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, v. 39, n. 01, p. 177-194, 2013.

gerando níveis elevados de estresse, adaptação forçada a novas rotinas e queda no rendimento, independentemente dos níveis de investimento recebidos³¹.

Dessa forma, pesquisas de eficiência que pretendem orientar a alocação de recursos podem utilizar dados em painel que contemplam o período anterior à pandemia e o posterior ao retorno presencial – assim como outras crises em geral - a fim de distinguir os efeitos estruturais da crise dos padrões de desempenho normais, para justamente evitar riscos de interpretações enviesadas, sobretudo em pesquisas primárias, em que gestores escolares atribuem sua percepção do período de pandemia como se fosse representativa de todo o sistema, sem considerar que se tratou de uma conjuntura excepcional.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. HIPÓTESES E COLETA DE DADOS

Com base nesse estudo descritivo confirmatório, o delineamento metodológico partiu da formulação de hipóteses teóricas, em que cada grupo de variáveis latentes – psicológicas, demográficas, comunitárias e sustentáveis – foi desdobrado em variáveis observadas e incorporado ao modelo como fator de controle. Essas hipóteses foram posteriormente testadas na cidade de Limeira/SP, por meio de técnicas estatísticas em duas etapas: a primeira com a mensuração da eficiência via DEA, e a segunda com análise de regressão Tobit, a fim de identificar os determinantes da eficiência.

Tabela 1 - Quadro geral de hipóteses do estudo³²

Hipóteses latentes	Hipóteses observadas ou hipóteses das variáveis de controle
H1: Variáveis de impacto PSICOLÓGICAS	Impactam o desempenho escolar municipal: (H1a) motivação, aspirações e responsabilidade; (H1b) bem-estar e autorrealização; (H1c) histórico de desempenho escolar
H2: Variáveis de impacto DEMOGRÁFICAS	Impactam o desempenho escolar municipal: (H2a) regionalidade, cultura local e estilo de vida; (H2b) diversidade étnica; (H2c) acessibilidade e educação especial
H3: Variáveis de impacto EFEITOS COMUNITÁRIOS	Impactam o desempenho escolar municipal: (H3a) densidade demográfica e assiduidade familiar; (H3b) localização escolar e transporte; (H3c) criminalidade local

31 ABUMALLOH, Rahmatallah A. et al. The impact of coronavirus pandemic (COVID-19) on education: An evidence-based approach. *Sustainability*, v. 13, n. 16, 9098, 2021.

32 As hipóteses gerais contêm as análises da relação das variáveis latentes com a eficiência, já as sub-hipóteses (ou hipóteses específicas) contêm as análises da relação das variáveis observadas com a eficiência.

H4: Variáveis de impacto SUSTENTÁVEIS	Impactam o desempenho escolar municipal: (H4a) valorização docente e estrutura pedagógica; (H4b) número de alunos por sala de aula; (H4c) internet, bibliotecas e laboratórios; (H4d) Infraestrutura, alimentação e apoio social
--	---

Fonte: elaboração própria (2025).

Os dados primários foram coletados junto à rede municipal de educação básica de Limeira, por meio de entrevistas estruturadas aplicadas a diretores e profissionais das escolas, previamente aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Plataforma Brasil, CAAE: 56629321.1.0000.8142). O instrumento incluiu um questionário semiestruturado sobre as quatro variáveis latentes (psicológicas, demográficas, de efeito comunitário e sustentáveis) e as subvariáveis. Com isso, o levantamento permitiu associar indicadores qualitativos e quantitativos às variáveis de controle propostas, compondo a base empírica da pesquisa.

Além dos dados primários, foram utilizados dados secundários provenientes de bases oficiais, de modo a complementar a análise e ampliar a robustez do modelo. Foram incorporados microdados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), indicadores do Ministério da Educação (MEC), dados demográficos e socioeconômicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e informações da Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo (SSP-SP), relacionadas à criminalidade no entorno escolar. Essa combinação de fontes possibilitou a construção de um painel de dados cobrindo o período de 2019 a 2021, contemplando tanto a situação anterior à pandemia quanto o retorno das atividades presenciais.

Tabela 2 - Obtenção da base de dados para teste das hipóteses.³³

Fonte	Informação	Qualidade do dado
Questionário Semiestruturado	Dados primários coletados a partir de entrevista com diretores das escolas de Limeira	72% de respostas – 28 coletas, de 39 escolas municipais de ensino básico
Portal da Transparência (E-SIC)	Processo: 50773/2022 Termo de Colaboração, a partir da Lei 13.019/14	Dados orçamentários das escolas – <i>input DEA</i>
INEP	Portal de Microdados da educação pública	Dados do Censo Escolar IDEB das escolas municipais – <i>output DEA</i>
Secretaria da Educação Limeira/SP	Dados localização, contato e representante das escolas de ensino fundamental	Identificação dos diretores para entrevista e identificação geográfica das escolas do município
Plataforma Brasil	CAAE: 56629321.1.0000.8142	Aprovação – Comitê de Ética

Fonte: elaboração própria (2025).

³³ As informações podem ser confirmadas nos órgãos governamentais instituídos através do protocolo de formalização da solicitação dos dados e são suficientes para a realização dos testes de hipóteses.

3.2. APLICAÇÃO DE MÉTODOS MULTIVARIADOS

A análise da eficiência seguiu duas etapas metodológicas complementares. Na primeira, aplicou-se o método DEA com retornos variáveis de escala – VRS, e modelo BCC, em orientação ao output, com o objetivo de estimar a eficiência relativa das unidades tomadoras de decisão (DMUs). O modelo BCC, proposto por Banker, Charnes e Cooper³⁴, propõe retornos variáveis de escala, mais indicados para cálculos de variáveis exógenas, permitindo comparar escolas dentro de um município de acordo com a capacidade de transformar insumos em resultados, controlando para diferenças de escala.

Os cálculos foram realizados com o auxílio do software Stata®, adotando como *outputs* os indicadores de desempenho educacional IDEB, principal indicador de qualidade da educação básica, e como *inputs* as variáveis orçamentárias das escolas de Limeira, assim como deveria ser assiduidade discente em sala de aula. Contudo, no caso de Limeira, a variável de assiduidade apresentou valores próximos ao máximo em praticamente todas as escolas, com baixa variabilidade entre as unidades, o que inviabilizou sua utilização como discriminante no modelo DEA. Diante disso, a assiduidade foi descartada como input efetivo, mantendo-se o orçamento por escola como variável de entrada e o IDEB como variável de saída.”

Tabela 3 - Cálculo DEA adequado a maximização do desempenho escolar³⁵

Modelo Primal – cálculo DEA – BCC (vrs) – maximização output	
$\max \lambda\phi \phi$	
$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0}$	$\forall i = 1, \dots m$
$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \leq \phi y_{r0}$	$\forall s = 1, \dots s$
$VRS \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$	
$\lambda_j \geq 0$	$\forall n = 1, \dots n$
x_{ij} = input i da DMU λ_j = lambda – distribuição ϕ (phi) = expansão proporcional dos outputs, mantendo inputs constantes Índice eficiência = Eff $\in (0,1)$	

Fonte: elaboração própria (2025).

34 CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision-making units. European Journal of Operational Research, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

35 O cálculo do DEA (modelo BCC orientado a output) procura maximizar o fator ϕ (phi), que indica quanto o IDEB poderia aumentar mantendo o mesmo orçamento. Para isso, compara cada escola com uma referência construída a partir de uma combinação das escolas mais eficientes, usando pesos λ (lambda). Na prática, essa combinação funciona como um “alvo factível” formado pelas melhores práticas observadas. O escore de eficiência (Eff) varia de 0 a 1: Eff = 1 significa que a escola já está no nível das referências; Eff < 1 mostra que ainda há espaço para elevar o IDEB sem aumentar os insumos, tomando como base o desempenho de outras escolas com orçamentos semelhantes.

Na segunda etapa, os escores de eficiência obtidos no DEA foram utilizados como variável dependente em uma regressão Tobit Stepwise, adequada por tratar de dados censurados no intervalo entre 0 e 1. O procedimento em etapas (stepwise) foi aplicado para selecionar os preditores mais relevantes, reduzindo problemas de multicolinearidade e garantindo significância em p-valor (próximo a zero), além de maior consistência estatística dos resultados. Esse modelo permite identificar quais variáveis de controle apresentaram associação significativa com a eficiência das escolas municipais, fornecendo evidências para a compreensão do impacto de fatores contextuais, estruturais e socioeconômicos sobre o desempenho educacional.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. ANÁLISE DESCRIPTIVA DOS DADOS

O estudo identificou 39 escolas municipais de ensino fundamental em Limeira/SP. Dessas, 28 responderam ao questionário semiestruturado junto a diretores e profissionais da rede, compondo a base de dados primários utilizada para as variáveis de controle. Assim, os dados secundários complementaram as informações financeiras de repasses de recursos municipais às instituições (input) e as informações sobre avaliação IDEB (output).

Em termos orçamentários, os valores médios de gasto por escola mantiveram relativa estabilidade entre os dois anos, ainda que com variações significativas entre unidades. No desempenho IDEB, porém, identificaram-se algumas oscilações, em que algumas escolas apresentaram melhora após o retorno, enquanto outras sofreram queda em relação ao período pré-pandemia.

As respostas ao questionário também evidenciaram heterogeneidade quanto a fatores de contexto, como disponibilidade de infraestrutura, valorização docente, segurança no entorno escolar e apoio familiar. Essa diversidade reforça que o desempenho das escolas não pode ser explicado apenas pelos níveis de investimento direto, mas também pelas condições locais e sociais em que cada unidade está inserida dentro do município.

A análise descritiva, portanto, mostra um cenário marcado por diferenças estruturais entre escolas, agravadas pelos efeitos da pandemia. Esses elementos fornecem a base para a aplicação da técnica DEA e da regressão Tobit, permitindo avaliar em que medida as variações de desempenho estão relacionadas ao uso de recursos ou a fatores de contexto.

4.2. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE LIMEIRA

A primeira etapa da análise utilizou o modelo DEA-BCC (retornos variáveis de escala - VRS), orientação a output, com o objetivo de mensurar a eficiência

relativa das escolas municipais de Limeira. O cálculo foi realizado a partir dos inputs, ou seja, dos insumos orçamentários; além do output, que foi o desempenho escolar medido pelo IDEB, permitindo comparar a capacidade de cada unidade em transformar recursos aplicados em resultados educacionais. Os resultados são apresentados na Tabela 4, contendo as escolas listadas numericamente em 2019 e 2021, ranqueadas a partir da escala fornecida pelo Stata, e apresentando os índices de retorno de escala ($VRS_TE = \text{Eff} \in (0,1)$ – ou seja, entre o mínimo 0 (zero) e o máximo 1 (um)).

Tabela 4 - Eficiência relativa das escolas (2019 vs. 2021).³⁶

DMU	Dados Antes Pandemia - 2019			Pós Retorno Aulas Presenciais - 2021		
	Rank 2021	Orçamento/Matrícula	Ideb	VRS_TE	Orçamento/Matrícula	Ideb
1	R\$ 157,63	6,3	0,7875	R\$ 148,84	7,6	0,9620
2	R\$ 132,28	7,7	0,9640	R\$ 135,01	7,3	0,9241
3	R\$ 132,53	8,0	1,0000	R\$ 134,02	7,2	0,9114
4	R\$ 138,67	7,3	0,9125	R\$ 141,70	7,2	0,9114
5	R\$ 141,41	7,5	0,9375	R\$ 142,80	7,1	0,8987
6	R\$ 162,32	7,3	0,9125	R\$ 165,07	7,1	0,8987
7	R\$ 135,39	7,1	0,8875	R\$ 138,32	7,1	0,8987
8	-	-	-	R\$ 134,35	7,1	0,8987
9	R\$ 141,84	8,0	1,0000	R\$ 134,95	7,0	0,8861
10	R\$ 132,57	7,6	0,9500	R\$ 134,75	7,0	0,8861
11	R\$ 143,51	6,8	0,8500	R\$ 138,52	7,0	0,8861
12	R\$ 132,48	8,0	1,0000	R\$ 143,57	6,9	0,8734
13	R\$ 140,48	7,6	0,9500	R\$ 145,11	6,9	0,8734
14	R\$ 138,84	7,0	0,8750	R\$ 132,71	6,9	0,8734
15	R\$ 144,50	7,5	0,9375	R\$ 148,81	6,8	0,8608
16	R\$ 145,38	7,2	0,9000	R\$ 144,48	6,8	0,8608
17	R\$ 132,22	7,8	0,9769	R\$ 132,94	6,7	0,8481
18	R\$ 132,34	7,4	0,9260	R\$ 134,21	6,7	0,8481
19	R\$ 136,90	7,3	0,9125	R\$ 133,44	6,6	0,8354
20	R\$ 137,68	4,4	0,5500	R\$ 139,29	6,6	0,8354
21	R\$ 132,25	7,5	0,9392	R\$ 139,75	6,5	0,8228
22	-	-	-	R\$ 135,95	6,5	0,8228
23	R\$ 130,48	6,8	0,8631	R\$ 131,06	6,4	0,8181
24	R\$ 152,58	6,9	0,8625	R\$ 152,53	6,2	0,7848
25	R\$ 132,00	7,7	0,9660	R\$ 132,39	6,1	0,7722
26	R\$ 132,35	6,7	0,8383	R\$ 140,95	6,1	0,7722
27	R\$ 138,95	6,6	0,8250	R\$ 137,79	6,1	0,7722
28	R\$ 169,86	7,0	0,8750	-	-	-

Fonte: elaboração própria em Stata (2025)

³⁶ A tabela está ordenada pelo coeficiente de eficiência de 2021 (VRS_TE). Em relação aos resultados, o índice 1,00 indica que a unidade está entre as melhores; já os valores menores indicam espaço para subir o IDEB com o mesmo orçamento.

Os resultados indicaram variação na eficiência entre os dois períodos analisados. Em 2019, antes da pandemia, observou-se que parte das escolas se situava próxima à fronteira de eficiência, apresentando índices iguais ou próximos de 1, com 3 escolas, inclusive, apresentando eficiência máxima. No entanto, em 2021, após o retorno das aulas presenciais, verificou-se aumento da heterogeneidade, e algumas unidades mantiveram-se eficientes, embora nenhuma com eficiência máxima, sendo que outras registraram queda acentuada em seus escores, refletindo as dificuldades de impacto por conta período de crise.

A média dos escores de eficiência apresentou redução no período pós-pandemia, indicando que, em termos gerais, o município obteve desempenho inferior em 2021 quando comparado a 2019. Esse resultado sugere que a pandemia impactou a capacidade das escolas de converter insumos em resultados.

Os resultados analíticos da eficiência aferida estão apresentados na Tabela 5, que evidencia a média dos escores obtidos em 2019 (período anterior à pandemia) e 2021 (retorno às aulas presenciais), além da quantidade de escolas consideradas eficientes e da dispersão dos resultados.

Tabela 5 - Dispersão da eficiência nos períodos analisados.

Ano	Média do escore de eficiência	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Escolas eficientes (score = 1)	Nº de escolas
2019	0,899942308	0,090801247	0,55	1	3	28
2021	0,860588889	0,049287269	0,7722	0,962	0	28

Fonte: elaboração própria (2025).

A comparação entre os dois anos mostra que a média dos escores de eficiência apresentou redução após a pandemia, evidenciando que, em termos gerais, a rede municipal de Limeira obteve desempenho inferior em 2021. Além disso, a dispersão dos resultados aumentou, revelando maior desigualdade entre as escolas: enquanto algumas conseguiram manter ou até melhorar seus índices de eficiência, outras se afastaram consideravelmente da fronteira. Essa heterogeneidade indica que fatores além do investimento orçamentário impactaram os resultados educacionais, reforçando a necessidade de incluir variáveis de controle na segunda etapa da análise.

4.3. RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS COM A EFICIÊNCIA POR MEIO DA REGRESSÃO TOBIT

Na segunda etapa, os escores de eficiência obtidos pelo DEA foram utilizados como variável dependente em um modelo de regressão Tobit, adequado para dados censurados no intervalo de 0 a 1. O procedimento *stepwise* foi empregado para selecionar os preditores mais relevantes entre as variáveis de

controle, reduzindo problemas de multicolinearidade e garantindo parcimônia no modelo.

Os resultados apresentados na Tabela 6 demonstram o índice de p-valor, que deve ser próximo a zero para obter significância dos resultados, ou seja, que esses resultados não estão ligados ao acaso; além do índice T (t de Student), que mede a razão do coeficiente e o erro-padrão, entregando consistência dos padrões; e por fim o coeficiente, que indica correlação da variável junto à eficiência quando seu resultado também se aproxima de zero, ou $\leq 0,05$, ou seja, mostra a direção do efeito (positivo ajuda a eficiência; negativo prejudica).

Tabela 6 - Fatores associados à eficiência (modelo Tobit)

Regressão por estimação Stepwise - variáveis com fator de impacto							
Antes Pandemia			Pós Retorno Aulas Presenciais				
DMUs observadas		26	DMUs observadas		27		
Prob > F - probabilidade de obter as estatísticas F estimadas (valor-p)			0,0754	Prob > F - probabilidade de obter as estatísticas F estimadas (valor-p)			0,0016
Pseudo R			-0,2289	Pseudo R			-0,1698
Variável dependente			VRS_TE	Variável dependente			VRS_TE
Variáveis	Coef	T	P > t	Variáveis	Coef	t	P > t
Psicológicas – Bem-estar e autorrealização	-0,1442	-2,31	0,03	Sustentáveis – Lotação por sala	0,0046	2,61	0,016
Comunitários – Assiduidade Familiar	0,0761	2,78	0,011	Psicológicas – Bem-estar e autorrealização	0,0205	2,64	0,015
Sustentáveis – Lotação por sala	0,0135	2,07	0,05	Demográficas – regionalidade e cultura	-0,0290	-2,74	0,012
_cons	0,8819	9,2	0	Demográficas – diversidade étnica	-0,0281	-3,15	0,004
var(e.VRS_TE)	0,0050	-	-	_cons	0,9044	20,55	0
-	-	-	-	var(e.VRS_TE)	0,0014	-	-

Fonte: elaboração própria por Stata (2025).

A regressão Tobit Stepwise identifica os fatores de controle que se mantiveram estatisticamente significativos na explicação da eficiência escolar. Os resultados mostraram mudanças importantes entre o período pré-pandemia e o pós-retorno às aulas presenciais.

Em 2019, variáveis relacionadas ao bem-estar e autorrealização apresentaram coeficiente negativo e significância estatística, sugerindo que, nesse momento, a ênfase em aspectos subjetivos não se converteu em ganhos de eficiência. Por outro lado, a assiduidade familiar mostrou-se positivamente associada, reforçando a relevância do envolvimento das famílias no processo educacional. A variável referente à lotação por sala também se destacou, indicando que salas melhor dimensionadas estiveram associadas a maior eficiência relativa.

No cenário de 2021, após o retorno das atividades presenciais, o efeito das variáveis psicológicas se inverteu, já que bem-estar e a autorrealização passaram a ter associação positiva com a eficiência, evidenciando que o suporte emocional se tornou um fator relevante para o desempenho das escolas diante do estresse provocado pela pandemia. As variáveis sustentáveis ligadas à lotação por sala mantiveram-se significativas, confirmando a importância da infraestrutura física na utilização eficaz dos recursos. Além disso, emergiram fatores demográficos, como regionalidade/cultura e diversidade étnica, ambos com coeficientes negativos, o que sugere que desigualdades sociais e culturais se tornaram mais evidentes no período de recuperação, impactando negativamente a eficiência relativa.

De forma geral, os resultados indicam que, enquanto no período pré-pandemia a eficiência esteve mais associada ao apoio familiar e à estrutura das turmas, no pós-pandemia ganharam relevância os fatores ligados ao bem-estar psicológico e às desigualdades demográficas. Essa mudança de padrão sugere que crises como a Covid-19 podem reconfigurar a relação entre recursos, contexto social e desempenho, ressaltando a necessidade de análises que contemplam diferentes dimensões para orientar a gestão educacional.

4.4. DISCUSSÃO E IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO PÚBLICA

A análise dos testes de hipóteses confirmou que todas as hipóteses das variáveis latentes apontaram correlação e foram comprovadas como verdadeiras. Já as hipóteses das variáveis observadas tiveram algumas aceitas, entre elas (H1b) bem-estar e autorrealização; (H2a) regionalidade, cultura local e estilo de vida; (H2b) etnias; (H3a) assiduidade familiar; (H3c) criminalidade local; e (H4b) lotação de alunos por sala de aula. No entanto, as hipóteses associadas a variáveis demográficas e de diversidade apresentaram efeito negativo em Limeira/SP, sugerindo que seu impacto é condicionado por desigualdades estruturais.

Os resultados analisados reforçam que a eficiência educacional pode ser compreendida a partir da ótica orçamentária enquanto base das informações, porém pode ainda ser associada a elementos de contexto social, cultural e psicológico. Para a gestão pública, isso significa que decisões de alocação de recursos devem considerar, em conjunto, os indicadores financeiros e as condições indiretas das escolas e da comunidade. Nesse sentido, é válido considerar que onde a hipótese consta como verdadeira, os investimentos ali alocados pelas prefeituras vão indicar um provável aumento nos índices de avaliação, como o IDEB.

Além disso, a utilização conjunta de DEA e regressão Tobit pode subsidiar a elaboração de relatórios de indicadores para as administrações municipais e para as controladorias internas, permitindo que gestores tenham instrumentos mais completos para monitorar desempenho, identificar fragilidades e direcionar políticas de apoio de forma mais efetiva.

Tabela 7 - Respostas das Hipóteses e indicação de impacto na educação básica.

Hipóteses: "Impactam o desempenho escolar municipal de Limeira/SP"				
Hipóteses Gerais	V	F	N	Observação
(H1) Psicológicas	x			Apresentou ao menos uma variável de impacto
(H2) Demográficas	x			
(H3) Efeitos comunitários	x			
(H4) Sustentáveis	x			
Sub-hipóteses	DEA	V	F	Observações
(H1a) - motivação, aspirações e responsabilidade	Psic_mot_asp_res			x Apresentou colinearidade (inclusivo - nulo)
(H1b) bem-estar e autorrealização	Psic_bes_aut	x		Impacto em todos os períodos
(H1c) histórico de desempenho	Psic_his			x Apresentou colinearidade (inclusivo - nulo)
(H2a) regionalidade, cultura local e estilo de vida	Dem_reg_cult	x		Impacto - Pós retorno das aulas presenciais
(H2b) etnias	Dem_etn	x		
(H2c) acessibilidade e educação especial	Dem_ace		x	Sem impacto na eficiência
(H3a) assiduidade familiar	Eco_fam	x		Impacto - Antes da pandemia
(H3b) localização e transporte escolar e densidade demográfica	Eco_tra_loc_den		x	Impacto - Pós retorno das aulas presenciais
(H3c) criminalidade local	Eco_cri		x	Sem impacto na eficiência
(H4a) valorização docente e estrutura pedagógica	Sus_doc_ped		x	Sem impacto na eficiência
(H4b) lotação de alunos por sala de aula	Sus_lot	x		Impacto em todos os períodos
(H4c) internet, bibliotecas e laboratórios	Sus_bib_lab_int		x	Sem impacto na eficiência
(H4d) Infraestrutura, alimentação e apoio social	Sus_inf_ali_sae		x	

Fonte: elaboração própria (2025).

5. CONCLUSÃO

Este estudo buscou avaliar a eficiência dos investimentos em escolas de educação básica no município de Limeira/SP entre 2019 e 2021, aplicando a metodologia DEA em duas etapas, associada à regressão Tobit Stepwise. O objetivo foi compreender como variáveis de natureza psicológica, demográfica, comunitária e sustentável influenciaram a eficiência na conversão de insumos em resultados educacionais, considerando dois contextos distintos: o período anterior à pandemia de Covid-19 e o retorno às aulas presenciais.

Os resultados evidenciaram que a eficiência média das escolas foi mais elevada e homogênea em 2019, com parte das unidades próximas à fronteira de eficiência. Em 2021, verificou-se redução da média e aumento da dispersão, refletindo os impactos desiguais da pandemia. A análise multivariada confirmou a relevância de fatores como assiduidade familiar, lotação por sala e bem-estar psicológico, bem como a emergência de variáveis demográficas com efeito negativo no período pós-crise. Esses achados sugerem que a eficiência pode ser analisada sob a ótica orçamentária, mas deve ser associada a elementos de contexto social, cultural e psicológico. Para a gestão municipal e para as controlladorias internas, a aplicação conjunta de DEA e Tobit fornece subsídios para relatórios de indicadores mais completos, que podem apoiar auditorias de desempenho e orientar a alocação de recursos de forma mais qualificada.

Como limitações, destaca-se o recorte em apenas um município e a disponibilidade de dados em período reduzido, o que pode restringir a generalização dos resultados. Futuras pesquisas podem ampliar a série temporal, replicar o modelo em diferentes cidades e explorar novos indicadores. Do ponto de vista prático, o estudo contribui para a elaboração de relatórios de desempenho que podem ser utilizados por prefeituras e órgãos de controle interno como instrumentos de apoio à tomada de decisão. A aplicação conjunta do DEA e da regressão Tobit permite construir indicadores mais completos sobre a eficiência educacional, capazes de orientar gestores na definição de prioridades e na alocação de recursos. Trata-se de uma metodologia replicável em qualquer município ou órgão de controle, oferecendo um caminho para institucionalizar análises baseadas em evidências na administração pública.

REFERÊNCIAS

ABUMALLOH, Rabab A.; ASADI, Shahla; NILASHI, Mehrbakhsh et al. The impact of coronavirus pandemic (COVID-19) on education: The role of virtual and remote laboratories in education. *Technology in Society*, v. 67, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101728>.

ALVES, Maria T. G.; SOARES, José F. Contexto escolar e indicadores educacionais: condições desiguais para a efetivação de uma política de avaliação educacional. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 177-194, 2013. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022013000100012. Acesso em: 2 out. 2025.

APARICIO, Juan; CORDERO, Jose M.; ORTIZ, Lidia. Measuring efficiency in education: The influence of imprecision and variability in data on DEA estimates. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 68, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.03.004>.

BADRUDDIN, Aisha. Impact of demographic profile on sustainability learning: A management education students' survey. *The International Journal of*

Management Education, v. 22, p. 100984, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2024.100984>.

BAENINGER, Rosana; ETULAIN, Carlos José; BÓGUS, Lúcia Maria Machado et al. *Região de Limeira: transformações sociais, espaciais e ambientais*. Campinas: Núcleo de Estudos de População – NEPO/UNICAMP, 2012.

BIRD, Kelli A.; CASTLEMAN, Benjamin L.; SONG, Yifeng. Are algorithms biased in education? Exploring racial bias in predicting community college student success. *Journal of Policy Analysis and Management*, v. 44, p. 379-402, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1002/pam.22569>.

BRASIL. Decreto nº 6.094/07. Dispõe sobre a implementação do Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2007. Disponível em: http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/DEC%206.094-2007?OpenDocument. Acesso em: 2 out. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.113/20. Regulamenta o Fundeb. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 25 dez. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/l14113.htm. Acesso em: 3 out. 2025.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).

DI, Feng. Empirical research on the influencing factors of the conversion efficiency of scientific and technological achievements in colleges and universities based on Tobit model. *Educational Sciences: Theory & Practice*, v. 18, n. 6, p. 2794-2807, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.12738/estp.2018.6.180>.

GROSSI, Giuseppe; HAY, David C.; KURUPPU, Chamara; et al. Changing the boundaries of public sector auditing. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, v. 35, n. 4, p. 417-430, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-05-2023-0079>.

KHATRI, Puja; DUGGAL, Harshleen Kaur; LIM, Weng Marc; et al. Student well-being in higher education: Scale development and validation with implications for management education. *The International Journal of Management Education*, v. 22, p. 100933, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100933>.

LYTRAS, Miltiadis D.; SERBAN, Andreea Claudia; RUIZ, et al. Translating knowledge into innovation capability: an exploratory study investigating the perceptions on distance learning in higher education during the COVID-19 pandemic – the case of Mexico. *Journal of Innovation & Knowledge*, v. 7, n. 4, p., 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100258>.

MARTÍNEZ-CAMPILLO, Almudena; FERNÁNDEZ-SANTOS, Yolanda. The impact of the economic crisis on the (in)efficiency of public Higher Education insti-

tutions in Southern Europe: The case of Spanish universities. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 71, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.100771>.

NEPOMUCENO, Thyago C. C.; AGASISTI, Tommaso; BERTOLETTI, Alice et al. Multicriteria panel-data directional distances and the efficiency measurement of multidimensional higher education systems. *Omega*, v. 125, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2024.103044>.

RELLA, Angela; VITOLLA, Filippo. Efficiency metrics for performance measurement: a review in higher education of main methods and determinants. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 74, n. 3, p. 841–866, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2024-0049>.

RÖNKKÖ, J.; LUHTALA, M. Debate: Supreme audit institutions aiding governments to drive and steer sustainable development. *Public Money & Management*, v. 45, n. 7, p. 651-653, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1080/09540962.2025.2499709>.

SANTOS, R. R.; ROVER, S. Influência da governança pública na eficiência da alocação dos recursos públicos. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 53, n. 4, p. 732-752, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-761220180084>.

SILVA, Pedro M.; MOUTINHO, Victor F.; GASPAR, Pedro M. Do labour productivity, capital productivity and education influence the technical efficiency of entrepreneurial outcomes? Evidence from Europe. *Journal of International Entrepreneurship*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10843-024-00366-5>.

WITTE, Kristof De; LÓPEZ-TORRES, Laura. Efficiency in education: a review of literature and a way forward. *Journal of the Operational Research Society*, v. 68, n. 4, p. 339-363, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1057/jors.2015.92>.

WOLSZCZAK-DERLACZ, Joanna. An evaluation and explanation of (in)efficiency in higher education institutions in Europe and the U.S. with the application of two-stage semi-parametric DEA. *Research Policy*, v. 46, n. 9, p. 1595-1605, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.07.010>.

ZENG, Juying; ŠKARE, Marinko; LAFONT, Juan. The co-integration identification of green innovation efficiency in Yangtze River Delta region. *Journal of Business Research*, v. 134, p. 252-262, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.02.061>.

ZOFIO, Jose L.; APARICIO, Juan; BARBERO, Javier; et al. Benchmarking performance through efficiency analysis trees: Improvement strategies for Colombian higher education institutions. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 92, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.101845>.