



MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZONIA
CAMPUS TOMÉ-AÇU
PROGRAMA DE POS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO PUBLICA - PROFIAP

ALLAN PINHEIRO MONTEIRO

**EFICIÊNCIA TÉCNICA DO ENSINO MÉDIO DAS UNIDADES FEDERATIVAS NO
BRASIL E IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO PÚBLICA: EVIDÊNCIAS POR DEA**

TOMÉ-AÇU

2026

ALLAN PINHEIRO MONTEIRO

**EFICIÊNCIA TÉCNICA DO ENSINO MÉDIO ESTADUAL NO BRASIL E
IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO PÚBLICA: EVIDÊNCIAS POR DEA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração Pública em Rede Nacional - PROFIAP associada à Universidade Federal Rural da Amazônia *Campus* Tomé-açu, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Administração Pública.

Orientador: Prof. Dr. David Costa Correia Silva

TOMÉ-AÇU

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M772e Monteiro, Allan Pinheiro

Eficiência técnica do ensino médio das unidades federativas no Brasil e implicações para a gestão pública : evidências por DEA / Allan Pinheiro Monteiro. - 2026.
112 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. David Costa Correia Silva

1. Eficiência técnica. 2. Ensino médio estadual. 3. Análise Envoltória de Dados. 4. Benchmarking.
5. Gestão pública. I. Silva, David Costa Correia , *orient.* II. Título

CDD 351.8115

ALLAN PINHEIRO MONTEIRO

**EFICIÊNCIA TÉCNICA DO ENSINO MÉDIO ESTADUAL NO BRASIL E
IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO PÚBLICA: EVIDÊNCIAS POR DEA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração Pública em Rede Nacional - PROFIAP associada à Universidade Federal Rural da Amazônia *Campus* Tomé-açu, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Administração Pública.

Data da aprovação: 22/06/2026

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. David Costa Correia Silva (Orientador)
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Prof. Dr. Madson Bruno da Silva Monte (interno)
Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Profa. Dra. Edna Torres de Araújo (interno)
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Prof. Dr. Josimar da Silva Freitas (externo)
Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA

Dedico este trabalho a minha família, amigos, colegas, professores e animais que acompanharam e me auxiliaram durante todo esse período de que passei na universidade e contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as conquistas e pela força nos momentos desafiadores.

À minha mãe, Maria Célia Alves Pinheiro, por todo amor, apoio e incentivo à minha formação acadêmica. Sua dedicação foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

Ao meu companheiro Deivison Lopes Silva, pela paciência, compreensão e suporte durante esta jornada.

Às minhas tias, Cristina dos Reis Monteiro e Socorro Rodrigues Ferreira, minha eterna gratidão. O apoio, o incentivo e a generosidade de vocês foram fundamentais durante minha trajetória no ensino médio e na graduação, tornando possível chegar até aqui.

Ao meu irmão, Allano Pinheiro Monteiro, por ter me hospedado em sua casa em Belém durante as aulas do mestrado, e à minha amiga, Adriana Santos da Silva, que me hospedou em sua casa em Tomé-Açu nos períodos presenciais. A generosidade, a paciência e o acolhimento de ambos foram essenciais para que eu pudesse dedicar-me a esta formação, tornando esta caminhada mais leve e possível.

Ao meu orientador, Prof. Dr. David Costa Correia Silva, pela confiança, pela orientação precisa e pelo estímulo constante ao longo de todo o mestrado. Sua generosidade intelectual e rigor acadêmico foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Madson Bruno da Silva Monte e Prof. Dr. Josimar da Silva Freitas, pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições ao aprimoramento desta dissertação.

Aos professores e professoras do PROFIAP, pela excelência na formação e pelo compromisso com a educação pública. Em especial à Professora Edna Araujo, coordenadora do curso na UFRA. Sua dedicação e empenho em “parir” o mestrado – como costuma dizer – para que esta oportunidade se abrisse para nós jamais será esquecido. Este trabalho também é fruto da sua luta.

Aos colegas da minha turma, que foram fundamentais para me motivar e me fazer continuar até o fim. O companheirismo, as trocas e o apoio mútuo ao longo desta jornada foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e à Coordenação do PROFIAP, pelo suporte institucional e pelas condições oferecidas para o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço também aos servidores da Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC-PA), pela receptividade e pelo interesse na aplicabilidade prática deste estudo.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, amigos, familiares e colegas, meus sinceros agradecimentos.

“A mensuração de desempenho é essencial para melhorar a eficiência e a qualidade dos serviços públicos”

(Christopher Pollitt, 2013)

RESUMO

A avaliação da eficiência técnica na oferta do ensino médio constitui um desafio central para a gestão pública educacional no Brasil, diante da heterogeneidade regional e das restrições fiscais que caracterizam o setor. O problema que orienta este estudo é: como se configura a eficiência técnica do ensino médio estadual nos estados brasileiros, considerando a capacidade relativa de transformar recursos disponíveis em resultados de aprendizagem? O objetivo geral consiste em avaliar essa eficiência técnica, por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA), adotando-se uma abordagem comparativa de eficiência relativa. As 27 Unidades da Federação foram tratadas como Unidades Tomadoras de Decisão, considerando dados de 2023 do Censo Escolar, do SIOPE e da PNAD Contínua. Como *inputs*, utilizaram-se: professores, escolas estaduais, escolas com internet, escolas com biblioteca e despesa educacional; como *outputs*: IDEB e taxa de escolarização da população de 15 a 17 anos. Os resultados revelam que, sob o modelo CCR (retornos constantes de escala), apenas 2 estados (7,4%) são eficientes; já no modelo BCC (retornos variáveis), 9 estados (33,3%) alcançam a fronteira eficiente, incluindo São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina, Goiás, Distrito Federal, Acre e Roraima. A análise de *benchmarking* identificou o Espírito Santo como referência recorrente para 15 das 18 unidades ineficientes. Para o Pará, foram projetados alvos factíveis: elevação do IDEB de 4,3 para 4,5 e da taxa de escolarização de 88,5% para 92,7%, mantidos os recursos atuais. O estudo contribui teoricamente ao validar a hipótese dos retornos decrescentes de escala no setor público educacional; metodologicamente, ao demonstrar que a aplicação integrada dos modelos CCR e BCC discrimina com clareza os componentes estruturais e gerenciais da ineficiência; e praticamente, ao oferecer um Produto Técnico-Tecnológico (Guia Técnico) direcionado à Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC-PA). Conclui-se que a ineficiência no ensino médio estadual não é homogênea, manifestando-se de forma dual – estrutural (associada à escala) e gerencial (associada ao uso dos recursos) –, o que exige intervenções diferenciadas e orienta a gestão pública para o aprimoramento da governança e da alocação de recursos.

Palavras-chave: Eficiência técnica; Ensino médio estadual; Análise Envoltória de Dados (DEA); *Benchmarking*; Gestão pública.

ABSTRACT

The assessment of technical efficiency in upper secondary education provision represents a central challenge for educational public management in Brazil, given the regional heterogeneity and fiscal constraints that characterize the sector. The research question guiding this study is: how is technical efficiency configured in state-level upper secondary education across Brazilian states, considering their relative capacity to transform available resources into learning outcomes? The general objective is to evaluate this technical efficiency through the application of Data Envelopment Analysis (DEA), adopting a comparative approach to relative efficiency. The 27 Federation Units were treated as Decision-Making Units, using 2023 data from the School Census, SIOPE, and the Continuous PNAD. Inputs included: teachers, state schools, schools with internet access, schools with libraries, and educational expenditure; outputs included: IDEB and the enrollment rate of the population aged 15 to 17 years. Results reveal that, under the CCR model (constant returns to scale), only 2 states (7.4%) are efficient; under the BCC model (variable returns to scale), 9 states (33.3%) achieve the efficiency frontier, including São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina, Goiás, the Federal District, Acre, and Roraima. Benchmarking analysis identified Espírito Santo as a recurrent reference for 15 of the 18 inefficient units. For the state of Pará, feasible targets were projected: raising IDEB from 4.3 to 4.5 and the enrollment rate from 88.5% to 92.7%, while maintaining current resources. The study contributes theoretically by validating the hypothesis of decreasing returns to scale in the educational public sector; methodologically, by demonstrating that the integrated application of the CCR and BCC models clearly distinguishes structural and managerial components of inefficiency; and practically, by offering a Technical-Technological Product (Technical Guide) delivered to the State Department of Education of Pará (SEDUC-PA). It is concluded that inefficiency in state-level upper secondary education is not homogeneous, manifesting in a dual form – structural (associated with scale) and managerial (associated with resource use) – which requires differentiated interventions and guides public management toward the improvement of governance and resource allocation.

Keywords: Technical efficiency; Upper secondary education; Data Envelopment Analysis (DEA); Benchmarking; Public management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação conceitual das fronteiras de eficiência nos modelos CCR e BCC .	26
Figura 2 – Distribuição percentual das Unidades da Federação segundo a classificação de eficiência técnica nos modelos CCR e BCC.....	51
Figura 3 – Distribuição geográfica dos escores de eficiência técnica total (modelo CCR orientado a output) das redes estaduais de ensino médio no Brasil, 2023.....	54
Figura 4 – Distribuição espacial dos escores de eficiência técnica das redes estaduais de ensino médio nos modelos BCC (orientados a output).....	56
Tabela 1 – Variáveis utilizadas no modelo DEA.....	42
Tabela 2 – Correlação de Pearson entre <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	50
Tabela 3 – Escores de eficiência técnica das redes estaduais de ensino médio nos modelos CCR e BCC (orientação a output)	52
Tabela 4 – Unidades de referência (benchmarks) das redes estaduais de ensino médio segundo o modelo BCC orientado a output	58
Tabela 5 – Alvos de eficiência para o estado do Pará segundo o modelo BCC orientado a <i>output</i>	61
Tabela 6 - Roteiro de implementação do Guia Técnico na SEDUC-PA	65
Tabela 7 – Atributos qualificadores do Produto Técnico-Tecnológico	66

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

DEA - Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*)
DMU - Unidade Tomadora de Decisão (*Decision Making Unit*)
CCR - Modelo Charnes, Cooper e Rhodes (Retornos Constantes de Escala)
BCC - Modelo Banker, Charnes e Cooper (Retornos Variáveis de Escala)
CRS - Retornos Constantes de Escala (*Constant Returns to Scale*)
VRS - Retornos Variáveis de Escala (*Variable Returns to Scale*)
IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
SAEB - Sistema de Avaliação da Educação Básica
INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Contínua)
FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
SIOPE - Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Educação
LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
FUNDEB - Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação
PNE - Plano Nacional de Educação
PROFIAP - Programa de Pós-graduação em Administração Pública em Rede Nacional
UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia
PTT - Produto Técnico Tecnológico
SBM - *Slacks-Based Measure*
OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (*Organisation for Economic Co-operation and Development*)
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1. Referencial Teórico	16
2.1.1. Administração Pública e Gestão por resultados.....	16
2.1.2. Fatores de Produção e Eficiência Técnica	17
2.1.3. Eficiência no setor público.....	19
2.1.4. Teoria da Eficiência aplicada à Administração Pública e à Educação.....	21
2.1.5. Educação básica brasileira, com ênfase no ensino médio.....	22
2.1.6. A Análise Envoltória de Dados (DEA).....	23
2.1.7. Benchmarking	27
2.2. Revisão da Literatura	29
2.2.1. Evidências do Estado da Arte e Lacunas da Literatura.....	30
2.2.2. Aplicações da DEA na Educação: Evidências internacionais e nacionais.....	31
2.2.3. Eficiência no ensino médio	33
2.2.4. Evolução metodológica da DEA na educação	34
2.2.5. Variáveis e Modelos DEA na Literatura Educacional	36
2.2.6. Boas Práticas de Gestão Escolar	37
3. METODOLOGIA	40
3.1. Delineamento da pesquisa, unidade de análise e base de dados	40
3.2. Variáveis do modelo DEA	42
3.2.1. Variáveis de entrada (Inputs)	43
3.2.2. Variáveis de saída (Outputs)	44
3.3. Orientação do modelo DEA.....	45
3.4. Modelos DEA.....	45
3.4.1. Modelo Constant Returns to Scale - CRS (CCR)	46
3.4.2. Modelo Variable Returns to Scale - VRS (BCC).....	47
3.5. Procedimentos de cálculo e operacionalização	48

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
4.1. Panorama Geral e Distribuição dos Escores de Eficiência	50
4.2. Resultados da Eficiência sob Retornos Constantes de Escala - CCR.....	53
4.3. Resultados da Eficiência sob Retornos Variáveis de Escala - BCC	55
4.4. Resultados de <i>benchmarking</i> e unidades de referência.....	57
4.5. Análise de Alvos de Eficiência: Implicações Gerenciais.....	60
4.6. Síntese final.....	62
5. PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO (PTT).....	64
5.1. Contexto e situação-problema.....	64
5.2. Estrutura e conteúdo do Guia Técnico	65
5.3. Roteiro de implementação.....	65
5.4. Atributos qualificadores do PTT	66
5.5. Considerações finais sobre o PTT.....	66
6. CONCLUSÃO	67
6.1. Síntese dos achados.....	67
6.2. Contribuições do estudo	68
6.3. Limitações do estudo.....	69
6.4. Recomendações e agenda de pesquisa futura.....	69
REFERÊNCIA.....	71
APÊNDICE A.....	76
Produto Técnico Tecnológico - PTT.....	76

1. INTRODUÇÃO

A educação constitui um dos principais vetores de desenvolvimento humano, social e econômico das sociedades contemporâneas, ao promover a formação de competências cognitivas, sociais e produtivas indispensáveis à participação cidadã e ao crescimento sustentável (Hanushek; Woessmann, 2020). Sistemas educacionais mais eficazes estão associados a maiores níveis de produtividade, inovação tecnológica e bem-estar social, conferindo à educação papel estratégico no desenho e na implementação de políticas públicas de longo prazo (Andrade et al., 2022; Ganga et al., 2025).

No contexto brasileiro, a educação básica ocupa posição central na agenda pública por representar a base institucional sobre a qual se estruturam as trajetórias educacionais e profissionais dos indivíduos (Brasil, 2014). Entre as etapas que a compõem, o ensino médio assume relevância particular, por constituir o elo entre a escolarização obrigatória e a inserção no ensino superior ou no mercado de trabalho. A efetividade dessa etapa condiciona, de forma decisiva, as oportunidades futuras dos estudantes, especialmente em um país marcado por profundas desigualdades sociais e regionais (OECD, 2024).

Embora o acesso à educação básica tenha sido ampliado nas últimas décadas, persistem desafios significativos relacionados à qualidade do ensino e à utilização eficiente dos recursos públicos (Soriano et al., 2021). Indicadores educacionais amplamente utilizados, como o IDEB, fornecem informações relevantes sobre resultados de aprendizagem, mas não permitem avaliar, de forma comparativa, como diferentes estados transformam os recursos disponíveis em desempenho educacional, nem distinguir se diferenças observadas decorrem de limitações estruturais, gerenciais ou de escala (Lopes; Dantas; Lima, 2024).

Essa limitação analítica torna-se ainda mais relevante em países de renda média, como o Brasil, nos quais a escassez relativa de recursos públicos impõe restrições à expansão dos gastos educacionais (OECD, 2024). Nesse contexto, o uso ineficiente dos recursos disponíveis pode comprometer a efetividade das políticas educacionais e perpetuar desigualdades regionais, tornando a eficiência na gestão pública da educação uma questão não apenas econômica, mas também social e ética (Soares; Santos, 2024).

Adicionalmente, as disparidades socioeconômicas entre as Unidades da Federação influenciam de maneira significativa a capacidade dos estados de prover educação de qualidade. Diferenças em renda, infraestrutura, capital humano e acesso a serviços públicos condicionam tanto a disponibilidade de insumos educacionais quanto os resultados alcançados pelos sistemas de ensino (Giménez et al., 2020). Compreender essas diferenças é fundamental

para distinguir limitações de natureza estrutural de ineficiências associadas à forma como os recursos educacionais são organizados e utilizados.

Apesar do avanço em estudos sobre desempenho educacional, ainda é limitada a evidência comparativa acerca da eficiência técnica dos estados brasileiros na oferta do ensino médio, especialmente sob abordagens capazes de considerar simultaneamente múltiplos insumos e resultados.

A lacuna reside na ausência de um diagnóstico que diferencie ineficiências de natureza estrutural daquelas de natureza gerencial associadas ao uso e à alocação dos recursos disponíveis. Essa distinção é fundamental para orientar políticas públicas diferenciadas, pois intervenções voltadas a problemas estruturais demandam ações de médio e longo prazo, enquanto desafios gerenciais podem ser enfrentados por meio de ajustes organizacionais e de gestão em horizontes mais curtos.

O gap científico que este estudo busca preencher é a aplicação da DEA em escala nacional para o ensino médio estadual, com ênfase na distinção entre eficiência técnica total e eficiência gerencial pura, de modo a identificar se a ineficiência observada decorre predominantemente do porte das redes ou da qualidade da gestão educacional.

Nesse cenário, emerge o problema que orienta este estudo: como se configura a eficiência técnica da educação básica, no nível do ensino médio estadual, nos estados brasileiros, considerando a capacidade relativa das Unidades da Federação de transformar recursos disponíveis em resultados de aprendizagem, à luz da Análise Envoltória de Dados?

Diante desse problema, o objetivo geral desta pesquisa consiste em avaliar a eficiência técnica da educação básica, no nível do ensino médio estadual, nos estados brasileiros, considerando a capacidade relativa das Unidades da Federação de transformar recursos disponíveis em resultados de aprendizagem.

A relevância do estudo manifesta-se em três dimensões principais. Em primeiro lugar, contribui metodologicamente ao aplicar a DEA em escala estadual para a avaliação da eficiência educacional, abordagem ainda pouco explorada nos estudos nacionais (Torres; Ramos, 2024). Em segundo lugar, oferece evidências práticas recentes capazes de subsidiar decisões governamentais voltadas à racionalização do uso de recursos e ao aprimoramento da gestão pública educacional (Dias; Moraes; Mariano, 2022). Por fim, reforça a centralidade do ensino médio como etapa estratégica da educação básica, destacando o papel da eficiência na promoção da equidade e da qualidade educacional (World Bank, 2023).

A contribuição teórica do estudo reside na validação empírica da hipótese dos retornos decrescentes de escala no setor público educacional brasileiro, oferecendo evidências para um

debate frequentemente conduzido de forma especulativa, bem como na proposição de um modelo analítico que distingue fontes estruturais e gerenciais de ineficiência.

Esta dissertação está estruturada em sete seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta a fundamentação teórica, subdividida em referencial teórico e revisão da literatura. A terceira seção descreve os procedimentos metodológicos adotados no estudo. A quarta seção apresenta e discute os resultados obtidos. A quinta seção apresenta o Produto Técnico-Tecnológico (PTT) desenvolvido no âmbito da pesquisa. A sexta seção reúne as conclusões, limitações da pesquisa e recomendações direcionadas a gestores e pesquisadores das áreas de administração pública e políticas educacionais. A sétima seção apresenta as referências bibliográficas utilizadas. Por fim, os apêndices complementam o trabalho com a proposta contextualizada do PTT e os relatórios utilizados para retirar os dados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O objetivo deste capítulo é estruturar e sistematizar os fundamentos conceituais e analíticos relacionados à DEA e à eficiência educacional, de modo a sustentar as escolhas metodológicas do estudo, orientar a interpretação dos resultados e situar a pesquisa no contexto da produção científica sobre educação básica. A base empírica que subsidia esta discussão contempla artigos indexados nas bases *Scopus* e *Web of Science*, no período de 2000 a 2025, o que possibilita identificar tendências, lacunas e avanços relevantes na literatura internacional sobre eficiência educacional (Donthu et al., 2021).

A fundamentação teórica deste estudo foi organizada de modo a assegurar clareza analítica, rigor metodológico e adequada distinção entre os diferentes níveis de abstração envolvidos na investigação. Para esse fim, optou-se por estruturar o capítulo em duas partes complementares.

O Referencial Teórico concentra-se na apresentação e articulação dos principais conceitos, teorias e abordagens analíticas que sustentam a pesquisa, fornecendo o arcabouço conceitual necessário para orientar as escolhas metodológicas e a interpretação dos resultados (Donthu et al., 2021). Por sua vez, a Revisão da Literatura dedica-se à análise sistemática da produção científica recente relacionada ao tema investigado, com ênfase nas abordagens empíricas adotadas, nos modelos analíticos empregados, nas variáveis utilizadas e nos principais achados reportados pelos estudos (Page et al., 2021).

2.1. Referencial Teórico

2.1.1. Administração Pública e Gestão por resultados

A Administração Pública compreende o conjunto de estruturas, processos e capacidades institucionais responsáveis pela formulação, implementação e avaliação das políticas públicas, bem como pela provisão de bens e serviços à sociedade (Silva et al., 2024). Esse campo é crescentemente interpretado a partir da ótica da capacidade estatal, envolvendo planejamento, coordenação interorganizacional, uso sistemático de informações e monitoramento de desempenho, orientados à geração de resultados e de valor público em contextos de restrição fiscal e elevada complexidade social (OECD, 2021; World Bank, 2023).

Embora as abordagens enfatizem governança e desempenho, a Administração Pública mantém como base histórica a racionalidade burocrática do Estado moderno, caracterizada pela impessoalidade, pela hierarquia e pela formalização de regras (Weber, 2015). Esses elementos permanecem estruturantes da ação administrativa e constituem o ponto de partida para a

incorporação, nas últimas décadas, de modelos de gestão orientados a resultados no setor público (Gomide; Lins; Machado, 2021).

No contexto brasileiro, a atuação administrativa é balizada por princípios constitucionais, entre os quais se destaca a eficiência como diretriz explícita da ação estatal, conforme o art. 37 da Constituição Federal de 1988. No campo educacional, a própria Constituição define a educação como direito social e dever do Estado, estabelece princípios de qualidade e gestão democrática e organiza a oferta do ensino em regime de colaboração entre os entes federativos, atribuindo aos estados papel central na provisão e gestão do ensino médio (Brasil, 1988). A Lei nº 9.394/1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB) detalha essas competências administrativas, reforçando a responsabilidade estadual quanto à alocação de recursos, ao planejamento educacional e ao acompanhamento de resultados (Brasil, 1996).

O financiamento e o planejamento da educação básica são operacionalizados por instrumentos institucionais como o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação - FUNDEB e o Plano Nacional de Educação, que introduzem mecanismos de vinculação de recursos, metas e indicadores de acompanhamento. Ainda que esses instrumentos não sejam objeto direto de mensuração neste estudo, eles reforçam o enquadramento da política educacional brasileira em uma lógica de gestão orientada a desempenho e resultados (Brasil, 2014, 2020).

Nesse contexto, o desempenho das políticas educacionais depende menos do volume absoluto de recursos disponíveis e mais da qualidade da gestão, da capacidade administrativa e da coordenação institucional entre os entes federativos (Andrade et al., 2022). Assim, limitações gerenciais e organizacionais tendem a produzir ineficiências persistentes, mesmo em contextos de elevado esforço fiscal (Trabelsi; Boujelbene, 2024).

Dessa forma, a centralidade atribuída à eficiência no paradigma contemporâneo da Administração Pública fornece o fundamento analítico para o uso de instrumentos quantitativos de mensuração do desempenho estatal. A avaliação da eficiência técnica, por meio de modelos como a DEA, constitui um mecanismo compatível com a lógica da gestão por resultados. Esse enquadramento estabelece a base conceitual necessária para a discussão dos fatores de produção e da eficiência técnica, desenvolvida na subseção seguinte.

2.1.2. Fatores de Produção e Eficiência Técnica

A eficiência técnica refere-se à capacidade de uma unidade produtiva gerar o máximo de resultados a partir de um conjunto dado de insumos ou, alternativamente, alcançar

determinado nível de produção utilizando a menor quantidade possível de recursos (Ahmad; Khurizan, 2024). Trata-se de um indicador de desempenho relativo, construído a partir da comparação entre unidades homogêneas, permitindo distinguir aquelas que operam sobre a fronteira de eficiência daquelas que apresentam desperdícios ou uso subótimo dos fatores de produção. Essa concepção, oriunda da economia da produção, fundamenta o uso de modelos de fronteira, como a DEA, em estudos aplicados ao setor público e educacional (Chen et al., 2020; Farrell, 1957).

No campo educacional, a análise da eficiência técnica está diretamente associada à teoria do capital humano, segundo a qual a educação constitui um fator central para o desenvolvimento econômico e social. A ampliação da escolaridade e da qualidade do ensino contribui para o aumento da produtividade individual, da empregabilidade e da capacidade de geração de renda, produzindo efeitos positivos tanto em nível microeconômico quanto macroeconômico (Hanushek; Woessmann, 2020).

A operacionalização empírica da eficiência técnica na educação encontra respaldo na teoria dos fatores de produção, que distingue diferentes tipos de insumos mobilizados na geração de bens e serviços. Essa abordagem permanece central nos estudos de eficiência, de Pinto (2018), por permitir identificar como a combinação e o uso relativo dos recursos influenciam o desempenho institucional, especialmente em contextos marcados por heterogeneidade estrutural e desigualdades regionais. Assim, a análise dos fatores de produção fornece a base conceitual para a seleção de variáveis empregadas em modelos quantitativos de avaliação da eficiência educacional (Agasisti; Ribeiro; Montemor, 2022; Pinto, 2018).

O capital humano constitui o principal fator de produção educacional e corresponde ao conjunto de docentes, gestores e demais profissionais envolvidos nas atividades escolares. Esse capital abrange tanto dimensões quantitativas, como número de profissionais, quanto aspectos qualitativos, como formação, experiência, estabilidade e competência pedagógica (Hanushek; Woessmann, 2020). A qualidade do capital humano exerce influência direta sobre os resultados educacionais, afetando o desempenho dos estudantes e a eficiência dos sistemas de ensino (OECD, 2024).

O capital físico refere-se à infraestrutura escolar, aos equipamentos pedagógicos, aos materiais didáticos e às condições dos ambientes de aprendizagem. Esses elementos afetam os processos de ensino e aprendizagem ao influenciar a permanência dos estudantes, o engajamento escolar e a segurança do ambiente educacional (Agasisti; Ribeiro; Montemor, 2022). A infraestrutura adequada potencializa os efeitos do capital humano e das práticas de

gestão, contribuindo para melhores resultados educacionais quando articulada a estratégias pedagógicas consistentes.

O capital financeiro diz respeito aos recursos orçamentários destinados ao custeio e ao investimento nos sistemas educacionais, constituindo a base material para a manutenção das redes de ensino (Mankiw, 2014). A disponibilidade de recursos é condição necessária para o funcionamento do sistema, porém não suficiente para assegurar elevados níveis de desempenho. A eficiência depende, sobretudo, da forma como os recursos financeiros são alocados e geridos, e não apenas de seu volume absoluto (Ahmad; Khurizan, 2024).

Outros fatores, como capital natural, capital social e capital organizacional, também exercem influência sobre o desempenho educacional ao condicionarem o acesso, a permanência e o clima escolar (Soriano et al., 2021). Aspectos territoriais, relações de cooperação entre escola e comunidade e práticas de gestão e liderança pedagógica afetam os resultados educacionais, especialmente em contextos vulneráveis. Contudo, tais dimensões apresentam limitações de mensuração comparativa em nível estadual, o que restringe sua incorporação direta em modelos quantitativos de eficiência (Andrade et al., 2022; Ganga et al., 2025).

Dessa forma, embora os sistemas educacionais operem como estruturas produtivas complexas, este estudo concentra-se nos fatores de produção para os quais há dados padronizados, comparáveis e amplamente utilizados na literatura empírica. A análise da eficiência técnica baseia-se, portanto, na relação entre insumos associados ao capital humano, físico e financeiro e os resultados educacionais observados. Essa escolha metodológica permite examinar como os recursos disponíveis são combinados e transformados em desempenho educacional, fornecendo o suporte analítico para a avaliação empírica desenvolvida nos capítulos seguintes.

2.1.3. Eficiência no setor público

A avaliação da eficiência no setor público ocupa posição central no debate contemporâneo sobre políticas educacionais, especialmente em contextos caracterizados por restrições fiscais, desigualdades estruturais e crescente demanda social por transparência e resultados (Andrade et al., 2022). Nesse cenário, a eficiência é compreendida como a capacidade do Estado de transformar recursos públicos em resultados socialmente relevantes, permitindo comparar desempenhos relativos entre unidades semelhantes e identificar margens potenciais de melhoria na utilização dos recursos disponíveis (Oliveira; Flach; Mattos, 2019).

Níveis mais elevados de gasto público não se traduzem automaticamente em melhores resultados educacionais (OECD, 2021). Em contrapartida, sistemas de ensino dotados de maior capacidade administrativa, coordenação intergovernamental e uso sistemático de informações tendem a apresentar desempenho superior, independentemente do volume de recursos empregados (World Bank, 2023). Essa evidência reforça a centralidade da gestão pública como fator explicativo da eficiência no setor educacional.

No âmbito da educação básica, a eficiência está diretamente associada à capacidade dos sistemas estaduais e municipais de converter insumos - humanos, físicos e financeiros - em melhorias consistentes na aprendizagem e na equidade educacional. Embora a ampliação do financiamento seja condição necessária para o funcionamento do sistema, seus efeitos dependem da qualidade da gestão pública e da capacidade institucional de planejamento e coordenação institucional, elementos decisivos para a transformação de recursos em resultados educacionais efetivos (Soares; Santos, 2024).

Além do mais, observa-se a existência de relações não lineares entre gasto e desempenho, nas quais níveis mais elevados de investimento coexistem com baixos níveis de eficiência relativa (Afonso; Jalles; Venâncio, 2021). Esse fenômeno tem sido associado a falhas de coordenação, rigidez burocrática e limitações na capacidade administrativa, que reduzem a produtividade marginal dos recursos públicos.

No setor educacional, o aumento de recursos financeiros não se traduz necessariamente em melhores resultados de aprendizagem, sendo a eficiência fortemente condicionada por fatores gerenciais, organizacionais e institucionais (Haelermans & Ruggiero, 2017; Johnes, 2022).

No campo da saúde, sistemas com elevado gasto público frequentemente apresentam níveis reduzidos de eficiência técnica, em razão de falhas de coordenação, alocação inadequada de recursos e limitações na gestão dos serviços, refletindo, em muitos casos, a presença de retornos decrescentes de escala entre gasto e resultados (Canzonieri; Giamboni, 2024).

De forma semelhante, no setor de infraestrutura, maiores volumes de investimento não garantem, por si só, melhor desempenho operacional, sendo frequentes situações de baixa eficiência associadas a falhas de governança, planejamento e execução de projetos (Drama; Soro; Senou, 2025).

À luz dessas evidências, consolida-se o entendimento de que a ineficiência no setor público pode ter origens distintas. Parte dela decorre de limitações gerenciais, associadas ao uso inadequado dos recursos disponíveis, enquanto outra parcela pode estar relacionada à escala de operação dos sistemas, isto é, ao fato de operarem acima ou abaixo de um porte

considerado tecnicamente adequado. Essa distinção é particularmente relevante em sistemas educacionais heterogêneos, como o brasileiro, e possui implicações diretas para o diagnóstico e para a formulação de políticas públicas diferenciadas.

Nesse contexto, cresce a demanda por instrumentos analíticos capazes de avaliar não apenas quanto se gasta, mas como os recursos são utilizados. A análise da eficiência por meio de modelos quantitativos, como a DEA, permite mensurar o desempenho relativo dos sistemas de ensino, identificar boas práticas e apoiar o processo decisório dos gestores públicos, oferecendo subsídios objetivos para intervenções orientadas à melhoria da eficiência (Andrade et al., 2022).

Além de mensurar a relação entre insumos e resultados, a avaliação da eficiência no setor público contribui para compreender como fatores institucionais - governança, planejamento, uso de dados e liderança administrativa - condicionam a produtividade dos recursos educacionais. Ao fornecer evidências comparáveis e sistemáticas, esses instrumentos desempenham papel estratégico na promoção de políticas educacionais mais eficientes, equitativas e sustentáveis, preparando o terreno para análises mais específicas sobre os modelos de eficiência empregados neste estudo (Trabelsi; Boujelbene, 2024).

2.1.4. Teoria da Eficiência aplicada à Administração Pública e à Educação

A aplicação da teoria da eficiência no âmbito da Administração Pública ultrapassa a dimensão estritamente técnica e assume caráter normativo, ao orientar a atuação estatal para a maximização dos resultados sociais diante da escassez de recursos. Nesse sentido, a eficiência passa a ser entendida como princípio orientador da ação pública, associado à responsabilidade no uso dos recursos coletivos e à entrega de valor público. No setor educacional, essa perspectiva adquire relevância particular, uma vez que a educação constitui direito social fundamental e demanda elevados volumes de investimento público contínuo (Trabelsi; Boujelbene, 2024).

Sob essa perspectiva, a eficiência educacional é compreendida como a capacidade do Estado de converter recursos financeiros, humanos e institucionais em resultados educacionais consistentes, equitativos e socialmente desejáveis. Tal abordagem implica avaliar, de forma integrada, a ampliação do acesso, a qualidade da aprendizagem e a redução das desigualdades educacionais (Soares; Santos, 2024). Políticas educacionais eficientes, nesse contexto, são aquelas capazes de articular desempenho acadêmico, equidade e sustentabilidade fiscal, especialmente em sistemas federativos caracterizados por elevada heterogeneidade institucional e por persistentes assimetrias regionais (Soriano et al., 2021).

No campo da Administração Pública, a incorporação da eficiência como eixo da gestão orientada a resultados reforça a necessidade de instrumentos analíticos capazes de avaliar o desempenho relativo das políticas públicas. Abordagens baseadas em fronteiras de eficiência permitem comparar unidades semelhantes, identificar padrões de desempenho e orientar processos de planejamento, monitoramento e realocação de recursos (Ganga et al., 2025).

2.1.5. Educação básica brasileira, com ênfase no ensino médio

A educação básica no Brasil compreende a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio, configurando-se como direito social assegurado pela Constituição Federal de 1988 e regulamentado pela LDB. No arranjo federativo brasileiro, a União exerce funções normativas, redistributivas e de coordenação, enquanto os estados assumem responsabilidade predominante pela oferta do ensino médio (Brasil, 1988, 1996). Essa etapa é, portanto, gerida em um contexto descentralizado, marcado por heterogeneidade institucional e por expressivas desigualdades regionais de capacidade administrativa e financeira.

Essas desigualdades estruturais afetam diretamente a provisão educacional, sobretudo quando se consideram as diferenças de arrecadação tributária, de qualificação docente, de infraestrutura escolar e de capacidade de gestão das redes de ensino. Em sistemas federativos altamente heterogêneos, como o brasileiro, limitações nos mecanismos de coordenação e equalização tendem a produzir variações significativas de desempenho entre os entes subnacionais, reforçando assimetrias históricas de acesso, qualidade e resultados educacionais (Soares; Santos, 2024).

O ensino médio constitui uma etapa particularmente sensível do sistema educacional brasileiro, pois reúne desafios pedagógicos, organizacionais e institucionais mais complexos do que os observados nas etapas anteriores. A maior exigência curricular, a necessidade de formação docente especializada e a ampliação das demandas de gestão escolar tornam essa etapa mais vulnerável a problemas como evasão, defasagem idade-série e baixos níveis de aprendizagem quando as condições institucionais não são adequadamente asseguradas (Nardi, 2023).

Fragilidades educacionais têm sido associadas, em diferentes contextos nacionais, à combinação de condicionantes socioeconômicos adversos, práticas pedagógicas pouco eficazes e limitações estruturais dos sistemas de ensino (OECD, 2024). A persistência dessas condições, quando não enfrentadas de maneira coordenada por políticas públicas integradas, tende a produzir a reprodução das desigualdades de origem ao longo das trajetórias escolares,

restringindo o acesso de estudantes de baixa renda a oportunidades educacionais e ocupacionais mais qualificadas (Lopes; Dantas; Lima, 2024).

No caso brasileiro, a dificuldade em assegurar aprendizagem significativa no ensino médio possui implicações diretas para a mobilidade social intergeracional e para o desenvolvimento econômico de longo prazo. Sistemas educacionais de melhor desempenho associam-se a maiores níveis de mobilidade social, ao passo que contextos caracterizados por baixa qualidade e elevada desigualdade educacional tendem a perpetuar trajetórias ocupacionais precárias e retornos reduzidos da escolaridade (Hanushek; Woessmann, 2020; Ogawa, 2025).

As políticas de avaliação externa desempenham papel estratégico na governança educacional ao ampliar a disponibilidade de dados padronizados e comparáveis. A consolidação de instrumentos como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e o Censo Escolar fortaleceu o monitoramento do desempenho educacional e possibilitou análises sistemáticas das redes de ensino em nível estadual. Nesse contexto, a capacidade de uso das informações para planejamento, acompanhamento e tomada de decisão emerge como dimensão central da gestão educacional (INEP, 2023).

2.1.6. A Análise Envoltória de Dados (DEA)

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA) constitui uma metodologia não paramétrica de mensuração da eficiência relativa, originalmente proposta por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) a partir das formulações pioneiras de Farrell (1957). Fundamentada em modelos de programação linear, a DEA compara unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Units* - DMUs) que combinam múltiplos insumos (*inputs*) para gerar múltiplos produtos (*outputs*), construindo uma fronteira empírica de eficiência baseada nas melhores práticas observadas (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978).

Nesse sentido, essa metodologia apoia-se no conceito de eficiência técnica no sentido de Pareto-Koopmans, segundo o qual uma unidade é eficiente quando não é possível aumentar um *output* sem reduzir outro, ou reduzir um *input* sem aumentar algum recurso utilizado (Emrouznejad; Yang, 2018). Essa concepção confere ao método caráter multidimensional e comparativo, tornando-o adequado à análise de setores complexos como educação, saúde, infraestrutura e administração pública, onde coexistem múltiplos objetivos e restrições operacionais (Panwar et al., 2022).

Além disso, os modelos de DEA apresentam variações estruturais que derivam de diferentes pressupostos sobre a tecnologia de produção. Tais variações dizem respeito ao tipo

de retorno de escala considerado, à orientação da análise, ao modo de ponderação entre *inputs* e *outputs*, bem como à formulação das restrições que compõem a programação linear (Panwar et al., 2022). Assim, coexistem modelos clássicos, derivados das formulações originais do método, e abordagens contemporâneas que ampliam sua aplicabilidade e propriedades analíticas, refletindo a evolução da área ao longo das últimas décadas (Emrouznejad; Yang, 2018).

Entre essas variações mais utilizadas destacam-se o CCR e o BCC. O modelo CCR, formulado por Cooper e Rhodes (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978), assume retornos constantes de escala (*Constant Returns to Scale* - CRS), admitindo proporcionalidade entre variações de insumos e variações de produtos. Por esse motivo, fornece uma medida global de eficiência que combina componentes gerenciais e estruturais (Panwar et al., 2022).

Uma das vantagens do modelo CCR é a sua simplicidade analítica e interpretativa, sendo adequado em contextos nos quais se pressupõe homogeneidade entre as unidades de decisão. No entanto, sua principal limitação é a suposição de que todas as DMUs operam em escala ótima, o que nem sempre corresponde à realidade de setores públicos ou educacionais, onde existem diferentes portes, capacidades operacionais e restrições de recursos. Essa limitação motivou o desenvolvimento de extensões posteriores, em especial o modelo BCC.

Em contraste, o modelo BCC, proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984), adota retornos variáveis de escala (*Variable Returns to Scale* - VRS), distinguindo a eficiência técnica pura, relacionada à gestão, da eficiência de escala, relacionada ao tamanho ótimo de operação (Banker; Charnes; Cooper, 1984). Essa distinção é particularmente relevante em setores heterogêneos, como a educação básica, nos quais as unidades não operam necessariamente em condições ideais de escala (Panwar et al., 2022).

A utilização conjunta dos modelos CCR e BCC é fundamental para uma análise abrangente da eficiência no setor educacional. O modelo CCR, fornece uma medida de eficiência técnica total que não distingue se a ineficiência observada decorre de fatores gerenciais ou de limitações estruturais associadas ao porte da unidade. O modelo BCC, isola a eficiência técnica pura, controlando o efeito da escala e permitindo identificar a parcela da ineficiência que pode ser atribuída à gestão (Banker; Charnes; Cooper, 1984).

A diferença entre os escores obtidos pelos dois modelos – frequentemente denominada 'ineficiência de escala' – revela se a unidade analisada opera em condições de escala subótimas, seja por apresentar porte excessivo (retornos decrescentes) ou insuficiente (retornos crescentes). Essa decomposição é particularmente relevante em sistemas educacionais heterogêneos como o brasileiro, nos quais redes estaduais de grande porte podem enfrentar

custos crescentes de coordenação e governança, enquanto redes menores podem carecer de massa crítica para implementar políticas educacionais eficazes (Giménez et al., 2020; Trabelsi; Boujelbene, 2024).

Em termos de interpretação, uma DMU é considerada eficiente quando atinge índice igual a 1 (um). Já valores inferiores a 1 (um) indicam que a unidade poderia melhorar sua eficiência relativa por meio da adequação de insumos ou da ampliação proporcional de seus *outputs*, sempre em comparação com as melhores práticas observadas na amostra. A construção da fronteira no modelo BCC é realizada por uma envoltória convexa, que permite a projeção de unidades ineficientes sobre a fronteira a partir de combinações das DMUs eficientes (Panwar et al., 2022).

No que se refere à escolha das variáveis, *inputs* e *outputs* devem refletir adequadamente os recursos disponíveis e os resultados do processo analisado. Em estudos internacionais sobre eficiência educacional, são comuns variáveis como número de docentes, infraestrutura escolar, matrículas e dispêndios financeiros (Panwar et al., 2022). No Brasil, variáveis como número de professores, matrículas e gasto por aluno, que capturam tanto a dotação de recursos humanos quanto o esforço orçamentário dos estados são utilizados em pesquisas científicas (Andrade et al., 2022; Scherer et al., 2019).

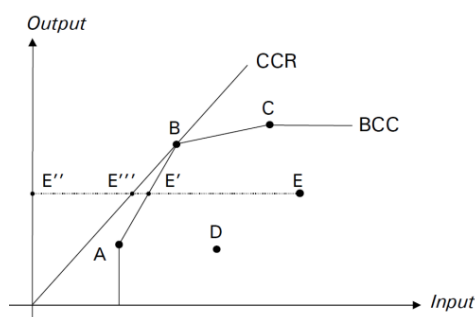
Quanto aos *outputs*, predominam indicadores de desempenho acadêmico, como notas em avaliações padronizadas, taxas de aprovação e número de concluintes, além de índices compostos como o IDEB, que sintetiza qualidade e fluxo escolar (Ahmad; Khurizan, 2024). Em contextos marcados por desigualdades regionais, variáveis relacionadas ao acesso, como taxa líquida de escolarização, também têm sido incorporadas às análises (Nardi, 2023).

Desse modo, a fronteira de eficiência é o elemento central da DEA. Ela representa o conjunto de DMUs que exibem o melhor desempenho relativo entre combinações observadas de *inputs* e *outputs*. As unidades localizadas sobre essa fronteira são classificadas como eficientes, enquanto aquelas situadas abaixo dela são consideradas ineficientes, pois poderiam melhorar seus resultados sem aumentar recursos, ou reduzir recursos mantendo seus resultados (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978; Panwar et al., 2022).

A construção dessa fronteira ocorre por meio de combinações lineares de DMUs eficientes, gerando uma envoltória convexa que inclui todas as unidades analisadas (Banker; Charnes; Cooper, 1984). Essa característica permite que cada DMU ineficiente seja associada a um ou mais *benchmarks*, que servem como referência para projeção de metas alcançáveis (Banker; Charnes; Cooper, 1984; Panwar et al., 2022).

A Figura 1 apresenta uma representação conceitual e didática das diferenças entre os modelos CCR e BCC, evidenciando como cada formulação incorpora pressupostos distintos de escala e como projeta unidades ineficientes sobre a fronteira eficiente. Essa representação gráfica auxilia na compreensão das relações conceituais entre os modelos e na interpretação dos resultados em análises empíricas reportadas (Banker; Charnes; Cooper, 1984; Charnes; Cooper; Rhodes, 1978).

Figura 1 – Representação conceitual das fronteiras de eficiência nos modelos CCR e BCC



Fonte: Charnes et al. (1978) e Banker et al. (1984).

Nas últimas décadas, a DEA consolidou-se como uma das metodologias mais utilizadas na avaliação de políticas públicas e na análise de eficiência educacional, sobretudo por sua flexibilidade para lidar com múltiplos indicadores e captar heterogeneidades estruturais (Panwar et al., 2022). Sua aplicação abrange escolas, redes municipais, sistemas estaduais e instituições de ensino superior, permitindo identificar boas práticas, estimar desperdícios de recursos e orientar estratégias de melhoria da gestão (Soriano et al., 2021; Torres; Ramos, 2024).

Apesar de suas vantagens, a DEA apresenta limitações importantes. Um primeiro conjunto de restrições decorre do caráter determinístico do método: como não há termo de erro estatístico, qualquer desvio da fronteira é automaticamente atribuído à ineficiência. Isso torna o modelo sensível a ruídos nos dados, erros de medição e variáveis não observadas, podendo distorcer a avaliação do desempenho real das unidades analisadas (Panwar et al., 2022). Além disso, a eficiência estimada é puramente relativa, de modo que uma DMU pode ser considerada eficiente mesmo que todas operem em níveis modestos de desempenho, desde que esteja mais bem posicionada em relação às demais (Cooper; Seiford; Zhu, 2011).

Outro conjunto de limitações diz respeito à estrutura matemática da fronteira. A DEA é altamente sensível à escolha de *inputs* e *outputs*, assim como à presença de *outliers*, que podem influenciar de maneira significativa o formato da envoltória convexa (Panwar et al., 2022). Quando há muitos indicadores em relação ao número de DMUs, o método perde poder

discriminatório, problema conhecido como “maldição da dimensionalidade” (Soriano et al., 2021). Nesses casos, torna-se comum que várias unidades apareçam como plenamente eficientes, mesmo quando apresentam desempenhos heterogêneos, reduzindo a capacidade comparativa do modelo (Ahmad; Khurizan, 2024).

Além do mais, modelos tradicionais como CCR e BCC tratam as unidades como caixas-pretas, desconsiderando os processos internos que influenciam a transformação dos recursos em resultados. Em contextos educacionais, isso implica ignorar etapas intermediárias do processo pedagógico e fatores estruturais que afetam o desempenho, como condições socioeconômicas, infraestrutura escolar e práticas de gestão (Soriano et al., 2021). Estudos de Silva (2024) aplicados à educação básica brasileira apontam que parte das diferenças observadas entre escolas e redes pode decorrer de fatores não incluídos no modelo, reforçando a necessidade de cautela na interpretação dos escores de eficiência.

Ainda assim, a DEA permanece como uma das ferramentas mais robustas e versáteis para avaliar eficiência em contextos educacionais e governamentais, especialmente quando se busca identificar *benchmarks* e orientar decisões de alocação de recursos (Giménez et al., 2020). Além dos modelos clássicos, abordagens contemporâneas como o modelo SBM - *Slacks-Based Measure* e o *Network DEA* ampliam a capacidade do método de capturar estruturas internas de produção e características multidimensionais dos sistemas educacionais (Soares; Santos, 2024).

2.1.7. Benchmarking

O conceito de *benchmarking* tem origem no campo da administração e da gestão organizacional, sendo sistematizado a partir da década de 1980 como instrumento de melhoria contínua e aprendizagem institucional. Consiste em um processo sistemático de comparação de práticas, processos e resultados entre organizações, com o objetivo de identificar padrões superiores de desempenho e promover a incorporação de melhores práticas (Camp, 1989). Nessa perspectiva, o *benchmarking* ultrapassa a simples comparação de indicadores finais, assumindo caráter estratégico orientado à mudança organizacional baseada em evidências empíricas (Rostamzadeh et al., 2021).

Com a difusão de abordagens orientadas à eficiência e à gestão por resultados, o *benchmarking* passou a ser amplamente incorporado aos estudos de eficiência econômica e ao setor público. Essa incorporação ampliou seu escopo analítico ao permitir a comparação do desempenho relativo entre unidades semelhantes, considerando simultaneamente múltiplos insumos e produtos. Nesse contexto, o *benchmarking* deixa de ser apenas um instrumento

descritivo e passa a operar como ferramenta diagnóstica e de aprendizado institucional, ao revelar como diferentes combinações de recursos e práticas conduzem a níveis distintos de desempenho (Ferraz et al., 2025).

No âmbito da DEA, o *benchmarking* assume papel estruturante. As unidades classificadas como eficientes compõem a fronteira de eficiência e passam a atuar como referências empíricas para as demais, oferecendo parâmetros objetivos para avaliação do desempenho relativo (Rostamzadeh et al., 2021). Essas unidades *benchmark* representam combinações observadas de insumos e produtos que refletem práticas eficientes dentro do próprio conjunto analisado, permitindo a definição de metas factíveis de melhoria sem a necessidade de expansão imediata dos recursos disponíveis (Ganga et al., 2025).

A fronteira eficiente expressa, assim, o limite máximo de desempenho alcançável dadas as condições tecnológicas, institucionais e organizacionais observadas. As unidades posicionadas abaixo dessa fronteira podem, por meio do *benchmarking*, identificar ajustes potenciais em seus processos produtivos, seja pela reorganização do uso dos recursos, seja pela adoção de práticas gerenciais mais eficazes. Essa característica torna o *benchmarking* via DEA particularmente adequado à análise de serviços públicos, nos quais a expansão orçamentária nem sempre é viável ou desejável (Agasisti; Ribeiro; Montemor, 2022).

No campo educacional, o *benchmarking* contribui para a compreensão das razões pelas quais determinadas escolas, redes ou sistemas de ensino alcançam resultados superiores mesmo quando operam em contextos socioeconômicos adversos. Unidades educacionais eficientes tendem a compartilhar padrões organizacionais recorrentes, como liderança pedagógica consistente, uso sistemático de dados para tomada de decisão, coordenação interna dos processos escolares e planejamento contínuo das ações pedagógicas. Esses padrões reforçam o potencial do *benchmarking* como instrumento de aprendizado institucional e de disseminação de boas práticas no setor educacional (Soriano et al., 2021).

Além disso, o *benchmarking* educacional apresenta relevância estratégica para a formulação, implementação e avaliação de políticas públicas. Ao permitir a identificação de referências reais de desempenho, essa abordagem viabiliza a definição de parâmetros contextualizados e realistas, substituindo metas abstratas por objetivos baseados no desempenho efetivamente observado entre unidades comparáveis (Rostamzadeh et al., 2021). Esse enfoque fortalece mecanismos de *accountability* orientados a resultados e contribui para o aprimoramento da governança educacional (Agasisti; Ribeiro; Montemor, 2022).

Dessa forma, o *benchmarking*, articulado à lógica da eficiência técnica e operacionalizado por meio da DEA, constitui ferramenta analítica essencial para compreender

diferenças de desempenho, promover processos de melhoria contínua e subsidiar decisões de gestão no setor público (Ferraz et al., 2025). Em estudos de eficiência educacional, sua incorporação fortalece a interpretação dos resultados ao conectar medidas quantitativas de desempenho à análise das práticas institucionais subjacentes, ampliando o potencial explicativo e normativo das avaliações de eficiência (Ganga et al., 2025).

2.2. Revisão da Literatura

A literatura que aplica a DEA à avaliação da eficiência educacional apresenta crescimento contínuo e diversificação metodológica ao longo das últimas duas décadas. Esse avanço reflete, de um lado, a intensificação das demandas por eficiência, *accountability* e uso racional dos recursos públicos e, de outro, a consolidação de métodos quantitativos capazes de lidar com múltiplos insumos e produtos em sistemas educacionais complexos e heterogêneos. Nesse contexto, a DEA tornou-se uma ferramenta amplamente empregada para analisar o desempenho relativo de escolas, redes e sistemas educacionais (Panwar et al., 2022).

Os estudos revisados indicam ampla variação quanto aos níveis educacionais analisados, às unidades de decisão consideradas e às especificações metodológicas adotadas, incluindo diferentes orientações, pressupostos de escala e combinações de variáveis. Apesar dessa diversidade, observa-se convergência quanto à utilidade da DEA para identificar ineficiências técnicas, mapear *benchmarks* e apoiar diagnósticos gerenciais no setor educacional. Ao mesmo tempo, a literatura revela resultados heterogêneos, frequentemente condicionados a características institucionais, territoriais e organizacionais dos sistemas analisados (Camanho et al., 2024).

No caso brasileiro, a produção científica tem se expandido de forma consistente, com aplicações da DEA em distintos níveis de ensino e contextos subnacionais. Esses estudos contribuem para evidenciar desigualdades de desempenho entre redes e unidades federativas, bem como para discutir limitações gerenciais e estruturais associadas à eficiência educacional. Contudo, ainda são identificadas lacunas relacionadas à análise comparativa entre modelos, à distinção entre fontes de ineficiência e à incorporação sistemática de implicações para a gestão pública (Dias; Moraes; Mariano, 2022).

Dessa forma, a presente revisão da literatura articula evidências internacionais e nacionais publicadas entre 2000 e 2024, com o objetivo de identificar padrões recorrentes, escolhas metodológicas predominantes e lacunas analíticas relevantes. Ao fazê-lo, busca-se situar o presente estudo no debate científico contemporâneo, justificar as opções metodológicas

adotadas e explicitar sua contribuição ao aprofundar a análise da eficiência técnica, da eficiência de escala e do *benchmarking* no ensino médio estadual brasileiro.

2.2.1. Evidências do Estado da Arte e Lacunas da Literatura

A DEA tem sido utilizada para avaliar a eficiência educacional em diferentes níveis de ensino, com aplicações voltadas à análise do desempenho, da gestão e da alocação de recursos em instituições, redes e sistemas educacionais (Giménez et al., 2020). Essa abordagem tem permitido mensurar a eficiência técnica de unidades educacionais e comparar desempenhos relativos em contextos institucionais diversos, contribuindo para a incorporação de métodos quantitativos na análise de políticas públicas e da gestão educacional (Soriano et al., 2021).

Apesar dessa expansão, o estado da arte revela forte concentração de estudos voltados ao ensino superior. Grande parte das investigações analisa universidades e instituições terciárias, explorando relações entre recursos acadêmicos, produção científica e desempenho institucional (Giménez et al., 2020). Em contraste, as aplicações da DEA na educação básica permanecem menos frequentes, sobretudo quando se considera o ensino médio como etapa específica de análise, o que evidencia uma lacuna relevante em um nível educacional estratégico para trajetórias escolares e políticas públicas (Ganga et al., 2025).

Outro aspecto recorrente na literatura refere-se à escala de análise adotada nos estudos empíricos. Predominam investigações conduzidas em nível institucional, municipal ou em recortes territoriais restritos, especialmente no âmbito da educação básica. Embora esses estudos ofereçam diagnósticos importantes em contextos locais, eles tendem a limitar a compreensão das dinâmicas de eficiência associadas à coordenação federativa, ao financiamento e à governança educacional, dimensões particularmente relevantes no ensino médio estadual (Soares; Santos, 2024).

Do ponto de vista metodológico, observa-se predominância do uso dos modelos DEA tradicionais, especialmente CCR e BCC, aplicados com orientação a insumos ou a produtos. Esses modelos permanecem amplamente utilizados em razão de sua simplicidade operacional e facilidade de interpretação (Chen et al., 2020). Contudo, abordagens mais sofisticadas, como modelos baseados em folgas, estruturas em dois estágios ou modelos em rede, ainda são exploradas de forma limitada, apesar de seu potencial para captar processos intermediários e dimensões organizacionais do desempenho educacional (Azizi, 2023).

A seleção das variáveis em estudos de eficiência educacional tem privilegiado indicadores quantitativos associados a recursos humanos, financeiros e de infraestrutura como insumos, bem como medidas de desempenho acadêmico e resultados em avaliações externas

como produtos (Giménez et al., 2020). Essa configuração reflete, em grande medida, a disponibilidade e padronização dos dados utilizados nas análises. Em contrapartida, variáveis organizacionais, pedagógicas e contextuais permanecem pouco exploradas, especialmente no ensino médio, o que restringe a compreensão de fatores qualitativos associados à eficiência educacional (Soriano et al., 2021).

Adicionalmente, parte dos estudos apresenta fragilidades relacionadas à clareza metodológica, especialmente no que se refere à especificação dos modelos DEA utilizados e à justificativa das escolhas analíticas (Chen et al., 2020). Essa limitação compromete a comparabilidade entre investigações e dificulta a replicação dos resultados, reforçando a necessidade de maior rigor na descrição dos procedimentos metodológicos e na explicitação das decisões de modelagem adotadas nas análises de eficiência educacional (Ganga et al., 2025).

Em síntese, o estado da arte recente revela um campo em expansão e metodologicamente consolidado em torno de modelos tradicionais, mas ainda marcado por lacunas relevantes. Destacam-se a atenção limitada ao ensino médio, a predominância de análises em escalas restritas, a baixa exploração comparativa de fontes de ineficiência e a incorporação incipiente de variáveis organizacionais. Essas lacunas justificam a realização de estudos com recorte sistêmico estadual e foco na distinção entre eficiência técnica e eficiência de escala, como proposto nesta dissertação (Soares; Santos, 2024).

2.2.2. Aplicações da DEA na Educação: Evidências internacionais e nacionais

As aplicações iniciais da DEA no campo educacional ocorreram no início dos anos 2000, com a utilização do método para avaliar a eficiência de instituições de ensino superior por meio da relação entre insumos acadêmicos e resultados institucionais (Sarrico; Dyson, 2000). A comparação de instituições submetidas a ambientes regulatórios semelhantes permitiu identificar diferenças significativas de desempenho, evidenciando a capacidade da DEA de captar variações relativas de eficiência em contextos educacionais complexos. Esses usos contribuíram para consolidar a DEA como ferramenta apropriada para a análise do desempenho educacional em sistemas caracterizados por múltiplos objetivos e restrições institucionais (Worthington, 2001).

A aplicação da DEA estendeu-se a diferentes níveis educacionais e contextos institucionais, incluindo sistemas e instituições localizados em países como Chile, Espanha, Coreia do Sul e membros da OECD (OECD, 2024). Nesses contextos, unidades educacionais classificadas como eficientes apresentam padrões organizacionais recorrentes, tais como

liderança pedagógica consistente, uso sistemático de dados para a tomada de decisão, estabilidade das equipes docentes e clima institucional favorável à aprendizagem, independentemente do nível absoluto de recursos disponíveis (Giménez et al., 2020).

No contexto europeu, aplicações da DEA à educação básica evidenciam o papel central da gestão escolar e da organização institucional na explicação das diferenças de eficiência. Estudos realizados na Itália e na Espanha mostram que escolas que estruturam processos consistentes de planejamento, acompanhamento pedagógico e uso de informações operam mais próximas da fronteira eficiente (Agasisti; Johnes, 2009). Esses achados reforçam que variações de desempenho entre unidades educacionais decorrem, em grande medida, da qualidade da gestão e da liderança pedagógica, e não apenas da dotação de recursos (Giménez et al., 2020).

Em países latino-americanos, como o Chile, escolas classificadas como eficientes combinam práticas de gestão participativa com monitoramento sistemático da aprendizagem, mesmo quando inseridas em ambientes socioeconômicos adversos. Nesses contextos, o capital organizacional - expresso na clareza dos processos pedagógicos, na coordenação interna e na liderança escolar - constitui um determinante crítico para o posicionamento das unidades educacionais na fronteira de eficiência. Essa evidência reforça a utilidade da DEA como instrumento para a identificação de boas práticas em sistemas educacionais marcados por desigualdade (Ganga et al., 2025).

No contexto asiático, aplicações da DEA também evidenciam a relevância de fatores organizacionais e de governança. Estudos realizados na Coreia do Sul mostram que escolas com liderança acadêmica forte, alinhamento curricular e uso intensivo de dados apresentam maior capacidade de converter insumos em resultados educacionais (Chen et al., 2020). Em sistemas educacionais de grande escala, como o chinês, modelos DEA mais sofisticados, incluindo estruturas em rede, têm sido utilizados para captar processos intermediários e heterogeneidades institucionais, reforçando a aplicabilidade do método em contextos complexos (Chen et al., 2023).

No Brasil, as aplicações iniciais da DEA concentraram-se no ensino superior, em consonância com a trajetória observada em outros países. A partir da década de 2010, o método passou a ser aplicado com maior frequência à educação básica, especialmente ao ensino fundamental e às redes municipais. Nesses contextos, escolas e redes classificadas como eficientes apresentam características organizacionais específicas, como liderança pedagógica ativa, planejamento estruturado e cultura de colaboração entre docentes, reforçando o papel da gestão como elemento explicativo da eficiência educacional (Soriano et al., 2021).

Práticas de gestão educacional bem estruturadas permitem que escolas e redes de ensino alcancem níveis elevados de eficiência mesmo diante de limitações de infraestrutura ou restrições financeiras. Em análises comparativas entre redes municipais e regionais, unidades que apresentam coordenação institucional, uso adequado dos recursos disponíveis e centralidade nos processos pedagógicos conseguem mitigar condicionantes adversos e alcançar desempenho relativo superior. Essa constatação reforça a pertinência da DEA como instrumento para analisar desigualdades de desempenho e subsidiar políticas públicas educacionais orientadas por evidências no contexto brasileiro (Oliveira; Flach; Mattos, 2019).

2.2.3. Eficiência no ensino médio

O ensino médio apresenta desafios específicos que o diferenciam das demais etapas da educação básica, em razão da maior complexidade curricular, da exigência de docentes com formação especializada e da intensificação das demandas organizacionais e gerenciais das escolas. Nessa etapa, as dificuldades observadas não se explicam apenas pela disponibilidade de recursos, mas sobretudo pela forma como os sistemas educacionais estruturam seus mecanismos de gestão, coordenação pedagógica e acompanhamento do desempenho, dimensões decisivas para a eficiência técnica do ensino médio (Soriano et al., 2021).

Escolas e redes de ensino médio que operam sob arranjos organizacionais estáveis tendem a apresentar níveis mais elevados de eficiência. Elementos como liderança pedagógica consistente, rotinas sistemáticas de monitoramento da aprendizagem e uso estruturado de informações educacionais favorecem a conversão mais eficiente dos insumos disponíveis em resultados educacionais. Esses fatores conferem centralidade à governança educacional como explicação para as diferenças de desempenho observadas entre unidades comparáveis (Giménez et al., 2020).

A composição e a estabilidade da força de trabalho docente constituem fatores críticos para a eficiência no ensino médio. Nessa etapa, a rotatividade docente apresenta-se de forma mais elevada, especialmente em áreas como Matemática, Física e Química, o que compromete a continuidade pedagógica e a consolidação de práticas de ensino eficazes. Essa instabilidade dificulta o planejamento de longo prazo, reduz a capacidade de acompanhamento da aprendizagem e tende a afastar as escolas da fronteira eficiente, mesmo quando os recursos disponíveis são semelhantes (Andrade et al., 2022).

As desigualdades socioeconômicas regionais intensificam os desafios enfrentados pelo ensino médio e ampliam a dispersão dos níveis de eficiência entre escolas e redes de ensino. Em contextos de elevada vulnerabilidade, coexistem unidades altamente eficientes e outras

marcadamente ineficientes, o que indica que fatores gerenciais e organizacionais exercem papel decisivo na modulação do desempenho educacional. Nesse cenário, políticas públicas voltadas ao suporte técnico, ao fortalecimento da gestão escolar e à coordenação pedagógica contribuem para reduzir a heterogeneidade observada e promover ganhos de eficiência mesmo em ambientes adversos (Giménez et al., 2020).

Outro aspecto decisivo para a eficiência do ensino médio refere-se à capacidade de coordenação pedagógica e ao alinhamento curricular. Escolas que estruturam processos claros de comunicação interna, coerência entre componentes curriculares e acompanhamento contínuo da aprendizagem tendem a apresentar desempenho superior. A gestão pedagógica integrada, envolvendo liderança escolar, coordenação e docentes, emerge como mecanismo central de modulação da eficiência técnica, ao reduzir desperdícios organizacionais e melhorar o uso dos recursos disponíveis (Lopes; Dantas; Lima, 2024).

Em perspectiva comparada, reformas curriculares e políticas voltadas à permanência estudantil influenciam a eficiência do ensino médio ao afetarem diretamente indicadores como taxas de conclusão e desempenho em avaliações externas. Sistemas que implementam políticas consistentes de orientação educacional, organização curricular e enfrentamento da evasão escolar conseguem melhorar seus resultados educacionais sem a necessidade de ampliar o volume de recursos empregados. Esse padrão reforça a pertinência da análise da eficiência técnica no ensino médio, especialmente em contextos institucionais heterogêneos como o brasileiro (Soares; Santos, 2024).

2.2.4. Evolução metodológica da DEA na educação

A partir de meados da década de 2010, a literatura sobre DEA aplicada à educação passou a apresentar avanços relevantes em termos de sofisticação metodológica. Observa-se a ampliação do uso de modelos além das abordagens radiais tradicionais, com a incorporação de técnicas como o *Slack-Based Measure*, modelos em dois estágios e estruturas capazes de incluir variáveis ambientais e socioeconômicas. Esses avanços ampliaram a capacidade explicativa das análises de eficiência educacional, especialmente em contextos marcados por elevada heterogeneidade institucional (Chen et al., 2020).

Esse movimento metodológico reflete a busca por avaliações mais precisas da eficiência, capazes de capturar não apenas a relação direta entre insumos e produtos, mas também os processos intermediários que condicionam o desempenho das unidades educacionais. Em sistemas educacionais complexos, como o ensino médio, a conversão de recursos em resultados envolve dimensões organizacionais, pedagógicas e institucionais que

não são plenamente representadas por modelos tradicionais de “caixa-preta”, motivando o desenvolvimento de abordagens analíticas mais refinadas (Ulkhaq; Oggioni; Riccardi, 2024).

Nesse contexto, os modelos DEA em dois estágios passaram a ser utilizados para explorar de forma mais detalhada o processo educacional. Essas abordagens permitem identificar como fatores intermediários e contextuais influenciam a eficiência observada, revelando que parte significativa das variações de desempenho decorre de mecanismos organizacionais e de gestão não capturados diretamente pelos modelos tradicionais. Ao reconhecer a natureza processual da produção educacional, essas metodologias contribuem para uma compreensão mais realista do funcionamento dos sistemas de ensino (Chen et al., 2020).

Paralelamente, o uso de modelos não radiais e de estruturas em rede ampliou a capacidade analítica da DEA ao permitir a identificação explícita de excessos de insumos e insuficiências de produtos. Essas abordagens produzem diagnósticos mais detalhados da eficiência técnica ao superar limitações inerentes aos modelos radiais, especialmente em contextos educacionais marcados por restrições de recursos e desigualdades estruturais. A maior precisão desses modelos favorece a identificação de gargalos específicos no uso dos recursos educacionais e o direcionamento de intervenções mais focalizadas (Chen et al., 2020).

Mais recentemente, a DEA passou a ser empregada de forma articulada a análises orientadas à gestão e à formulação de políticas públicas, extrapolando a função estritamente descritiva da eficiência (Giménez et al., 2020). Nesse uso ampliado, a DEA tem subsidiado processos decisórios ao permitir a identificação de unidades de referência, o estabelecimento de *benchmarks* e a orientação para a disseminação de boas práticas no setor educacional. Essa aplicação reforça o caráter aplicado da DEA e sua relevância como instrumento de apoio à gestão pública educacional (Soriano et al., 2021).

Apesar desses avanços, a literatura reconhece que modelos tradicionais, como CCR e BCC, permanecem amplamente utilizados em estudos comparativos de larga escala, sobretudo quando o objetivo é analisar sistemas educacionais em nível agregado e com forte heterogeneidade entre as unidades analisadas. Nesses casos, a simplicidade operacional, a transparência dos resultados e a comparabilidade entre unidades justificam a adoção desses modelos, especialmente quando articulados a análises de eficiência de escala e *benchmarking*, como no presente estudo (Soares; Santos, 2024).

2.2.5. Variáveis e Modelos DEA na Literatura Educacional

A literatura especializada em eficiência educacional apresenta relativa convergência quanto à seleção das variáveis utilizadas nos modelos DEA. Entre os insumos mais recorrentes destacam-se o número de docentes, o gasto por aluno, o total de matrículas, indicadores de infraestrutura escolar e a disponibilidade de pessoal administrativo (Soriano et al., 2021). Esses *inputs* representam os principais recursos mobilizados no processo educacional e são amplamente utilizados em estudos aplicados à educação pública, por refletirem tanto a capacidade produtiva das escolas quanto as restrições orçamentárias e estruturais enfrentadas pelos sistemas educacionais (Scherer et al., 2019).

No que se refere aos *outputs*, observa-se predominância de indicadores associados ao desempenho e à permanência dos estudantes, como taxas de aprovação ou conclusão, resultados em avaliações externas padronizadas e indicadores de escolarização (Giménez et al., 2020). Em estudos voltados ao ensino médio, esses *outputs* assumem relevância particular, por estarem diretamente relacionados a fenômenos críticos dessa etapa, como evasão, repetência e transição para níveis posteriores de ensino. A escolha desses indicadores permite captar de forma mais adequada os resultados efetivos do processo educacional, indo além de medidas meramente quantitativas de atendimento (Soriano et al., 2021).

Quanto à especificação dos modelos, os formatos tradicionais CCR e BCC permanecem amplamente empregados na literatura educacional, especialmente em análises comparativas entre escolas, redes de ensino ou unidades subnacionais. Esses modelos são utilizados tanto com orientação a insumos quanto a produtos, a depender do objetivo analítico e da disponibilidade de dados. Sua ampla adoção decorre da simplicidade operacional, da transparência dos resultados e da facilidade de interpretação, atributos valorizados em estudos aplicados à gestão pública educacional (Chen et al., 2020).

Os modelos tradicionais de avaliação da eficiência educacional tratam o processo de produção dos resultados como uma estrutura agregada, frequentemente caracterizada como uma “caixa-preta”, o que limita a compreensão das etapas intermediárias envolvidas na conversão de recursos em desempenho escolar. Essa limitação impulsionou o desenvolvimento de abordagens mais sofisticadas, voltadas à análise de processos organizacionais, práticas pedagógicas e mecanismos de gestão que mediam a produção dos resultados educacionais, especialmente em contextos institucionais complexos (Scherer et al., 2019).

Em resposta a essas limitações, a incorporação de modelos DEA mais avançados, como abordagens em dois estágios, modelos em rede e técnicas voltadas à identificação de unidades

de referência e boas práticas, ampliou o potencial analítico da avaliação da eficiência educacional ao permitir a consideração de processos intermediários e variáveis contextuais (Chen et al., 2023). Essas estratégias possibilitam diagnósticos mais detalhados sobre os mecanismos que mediam a conversão de recursos em resultados educacionais. Ainda assim, em análises sistêmicas e comparativas de larga escala - como aquelas aplicadas ao ensino médio em nível estadual - os modelos tradicionais permanecem adequados quando articulados à análise de eficiência de escala e ao *benchmarking*, preservando consistência analítica e viabilidade empírica (Soares; Santos, 2024).

2.2.6. Boas Práticas de Gestão Escolar

Escolas que operam próximas à fronteira eficiente compartilham padrões organizacionais e pedagógicos semelhantes, independentemente do contexto socioeconômico em que estão inseridas. As diferenças de desempenho entre unidades escolares não se explicam exclusivamente pela disponibilidade de recursos, mas estão fortemente associadas à forma como os processos internos são organizados, coordenados e monitorados no cotidiano escolar. Nessa perspectiva, a eficiência educacional emerge como resultado de escolhas gerenciais e de práticas institucionais consistentes, particularmente relevantes no ensino médio (Soriano et al., 2021).

Nesse sentido, a eficiência educacional é compreendida como a capacidade das escolas de alinhar objetivos pedagógicos, estruturar rotinas institucionais e mobilizar seus profissionais em torno de metas educacionais compartilhadas. Esse alinhamento organizacional desloca o foco da análise da eficiência do volume absoluto de insumos para o campo da gestão escolar e da governança educacional, conferindo centralidade às práticas institucionais como elemento explicativo do desempenho observado em análises comparativas (Soares; Santos, 2024).

Entre as boas práticas de gestão associadas à eficiência no ensino médio, destaca-se a liderança pedagógica consistente, frequentemente articulada a rotinas sistemáticas de acompanhamento da aprendizagem e à promoção de uma cultura de colaboração entre docentes (Soriano et al., 2021). Essas práticas favorecem a organização do trabalho pedagógico, o alinhamento das ações escolares e a melhoria dos resultados educacionais, sobretudo em contextos marcados por restrições estruturais e desigualdades socioeconômicas (Giménez et al., 2020).

No contexto brasileiro, unidades escolares classificadas como eficientes apresentam gestores atuantes no acompanhamento pedagógico, uso sistemático de instrumentos de monitoramento do desempenho dos estudantes e estímulo ao trabalho coletivo entre

professores. Embora parte das análises esteja concentrada no ensino fundamental, essas práticas organizacionais possuem caráter transversal e oferecem subsídios relevantes para a compreensão da eficiência no ensino médio, desde que consideradas as especificidades curriculares e institucionais dessa etapa de ensino (Soriano et al., 2021).

Entre as práticas recorrentes, destacam-se: liderança pedagógica consistente, uso sistemático de dados para monitoramento da aprendizagem, planejamento participativo, formação continuada de professores, ambiente escolar colaborativo e engajamento da comunidade (Giménez et al., 2020; Soriano et al., 2021).

Em perspectiva internacional, o uso sistemático de dados educacionais constitui instrumento central de gestão escolar. Escolas classificadas como eficientes utilizam informações de desempenho para orientar decisões pedagógicas, ajustar práticas de ensino e fortalecer a autonomia institucional (Giménez et al., 2020). Adicionalmente, o engajamento das famílias e da comunidade escolar, aliado à clareza dos objetivos pedagógicos, amplia o comprometimento dos diferentes atores educacionais e cria condições favoráveis à melhoria contínua do desempenho no ensino médio (Soares; Santos, 2024).

Corroborando esses achados, estudos realizados em contextos latino-americanos mostram que escolas classificadas como eficientes pela DEA compartilham padrões organizacionais recorrentes, mesmo quando inseridas em contextos socioeconômicos adversos. Essas escolas tendem a estruturar processos claros de comunicação interna, estabelecer rotinas sistemáticas de acompanhamento pedagógico e promover a estabilidade das equipes docentes (Ganga et al., 2025).

No caso do ensino médio, a complexidade curricular e a necessidade de docentes com formação especializada tornam essas práticas ainda mais relevantes. A gestão pedagógica integrada, envolvendo liderança escolar, coordenação e docentes, emerge como mecanismo central de modulação da eficiência técnica, ao reduzir desperdícios organizacionais e melhorar o uso dos recursos disponíveis (Lopes; Dantas; Lima, 2024).

Dessa forma, a análise das boas práticas de gestão complementa a avaliação quantitativa da eficiência, oferecendo pistas sobre os fatores organizacionais que explicam por que algumas unidades alcançam melhores desempenhos mesmo com recursos semelhantes. Essa articulação entre eficiência técnica e práticas de gestão é particularmente relevante para a formulação de políticas públicas voltadas ao fortalecimento da capacidade administrativa das redes estaduais.

Nesse contexto, a DEA tem sido progressivamente utilizada como instrumento de identificação de unidades educacionais de referência. As escolas posicionadas na fronteira eficiente passam a ser compreendidas como *benchmarks*, cujas práticas organizacionais e

pedagógicas podem servir de base para processos de aprendizagem institucional e disseminação de boas práticas (Soriano et al., 2021). Esse uso do *benchmarking* permite transformar resultados quantitativos de eficiência em subsídios qualitativos para o aprimoramento da gestão escolar e para a formulação de políticas públicas (Ganga et al., 2025).

Entretanto, O *benchmarking* educacional não corresponde a um processo de reprodução mecânica de práticas. A adoção de boas práticas requer a consideração das condições institucionais, organizacionais e socioeconômicas nas quais as escolas operam (Agasisti; Ribeiro; Montemor, 2022). Nesse sentido, unidades classificadas como eficientes devem ser compreendidas como referências analíticas, e não como modelos universais, sendo indispensável a adaptação das práticas identificadas às realidades locais e às capacidades administrativas dos sistemas de ensino médio (Ferraz et al., 2025).

Por fim, a articulação entre eficiência técnica, boas práticas de gestão e *benchmarking* educacional é apontada como caminho promissor para o fortalecimento da gestão pública educacional (Ganga et al., 2025). A identificação sistemática de unidades eficientes, combinada à análise de suas práticas organizacionais, amplia o potencial da DEA como instrumento aplicado, capaz de subsidiar intervenções orientadas à melhoria contínua do desempenho escolar e ao aprimoramento da governança do ensino médio (Soriano et al., 2021).

3. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados no estudo, contemplando o delineamento da pesquisa, a definição da unidade de análise, o período de referência e as bases de dados utilizadas. São descritas as variáveis empregadas no modelo de análise, bem como o método adotado para a mensuração da eficiência técnica das redes estaduais de ensino médio, por meio da DEA. O capítulo detalha ainda a especificação dos modelos DEA sob diferentes pressupostos de escala, bem como os procedimentos de tratamento, operacionalização e análise comparativa dos dados.

3.1. Delineamento da pesquisa, unidade de análise e base de dados

A mensuração da eficiência técnica das redes estaduais de ensino médio é realizada por meio da DEA, ferramenta fundamentada em programação linear, cujos resultados são expressos em escores numéricos, *benchmarks* e alvos de eficiência. Por essa razão, a pesquisa assume abordagem quantitativa.

Os resultados obtêm finalidade instrumental ao destinarem-se a subsidiar a tomada de decisão de gestores públicos educacionais, oferecendo evidências empíricas para o aprimoramento da alocação de recursos e da gestão das redes estaduais de ensino médio. Nesse sentido, a pesquisa é de natureza aplicada.

O estudo não se limita a descrever o desempenho relativo dos estados. Busca, adicionalmente, explicar as fontes da ineficiência, distinguindo componentes estruturais (associados à escala) de componentes gerenciais, e identificar padrões de *benchmarking* com implicações para a formulação de políticas públicas. Dessa forma, quanto aos objetivos, o estudo é analítico.

A unidade de análise corresponde às 27 Unidades da Federação, consideradas como Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units* - DMUs), em função da responsabilidade institucional dos estados na provisão e gestão do ensino médio público. A estratégia analítica fundamenta-se na comparação do desempenho relativo entre as DMUs, a partir da relação entre insumos educacionais e resultados observados.

Essa escolha implica assumir homogeneidade funcional entre as unidades analisadas. Embora existam diferenças estruturais entre os estados, como porte populacional, capacidade fiscal e desenvolvimento socioeconômico, todos operam sob o mesmo arcabouço normativo e desempenham atribuições equivalentes na oferta do ensino médio, o que sustenta a comparabilidade no âmbito da análise.

Os dados utilizados são de natureza secundária, provenientes de bases oficiais com referência ao ano de 2023. As informações relativas aos insumos foram extraídas dos microdados do Censo Escolar (INEP) e do Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Educação (SIOPE/FNDE), enquanto os dados de cobertura educacional foram obtidos da PNAD Contínua (IBGE). Os dados foram filtrados por dependência administrativa estadual e agregados no nível das Unidades da Federação, assegurando consistência na unidade de observação. A utilização de um único período elimina defasagens temporais entre *inputs* e *outputs*, preservando a coerência interna da análise.

O uso de dados secundários, embora amplamente adotado em pesquisas de eficiência educacional, implica limitações que devem ser explicitadas. Em primeiro lugar, os dados são oriundos de registros administrativos, sujeitos a eventuais erros de preenchimento, inconsistências ou defasagens temporais entre a coleta e a disponibilização. Em segundo lugar, a agregação em nível estadual não permite captar heterogeneidades intraestaduais, como diferenças entre municípios, regiões ou escolas, que podem condicionar o desempenho educacional. Em terceiro lugar, a ausência de informações qualitativas – como práticas de gestão, liderança escolar, clima organizacional e condições socioeconômicas desagregadas – limita a capacidade explicativa do modelo, restringindo a análise aos fatores quantitativos disponíveis (Soriano et al., 2021)

A relação entre o número de DMUs (27) e o total de variáveis selecionadas ($5 \text{ inputs} + 2 \text{ outputs} = 7$) atende às recomendações clássicas da literatura de DEA, segundo as quais o número de DMUs deve ser suficientemente superior ao total de variáveis (Wong, 2021). No presente estudo, tem-se $27 \geq 3 \times 7 = 21$, o que assegura consistência metodológica à aplicação do modelo DEA.

Os procedimentos de cálculo foram realizados por meio do SIAD 3.0 (Sistema Integrado de Apoio à Decisão), um *software* nacional desenvolvido especificamente para a aplicação de modelos DEA. Sua escolha justifica-se pela interface amigável, pela validação na literatura brasileira de DEA e pela capacidade de estimar simultaneamente os modelos CCR e BCC com orientação a *output*, gerando automaticamente os escores, *benchmarks* e alvos de eficiência (Meza et al., 2005). Adicionalmente, utilizaram-se planilhas eletrônicas (Microsoft Excel) para a organização, filtragem e consolidação dos dados.

3.2. Variáveis do modelo DEA

A definição das variáveis do modelo DEA constitui etapa central da estratégia metodológica, uma vez que a mensuração da eficiência técnica depende diretamente da relação estabelecida entre os recursos empregados (*inputs*) e os resultados educacionais alcançados (*outputs*) pelas unidades analisadas.

As variáveis foram selecionadas com base em três critérios: (i) relevância analítica, respaldada pela literatura especializada; (ii) consistência conceitual com a teoria da produção educacional; e (iii) disponibilidade de informações comparáveis em bases oficiais para todas as Unidades da Federação.

Foram adotadas cinco variáveis de entrada (*inputs*) e duas variáveis de saída (*outputs*). As variáveis de entrada representam os recursos humanos, físicos e financeiros mobilizados pelas redes estaduais de ensino médio. As variáveis de saída expressam os resultados educacionais produzidos a partir desses insumos.

A seleção das variáveis observou critérios de relevância analítica, consistência conceitual e disponibilidade de informações em bases oficiais, assegurando a comparabilidade entre as unidades analisadas e a robustez dos resultados obtidos. Todas as variáveis foram agregadas no nível das Unidades da Federação e referem-se ao ano de 2023, garantindo coerência temporal entre *inputs* e *outputs*.

As variáveis consideradas no modelo e suas respectivas fontes de dados encontram-se sintetizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas no modelo DEA

Tipo	Variável	Descrição	Fonte	Base de dados
Input	Professores	Número de docentes do ensino médio estadual	INEP	Censo Escolar
Input	Escolas estaduais	Escolas estaduais com ensino médio	INEP	Censo Escolar
Input	Escolas com <i>internet</i>	Escolas com acesso à <i>internet</i> pedagógica	INEP	Censo Escolar
Input	Escolas com biblioteca	Escolas com biblioteca ou sala de leitura	INEP	Censo Escolar
Input	Despesa educacional	Despesa pública estadual com ensino médio (R\$ milhões)	FNDE	SIOPE
Output	IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica	INEP	IDEB
Output	Taxa de escolarização	Escolarização da população de 15–17 anos	IBGE	PNAD Contínua

Fonte: Elaborada pelo autor com base em dados do Censo Escolar/INEP, IDEB/INEP e SIOPE/FNDE (2023).

Para verificar a adequação da relação entre as variáveis de entrada e de saída, realizou-se uma análise de correlação de Pearson. O coeficiente de correlação foi calculado utilizando a função CORREL do Microsoft Excel, que retorna o grau de associação linear entre dois conjuntos de dados. A análise de correlação entre variáveis constitui um procedimento

diagnóstico útil para verificar a especificação do modelo, uma vez que a confiabilidade e a validade da DEA dependem da seleção adequada das variáveis (Bou-Hamad; Anouze; Osman, 2022).

Nos subtópicos a seguir, apresentam-se detalhadamente as variáveis de entrada e de saída adotadas no modelo DEA, bem como suas respectivas fontes de dados e procedimentos de tratamento.

3.2.1. Variáveis de entrada (*Inputs*)

No presente estudo, foram adotados como *inputs* cinco indicadores que representam diferentes dimensões dos fatores de produção da educação básica, com foco específico no ensino médio público estadual. Esses *inputs* abrangem recursos humanos, físicos e financeiros do sistema educacional, como visto na Tabela 1.

A quantidade de professores representa o principal insumo humano do processo educacional, estando diretamente associada à oferta de ensino e à capacidade de atendimento das redes estaduais. A opção por esta variável decorre de critérios de disponibilidade, comparabilidade e consistência metodológica. Embora características qualitativas do corpo docente, como formação, titulação, experiência ou carga horária, sejam reconhecidamente relevantes para o desempenho educacional, tais informações não se encontram sistematizadas de forma homogênea e comparável no nível das Unidades da Federação. Ademais, a quantidade de professores é amplamente empregada em estudos de eficiência educacional, permitindo comparações consistentes entre as unidades analisadas (Agasisti; Ribeiro; Montemor, 2022).

A quantidade total de escolas capta a capacidade instalada do sistema educacional, refletindo a infraestrutura física disponível para a oferta do ensino médio. Esta variável complementa a informação fornecida pelos indicadores de infraestrutura pedagógica, detalhados a seguir.

As variáveis referentes à quantidade de escolas com acesso à internet e à quantidade de escolas com biblioteca ou sala de estudos foram incluídas como *inputs* por representarem a disponibilidade de infraestrutura pedagógica nas redes estaduais de ensino médio. Esses indicadores captam diferenças qualitativas na infraestrutura educacional disponível, complementando a informação fornecida pela quantidade total de escolas e permitindo considerar distintas configurações de organização e provisão do ensino médio público entre as Unidades da Federação (Soriano et al., 2021).

A despesa total com educação no ensino médio expressa o volume de recursos financeiros destinados à manutenção, ao funcionamento e à expansão das redes estaduais de

ensino, refletindo a capacidade de financiamento das políticas educacionais no âmbito estadual. Esta variável é expressa em milhões de reais e corresponde à despesa paga no exercício de 2023.

As informações relativas à quantidade de professores, à quantidade total de escolas, bem como à quantidade de escolas com acesso à internet e com biblioteca ou sala de estudos, foram extraídas dos microdados do Censo Escolar 2023, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Esses dados foram filtrados por dependência administrativa estadual e agregados no nível das Unidades da Federação por meio de procedimentos de tabela dinâmica, utilizando planilhas eletrônicas.

Os dados referentes à despesa total com educação no ensino médio foram obtidos, prioritariamente, a partir do Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Educação (SIOPE), gerido pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Para o estado de Minas Gerais, cuja informação específica não constava no relatório consolidado do SIOPE para o ano analisado, os dados foram coletados diretamente no Portal da Transparência estadual, fonte oficial que adota os mesmos critérios orçamentários, assegurando a comparabilidade entre as Unidades da Federação.

3.2.2. Variáveis de saída (*Outputs*)

Foram selecionados dois indicadores como *outputs*, diretamente associados aos objetivos centrais das políticas públicas de educação básica: a nota do IDEB e a taxa de escolarização da população de 15 a 17 anos. Esses indicadores permitem captar, de forma complementar, os resultados educacionais produzidos pelas redes estaduais de ensino médio, considerando tanto a dimensão da qualidade quanto a da cobertura do sistema educacional.

Nota do IDEB, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica foi utilizado como *proxy* da qualidade do desempenho educacional, por sintetizar, em um único indicador, duas dimensões fundamentais: o fluxo escolar e a aprendizagem dos estudantes. O índice é calculado a partir das taxas de aprovação (Censo Escolar) e das médias de desempenho nas avaliações do SAEB, variando em uma escala de 0 a 10. Essa composição possibilita avaliar de forma integrada a progressão escolar e o desempenho acadêmico, reduzindo distorções associadas tanto à aprovação sem aprendizagem quanto à retenção excessiva de estudantes (INEP, 2023).

Os dados referentes à nota do IDEB foram obtidos das bases oficiais do INEP, considerando os resultados do ensino médio regular, desagregados por Unidade da Federação.

Taxa de escolarização da população de 15 a 17 anos, este indicador expressa a capacidade das redes estaduais de assegurar o acesso e a permanência dos jovens na faixa etária correspondente ao ensino médio, refletindo a dimensão de cobertura do sistema educacional. O indicador capta a proporção da população em idade escolar que frequenta a escola, independentemente da etapa cursada, sendo amplamente utilizado em avaliações de acesso e inclusão educacional.

Os dados da taxa de escolarização foram obtidos da PNAD Contínua, conduzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Utilizou-se a média anual de 2023, que expressa a proporção de indivíduos na faixa etária de 15 a 17 anos que frequentavam a escola. As informações encontram-se agregadas no nível das Unidades da Federação, conforme disponibilizado pelo IBGE.

Ambas as variáveis de saída se referem ao ano de 2023, garantindo coerência temporal com os inputs apresentados na seção anterior.

3.3. Orientação do modelo DEA

Além da escolha entre os modelos CCR e BCC, a DEA admite diferentes orientações analíticas, que definem a lógica de avaliação da eficiência das unidades analisadas. No presente estudo, adotou-se a orientação a *output*, cujo objetivo é avaliar a capacidade das redes estaduais de ensino médio de maximizar os resultados educacionais (*outputs*), dados os recursos disponíveis (*inputs*).

A orientação a *output* mostra-se particularmente adequada ao contexto da administração pública educacional por duas razões. Primeiro, a redução de insumos nem sempre é factível no curto prazo, em razão de restrições orçamentárias, institucionais e legais. Segundo, torna-se mais pertinente analisar o potencial de expansão do desempenho e da cobertura do sistema educacional a partir dos recursos já alocados, em vez de preconizar cortes de recursos que poderiam comprometer a oferta do serviço público.

Dessa forma, tanto o modelo CCR quanto o modelo BCC foram estimados com orientação a *output*, assegurando a comparabilidade dos resultados sob diferentes pressupostos de escala.

3.4. Modelos DEA

Para a mensuração da eficiência técnica, foram adotados dois modelos da DEA: o modelo CCR, proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), sob o pressuposto de retornos constantes de escala (CRS), e o modelo BCC, desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper (1984), sob o pressuposto de retornos variáveis de escala (VRS), ambos com orientação a

output. A adoção desses modelos permite avaliar o desempenho relativo das redes estaduais de ensino médio sob diferentes pressupostos de escala, ampliando a robustez e a consistência da análise.

A aplicação conjunta dos modelos CRS e VRS possibilita inferir a contribuição relativa de fatores gerenciais e estruturais nos níveis observados de eficiência técnica. Enquanto o modelo VRS permite isolar a eficiência técnica pura, associada à gestão e ao uso dos recursos disponíveis, o modelo CRS incorpora adicionalmente os efeitos relacionados ao porte e à estrutura das redes estaduais de ensino, refletindo a eficiência técnica total. Essa abordagem mostra-se relevante no contexto da educação básica brasileira, caracterizado por elevada heterogeneidade estrutural entre as unidades federativas.

De forma complementar, a eficiência de escala é obtida pela razão entre os escores de eficiência estimados sob os pressupostos de retornos constantes e variáveis de escala, sendo utilizada como instrumento analítico auxiliar para interpretar as diferenças observadas entre os resultados dos dois modelos. Ressalta-se que a eficiência de escala não constitui o foco central do estudo, mas contribui para a compreensão do papel do porte das redes estaduais na explicação das variações de eficiência entre as Unidades da Federação.

3.4.1. Modelo Constant Returns to Scale - CRS (CCR)

O modelo CCR assume retornos constantes de escala e possibilita a estimação da eficiência técnica total das unidades analisadas, incorporando simultaneamente os efeitos associados à utilização gerencial dos recursos e ao porte ou escala de operação das unidades avaliadas (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978). Nesse sentido, os escores obtidos pelo modelo CCR refletem o desempenho global das unidades, sem isolar eventuais ineficiências decorrentes exclusivamente de fatores estruturais ou de escala.

Na orientação a *output*, a formulação do modelo CCR busca maximizar proporcionalmente os produtos, mantendo constantes os níveis de insumos observados, sendo expressa pelo seguinte problema de programação linear:

Maximizar $\varphi, \lambda \varphi$

Sujeito a:

- Restrição das entradas (estabelece que a unidade avaliada seja comparada apenas a combinações de unidades que utilizem, no máximo, a mesma quantidade de insumos observada):

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0} \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

- Restrição das saídas (estabelece que a combinação das unidades de referência produza, no mínimo, um nível de resultados proporcionalmente ampliado em relação aos *outputs* observados da unidade avaliada):

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \varphi y_{r0} ; \forall r = 1, 2, \dots, s$$

$$\text{Não negatividade: } \lambda_j \geq 0; \forall j = 1, 2, \dots, n$$

Nessa formulação, x_{ij} representa a quantidade do insumo i utilizada pela unidade j , enquanto y_{rj} corresponde à quantidade do produto r gerado pela unidade j , x_{i0} e y_{r0} referem-se aos insumos e produtos da DMU avaliada, identificada pelo índice 0, e λ_j são os pesos associados às unidades de referência.

Valores de $\varphi = 1$ indicam unidades tecnicamente eficientes sob a hipótese de retornos constantes de escala, enquanto valores de $\varphi > 1$ indicam unidades ineficientes, para as quais existe potencial de expansão proporcional dos *outputs*, dados os níveis de insumos observados. Assim, no modelo CCR, a ineficiência observada pode decorrer tanto de limitações na gestão e no uso dos recursos quanto de uma escala de operação não ótima.

3.4.2. Modelo Variable Returns to Scale - VRS (BCC)

O modelo BCC, por sua vez, admite retornos variáveis de escala e possibilita a mensuração da eficiência técnica pura, associada predominantemente à capacidade gerencial das unidades analisadas, controlando os efeitos decorrentes do porte ou da escala de operação (Banker, Charnes e Cooper, 1984). Diferentemente do modelo CCR, o BCC permite avaliar o desempenho relativo das unidades sob a hipótese de que diferenças de tamanho e estrutura podem influenciar os níveis observados de eficiência, isolando tais efeitos da análise.

Na orientação a *output*, a formulação do modelo BCC mantém a estrutura básica do modelo CCR, sendo acrescida de uma restrição de convexidade, expressa na equação (8), que caracteriza a tecnologia de produção sob a hipótese de retornos variáveis de escala:

$$\text{Maximizar } \varphi, \lambda \quad \varphi$$

Sujeito a:

- Restrição das entradas (estabelece que a unidade avaliada seja comparada apenas a combinações de unidades que utilizem, no máximo, a mesma quantidade de insumos observada):

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0} ; \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

- Restrição das saídas (estabelece que a combinação das unidades de referência produza, no mínimo, um nível de resultados proporcionalmente ampliado em relação aos *outputs* observados da unidade avaliada):

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \varphi y_{r0} ; \forall r = 1, 2, \dots, s$$

- Restrição de convexidade (Retornos Variáveis de Escala):

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1; \forall j = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{Não negatividade: } \lambda_j \geq 0; \forall j = 1, 2, \dots, n$$

A inclusão da restrição de convexidade assegura que a unidade avaliada seja comparada apenas a combinações convexas das demais unidades, o que permite controlar os efeitos da escala de operação e distinguir ineficiências associadas à gestão e ao uso dos recursos daquelas decorrentes de fatores estruturais relacionados ao porte das unidades analisadas.

Assim como no modelo CCR, valores de $\varphi = 1$ indicam unidades tecnicamente eficientes, enquanto valores de $\varphi > 1$ indicam unidades ineficientes, com potencial de expansão proporcional dos *outputs*, dados os insumos observados. No entanto, no modelo BCC, tais escores refletem exclusivamente a eficiência técnica pura, uma vez que os efeitos de escala são explicitamente controlados pela especificação do modelo.

O modelo BCC foi escolhido porque sistemas educacionais não operam necessariamente em escala ótima – redes de grande porte podem apresentar retornos decrescentes de escala, à medida que o aumento da abrangência territorial e do número de unidades escolares intensifica os custos de coordenação, monitoramento e governança. Por outro lado, redes menores podem operar com retornos crescentes, aproveitando maior flexibilidade gerencial e menor complexidade administrativa (Trabelsi; Boujelbene, 2024).

A aplicação conjunta dos modelos CCR e BCC permite, portanto, distinguir se a ineficiência observada está associada ao porte da rede (ineficiência estrutural) ou à qualidade da gestão e ao uso dos recursos disponíveis (ineficiência gerencial).

3.5. Procedimentos de cálculo e operacionalização

Os dados utilizados no estudo foram organizados a partir das bases oficiais selecionadas, contemplando informações relativas aos *inputs* e aos *outputs* das redes estaduais de ensino médio. Os indicadores de entrada e de saída foram extraídos, filtrados e consolidados em planilhas eletrônicas, com separação por Unidade da Federação e verificação da consistência das informações.

No tratamento dos dados, procedeu-se à filtragem por dependência administrativa estadual, de modo a considerar exclusivamente as redes públicas estaduais de ensino médio. As variáveis foram agregadas no nível das Unidades da Federação por meio de procedimentos de soma em tabela dinâmica, no caso das variáveis expressas em valores absolutos, e por meio da utilização direta dos indicadores já disponibilizados em nível estadual.

A padronização das variáveis restringiu-se à uniformização das unidades de medida, não sendo aplicados procedimentos de normalização estatística, em consonância com os

pressupostos da DEA. Previamente à aplicação do modelo, os dados passaram por procedimentos de verificação de integridade, incluindo a conferência de consistência interna, a identificação de valores ausentes e a checagem de compatibilidade entre as fontes oficiais utilizadas.

Não foram identificadas inconsistências técnicas que demandassem procedimentos de correção ou imputação dos dados, embora tenham sido observados valores atípicos em casos específicos, os quais refletem características estruturais reais das unidades analisadas e foram mantidos na análise. Todos os dados utilizados referem-se ao ano de 2023, assegurando coerência temporal entre os insumos e os produtos considerados no modelo DEA.

A etapa de análise foi realizada por meio do *software* SIAD 3.0 (Sistema Integrado de Apoio à Decisão), ferramenta específica para a aplicação da DEA. O *software* foi utilizado para a estimação dos escores de eficiência técnica, considerando os modelos CCR e BCC, ambos com orientação a *output*, conforme especificado nas seções anteriores.

A escolha do SIAD 3.0 justifica-se por sua interface amigável, por ser um software nacional com validação na literatura brasileira de DEA e por permitir a estimação simultânea dos modelos CCR e BCC com orientação a *output*, gerando automaticamente os escores, benchmarks e alvos de eficiência.

A partir do processamento dos dados no SIAD 3.0, foram obtidos os escores de eficiência técnica sob diferentes pressupostos de escala, bem como a identificação da fronteira eficiente e das unidades de referência (*benchmarks*) associadas a cada DMU avaliada. O procedimento de estimação envolve ainda a determinação endógena dos pesos atribuídos às variáveis de entrada e de saída, os quais viabilizam a construção da fronteira eficiente e a comparação relativa entre as unidades analisadas, sem implicar interpretação normativa ou hierarquização prévia da importância das variáveis.

Os resultados fundamentam a análise comparativa do desempenho relativo das redes estaduais de ensino médio, apresentada e discutida no capítulo seguinte.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Panorama Geral e Distribuição dos Escores de Eficiência

Este capítulo apresenta e analisa os resultados da aplicação da DEA para mensurar a eficiência técnica das redes estaduais de ensino médio nas 27 Unidades da Federação brasileiras. Antes de examinar os escores de eficiência, contudo, verifica-se a relação entre as variáveis de entrada (*inputs*) e de saída (*outputs*) por meio do coeficiente de correlação de Pearson. Esta análise tem caráter diagnóstico, servindo para confirmar a adequação da especificação do modelo, sem qualquer pretensão de estabelecer relações causais. A Tabela 2 apresenta as correlações obtidas.

Tabela 2 – Correlação de Pearson entre *inputs* e *outputs*

Variável	IDEB	Taxa de escolarização
Professores	0,108	0,388
Escolas com <i>internet</i>	0,098	0,369
Escolas estaduais	0,056	0,440
Escolas com biblioteca	0,100	0,375
Despesa educacional (R\$ milhões)	0,341	0,297

Fonte: Elaborada pelo autor a partir dos dados da pesquisa (2026).

Os resultados indicam correlações positivas entre todos os *inputs* e os *outputs*, ainda que de magnitude variada. As correlações com o IDEB são predominantemente fracas (entre 5,6% e 10,8%), com exceção da despesa educacional, que apresenta correlação moderada (34,1%). Esse padrão sugere que, embora mais recursos estejam associados a melhores resultados de qualidade, a relação está longe de ser perfeita – o que reforça a pertinência da análise de eficiência, focada justamente em como os recursos são convertidos em resultados.

As correlações com a taxa de escolarização são mais robustas, variando entre 29,7% (despesa) e 44,0% (escolas estaduais). Estados com maior dotação de recursos, especialmente escolas e professores, tendem a apresentar maior cobertura educacional, o que é consistente com a expectativa teórica e respalda a inclusão dessas variáveis no modelo. Em síntese, a análise de correlação confirma a existência de associação entre os recursos empregados e os resultados educacionais, servindo como diagnóstico complementar à análise de eficiência técnica que se segue.

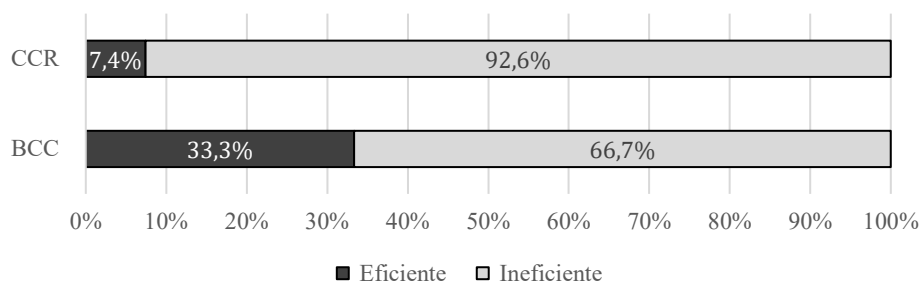
À luz desses resultados, os níveis mais elevados de gasto público nem sempre se traduzem em melhor desempenho, especialmente quando há falhas de coordenação e rigidez burocrática (Afonso; Jalles; Venâncio, 2021). No contexto brasileiro, a capacidade de transformar recursos em resultados está mais associada à qualidade da gestão do que ao volume absoluto de investimentos (Soares; Santos, 2024). Os achados aqui apresentados corroboram essa perspectiva, ao evidenciar que a correlação entre despesa e IDEB, embora positiva, é

apenas moderada (0,341), sugerindo que outros fatores – como a eficiência na alocação e o capital organizacional – desempenham papel decisivo na produção dos resultados educacionais.

O presente estudo avança ao demonstrar, por meio de uma análise diagnóstica preliminar, que a simples ampliação de recursos não garante melhores resultados – o que justifica a aplicação da DEA para mensurar a eficiência relativa. Diferentemente de estudos anteriores que se concentraram em análises correlacionais, a abordagem aqui adotada permite identificar não apenas se há associação entre insumos e produtos, mas também quais estados convertem seus recursos de forma mais ou menos eficiente, abrindo caminho para a distinção entre ineficiências de natureza estrutural e gerencial.

A exposição dos resultados da DEA inicia com uma visão agregada da distribuição dos escores (Figura 2). Em seguida, detalham-se os resultados individuais de eficiência técnica total (modelo CCR) e de eficiência técnica pura ou gerencial (modelo BCC), conforme apresentados na Tabela 3. Por fim, o capítulo avança para a análise de *benchmarking* e a definição de alvos de eficiência, traduzindo o diagnóstico comparativo em subsídios para a gestão pública.

Figura 2 – Distribuição percentual das Unidades da Federação segundo a classificação de eficiência técnica nos modelos CCR e BCC



Fonte: Elaborada pelo autor (2026)

A Figura 2 evidencia um dos principais achados do estudo: a expressiva alteração no panorama de eficiência quando se modifica o pressuposto de escala do modelo. Sob a hipótese de retornos constantes de escala (modelo CCR), apenas 02 unidades federativas (7,4%) situam-se na fronteira eficiente, enquanto 25 (92,6%) são classificadas como ineficientes. Em contraste, ao controlar o efeito da escala por meio do modelo BCC (retornos variáveis de escala), o número de unidades eficientes eleva-se para 09 (33,3%), permanecendo 18 (66,7%) como ineficientes.

A ampliação da fronteira eficiente observada no modelo BCC constitui um resultado analiticamente relevante. Ele indica que uma parcela significativa da ineficiência captada pelo modelo CCR está associada a fatores estruturais de escala, e não exclusivamente a deficiências

gerenciais. Redes estaduais de grande porte, caracterizadas por elevada heterogeneidade territorial e complexidade administrativa, tendem a operar sob condições de retornos decrescentes de escala.

Consequentemente, a adoção da premissa de proporcionalidade entre recursos e resultados (CRS) pode inflar artificialmente os níveis mensurados de ineficiência técnica total. Esse achado alinha-se a Trabelsi e Boujelbene (2024), que argumentam que a expansão de sistemas públicos, quando não acompanhada por ganhos proporcionais de produtividade marginal, frequentemente resulta em perdas de eficiência associadas à própria escala de operação.

Sob a perspectiva da Administração Pública, a distinção entre eficiência técnica total (CCR) e eficiência técnica pura/gerencial (BCC) mostra-se central para uma interpretação adequada dos resultados. Essa diferenciação evita atribuições simplificadoras de ineficiência a supostas fragilidades gerenciais, quando parte substancial do desempenho observado pode decorrer de condicionantes estruturais e institucionais, como a dimensão da rede e políticas de universalização do acesso (Trabelsi; Boujelbene, 2024). A análise conjunta dos dois modelos, portanto, orienta a investigação subsequente ao permitir identificar, para cada unidade federativa, se a ineficiência é predominantemente escalar, gerencial ou uma combinação de ambas.

O avanço deste estudo reside na aplicação empírica da distinção entre eficiência estrutural e gerencial em escala nacional para o ensino médio estadual. Enquanto estudos anteriores se limitaram a medir a eficiência técnica sem decompor suas fontes, a presente pesquisa demonstra que a ineficiência observada é predominantemente estrutural, e não gerencial. Essa distinção é central para a formulação de políticas públicas, pois orienta intervenções diferenciadas: para estados com ineficiência estrutural, ações de coordenação e governança; para estados com ineficiência gerencial, ajustes organizacionais e capacitação.

Os escores de eficiência detalhados para cada Unidade da Federação, que fundamentam a distribuição percentual apresentada, constam da Tabela 3. A análise desses valores revela padrões distintos de desempenho entre os modelos, conforme discutido nas seções seguintes.

Tabela 3 – Escores de eficiência técnica das redes estaduais de ensino médio nos modelos CCR e BCC (orientação a *output*)

DMU	Eficiência	
	CCR	BCC
Acre	1,0000	1,0000
Alagoas	0,7110	0,9731
Amapá	0,9766	0,9880

Amazonas	0,4095	0,9524
Bahia	0,1989	0,9869
Ceará	0,3265	0,9715
Espírito Santo	0,8142	1,0000
Goiás	0,2942	1,0000
Maranhão	0,3810	0,9726
Mato Grosso	0,4667	0,9386
Mato Grosso do Sul	0,7101	0,9632
Minas Gerais	0,1003	0,9768
Pará	0,2766	0,9542
Paraíba	0,3246	0,9411
Paraná	0,1600	0,9923
Pernambuco	0,2432	0,9950
Piauí	0,5025	0,9752
Rio de Janeiro	0,7707	1,0000
Rio Grande do Norte	0,3754	0,9889
Rio Grande do Sul	0,1829	0,9706
Rondônia	0,9379	1,0000
Roraima	1,0000	1,0000
Santa Catarina	0,2712	1,0000
São Paulo	0,0452	1,0000
Sergipe	0,6468	0,9996
Tocantins	0,7555	0,9795
Distrito Federal	0,5786	1,0000

Fonte: Elaborada pelo autor (2026)

4.2. Resultados da Eficiência sob Retornos Constantes de Escala - CCR

A Tabela 3 apresenta os escores de eficiência técnica total das 27 unidades federativas, obtidos pelo modelo CCR com orientação a *output*. O panorama revelado é de elevada heterogeneidade e predominância de ineficiência técnica, com apenas dois estados, Acre e Roraima, posicionando-se na fronteira eficiente (escore = 1,000). Em contraste, unidades federativas de grande porte econômico e populacional, como São Paulo (0,045), Minas Gerais (0,100), Bahia (0,198), Rio Grande do Sul (0,183) e Paraná (0,160), figuram entre os piores desempenhos, evidenciando níveis expressivos de ineficiência técnica agregada.

A dimensão espacial desse padrão é ilustrada na Figura 2 que apresenta a distribuição geográfica dos escores CCR. A visualização confirma que a ineficiência técnica sob retornos constantes de escala é um fenômeno disseminado no território nacional, com a maioria das redes estaduais de ensino médio operando abaixo da fronteira eficiente. Observa-se, adicionalmente, a concentração dos menores escores nas regiões Sudeste e Sul, onde se localizam os sistemas estaduais de maior escala e complexidade administrativa.

Figura 3 – Distribuição geográfica dos escores de eficiência técnica total (modelo CCR orientado a *output*) das redes estaduais de ensino médio no Brasil, 2023



Fonte: Elaborada pelo autor, a partir dos resultados do SIAD.

Esse resultado fornece evidência empírica consistente com a hipótese de retornos decrescentes de escala no setor público educacional. Conforme argumentado por Trabelsi e Boujelbene (2024), a expansão de sistemas públicos, quando não acompanhada por ganhos proporcionais de produtividade marginal, tende a gerar perdas de eficiência técnica total. No caso brasileiro, o aumento da escala operacional das redes estaduais de ensino médio parece associar-se a maiores dificuldades de coordenação e governança, refletindo-se nos baixos escores observados no modelo CCR.

A classificação como ineficiente de estados responsáveis por parcela significativa do PIB nacional e pelo atendimento de milhões de estudantes não deve ser interpretada como evidência direta de fragilidade gerencial cotidiana. O modelo CCR capta a eficiência técnica total sob a premissa rígida de proporcionalidade entre insumos e produtos. Desse modo, sistemas de grande porte são naturalmente penalizados quando operam em contextos em que os incrementos de recursos não se traduzem em aumentos equivalentes de resultados educacionais.

Dois fatores estruturais ajudam a contextualizar esse desempenho. O primeiro refere-se aos custos crescentes de coordenação e governança em redes de grande escala. À medida

que a abrangência territorial e o número de unidades escolares aumentam, intensificam-se os desafios relacionados à gestão de pessoal, ao monitoramento do desempenho, à implementação de políticas educacionais e à padronização curricular, pressionando a capacidade administrativa dos entes federativos (World Bank, 2023).

O segundo fator diz respeito à elevada heterogeneidade interna dos grandes estados brasileiros, marcada por desigualdades socioeconômicas intraestaduais, diferenças acentuadas entre áreas urbanas e rurais e demandas educacionais diversificadas. Essa heterogeneidade limita a efetividade média de políticas centralizadas e pode reduzir o desempenho agregado captado pelo modelo, mesmo quando há iniciativas gerenciais eficazes em segmentos específicos das redes (Giménez et al., 2020; Soriano et al., 2021).

Ademais, os efeitos residuais do contexto pandêmico, que afetaram de forma desigual regiões e grupos sociais, constituem um fator não observado que pode ter influenciado os resultados educacionais recentes e, consequentemente, os escores de eficiência.

O presente estudo avança ao demonstrar que, a ineficiência técnica total observada nos maiores estados sob retornos constantes de escala sinaliza, sobretudo, limitações associadas à escala e à complexidade estrutural desses sistemas. Esse diagnóstico reforça a importância de análises complementares sob pressupostos alternativos de escala, a fim de distinguir a parcela da ineficiência associada a fatores estruturais daquela relacionada à ineficiência técnica gerencial, aspecto explorado nas seções subsequentes.

4.3. Resultados da Eficiência sob Retornos Variáveis de Escala - BCC

A aplicação do modelo BCC, que isola o efeito do porte das redes ao assumir retornos variáveis de escala (VRS), promove uma reconfiguração substancial no diagnóstico de eficiência técnica (Tabela 4.1). Sob esse modelo, o número de Unidades da Federação posicionadas na fronteira eficiente eleva-se de duas para nove, delineando um novo grupo de referência para a eficiência técnica pura ou gerencial. Esse resultado representa um aprofundamento analítico crucial, pois permite distinguir as ineficiências associadas à escala de operação daquelas vinculadas à gestão dos recursos, conforme proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984).

A composição desse novo conjunto de unidades eficientes é, por si só, reveladora. Nele figuram estados de grande porte e elevado PIB per capita que foram classificados como ineficientes no modelo CCR, como São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina e o Distrito Federal.

O reposicionamento dessas redes na fronteira eficiente (escore = 1,000), após o controle do efeito de escala, indica que sua ineficiência anterior era predominantemente estrutural. Isso sugere que, dadas as condições de operação em larga escala, tais redes apresentam um desempenho relativamente eficaz na conversão de insumos em produtos educacionais, alinhando-se às evidências sobre a importância da capacidade administrativa para a produtividade no setor público (Hanushek; Woessmann, 2020; World Bank, 2023).

Enquanto o modelo CCR indicava um padrão de ineficiência técnica total generalizada, o modelo BCC revela a persistência de escores inferiores a 1,0 em 18 estados, com maior concentração nas regiões Norte e Nordeste. Esse padrão espacial sinaliza que, para uma parcela significativa das redes estaduais, os desafios à eficiência não se restringem à escala, apontando para a presença de ineficiência técnica gerencial. A permanência de unidades como Pará (0,954), Amazonas (0,952) e Mato Grosso (0,939) abaixo da fronteira eficiente reforça esse diagnóstico. A distribuição espacial da ineficiência residual, ilustrada na Figura 4, adquire maior nitidez sob essa nova lógica analítica.

Figura 4 – Distribuição espacial dos escores de eficiência técnica das redes estaduais de ensino médio nos modelos BCC (orientados a *output*)



Fonte: Elaborada pelo autor, a partir dos resultados do SIAD.

Tomando o estado do Pará como exemplo ilustrativo, o escore de 0,954 pode ser contextualizado por um conjunto de fragilidades estruturais e organizacionais reportadas na literatura e em documentos oficiais. Relatórios de fiscalização apontam deficiências crônicas na infraestrutura escolar (TCM-PA, 2023), enquanto análises do SAEB e do Plano Nacional de Educação (PNE) indicam limitações nos mecanismos de monitoramento pedagógico e no cumprimento de metas de aprendizagem e fluxo (INEP, 2023). Esses elementos, embora não expliquem causalmente o escore, ajudam a compreender o diagnóstico de ineficiência gerencial, especialmente no que tange à alocação e ao uso dos recursos disponíveis.

De forma mais ampla, as limitações associadas à ineficiência técnica gerencial podem estar relacionadas a aspectos como a capacitação de equipes gestoras, a fragilidade de sistemas de monitoramento e avaliação e a efetividade de mecanismos de *accountability* (Paiva et al., 2019). Tais fatores reforçam a centralidade do capital organizacional - discutido no referencial teórico - como determinante do desempenho relativo das redes estaduais (Ganga et al., 2025).

O avanço deste estudo reside na identificação, em escala nacional, de que a ineficiência gerencial residual se concentra predominantemente nas regiões Norte e Nordeste, enquanto os estados do Sudeste, Sul e Centro-Oeste demonstram capacidade de gestão relativamente eficiente quando o efeito da escala é controlado. Essa distinção regional é inédita na literatura nacional para o ensino médio estadual e oferece subsídios para a formulação de políticas públicas regionalmente diferenciadas, reconhecendo que os desafios enfrentados pelas redes não são homogêneos.

O contraste entre os modelos CCR e BCC consolida, assim, um diagnóstico dual sobre a eficiência do ensino médio estadual no Brasil. De um lado, identificam-se estados cujo desempenho é predominantemente condicionado por limitações de escala; de outro, evidencia-se um conjunto de redes nas quais a ineficiência técnica gerencial constitui o principal entrave. Essa distinção analítica é fundamental não apenas para a correta interpretação dos resultados, mas também para a compreensão da heterogeneidade observada entre as unidades federativas e para a formulação de políticas diferenciadas.

4.4. Resultados de *benchmarking* e unidades de referência

A identificação dos *benchmarks* a partir do modelo BCC permite avançar além do diagnóstico quantitativo da ineficiência, traduzindo os resultados da DEA em termos operacionais e comparativos. Esse procedimento, central à metodologia, explicita as unidades eficientes que servem de referência para as redes ineficientes, indicando não apenas quais estados compõem a fronteira eficiente, mas também em que proporção (λ) suas combinações

de insumos e produtos são utilizadas para a projeção das metas de desempenho (Cury et al., 2024). Os resultados consolidados na Tabela 4 evidenciam padrões relevantes para a compreensão da eficiência técnica gerencial no ensino médio estadual.

Tabela 4 – Unidades de referência (*benchmarks*) das redes estaduais de ensino médio segundo o modelo BCC orientado a *output*

DMU	AC	ES	GO	RJ	RO	RR	SC	SP	DF
AC	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-
AL	0,396	0,353	-	-	0,007	0,243	-	-	-
AP	0,123	0,005	-	-	-	0,870	-	-	-
AM	-	0,151	-	-	0,112	-	-	-	0,736
BA	-	0,267	-	0,545	-	-	-	-	0,187
CE	-	0,844	-	0,103	-	-	-	0,0515	-
ES	-	1,000	-	-	-	-	-	-	-
GO	-	-	1,000	-	-	-	-	-	-
MA	-	0,024	-	-	0,267	-	-	-	0,708
MT	-	0,806	-	0,081	-	-	0,006	-	0,105
MS	0,338	0,581	-	-	0,047	0,032	-	-	-
MG	-	0,357	-	0,314	-	-	-	0,328	-
PA	-	0,843	-	0,093	-	-	-	-	0,062
PB	-	0,030	-	-	0,317	-	-	-	0,652
PR	-	0,635	0,364	-	-	-	-	-	-
PE	-	0,831	-	0,103	-	-	-	0,065	-
PI	-	0,734	-	0,062	-	-	0,005	-	0,197
RJ	-	-	-	1,000	-	-	-	-	-
RN	-	-	-	-	0,362	-	-	-	0,637
RS	-	-	-	0,536	-	-	-	-	0,463
RO	-	-	-	-	1,000	-	-	-	-
RR	-	-	-	-	-	1,000	-	-	-
SC	-	-	-	-	-	-	1,000	-	-
SP	-	-	-	-	-	-	-	1,000	-
SE	-	-	-	-	0,741	0,259	-	-	-
TO	0,487	0,382	-	-	0,046	0,083	-	-	-
DF	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000

Fonte: Elaborada pelo autor, a partir dos resultados do SIAD.

A análise da Tabela 4 evidencia, em primeiro lugar, a centralidade de determinadas unidades federativas como referências recorrentes. O Espírito Santo (ES) destaca-se como o *benchmark* mais frequente, participando da combinação de referência de 15 das 18 DMUs classificadas como ineficientes no modelo BCC, frequentemente com os maiores pesos (λ). Esse resultado indica que a configuração observada entre insumos e produtos na rede estadual capixaba é identificada pelo algoritmo DEA como uma combinação tecnicamente eficiente e amplamente comparável a diferentes realidades estaduais, o que reforça sua relevância analítica como unidade de referência.

Em contraste, observa-se que estados como Goiás (GO) e Santa Catarina (SC), embora classificados como eficientes no modelo BCC, são raramente utilizados como referências para outras DMUs, sugerindo que sua eficiência pode estar fortemente associada a condições específicas de escala, contexto socioeconômico e estrutura produtiva.

A recorrência do Espírito Santo como *benchmark* pode ser adicionalmente contextualizada à luz de evidências qualitativas sobre a condução das políticas educacionais no estado. Estudos e análises institucionais indicam que a política educacional capixaba tem sido marcada por relativa continuidade administrativa, clareza de metas pedagógicas e uso sistemático de instrumentos de monitoramento e avaliação do desempenho escolar, especialmente no ensino médio.

Destacam-se, nesse contexto, práticas associadas à formação continuada de professores e gestores, à estabilidade das equipes escolares e à articulação entre planejamento estratégico e gestão pedagógica, elementos frequentemente associados ao fortalecimento do capital organizacional e humano das redes públicas de ensino (Rostamzadeh et al., 2021). Essas evidências não explicam causalmente a posição do Espírito Santo como *benchmark* no modelo DEA, mas contribuem para contextualizar porque sua combinação de fatores de produção e resultados se mostra recorrente como referência técnica para a projeção das metas de eficiência de outras unidades federativas.

Em contraste, observa-se que estados como Goiás (GO) e Santa Catarina (SC), embora classificados como eficientes no modelo BCC, são raramente utilizados como referências para outras DMUs. Esse padrão sugere que a eficiência técnica gerencial dessas redes pode estar fortemente associada a condições específicas de escala, contexto socioeconômico e estrutura produtiva, o que limita sua utilização como combinação convexa para a projeção de metas em estados com características significativamente distintas.

No caso de Santa Catarina, por exemplo, indicadores socioeconômicos historicamente elevados - como renda média, urbanização e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) - configuram um contexto exógeno favorável ao desempenho educacional, potencializando a produtividade dos recursos disponíveis (Agasisti; Ribeiro; Montemor, 2022).

Para Goiás, a baixa recorrência como *benchmark* pode estar relacionada a uma escala operacional relativamente próxima do ponto considerado ótimo dentro da amostra analisada, reduzindo sua capacidade de servir como referência técnica para redes estaduais de porte muito superior ou inferior. Esse achado reforça a importância da análise conjunta dos modelos CCR e BCC, uma vez que a eficiência observada sob retornos variáveis de escala pode refletir, em

parte, vantagens estruturais associadas à escala de operação e ao contexto específico de cada unidade.

O padrão de *benchmarking* identificado corrobora a argumentação de Agasisti (2022) de que não existe um modelo único de eficiência técnica gerencial na educação pública. A pluralidade de referências - que inclui unidades como Espírito Santo, Roraima, Rondônia e o Distrito Federal - evidencia que diferentes arranjos institucionais, contextos territoriais e combinações organizacionais podem conduzir a desempenhos relativamente eficientes. Esse resultado reforça a necessidade de interpretações contextualizadas dos *benchmarks*, evitando leituras normativas ou prescrições generalizadas.

Para cada unidade federativa ineficiente, o *benchmarking* define uma combinação convexa específica de estados de referência. No caso do Pará, por exemplo, o alvo de eficiência é projetado a partir de uma combinação composta majoritariamente pelo Espírito Santo ($\lambda = 0,843$), complementada pelo Rio de Janeiro ($\lambda = 0,093$) e pelo Distrito Federal ($\lambda = 0,062$). Essa composição não implica a replicação literal das práticas dessas redes, mas indica que a meta de eficiência do Pará se aproxima de uma combinação sintética que articula características de uma rede de porte médio, de um sistema metropolitano complexo e de uma unidade federativa com estrutura administrativa singular.

Dessa forma, os *benchmarks* identificados pela DEA devem ser compreendidos como referências técnicas para projeção, e não como modelos prescritivos de gestão (Rostamzadeh et al., 2021). Sua principal utilidade reside em sinalizar a magnitude do *gap* de eficiência e em orientar o foco analítico para dimensões específicas da gestão educacional que merecem investigação mais aprofundada. A operacionalização dessas projeções ocorre na etapa subsequente, por meio da definição dos alvos de eficiência, que traduzem essas combinações de referência em metas quantitativas específicas para os *inputs* e *outputs*, conforme discutido na seção seguinte.

4.5. Análise de Alvos de Eficiência: Implicações Gerenciais

Enquanto a análise de *benchmarking* identifica as unidades de referência, a definição dos alvos de eficiência responde a uma questão operacional central da DEA: em quanto e em quais dimensões específicas uma unidade ineficiente precisa ajustar seu desempenho para alcançar a fronteira. Os alvos correspondem às projeções quantitativas geradas pelo modelo, indicando níveis teóricos de *inputs* e *outputs* compatíveis com a tecnologia de produção observada no conjunto analisado (Cooper; Seiford; Zhu, 2011).

Esses alvos permitem desagregar o escore global de ineficiência em componentes analíticos mais precisos, distinguindo o ajuste proporcional (radial) das folgas (*slacks*) não radiais associadas a excessos de insumos ou insuficiências de produtos. Tal decomposição é fundamental por traduzir o conceito abstrato de ineficiência técnica em indicadores quantitativos passíveis de análise gerencial.

A Tabela 5 apresenta os alvos de eficiência estimados para o estado do Pará (escore BCC = 0,954), tomado como exemplo ilustrativo.

Tabela 5 – Alvos de eficiência para o estado do Pará segundo o modelo BCC orientado a *output*

	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
<i>Inputs</i>	Professores	10.985	10.985	-	10.985
	Internet	986	986	498	487
	Escola	1.753	1.753	706	1.046
	Biblioteca	708	708	280	427
	Despesa	4.644	4.644	3.375	1.268
<i>Outputs</i>	IDEB	4,3	4,5	-	4,5
	Escolarização	0,88	0,92	-	0,92

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados do SIAD.

Em relação aos *outputs*, os resultados indicam a necessidade de incrementos moderados e factíveis: elevação do IDEB de 4,3 para 4,5 e da taxa de escolarização líquida de 88,5% para 92,7%. Esses ajustes constituem o componente radial do modelo, representando o ganho proporcional simultâneo necessário para projetar a unidade na fronteira eficiente, mantidos os inputs constantes.

O aspecto mais informativo da análise, contudo, concentra-se nos *inputs*. Observam-se folgas expressivas em praticamente todos os insumos, com destaque para a despesa educacional e para as variáveis de infraestrutura física e tecnológica (escolas com *internet*, bibliotecas). Dentro da lógica do modelo DEA, essas folgas indicam que, dada a atual capacidade de geração de resultados, parcela significativa dos recursos disponíveis não está sendo convertida de forma plenamente eficiente em produtos educacionais. Esse padrão sinaliza a presença de ineficiência técnica gerencial, corroborando o diagnóstico da Seção 4.3 (Agasisti; Ribeiro; Montemor, 2022).

É fundamental ressaltar que estes resultados não devem ser interpretados como recomendações diretas de redução linear de recursos. Os alvos refletem um cenário contrafactual construído pelo modelo, condicionado ao conjunto de dados e variáveis selecionadas. Sua utilidade principal reside em dimensionar a magnitude dos desvios de

eficiência e orientar análises mais aprofundadas sobre a alocação, combinação e uso dos recursos, apontando para áreas que demandam investigação gerencial.

O padrão observado, ajustes moderados nos *outputs* combinados com folgas relevantes nos *inputs*, reforça uma implicação gerencial crucial: para muitas redes estaduais, as melhorias nos resultados educacionais podem estar mais associadas à reorganização e ao uso mais eficiente dos recursos existentes do que à sua simples expansão quantitativa.

O avanço deste estudo reside em demonstrar, de forma quantitativa e aplicada, que os ganhos potenciais de eficiência para o Pará não estão na expansão de recursos, mas na reorganização do que já existe. Os alvos projetados são factíveis e não exigem ampliação imediata de insumos. Esse diagnóstico reforça a centralidade da gestão como fator explicativo do desempenho educacional e oferece subsídios concretos para a definição de metas realistas no âmbito do Plano Estadual de Educação.

Os alvos de eficiência funcionam, portanto, como referências quantitativas para diagnóstico, que auxiliam na identificação de áreas críticas e na priorização de esforços de gestão, sem prescrever automaticamente soluções operacionais. A análise desenvolvida ao longo deste capítulo, ao articular de forma estruturada os escores de eficiência, o *benchmarking* e os alvos projetados, fornece as bases para uma leitura integrada e multifacetada do desempenho das redes estaduais de ensino médio, conforme sintetizado na seção final.

4.6. Síntese final

A análise empreendida ao longo deste capítulo permitiu construir uma visão integrada e estratificada da eficiência técnica das redes estaduais de ensino médio no Brasil, a partir da aplicação dos modelos DEA sob diferentes pressupostos de escala. A utilização conjunta dos modelos CCR e BCC mostrou-se fundamental para evitar interpretações simplificadoras e para distinguir a natureza das ineficiências observadas entre as unidades federativas.

Os resultados do modelo CCR evidenciaram um padrão de ineficiência técnica total generalizada, particularmente acentuado nos sistemas estaduais de grande porte, sugerindo a presença de limitações associadas à escala de operação. Já o modelo BCC, ao controlar esse efeito, revelou que parte significativa dessa ineficiência estava relacionada a fatores estruturais, ao mesmo tempo em que identificou um conjunto de estados nos quais persistem níveis relevantes de ineficiência técnica gerencial.

A análise espacial dos escores reforçou a heterogeneidade regional do desempenho, com maior concentração de ineficiência gerencial nas regiões Norte e Nordeste, enquanto parte dos estados do Sudeste, Sul e Centro-Oeste apresentou desempenho relativamente mais

eficiente sob retornos variáveis de escala. Esses padrões indicam que os desafios enfrentados pelas redes estaduais de ensino médio não são homogêneos e demandam leituras contextualizadas.

O exame dos resultados de *benchmarking* contribuiu para operacionalizar o diagnóstico, ao identificar unidades de referência e combinações convexas que servem como parâmetros técnicos para as redes ineficientes. De forma complementar, a análise dos alvos de eficiência permitiu detalhar a magnitude e as dimensões dos ajustes necessários, evidenciando que, em diversos casos, os ganhos potenciais de eficiência estão mais associados à reorganização e ao uso mais eficaz dos recursos existentes do que à sua simples expansão.

Em conjunto, os escores de eficiência, os *benchmarks* e os alvos projetados fornecem um diagnóstico consistente e multifacetado do desempenho relativo das redes estaduais de ensino médio. Esses resultados constituem a base empírica sobre a qual se apoiam as reflexões finais do estudo, cujas implicações analíticas, limitações e possíveis desdobramentos para a formulação de políticas públicas educacionais serão sistematizados no capítulo conclusivo.

5. PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO (PTT)

Este capítulo apresenta o Produto Técnico-Tecnológico (PTT) desenvolvido no âmbito desta dissertação, que materializa o compromisso do mestrado profissional com a produção de conhecimento aplicado, articulando o rigor analítico da investigação acadêmica à utilidade prática para a gestão pública educacional. Neste estudo, o PTT assume a forma de um Guia Técnico destinado à Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC-PA), com o propósito de traduzir os resultados da DEA em instrumento de apoio à tomada de decisão.

O público-alvo principal do PTT é composto por gestores e equipes técnicas da SEDUC-PA, especialmente aqueles vinculados às áreas de planejamento estratégico, avaliação educacional, monitoramento de indicadores e formulação de políticas públicas voltadas ao ensino médio estadual. Como público-alvo secundário, identificam-se as equipes técnicas de outras Secretarias Estaduais de Educação interessadas em replicar a metodologia, bem como pesquisadores e gestores públicos da área educacional.

5.1. Contexto e situação-problema

A motivação para o desenvolvimento do PTT reside na dificuldade recorrente da gestão pública educacional em converter indicadores tradicionais, como IDEB, taxas de escolarização e volume de gastos, em diagnósticos comparativos capazes de orientar decisões estratégicas sobre eficiência no uso dos recursos públicos. Conforme demonstrado na Seção 4 desta dissertação, a aplicação da DEA às redes estaduais de ensino médio revelou um padrão de ineficiência heterogêneo, no qual o Estado do Pará apresentou escore de eficiência técnica pura (modelo BCC) de 0,954 (Tabela 3), indicando margem de aprimoramento gerencial. Os *benchmarks* identificados para o Pará – Espírito Santo, Rio de Janeiro e Distrito Federal – e os alvos de eficiência estimados (IDEB de 4,3 para 4,5; escolarização de 88,5% para 92,7%) foram detalhados nas Seções 4.4 e 4.5.

A presente proposta está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), em especial ao ODS 4 – Educação de Qualidade, que visa assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, bem como promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. Contribui diretamente com a meta 4.1 (ensino médio gratuito, equitativo e de qualidade) e com a meta 4.c (formação de professores e gestores). Adicionalmente, o PTT dialoga com o ODS 16 – Paz, Justiça e Instituições Eficazes, no que tange ao fortalecimento da gestão pública baseada em evidências, à transparência no uso dos recursos e à melhoria da capacidade institucional das secretarias de educação.

5.2. Estrutura e conteúdo do Guia Técnico

O Guia Técnico foi estruturado em componentes sequenciais que orientam o gestor desde a compreensão dos conceitos fundamentais da DEA até a aplicação prática dos resultados. Os aspectos metodológicos, incluindo a definição das variáveis de entrada e saída (Seção 3.2), os modelos CCR e BCC (Seção 3.4) e a justificativa para a orientação a *output* (Seção 3.3), não são reapresentados no guia, mas sim remetidos à dissertação para aprofundamento. O foco do PTT reside na tradução desses achados em linguagem acessível ao gestor público, com ênfase na interpretação dos escores, na distinção entre ineficiências estruturais e gerenciais, na projeção de alvos factíveis e na identificação de *benchmarks* como referências analíticas.

Um dos diferenciais do guia, é a oferta de uma matriz analítica que permite à gestão distinguir se os desafios enfrentados pela rede decorrem predominantemente da escala de operação ou de aspectos relacionados à alocação e ao uso dos recursos disponíveis. Essa distinção, embora implícita nos resultados da DEA (Seção 4.3), é explicitada no guia em formato de quadro-síntese de fácil consulta.

O guia contempla, ainda, seis recomendações de intervenção fundamentadas nos achados da pesquisa, abrangendo desde a interpretação qualificada dos escores de eficiência até o fortalecimento da cultura de decisão baseada em evidências.

5.3. Roteiro de implementação

O guia apresenta um roteiro de implementação prática estruturado em quatro etapas, conforme sintetizado na Tabela 6.

Tabela 6 - Roteiro de implementação do Guia Técnico na SEDUC-PA

Etapas	Período	Objetivo	Produtos esperados
1. Internalização e capacitação	0 a 6 meses	Garantir que a equipe técnica compreenda os conceitos de eficiência relativa e saiba interpretar os resultados da DEA	Oficina de apresentação; material de apoio didático; módulo formativo incorporado ao plano de formação continuada
2. Integração aos instrumentos de gestão	6 a 18 meses	Incorporar a análise de eficiência aos processos e ferramentas já utilizados pela secretaria	Painel de gestão atualizado com escores de eficiência; Grupo de Trabalho intersectorial instituído
3. Aprofundamento analítico e desagregação	18 a 36 meses	Refinar a análise para captar realidades intraestaduais e incorporar variáveis qualitativas	DEA aplicada por polos educacionais ou tipologias de escola; estudos qualitativos complementares
4. Monitoramento e revisão contínua	A partir do 3º ano	Institucionalizar a cultura de avaliação de eficiência e garantir a atualização periódica dos indicadores	Série histórica de escores de eficiência; relatório bienal de evolução; revisão do modelo DEA quando necessário

Fonte: Elaboração própria (2026).

5.4. Atributos qualificadores do PTT

Em conformidade com as diretrizes da área 27 da CAPES, o PTT foi elaborado quanto aos atributos de impacto, aplicabilidade, replicabilidade, inovação e complexidade. A Tabela 7 sintetiza essa autoavaliação.

Tabela 7 – Atributos qualificadores do Produto Técnico-Tecnológico

Atributo	Avaliação
Impacto	Potencial de melhoria da eficiência gerencial da SEDUC-PA, com alvos quantitativos factíveis e mensuráveis (IDEB de 4,3 para 4,5; escolarização de 88,5% para 92,7%). O impacto é potencial, requerendo monitoramento longitudinal para verificação de efetividade.
Aplicabilidade	Alta. O guia utiliza dados públicos (Censo Escolar, SIOPE, PNAD) e software livre (SIAD 3.0), podendo ser aplicado imediatamente pela SEDUC-PA sem investimento adicional.
Replicabilidade	Alta. O método e o guia podem ser adaptados a outras Secretarias Estaduais de Educação, respeitadas as especificidades locais de cada rede.
Inovação	O produto inova ao traduzir um método quantitativo complexo (DEA) em ferramenta gerencial acessível, com matriz de diferenciação entre ineficiências estruturais e gerenciais, lacuna identificada na literatura nacional.
Complexidade	Média. O PTT não exige infraestrutura tecnológica sofisticada, mas demanda capacidade analítica básica da equipe técnica para interpretação qualificada dos resultados.

Fonte: Elaboração própria (2026).

5.5. Considerações finais sobre o PTT

Ressalta-se que as limitações da ferramenta DEA, incluindo seu caráter determinístico, a sensibilidade à seleção de variáveis, a agregação dos dados em nível estadual e a impossibilidade de estabelecer relações causais diretas, já foram discutidas na Seção 2.1.6 (Referencial Teórico) e na Seção 6 (Conclusão). O guia técnico, contudo, as explicita em linguagem acessível ao gestor, sem prejuízo do rigor analítico.

O desenvolvimento deste PTT reafirma o compromisso do mestrado profissional com a produção de conhecimento aplicado à gestão pública. Ao traduzir os achados da pesquisa em recomendações práticas, o guia técnico busca contribuir para o fortalecimento da cultura de decisão baseada em evidências no âmbito da SEDUC-PA, ampliando a capacidade analítica da gestão educacional para além do uso exclusivo de indicadores absolutos de desempenho. Espera-se que a aplicação do PTT pela SEDUC-PA possa, no médio prazo, contribuir para a melhoria dos indicadores educacionais do Estado do Pará, bem como para a disseminação da metodologia DEA como ferramenta complementar de diagnóstico e planejamento em outras redes estaduais de ensino.

6. CONCLUSÃO

6.1. Síntese dos achados

A ineficiência no ensino médio estadual brasileiro não é homogênea. Ela manifesta-se de forma dual: estrutural, associada à escala de operação das redes; e gerencial, relacionada ao uso e à alocação dos recursos disponíveis. Essa dualidade é o principal achado da pesquisa.

A aplicação articulada dos modelos CCR e BCC revela que a ineficiência observada sob retornos constantes de escala é, em grande medida, uma ilusão estatística. Quando o efeito do porte das redes é isolado, a maioria dos estados – incluindo as grandes redes do Sudeste, Sul e Centro-Oeste – demonstra capacidade de gestão eficiente. Apenas um conjunto restrito de estados, concentrado nas regiões Norte e Nordeste, apresenta ineficiência gerencial residual – ou seja, mesmo após o controle da escala, há margem para aprimoramento da alocação e do uso dos recursos.

Essa distinção tem implicações profundas para a gestão pública. Estados com ineficiência predominantemente estrutural, os de grande porte, demandam ações de coordenação e governança. Estados com ineficiência gerencial, concentrados no Norte e Nordeste, demandam fortalecimento da capacidade administrativa e otimização de processos. A diferença fundamental entre esses grupos não está no volume de recursos empregados, mas na capacidade de transformá-los em resultados.

A análise de *benchmarking* reforça essa interpretação. O Espírito Santo destaca-se como referência recorrente, sugerindo que práticas como continuidade administrativa, clareza de metas e uso sistemático de dados educacionais estão associadas a melhores desempenhos relativos. Esse padrão corrobora a literatura que associa eficiência educacional à qualidade do capital organizacional e à estabilidade institucional (Agasisti; Ribeiro; Montemor, 2022; Rostamzadeh et al., 2021).

As regionalidades observadas, com concentração da ineficiência gerencial no Norte e Nordeste, dialogam com a literatura sobre desigualdades institucionais no Brasil (Soares; Santos, 2024). Estados com menor capacidade administrativa e maior vulnerabilidade socioeconômica tendem a apresentar maiores desafios na conversão de recursos em resultados educacionais. Esse padrão sugere que políticas públicas setoriais precisam considerar as especificidades territoriais, evitando soluções padronizadas para realidades radicalmente distintas.

A escolha do IDEB como *output* revela-se adequada, mas também evidencia uma limitação importante. O indicador sintetiza fluxo escolar e aprendizagem, duas dimensões

fundamentais da política educacional. A atribuição de peso exclusivo ao IDEB para a maioria das unidades analisadas, observada nos resultados, indica que a qualidade da aprendizagem é o fator que mais distingue os estados da fronteira eficiente, em detrimento da cobertura (escolarização). Esse resultado dialoga com as metas do Plano Nacional de Educação (PNE 2014-2024), que estabelecia avanços tanto na qualidade quanto no acesso.

O fato de a qualidade (IDEB) ter sido o diferencial mais crítico sugere que, embora a universalização do acesso ainda seja um desafio em algumas regiões, a melhoria da aprendizagem emerge como o fator de maior poder de distinção entre os estados. Isso reforça a necessidade de políticas que articulem qualidade e acesso de forma equilibrada, conforme previsto nas metas do PNE e reiterado pelos dados recentes (INEP, 2024).

O caso do Pará ilustra o que esses achados significam na prática. Com eficiência gerencial de 95,4%, o estado opera muito próximo da fronteira. Os ganhos potenciais não estão na ampliação de recursos, mas na reorganização do que já existe – com alvos factíveis de melhoria no IDEB e na escolarização. A mensagem é clara: a eficiência não depende de mais recursos, mas de gestão e governança.

6.2. Contribuições do estudo

Três contribuições emergem deste estudo, em diferentes planos. Teoricamente, a pesquisa valida, em escala nacional, a hipótese dos retornos decrescentes de escala no setor público educacional. Essa validação oferece evidências empíricas para um debate frequentemente conduzido de forma especulativa. O porte das redes estaduais é um fator estrutural que condiciona a eficiência técnica. Portanto, políticas de expansão quantitativa devem ser acompanhadas de mecanismos de coordenação e governança para evitar perdas de produtividade marginal.

Metodologicamente, a pesquisa demonstra que a aplicação integrada dos modelos CCR e BCC discrimina com clareza os componentes estruturais e gerenciais da ineficiência. Essa abordagem supera as limitações de diagnósticos baseados em um único pressuposto de escala. A distinção entre ineficiência de escala e ineficiência gerencial pura constitui uma contribuição metodológica original para a área de avaliação de desempenho educacional.

Praticamente, a pesquisa fornece aos gestores públicos um diagnóstico refinado e um Produto Técnico-Tecnológico – o Guia Técnico direcionado à SEDUC-PA – que traduz os achados em recomendações aplicáveis. O PTT contém uma matriz que diferencia ineficiências estruturais e gerenciais, permitindo que o gestor identifique se o problema de sua rede é de

escala ou de gestão. Essa é a principal inovação prática do estudo: transformar um método quantitativo complexo em ferramenta gerencial acessível.

6.3. Limitações do estudo

Quatro limitações qualificam o alcance das conclusões. Primeira, a DEA é uma ferramenta determinística, sensível à seleção de variáveis e à presença de outliers. Qualquer desvio da fronteira é atribuído à ineficiência, sem possibilidade de isolar erros de medição ou fatores não observados. Segunda, o uso de dados agregados em nível estadual não permite captar heterogeneidades intraestaduais – diferenças entre municípios, regiões ou escolas – que podem condicionar o desempenho educacional. Terceira, o modelo não incorpora variáveis qualitativas – liderança escolar, clima organizacional, práticas de governança – nem permite estabelecer relações causais diretas. Quarta, a atribuição de pesos nulos a algumas variáveis para a maioria das DMUs – com alocação de peso exclusivo ao IDEB ou à escolarização – reflete a flexibilidade do método, que busca maximizar o escore de cada unidade. Isso não invalida os resultados, mas recomenda-se que estudos futuros utilizem modelos com restrições de pesos.

6.4. Recomendações e agenda de pesquisa futura

Os achados apontam para recomendações diferenciadas conforme o tipo de ineficiência predominante. Para estados com ineficiência predominantemente estrutural – os de grande porte, que se tornam eficientes no BCC –, recomenda-se concentrar esforços no aprimoramento da coordenação, da governança e do desenho institucional. Isso inclui o fortalecimento de mecanismos de coordenação interfederativa, a revisão de estruturas administrativas e o investimento em sistemas de monitoramento e avaliação que permitam acompanhar a produtividade dos recursos aplicados.

Para estados com ineficiência gerencial – com maior concentração nas regiões Norte e Nordeste –, a prioridade deve recair sobre o fortalecimento da capacidade administrativa, o uso estratégico de informações e a adoção de práticas de gestão que otimizem a conversão dos recursos já disponíveis. Isso inclui a capacitação de gestores escolares, a implementação de rotinas sistemáticas de monitoramento da aprendizagem e a promoção de uma cultura organizacional orientada a resultados.

As limitações do estudo abrem caminhos para pesquisas futuras. Pesquisas futuras podem: (i) aplicar modelos DEA em rede ou em dois estágios para captar processos intermediários e variáveis contextuais; (ii) incorporar restrições de pesos para evitar alocação nula a variáveis relevantes; (iii) desagregar a análise para níveis municipais ou escolares,

captando heterogeneidades intraestaduais; e (iv) realizar estudos qualitativos complementares que investiguem as práticas de gestão associadas à eficiência em estados de referência, como o Espírito Santo.

Por fim, a pesquisa reafirma que o avanço da eficiência do ensino médio brasileiro exige diagnósticos que superem generalizações simplificadoras. A ineficiência tem causas e localizações distintas – ora na macroestrutura dos sistemas, ora em aspectos gerenciais e operacionais. Políticas públicas educacionalmente diferenciadas são necessárias. A melhoria da eficiência do ensino médio deixa de ser uma questão centrada exclusivamente no volume de recursos investidos ou na replicação de modelos, para se afirmar como um desafio de diagnóstico preciso e intervenção estratégica sobre os problemas efetivamente enfrentados por cada rede estadual.

.

REFERÊNCIA

AFONSO, António; JALLES, João Tovar; VENÂNCIO, Ana. Structural Tax Reforms and Public Spending Efficiency. **Open Economies Review**, v. 32, n. 5, p. 1017–1061, 1 nov. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11079-021-09644-4>.

AGASISTI, Tommaso; JOHNES, Geraint. Beyond frontiers: Comparing the efficiency of higher education decision-making units across more than one country. **Education Economics**, v. 17, n. 1, p. 59–79, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09645290701523291>.

AGASISTI, Tommaso; RIBEIRO, Celma de Oliveira; MONTEMOR, Daniel Sanches. The efficiency of Brazilian elementary public schools. **International Journal of Educational Development**, v. 93, 1 set. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2022.102627>.

AHMAD, Anis Mardiana; KHURIZAN, Noor Saifurina Nana. Data Envelopment Analysis and Higher Education: A Systematic Review of the 2018–2022 Literature and Bibliometric Analysis of the Past 30 Years of Literature. **SAGE OpenSAGE Publications Inc.**, 1 jul. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/21582440241271153>.

ANDRADE, Jucimar Casimiro De et al. **Análise da Eficiência do Gasto Público em Educação Básica em Municípios Paraibanos**. Revista Eletrônica de Ciências Contábeis, v. 11, n. 1, jan. 2022. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/contabeis/article/view/2391>. Acesso em: 24 fev. 2025.

AZIZI, Hossein. An Approach Based on Double-Frontier DEA for Determining Priorities and Obtaining Weights in AHP. **Journal of Decisions and Operations Research**, v. 8, n. 3, p. 785 – 799, 1 out. 2023.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1–19, 9 set. 1984.

BOU-HAMAD, Imad; ANOUZE, Abdel Latef; OSMAN, Ibrahim H. A cognitive analytics management framework to select input and output variables for data envelopment analysis modeling of performance efficiency of banks using random forest and entropy of information. **Annals of Operations Research**, v. 308, n. 1–2, p. 63–92, 1 jan. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04024-0>.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996: Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm.

BRASIL, Lei nº 13. 005, de 25 de junho de 2014. **Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências.** Brasília, 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm .

BRASIL, Lei nº 14. 113. **Regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb).** Brasília, 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114113.htm.

CAMANHO, Ana Santos et al. A literature review of economic efficiency assessments using Data Envelopment Analysis. **European Journal of Operational Research Elsevier B.V.**, v. 315, 16 maio 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.07.027>.

CAMP, Robert C. **Benchmarking The Search for Industry Best Practices that Lead to Superior Performance.** New York, Milwaukee: ASQC Quality Press 1989. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9781003578871>.

CANZONIERI, Giuseppe; GIAMBONI, Luigi. Economic and Financial Affairs Efficiency of Public Expenditure in Education and Health. **European Economy**, p. 1–52, dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.2765/2628664>.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**. New York: v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CHEN, Robin Jung Cheng et al. Which is more influential on teaching practice, classroom management efficacy or instruction efficacy? Evidence from TALIS 2018. **Asia Pacific Education Review**, v. 21, n. 4, p. 589–599, 1 dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12564-020-09656-8>.

CHEN, Ya et al. Efficiency analysis of Chinese universities with shared inputs: An aggregated two-stage network DEA approach. **Socio-Economic Planning Sciences**, China, v. 90, dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101728>.

COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; ZHU, Joe. **Handbook on Data Envelopment Analysis.** Boston, MA: Springer US, 2011. v. 164. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8>.

CURY, Helena Noronha et al. Benchmarking em educação: uma revisão de literatura. **Revista de Gestão e Avaliação Educacional**, p. e88844, 9 nov. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2318133888844>.

DIAS, Bruno Francisco Batista; MORAES, Joysi; MARIANO, Sandra Regina Holanda. Gestão da Educação Básica: uma Análise à Luz da Visão Baseada em Recursos. **Ensino Educação e Ciências Humanas**, v. 23, n. 3, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2022v23n3p355-364>.

DONTHU, Naveen et al. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, p. 285–296, 1 set. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.

DRAMA, Bédi Guy Hervé; SORO, Kolotioloman; SENOU, Melain Modeste. Sectoral allocation of public investment: Optimizing efficiency in education and health systems in developing economies. **Social Sciences and Humanities Open**, v. 12, 1 jan. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102300>.

EMROUZNEJAD, Ali; YANG, Guo liang. A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 61, p. 4–8, 1 mar. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.008>.

FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Source: Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**. V. 120, 1957. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2343100>.

FERRAZ, Diogo et al. Eficiência Social na Amazônia Legal: uma análise por meio do Data Envelopment Analysis (DEA). Taubaté-SP: V. 21, n. 2, mai. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.54399/rbgdr.v21i2.7803>.

GANGA, Contreras Francisco et al. Research efficiency in Chilean universities: A look from data envelopment analysis. **Iberoamerican Journal of Science Measurement and Communication**, v. 5, n. 1, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.47909/ijsmc.173>.

GIMÉNEZ, Víctor et al. Evaluation and determinants of preschool effectiveness in Chile. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 81, 1 jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100934>.

GOMIDE, Alexandre; LINS, Rafael da Silva; MACHADO, Raphael Amorim. Burocracia e desempenho da administração pública. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 26, n. 84, 26 maio 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.12660/cgpc.v26n84.83067>.

HANUSHEK, Eric A.; WOESSMANN, Ludger. **The economic impacts of learning losses: OECD Education Working Papers**. Paris, jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/21908d74-en>.

INEP. **Nota informativa do IDEB 2023**. Brasília. Disponível em: https://download.inep.gov.br/ideb/nota_informativa_ideb_2023.pdf. Acesso em: 22 fev. 2025.

LOPES, Ana Cláudia de Oliveira; DANTAS, Marta Maria dos Santos; LIMA, Marcos Antonio Martins. Data Envelopment Analysis (DEA): An analysis of the efficiency in Spaece of State Schools in Region 4 of the Municipality of Fortaleza (CE). **Ensaio**, v. 32, n. 124, p. 1–27, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0104-40362024003204283>.

MANKIW, N. Gregory. **Introdução à economia**. Cengage Learning, n. 7, 2014.

NARDI, Elton Luiz. Educação básica: conjuntura atual, desafios e possibilidades. **Educere et Educare**, v. 18, n. 47, p. 53–67, 12 maio 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.48075/educare.v18i47.30236>.

OECD. **Education at a glance 2021: OECD indicators**. Paris: OECD Publishing, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/b35a14e5-en>.

OECD. **PISA 2022 Results: Learning Strategies and Attitudes for Life**. Paris: OECD Publishing, 2024. v. 5. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/c2e44201-en>.

OGAWA, Katsumori. The effectiveness of vocational secondary education on entry-level job outcomes in Japan: Safety net for low-educated youth in a vocationally weak educational system. **Japanese Journal of Sociology**, v. 34, n. 1, p. 186–205, 1 mar. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ijjs.12154>.

OLIVEIRA, Anderson; FLACH, Leonardo; MATTOS, Luísa Karam De. **Análise dos gastos públicos com educação em ensino fundamental dos municípios de Mato Grosso do Sul**. Curitiba, nov. 2019. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4637>.

PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJBMJ Publishing Group**, 29 mar. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijisu.2021.105906>.

PAIVA, Daniele Moraes Electo de et al. Assessing the environmental management and operational efficiency of Brazilian public ports that export soybeans. **Rev. Adm. Pública**, v. 53, n. 2, p. 492–504, abr. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-761220170311>.

PANWAR, Ankita et al. A Review on the 40 Years of Existence of Data Envelopment Analysis Models: Historic Development and Current Trends. **Archives of Computational Methods in Engineering Springer Science and Business Media B.V.**, 1 nov. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11831-022-09770-3>.

PINTO, José Marcelino de Rezende. The financing of education in the federal constitution of 1988: 30 years of social mobilization. **Educação e Sociedade**, v. 39, n. 145, p. 846–869, 1 out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302018203235>.

ROSTAMZADEH, Reza et al. Application of DEA in benchmarking: A systematic literature review from 2003–2020. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 27, n. 1, p. 175–222, 18 jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3846/tede.2021.13406>.

SARRICO, C. S.; DYSON, R. G. Using DEA for planning in UK universities - an institutional perspective. **Journal of the Operational Research Society**. V. 51, n. 7, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600949>.

SCHERER, Greici et al. Análise da eficiência dos gastos com educação no ensino fundamental dos estados brasileiros, a partir da Análise Envoltória de Dados (DEA). **ConTexto**, v. 19, n. 43, p. 27–43, set. 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ConTexto/article/view/73815>.

SILVA, Lindomar Pinto Da et al. Does Public Governance Impact Performance? An Analysis of Higher Education Institutions in Brazil. **Brazilian Administration Review**, v. 21, n. 2, p. 230181, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-7692bar2024230181>.

SOARES, Denilson Junio Marques; SANTOS, Wagner Dos. Data Envelopment Analysis as a tool for identifying reference schools: a study in the context of high school in a Brazilian state. **Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science**, v. 17, n. 4, p. 314–327, 31 dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.7160/eriesj.2024.170404>.

SORIANO, Felipe Furlan et al. Best practices and performance of municipal elementary schools in Ceará: Analysis of school management efficiency. **Education Policy Analysis Archives**, v. 29, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14507/epaa.29.3993>.

TCM-PA. **Operação Educação 2023: fiscalização ordenada nacional – relatório consolidado – TCMPA**. Belém, 2023. Disponível em: <https://www.tcm.pa.gov.br/publicacoes/operacao-educacao-relatorio-tcmpa/>. Acesso em: 4 abr. 2025.

TORRES, Livia Mariana Lopes de Souza; RAMOS, Francisco S. Are Brazilian Higher Education Institutions Efficient in Their Graduate Activities? A Two-Stage Dynamic Data-Envelopment-Analysis Cooperative Approach. **Mathematics**, v. 12, n. 6, 1 mar. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/math12060884>.

TRABELSI, Nahed; BOUJELBENE, Younes. Public Sector Efficiency and Economic Growth in Developing Countries. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 15, n. 1, p. 596 - 615, 1 mar. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13132-022-01038-2>.

ULKHAQ, M. Mujiya; OGGIONI, Giorgia; RICCARDI, Rossana. Two-stage super-efficiency model for measuring efficiency of education in South-East Asia. **Decisions in Economics and Finance**, v. 47, n. 2, p. 513–543, 1 dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10203-024-00453-1>.

WEBER, Max. **Economia e sociedade**. 4. ed. Brasília: UNB, 2015. v. 1.

WONG, Wai Peng. A global search method for inputs and outputs in data envelopment analysis: Procedures and managerial perspectives. **Symmetry**, v. 13, n. 7, 1 jul. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/sym13071155>.

WORLD BANK. **A World Bank Group Flagship Report: World Development Report**. Washington, 2023. Disponível em: www.worldbank.org. Acesso em: 4 maio. 2025.

WORTHINGTON, Andrew. An Empirical Survey of Frontier Efficiency Measurement Techniques in Education. **Brisbane**, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09645290110086126>.

APÊNDICE A**Produto Técnico Tecnológico - PTT**



GUIA TÉCNICO PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO ENSINO MÉDIO ESTADUAL POR DEA

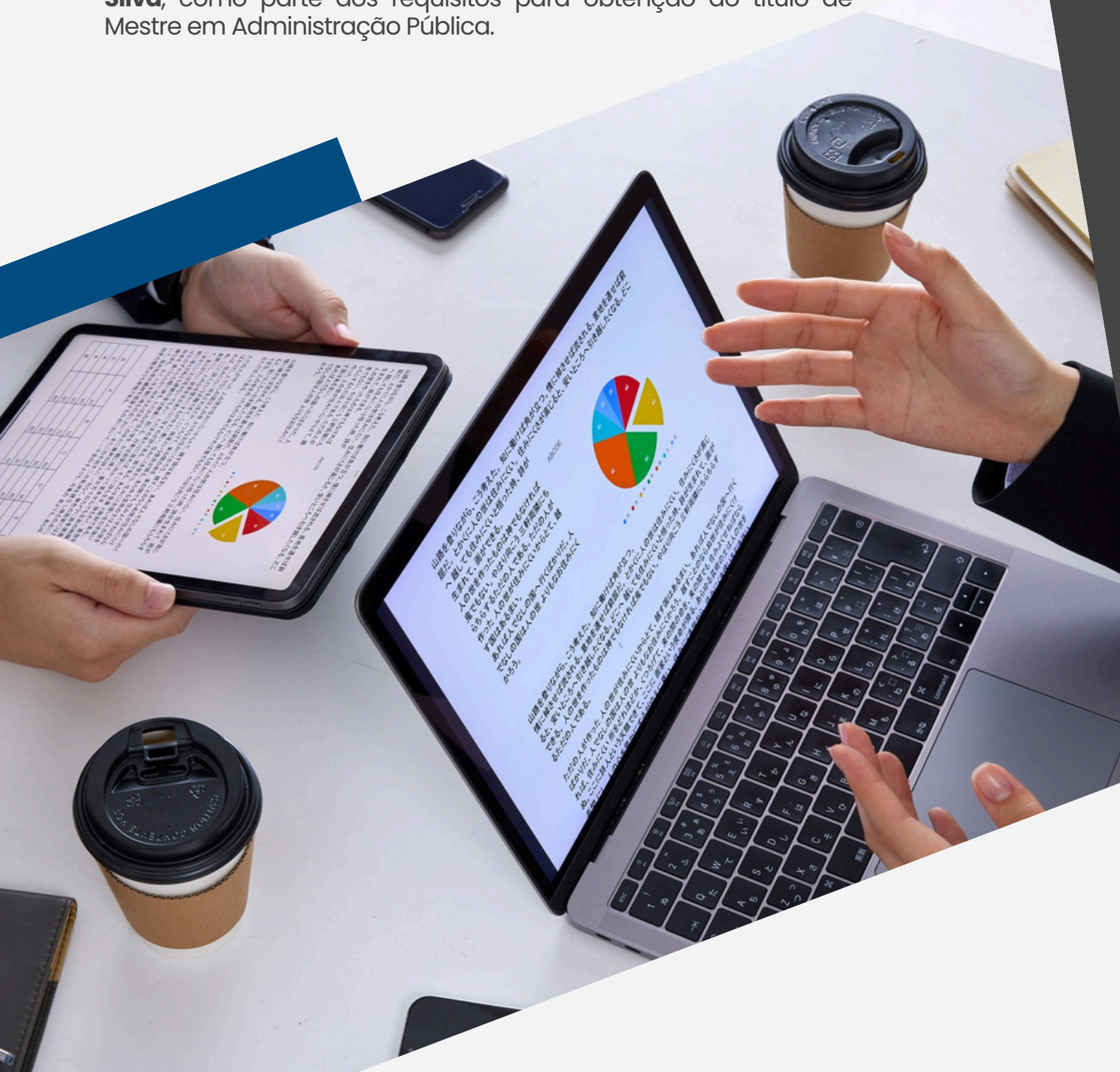
Estudo aplicado à gestão educacional do
Estado do Pará

TOMÉ-ACU/PA
2026

GUIA TÉCNICO PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO ENSINO MÉDIO ESTADUAL POR DEA

PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO (PTT)

Guia técnico desenvolvido por **Allan Pinheiro Monteiro** no âmbito do Mestrado Profissional em Administração Pública (PROFIAP), sob orientação do docente Dr **David Costa Correia Silva**, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração Pública.



Resumo 03

Contexto 04

Público-alvo 05

Descrição da situação-problema 06

Objetivo 08

Diagnóstico da situação-problema 09

Recomendações de intervenção 16

Roteiro de implementação prática 21

Aplicabilidade institucional e potencial de implementação 24

Limitações de uso da ferramenta 25

Considerações finais 27

Responsáveis técnicos 28

Protocolo de entrega institucional 29

Referências 30

RESUMO

Este Produto Técnico-Tecnológico (PTT) apresenta um guia técnico voltado à utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) como instrumento de apoio à gestão do ensino médio estadual, com aplicação à Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC-PA). O produto foi desenvolvido para responder à dificuldade recorrente da gestão pública em converter indicadores educacionais tradicionais em diagnósticos comparativos capazes de orientar decisões estratégicas sobre eficiência no uso dos recursos públicos.

Embora indicadores como IDEB, taxas de escolarização e volume de gastos sejam amplamente utilizados no monitoramento educacional, sua interpretação isolada não permite avaliar se os recursos disponíveis estão sendo convertidos em resultados de forma eficiente, tampouco distingue limitações estruturais associadas à escala da rede de desafios relacionados à gestão e à alocação dos insumos. Essa limitação reduz a capacidade de formulação de políticas públicas mais precisas, contextualizadas e orientadas por evidências.

Como resposta a esse problema, o presente PTT entrega um protocolo aplicado de interpretação dos resultados da DEA, incluindo diagnóstico comparativo de eficiência, identificação de *benchmarks*, projeção de alvos de melhoria, matriz de diferenciação entre ineficiências estruturais e gerenciais, recomendações de intervenção e roteiro prático de implementação institucional. O diferencial do produto consiste em traduzir um método quantitativo especializado em ferramenta gerencial acessível, aplicável à rotina de planejamento, monitoramento e apoio à tomada de decisão na administração pública educacional.

A aplicação ao contexto do Estado do Pará mostra-se particularmente relevante em razão da complexidade administrativa da rede estadual, da extensa dimensão territorial, das desigualdades regionais e dos desafios logísticos que condicionam a oferta educacional. Nesse cenário, o uso qualificado da DEA pode ampliar a capacidade analítica da gestão, favorecer decisões mais realistas e contribuir para maior racionalidade na formulação de políticas públicas educacionais.



Trata-se de um produto com potencial de replicação em outras redes estaduais de ensino, desde que observadas as especificidades institucionais e territoriais de cada contexto.

CONTEXTO

A gestão do ensino médio estadual no Brasil ocorre em um ambiente caracterizado por elevada heterogeneidade entre as redes públicas de ensino, refletindo diferenças de porte, capacidade administrativa, infraestrutura escolar, disponibilidade de recursos e perfil socioeconômico dos estudantes.

Além das desigualdades regionais historicamente consolidadas, as redes estaduais enfrentam restrições fiscais persistentes e crescente pressão por melhoria dos resultados educacionais, ampliando a complexidade do planejamento e da formulação de políticas públicas educacionais (SOARES; SANTOS, 2024; GIMÉNEZ et al., 2020).

No contexto da administração pública educacional, o monitoramento do desempenho das redes estaduais tem se apoiado predominantemente em indicadores como IDEB, taxas de escolarização, aprovação e volume de gastos públicos.

Esses instrumentos são relevantes para acompanhamento da política educacional, porém sua interpretação exige cautela diante das diferenças estruturais existentes entre as unidades federativas e das distintas capacidades institucionais de implementação das políticas públicas (WORLD BANK, 2023).

No Estado do Pará, essa complexidade assume dimensão ainda maior em razão da extensa territorialidade, da diversidade regional, das desigualdades socioeconômicas e dos desafios logísticos relacionados à oferta educacional em áreas remotas e de difícil conectividade. Tais características tornam necessária a adoção de abordagens analíticas capazes de apoiar decisões mais contextualizadas, compatíveis com as especificidades administrativas e territoriais da rede estadual de ensino médio (ARRETICHE, 2010).

Diante desse cenário, instrumentos quantitativos de apoio à decisão podem contribuir para ampliar a capacidade analítica da gestão pública educacional, favorecendo processos de planejamento, monitoramento e formulação de estratégias orientadas por evidências. Nesse contexto, a Análise Envolvória de Dados (DEA) apresenta potencial para apoiar avaliações comparativas sobre o uso dos recursos educacionais e subsidiar diagnósticos mais consistentes no âmbito da administração pública educacional.

PÚBLICO-ALVO

PÚBLICO PRINCIPAL

Este Produto Técnico-Tecnológico (PTT) foi desenvolvido prioritariamente para gestores e equipes técnicas da Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC-PA), especialmente aqueles vinculados às áreas de planejamento, avaliação educacional, monitoramento de indicadores e formulação de políticas públicas voltadas ao ensino médio estadual

O produto busca apoiar a interpretação dos resultados de eficiência técnica obtidos por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), oferecendo subsídios para a definição de prioridades, aprimoramento do planejamento educacional e fortalecimento da tomada de decisão baseada em evidências.

PÚBLICO SECUNDÁRIO

De forma complementar, o guia pode apoiar equipes intersetoriais envolvidas na revisão de estratégias educacionais, programas de monitoramento institucional e iniciativas de melhoria da gestão pública educacional, desde que observadas as especificidades do contexto de aplicação

INSTITUIÇÃO / SETOR DE APLICAÇÃO

Instituição destinatária: Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC-PA)

Setores prioritários de aplicação:

- planejamento estratégico;
- avaliação educacional;
- monitoramento de desempenho;
- gestão do ensino médio;
- apoio à formulação de políticas públicas educacionais.

O produto também apresenta potencial de adaptação para outras redes estaduais de ensino, respeitadas suas especificidades institucionais, territoriais e administrativas.





DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

Apesar da ampla disponibilidade de dados educacionais utilizados no monitoramento da educação básica, a gestão do ensino médio estadual ainda enfrenta dificuldades para transformar essas informações em diagnósticos comparativos capazes de orientar decisões estratégicas sobre eficiência no uso dos recursos públicos. Indicadores como IDEB, taxas de escolarização, aprovação e volume de gastos acompanham resultados educacionais, mas não avaliam se as redes estaduais convertem recursos em desempenho eficiente.

Além dessa limitação, análises baseadas em indicadores absolutos tendem a desconsiderar diferenças relacionadas ao porte da rede, à escala operacional, à dispersão territorial e à complexidade administrativa das unidades analisadas. Como consequência, redes com características distintas podem ser comparadas inadequadamente, produzindo interpretações simplificadas e reduzindo a precisão dos diagnósticos utilizados na formulação de políticas públicas (TRABELSI; BOUJELBENE, 2024).

Outro desafio relevante consiste na dificuldade de distinguir problemas associados à estrutura da rede daqueles relacionados à gestão e à utilização dos recursos disponíveis. Na ausência de instrumentos comparativos mais robustos, decisões estratégicas tendem a apoiar-se em análises descritivas fragmentadas ou em interpretações genéricas sobre desempenho educacional, o que pode comprometer a definição de prioridades, a alocação de recursos e a efetividade das intervenções administrativas (SORIANO et al., 2021; OECD, 2021).



No Estado do Pará, essa problemática torna-se ainda mais sensível em razão da extensa dimensão territorial, da diversidade regional e das desigualdades socioeconômicas que caracterizam a rede estadual de ensino médio. A dispersão geográfica das unidades escolares, associada à existência de áreas remotas, de difícil acesso e com limitações de conectividade, amplia os desafios relacionados à oferta educacional, ao acompanhamento das políticas públicas e à garantia de condições mais homogêneas de funcionamento das escolas estaduais.

Além das dificuldades logísticas, a heterogeneidade entre os diferentes contextos regionais do estado impõe obstáculos adicionais ao planejamento e à implementação de estratégias educacionais padronizadas. Municípios com características econômicas, sociais e territoriais distintas demandam respostas administrativas diferenciadas, o que aumenta a complexidade da coordenação da rede estadual e da definição de prioridades de intervenção.

Nesse contexto, análises baseadas exclusivamente em indicadores absolutos de desempenho podem produzir interpretações limitadas ou pouco aderentes à realidade institucional da rede paraense, especialmente quando desconsideram fatores estruturais associados à escala da rede, à dispersão territorial e às condições de operação do sistema educacional estadual. A complexidade administrativa do ensino médio no Pará reforça, portanto, a necessidade de instrumentos analíticos capazes de apoiar avaliações comparativas mais contextualizadas, contribuindo para diagnósticos mais consistentes e para decisões alinhadas às especificidades institucionais e territoriais da gestão educacional paraense (ARRETCHE, 2010; SOARES; SANTOS, 2024).



OBJETIVO

Apoiar a gestão do ensino médio estadual no Estado do Pará por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA), oferecendo um instrumento técnico para avaliação comparativa da eficiência no uso dos recursos educacionais, identificação de *benchmarks* e apoio à formulação de decisões e estratégias baseadas em evidências.

➤ Alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

A presente proposta está alinhada aos ODS da ONU, em especial ao ODS 4 – Educação de Qualidade, contribuindo com as metas 4.1 (ensino médio gratuito, equitativo e de qualidade) e 4.c (formação de professores e gestores). Adicionalmente, dialoga com o ODS 16 – Paz, Justiça e Instituições Eficazes, no que tange ao fortalecimento da gestão pública baseada em evidências e à transparência no uso dos recursos públicos.

➤ Foco Estratégico do Produto

- Avaliação comparativa da eficiência educacional
- Identificação de *benchmarks* e oportunidades de melhoria
- Diferenciação entre desafios estruturais e gerenciais
- Integração da análise de eficiência ao planejamento educacional
- Fortalecimento da tomada de decisão baseada em evidências



DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

O diagnóstico de eficiência técnica foi realizado por meio da DEA, considerando como unidades de análise as 27 Unidades da Federação brasileiras, com foco específico no ensino médio público estadual, a partir de dados referentes ao ano de 2023, obtidos em bases oficiais amplamente reconhecidas nacionalmente.

➤ Quadro 1 – Variáveis de Entrada (*Inputs*)

Variável	Justificativa	Fonte
1. Quantidade de professores	Principal insumo humano do sistema educacional	Censo Escolar 2023 (INEP, 2023)
3. Quantidade total de escolas	Infraestrutura escolar	Censo Escolar 2023 (INEP, 2023)
4. Quantidade de escolas com acesso à <i>internet</i>	Disponibilidade de recursos pedagógicos e estruturais	Censo Escolar 2023 (INEP, 2023)
5. Quantidade de escolas com biblioteca ou sala de estudos	Disponibilidade de recursos pedagógicos e estruturais	Censo Escolar 2023 (INEP, 2023)
6. Despesa total com educação no ensino médio (em milhões de reais)	Esforço financeiro destinado à manutenção e ao funcionamento	SIOPE, 2023



Conjuntamente, essas variáveis permitem captar diferenças relevantes de porte, estrutura e financiamento entre as redes estaduais de ensino médio.



Quadro 2 – Variáveis de Saída (*outputs*)

Variável	Justificativa	Fonte
1. Nota do IDEB	<i>Proxy</i> da qualidade do desempenho educacional, por sintetizar informações relativas à aprendizagem e ao fluxo escolar.	(INEP, 2023)
2. Taxa de escolarização da população de 15 a 17 anos	Cobertura do sistema educacional, refletindo a capacidade das redes estaduais de assegurar acesso e permanência dos jovens na etapa correspondente ao ensino médio	PNAD Contínua (IBGE, 2023)



A combinação desses dois indicadores permite avaliar simultaneamente qualidade e acesso, dimensões fundamentais da política pública educacional.



Modelos DEA

CCR

Retornos Constantes de Escala (CRS)

Mede a eficiência técnica total, incorporando efeitos de escala.

BCC

Retornos Variáveis de Escala (VRS)

Isola a eficiência técnica pura, associada predominantemente a aspectos gerenciais

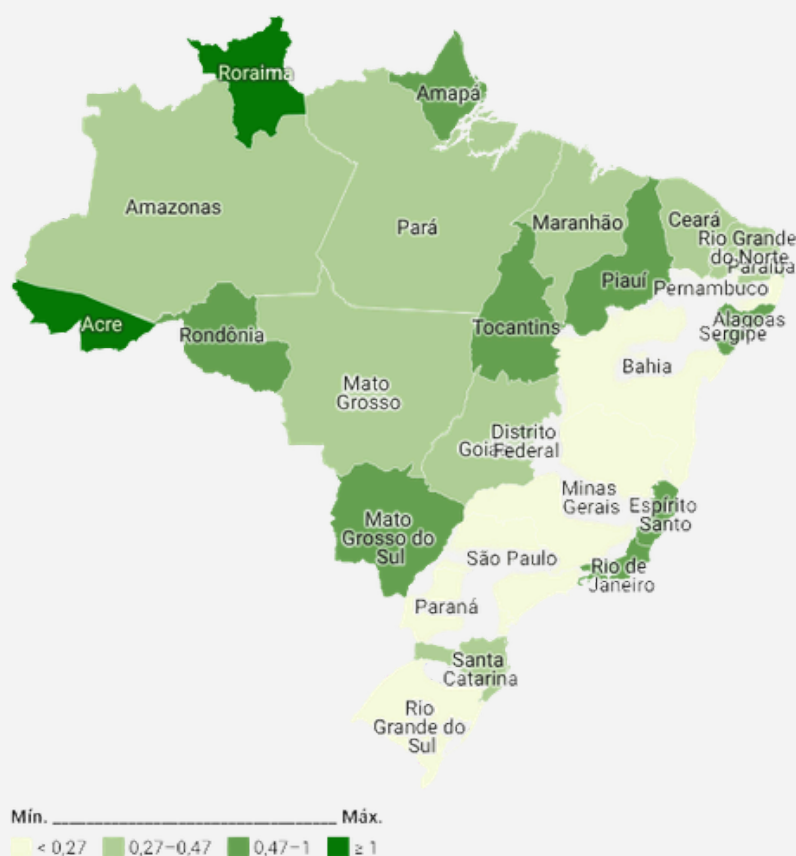
Orientação do Modelo: *Output*

Avalia o potencial de maximização dos resultados (*outputs*) educacionais, dados os recursos (*inputs*) disponíveis. Essa orientação mostra-se particularmente adequada ao contexto da administração pública educacional, no qual a redução de insumos nem sempre é factível no curto prazo, em razão de restrições orçamentárias, legais e institucionais.

➤ O modelo **CCR** avalia a eficiência técnica considerando retornos constantes de escala. Redes de maior porte tendem a apresentar menores escores nesse modelo, o que não implica necessariamente baixa qualidade da gestão, mas reflete limitações estruturais associadas à escala, conforme identificado na literatura sobre retornos decrescentes no setor público (TRABELSI; BOUJELBENE, 2024).

A Figura 1 apresenta a distribuição espacial dos escores de eficiência técnica nas redes de ensino médio, estimados pelo modelo **CCR** para as unidades da federação.

Figura 1 – Mapa do Brasil: Eficiência Técnica (CCR)



No caso do Estado do Pará, os escores (0,2766) obtidos nesse modelo sugerem a presença de limitações estruturais associadas à escala e à complexidade da rede, o que requer cautela na interpretação dos resultados e na comparação direta com estados de menor porte (TRABELSI; BOUJELBENE, 2024).

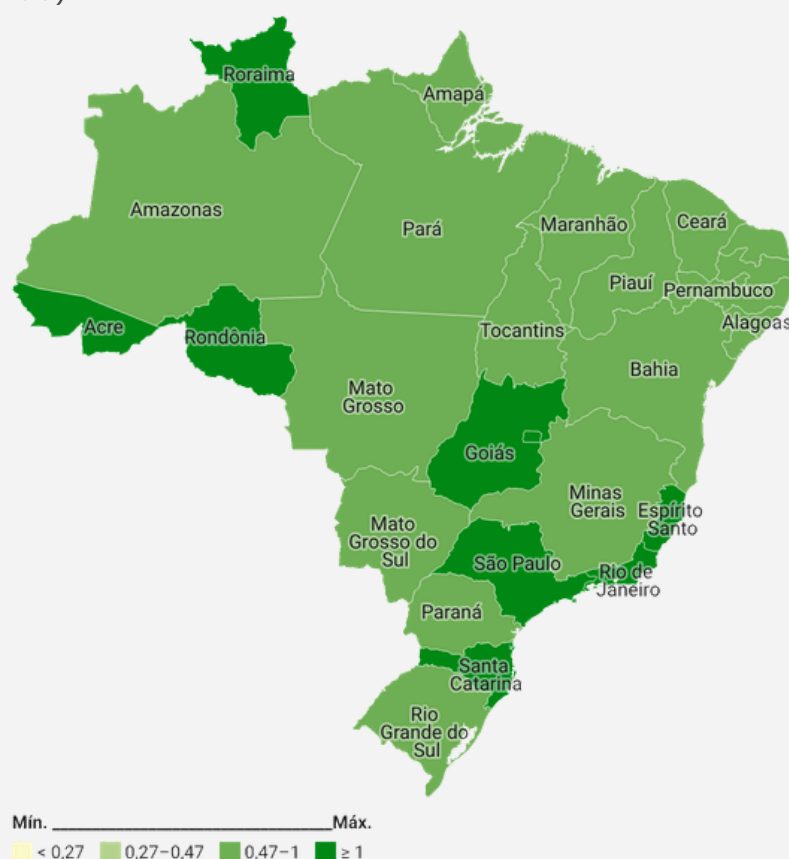
A análise por meio do modelo **CCR**, evidenciou que parte significativa das redes estaduais apresenta níveis de eficiência inferiores à fronteira eficiente, revelando diferenças relevantes no uso relativo dos recursos educacionais disponíveis.

Esse resultado indica que, quando considerados conjuntamente porte, recursos e resultados, muitas redes operam abaixo do desempenho observado nas unidades de referência, sugerindo potencial de melhoria na alocação e gestão dos insumos educacionais (EMROUZNEJAD; YANG, 2018).



Complementarmente, a Figura 2 apresenta a distribuição espacial dos escores de eficiência técnica das redes estaduais de ensino médio no Brasil estimados pelo modelo **BCC** (0,9542), permitindo isolar o efeito da escala na análise comparativa entre as unidades da federação. O escore **BCC** inferior a 1 indica a existência de margem de aprimoramento gerencial.

Figura 2 – Distribuição da eficiência técnica das redes estaduais de ensino médio no Brasil (Modelo **BCC**)



Ao empregar o modelo **BCC**, observa-se uma alteração relevante no padrão de eficiência das redes estaduais. Esse modelo permite identificar o desempenho gerencial relativo, evidenciando que parte da ineficiência observada no modelo **CCR** não decorre exclusivamente de falhas na gestão, mas de fatores estruturais (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984).

Ao isolar o efeito da escala, o modelo **BCC** permite identificar se a ineficiência observada decorre de fatores estruturais ou de desafios gerenciais, oferecendo subsídios mais adequados para a definição de políticas públicas diferenciadas e para o direcionamento de intervenções mais precisas (AGASISTI; RIBEIRO; MONTEMOR, 2022).

Para o Estado do Pará, a melhora relativa dos escores no modelo **BCC** indica a existência de margem para ganhos de eficiência associados à organização e à utilização dos recursos educacionais, sinalizando oportunidades concretas de aprimoramento gerencial e otimização dos processos administrativos internos (AGASISTI; RIBEIRO; MONTEMOR, 2022).

A análise comparativa entre os dois modelos reforça a importância de uma leitura contextualizada dos resultados, evitando interpretações simplificadas baseadas exclusivamente em rankings (COOPER; SEIFORD; ZHU, 2011).

A análise conjunta dos resultados dos modelos CCR e BCC possibilita, portanto, a distinção entre dois tipos de desafios enfrentados pela gestão do ensino médio estadual: aqueles de natureza estrutural, relacionados ao porte e à escala da rede, e aqueles de natureza gerencial, associados à forma como os insumos educacionais são alocados e utilizados na condução das políticas públicas educacionais (GANGA *et al.*, 2025).

Essa abordagem permitiu comparar as unidades federativas considerando simultaneamente os recursos empregados e os resultados educacionais alcançados, superando as limitações associadas ao uso exclusivo de indicadores absolutos de desempenho e proporcionando análise comparativa mais consistente e contextualizada (PANWAR *et al.*, 2022).

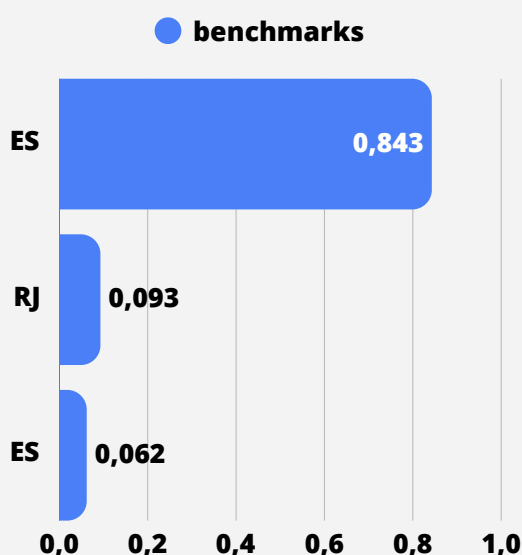


Essa distinção é central para a formulação de políticas públicas mais adequadas, uma vez que intervenções voltadas a problemas estruturais tendem a demandar ações de médio e longo prazo, enquanto desafios gerenciais podem ser enfrentados por meio de ajustes organizacionais e de gestão em horizontes mais curtos (WORLD BANK, 2023).

➤ Benchmarking aplicado ao Estado do Pará

A DEA permitiu, também, identificar estados que operam como referências analíticas (*benchmarks*) para o Estado do Pará, oferecendo subsídios para a reflexão sobre práticas e arranjos institucionais que contribuem para um uso mais eficiente e estrategicamente orientado dos recursos educacionais disponíveis (ROSTAMZADEH *et al.*, 2021).

No caso do Pará, o alvo de eficiência é projetado a partir de uma combinação composta majoritariamente pelo Espírito Santo ($\lambda = 0,843$), complementada pelo Rio de Janeiro ($\lambda = 0,093$) e pelo Distrito Federal ($\lambda = 0,062$).



Ressalta-se que esses *benchmarks* devem ser compreendidos como referências comparativas, e não como modelos a serem replicados integralmente, considerando as diferenças contextuais e estruturais entre as redes estaduais (FERRAZ *et al.*, 2025).

Dessa forma, o diagnóstico realizado evidencia que a gestão do ensino médio estadual no Pará enfrenta desafios distintos e complementares, exigindo uma abordagem diferenciada na definição de prioridades e estratégias de intervenção de curto e médio prazo.

A utilização dos resultados da DEA, interpretados de forma contextualizada, fornece uma base analítica mais robusta para orientar a tomada de decisão e para subsidiar a formulação de políticas públicas educacionais mais realistas, tecnicamente fundamentadas e alinhadas às especificidades da rede estadual (HANUSHEK; WOESSMANN, 2020).

➤ Alvos indicativos para melhoria do desempenho

Com base na análise de eficiência realizada, foram estimados alvos indicativos de melhoria para o Estado do Pará, considerando a manutenção dos recursos atualmente disponíveis. Esses parâmetros devem ser interpretados como referências técnicas para apoio ao planejamento, e não como metas automáticas ou de cumprimento imediato.

Outputs Projetados

Indicador	Valor Atual	Alvo Estimado
IDEB	4,300	4,506
Taxa de Escolarização (15–17 anos)	88,5%	92,7%

Os resultados indicam que ganhos de eficiência gerencial podem ser buscados por meio de melhorias graduais no desempenho educacional, sem necessidade imediata de ampliação dos insumos analisados.

Em termos práticos, isso representa:

- incremento aproximado de 4,8% no IDEB;
- aumento de cerca de 4,2 pontos percentuais na escolarização da população de 15 a 17 anos.

Esses valores devem orientar processos de planejamento, monitoramento e priorização de ações estratégicas voltadas ao aprimoramento da gestão do ensino médio estadual.

A melhoria dos resultados educacionais pode ser alcançada prioritariamente por meio da qualificação da gestão, do aprimoramento do uso dos recursos já disponíveis e do monitoramento sistemático dos indicadores de desempenho.



RECOMENDAÇÕES DE INTERVENÇÃO

As recomendações apresentadas a seguir decorrem diretamente do diagnóstico de eficiência técnica realizado por meio da DEA e têm como finalidade apoiar a gestão do ensino médio estadual no Estado do Pará na definição de estratégias de intervenção mais adequadas às características da rede.

As ações propostas consideram a distinção entre ineficiências de natureza estrutural e de natureza gerencial, evitando a adoção de soluções homogêneas para problemas distintos e contextualmente diferenciados (SORIANO et al., 2021).

i. Interpretação qualificada dos escores de eficiência

Os escores de eficiência técnica indicam o quão próximo a rede estadual se encontra da fronteira eficiente, considerando os recursos utilizados e os resultados alcançados. Escores inferiores a 1 devem ser interpretados como potencial de melhoria relativa, e não como evidência de falha absoluta ou de baixa qualidade da gestão (COOPER; SEIFORD; ZHU, 2011).



Eficiência técnica expressa comparação relativa entre redes semelhantes, não desempenho absoluto.

➤ ii. Utilização estratégica dos alvos DEA no planejamento

Os alvos de eficiência gerados pela DEA indicam ajustes potenciais nos insumos e nos resultados educacionais, devendo ser incorporados ao planejamento de forma gradual e realista. Recomenda-se utilizá-los como referência para a priorização de ações com maior potencial de impacto, evitando interpretações simplificadas que resultem em cortes lineares ou metas incompatíveis com a capacidade operacional da rede (PANWAR et al., 2022).



Boa prática de gestão: Alvos DEA devem orientar decisões estratégicas e apoiar a definição de prioridades, sem substituir o julgamento técnico dos gestores.

iii. Integração da análise de eficiência à gestão educacional

Ganga *et al* (2025) recomenda integrar os resultados da análise de eficiência aos instrumentos já utilizados pela gestão educacional, como planos estratégicos, programas de monitoramento e processos de avaliação institucional. A DEA deve ser compreendida como ferramenta complementar aos indicadores tradicionais, ampliando a capacidade analítica da gestão pública sem substituí-los.



Trata-se de ampliar a capacidade analítica da gestão, utilizando a eficiência comparativa como apoio à priorização de ações e à revisão estratégica das políticas em curso.



iv. Fortalecimento da cultura de decisão baseada em evidências

Hanushek & Woessmann (2020) recomenda promover o fortalecimento de uma cultura institucional orientada à tomada de decisão baseada em evidências, estimulando o uso sistemático de análises comparativas na formulação, no acompanhamento e na revisão das políticas educacionais. A capacitação contínua das equipes técnicas contribui para decisões mais informadas, transparentes e alinhadas à melhoria contínua do ensino médio estadual.



Ao internalizar o uso sistemático de dados comparativos na rotina administrativa, a gestão educacional amplia sua capacidade de planejamento estratégico, reduz decisões intuitivas e consolida processos mais transparentes e consistentes na condução das políticas do ensino médio estadual.

v. Uso analítico dos *benchmarks* como referência

Os estados identificados como *benchmarks* para o Estado do Pará devem ser utilizados como referências analíticas, e não como modelos a serem replicados integralmente. Recomenda-se analisar práticas e arranjos institucionais compatíveis com a realidade territorial, socioeconômica e administrativa da rede estadual paraense, favorecendo processos de aprendizagem organizacional e adaptação de boas práticas (FERRAZ *et al.*, 2025).

A utilização estruturada desses *benchmarks* requer procedimento sistemático de análise, evitando comparações superficiais ou transposições automáticas de políticas. A Figura 3 apresenta o fluxo simplificado recomendado para o uso analítico dos *benchmarks* identificados pela DEA.

Figura 3 – Fluxo simplificado de uso analítico dos *benchmarks*.



O fluxograma sintetiza as etapas necessárias para a interpretação qualificada das referências identificadas, enfatizando a verificação de similaridade estrutural, a distinção entre ineficiências de natureza estrutural e gerencial, a investigação qualitativa complementar e a adaptação contextual antes da incorporação das práticas ao planejamento estratégico da rede estadual.

vi. Diferenciação das estratégias conforme o tipo de ineficiência

A identificação do tipo predominante de ineficiência é fundamental para a definição de estratégias de intervenção adequadas, coerentes com o diagnóstico técnico e compatíveis com a capacidade institucional da rede estadual (TRABELSI; BOUJELBENE, 2024):

Ineficiência estrutural:

recomenda-se a adoção de políticas de médio e longo prazo, envolvendo reorganização da rede, coordenação interinstitucional, racionalização da escala e investimentos estruturantes.



Ineficiência gerencial:

recomenda-se priorizar ações de curto prazo, como o aprimoramento de processos administrativos, o fortalecimento da gestão escolar e a disseminação de boas práticas.



Ressalta-se que a distinção entre ineficiências estruturais e gerenciais possui natureza analítica e não excludente, podendo coexistir dimensões estruturais e operacionais em graus variados, o que exige interpretação contextualizada por parte da gestão.

Quadro 1 – Matriz de diferenciação entre ineficiências estruturais e gerenciais.

A matriz sintetiza os critérios para interpretação dos resultados da DEA, distinguindo limitações associadas à escala e à estrutura da rede daquelas relacionadas ao componente gerencial. O quadro orienta a definição de estratégias de intervenção compatíveis com o tipo predominante de ineficiência identificado.

Dimensão de Análise	Ineficiência Estrutural	Ineficiência Gerencial
Origem do problema	Associada ao porte da rede, escala, dispersão territorial ou restrições estruturais	Associada à organização interna, processos administrativos ou uso dos recursos
Identificação na DEA	Baixo escore no modelo CCR com melhora significativa no BCC	Baixo escore persistente no modelo BCC
Natureza do desafio	Limitações relacionadas à escala e complexidade institucional	Problemas de alocação, coordenação ou eficiência operacional
Horizonte de intervenção	Médio e longo prazo	Curto e médio prazo
Tipo de política recomendada	Reorganização da rede, investimentos estruturantes, revisão de escala e articulação interinstitucional	Melhoria de processos, capacitação de gestores, disseminação de boas práticas
Risco de interpretação inadequada	Confundir escala com má gestão	Atribuir problema estrutural a falha exclusivamente gerencial
Exemplo aplicado ao Pará	Impacto da dimensão territorial e da dispersão das escolas	Otimização da gestão administrativa e uso de recursos disponíveis

ROTEIRO DE IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA

Para transformar os achados desta análise em ações concretas na gestão da rede estadual de ensino médio, propõe-se um roteiro estruturado em etapas graduais, realistas e alinhadas à capacidade institucional da SEDUC-PA.

ETAPA 1 – INTERNALIZAÇÃO E CAPACITAÇÃO (0 – 6 MESES)

Objetivo: Garantir que a equipe técnica compreenda os conceitos de eficiência relativa e saiba interpretar os resultados da DEA.

Ação	Responsável	Produto Esperado
Oficina de apresentação dos resultados para equipes de planejamento, avaliação e gestão escolar.	SEDUC-PA / PROFIAP (parceria)	Relatório de sensibilização com principais dúvidas e insights.
Elaboração de material de apoio: guia visual, glossário técnico e estudo de caso com dados do Pará.	Setor de Comunicação e Técnicos da SEDUC	Material digital para disseminação interna.
Inclusão do tema “Gestão por Eficiência” na programação de formações continuadas de gestores escolares.	Coordenadoria de Formação	Módulo formativo incorporado ao plano anual.



ETAPA 2 – INTEGRAÇÃO AOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO (6–18 MESES)



Objetivo: Incorporar a análise de eficiência aos processos e ferramentas já utilizados pela secretaria.

Ação	Responsável	Produto Esperado
Inserção dos escores de eficiência (CCR/BCC) e dos benchmarks no Painel de Gestão da SEDUC-PA.	Equipe de TI / Planejamento	Atualização do painel com novas métricas.
Utilização dos alvos DEA como referência no planejamento anual e na revisão do Plano Estadual de Educação.	Diretoria de Planejamento	Menção explícita aos ganhos de eficiência nas metas setoriais.
Criação de um Grupo de Trabalho intersetorial para discutir resultados e propor ações.	Gabinete da Secretaria	Portaria de criação do GT e plano de trabalho.

ETAPA 3 – APROFUNDAMENTO ANALÍTICO E DESAGREGAÇÃO (18–36 MESES)

Objetivo: Refinar a análise para captar realidades intraestaduais e incorporar variáveis qualitativas.

Ação	Responsável	Produto Esperado
Replicação da DEA em nível de polos educacionais ou por tipologia de escola (urbanas, rurais, integrais)	SEDUC-PA com apoio acadêmico	Relatório setorial com diagnósticos específicos
Realização de estudos qualitativos complementares para entender as causas das ineficiências identificadas	Assessoria de Avaliação	Série de entrevistas ou surveys com gestores escolares
Parceria formal com instituições de pesquisa (ex.: UFPA, IFPA) para suporte técnico contínuo	SEDUC-PA / Instituições	Termo de cooperação e cronograma de trabalho

ETAPA 4 – MONITORAMENTO E REVISÃO CONTÍNUA (A PARTIR DO 3º ANO)



Objetivo: Institucionalizar a cultura de avaliação de eficiência e garantir a atualização periódica.

Ação	Responsável	Produto Esperado
Nova aplicação da DEA a cada 2-3 anos, com atualização da base de dados	Equipe de Estatística / Planejamento	Série histórica de escores de eficiência
Avaliação de impacto das intervenções derivadas da análise nos indicadores subsequentes	Coordenadoria de Avaliação	Relatório bienal de evolução da eficiência
Revisão do modelo DEA à luz de mudanças no contexto educacional (ex.: novo currículo, políticas nacionais)	GT de Eficiência	Proposta de ajuste metodológico quando necessário

Considerações para o sucesso da implementação

- **Envolvimento da alta gestão:**
Apoio explícito do secretário e diretores é crucial.
- **Comunicação clara:**
Evitar jargões excessivos e focar nos *insights* práticos.
- **Paciência estratégica:**
Ganhos de eficiência são incrementais e demandam tempo.
- **Integração, não substituição:**
A DEA complementa, não substitui, os indicadores tradicionais de qualidade e fluxo.

Checklist Executivo para o Gestor

- ☐ Identifiquei os principais **benchmarks comparáveis ao Pará**
- ☐ Verifiquei se a ineficiência é **predominantemente estrutural ou gerencial**
- ☐ Integrei os resultados da DEA aos **instrumentos de planejamento existentes**
- ☐ Evitei utilizar os escores como **ranking absoluto de desempenho**

APLICABILIDADE INSTITUCIONAL E POTENCIAL DE IMPLEMENTAÇÃO

O presente PTT apresenta elevada aplicabilidade institucional no contexto da gestão educacional pública, especialmente em estruturas administrativas que já utilizam indicadores educacionais, instrumentos de planejamento e mecanismos de monitoramento de desempenho.

Aplicabilidade institucional

- Compatível com estruturas já existentes da SEDUC-PA
- Integração aos setores de planejamento e avaliação
- Complementa instrumentos já utilizados pela gestão
- Não exige reformulação administrativa imediata

Viabilidade operacional

- Utiliza bases públicas já disponíveis
- Permite atualização periódica dos indicadores
- Não depende de sistemas de alta complexidade
- Pode ser implementado gradualmente

Baixo custo relativo de implementação

- Aproveitamento de dados já existentes
- Capacitação técnica de baixa complexidade
- Possibilidade de adoção progressiva
- Sem necessidade imediata de novos investimentos estruturais

Impactos potenciais na gestão pública

- Diagnósticos mais contextualizados
- Melhor definição de prioridades
- Diferenciação entre problemas estruturais e gerenciais
- Redução de decisões baseadas apenas em indicadores absolutos
- Fortalecimento da gestão baseada em evidências

Potencial de replicação

- Aplicável a outras redes estaduais de ensino
- Adaptável às especificidades locais
- Flexibilidade metodológica
- Possibilidade de customização de variáveis e indicadores

Condicionantes para implementação

- Necessidade mínima de equipe técnica capacitada
- Continuidade institucional do monitoramento
- Interpretação contextualizada dos resultados
- Uso complementar aos indicadores tradicionais

LIMITAÇÕES

A DEA constitui uma ferramenta robusta para a avaliação comparativa da eficiência técnica, porém sua utilização na gestão pública requer a compreensão de limites analíticos que condicionam a interpretação e o uso adequado dos resultados. O reconhecimento dessas limitações é fundamental para evitar leituras simplificadas e para integrar a DEA de forma responsável aos processos decisórios (PANWAR *et al.*, 2022).

i. Eficiência como medida relativa

Os escores de eficiência técnica obtidos por meio dos modelos CCR e BCC expressam desempenho relativo em relação ao conjunto de unidades analisadas. Um escore igual a 1 indica que a rede estadual opera na fronteira eficiente do grupo considerado, não representando, portanto, um padrão absoluto de excelência ou desempenho ideal (COOPER; SEIFORD; ZHU, 2011).

ii. Dependência da seleção de variáveis

Os resultados da DEA são sensíveis à escolha das variáveis de entrada e saída. Embora as variáveis adotadas neste estudo estejam alinhadas à literatura consolidada sobre eficiência educacional, elas não capturam integralmente a complexidade do processo de ensino-aprendizagem, devendo ser compreendidas como aproximações analíticas (AGASISTI; RIBEIRO; MONTEMOR, 2022).

iii. Agregação em nível estadual

A análise é realizada no nível das redes estaduais, o que limita a identificação de heterogeneidades internas entre regiões, municípios ou unidades escolares. Ineficiências localizadas podem estar diluídas nos resultados agregados, reduzindo a granularidade do diagnóstico para intervenções mais direcionadas. (LOPES; DANTAS; LIMA, 2024)

iv. Ausência de fatores qualitativos e contextuais

A DEA utiliza exclusivamente dados quantitativos, não incorporando diretamente aspectos qualitativos relevantes, como práticas pedagógicas, liderança escolar, clima organizacional ou desigualdades socioeconômicas intraestaduais. Esses fatores podem influenciar significativamente o desempenho educacional e devem ser considerados em análises complementares (SORIANO *et al.*, 2021).

A DEA identifica a existência e a magnitude de ineficiências relativas, mas não estabelece relações causais diretas. A identificação de referências analíticas (*benchmarks*) indica padrões comparativos de desempenho, sem prescrever modelos únicos de gestão ou intervenção (FERRAZ *et al.*, 2025).

Em síntese, a DEA deve ser compreendida como um instrumento de diagnóstico comparativo, cujo valor reside em orientar o foco da análise e da gestão, devendo seus resultados ser interpretados de forma contextualizada e articulados a outras fontes de informação.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da DEA ao ensino médio estadual, conforme sistematizada neste PTT, não se restringe à produção de escores de eficiência ou à identificação de estados de referência. O principal avanço reside na construção de um protocolo interpretativo orientado à gestão pública, capaz de distinguir limitações estruturais de desafios gerenciais e de traduzir resultados técnicos em diretrizes estratégicas para a tomada de decisão.

Ao incorporar a distinção entre retornos constantes e variáveis de escala, bem como ao estruturar o uso analítico de *benchmarks* e alvos de eficiência, o guia propõe uma abordagem decisória que evita simplificações, *rankings* descontextualizados e interpretações deterministas.

A eficiência é aqui compreendida como medida relativa, dependente do contexto institucional e territorial, exigindo leitura qualificada e integração a instrumentos já consolidados de planejamento e monitoramento.

No caso do Estado do Pará, marcado por grande extensão territorial, diversidade regional e complexidade administrativa, a utilização da DEA como ferramenta complementar de diagnóstico contribui para decisões mais realistas, diferenciadas e orientadas por evidências.

Ao reconhecer que desafios estruturais e gerenciais podem coexistir e demandar estratégias distintas, o produto favorece maior racionalidade na alocação de recursos e no desenho de políticas educacionais.

Por fim, este PTT reafirma a importância do fortalecimento de uma cultura de gestão baseada em evidências na administração pública educacional.

Mais do que um instrumento de avaliação, a DEA é aqui concebida como mecanismo de qualificação do debate sobre eficiência no setor público, ampliando a capacidade analítica da gestão estadual e oferecendo um modelo interpretativo passível de adaptação a outras redes de ensino no país.



RESPONSÁVEIS

Discente

Allan Pinheiro Monteiro, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Administração Pública (PROFIAP). Responsável pela elaboração do PTT, pela sistematização dos resultados da análise de eficiência e pela tradução dos achados da dissertação em orientações aplicadas à gestão do ensino médio estadual no Estado do Pará.



Orientador

Prof. Dr. **David Costa Correia Silva** docente do Programa de Pós-Graduação em Administração Pública (PROFIAP). Responsável pela orientação acadêmica da dissertação e pelo acompanhamento técnico-metodológico do desenvolvimento do PTT, assegurando sua coerência analítica e aplicabilidade à gestão pública.



Instituição de Vinculação

Programa de Pós-Graduação em Administração Pública – PROFIAP



Instituição associada de Ensino Superior:
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)



MARÇO DE 2026

Protocolo de entrega institucional

À

Secretaria de Educação do Estado do Pará
SEDUC-PA

Pelo presente, encaminhamos o produto técnico-tecnológico intitulado **GUIA TÉCNICO PARA A UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) NA GESTÃO DO ENSINO MÉDIO ESTADUAL**, derivado da dissertação de mestrado **EFICIÊNCIA TÉCNICA DO ENSINO MÉDIO DAS UNIDADES FEDERATIVAS NO BRASIL E IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO PÚBLICA: UMA ANÁLISE POR DEA**, de autoria do mestrando **Allan Pinheiro Monteiro** e professor orientador Dr **David Costa Correia Silva**.

Os documentos citados foram desenvolvidos no âmbito do Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP), instituição associada **UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA Campus Tomé-Açu**.

A solução técnico-tecnológica é apresentada sob a forma de um **Relatório Técnico Conclusivo** e seu propósito é Orientar gestores públicos do Estado do Pará na interpretação e no uso dos resultados da DEA como instrumento de apoio à tomada de decisão na gestão do ensino médio estadual.

Solicitamos, por gentileza, que ações voltadas à implementação desta proposição sejam informadas à Coordenação Local do Profiap, por meio do endereço mestrado.adm.to@ufra.edu.br.

Belém/PA, 18 de março de 2026

Registro de recebimento

Ricardo Nasser Sefer
Secretário de Educação
SEDUC-PA

REFERÊNCIAS

AFONSO, António; JALLES, João Tovar; VENÂNCIO, Ana. Structural Tax Reforms and Public Spending Efficiency. *Open Economies Review*, v. 32, n. 5, p. 1017–1061, nov. 2021.

AGASISTI, Tommaso; RIBEIRO, Celma de Oliveira; MONTEMOR, Daniel Sanches. The efficiency of Brazilian elementary public schools. *International Journal of Educational Development*, v. 93, set. 2022.

ANDRADE, Jucimar Casimiro De *et al.* Análise da Eficiência do Gasto Público em Educação Básica em Municípios Paraibanos. *Revista Contábeis*, 2022. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/contabeis/article/view/2391>. Acesso em: 24 fev. 2025.

ARRETCHE, Marta. Federalismo e igualdade territorial: uma contradição em termos? *Revista de Sociologia e Política*, v. 18, n. 36, 2010.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, set. 1984.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, 1988.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Brasília, 2014.

BRASIL. Lei nº 14.113, de 25 de dezembro de 2020. Regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB). Brasília, 2020.

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.

COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; ZHU, Joe. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Boston, MA: Springer US, 2011.

EMROUZNEJAD, Ali; YANG, Guo-liang. A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 61, p. 4–8, mar. 2018.

FERRAZ, Diogo *et al.* Eficiência Social na Amazônia Legal: uma análise por meio do Data Envelopment Analysis (DEA). *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 2025. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/>.

GANGA, Contreras Francisco *et al.* Research efficiency in Chilean universities: A look from data envelopment analysis. *Iberoamerican Journal of Science Measurement*

GIMÉNEZ, Víctor *et al.* Evaluation and determinants of preschool effectiveness in Chile. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 81, jun. 2020.

HANUSHEK, Eric A.; WOESSMANN, Ludger. The economic impacts of learning losses. Paris: OECD Publishing, 2020. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/the-economic-impacts-of-learning-losses_21908d74-en.html. Acesso em: 29 ago. 2025.

LOPES, Ana Cláudia de Oliveira; DANTAS, Marta Maria dos Santos; LIMA, Marcos Antonio Martins. Data Envelopment Analysis (DEA): An analysis of the efficiency in Space of State Schools in Region 4 of the Municipality of Fortaleza (CE). *Ensaio*, v. 32, n. 124, 2024.

OECD. Education at a glance 2021: OECD indicators. Paris: OECD Publishing, 2021.

OECD. PISA 2022 Results: Learning Strategies and Attitudes for Life. Paris: OECD Publishing, 2024.

PANWAR, Ankita *et al.* A Review on the 40 Years of Existence of Data Envelopment Analysis Models: Historic Development and Current Trends. *Archives of Computational Methods in Engineering*, Springer Science and Business Media B.V., nov. 2022.

ROSTAMZADEH, Reza *et al.* Application of DEA in benchmarking: A systematic literature review from 2003–2020. *Technological and Economic Development of Economy*, v. 27, n. 1, p. 175–222, jan. 2021.

SCHERER, Greici *et al.* Análise da eficiência dos gastos com educação no ensino fundamental dos estados brasileiros, a partir da Análise Envoltória de Dados (DEA). *ConTexto*, v. 19, n. 43, p. 27–43, set. 2019.

SOARES, Denilson Junio Marques; SANTOS, Wagner Dos. Data Envelopment Analysis as a tool for identifying reference schools: a study in the context of high school in a Brazilian state. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, v. 17, n. 4, p. 314–327, dez. 2024.

SORIANO, Felipe Furlan *et al.* Best practices and performance of municipal elementary schools in Ceará: Analysis of school management efficiency. *Education Policy Analysis Archives*, v. 29, 2021.

TRABELSI, Nahed; BOUJELBENE, Younes. Public Sector Efficiency and Economic Growth in Developing Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, v. 15, n. 1, p. 596–615, mar. 2024.

WORLD BANK. World Development Report 2023. Washington, DC: World Bank, 2023. Disponível em: www.worldbank.org. Acesso em: 4 maio 2025.

Allan Pinheiro Monteiro
discente
allan.monteiro@ufra.edu.br

David Costa Correia Silva
Orientador, Prof. Dr
david.silva@ufra.edu.br

Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRA *Campus* Tomé-Açu

18 de março de 2026